

## GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26  
Tel. / Fax 0522 - 81 19 48  
E-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

### RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Comune di Baiso (RE)

Località : Via Canovella

Committenti : Sigg. Caroli Corrado e Corti Ebe

Oggetto : Costruzione di un fabbricato ad uso civile abitazione

Maggio 2015



# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel./Fax 0522 - 811948  
E-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

Comune di Baiso (RE)  
Località : Via Canovella

Committenti : Sigg. Caroli Corrado e Corti Ebe

Oggetto: Costruzione di un fabbricato ad uso civile abitazione  
**INDAGINE GEOLOGICA e SISMICA**

Maggio 2015



## INDICE

1. Riferimenti cartografici e bibliografici .....	pag. 1
2. Premessa .....	pag. 1
3. Lineamenti geomorfologici .....	pag. 2
4. Indagine geognostica .....	pag. 2
4.1 Prove penetrometriche .....	pag. 3
4.2 Prospezione sismica (MASW) .....	pag. 4
5. Elaborazione dei dati .....	pag. 4
5.1 Azione sismica .....	pag. 5
6. Note conclusive .....	pag. 8

## ALLEGATO

- Indagine geofisica tramite tecnica MASW

## TAVOLE

- |                    |  |
|--------------------|--|
| Tavola 1           | Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)                       |
| Tavola 2           | Inquadramento geografico e geologico                             |
| Tavola 3           | Estratto planimetria catastale ed ubicazione prospezione sismica |
| Tavole 4, 5, 6 e 7 | Iistogrammi penetrometrici                                       |

## 1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

- Planimetria Catastale - scala 1:2.000  
Comune di Baiso (RE)  
Foglio n. 40; Mappali n. 35 e 37 (vedi Tav.3)
- Carta Tecnica Regionale - scala 1: 5.000  
Elem.to n. 218 124 Baiso
- Carta geologica dell' appennino Emiliano Romagnolo - scala 1:10 000  
Sezione n. 218 120 Baiso
- Carta del dissesto – parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico  
dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.) - scala 1:10.000  
Sezioni n. 218 120 Baiso
- PSC del Comune di Baiso - scala 1:10 000  
Ambiti e sistemi strutturali Tavola Nord

## 2. PREMESSA

Lo scrivente è stato incaricato dallo *Studio Tecnico Caselli Simone e Paolani Emilio* di eseguire un'indagine geologica e sismica su di un'area situata a Baiso (RE) Via Canovella, la cui precisa ubicazione è visibile alle tavole in allegato.

Nell'area esaminata è prevista la demolizione di un fabbricato avicolo costruito negli anni '60 e la realizzazione un fabbricato di civile abitazione, la cui superficie coperta a pianta rettangolare è di circa 160 m<sup>2</sup> (ingombro di 13,80 X 11,50 m), sviluppato su due livelli (piano terra e primo piano), con altezza massima in gronda di circa 6,8 m.

Scopo dello studio è verificare l'idoneità geologica del sito ad ospitare l'opera in progetto e dare informazioni di carattere sismico e geotecnico utili alla progettazione per il corretto dimensionamento delle opere fondali del manufatto previsto, ai sensi del D.M. 11/03/1988 e del D.M. 14/01/2008 (norme tecniche per le costruzioni).

Si è proceduto alla verifica delle condizioni geologiche e geomorfologiche locali mediante rilievo dettagliato di superficie, verificando lo stato attuale dei luoghi e dei manufatti esistenti.

Si è quindi predisposta una campagna di indagini consistente nell'esecuzione di quattro prove penetrometriche ed una prospezione geofisica con tecnica MASW per la definizione dei parametri sismici d'interesse progettuale.

Il sito in esame non è perimetrato all'interno di zone a rischio idrogeologico nella Carta del Dissesto del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia, parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.). A tal proposito si veda l'estratto della Carta del Dissesto riportato in Tavola 1, che non prevede prescrizioni particolari.

# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel./Fax 0522 - 811948  
E-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

Il Comune di Baiso ricade in zona sismica di terza categoria.

La presente relazione è stata elaborata in ottemperanza alle disposizioni contenute nella Legge n.64 del 02/02/1974 e succ. mod. ed int., alla Circ. Regionale n.1288 del 11/02/1983, in conformità al D.M. LL.PP. 11/03/1988, alla Circ. LL.PP. 24/09/1988 n.30483, alla Circ. LL.PP. 09/01/1996 n.218/24/3, alla L.R. 20/2000 e succ. mod. ed int., alla D.R. Emilia-Romagna n.112 del 02/05/2007, al D.M. 14/01/2008 ed alla Circolare 2/2/2009 n.617 C.S.LL.PP.

## 3. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area in oggetto è situata in luogo isolato, circa 500 metri a valle del centro di Baiso (RE), alla quota di circa 525 metri sul livello del mare.

Dal punto di vista geologico l'area rilevata è costituita da due unità: le cosiddette *Breccie argillose di Baiso (BAI)*, formate da brecce sedimentarie poligeniche a prevalente matrice argillosa con clasti eterometrici ed eterogenei e la *Formazione di Montevenere (MOV)*; rappresentata da torbiditi arenaceo-marnose con intercalazioni di strati arenaceo-pelitici. Localmente non esistono affioramenti in grado di indicare la stratificazione delle compagini. I lotti in progetto ricadono integralmente sulla successione epiligure delle BAI (vedi Tavola 2), affiorante nella scarpata a monte del sedime in progetto.

Sono inoltre presenti coperture detritiche campite come *depositi di frana attiva per colamento lento (a1d)*, *attiva complessa (a1g)* e *deposito di versante s.l. (a3)*.

Dal punto di vista morfologico il sito studiato è posto nella parte sommitale di un versante pendente circa 15°-18°, conformato a displuvio, che degrada regolarmente verso Sud Est..

Non si sono rilevati elementi che possano far pensare a potenziale instabilità futura dei terreni esaminati. La presenza in zona di Breccie argillose di Baiso sub-affioranti, seppure in un contesto geomorfologico fragile e tormentato (presenza di frane attive) è elemento rassicurante ai fini della stabilità dell'area.

L'area è quindi da considerarsi geomorfologicamente adatta ad ospitare l'opera progettata ed esente da rischio idrogeologico in senso lato. L'intervento in progetto, data la sua modesta entità, non può in alcun modo, se eseguito a regola d'arte, essere motivo di degrado o peggioramento delle attuali condizioni d'equilibrio.

## 4. INDAGINE GEOGNOSTICA

Per raccogliere informazioni sulle caratteristiche dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto, si sono utilizzati dapprima i risultati di varie indagini geognostiche effettuate in zona dallo scrivente.

Si è poi predisposta una campagna d'indagine consistente nell'esecuzione di un dettagliato rilievo geologico di superficie, di quattro prove penetrometriche e di una prospezione geofisica con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Per la terebrazione si è utilizzato un penetrometro medio-leggero (DPL-ISSNFE 1988) tipo *Emilia*, le cui caratteristiche salienti sono riportate nei grafici di ciascuna prova, mentre la prospezione sismica è stata eseguita con strumentazione JEA 24 bit a 24 canali della Dolang di Genova. L'indagine così effettuata ha permesso di valutare le caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto ed appare più che adeguata ed approfondita in relazione all'intervento previsto e alle caratteristiche dei terreni incontrati (volume significativo).

L'ubicazione delle prove penetrometriche e della prospezione sismica è indicata alla Tavola 3. I risultati penetrometrici sono riportati alle Tavole 4, 5, 6 e 7, mentre i risultati sismici (MASW) sono riportati in allegato a fine relazione.

#### **4.1 PROVA PENETROMETRICA**

Le prove penetrometriche sono state effettuate utilizzando un penetrometro medio-leggero tipo Dinastar ad assetto variabile statico-dinamico con caratteristiche conformi allo standard europeo (cfr. Indicazioni ISSMEFE - AGI) prodotto dalla Tecnotest di Modena, dotato di punta fissa.

Considerate le condizioni geologiche generali del sito, si è effettuata la prova con il penetrometro in assetto dinamico. La prova è stata eseguita il 13 maggio 2015.

Le prove penetrometriche dinamiche (DP) consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita. Solitamente si utilizzano i risultati penetrometrici in termini di *resistenza dinamica unitaria alla penetrazione  $r_d$* . I valori di *resistenza dinamica  $r_d$*  sono restituiti sotto forma di istogramma penetrometrico, in base alla profondità, alle Tavole 4, 5, 6 e 7.

