

**MARCO TOSCHI**  
**G E O L O G O**

Viale C. Castracani, 194/F – Arancio - Lucca  
Telefono/Fax 0583 469588 Mobile 347 4842326  
P. IVA: 01746700465 e-mail: marco.toschi@iol.it

COMUNE DI PORCARI

---

**VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO E CONTESTUALE PROGETTO PER  
NUOVA VIABILITÀ INTERNA E SISTEMAZIONI ESTERNE**

---

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA E MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

COMMITTENTE: COFIL SRL

UBICAZIONE: VIA ROMANA OVEST, 212

Relazione Tecnica

Aprile 2023

## Indice

PREMESSA.....	4
1. - QUADRO NORMATIVO .....	5
1.1– Quadro di pericolosità secondo il R.U. ....	5
1.2 – Quadro di pericolosità secondo il PGRA.....	6
1.3 – Fattibilità dell'intervento secondo le disposizioni del R.U. ....	6
1.4 – Quadro di pericolosità secondo le disposizioni del P.S. ....	7
2. - CARATTERI GEOLOGICI GENERALI .....	8
2.1-Geologia.....	8
2.2 -Idrogeologia.....	8
3. –GEOGNOSTICA.....	9
4. - SUCCESSIONE STRATIGRAFICA E MODELLO GEOTECNICO .....	9
5. -SISMICITÀ.....	10
5.1 - analisi del terreno.....	11
6. –STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE.....	11
7. - CONTENIMENTO DELLA IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO .....	11
8. –CONCLUSIONI.....	12

## Figure

### *Regolamento Urbanistico*

Corografia

Carta geologica e geomorfologica

Carta della pericolosità geomorfologica e sismica

Carta della pericolosità idraulica (secondo PTC)

Carta della pericolosità idraulica (secondo PAI)

Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali

Carta delle categorie di suolo di fondazione

Carta della distribuzione e caratterizzazione degli eventi alluvionali

### *Variante Piano Strutturale*

Carta geologica

Carta delle aree a pericolosità geomorfologica

Carta delle aree a pericolosità idraulica

Carta delle aree a pericolosità sismica

Carta degli ambiti e delle pertinenze fluviali

Carta delle categorie di sottosuolo

Carta delle aree allagabili

### *Distretto appennino settentrionale*

PGRA

### Allegati

1. Log sondaggio geognostico
2. Certificazioni analisi di laboratorio
3. Elaborazione indagine MASW

## **PREMESSA**

Su richiesta della Cofil srl è stata effettuata la caratterizzazione e modellazione geologica, geotecnica e sismica del sito su cui si prevede il progetto di variante al vigente Regolamento Urbanistico con l'obiettivo di rafforzare la presenza dell'attuale sito produttivo, mediante l'efficientamento della viabilità interna, la creazione di nuove aree di stoccaggio e il miglioramento dell'accessibilità all'area presso lo stabilimento posto in Porcari, Via Romana Ovest, 212 (v. COROGRAFIA).

La presente relazione ottempera a quanto richiesto dal Decreto Ministeriale 17.01.2018 - Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni ed è finalizzata alla ricostruzione del modello geologico, geotecnico e sismico dell'area di sedime.

Le indagini eseguite sono state inoltre dirette ad individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione previste dalla variante al R.U., in ottemperanza alle normative vigenti in materia ed in particolare:

- L.R. 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio).
- D.P.G.R. n. 5/R del 30 gennaio 2020 - Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

Le indagini geologiche hanno lo scopo di individuare le condizioni che garantiscono la fattibilità degli interventi di trasformazione e sono effettuate in conformità a quanto prescritto dalle direttive tecniche contenute nell'allegato A del Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65.

## 1. - QUADRO NORMATIVO

### 1.1 – Quadro di pericolosità secondo il R.U.

Alla data delle presenti indagini il Comune di Porcari è dotato di Regolamento Urbanistico approvato con Delibera C.C. n. 30 del 26/10/2006. Sulla base degli studi condotti a supporto, l'area in studio è stata inserita nelle seguenti classi di pericolosità previste dalla normativa:

#### **Classe 2l – Pericolosità geotecnica delle aree di pianura BASSA**

*Corrisponde ad una situazione geologico-tecnica apparentemente stabile sulla quale tuttavia permangono alcuni dubbi, prevalentemente di carattere geotecnico in relazione alle opere edilizie che potranno essere realizzate nell'area stessa, che comunque potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia, svolta anche in riferimento ai fenomeni di ritiro e rigonfiamento dei terreni superficiali a prevalente componente argillosa.*

#### **Classe 3t – Pericolosità da fenomeni sismici MEDIA**

*Aree non interessate da fenomeni attivi, suscettibili, per costituzione geologico-stratigrafica e/o morfologica (creste, cucuzzoli, bordi di terrazzo, zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse etc.), di subire fenomeni di moderata amplificazione della sollecitazione sismica di base, senza deformazioni permanenti del suolo. Coefficiente amplificativo  $S = 1.25$  (o superiore, in funzione della morfologia del sito e/o di valutazioni affinate degli effetti locali) secondo D.M. 14/09/05, Coefficiente di fondazione  $\epsilon = 1.15$  secondo D.M. 16/01/96.*

#### **Classe 2i - Pericolosità idraulica (P.T.C.) BASSA**

*Aree di pianura:*

- *prive di notizie storiche di precedenti inondazioni;*
- *risultanti, da studi idraulici, soggette a eventi alluvionali occasionali o eccezionali di classe I;*

#### **Classe P.I.1 - Aree a pericolosità idraulica MODERATA (P.A.I.)**

*Aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $200 < Tr \leq 500$  anni*

Dall'analisi dello strumento urbanistico risulta che l'area oggetto di intervento non ricade all'interno degli ambiti fluviali o tra le aree di pertinenza fluviale. Ma risulta interessata da frequenza degli eventi alluvionali su base storica 1-10 anni (ricorrenti) e eventi dovuti a esondazioni di corsi d'acqua 20-50 cm.

## 1.2 – Quadro di pericolosità secondo il PGRA

Con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del bacino del fiume Arno con apposizione delle misure di salvaguardia. Successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato. Infine Con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017 è avvenuta l'approvazione del Piano di gestione del rischio di Alluvioni del Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale. **La zona rientra nelle aree a pericolosità da alluvione P1.**

## 1.3 – Fattibilità dell'intervento secondo le disposizioni del R.U.

In considerazione del grado d'esposizione **ALTO** dell'intervento, si giunge alle seguenti classi di fattibilità:

### **Fattibilità geotecnica (Classe 2I) - NESSUNA LIMITAZIONE**

*Indagini puntuali di approfondimento di tipo geotecnico richieste solo a supporto dell'intervento diretto, anche in riferimento a possibili fenomeni di rigonfiamento e ritiro dei terreni di fondazione di natura argillosa.*

### **Fattibilità per fenomeni sismici (Classe 3tt) – POSSIBILI ALCUNE LIMITAZIONI**

*Indagini di approfondimento, condotte a norma del D.M. 11/03/88 e delle Norme tecniche per le costruzioni – D.M. 14 Settembre 2005, richieste sia nel caso di intervento diretto che di piano attuativo. Piani attuativi approvabili ed interventi diretti abilitabili soltanto contestualmente all'approvazione della progettazione rispettivamente di massima ed esecutiva degli interventi finalizzati alla mitigazione del rischio (Mitigazione del rischio a mezzo di interventi incidenti sulla vulnerabilità: accorgimenti costruttivi, fondazioni speciali, bonifiche e/o miglioramenti dei terreni di fondazione, strutture dimensionate per azioni sismiche orizzontali maggiorate come segue: Nuova normativa sismica (D.M. 14 Settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni): coefficiente amplificativo  $S = 1.25$  (o superiore, in funzione della morfologia del sito e/o di valutazioni affinate degli effetti locali) per le categorie di profilo stratigrafico B e C ; vecchia normativa sismica (D.M. 16/01/1996)  $\epsilon = 1.15$  (o superiore, in funzione della morfologia del sito) per le categorie di profilo stratigrafico B e C).*

### **Fattibilità idraulica (Classe 3i) – NESSUNA LIMITAZIONE**

*Indagini di approfondimento, da condursi a mezzo di studi e verifiche idrauliche (2), richieste sia nel caso di intervento diretto che di piano attuativo. Piani attuativi approvabili ed interventi diretti abilitabili soltanto se corredati dal progetto delle opere volte alla mitigazione del rischio.*

#### **1.4 – Quadro di pericolosità secondo le disposizioni del P.S.**

Si specifica inoltre che in data 15/10/2014 Il Comune di Porcari ha approvato definitivamente la Variante Generale al Piano Strutturale con Delibera C.C. n. 25 del 24/06/2015. Sulla base degli studi condotti a supporto, l'area in studio è stata inserita nelle seguenti classi di pericolosità previste dalla normativa:

##### **Classe G1 – Pericolosità geomorfologica BASSA**

*Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.*

##### **Classe S2 – Pericolosità sismica locale MEDIA**

*Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).*

##### **Classe I2 - Pericolosità idraulica MEDIA**

*Aree interessate da allagamenti per eventi con  $T_r \leq 200$  anni.*

Dall'analisi del Piano Strutturale risulta che l'area oggetto di intervento non ricade all'interno degli ambiti e delle pertinenze fluviali. Risulta inoltre esterna alle aree interessate da allagamenti per eventi associati a tempo di ritorno 30 e 100 anni.