Il parametro geotecnico più significativo che si ottiene dalle prove penetrometriche ed in particolar modo dalla *resistenza dinamica  $r_d$*  è la resistenza alla rottura del terreno o *pressione unitaria ammissibile  $q_u$* , che corrisponde al massimo carico che le fondazioni di tipo diretto possono imporre, in condizioni di sicurezza, al terreno in questione. È possibile, inoltre, correlare i dati delle prove penetrometriche con quelli delle prove SPT ( $N_{spt}$ ), utilizzati tradizionalmente per determinare una vasta gamma di parametri geotecnici dei terreni ed attualmente adottati anche dalla nuova normativa antisismica per classificare i terreni di fondazione.

Le altre finalità delle prove penetrometriche, oltre alla caratterizzazione geotecnica dei terreni, sono state quelle di rilevare le eventuali forti disomogeneità litomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo per il dimensionamento ottimale delle strutture fondali dell'edificio in relazione alle eventuali problematiche legate ai sedimenti differenziali dei terreni di fondazione.

I dati salienti emersi dall'indagine geognostica sono in sintesi:

- tutte le prove sono state interrotte al rinvenimento del probabile substrato costituito da materiali appartenenti alle *Breccie argillose di Baiso (BAI)*, invalicabili dalla strumentazione penetrometrica adottata, formate da brecce sedimentarie poligeniche a prevalente matrice argillosa con clasti eterometrici ed eterogeni;

- due terebrazioni penetrometriche sono state interrotte entro il primo metro dal piano topografico attuale (prova P1 e P3), mentre la prova P2 ha raggiunto la quota massima di – 4,6 metri dal p.c. e la P4 -1,8 m;
- l'istogramma P2, il più rappresentativo per costruire un'architettura stratigrafica, mette in luce fino a circa 2 metri di profondità, terreni appartenenti alla coltre di alterazione della sottostante formazione delle *Breccie argillose di Baiso*; segue il substrato (**BAI**) fino a fondo foro;
- va sottolineato che in corrispondenza della prova P2 si sono notate vistose lesioni del muro perimetrale del fabbricato avicolo, dovute presumibilmente alla carenza fondale (bassa quota d'imposta delle fondazioni e modesta qualità del calcestruzzo) in quel settore;
- i terreni indagati presentano caratteristiche geotecniche buone dovute alla presenza del substrato inalterato di natura prevalentemente argillosa con clasti (*resistenza dinamica  $r_d$  sempre maggiore di 3,0 MPa*);
- non si sono riscontrate tracce d'acqua nei fori di perforazione.

## 4.2 PROSPEZIONE SISMICA (MASW)

È stata eseguita una prospezione sismica con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves - Analisi Multicanale di Onde Sismiche di Superficie) nell'area in oggetto (vedi Tav. 3 - Sism-1). Lo scopo del sondaggio sismico effettuato è stato quello di valutare gli effetti locali del sito, in particolar modo l'amplificazione stratigrafica, determinando la *velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità ( $V_{s30}$ )*, da cui si ricava la categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E,...), così come prevede il Cap. 3.2.2 del D.M. 14/01/2008.

La prospezione sismica è stata eseguita con strumentazione JEA 24 bit e geofoni da 4,5 Hz della Dolang di Genova. Il settaggio impostato ed i risultati ottenuti sono riportati nello specifico allegato in fondo alla presente relazione. Per le elaborazioni dei dati è stato utilizzato il programma Easy Masw della Geostru.

Il risultato indica che il sedime di progetto, è impostato su **Suolo di tipo C** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m*)<sup>1</sup>.

## 5. ELABORAZIONE DEI DATI

Come si può notare dall'esame dei risultati dell'indagine effettuata (vedi Capitoli precedenti), i terreni sono costituiti da brecce sedimentarie poligeniche a prevalente matrice argillosa con clasti eterometrici ed eterogenei. Dal punto di vista geotecnico si è riscontrata la presenza di terreni con caratteristiche geomecaniche buone.

<sup>1</sup> Nel calcolo del valore di  $V_{s30}$  si è poi considerata l'elaborazione che restituisce valori medi, in modo da compensare eventuali sovrastime o sottostime dovute a possibili errori strumentali e di elaborazione (che generalmente possono ammontare a circa  $\pm 20\%$  del valore reale di  $V_{s30}$ ).

Di seguito verranno elaborati e commentati i dati raccolti dall'indagine geognostica in relazione all'opera in progetto nell'area (costruzione residenziale monofamiliare) e alle problematiche sismiche, geologiche, geotecniche ed idrogeologiche emerse, come previsto nella nuova Normativa Tecnica per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

## 5.1 AZIONE SISMICA

Il Comune di Baiso (RE) nella nuova normativa sismica, è classificato in **Zona 3** (vedi Ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int., e D.M. 14/01/2008). Di seguito viene definita la categoria di suolo di fondazione. Infatti, la nuova normativa prevede che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di specifiche analisi per valutare l'effetto della risposta sismica locale, occorre che il sottosuolo esaminato sia assimilato ad una delle sette categorie (A, B, C, D, E, S1 e S2) di sottosuolo di riferimento in essa definite, in base alle sue proprietà geofisiche o geomecaniche. In particolare, detta classificazione del suolo deve essere effettuata sulla scorta dei valori di  $V_{s30}$  (*velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità*), ovvero dei valori di *resistenza penetrometrica  $N_{spt}$*  o dei valori di *coesione non drenata  $c_u$*  dei terreni di fondazione.

In base alle caratteristiche geologiche dell'area (brecce sedimentarie con clasti), a quelle litostratigrafiche riscontrate ed ai valori ottenuti in zona della *velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_{s30}$*  (entro i primi 30 m di profondità) da misure dirette su terreni analoghi, i terreni dell'area in oggetto possono essere assimilati alla categoria C di sottosuolo (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m*). In base alla morfologia, l'area in oggetto può essere classificata nella categoria topografica T2 (*pendi i con inclinazione media  $i > 15^\circ$* ).

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, le nuove norme prevedono l'applicazione del catalogo parametrico CPTI04, database realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, introducendo i valori di *dell'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido  $a_g$*  in corrispondenza dei punti di un reticolo, i cui nodi non distano fra loro più di 4 km. Se il sito in esame non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, il valore del parametro  $a_g$  può essere ricavato come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Pertanto, i primi elementi da considerare per il calcolo dell'accelerazione sismica, sono le coordinate geografiche del sito (nel sistema Geodetico di riferimento ED50 – European Datum 1950):

Longitudine = 10.60146°

Latitudine = 44.49185°

(Punti della maglia: 16720 16719 16942 16941)

Inoltre, occorre definire la *vita nominale*  $V_N$ , la *classe d'uso* (quattro classi, I, II, III e IV, che determinano il *coefficiente d'uso*  $C_u$ ) ed il *periodo di riferimento*  $V_R$  (sempre maggiore od uguale a 35 anni) della struttura in progetto. Parametri che concorrono, insieme alla *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (associato a ciascuno degli stati limite previsti), a definire il *tempo di ritorno*  $T_R$  dell'azione sismica e perciò le forme spettrali dell'azione sismica di progetto. Queste sono definite in funzione dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  (*pericolosità sismica*), del *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*  $F_0$  e del *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*  $T_c^*$ .

Utilizzando *vita nominale*  $V_N = 50$  anni (opere ordinarie), *classe d'uso* = II (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti), da cui un *periodo di riferimento*  $V_R = 50$  anni, *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  di  $V_R = 10\%$  (*Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*), si ottiene un *tempo di ritorno*  $T_R = 475$  anni ed i seguenti valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  (sono riportati tutti i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascun Stato Limite):

§ 3.2.1			Valori interpolati			Valori ricavati da $a_g$ , $F_0$ , e $T_c^*$							
	$P_{VR}$	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$S_s$	$C_c$	$S$	$T_B$	$T_C$	$T_D$	$F_V$	
	[adm]	[anni]	[g/10]	[adm]	[s]	[adm]	[adm]	[adm]	[s]	[s]	[s]	[adm]	
SLE	SLO	81%	30	→ 0,543	2,490	0,250	→ 1,500	1,66	1,500	0,14	0,41	1,82	0,78
SLE	SLD	63%	50	→ 0,674	2,490	0,260	→ 1,500	1,64	1,500	0,14	0,43	1,87	0,87
SLU	SLV	10%	475	→ 1,585	2,489	0,290	→ 1,463	1,58	1,463	0,15	0,46	2,23	1,34
SLU	SLC	5%	975	→ 1,991	2,499	0,300	→ 1,401	1,56	1,401	0,16	0,47	2,40	1,51

In rosso sono evidenziati i valori corrispondenti allo *Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*, in quanto essi sono i principali parametri di riferimento per l'opera in progetto. I valori dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  (*pericolosità sismica*) sono espressi in g/10, per cui si avrà, per lo *Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV*, un'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*  $a_g$  pari a circa 0,1585 g ( $\cong 1,554 \text{ m/sec}^2$  con  $g = 9,80665 \text{ m/sec}^2$ ).