Secondo l'articolo 55 delle NTA "Misure di salvaguardia" comma 6: "su tutto il territorio comunale non sono ammesse trasformazioni edilizie e urbanistiche in contrasto con le disposizioni afferenti alla tutela dell'integrità fisica del territorio di cui ai seguenti articoli della presente disciplina di P.S.: articolo 34, commi 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4; articolo 36, commi 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 e 6; articolo 37 commi 4, 5.1, 5.2 e 5.3; articolo 38, 39, 40, 41 e 42."

**Gli scenari di pericolosità riportati sulle cartografie del PS non evidenziano situazioni ostative in merito alla possibilità di realizzare l'intervento in esame.**

## **2. - CARATTERI GEOLOGICI GENERALI**

L'area in esame si trova nel settore centro-orientale della Piana di Lucca, posta ad una quota di circa 18 metri s.l.m.

### **2.1- Geologia**

La Pianura di Lucca è un'ampia depressione tettonica che si è impostata dal Miocene superiore. Essa presenta un substrato di argille lacustri villafranchiane, sormontato da depositi alluvionali del Pleistocene superiore-Olocene, con un orizzonte sabbioso-ghiaioso che costituisce l'acquifero e che si estende sotto tutta la pianura, anche se con spessori variabili.

Al di sopra di tale livello vi è, in tutta la Piana, una copertura di depositi alluvionali a granulometria fine (sabbie, limi, argille), di spessore variabile, ma generalmente crescente da nord verso sud.

La pianura è delimitata verso sud da rilievi costituiti da formazioni della Successione Toscana metamorfica ed Successione Toscana non metamorfica. Verso Nord, Est ed Ovest è circondata da rilievi le cui litologie sono riconducibili sia alla Successione Toscana non metamorfica sia a formazioni alloctone del complesso delle Liguridi. Il passaggio tra i rilievi e la Piana di Lucca è segnato dalla presenza di depositi di conoide ed alluvioni antiche disposte in vari ordini di terrazzi.

L'area di progetto, come si evidenzia nella CARTA GEOLOGICA, è interessata esclusivamente dall'affioramento dei depositi alluvionali attuali e recenti (bn1), costituiti da sabbie, limi e argille.

### **2.2 - Idrogeologia**

Come già accennato, l'orizzonte ghiaioso-ciottoloso è sede una ricca falda idrica in pressione. Il valore del livello piezometrico varia mediamente, come evidenziato da vari studi condotti nella Piana di Lucca in tempi e periodi differenti, tra circa -0.9 e -3.2 metri dal piano di campagna. Non si esclude che durante periodi caratterizzati da precipitazioni molto abbondanti e/o prolungate il livello di falda possa raggiungere quote ancor più prossime al piano di campagna.



### 3. – GEOGNOSTICA

Sulla base dell'assetto geologico descritto, in relazione al progetto presentatomi, sono state considerate idonee le seguenti indagini geognostiche e geofisiche già effettuate per conto dello scrivente sull'areale interessato:

**n. 1 sondaggio geognostico** a carotaggio continuo con contestuale esecuzione di n. 1 prova SPT.

**Prelievo di n. 1 campione indisturbato** (mediante dispositivo associato a penetrometro e campionatore a pareti sottili tipo Shelby) nel livello superficiale, caratterizzato da terreni fini, rispettivamente alla quota di 1,5÷2,0 metri.

Sul campione indisturbato sono state effettuate le seguenti analisi di laboratorio:

- *parametri fisici*
- *prova di taglio diretto consolidato drenato*

**n. 1 prospezione sismica in onde di superficie (MASW)**

### 4. - SUCCESSIONE STRATIGRAFICA E MODELLO GEOTECNICO

Le indagini effettuate, raffrontate con le conoscenze generali dell'area, hanno evidenziato un andamento stratigrafico piuttosto omogeneo alla scala di intervento. Nel dettaglio si ha:

**Limi argillosi e limi sabbiosi:**

Si tratta di un livello verosimilmente omogeneo e continuo di depositi prevalentemente coerenti, aventi spessore di circa 5.2 metri.

**Sabbie e ghiaie:**

Si tratta del tetto dell'orizzonte sabbioso-ghiaioso che costituisce l'acquifero e che si estende sotto tutta la pianura

Si propone il seguente modello geotecnico definitivo costituito da n. 2 unità geotecniche per le quali si è pervenuti ai parametri caratteristici mediante una stima ragionata e cautelativa dei parametri medi:

**Da m 0.00 a m 5.20: UNITA' GEOTECNICA "A"**

$\gamma_{nat} = 1.98 \text{ t/mc}$

$\gamma_{sat} = 2.03 \text{ t/mc}$

$C_u = 1.10 \text{ Kg/cmq}$

$\varphi' = 21^\circ$

$c' = 0.19 \text{ Kg/cmq}$

$mv = 0.022 \text{ cmq/kg}$

**Da m 5.20 a m 10.00: UNITA' GEOTECNICA "B"**

A tale orizzonte corrispondono i seguenti parametri caratteristici:

$\gamma_{nat} = 2.00 \text{ t/mc}$

$\gamma_{sat} = 2.10 \text{ t/mc}$

$\varphi' = 34^\circ$

$c' = 0.00 \text{ Kg/cmq}$

$mv = 0.007 \text{ cmq/kg}$

I parametri geotecnici indicati per i vari orizzonti sono di seguito specificati:

$\gamma_{nat}$ : **peso di volume naturale**

$\gamma_{sat}$ : **peso di volume saturo**

$mv$ : **coefficiente di compressibilità volumetrica**

Parametri di resistenza al taglio a lungo termine (in termini di tensioni efficaci):

$\varphi'$  **angolo di resistenza a taglio efficace**

$c'$  **coesione consolidata drenata**

Parametri di resistenza al taglio a breve termine (in termini di tensioni totali):

$C_u$ : **coesione non drenata**

## **5. - SISMICITÀ**

Il territorio comunale di Porcari non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982. Con l'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003, che riclassifica l'intero territorio nazionale, il Comune di Porcari ricade in zona sismica 3. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita

partendo dalla “pericolosità di base” del sito di costruzione, che è l’elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell’azione sismica.

### 5.1 - analisi del terreno

Sulla base dell’indagine geofisica di tipo sismico in onde di superficie MASW effettuata in area limitrofa caratterizzata dal medesimo contesto geologico-stratigrafico (v. Allegato n. 03) il valore della  $V_{SEQUIVALENTE}$  calcolata dal piano di campagna risulta pari a 336 m/s con graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità; si ritiene pertanto opportuno collocare il sito in esame nella **categoria di sottosuolo C** secondo la tab. 3.2. II delle NTC 2018 di seguito riportata.

## 6. – STABILITA’ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Il sito non presenta possibilità di liquefazione data la distribuzione granulometrica dei terreni. Si evidenzia infatti che i depositi presentano una granulometria che esce dal fuso granulometrico critico così da garantire un potenziale di liquefazione nullo.

## 7. - CONTENIMENTO DELLA IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

Su richiesta del progettista sono state effettuate valutazioni idrologiche per dimensionare gli accorgimenti tecnico-progettuali mirati al contenimento dell’impermeabilizzazione del suolo, tenendo conto delle differenze d’estensione delle superfici impermeabili e semipermeabili tra la situazione ante e post-operam. L’intervento interessa un terreno interamente a verde. La trasformazione del coefficiente di deflusso deriva dalla realizzazione della viabilità e dei parcheggi.

Allo stato modificato le superfici trasformate saranno così ripartite:

Aree semipermeabili ( $\phi = 0.5$ ) = 2450 m<sup>2</sup>

Considerato che nel caso di specie si rende necessario contenere l’entità media delle portate scaricate entro il limite massimo coincidente con 50 l/s per ettaro, si dovrà provvedere alla realizzazione di volumetrie di ritenzione idrica per le acque provenienti dalle superfici scolanti.

Possiamo calcolare la portata proveniente dalle superfici indicate facendo riferimento alla formula razionale:

$$Q = 0.2778 \times \varphi \times S \times h / t$$

dove:

- Q = portata in m<sup>3</sup>/s  
φ = coefficiente di deflusso  
S = superficie trasformata in Km<sup>2</sup>  
h = l'altezza di pioggia nel tempo t  
t = tempo di scroscio in ore

Sostituendo tutti i valori nell'espressione sopra citata otteniamo:

PORTATA AMMESSA:	Q= 12,25 l/sec
STATO MODIFICATO:	Q= 20,41 l/sec

Ammettendo di contenere l'entità media delle portate scaricate entro il limite massimo ammesso, l'incremento di portate da contenere risulta essere:

$$Q_{\text{eccesso}} = Q_{\text{mod}} - Q_{\text{att}} = 8,16 \text{ l/sec}$$

Considerando un tempo di scroscio di 1 ora, sarà necessario realizzare sul lotto un sistema d'accumulo avente un volume non inferiore a:

$$\text{Volume da ritenere} \geq 29,3 \text{ m}^3$$

Le portate in eccesso provenienti dalle superfici trasformate dovranno essere convogliate in un sistema di accumulo delle acque meteoriche mediante la realizzazione di area a verde ribassata. I dettagli dell'opera idraulica saranno stabiliti, in accordo con la D.L., in fase esecutiva.

## 8. – CONCLUSIONI

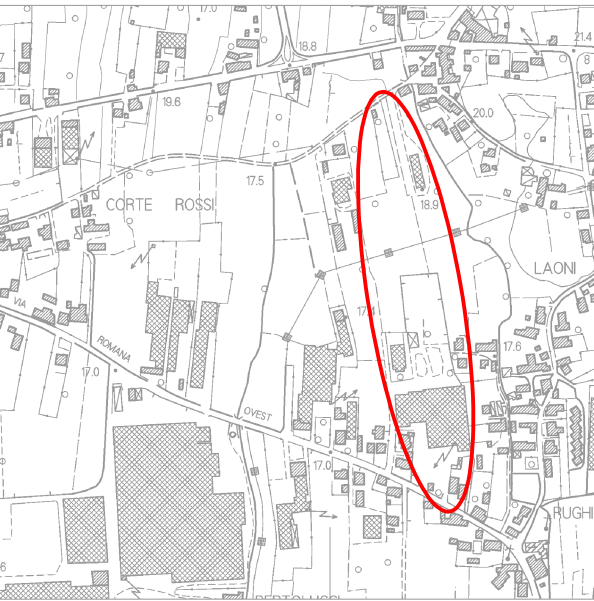
Gli approfondimenti in questa sede effettuati escludono che siano intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento sia dal punto di vista geomorfologico, idraulico e sismico. Tali approfondimenti consentono altresì di esprimere parere favorevole circa la fattibilità delle opere di trasformazione proposte, nel rispetto delle indicazioni fornite.

Lucca, 21 aprile 2023


Geol. Marco Toschi



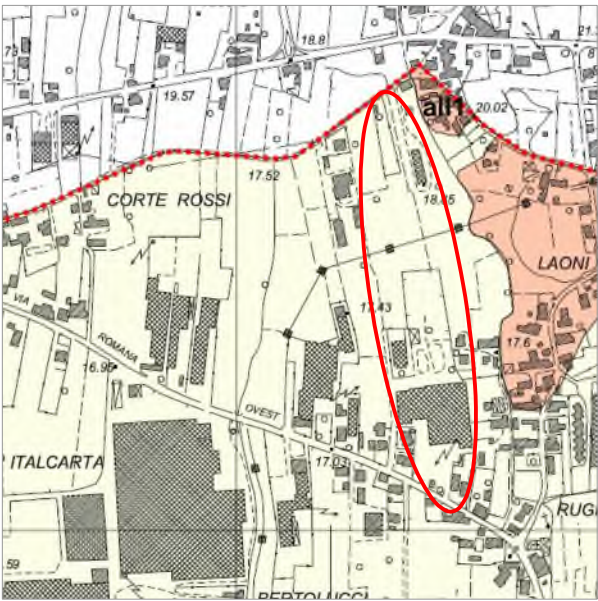
COROGRAFIA




Scala 1 :10.000

 Area oggetto di studio

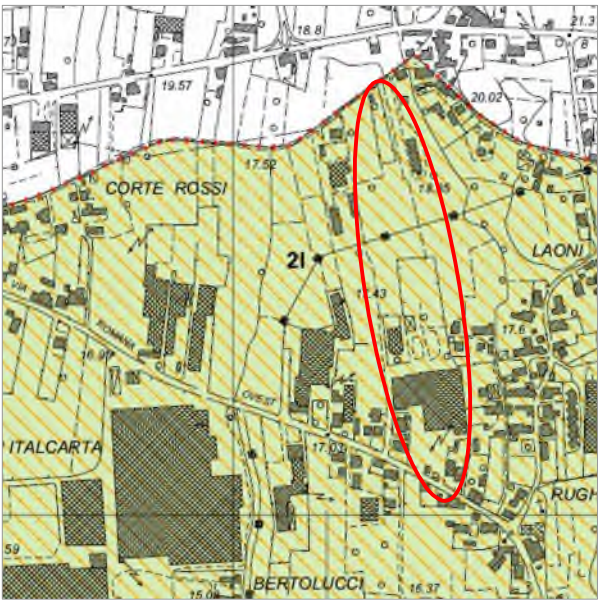
CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA  
Regolamento Urbanistico Comune di Porcari





Scala 1 :10.000

 all2 Depositi alluvionali recenti o attuali:  
ghiaie e sabbie e limi prevalenti

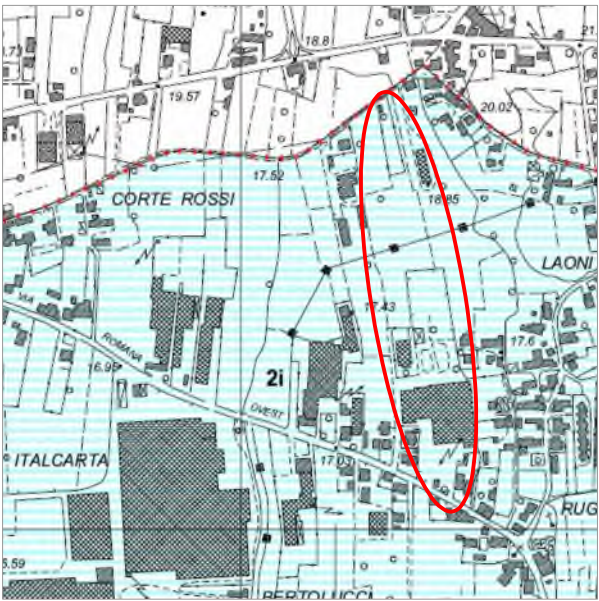
CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
GEOMORFOLOGICA E SISMICA  
Regolamento Urbanistico Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

 2l: Pericolosità geotecnica BASSA  
 3t: Pericolosità sismica MEDIA

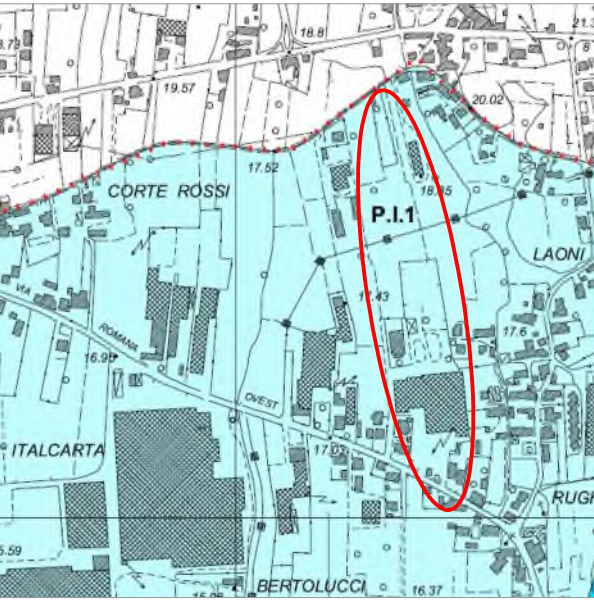
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA  
(secondo P.T.C.)  
Regolamento Urbanistico Comune di Porcari




Scala 1 :10.000

 2i: Pericolosità idraulica BASSA

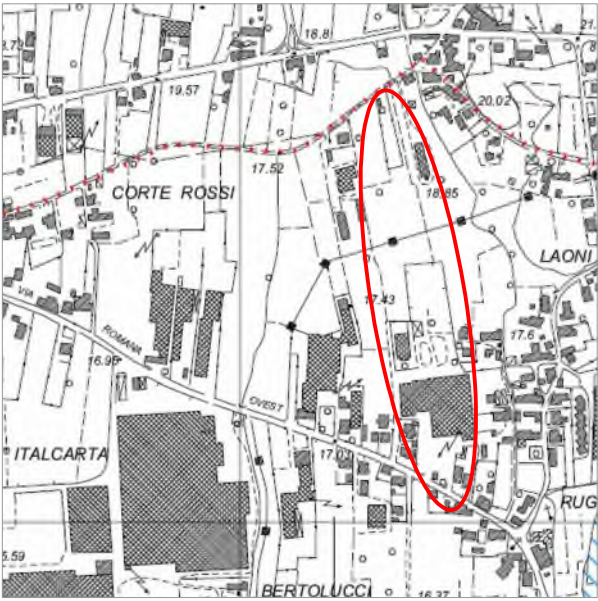
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA  
(secondo P.A.I.)  
Regolamento Urbanistico Comune Porcari