In assenza di analisi specifica della risposta sismica locale, l'*accelerazione orizzontale massima attesa al sito*  $a_{g \max}$  può essere valutata con la relazione:

$$a_{g \max} = S \times a_g$$

dove:

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione  $S = S_s \times S_T$ , in cui:

$S_s$  = *coefficiente di amplificazione stratigrafica*, variabile da 0,9 a 1,8 in base alla categoria di sottosuolo, al valore di  $a_g$  ed al valore di  $F_0$  ( $F_{0 \minimo} = 2,2$ )

$S_T$  = *coefficiente di amplificazione topografica*, variabile da 1,0 a 1,4 in base all'inclinazione del versante ed alla posizione dell'edificio su di esso

$a_g$  = *accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*

Nel caso in oggetto si avrà:

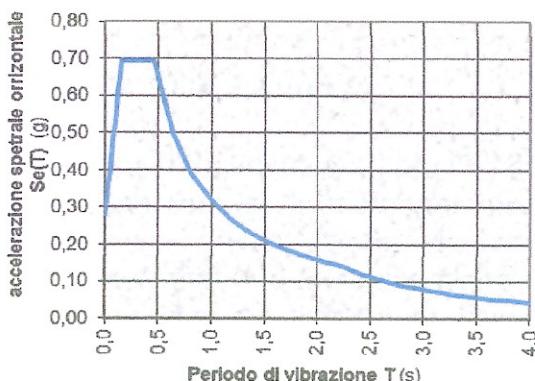
$$S_s = 1,463 \text{ (categoria C di sottosuolo)}$$

$$S_T = 1,2 \text{ (categoria topografica T2)}$$

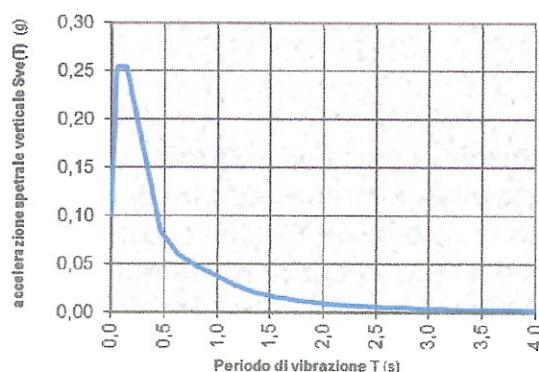
$$S = S_s \times S_T = 1,7556$$

$$a_{g \max} = 1,76 \times 0,1585 \text{ g} \cong 0,279 \text{ g} (\cong 2,736 \text{ m/sec}^2)$$

Assumendo come coefficiente viscoso di smorzamento convenzionale  $\zeta$  il valore percentuale del 5% (per cui il fattore  $\eta = 1$ ), si ottengono i seguenti spettri di risposta elastica delle componenti orizzontale e verticale per Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV.



Spettro di risposta elastico della componente orizzontale per lo SLV



Spettro di risposta elastico della componente verticale per lo SLV

Dagli spettri di risposta elastici, in base alle caratteristiche dell'opera, si ottengono quelli di progetto e da questi si determina il fattore d'inerzia della struttura  $K_{hi}$  che si utilizza nella verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni in condizioni sismiche (vedi Cap. 3.2.3.5, Cap. 7.3.1 e Cap. 7.3.3.2 del D.M.14/01/2008)<sup>2</sup>

Per le verifiche di stabilità globale e delle fondazioni in condizioni sismiche, occorre definire i coefficienti dell'azione sismica. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici ed utilizzando metodi pseudostatici, si ha:

$$K_h = \beta_s a_{g \max} / g$$

$$K_v = \pm 0,5 K_h$$

dove:

$K_H$  = coefficiente dell'azione sismica orizzontale

$K_V$  = coefficiente dell'azione sismica verticale:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, variabile da 0,2 a 0,3 in base alla categoria di sottosuolo ed al valore di  $a_g$

$a_{g \max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g$  = accelerazione di gravità

<sup>2</sup> La componente verticale dell'azione sismica, in linea generale, non deve essere considerata in quanto il sito nel quale la costruzione sorge ricada in zona 3 (Cap. 7.2.1 del D.M.14/01/2008).

# GEOSTUDIO Geologi Associati di Merlini - Monelli - Mattioli

Sede legale: 42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel./Fax 0522 - 811948  
E-mail: [gstdmmm@libero.it](mailto:gstdmmm@libero.it)

Nel caso in oggetto, con un'accelerazione orizzontale massima attesa al sito  $a_{g\ max}$  pari a **0,279 g** ed un coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito  $\beta_s$  pari a **0,24** (vedi Tabella 7.11.I D.M.14/01/2008), si ottiene:

$$\begin{aligned} &\text{coefficiente dell'azione sismica orizzontale } K_h \cong 0,066 \\ &\text{coefficiente dell'azione sismica verticale } K_v \cong \pm 0,033 \end{aligned}$$

Questi coefficienti sono da adottare nelle eventuali verifiche di stabilità globali. Inoltre il valore di coefficiente dell'azione sismica orizzontale  $K_h$  corrisponde al valore del fattore d'inerzia del suolo  $K_{hk}$  da utilizzare nella verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni in condizioni sismiche (vedi Capitolo C7.11.5.3.1 della circolare 2/2/2009 n.617 C.S.LL.PP.).

## 6. NOTE CONCLUSIVE

Dalle considerazioni svolte nei Capitoli precedenti, si conclude che l'area è idonea dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico ad ospitare l'intervento previsto (demolizione e ricostruzione di fabbricato residenziale monofamiliare). I risultati dell'indagine effettuata in situ rendono altresì idonea l'ipotesi di adottare, per l'intervento in oggetto, fondazioni di tipo superficiale. Le nuove fondazioni potranno essere alloggiate sul probabile substrato costituito da materiali appartenenti alle *Breccie argillose di Baiso* (BAI), rinvenuto dalle prove penetrometriche (P1, P3 e P4). Le fondazioni dovranno essere alloggiate alla profondità minima di – 0,80 m dal piano campagna, per escludere i terreni superficiali alterati e soggetti altresì all'escurzione termica stagionale (causa di fenomeni di ritiro e dilatazione), del resto rinvenuti in consistente spessore nella sola prova P2. La precisa profondità di posa delle nuove fondazioni andrà comunque valutata in fase esecutiva; a tal proposito è consigliabile la presenza, nelle fasi di scavo, dello scrivente o di altro tecnico abilitato al fine di acquisire ulteriori elementi di conoscenza e per avere conferma delle ipotesi fatte.