Scala 1 :10.000

 P.I.1: Pericolosità idraulica MODERATA

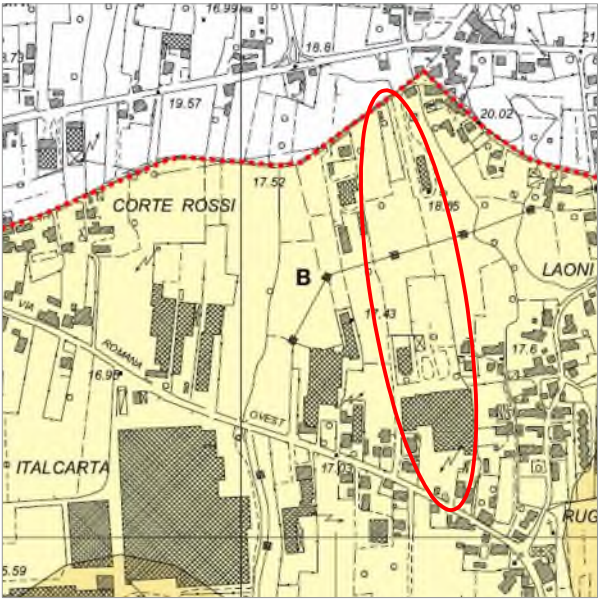
CARTA DEGLI AMBITI E DELLE PERTINENZE FLUVIALI  
Regolamento Urbanistico Comune di Porcari




Scala 1 :10.000

Area non interessata da ambiti e pertinenze dei  
corsi d'acqua

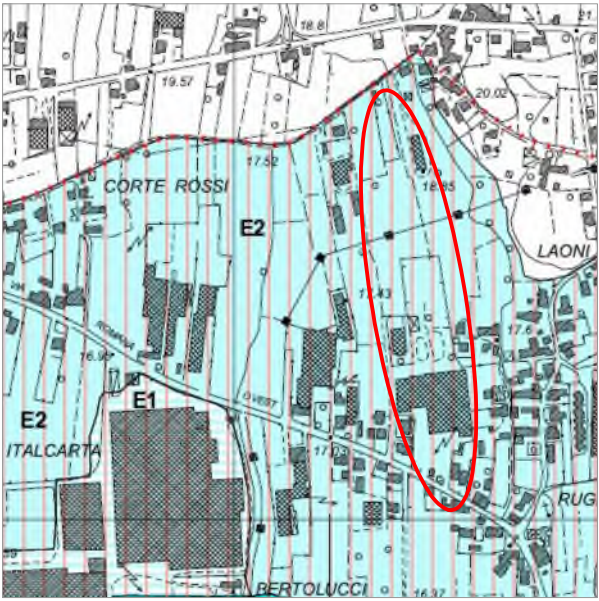
CARTA DELLE CATEGORIE DI SUOLO  
DI FONDAZIONE  
Regolamento Urbanistico Comune di Porcari





Scala 1 :10.000

 Categoria B presunta da correlazioni  
stratigrafiche con aree note

CARTA DELLA DISTRIBUZIONE E CARATTERIZZAZIONE  
DEGLI EVENTI ALLUVIONALI  
Regolamento Urbanistico Comune di Porcari

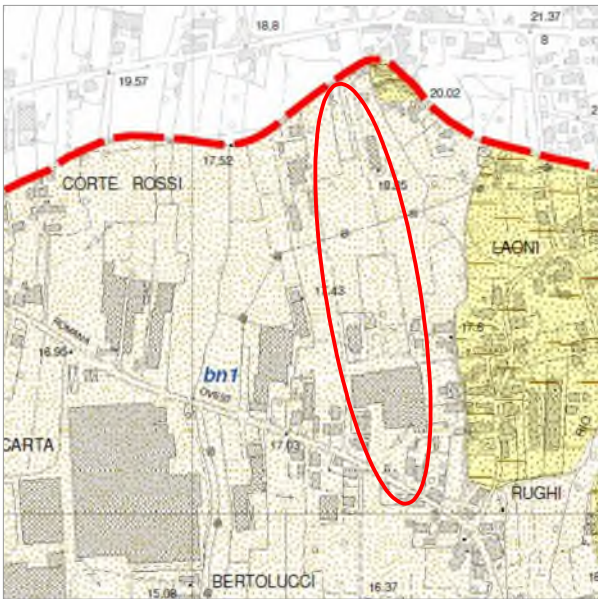


Scala 1 :10.000

 Frequenze degli eventi alluvionali su  
base storica: 1-10 anni  
 Eventi alluvionali dovuti ad esondazioni  
di corsi d'acqua: 20-50 cm



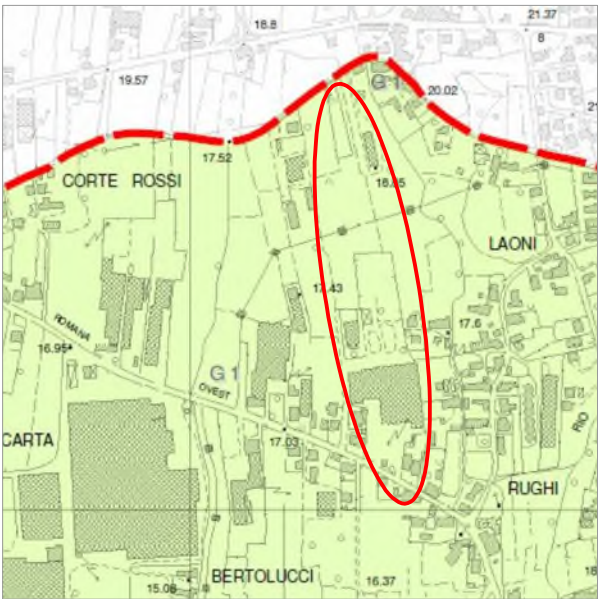
CARTA GEOLOGICA  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

Alluvioni recenti (bn1): Depositi sciolti a prevalenza di materiali fini (sabbie, limi ed argille)

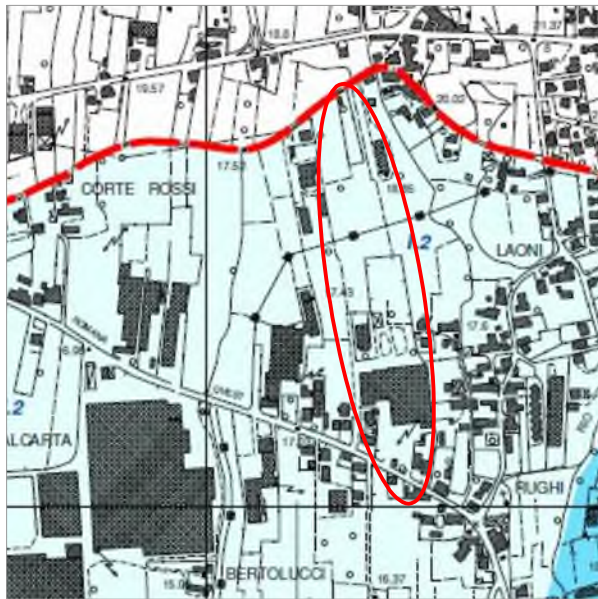
CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA'  
GEOMORFOLOGICA  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

G1: Pericolosità geomorfologica BASSA

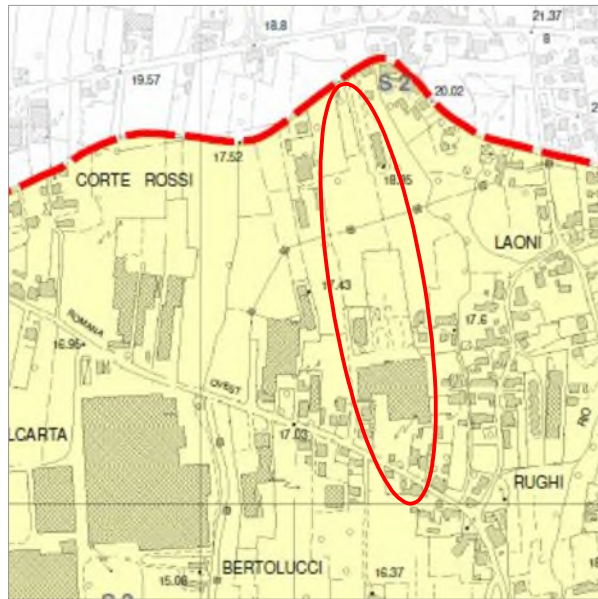
CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

I2: Classe di pericolosità idraulica MEDIA

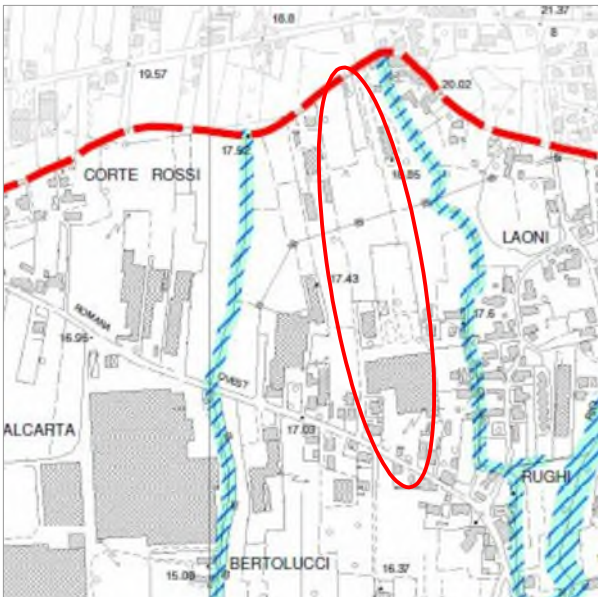
CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITA' SISMICA  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