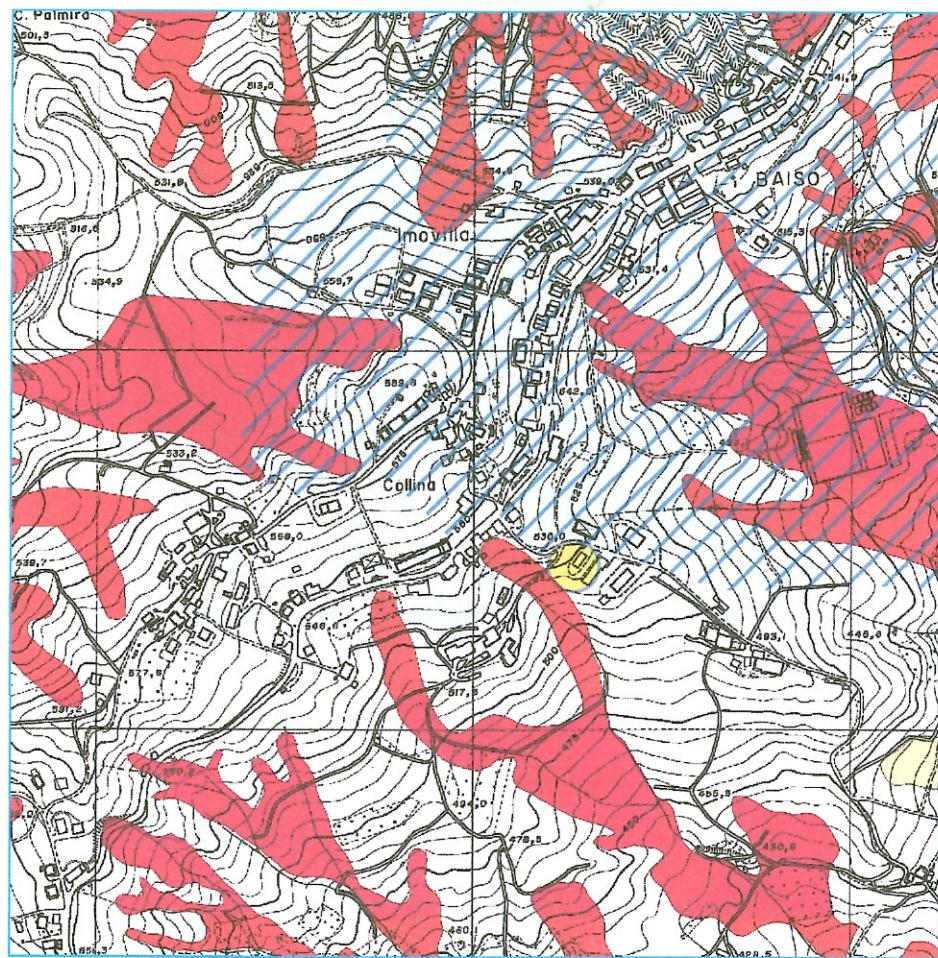
Sulla base dell'indagine svolta nella presente relazione, si sono definite le azioni sismiche di progetto (pericolosità sismica, categoria di sottosuolo, amplificazioni stratigrafiche e topografiche, accelerazione attesa al sito, ecc.). In occasione della stesura della relazione geotecnica verrà affinato il modello stratigrafico-geotecnico del sottosuolo, elaborando i dati raccolti nella presente indagine, al fine di determinare i parametri geotecnici caratteristici e di progetto dei terreni ed effettuare le verifiche previste dal D.M. 14/01/2008.

La possibilità che nei terreni di fondazione caratterizzanti l'area in esame si verifichino *fenomeni di liquefazione* può essere esclusa, in quanto, è stata accertata l'assenza di terreno granulare fine (sabbie) con spessori significativi entro i primi 15/20 metri dal piano topografico (vedi Cap. 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008).

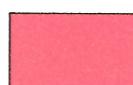


Estratto Carta del Dissesto  
Sezione n. 218 120 BAISO

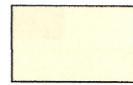
Scala 1:10.000



Area in oggetto



Area di frana attiva (a1)



Depositi di versante in s.l. (a3)



Arearie a Rischio Idrogeologico Molto Elevato

**PIANO PER L'ASSETTO  
IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

data: aprile 2015

Comm: Sigg. Caroli - Corti

dis:

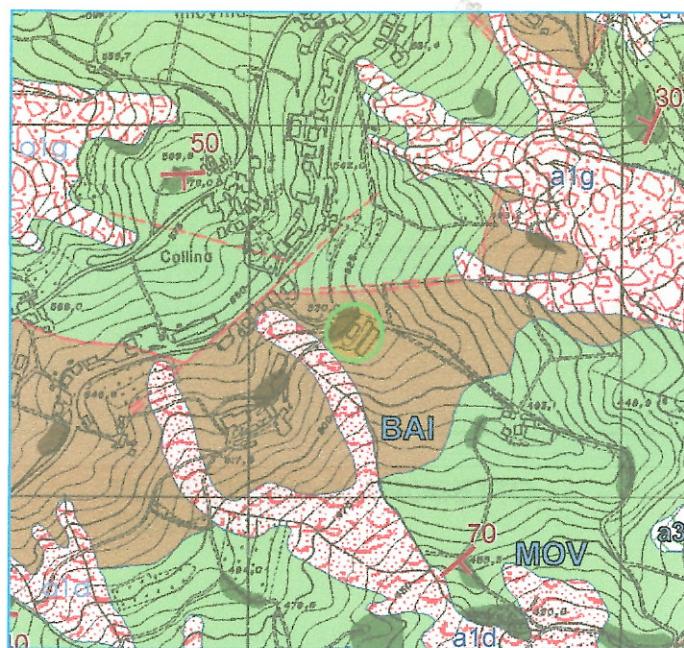
**TAVOLA**

**1**



Estratto C.T.R. Elementi n. 218 124 Baiso

scala 1:5.000



Area d'intervento

Depositi quaternari continentali



a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento



a1g - Deposito di frana attiva complessa



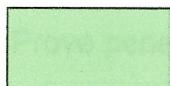
a3 - Deposito di versante s.l.

Successione epiligure



BAI - Brecce argillose di Baiso

Unità liguri



MOV - Formazione di Monte Venere

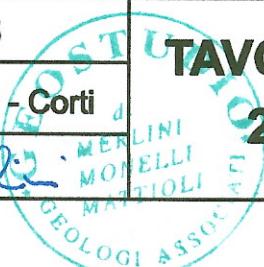
**INQUADRAMENTO  
GEOGRAFICO E GEOLOGICO**

data: aprile 2015

Comm: Sigg. Caroli - Corti

dis:

**TAVOLA  
2**



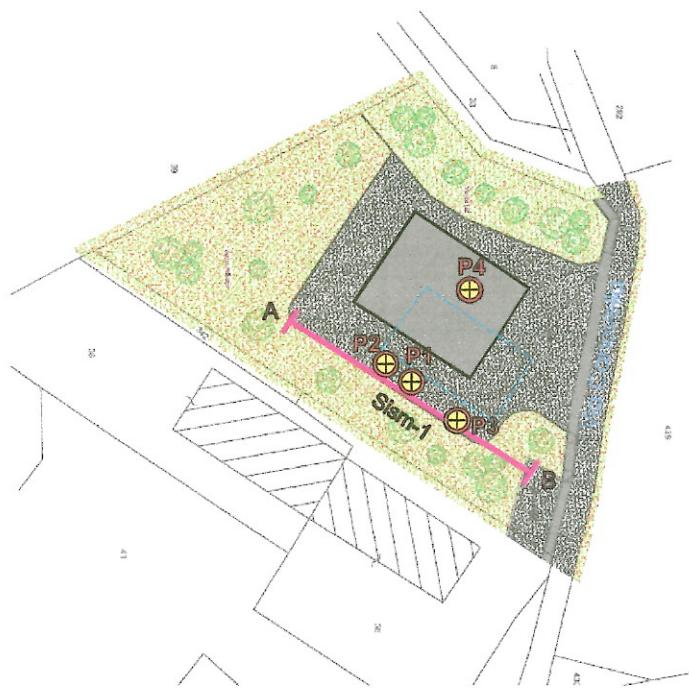
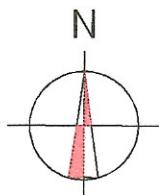
Comune di Baiso (RE)  
Planimetria Catastale  
scala 1:2.000  
Foglio n.40 Map. 35 e 37



Lotti in progetto

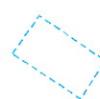


PLANIMETRIA DI PROGETTO  
scala 1/500



A ————— B

Prospezione sismica (MASW)



Edificio esistente



Prove penetrometriche dinamiche



Edificio in progetto

ESTRATTO PLANIMETRIA  
CATASTALE ED UBICAZIONE  
PROSPEZIONE SISMICA

data: aprile 2015

Comm: Sigg. Caroli - Corti

dis:

TAVOLA  
3



**GEOSTUDIO**  
 via Franceschini, 26  
 tel. / fax 0522 811948  
 Castelnovo ne' Monti (RE)

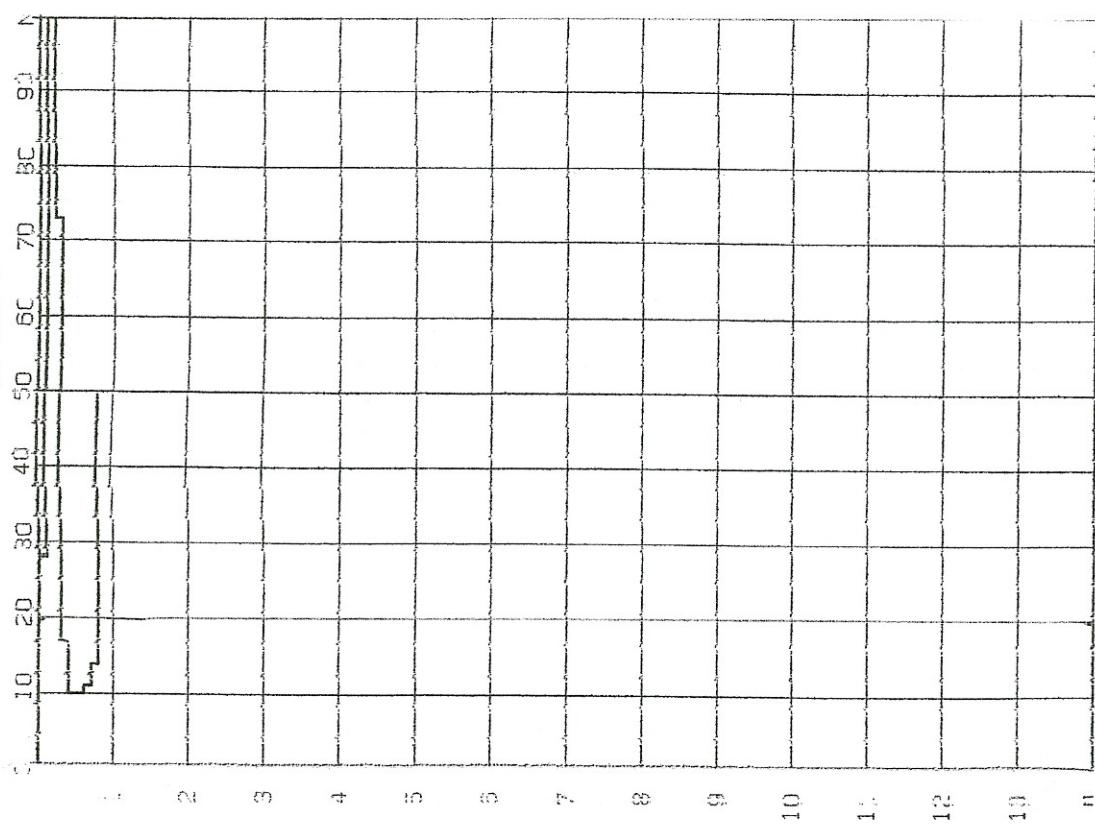
# SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

MASSA DEL MAGLIO, . . . . .	Kg	30
VOLATA DEL MAGLIO, . . . . .	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA, . . . . .	cm <sup>2</sup>	10
PASSO DELLE MISURE, . . . . .	cm	10
MASSA DELL' INCUDINE, . . . . .	Kg	20
LUNGHEZZA DEL' ASTA, . . . . .	cm	100
MASSA DE L'ASTA, . . . . .	Kg	3.6

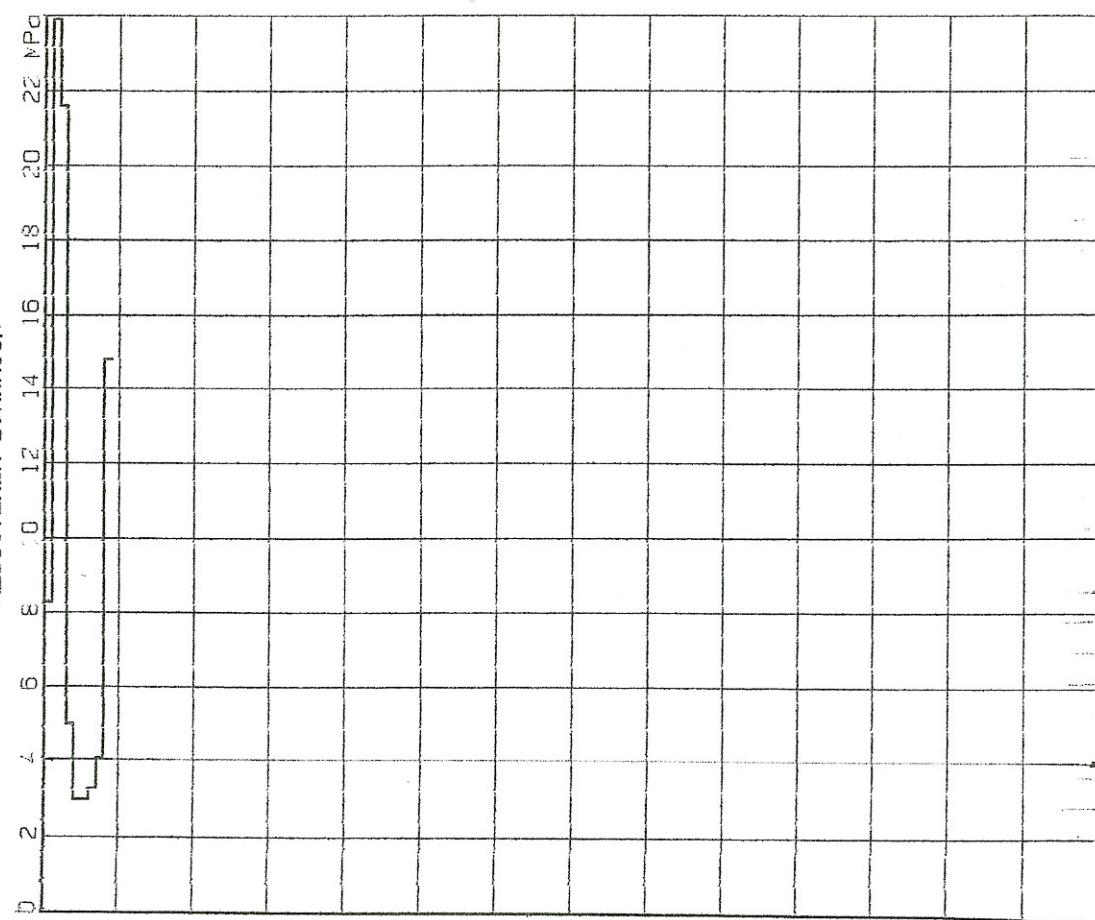
## CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

NOTE: Prova sospesa per eccessiva inclinazione  
 barattata ante

## NUMERO DEI COLPI



## RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. PI	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 13/05/15
COMMITTENTE: Sig. Curulli Curli	LOCALITA': BAISO (RE)	
CANTIERE: Via Canovella	D.L.: dr. Merlini	TAV. 4

# SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

**GEOSTUDIO**

via Franceschini, 26  
tel. / fax 0522 811948

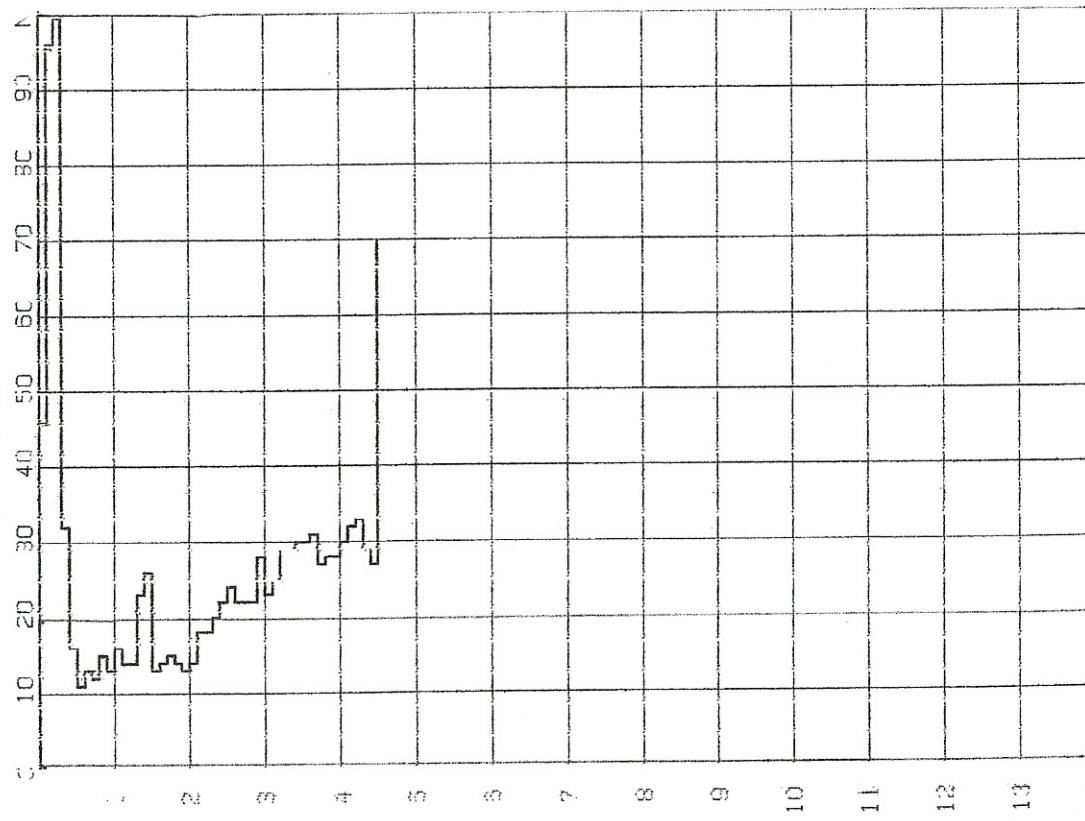
Casteinovo ne' Monti (RE)