S2: classe di pericolosità sismica MEDIA

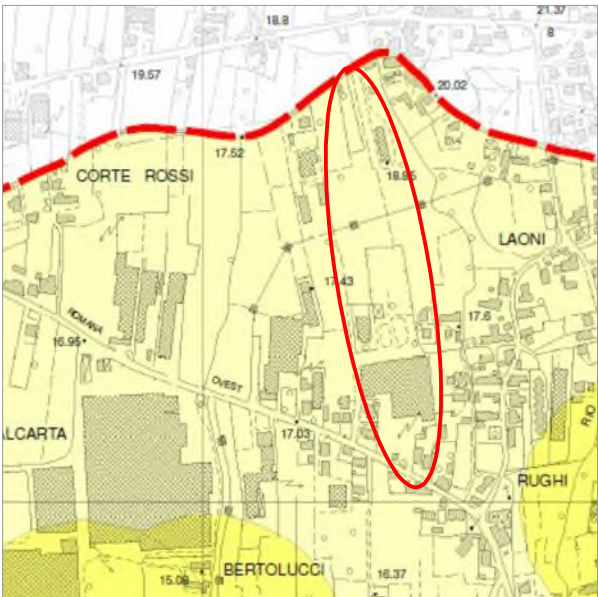
CARTA DEGLI AMBITI E DELLE PERTINENZE FLUVIALI  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

Area non interessata da ambiti e pertinenze dei corsi d'acqua

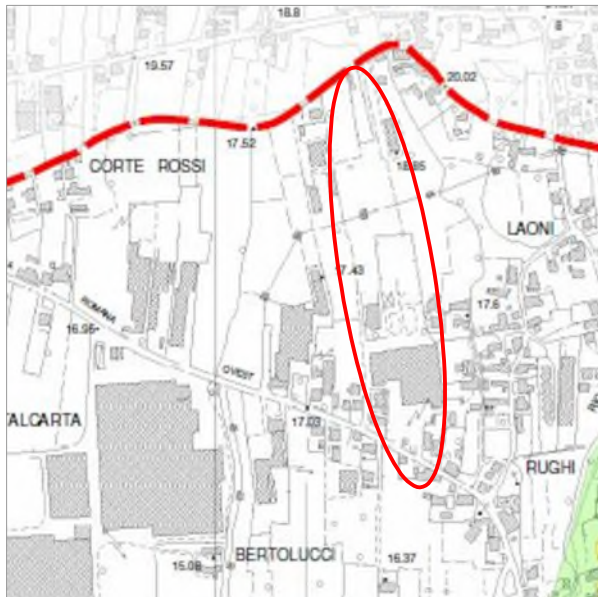
CARTA DELLE CATEGORIE DI SUOLO  
DI SOTTOSUOLO  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

Aree con profilo B presunto da dati stratigrafici

CARTA DELLE AREE ALLAGABILI  
Variante Piano Strutturale Comune di Porcari



Scala 1 :10.000

La zona risulta esterna alle aree allagate

DISTRETTO APPENNINO  
SETTENTRIONALE - PGRA



Scala 1 :10.000

P1



Cantiere: via Romana Ovest Località: loc. Rughi, Porcari Data inizio: 27/07/2020 Data fine: 27/07/2020  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

Il presente certificato è composto da n. 4 pagine

## SONDAGGIO GEOGNOSTICO



Norma di riferimento: *raccomandazioni AGI 1977.*

Deviazione dalla norma: Nessuna

Verbale di accettazione n. 111/2020 Del. 27/07/2020

Certificato di prova n. 202/2020 del. 31/07/2020

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Perforatrice: Sonda IPC DRILL 650

Caratteristiche tecniche della perforatrice: Il gruppo rotary è costituito da un motore di 315 cm<sup>3</sup> che consente una coppia massima di 745 daNm e un numero di giri massimi di 289 r.p.m. Il gruppo morsa-svitatore, una forza di serraggio di 15904 daN e una coppia di sviamento pari a 3000 daNm.

Diametro perforazione  $\phi$ : 101

Diametro rivestimento  $\phi$ : 127

Sistema di perforazione:

Carotaggio continuo



Distruzione di nucleo



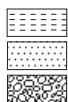
Cantiere: via Romana Ovest Località: loc. Rughi, Porcari Data inizio: 27/07/2020 Data fine: 27/07/2020  
 Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

Ø mm	R v	A r	Pz	metri bar	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	SPT S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
				0.5										Materiale granulare non legato.
				1										Limo argilloso debolmente sabbioso di colore marrone.
				2						4-3-3	6			
				3										
				4										
				5										
				5.2										
				6										Sabbia di colore grigio e ghiaie.
				7										
				8										
				9										
				10									10.0	

She = Shelby Den = Denison Ost = Osterberg  
 Ar = Livello acqua rinvenuta  
 As = Livello acqua stabilizzata  
 Pz = Piezometro  
 Rp = Penetrometro tascabile  
 V.T. = Vane Test (kg/cm²) max-residuo  
 S.P.T. = Standard Penetration Test  
 N = Napt  
 R.Q.D. = Rock Quality Designation



Riporto  
 Terreno vegetale  
 Argilla



Limo  
 Sabbia  
 Ghiaia, ciottoli

NOTE: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Cantiere: via Romana Ovest Località: loc. Rughi, Porcari Data inizio: 27/07/2020 Data fine: 27/07/2020  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CAROTE DI SONDAGGIO



Cassetta n. 1: da 0,0 m a - 5,0 m



Cassetta n. 2: da - 5,0 m a - 10,0 m

Cantiere: via Romana Ovest Località: loc. Rughi, Porcari Data inizio: 27/07/2020 Data fine: 27/07/2020  
Sondaggio n.: 1 Metodo perfor.: Sondaggio a carotaggio continuo Diamm. (mm): 101/127

## UBICAZIONE INDAGINE





**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 :** Dott. Geologo Marco Toschi  
**Cantiere :** Fraz. Rugni - Porcari (LU)

**Verbale Accettazione n° :** 253 del 17/07/2020  
**Data Certificazione :** 24/07/2020  
**Campioni n°:** 1  
**Certificati da n° a n° :** 02588 a 02590





**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 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

COMMITTENTE:	Dott. Geologo Marco Toschi		
RIFERIMENTO:	Fraz. Rugni - Porcari (LU)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m 1.5-2.0

**CARATTERISTICHE FISICHE**

Umidità naturale	19,5	%
Peso di volume	19,8	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume secco	16,6	kN/m <sup>3</sup>
Peso di volume saturo	20,3	kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico	26,5	kN/m <sup>3</sup>
Indice dei vuoti	0,595	
Porosità	37,3	%
Grado di saturazione	88,6	%
Limite di liquidità		%
Limite di plasticità		%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
UNI 11531/14		

**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. 230	%

**COMPRESSIONE**

$\sigma$	kPa
$c_u$	kPa
$\sigma_{Rim}$	kPa
$c_{u\ Rim}$	kPa

**TAGLIO DIRETTO**

Prova consolidata-lenta			
$c'$	19,6	kPa	
$\phi'$	21,2	°	
$c'_{Res}$		kPa	
$\phi'_{Res}$		°	

**PERMEABILITA'**

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

**COMPRESSIONE TRIASSIALE**

C.D.	$C_d$	kPa	$\phi_d$	°
C.U.	$C'_{cu}$	kPa	$\phi'_{cu}$	°
	$C_{cu}$	kPa	$\phi_{cu}$	°
U.U.	$C_u$	kPa	$\phi_u$	°

**PROVA EDOMETRICA**

$\sigma$ kPa	E kPa	$C_v$ cm <sup>2</sup> /sec	k cm/sec

**FOTOGRAFIA****OSSERVAZIONI**

Tipo di campione: Cilindrico		Qualità del campione: Q 5
------------------------------	--	---------------------------

Posizione delle prove		cm	Rp kPa	VT kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
CF	TD	0				Limo argilloso debolmente sabbioso, con ossidazioni MUNSELL SOIL COLOR: 7.5YR 5/3 Brown
		10	350			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	300			
		30	250			
					34	

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 02588</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/07/20	Inizio analisi: 21/07/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 253 del 17/07/20		Apertura campione: 21/07/20	Fine analisi: 22/07/20

COMMITTENTE: Dott. Geologo Marco Toschi
RIFERIMENTO: Fraz. Rugni - Porcari (LU)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.5-2.0

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

**W<sub>n</sub> = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19,5 %**

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C



**LABOTER snc**  
Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566

DNV 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 : 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

<b>CERTIFICATO DI PROVA N°: 02589</b>	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/07/20	Inizio analisi: 21/07/20
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 253 del 17/07/20		Apertura campione: 21/07/20	Fine analisi: 21/07/20

COMMITTENTE: Dott. Geologo Marco Toschi
RIFERIMENTO: Fraz. Rugni - Porcari (LU)
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.5-2.0

<u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u>
-------------------------------------------

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E
-----------------------------------------

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

<b>Peso di volume allo stato naturale = 19,8 kN/m<sup>3</sup></b>
-------------------------------------------------------------------

--

**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 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°: 02590** Pagina 1/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 253 del 17/07/20

DATA DI EMISSIONE: 24/07/20

Inizio analisi: 21/07/20

Apertura campione: 21/07/20

Fine analisi: 24/07/20

COMMITTENTE: Dott. Geologo Marco Toschi

RIFERIMENTO: Fraz. Rugni - Porcari (LU)

SONDAGGIO:

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 1.5-2.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

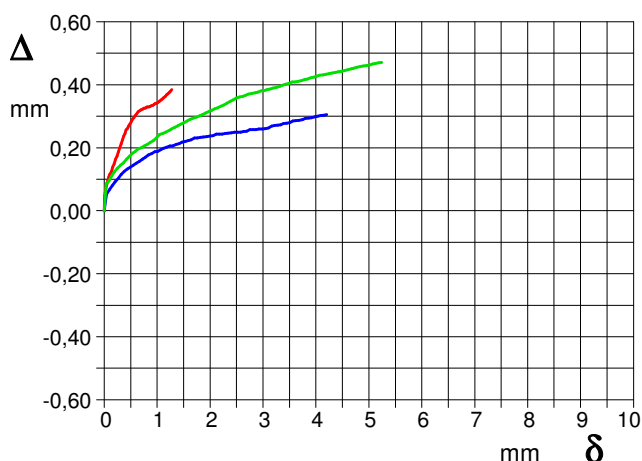
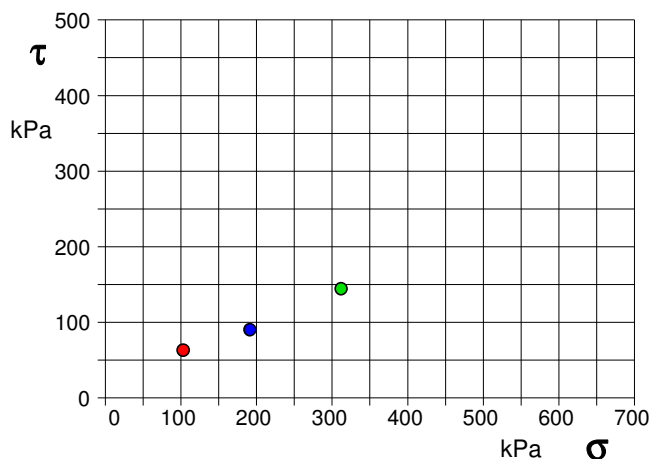
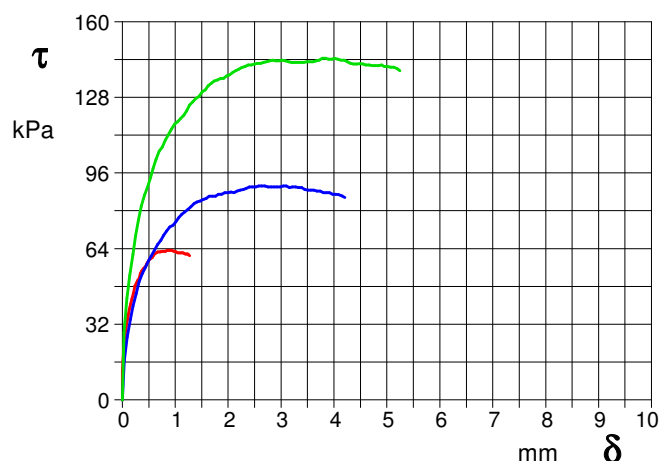
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	63	90	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,85	2,58	3,78
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,33	0,25	0,42
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,6	--- 21,5	--- 21,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,7 25,0	20,0 25,5	19,8 26,1

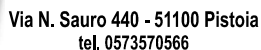
**DIAGRAMMA**Tensione - Pressione verticale

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.



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04
-----------------------------------------

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli



**LABOTER snc**Via N. Sauro 440 - 51100 Pistoia  
tel. 0573570566DNV Business Assurance  
Certificato N° 111177-2012-AD-ITA-ACCREDIA  
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)  
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 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°: 02590** Pagina 3/4

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 253 del 17/07/20

DATA DI EMISSIONE: 24/07/20 Inizio analisi: 21/07/20

Apertura campione: 21/07/20 Fine analisi: 24/07/20

COMMITTENTE: Dott. Geologo Marco Toschi

RIFERIMENTO: Fraz. Rugni - Porcari (LU)

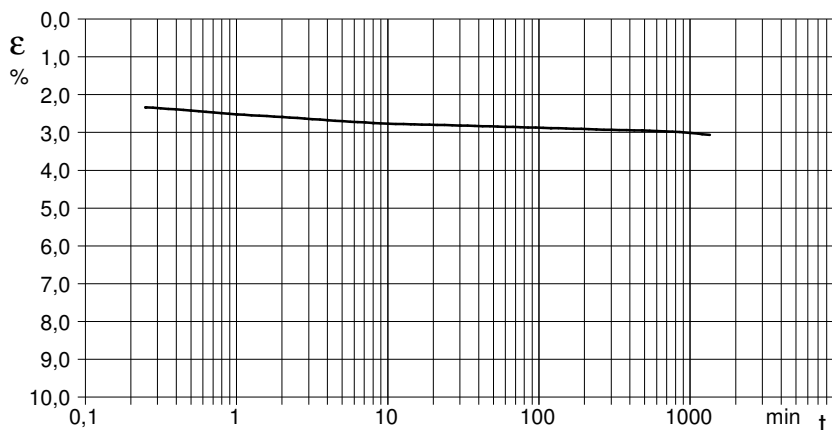
SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 1.5-2.0

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE**

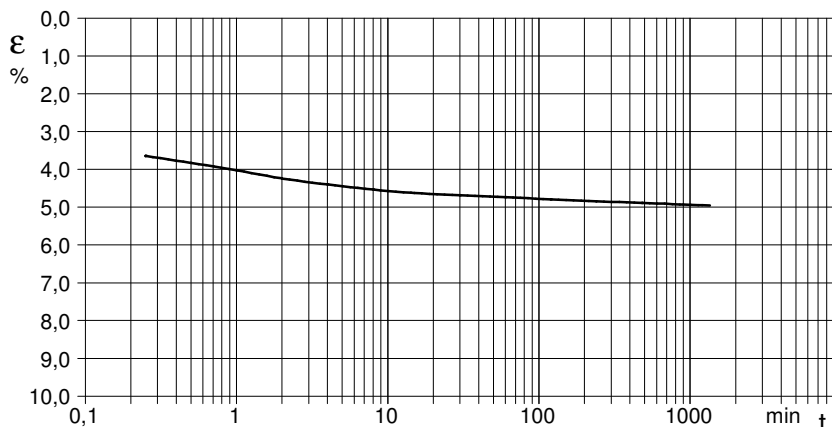
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 1**

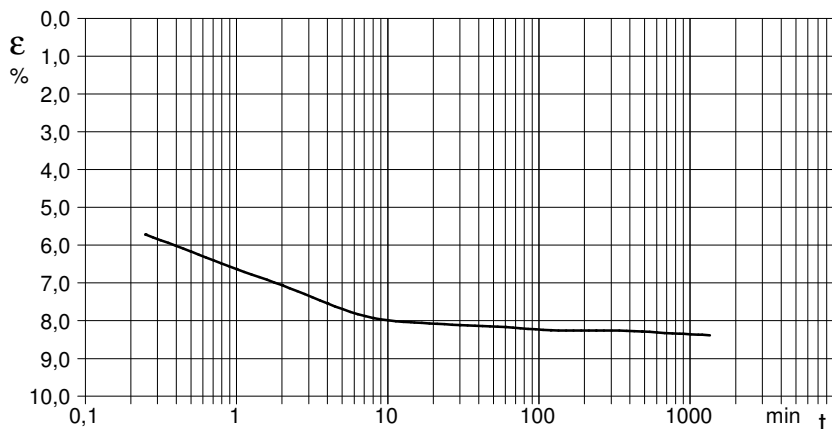
Pressione (kPa)	103
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,939
Sezione (cm²):	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 2**

Pressione (kPa)	191
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,901
Sezione (cm²):	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000

Diagramma  
TEMPO - CEDIMENTO**PROVINO 3**

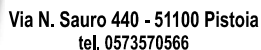
Pressione (kPa)	312
Altezza iniziale (cm)	2,000
Altezza finale (cm)	1,832
Sezione (cm²):	28,27
T <sub>50</sub> (min)	0,0
Df (mm)	7
Vs (mm/min)	0,000



Vs = Velocità stimata di prova Df = Deformazione a rottura stimata

tf = 50 x T<sub>50</sub>

Vs = Df / tf



Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04
-----------------------------------------

SGEO - Laboratorio 6.2 - 2018

Lo sperimentatore  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

Il direttore del laboratorio  
Dott. ~~Georgio~~ Paolo Tognelli

COMMITTENTE:	Dott. Geologo Marco Toschi		
RIFERIMENTO:	Fraz. Rugni - Porcari (LU)		
SONDAGGIO:	CAMPIONE:	1	PROFONDITA': m 1.5-2.0

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):	103	191	312
Tensione a rottura (kPa):	63	90	145
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	0,85	2,58	3,78
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,33	0,25	0,42
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 22,6	--- 21,5	--- 21,0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19,7 25,0	20,0 25,5	19,8 26,1

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 19,6 kPa  
Angolo di attrito interno: 21,2 °

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

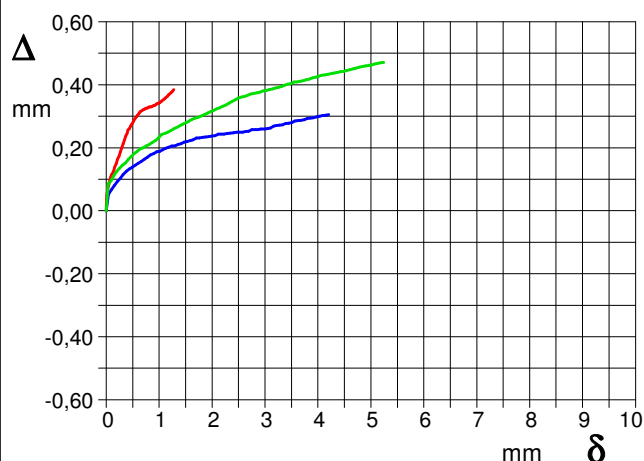
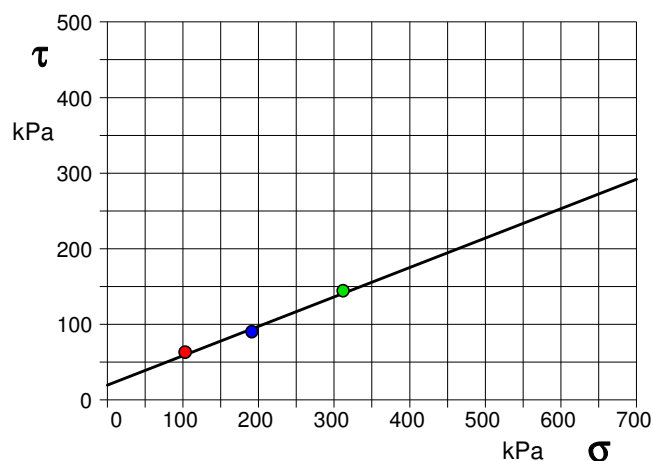


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

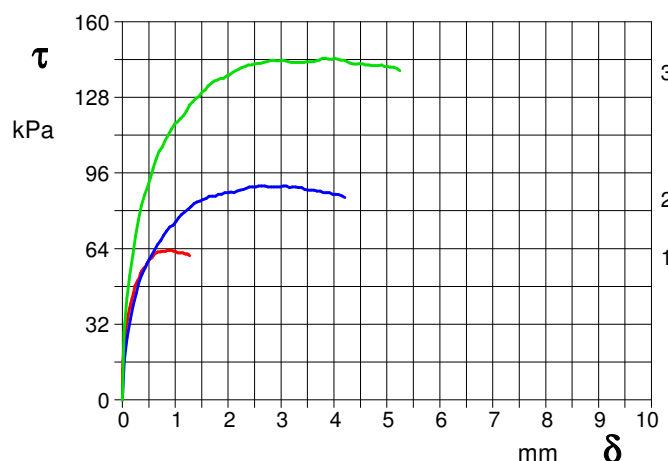


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

*Geognostica*

*Monitoraggio  
idrogeologico*



*Geofisica*

*Indagini  
ambientali*

**Committente: Dott. Geol. Marco Toschi**

**Località d'indagine: Zone - Capannori (LU)**

**data: 16 / 05 / 2011**



indagine: MASW

strumentazione: Ambrogeo Echo 12/24 2002

software di elaborazione: WinMASW 4.1 std

per la geolUK s.r.l.,

l'Amministratore

  
**geolUK s.r.l.**  
**GEOGNOSTICA E GEOFISICA**  
www.geoluk.com info@geoluk.com

sede legale: Via Nerici, 176 Sant'Anna 55100 Lucca

sede operativa: Via San Marco, 224 - 55100 Lucca - sede legale: Via Nerici, 176 55100 Lucca

codice fiscale e numero di iscrizione al registro delle imprese di Lucca: 02069440465

R.E.A. Lucca n. 194371 - capitale sociale € 10.000,00 i.v.

tel 393 9371580 - fax 0583 956364 - [www.geoluk.com](http://www.geoluk.com) - [info@geoluk.com](mailto:info@geoluk.com)

## INDICE

1. Premessa.....	3
1.1. Introduzione al metodo.....	3
2. Acquisizione.....	4
2.1.1. Strumentazione impiegata.....	4
3. Elaborazione.....	5
4. Conclusioni.....	7

## ALLEGATI e FIGURE

Sismogramma acquisito in campagna

Spettro di velocità e curva di dispersione e picking

Profilo verticale delle  $V_s$

Determinazione parametro  $V_{s30}$

Esempio di modello stratigrafico

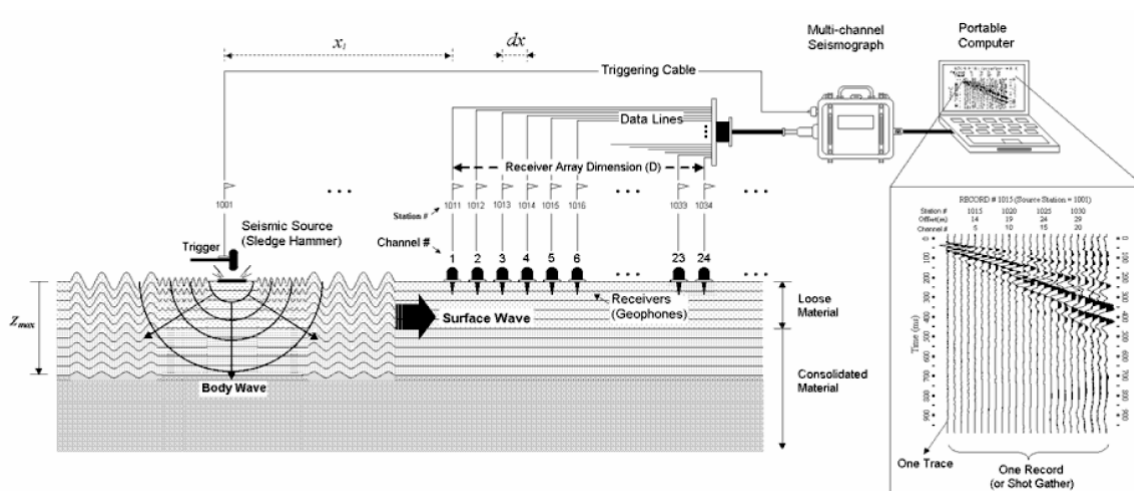
## 1. Premessa

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto del sito in esame, ubicato in località Zone, a Capannori (LU), è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW utili a definire il profilo verticale della  $V_s$  (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo a quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005); queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) entro i primi 30m di profondità.

### 1.1. Introduzione al metodo

La Metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) adottata per il presente lavoro è una tecnica di investigazione sismica non invasiva del sottosuolo di tipo attivo, presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). Attraverso l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh questa tecnica mira a ricostruire un profilo sismostratigrafico in onde di taglio lungo la verticale in asse col centro dello stendimento (profilo  $V_s$ -z).



**Figura 1.** Illustrazione della tecnica di indagine eseguita (SurfSeis – Active Masw, 2006)

La propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie

lunghezze d'onda (fenomeno detto della dispersione in frequenza). Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

Come tutte le tecniche di investigazione del sottosuolo, anche il M.A.S.W. presenta dei limiti nella sua applicabilità e dei vantaggi che devono essere tenuti ben presente nel momento in cui si pianifica e commissiona una campagna di investigazione geofisica. Brevemente i principali limiti della metodologia sono la necessità di operare in condizioni geologiche particolari (strati circa piano paralleli e lateralmente isotropi), la necessità di disporre di una taratura stratigrafica di riferimento fino alla profondità di interesse per ottimizzare il modello finale e la necessità di effettuare lo stendimento su superfici che non presentino brusche irregolarità morfologiche (salti, scalini...)

Per contro, i principali vantaggi della metodologia sono per esempio, a parità di profondità di investigazione, la possibilità di lavorare in ambienti con ingombri limitati, oppure al fine di poter ottimizzare il modello sismostratigrafico finale la possibilità di intervenire attivamente nel software di elaborazione in virtù delle conoscenze geologiche/geotecniche dell'area indagata. Inoltre, la tecnica M.A.S.W riesce, come ad es. il downhole, a rilevare il fenomeno dell'inversione di velocità.

## **2. Acquisizione**

### **2.1.1. Strumentazione impiegata**

#### *Hardware*

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (mod. Echo 12-24 della Ambrogeo), collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.

Di seguito vengono brevemente elencate le caratteristiche tecniche del sismografo:

- Registrazione a 24 canali
- Impedenza di ingresso 20 Kohm
- Range dinamico: 93 dB
- Conversione A/D a 16 bit
- Intervallo di campionamento selezionabile a: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1000, 30000 ms
- Guadagno 10 dB – 100 dB, passo 1 dB
- Tensione di saturazione +/- 2,3 V



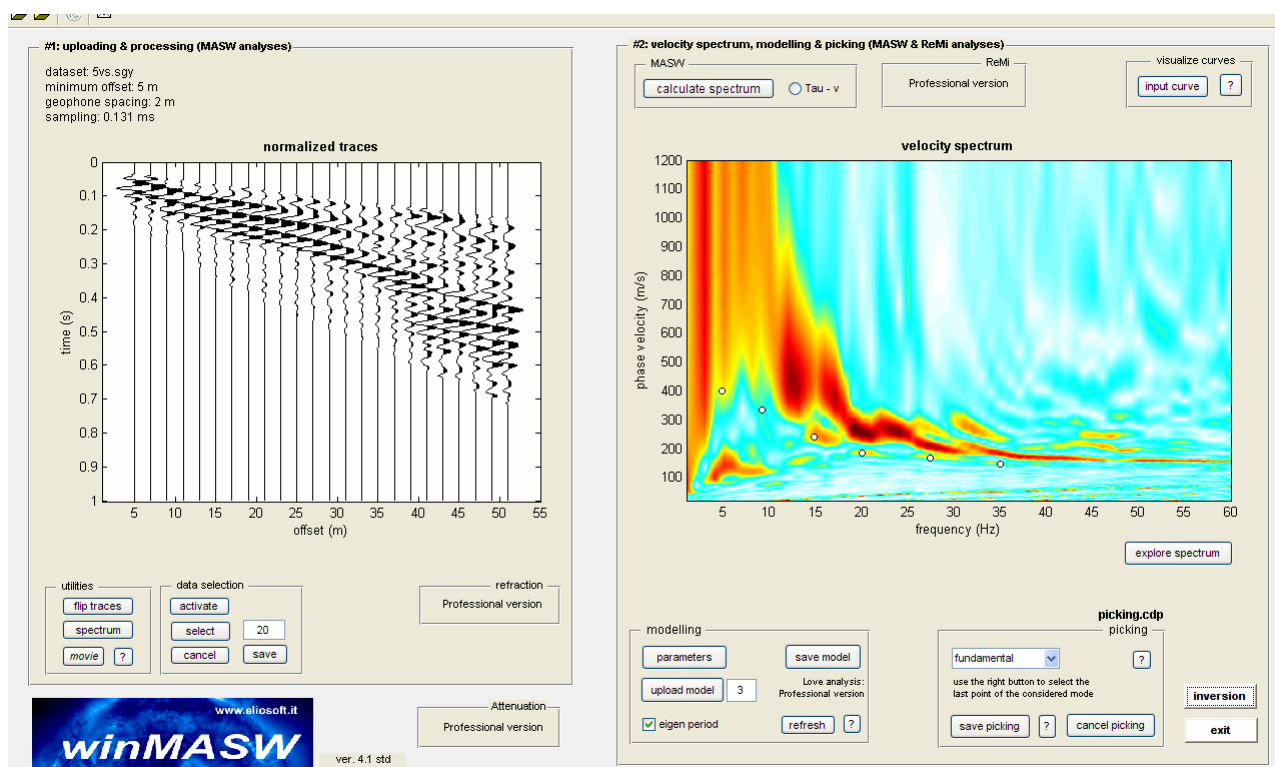
- Distorsione 0,01%
- Campionamento 130 ms
- Filtro passa basso da 50 a 950 Hz, passo 1 Hz
- Alimentazione 12V

## Software

Per la registrazione in campagna del segnale sismico è stato utilizzato il software Ambrogeo v 7.1.1 Segy mentre, per le analisi dei dati acquisiti, è stato adottato il software *winMASW* 4.1.1 Std.

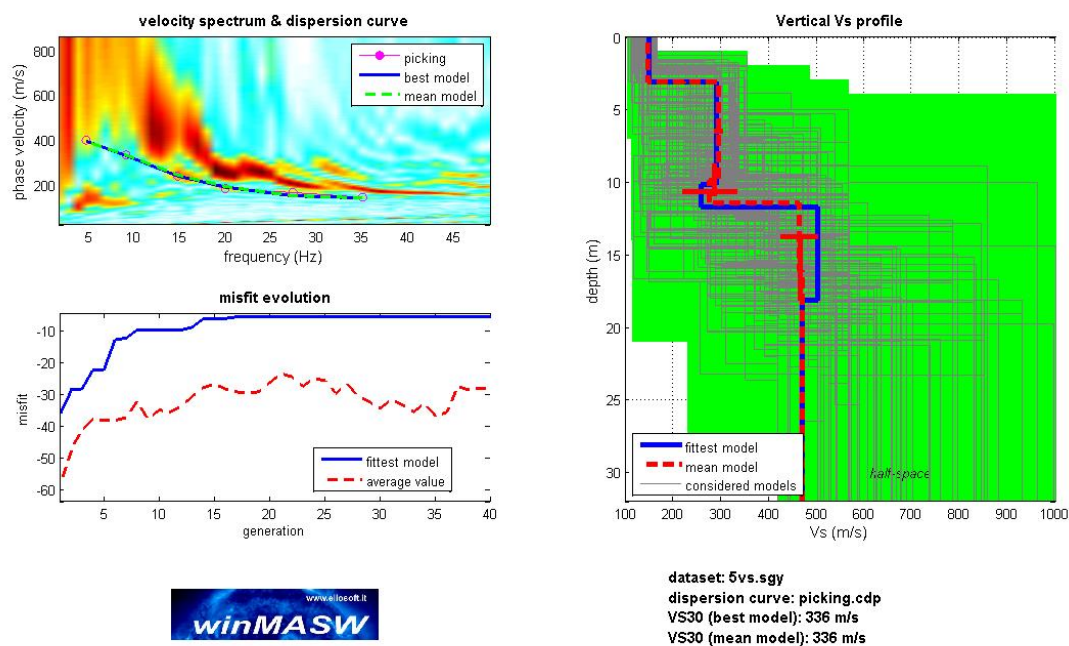
## 3. Elaborazione

I dati *MASW* sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) e stimare quindi il valore del parametro  $V_{s30}$  utile alla classificazione del terreno (determinazione della categoria di sottosuolo).

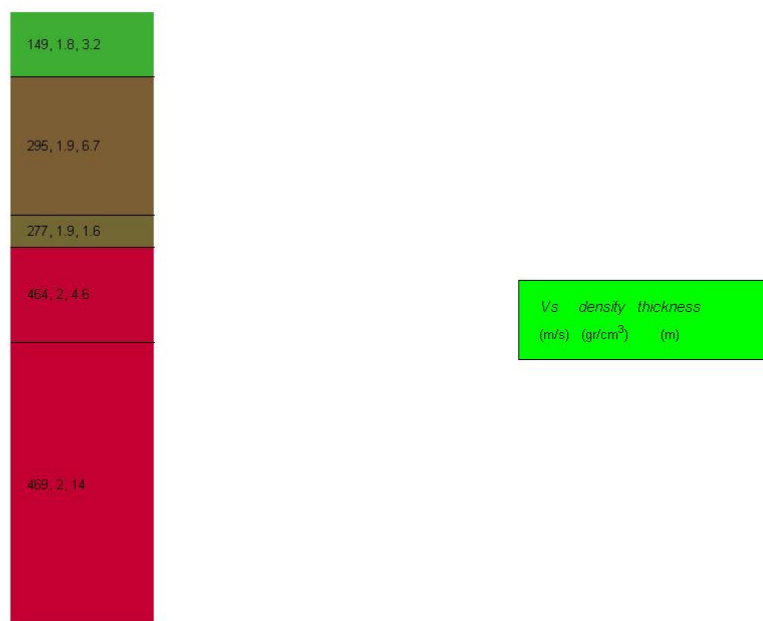


**Fig. 2.** Sulla sinistra i dati di campagna e, sulla destra, lo spettro di velocità calcolato.





**Fig. 3.** Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati *MASW*. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale  $V_s$  identificato. In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli *Algoritmi Genetici* – Dal Moro et al., 2007).



**Fig. 4.** Colonnina sismo-stratigrafica di massima del sito. Per ciascun strato indicate  $V_s$ , densità (stimate) e spessori.

#### 4. Conclusioni

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh, a partire da dati di sismica attiva (MASW) e in riferimento alla ricostruzione stratigrafica (modello di partenza) ricavabile dalle indagini puntuali a taratura messe a disposizione dalla Committenza, è stato elaborato un profilo sismostratigrafico della  $V_s$  monodimensionale al di sotto del centro dello stendimento effettuato.

Sulla base dei dati disponibili viene pertanto fornito il calcolo della  $V_{s,30}$  - a partire dal piano campagna attuale - secondo le modalità di calcolo indicate nella Normativa vigente (D.M. 14/1/2008) "Norme Tecniche per le costruzioni":

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

dove:

$h_i$  = spessore (in metri) dell' i-esimo strato compreso nei primi 30m di profondità;

$V_{s,i}$  = velocità delle onde di taglio nell' i-esimo strato;

$N$  = numero di strati compresi nei 30m di profondità.

$$V_{s,30} = 336 \text{ m/s}$$

Tuttavia si ricorda che, sempre in ottemperanza alla Normativa, per la determinazione della  $V_{s,30}$  si deve far riferimento alla profondità di imposta delle fondazioni previste nel progetto: per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.