NOTE: Prova eseguita con punta fissa

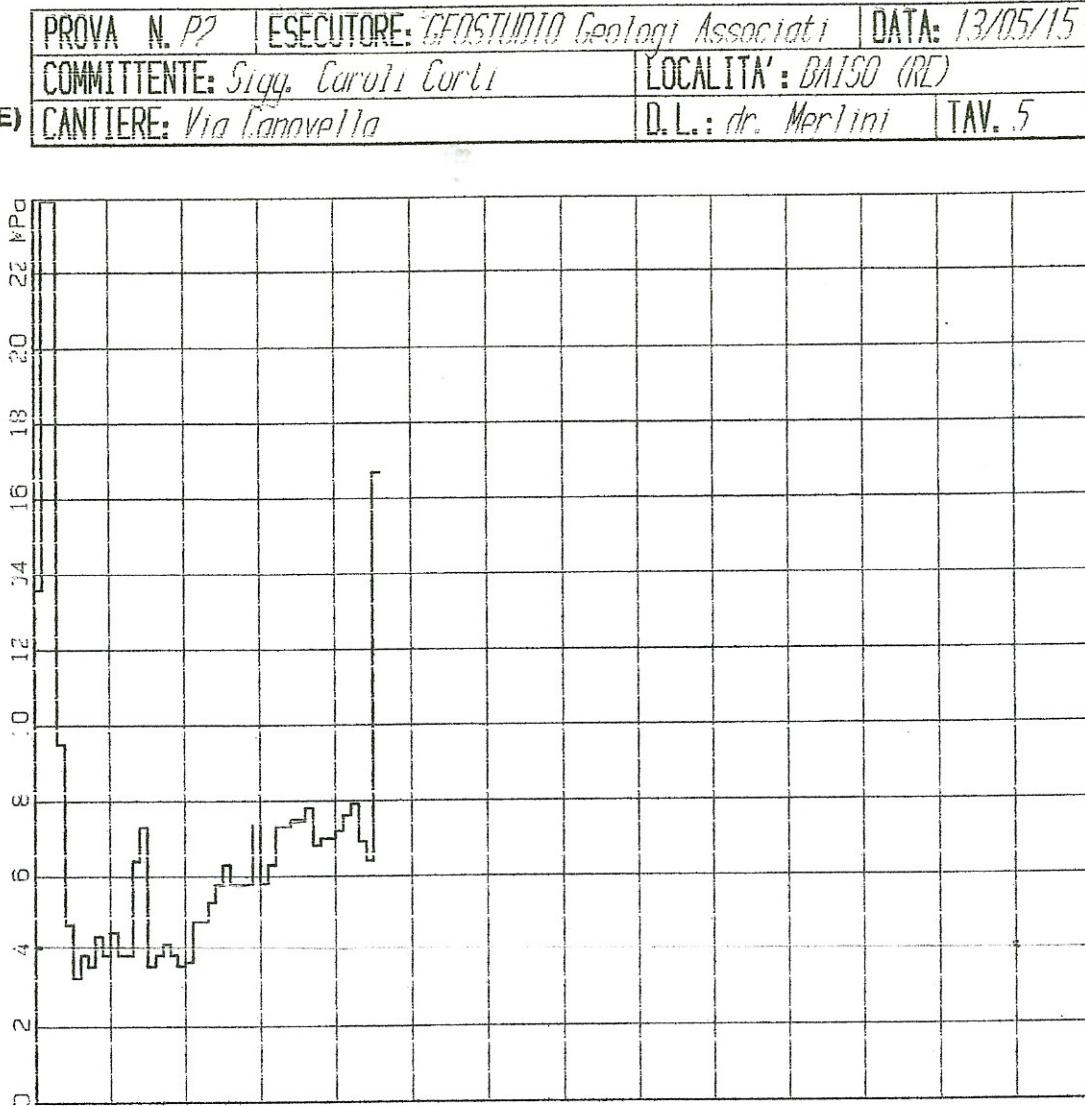
MASSA DEL MAGLIO, ...	Kc	30
VOLATA DEL MAGLIO, ...	cn	20
SEZIONE DELLA PUNTA, ...	cn =	10
PASSO DELLE MISURE, ...	cn	10
MASSA DELL' INUDINE, ...	Kc	26
LUNGHEZZA DELL' ASTA, ...	cn	100
MASSA DELL' ASTA, ...	Kc	3.6

## CARATTERISTICHE LELLO STRUMENTO

## NUMERO DEI COLPI



## RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. P2	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 13/05/15
COMMITTENTE: Sig. Carulli Curti	LOCALITA': BAISSO (RE)	
CANTIERE: Via Cannella	D.L.: dr. Merlini	TAV. 5

# GEOSTUDIO

via Franceschini, 26

tel. / fax 0522 811948

Castelnovo ne' Monti (RE)

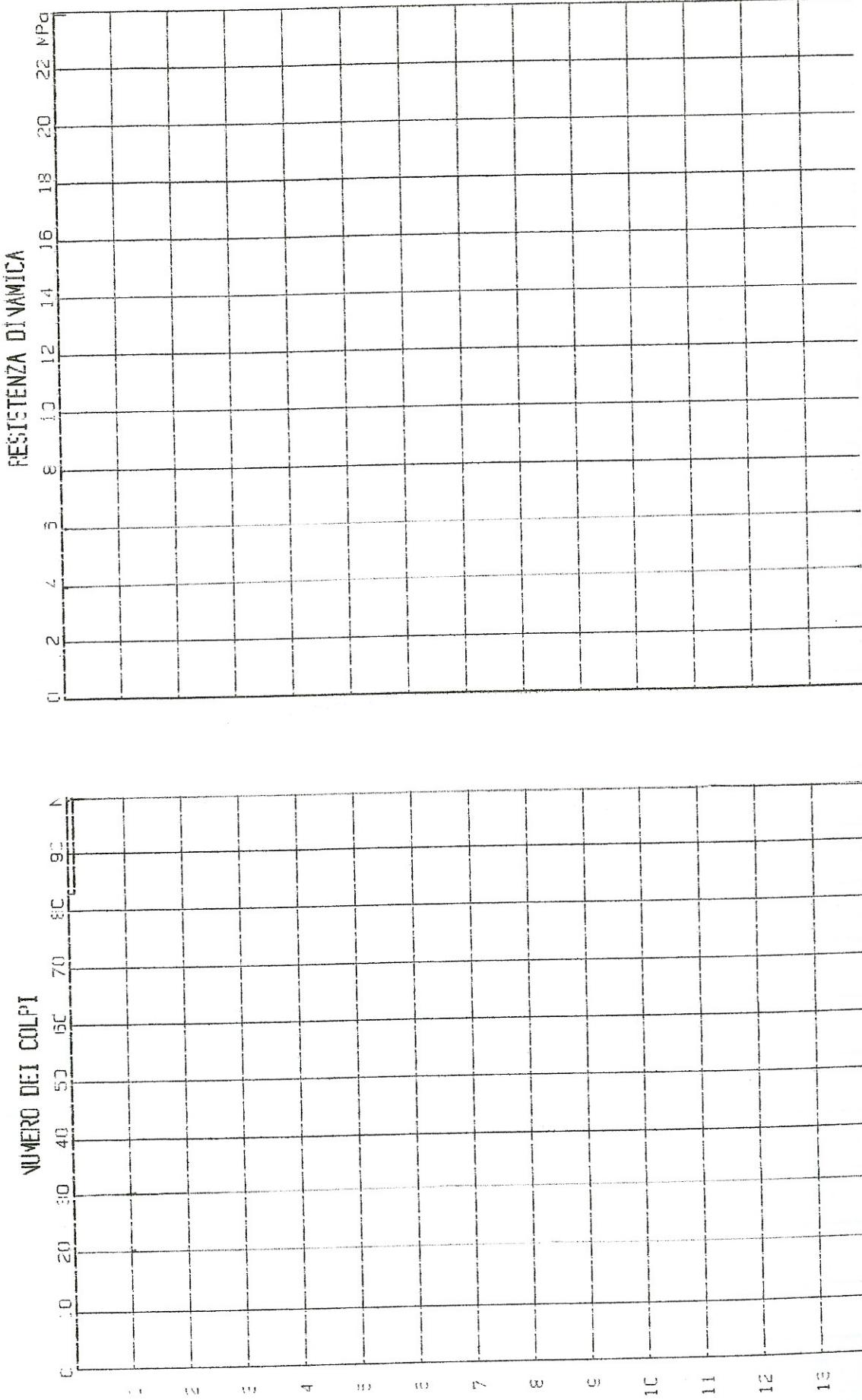
# SONDAGGIO PIENETROMETRICO DINAMICO

NOTE:

MASSA DEL MAGLIO.....	<g 30
VOGLATA DEL MAGLIO.....	2m 20
SEZIONE DELLA FUNTA.....	cm <sup>2</sup> 10
PASSO DELLE MISURE.....	2m 10
MASSA DELL' INCUDINE.....	<g 26
LUNGHEZZA DEL' ASTA.....	dm 100
MASSA DELL' ASTA.....	<g 3.6

## CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

### NUMERO DEI COLPI



PROVA N. P3	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 13/05/15
COMMITTENTE: Sigg. Caronni Corti	LOCALITA: BAISO (RE)	
CANTIERE: Via Canovella	D.L.: dr. Merlini	TAV. 6

# SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

**GEOSTUDIO**

via Franceschini, 26  
tel. / fax 0522 811948

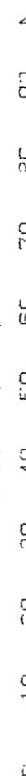
Castelnovo ne' Monti (RE)

MASSA DEL MAGLIO . . . . .	Kc	30
VOLTA DEL MAGLIO . . . . .	cn	20
SEZIONE DELLA PUNTA . . . . .	cn	2
PASSO DELLE MISURE . . . . .	cn	10
MASSA DELL' INCUDINE . . . . .	Kc	20
LUNGHEZZA DEL' ASTA . . . . .	cn	100
MASSA DELL' ASTA . . . . .	Kc	3,6

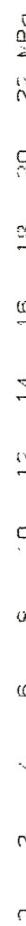
SARATTERISTICHE ELENCO STRUMENTO

NOTE: Prova eseguita con punta fissa

NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. P4	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 13/05/15
COMMITTENTE: Sig. Carulli Corti	LOCALITA': DAISO (RE)	
CANTIERE: Via Cannella	D.L.: dr. Merlini	TAV. 7

**Geostudio Geologi Associati  
di  
Merlini Monelli-Mattioli**

Via: Franceschini, 26  
42035 Castelnovo ne' Monti (RE)  
Tel: 0522 811948 - Fax: 0522 811948  
Email: gstdmmm@libero.it

## **PROSPEZIONE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW**

**Data: 13 maggio 2015**

I committenti:

**Sigg. Caroli Corrado e Corti Ebe**

IL tecnico: geol. Amos Vincenzo Merlini



### **Indice**

Dati generali .....	1
Tracce .....	3
Analisi spettrale .....	4
Curva di dispersione .....	5
Inversione .....	6
Risultati .....	7

### **Dati generali**

#### **Easy MASW**

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

#### **Moto del segnale sismico**

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- P-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- S-Trasversale: onda profonda di taglio;

- L-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- R-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

### Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidezza.

### Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

### Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times v$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidezza.

### Modi di vibrazione

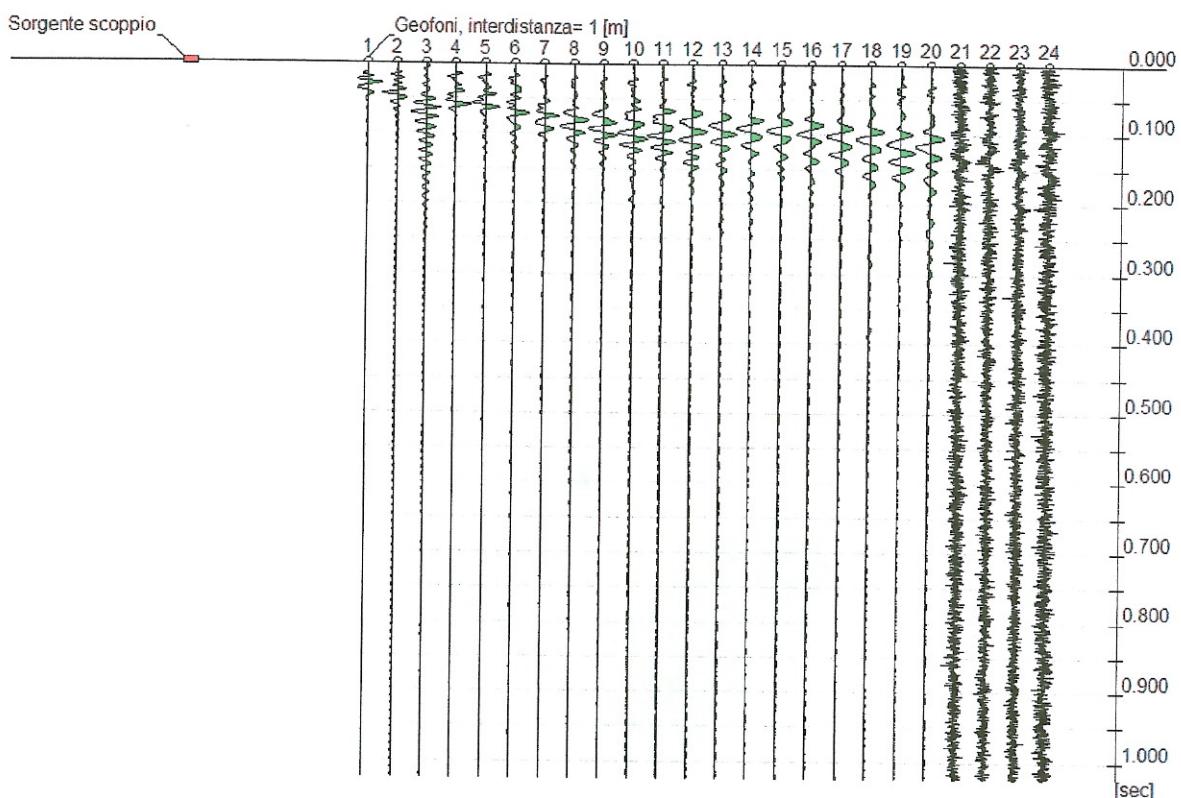
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

### Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

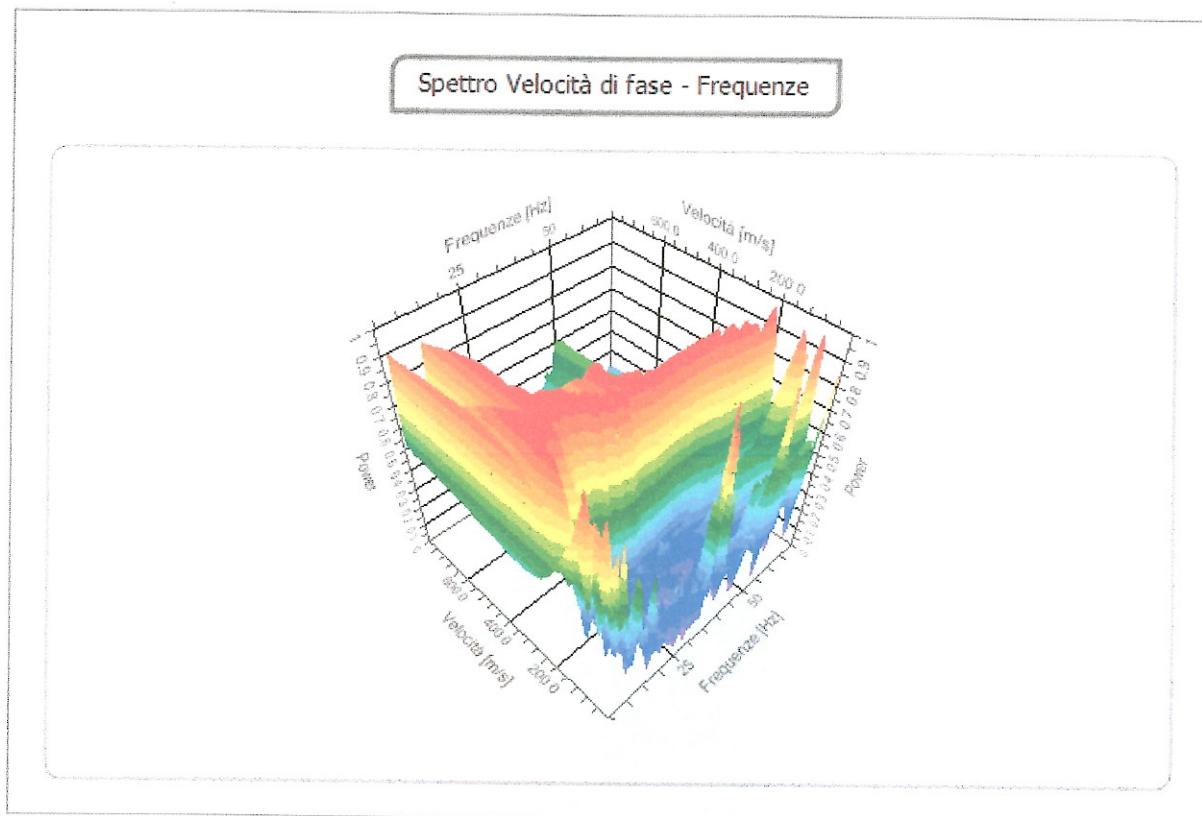
## Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1024.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	0.50



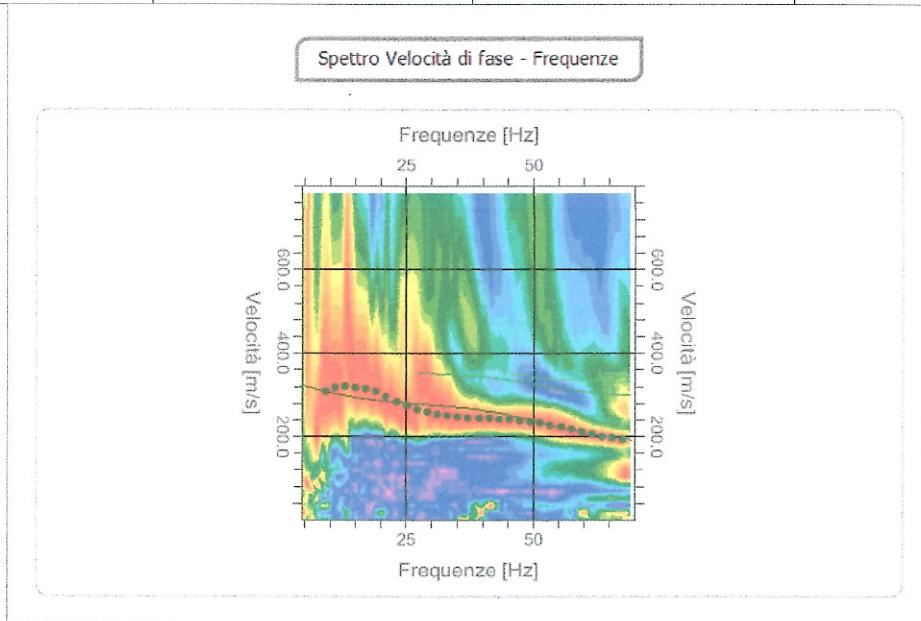
## Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	5
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	70
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



### Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	9.1	308.4	0
2	11.1	317.4	0
3	13.1	320.1	0
4	15.1	318.5	0
5	17.2	314.3	0
6	19.2	308.7	0
7	21.2	296.8	0
8	23.2	285.0	0
9	25.2	274.4	0
10	27.2	265.5	0
11	29.3	258.4	0
12	31.3	253.1	0
13	33.3	249.4	0
14	35.3	247.0	0
15	37.3	245.5	0
16	39.4	244.5	0
17	41.4	243.7	0
18	43.4	242.5	0
19	45.4	240.9	0
20	47.4	238.6	0
21	49.4	235.4	0
22	51.5	231.5	0
23	53.5	226.8	0
24	55.5	221.6	0
25	57.5	216.1	0
26	59.5	210.4	0
27	61.6	205.0	0
28	63.6	200.0	0
29	65.6	195.5	0
30	67.6	191.6	0

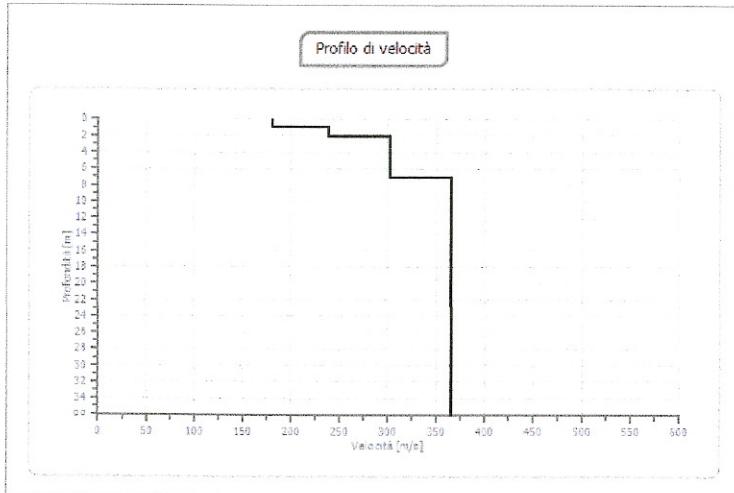
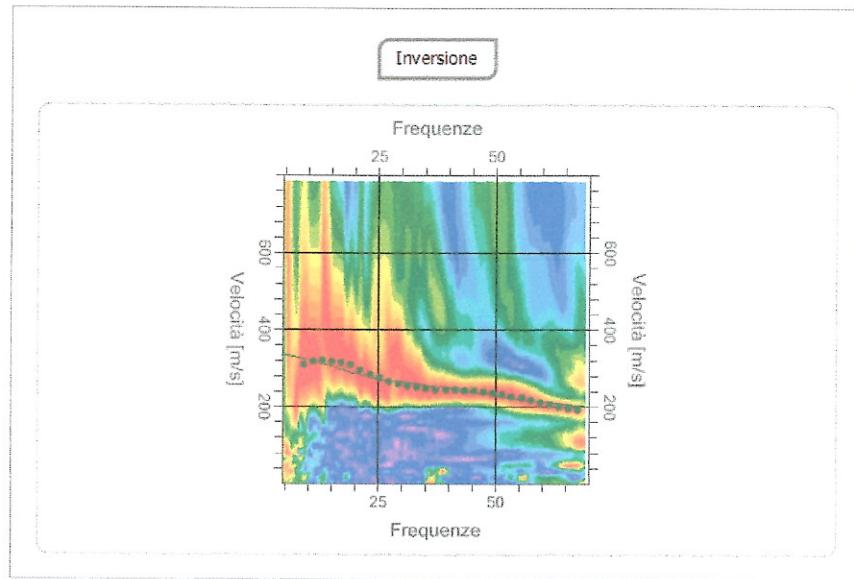


## Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.00	1.00	2000.0	0.4	No	442.6	180.7
2		2.12	1.12	2000.0	0.4	No	585.2	238.9
3		7.12	5.00	2050.0	0.4	No	739.9	302.1
4		oo	oo	2050.0	0.4	No	896.0	365.8

Percentuale di errore 0.114 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.032



## Risultati

<b>Profondità piano di posa [m]</b>	1.00
<b>Vs30 [m/sec]</b>	346.73
<b>Categoria del suolo</b>	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < \text{NSPT},30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < \text{cu},30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina).