



# COMUNE DI PRATO

SERVIZIO "GOVERNO DEL TERRITORIO"  
*U.O.C "Tutela dell'Ambiente"*



Progetto Esecutivo

## **PROGETTO ESECUTIVO - Piano risanamento acustico- Realizzazione barriera antirumore su Viale Fratelli Cervi**

<b>TITOLO: INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE</b>	Codice: 5
Oggetto: Ubicazione dei rilievi e descrizione delle indagini geologiche e geotecniche	Elab.: <b>A4.doc</b>
Gruppo di progettazione: Dott. Sergio Spagnesi Ing. Serena Gatti Geom. Nunzio Miceli	Scala:
Rilievo topografico: Geom. Stefano Innocenti	Data: SETTEMBRE 2016
Coordinatore alla sicurezza e indagini geologiche: Geol. Gianluca Gallio	Revisione: 1
Progetto acustico: Ing. Francesco Borchi Arch. Lucia Busa	
Collaboratori: Geom. Fabio Galgani	

Responsabile della UOC - Tutela dell'ambiente: Dott. SPAGNESI Sergio

Dirigente del servizio Governo del territorio - Arch. Riccardo Pecorario

## Sommario

1 Introduzione.....	2
2 Caratteristiche geomorfologiche ed idrauliche generali dell'area.....	3
3 Caratteristiche geologiche generali.....	5
4 Caratteristiche idrogeologiche generali.....	6
5 Campagna geognostica.....	7
6 Parametri sismici dell'area.....	8
7 Caratteristiche geomeccaniche dei terreni.....	10
8 Verifiche della sicurezza e delle prestazioni.....	13
9 Considerazioni sulla liquefazione dei terreni.....	13



## 1 Introduzione

La presente relazione espone le caratteristiche geologiche e geotecniche di un'area, in un'area compresa tra Via di Cantagallo e Via F.lli Cervi, nel comune di Prato, nella quale è presente un edificio scolastico (scuola A. Meoni) in prossimità della quale deve essere realizzata una barriera acustica.



Fig.1 : visione cartografica d'insieme ed area dell'intervento  
(C.T.R. – Foglio 263060 – scala 1:10.000)

La presente relazione è stata redatta ai sensi delle Norme Tecniche (DM 14/01/2008), delle Istruzioni per l'applicazione delle norme di cui alla Circolare n. 617 del 2.02.2009 del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 617 del 2/02/2009 e della Del. Giunta Regionale n. 387 (regolamento di attuazione dell'art. 117 della L.R. n. 1/2005), oltre che al D.P.G.R. n. 36/R del 9 luglio 2009.

Le indagini sono state condotte attraverso lo studio della bibliografia esistente, un sopralluogo nell'area in oggetto integrato dall'analisi delle foto aeree, l'esecuzione di due prove penetrometriche CPT spinte fino al rifiuto strumentale ed una campagna geofisica (sismica a rifrazione) per la verifica della categoria di sottosuolo.

## 2 Caratteristiche geomorfologiche ed idrauliche generali dell'area

L'area dell'intervento, ubicata al margine sud-orientale del territorio comunale di Prato, si trova ad una quota di circa 74 metri s.l.m. Si tratta di un'area pianeggiante nella quale gli elementi geomorfologici pre-esistenti sono stati cancellati dall'intensa attività antropica recente.

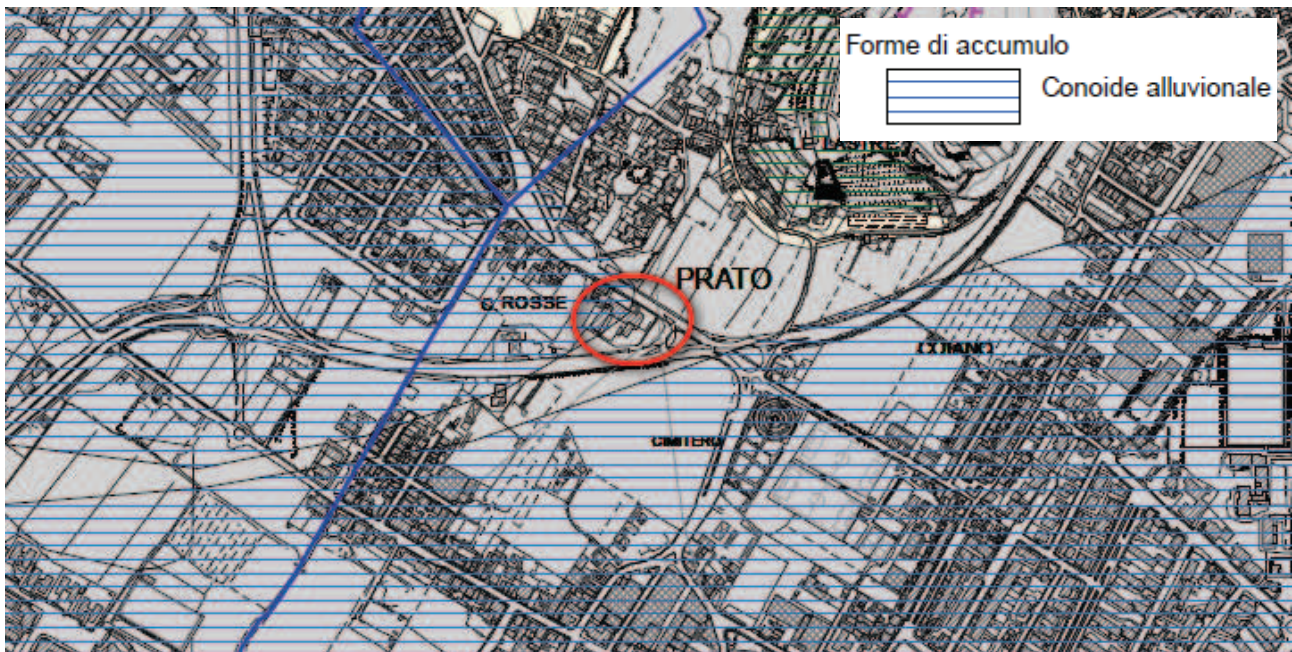


Figura 2 : Carta geomorfologica  
(Fonte : Comune di Prato – Piano Strutturale)

Considerando la totale assenza di rilievo nell'area non sono evidenti fenomeni morfogenetici in atto.

La carta della pericolosità geomorfologica facente parte degli elaborati geologici a supporto della pianificazione urbanistica classifica l'area come a pericolosità geomorfologica G.1 (bassa) in relazione alla natura dei terreni mentre viene classificata come G.3 in relazione a possibili cedimenti innescati da fenomeni di subsidenza innescati da prelievo eccessivo di acque sotterranee.



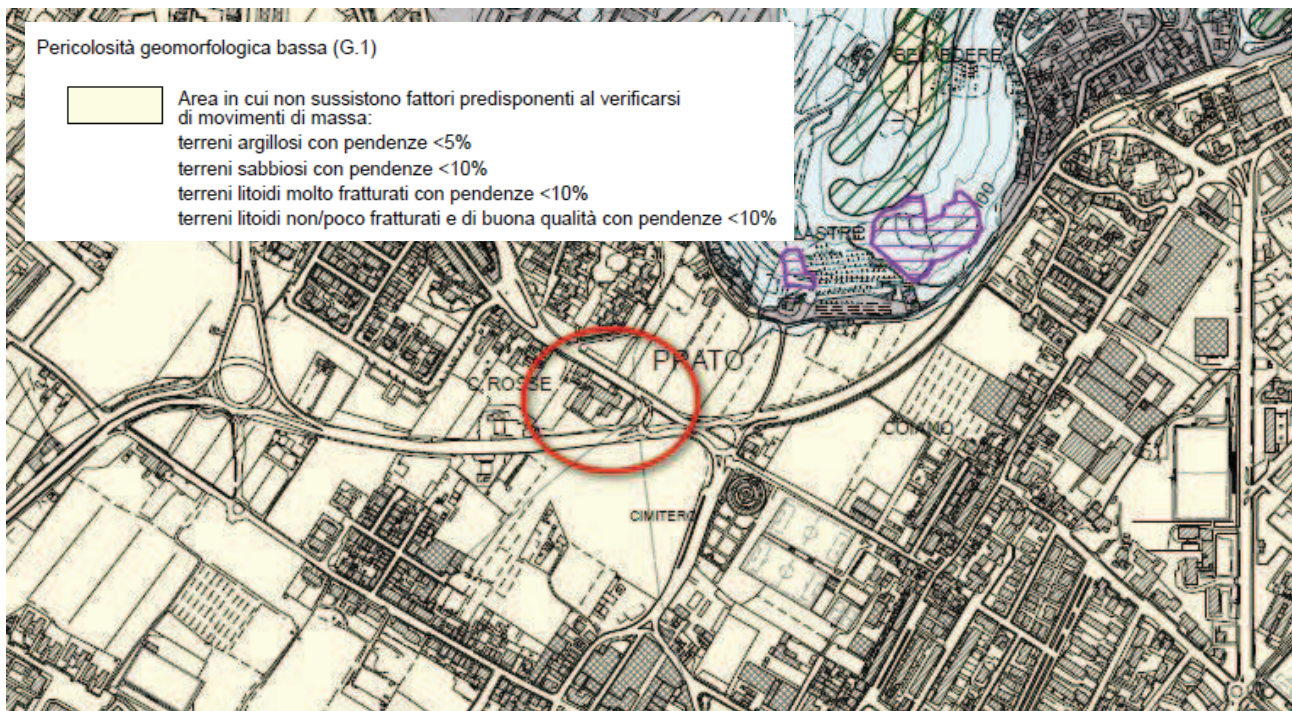


Figura 3 : Carta della pericolosità geomorfologica  
(Fonte : Comune di Prato – Piano Strutturale)

La carta della pericolosità sismica locale attribuisce all'area una pericolosità elevata (S.3) riferibile alla presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti suscettibili di generare cedimenti diffusi o soggetti a liquefazione in condizioni dinamiche.

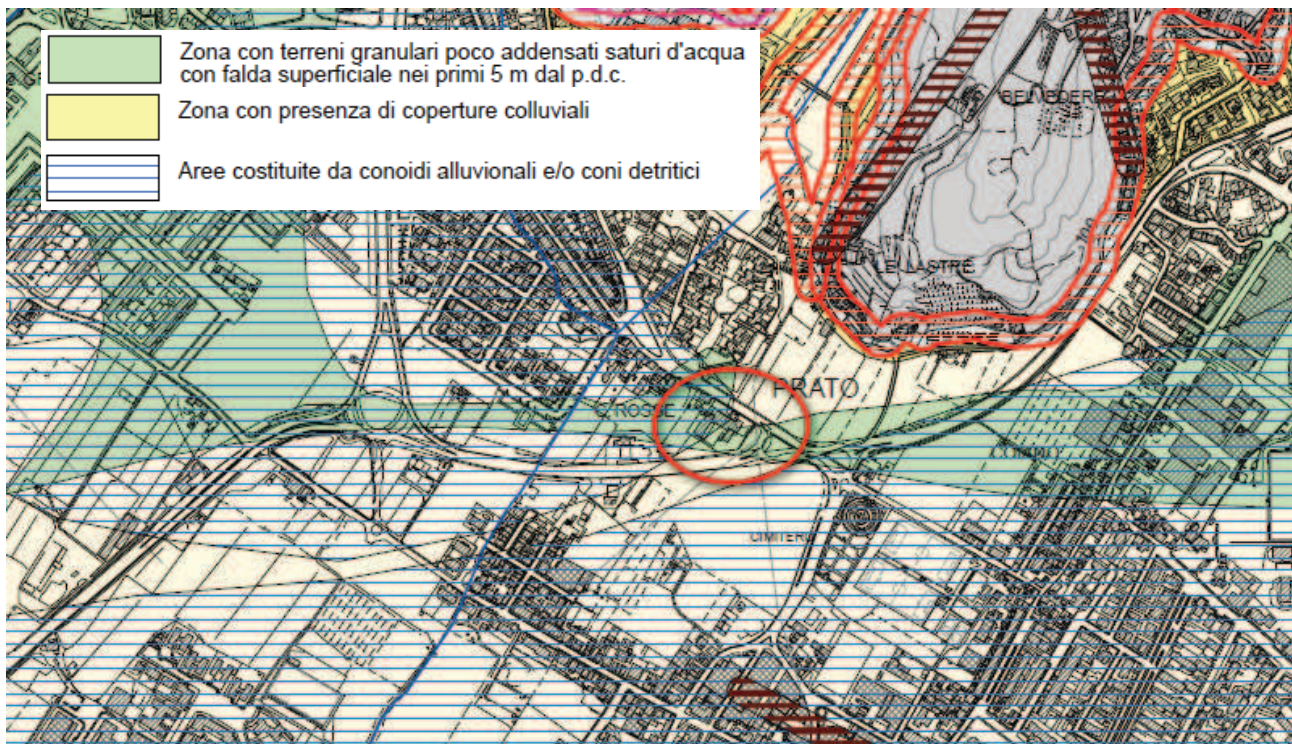


Figura 4 : Carta della pericolosità sismica locale  
(Fonte : Comune di Prato – Piano Strutturale)



Dal punto di vista idraulico l'area risulta classificata come a pericolosità idraulica bassa in quanto morfologicamente elevata rispetto alle aree circostanti.



Figura 5 : Carta della pericolosità sismica locale  
(Fonte : Comune di Prato – Piano Strutturale)

### 3 Caratteristiche geologiche generali

L'area in esame si trova in corrispondenza dell'ampia conoide che il fiume Bisenzio forma allo sbocco nella pianura di Firenze – Prato – Pistoia.

Il bacino fluvio-lacustre di Firenze-Prato-Pistoia costituisce una delle numerose depressioni intermontane originatesi in conseguenza dei fenomeni di tettonica distensiva di età pliocenica superiore che interessarono l'intera dorsale appenninica. Dai rilievi collinari e montuosi che circondavano l'area in subsidenza iniziò il trasporto, verso quello che era divenuto un bacino lacustre, dei detriti trasportati dai principali corsi d'acqua, i torrenti Bisenzio ed Ombrone. Dopo il suo colmamento il bacino fu sede di sedimentazione di ambiente fluviale ed, in tempi recenti, palustre.

Nella zona in oggetto la natura litologica dei primi metri del sottosuolo è relativamente monotona, considerata la lontananza dai rilievi, con generale predominanza di limi più o meno argillosi, di ambiente palustre nella porzione più superficiale e lacustre a profondità maggiori, ai quali sono intercalati livelli di sabbie e ghiaie di ambiente tipicamente fluviale (depositi in facies di conoide distale).

I depositi fluvio - lacustri poggiano in discordanza sul substrato costituito dalle formazioni appartenenti al Dominio Toscano ed al Dominio Subligure estesamente affioranti sui rilievi che circondano il bacino.





Figura 4 : carta geologica  
(Fonte : Piano strutturale – Comune di Prato)

#### 4 Caratteristiche idrogeologiche generali

Nell'area dell'intervento affiorano estesamente terreni limoso – argillosi caratterizzati da bassa permeabilità sovrastanti terreni di natura sabbioso-limosa e conglomeratica. Nell'area è presente un orizzonte acquifero principale individuato ad una quota di circa 46 metri slm (con una soggiacenza pertanto di circa 30 metri). Un perforo CPT attrezzato con tubazione piezometrica si è rivelato a distanza di tempo asciutto.

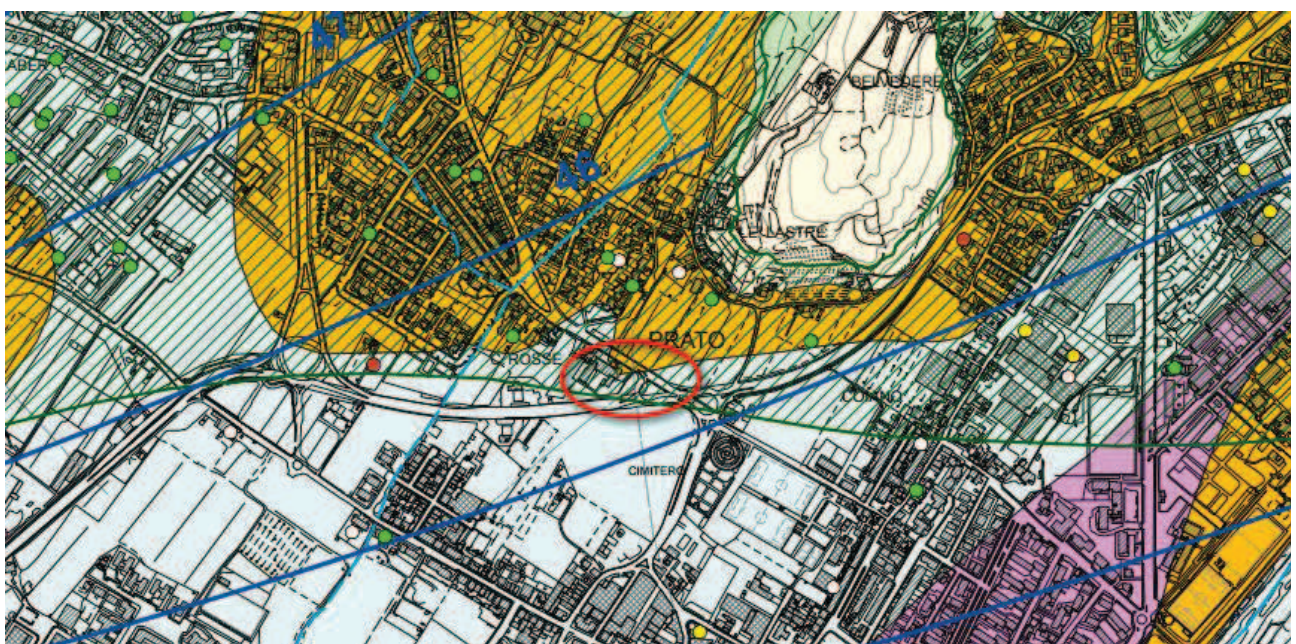


Figura 5 : carta idrogeologica  
(Fonte : Piano strutturale – Comune di Prato)



## 5 Campagna geognostica

Per la caratterizzazione degli orizzonti presenti nell'area del Ponte dell'Ombrellino è stata effettuata una campagna geognostica articolata in :

- 2 prova penetrometriche statiche CPT
- 1 indagine geofisica con metodologia MASW

La stratigrafia del sondaggio e gli elaborati delle prove penetrometriche sono riportati in allegato. La figura seguente riporta l'ubicazione delle prova in situ effettuata.

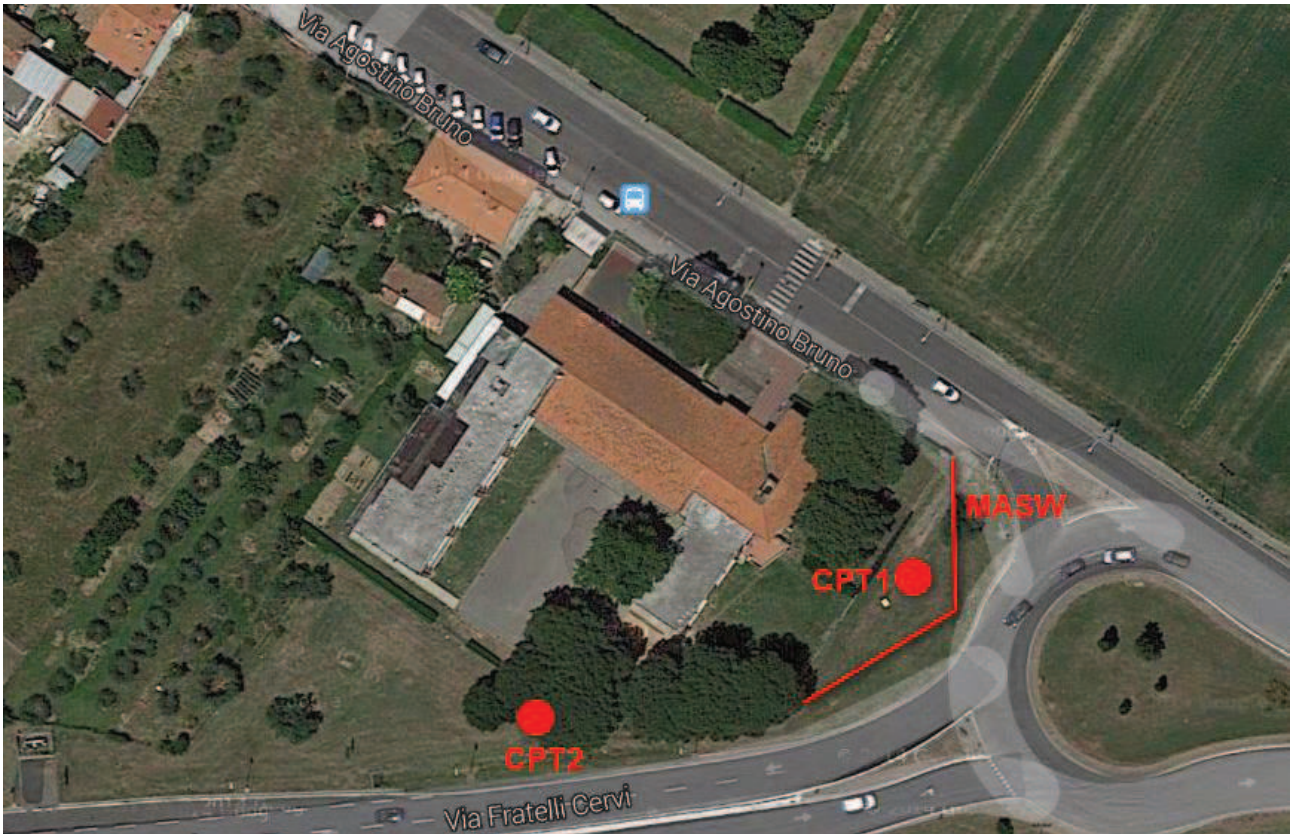
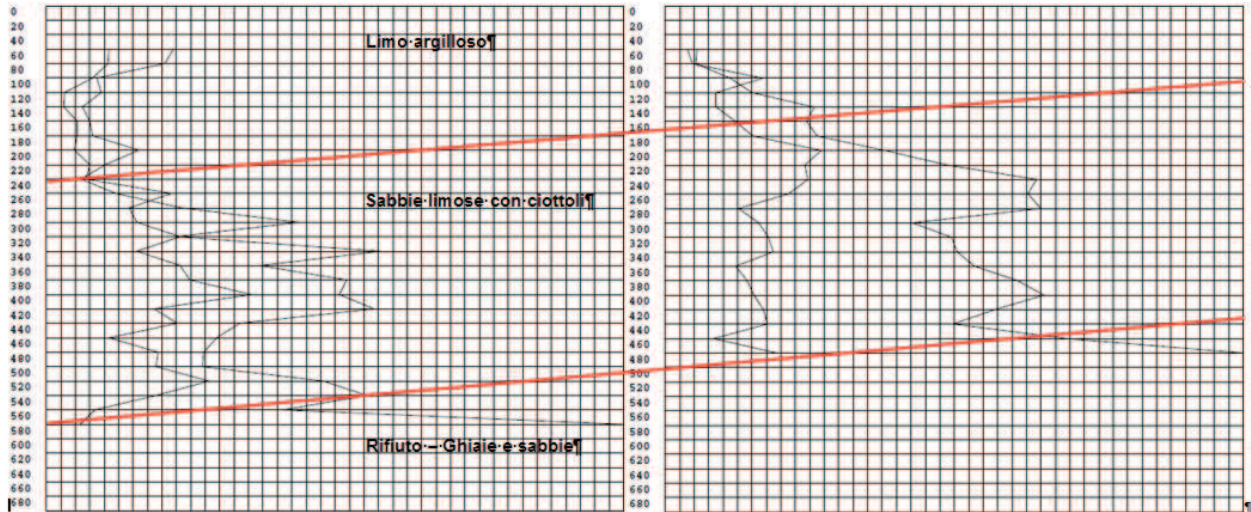


Figura 6 : ubicazione dei punti di indagine

L'analisi della resistenza penetrometrica alla punta  $R_p$  consente di individuare, nel sottosuolo dell'area investigata, la presenza dei seguenti orizzonti stratigrafici :

- orizzonte A : costituito da limi argillosi e sabbiosi fino ad una profondità di circa 1.80 metri dal p.c.. Si tratta di un orizzonte caratterizzato da valori medi di resistenza alla punta  $R_p$  media = 30 kg/cmq;
  - orizzonte B : sabbie limose e sabbie. Orizzonte presente fino ad una profondità di circa 6.80 metri dal p.c. Il valore medio di resistenza penetrometrica alla punta è pari a  $R_p$  media = 90 kg/cmq;
- al di sotto di tale orizzonte le prove si sono interrotte per il raggiungimento del rifiuto strumentale, dovuto alla presenza di orizzonti ghiaioso – conglomeratici.





## 6 Parametri sismici dell'area

L'area in oggetto si trova ubicata in corrispondenza delle coordinate geografiche (figura 7):

Latitudine 43.902233  
 Longitudine 11.098404



Figura 7

Considerando la natura dell'intervento previsto si sono presi in considerazione i seguenti parametri :

Classe d'uso I  
 Vita nominale = 50 anni  
 Coefficiente d'uso  $C_u = 0.7$

Nella tabella seguente sono riportati i valori dei coefficienti sismici di base su suolo di riferimento rigido per l'area in oggetto.



Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0,051	2,519	0,250
Danno (SLD)	35	0,054	2,526	0,255
Salvaguardia vita (SLV)	332	0,129	2,433	0,294
Prevenzione collasso (SLC)	682	0,165	2,404	0,304
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Figura 8 : parametri sismici

Categoria sottosuolo	B			
Categoria topografica	T1			
Ss *	SLO	SLD	SLV	SLC
Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
Cc *	1,45	1,45	1,41	1,40
St *	1,00	1,00	1,00	1,00
Amplificazione topografica				
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s <sup>2</sup> ]	0,6			
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,012	0,037	0,048
kv	0,005	0,006	0,019	0,024
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,596	0,633	1,516	1,944
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

Figura 9 : coefficienti sismici

Considerando la bassa pendenza dell'area, la categoria topografica assegnata all'area dell'intervento è T1, corrispondente a superfici pianeggianti.

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo è stata eseguita un'indagine geofisica secondo la metodologia MASW .

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

La traccia dello stendimento sismico, di lunghezza pari a circa 46 metri, è indicata in figura 6.



Dalle indagini eseguite si evidenzia, relativamente ai primi 30 metri di sottosuolo investigato, una velocità media delle onde  $V_{s30} = 405$  m/sec che classifica tali terreni all'interno della categoria di sottosuolo "B".

<b>B</b>		
Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine)	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{spt} > 50$ $C_u > 250$ kPa

Tale dato risulta coerente con quanto rilevato anche dalle prospezioni dirette (prove penetrometriche).

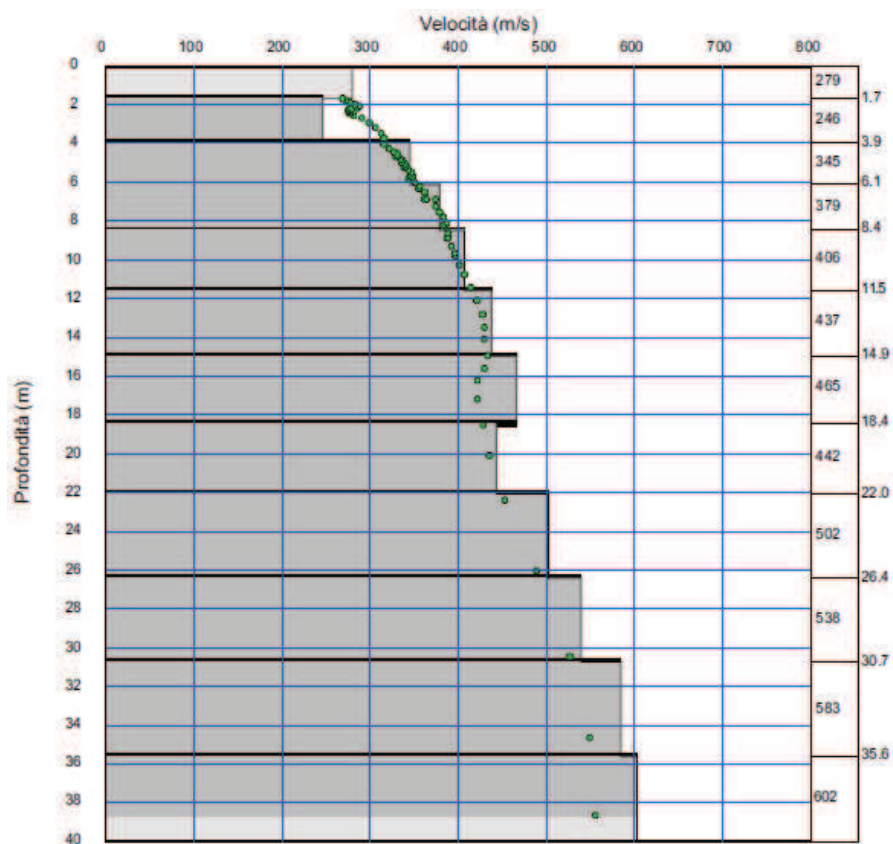


Figura 10 : andamento profondità/velocità

## 7 Caratteristiche geomeccaniche dei terreni

Per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni nell'area dell'intervento sono stati presi in considerazione i dati ricavati dalla campagna geognostica in situ e dall'analisi di laboratorio sul campione indisturbato.

### *Tensioni totali*

A scopo cautelativo viene ipotizzato, per gli orizzonti A e B, un comportamento meccanico di tipo puramente coesivo anche se, per la consistente presenza di una frazione granulare



o elastica, il contributo alla resistenza prodotto dalle forze di attrito è da ritenere non trascurabile.

Il valore della coesione non drenata  $C_u$  per l'orizzonte è stato pertanto ricavato utilizzando, in favore della sicurezza, un valore minimo di resistenza alla punta  $R_p$  dalla prova penetrometrica CPT1 (Jamiolkowski et al., Penetration testing, 1978):

$$C_u = (R_p - \sigma_v) / N_c$$

ove:

$R_{pk}^A$  resistenza alla punta cautelativa ( $R_{pk}$  minimo utilizzato = 30 Kg/cm<sup>2</sup> – orizzonte “A”)

$R_{pk}^B$  resistenza alla punta cautelativa ( $R_{pk}$  minimo utilizzato = 90 Kg/cm<sup>2</sup> – orizzonte “B”)

$\sigma_v$  pressione verticale totale

$N_c$  coefficiente compreso tra 15 e 25 (Lacasse et al., 1978); operando a favore della sicurezza viene assunto  $N_c = 25$

Ne segue :

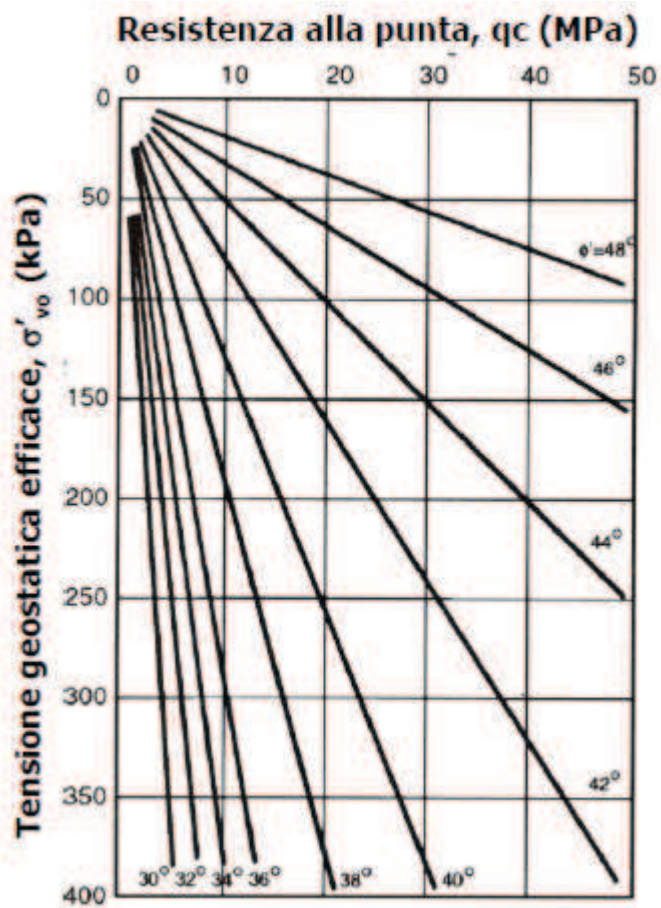
$$C_{uk} = 1.2 \text{ Kg/cm}^2 \text{ – orizzonte “A”}$$

$$C_{uk} = 3.6 \text{ Kg/cm}^2 \text{ – orizzonte “B”}$$

### *Tensioni efficaci*

Il calcolo delle tensioni efficaci è stato effettuato utilizzando la formula di Robertson e Campanella (1983) secondo la quale :

$$\varphi' = \arctan \left[ 0,1 + 0,38 \cdot \log \left( \frac{q_c}{\sigma_{v0}} \right) \right]$$



Abaco di Robertson e Campanella (1983)

Utilizzando i valori medi di resistenza penetrometrica alla punta descritti al paragrafo precedente ne segue che si attribuiscono agli orizzonti individuati i seguenti valori per l'angolo di attrito efficace  $\varphi'$  :

- orizzonte "A"  $\rightarrow \varphi' = 32^\circ$
- orizzonte "B"  $\rightarrow \varphi' = 35^\circ$

Gli orizzonti A e B sopra individuati contengono una consistente frazione di materiali granulometricamente fini a causa dei quali è da attendere un contributo coesivo alla resistenza del terreno.

Orizzonte	Peso di volume (g/cmc)	Angolo di attrito interno efficace ( $\varphi'$ )	Coesione efficace ( $c'$ ) – kg/cmq
A	1.95	32°	0.1
B	1.95	35°	0.1



## 8 Verifiche della sicurezza e delle prestazioni

Non essendo note al momento le caratteristiche definitive (tipologia, dimensioni, profondità) delle strutture di fondazione, né essendo noti i carichi su di esse gravanti (permanenti e variabili, favorevoli e/o sfavorevoli), la verifica geotecnica (stati limite ultimi SLU e stati limite di esercizio SLE) come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) viene pertanto demandata ad una successiva fase progettuale, preliminare alla consegna di tali elaborati, unitamente ai progetti strutturali, agli specifici uffici regionali.

Viene allegata alla presente una relazione di calcolo semplificata nella quale si tiene conto dell'esclusivo peso delle opere di progetto.

## 9 Considerazioni sulla liquefazione dei terreni

L'assenza nel sottosuolo indagato di depositi granulometricamente suscettibili di addensamento in condizioni dinamiche (sabbie sature scarsamente addensate), porta ad escludere la possibilità che, in condizioni sismiche, si possano verificare dinamiche legate a fenomeni di liquefazione dei terreni.

Per una verifica del potenziale di liquefazione è necessario correlare i valori medi di resistenza alla punta  $R_p$  con il numero di colpi della prova NSPT secondo la seguente:

$$\text{argilla limosa} \quad q_c = 0.13N$$

I valori di  $q_c$  devono essere espressi in MN/Mq, ovvero ipotizzando una resistenza media alla punta  $R_p = 30 \text{ kg/cmq}$  ne deriva un valore di  $R_p = 3.23 \text{ MN/mq}$ .

Ne segue :

$$N_{\text{SPT}} = 30$$

Utilizzando la relazione di Seed ed Idriss (1982) ne segue :

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE				
(da prove dinamiche SPT)				
Metodo semplificato				
Metodo di Seed e Idris (1982)				
<b>PARAMETRI:</b>				
$\gamma$	=	1,95	g/cm <sup>3</sup>	
$\sigma_{vo}$	=	0,39	kg/cm <sup>2</sup>	
$\sigma_{vo}'$	=	0,39	kg/cm <sup>2</sup>	
profondità della prova	=	200	cm	
$N_{SPT}$	=	30		
profondità falda	=	1000	cm	
$\gamma_{H_2O}$	=	1	g/cm <sup>3</sup>	
Pressione neutra	=	0,000	kg/cm <sup>2</sup>	
z	=	2	m	
			R=	Resistenza al taglio mobilitata
			T=	Sforzo di taglio indotto dal sisma
			$d_{50}$ =	Diametro della curva granulometrica corrispondente al passante al 50%
<b>FORMULE:</b>			<b>RISULTATI:</b>	
$N_a$	=	$(N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7))) + N_f$	=	46,78899083
$N_f$	=	0		$N_a$
R	=	$N_a / 90$	=	0,519877676
T	=	$0,65 * ((a_{max} / g) * (\sigma_{vo} / \sigma_{vo}')) * r_d$	=	0,220675
$a_{max} / g$	=	0,35		
$r_d$	=	0,97		
1,3	≤	$F_s = R/T$ Sabbie sature	=	2,355852162
				Verificato $F_s$

La presenza di orizzonti granulari ben addensati e l'assenza di una falda superficiale portano ad escludere la possibilità che si verifichino fenomeni di liquefazione.

Calenzano, marzo 2015

Geol. Gianluca Gallio

Allegati :

- 1) prove penetrometriche
- 2) indagine geofisica



**Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche**

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Tecnosistemi S.c.r.l.</b>	Indagine: <b>VA-25-15</b> Certificato: <b>52-15</b> Prova n° <b>1</b>
Località: <b>Via F.lli Cervi, Prato</b>	in data: <b>06/03/15</b>
Note sulla committenza: ==	
Note relative alla prova: ==	
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): 10

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
60	88	4,33	4,92	C	0,0	0,0	2,95	27,69	0,00379	Limo argilloso
80	82	4,27	5,20	C	0,0	0,0	2,90	20,03	0,00407	Limo argilloso
100	35	3,20	9,14	C	0,0	0,0	2,18	11,81	0,00952	Argilla
120	38	1,27	3,33	I	52,7	27,0	0,00	0,00	0,00877	Limo sabbioso
140	25	1,20	4,80	C	0,0	0,0	0,82	3,17	0,01333	Limo argilloso
160	30	2,13	7,11	C	0,0	0,0	1,45	4,90	0,01111	Argilla limosa
180	32	2,13	6,67	C	0,0	0,0	1,45	4,33	0,01042	Argilla limosa
200	64	1,93	3,02	I	60,6	28,4	0,00	0,00	0,00521	Sabbia limosa
220	41	3,00	7,32	C	0,0	0,0	2,04	4,97	0,00813	Argilla limosa
240	24	2,73	11,39	C	0,0	0,0	1,86	4,15	0,01389	Argilla
260	48	8,67	18,06	C	0,0	0,0	5,89	12,07	0,00694	Argilla molle
280	94	5,73	6,10	C	0,0	0,0	3,90	7,38	0,00355	Argilla limosa
300	175	6,27	3,58	I	82,6	28,7	0,00	0,00	0,00190	Limo sabbioso
320	90	9,27	10,30	C	0,0	0,0	6,30	10,39	0,00370	Argilla
340	231	6,27	2,71	I	82,6	31,9	0,00	0,00	0,00144	Sabbia limosa
360	148	9,27	6,26	C	0,0	0,0	6,30	9,20	0,00225	Argilla limosa
380	208	9,93	4,78	C	0,0	0,0	6,75	9,34	0,00160	Limo argilloso
400	203	14,20	7,00	C	0,0	0,0	9,65	12,65	0,00164	Argilla limosa
420	227	7,47	3,29	I	85,9	30,0	0,00	0,00	0,00147	Limo sabbioso
440	134	9,07	6,77	C	0,0	0,0	6,16	7,32	0,00249	Argilla limosa
460	118	4,33	3,67	I	75,7	27,8	0,00	0,00	0,00282	Limo sabbioso
480	109	7,73	7,09	C	0,0	0,0	5,26	5,72	0,00306	Argilla limosa
500	108	7,60	7,04	C	0,0	0,0	5,17	5,38	0,00309	Argilla limosa
520	192	11,27	5,87	C	0,0	0,0	7,66	7,67	0,00174	Limo argilloso
540	222	7,60	3,42	I	86,2	29,6	0,00	0,00	0,00150	Limo sabbioso
560	164	3,33	2,03	I	70,8	33,5	0,00	0,00	0,00203	Sabbia limosa
580	500	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

**Legenda Parametri Geotecnici:**

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).

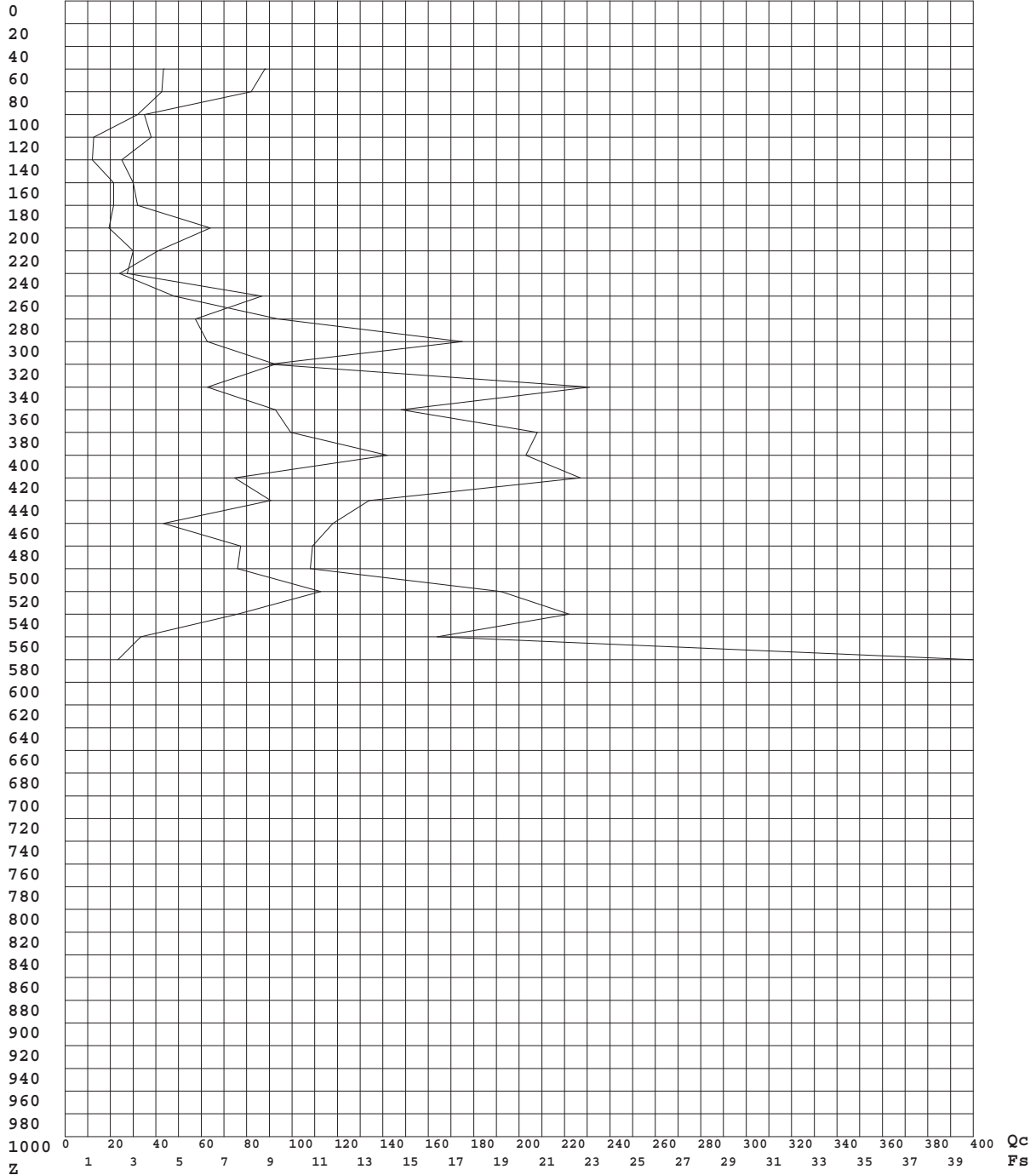
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).

Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.

Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

# Diagramma di resistenza alla punta

Committente : Tecnosistemi S.c.r.l.  
 Note : ==  
 Indagine : VA-25-15 - Certificato di prova : 52-15  
 Località : Via F.lli Cervi, Prato  
 Numero prova : 1  
 Data prova : 06/03/15  
 Note operative : ==  
 Profondità falda : == (cm)  
 Spinta penetr. : 10 (tonn.)



## Legenda

Ascisse :  $Q_c$  - lettura punta (in Kg/cm<sup>2</sup> - tratto grafico marcato)  
 :  $F_s$  - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Ordinata:  $Z$  - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

**Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche**  
 Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)  
 Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415



**Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche**

Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)

Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415

Committente: <b>Tecnosistemi S.c.r.l.</b>	Indagine: <b>VA-25-15</b> Certificato: <b>53-15</b> Prova n° <b>2</b>
Località: <b>Via F.lli Cervi, Prato</b>	in data: <b>06/03/15</b>
Note sulla committenza: ==	
Note relative alla prova: ==	
Falda rilevata alla profondità di cm: ==	Spinta del penetrometro (tonnellate): 10

Z	Qc	Fs	Rf	Car	Dr	Fi	Cu	Cu n.	Mv	Classificazione
60	22	1,53	6,97	C	0,0	0,0	1,04	9,90	0,01515	Argilla limosa
80	21	1,87	8,89	C	0,0	0,0	1,27	8,92	0,01587	Argilla
100	45	6,73	14,96	C	0,0	0,0	4,58	25,12	0,00741	Argilla molle
120	60	3,53	5,89	C	0,0	0,0	2,40	10,89	0,00556	Limo argilloso
140	103	3,53	3,43	I	71,9	28,2	0,00	0,00	0,00324	Limo sabbioso
160	98	4,87	4,97	C	0,0	0,0	3,31	11,13	0,00340	Limo argilloso
180	105	6,07	5,78	C	0,0	0,0	4,12	12,28	0,00317	Limo argilloso
200	152	10,80	7,11	C	0,0	0,0	7,34	19,54	0,00219	Argilla limosa
220	195	9,67	4,96	C	0,0	0,0	6,57	15,87	0,00171	Limo argilloso
240	257	9,87	3,84	I	91,1	28,8	0,00	0,00	0,00130	Limo sabbioso
260	251	8,53	3,40	I	88,4	29,9	0,00	0,00	0,00133	Limo sabbioso
280	260	5,07	1,95	I	78,6	35,1	0,00	0,00	0,00128	Sabbia limosa
300	171	6,47	3,78	I	83,2	28,2	0,00	0,00	0,00195	Limo sabbioso
320	198	7,13	3,60	I	85,0	28,9	0,00	0,00	0,00168	Limo sabbioso
340	202	7,47	3,70	I	85,9	28,7	0,00	0,00	0,00165	Limo sabbioso
360	214	4,87	2,27	I	77,9	33,3	0,00	0,00	0,00156	Sabbia limosa
380	244	5,67	2,32	I	80,7	33,4	0,00	0,00	0,00137	Sabbia limosa
400	262	6,13	2,34	I	82,2	33,5	0,00	0,00	0,00127	Sabbia limosa
420	228	6,80	2,98	I	84,1	31,0	0,00	0,00	0,00146	Sabbia limosa
440	199	7,07	3,55	I	84,8	29,1	0,00	0,00	0,00168	Limo sabbioso
460	278	3,33	1,20	I	70,8	39,1	0,00	0,00	0,00120	Sabbia ghiaiosa
480	500	0,00	0,00		0,0	0,0	0,00	0,00	0,00000	

**Legenda Parametri Geotecnici:**

Z - Profondità dal piano di campagna (in cm). Qc - Resistenza alla punta (in Kg/cm2). Fs - Resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm2).

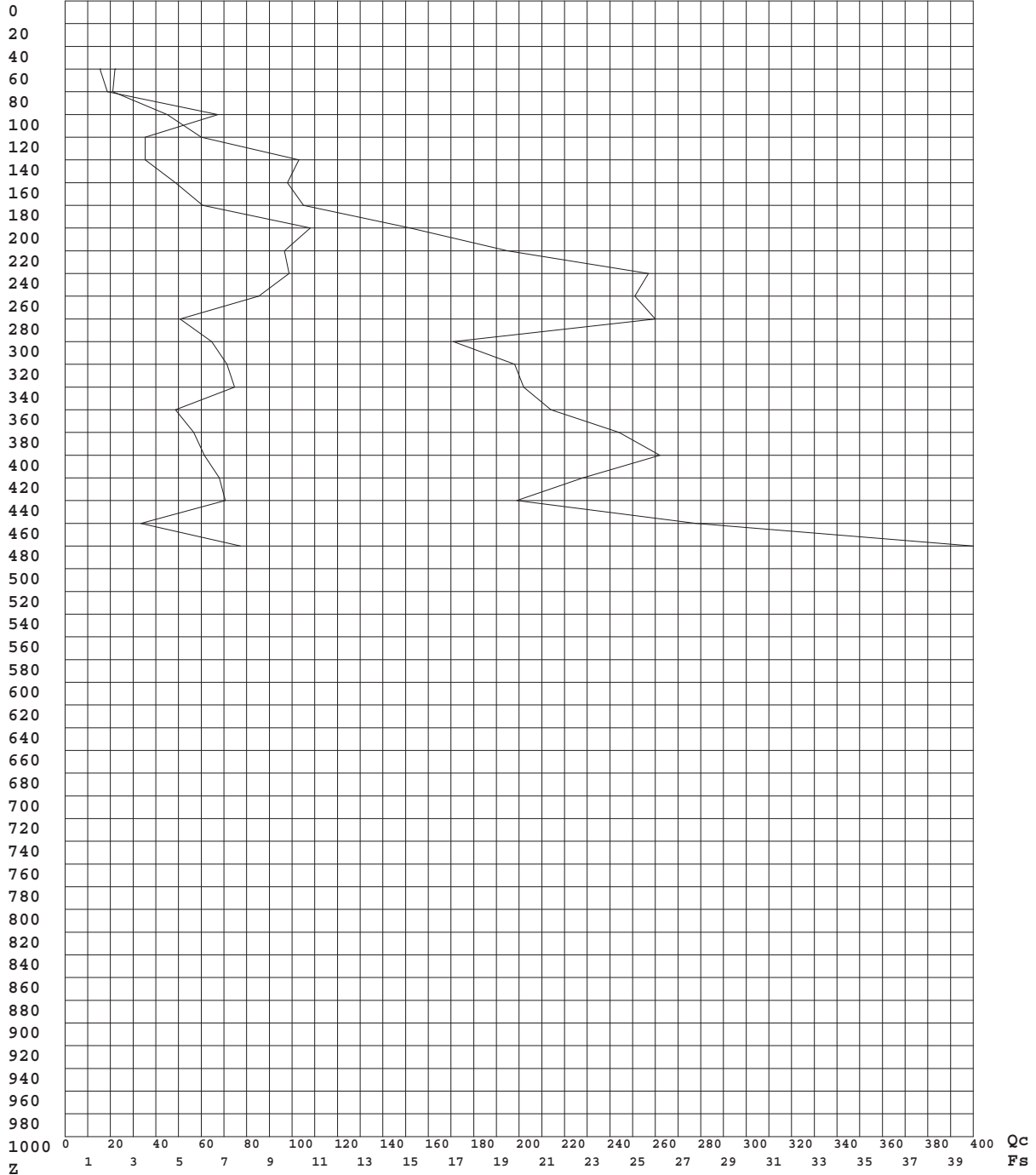
Rf - Rapporto delle resistenze Fs/Qc (in %). Car - Caratterizzazione del terreno (Incoerente/Coerente). Dr - Densità relativa (in %).

Fi - Angolo di attrito efficace (in gradi). Cu - Resistenza al taglio non drenata (in Kg/cm2). Cu n.- Resistenza al taglio non drenata normalizzata.

Mv - Coefficiente compressione volumetrica (in cm2/Kg). Classificazione - interpretazione stratigrafica del terreno (da SEARLE 1979)

# Diagramma di resistenza alla punta

Committente : Tecnosistemi S.c.r.l.  
Note : ==  
Indagine : VA-25-15 - Certificato di prova : 53-15  
Località : Via F.lli Cervi, Prato  
Numero prova : 2  
Data prova : 06/03/15  
Note operative : ==  
Profondità falda : == (cm)  
Spinta penetr. : 10 (tonn.)



## Legenda

Ascisse : Qc - lettura punta (in Kg/cm<sup>2</sup> - tratto grafico marcato)  
: Fs - resistenza unitaria attrito laterale (in Kg/cm<sup>2</sup>)  
Ordinata: Z - profondità dal piano di campagna (in centimetri)

Gea s.n.c. - Indagini Geognostiche  
Sede: Via delle Pratella 18/20 Montelupo F.no (FI)  
Tel. 0571-1738160 Fax. 055-7320415





**IGETECMA s.n.c. Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali**  
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 54143 del 07/11/2005 ai sensi della Circolare 08/09/10 n. 7618/STC  
Esecuzione e certificazione prove geotecniche – settore A  
Laboratorio autorizzato con D.M. n. 162 del 19/04/2011 ai sensi dell'art. 20 della L. n. 1086/71  
Prove e controlli su strutture e materiali da costruzione – settore A

## **Rapporto di Prova n°49/15/S**

Montelupo Fiorentino 12/03/2015

**SETTORE:** Geofisica – Multichannel Acquisition of Surface Waves  
**COMMITTENTE:** TECNOSISTEMI S.C.R.L.  
**RICHIEDENTE:** Geol. G. Gallio  
**CANTIERE:** Via Cantagallo, Prato (PO)  
**RIFERIMENTO:** R.P.E. n°47/15

### **Indice:**

- 1 Premessa
- 2 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)
  - 2.1 Principi teorici
  - 2.2 Acquisizione ed elaborazione
- 3 Presentazione dei dati
- 4 Normativa sismica e calcolo del Vs30
- 5 Risultati dell'elaborazione
- 6 Caratteristiche della strumentazione

Il Direttore del Laboratorio  
Ing. F. Politi

Il Tecnico  
Geol. A. Farolfi

## **1 Premessa**

Su incarico della TECNOSISTEMI S.C.R.L. è stata eseguita una indagine *Multichannel Acquisition of Surface Waves* (MASW) finalizzata al calcolo del parametro Vs30, presso la Scuola Materna in via Cantagallo, Prato (PO).

## **2 MASW (Multichannel Analysis of surface waves)**

### **2.1 Principi teorici**

La tecnica MASW si basa sulla registrazione e lo studio della curva di dispersione delle onde superficiali, il cui contributo predominante è caratterizzato dalle onde di Rayleigh che sono onde di superficie che si producono per riflessione di onde S (di taglio) alla superficie. Se il mezzo è omogeneo hanno velocità di fase pari al 92% di quella delle onde S che le hanno generate, altrimenti sono dispersive. I punti investiti da un'onda di Rayleigh si muovono descrivendo ellissi in modo retrogrado rispetto al moto dell'onda. L'ampiezza delle ellissi diminuisce con la distanza dalla superficie ovvero con la profondità. Partendo dall'assunzione di una variazione della velocità delle onde sismiche con la profondità (terreno stratificato orizzontalmente) il terreno, agendo da filtro, separa le varie componenti dell'onda di volume caratterizzate ciascuna da diversa velocità di propagazione (velocità di fase) e da diversa lunghezza d'onda. Tale comportamento delle onde si chiama dispersione e proprio sull'analisi della curva di dispersione delle onde di Rayleigh si basa la tecnica MASW per ottenere il profilo di velocità delle onde di taglio (Vs) con la profondità. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizza le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione delle onde superficiali. Nella tecnica d'indagine MASW la profondità di investigazione è, in linea teorica, correlata alla lunghezza del profilo e inversamente correlata alla frequenza propria dei sensori usati, mentre la risoluzione verticale è direttamente correlata al numero di sensori utilizzati per registrare il campo d'onda sismico. Il limite principale del metodo è l'assunzione che siano minime le variazioni orizzontali dei parametri geofisici al di sotto dei sensori. Il maggior pregio è nella possibilità di ottenere buoni dati anche in condizioni in cui risulta difficile l'acquisizione diretta delle onde di taglio.

### **2.2 Acquisizione ed elaborazione**

L'acquisizione dei dati è stata effettuata con un allineamento di 24 geofoni verticali con spaziatura di 2 m, di cui 12 in direzione SudOvest-NordEst e 12 in direzione NordOvest-SudEst, per totali 46 m. Sono state utilizzate 8 energizzazioni del terreno con offset (distanza fra il punto di scoppio ed il geofono più vicino) compreso tra 0 m e 10 m, eseguite lungo le due direzioni dello stendimento a L, con spaziatura di 0.5 m. Le energizzazioni sono state rimonstrate creando



due registrazioni con 48 canali ciascuna a spaziatura 0.5 m. Le energizzazioni, per ogni postazione, sono state ripetute e sommate fino ad ottenere un sismogramma con un buon rapporto segnale rumore. Sono stati acquisiti anche 19m 30s di microtremori per eseguire l'analisi SPAC al fine di aumentare la profondità di indagine.

La fase di elaborazione consiste nell'ottenere la curva di dispersione relativa ad ogni registrazione, ovvero la trasformazione delle serie temporali nel dominio della frequenza F e del numero d'onda K. Sullo spettro Frequenza (Hz) - Velocità di Fase (m/s) vengono individuati i punti di massimo spettrale di energia che consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh.

La velocità delle onde S viene stimata su un modello di strati del terreno che viene implementato con un processo iterativo fino a trovare la combinazione finale di velocità delle onde di taglio e spessori degli strati, tale da minimizzare gli scarti fra la curva di dispersione calcolata sul modello e quella misurata sullo spettro della dispersione delle onde superficiali. Essendo questo tipo di elaborazione un procedimento inverso, esso risente di tutti i problemi e delle limitazioni dovute alla convergenza dei metodi iterativi ed alla non unicità delle soluzioni.

Materiale	V P m/sec	V SH m/sec	
		VP/VSH 1.9 - 3.5	VP/VSH 1.9 - 3.5
Detrito superficiale alterato	300 - 600	86 - 158	171 - 316
Ghiaia, pietrisco, sabbia asciutta	500 - 900	143 - 263	257 - 474
Sabbia bagnata	600 - 1800	171 - 316	514 - 947
Argilla	900 - 2700	257 - 474	771 - 1421
Acqua	1430 - 1680	-	-
Arenaria	1800 - 4000	514 - 947	1143 - 2105
Scisti argillosi	2500 - 4200	714 - 1316	1200 - 2211
Calcere	2000 - 6000	571 - 1053	1714 - 3158
Sale	4200 - 5200	1200 - 2211	1486 - 2737
Granito	4000 - 6000	1143 - 2105	1714 - 3158
Rocce metamorfiche	3000 - 7000	857 - 1579	2000 - 3684

Tabella I – Velocità dei principali materiali.

### 3 Presentazione dei dati

Nella presente relazione vengono forniti i seguenti elaborati:

- ubicazione dell'indagine
- profilo medio di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) con la profondità

- profilo di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) con la profondità per ciascuna registrazione eseguita
- curve di dispersione F-k per ciascuna registrazione eseguita
- registrazioni di campagna
- documentazione fotografica

#### 4 Normativa sismica e calcolo del parametro $V_{s30}$

L'Ordinanza P.C.M. n°3274/03 istituisce diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto. Tali categorie vengono definite in base al calcolo del parametro  $V_{s30}$  che è dato da:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i/V_i)$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio SH (in m/sec.) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Categorie di Suolo di Fondazione	$V_s 30$ m/s	$N_{spt} - C_u$
<b>A</b> Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	$V_{s30} > 800$	
<b>B</b> Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_u > 250$ kPa nei terreni a grana fine)	$360 < V_{s30} < 800$	$N_{spt} > 50$ $C_u > 250$ kPa
<b>C</b> Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	$180 < V_{s30} < 360$	$15 < N_{spt} < 50$ $70 < C_u < 250$ kPa
<b>D</b> Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/sec (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_u < 70$ kPa nei terreni a grana fina)	$V_{s30} < 180$	$N_{spt} < 15$ $C_u < 70$ kPa
<b>E</b> Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/sec.	$V_{s30} < 360$	
<b>S1</b> Depositati costituiti da $V_{s30}$ inferiori a 100m/s (ovvero $10 < c_u < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di	$V_{s30} < 100$	$10 < C_u < 20$ kPa



argille altamente organiche		
<b>S2</b> Depositi di terreni suscettibili a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.		

Tabella II – Categorie di suolo di fondazione

## 5 Risultati dell'elaborazione

Le curve di dispersione ricavate dalle registrazioni sono state elaborate contemporaneamente per ottenere la curva che descrive l'andamento della Velocità delle onde S con la profondità: questo procedimento è stato effettuato per minimizzare gli errori dovuti a possibili variazioni laterali di velocità lungo il profilo. Il valore di Vs30 calcolato per questo sito è 405 m/s. Per i contrasti di velocità e i rapporti stratigrafici individuati la zona in esame rientra nella categoria B dei suoli di fondazione. Si ricorda che i calcoli sono stati effettuati da piano campagna e una eventuale asportazione o riporto dei materiali superficiali influirebbe sul valore del parametro VS30.

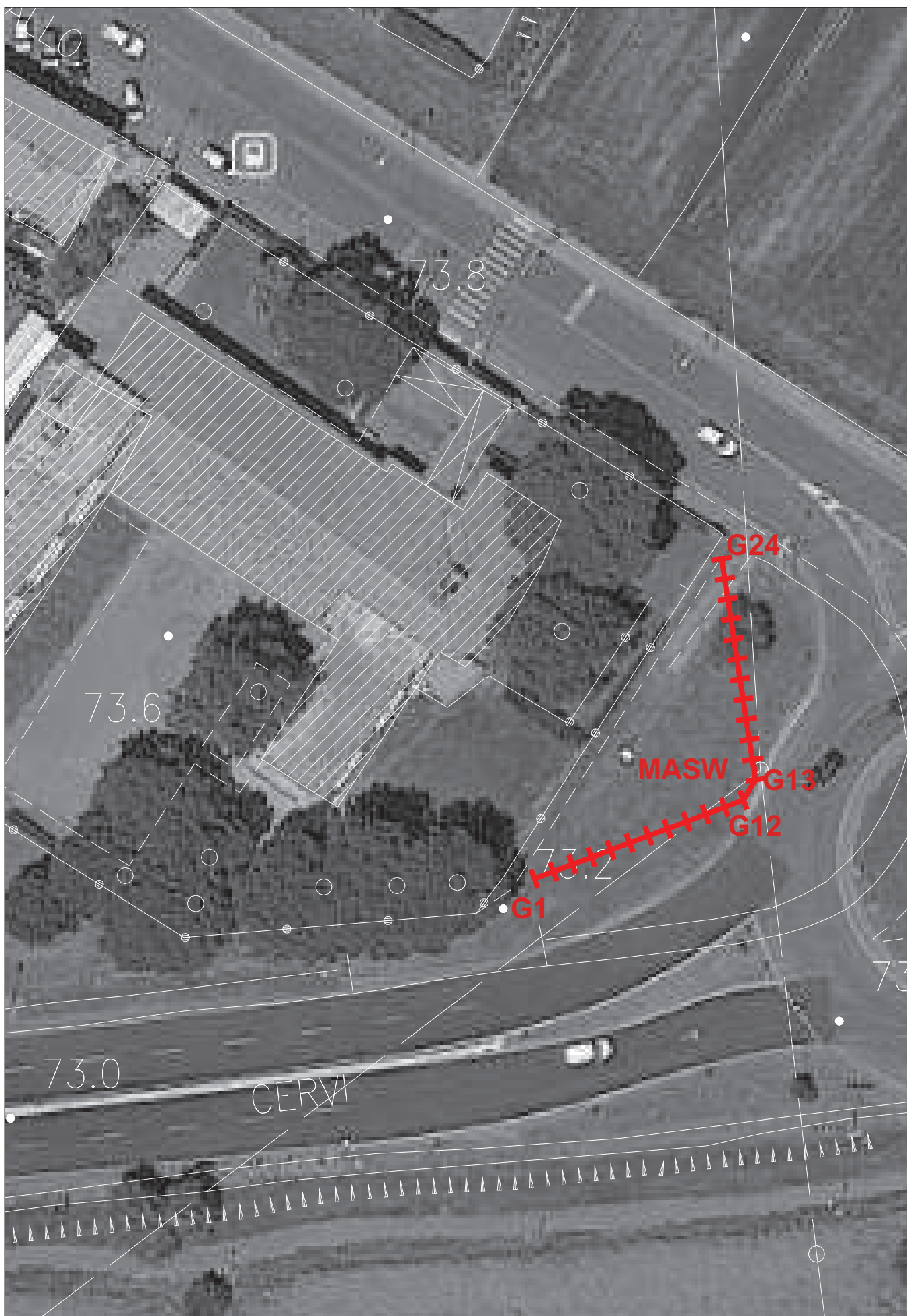
## 6 Caratteristiche della strumentazione

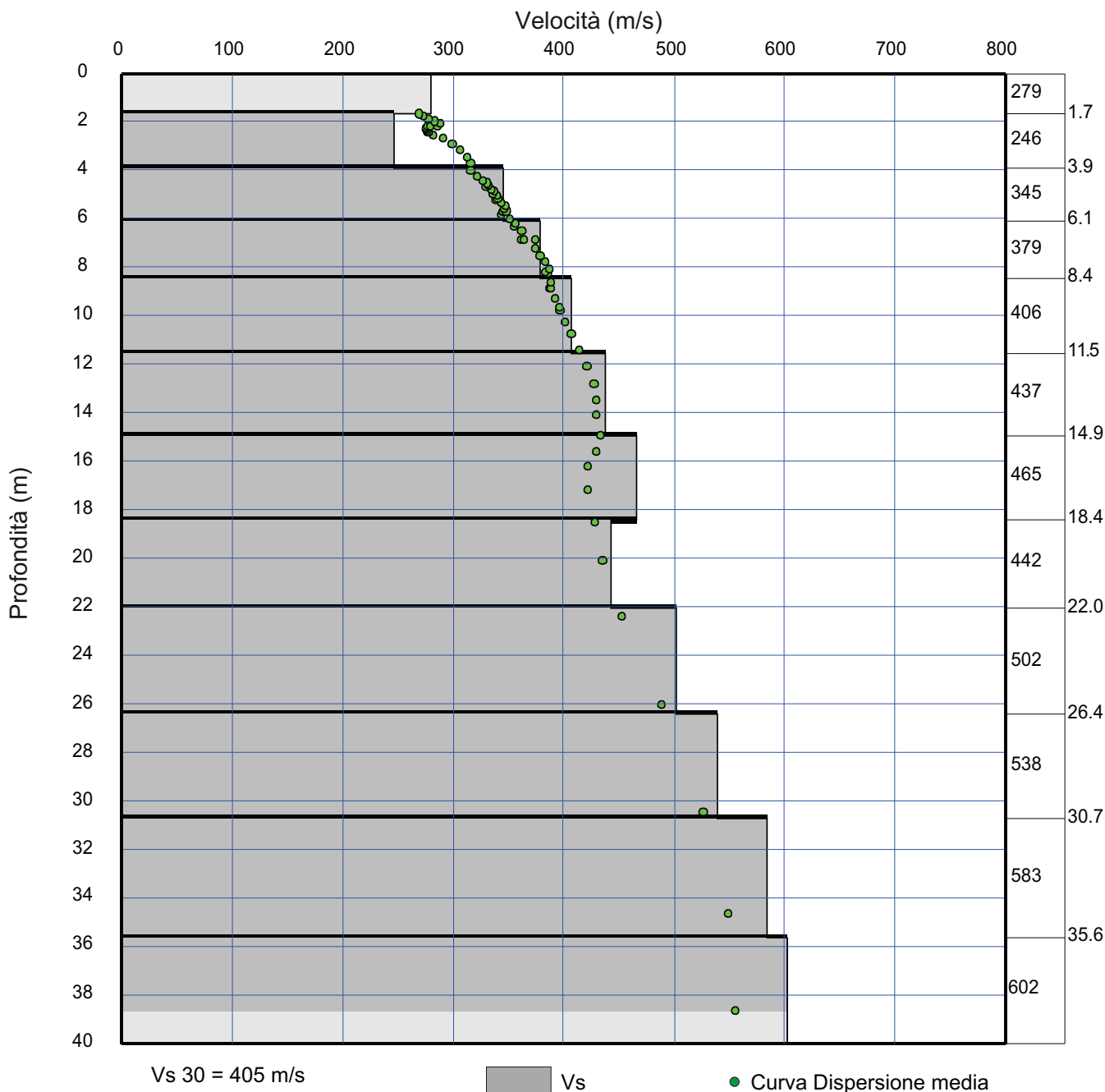
Il sistema di acquisizione usato nella presente campagna d'indagini è composto da un sistema modulare della Geometrics così configurato:

Sismografo GEODE 48 canali (2 moduli a 24 canali) con Controller Stratavisor NZC:

- risoluzione segnale A/D 24 bit;
- escursione dinamica 144 dB, 110 dB istantanea a 2 ms;
- passo di campionamento da 0.02 a 16 ms indipendente dal tempo d'acquisizione;
- fino a 64.000 campioni per traccia;
- distorsione 0.0005% a 2ms, 1.75 – 208 Hz;
- amplificazione del segnale da 0 a 36 dB;
- filtri anti-aliasing a 90 dB della frequenza di Nyquist;
- filtri digitali low-cut, high-cut, notch;
- precisione trigger in sommatoria 1/32 del passo di campionamento;
- pre-trigger fino a 4096 campioni, delay sino a 1.000 ms;
- salvataggio dati in formato SEG-2 su hard-disk incorporato;
- 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz;
- sistema di starter (trigger) mediante accelerometro;
- energizzazione mediante mazza da 5 Kg, minibang calibro 8, grave da 30/60 kg.

Ubicazione delle indagini

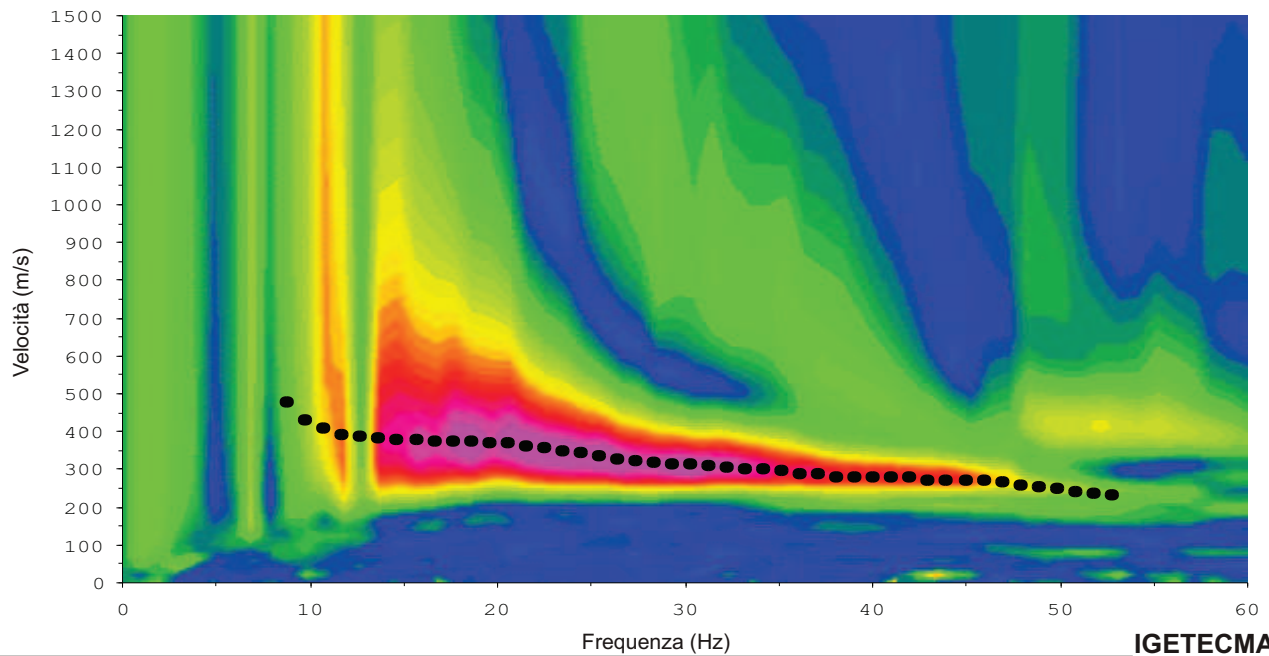
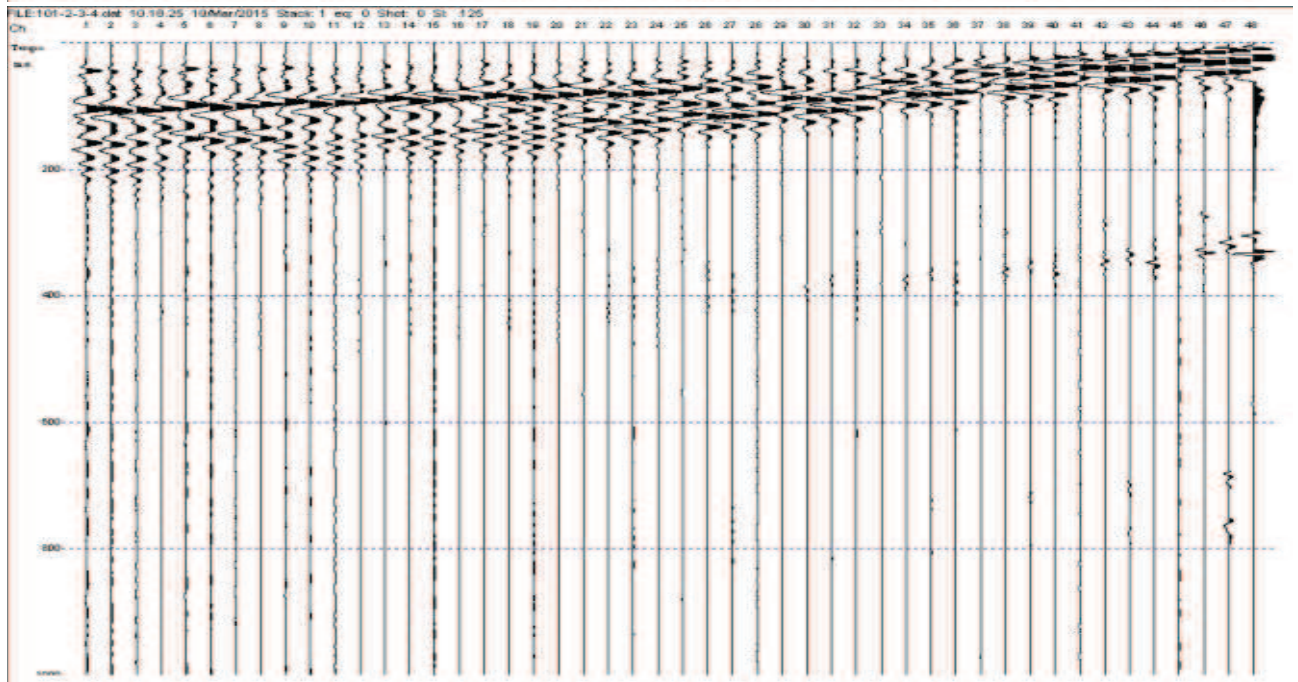
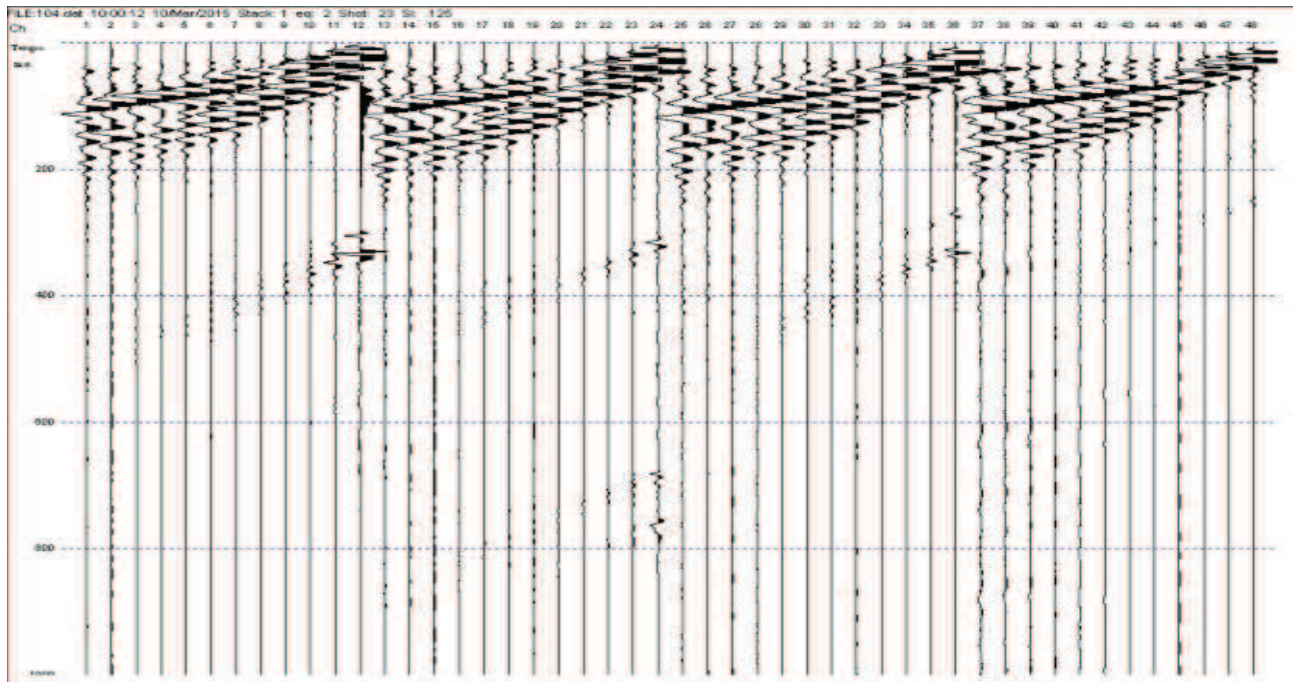




Masw attiva				Masw attiva				Masw passiva			
Velocità m/s	Frequenza Hz	Velocità m/s	Frequenza Hz	Velocità m/s	Frequenza Hz	Velocità m/s	Frequenza Hz	Velocità m/s	Frequenza Hz	Velocità m/s	Frequenza Hz
479	8.8	290	36.1	680	9.8	277	37.1	559	4.8	422	11.6
431	9.8	290	37.1	655	10.7	275	38.1	556	5.0	419	11.9
411	10.7	280	38.1	538	11.7	273	39.1	551	5.3	413	12.1
391	11.7	280	39.1	469	12.7	270	40.0	545	5.5	409	12.4
388	12.7	280	40.0	411	13.7	271	41.0	532	5.8	407	12.6
384	13.7	280	41.0	398	14.6	280	42.0	512	6.0	404	12.8
380	14.6	280	42.0	372	15.6	289	43.0	487	6.3	402	13.1
378	15.6	270	43.0	346	16.6	293	43.9	465	6.5	400	13.3
377	16.6	270	43.9	320	17.6	291	44.9	447	6.7	397	13.6
375	17.6	270	44.9	320	18.6	289	45.9	436	7.0	394	13.8
374	18.6	271	45.9	330	19.5	286	46.9	433	7.2	390	14.1
373	19.5	265	46.9	330	20.5	284	47.9	432	7.5	388	14.3
371	20.5	260	47.9	320	21.5	281	48.8	430	7.7	388	14.6
363	21.5	255	48.8	320	22.5	277	49.8	424	8.0	388	14.8
357	22.5	249	49.8	320	23.4	273	50.8	419	8.2	387	15.0
350	23.4	240	50.8	310	24.4	275	51.8	420	8.5	389	15.3
343	24.4	236	51.8	310	25.4	272	52.7	421	8.7	392	15.5
336	25.4	232	52.7	300	26.4	269	53.7	422	8.9	393	15.8
329	26.4	228	53.7	297	27.3	266	54.7	430	9.2	391	16.0
322	27.3	224	54.7	294	28.3	262	55.7	439	9.4	387	16.3
319	28.3	220	55.7	291	29.3	259	56.6	439	9.7	384	16.5
316	29.3	216	56.6	288	30.3	256	57.6	430	9.9	381	16.8
313	30.3	212	57.6	285	31.2	253	58.6	425	10.2	378	17.0
310	31.2			283	32.2	250	59.6	427	10.4	375	17.2
306	32.2			282	33.2			432	10.7	374	17.5
303	33.2			281	34.2			433	10.9	375	17.7
300	34.2			279	35.2			428	11.1	378	18.0
297	35.2			278	36.1			424	11.4	379	18.2

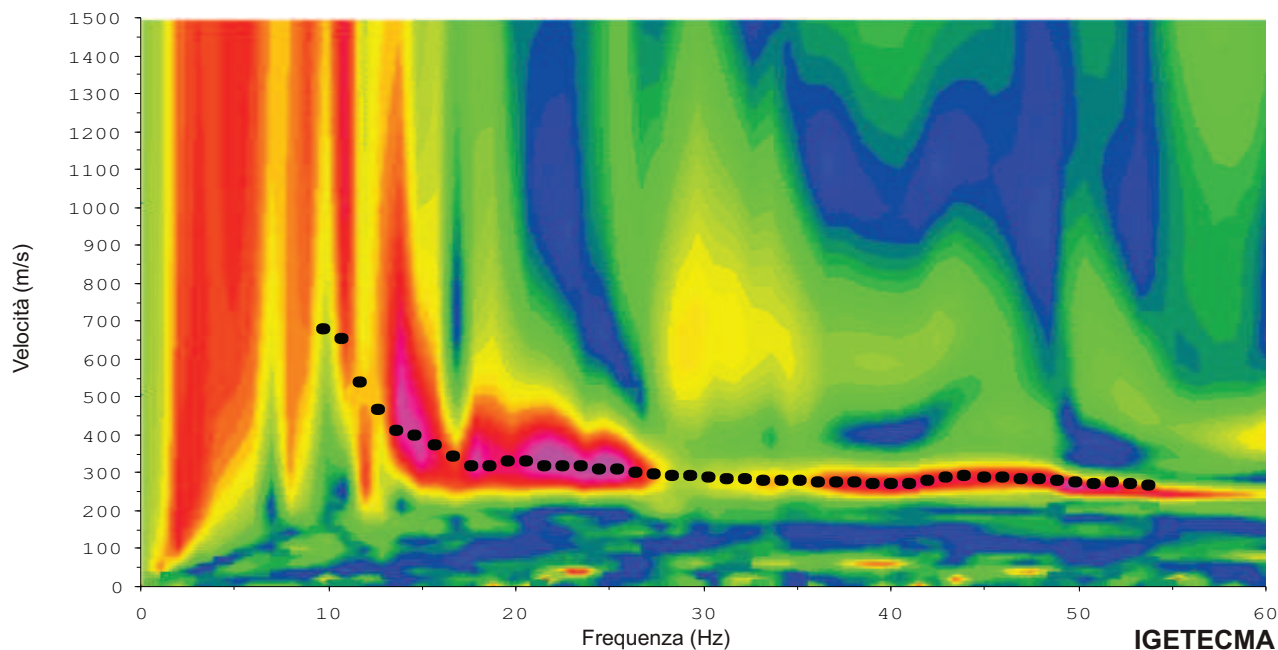
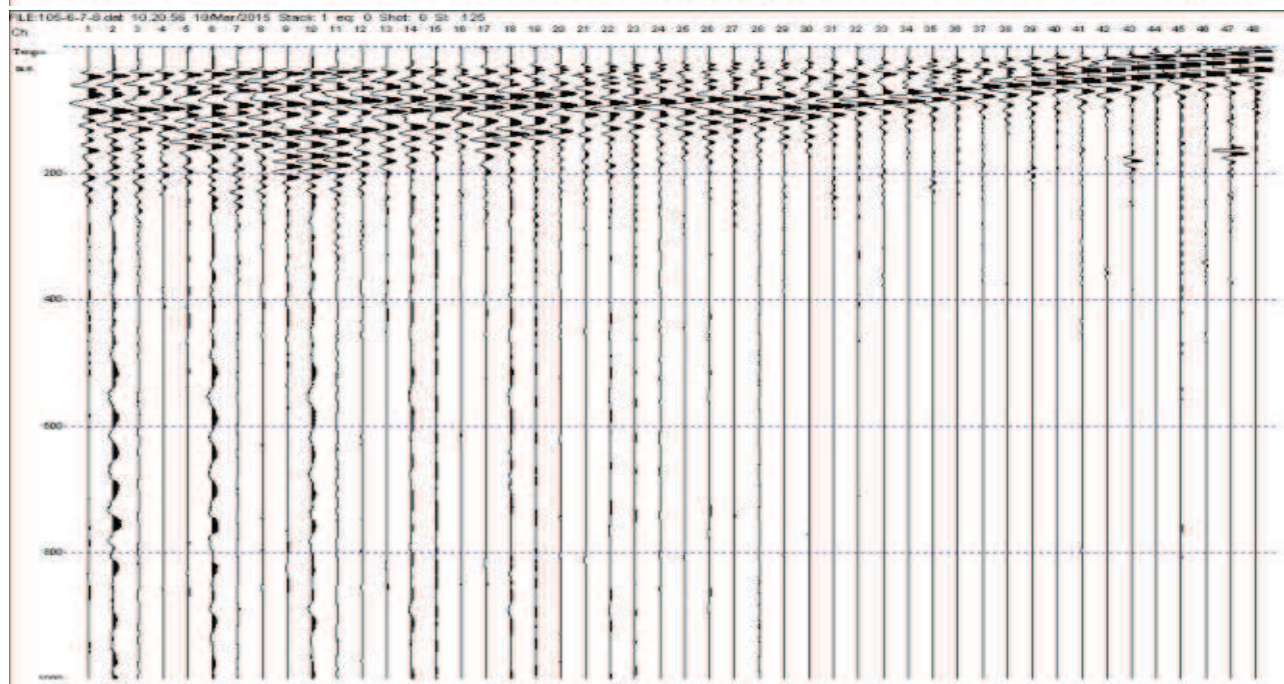
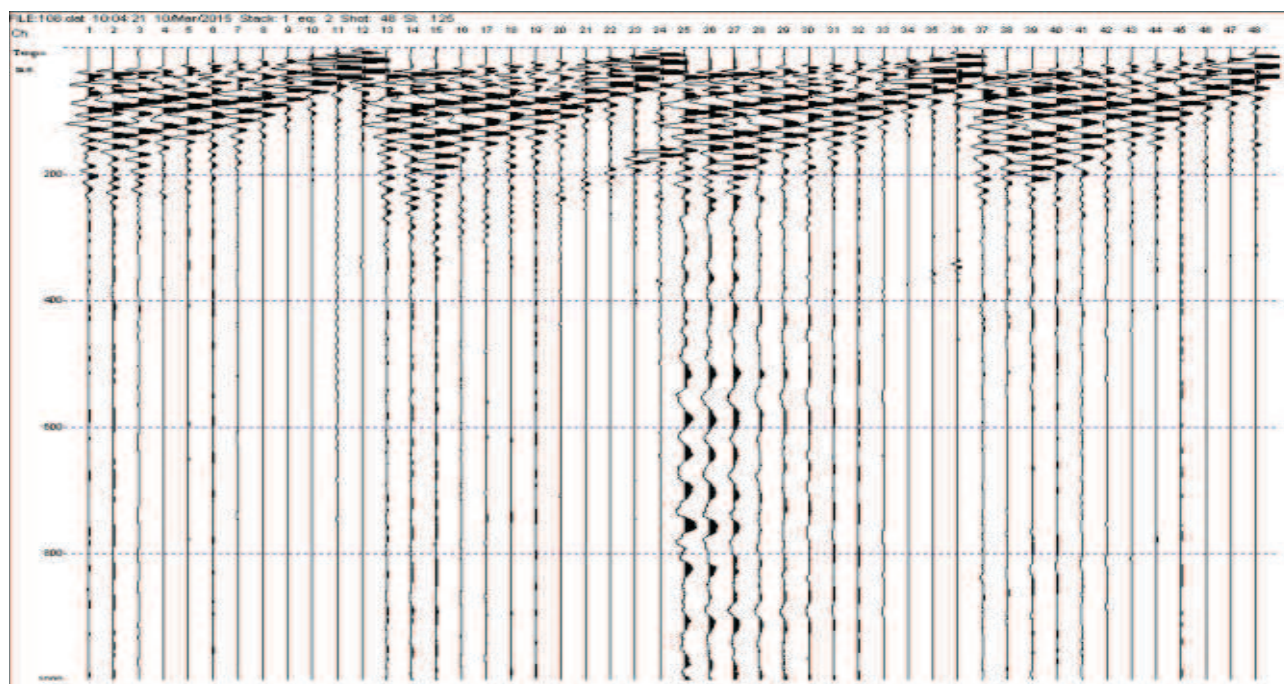


Energizzazioni in direzione dei sensori G1-G12



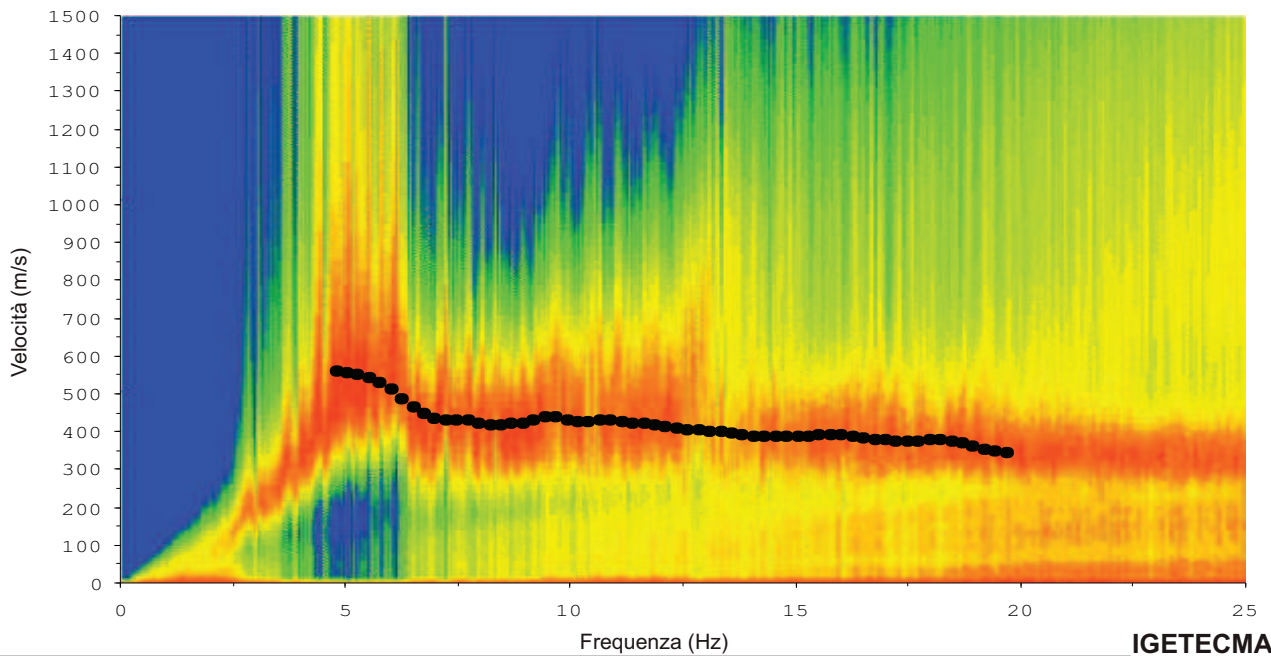
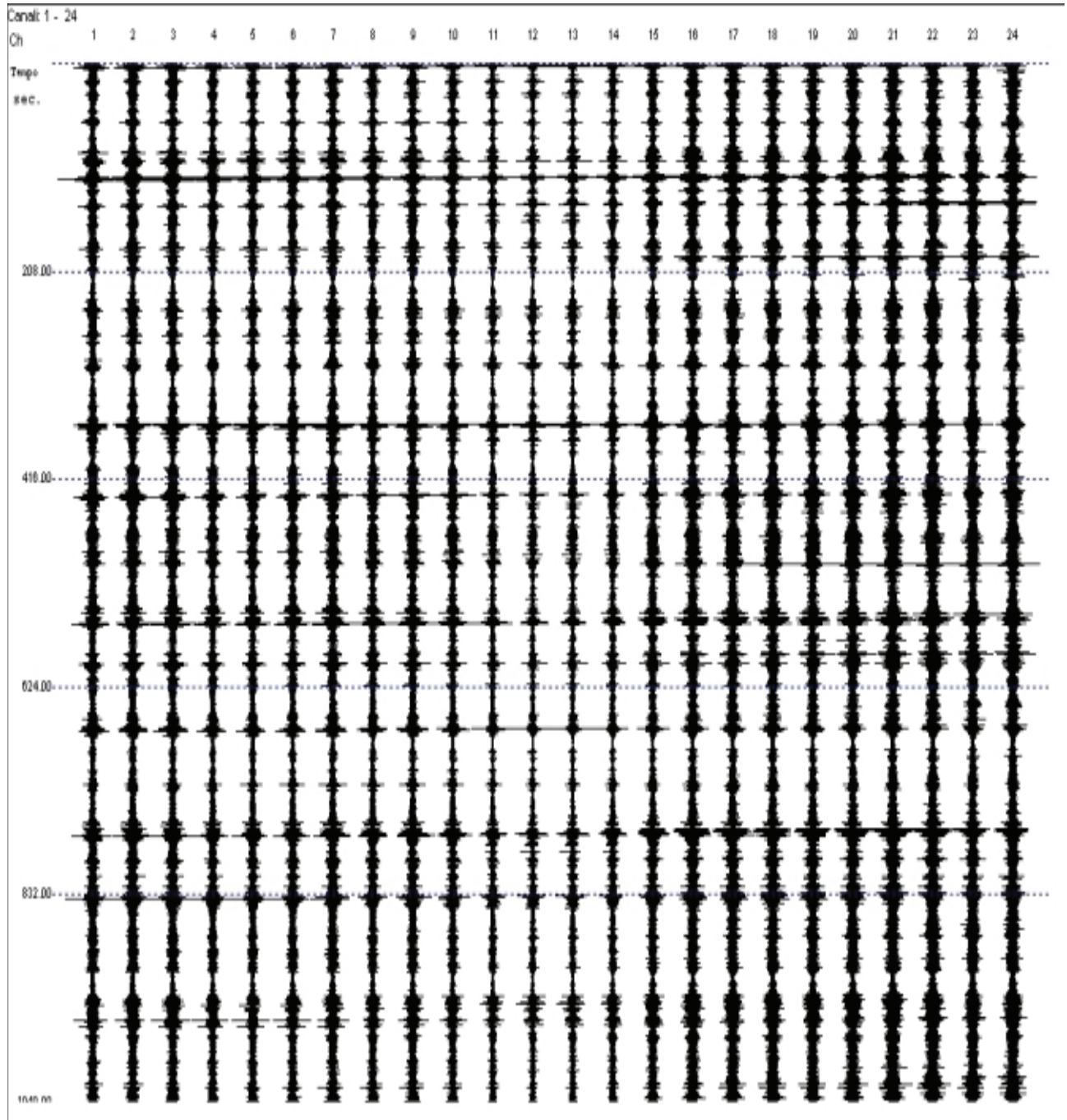


Energizzazioni in direzione dei sensori G13-G24





Registrazione microtremori - G1-G24





Documentazione fotografica



## Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

c	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	peso di volume del terreno in fondazione;
B	larghezza della fondazione;
D	profondità del piano di posa;
q	pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \cdot \text{tg} \phi}$$

$$N_q = A \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg} (1.4\phi)$$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 (D/B) \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 (D/B) \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = [1 - (\theta^\circ / \phi^\circ)]^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Per tenere conto del sisma, si può ridurre l'angolo d'attrito del terreno secondo il criterio di Sano. Sano valuta tale riduzione tramite la seguente relazione:

$$d\phi = \arctan ( A_{\max} / \sqrt{2} )$$

dove  $A_{\max}$  rappresenta la massima accelerazione orizzontale.

## Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento)

Per la verifica a scorrimento lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere la fondazione deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere la fondazione  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$ . Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_r$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_r + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle della fondazione. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 30 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_r$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_r$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

## Cedimenti della fondazione

### Metodo di Schmertmann

Schmertmann considera la distribuzione delle deformazioni unitarie con la profondità, al di sotto di una fondazione, mediante prove in piccola scala su terreni incoerenti e calcoli ad elementi finiti.

I risultati ottenuti sono caratterizzati da valori nulli o molto piccoli in superficie e da un massimo a profondità compresa tra  $B/2$  e  $B$ . Sulla base di queste osservazioni ha sviluppato il metodo per il calcolo del cedimento in asse ad una fondazione, utilizzando i risultati della *Prova Penetrometrica Statica*.

Secondo tale metodo il cedimento si esprime attraverso la seguente espressione:

$$w = C_1 C_2 q \sum_{i=1}^n \frac{I_{zi}}{E_i} \Delta_{zi}$$

nella quale:

$q$  rappresenta il carico netto applicato alla fondazione;  
 $I_z$  è un fattore di deformazione, i cui valori caratteristici sono:  
**0** a profondità di **2B** per fondazione circolare o quadrata  
**4B** per fondazione nastriforme.

Il valore massimo di  $I_z$  si verifica a una profondità rispettivamente pari a:

**B/2** per fondazione circolare o quadrata

**B** per fondazioni nastriformi

e vale **0.5** più un termine additivo legato alla tensione effettiva litostatica alla stessa profondità

$$I_{zmax} = 0.5 + 0.1 \sqrt{(q / \sigma_{v,p})}$$

$E_i$  rappresenta il modulo di deformabilità del terreno in corrispondenza dello strato **i-esimo** considerato nel calcolo;

$\Delta_{zi}$  rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo**;

$C_1$  e  $C_2$  sono due coefficienti correttivi.

Il modulo  $E$  viene assunto pari a **2.5**  $q_c$  per fondazioni circolari o quadrate e a **3.5**  $q_c$  per fondazioni nastriformi. Nei casi intermedi, si interpola in funzione del valore di  $L/B$ .

Il termine  $q_c$  che interviene nella determinazione di  $E$  rappresenta la resistenza alla punta fornita dalla prova C.P.T.

Le espressioni dei due coefficienti  $C_1$  e  $C_2$  sono:

$$C_1 = 1 - 0.5 (\sigma_{v,0}' / q) \geq 0.5$$

e tiene conto della profondità del piano di posa.

$$C_2 = 1 + 0.2 \log t/q$$

e tiene conto delle deformazioni differite nel tempo per effetto secondario.

Nell'espressione  $t$  rappresenta il tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si calcola il cedimento.



## Calcolo delle tensioni indotte

### Metodo di Boussinesq

Il metodo di Boussinesq considera il terreno come un mezzo omogeneo elastico ed isotropo. Dato un carico concentrato  $Q$ , applicato in superficie, la relazione di Boussinesq fornisce la seguente espressione della tensione verticale indotta in un punto  $P(x,y,z)$  posto alla profondità  $z$ :

$$q_v = \frac{3Qz^3}{2\pi R^5}$$

dove:  $R = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$ ;

Per ottenere la pressione indotta da un carico distribuito occorre integrare tale espressione su tutta l'area di carico, considerando il carico  $Q$  come un carico infinitesimo agente su una areola  $dA$ . L'integrazione analitica di questa espressione si presenta estremamente complessa specialmente nel caso di carichi distribuiti in modo non uniforme. Pertanto si ricorre a metodi di soluzione numerica. Dato il carico agente sulla fondazione, si calcola il diagramma delle pressioni indotte sul piano di posa della fondazione. Si divide l'area di carico in un elevato numero di areole rettangolari a ciascuna delle quali compete un carico  $dQ$ : la tensione indotta in un punto  $P(x,y,z)$ , posto alla profondità  $z$ , si otterrà sommando i contributi di tutte le areole di carico calcolati come nella formula di Boussinesq.

## Geometria della fondazione

### Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione della fondazione
<i>Forma</i>	Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>B</i>	Base/Diametro della fondazione espressa in [m]
<i>L</i>	Lunghezza della fondazione espressa in [m]
<i>D</i>	Profondità del piano di posa in [m]
<i>α</i>	Inclinazione del piano di posa espressa in [°]
<i>ω</i>	Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
Fondazione	(N)	0,00	--	0,40	--	0,80	0,00	0,00

## Descrizione terreni e falda

### Caratteristiche fisico-meccaniche

#### Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
<i>γ</i>	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
<i>γ<sub>sat</sub></i>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
<i>φ</i>	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
<i>δ</i>	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]

Descrizione	γ	γ <sub>sat</sub>	φ	δ	c	ca
Terreno	1950,0	2000,0	32,00	20,00	0,100	0,000
Terreno 2	1950,0	2000,0	35,00	20,00	0,100	0,000

### Descrizione prova CPT

#### Simbologia adottata

<i>n°</i>	Numero d'ordine dei valori della prova
<i>Z<sub>i</sub></i>	Profondità alla quale viene fatta la misura espressa in [m]
<i>ΔZ</i>	Spessore dello strato a q <sub>c</sub> costante in [m]
<i>q<sub>c</sub></i>	resistenza alla punta espressa in [kg/cmq]

n°	Z <sub>i</sub>	ΔZ	q <sub>c</sub>
1	0,50	0,80	82,00
2	1,50	1,00	35,00
3	2,50	1,20	38,00
4	3,50	1,40	25,00
5	4,50	1,60	30,00
6	5,50	1,80	32,00
7	6,50	2,00	64,00
8	7,50	2,20	41,00
9	8,50	2,40	24,00
10	9,50	2,60	48,00
11	10,50	2,80	94,00
12	11,50	3,00	175,00
13	12,50	3,20	90,00
14	13,50	3,40	231,00
15	14,50	3,60	148,00
16	15,50	3,80	208,00
17	16,50	4,00	203,00
18	17,50	4,20	227,00
19	18,50	4,40	134,00
20	19,50	4,60	118,00
21	20,50	4,80	109,00
22	21,50	5,00	108,00
23	22,50	5,20	192,00
24	23,50	5,40	222,00
25	24,50	5,60	164,00
26	25,50	5,80	500,00

## Descrizione stratigrafia

### *Simbologia adottata*

<i>n°</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1:	X = 0,0 [m]	Y = 0,0 [m]
Punto di sondaggio n° 2:	X = 3,0 [m]	Y = 0,0 [m]
Punto di sondaggio n° 3:	X = 0,0 [m]	Y = 3,0 [m]

<b>N</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Terreno</b>
1	-1,8	-1,8	-1,8	Terreno
2	-5,8	-5,8	-5,8	Terreno 2





## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kgm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espressa in [kgm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 (Condizione n° 1) [PERMANENTE]

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	1300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

<i>γ</i>	Coefficiente di partecipazione della condizione
<i>ψ</i>	Coefficiente di combinazione della condizione
<i>C</i>	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

#### Combinazione n° 1 SLU - Caso A1-M1

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.30	1.00	1.30

#### Combinazione n° 2 SLU - Caso A2-M2

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 3 SLU - Caso A1-M1 - Sismica

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 4 SLU - Caso A2-M2 - Sismica

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 5 SLE - Quasi Permanente

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 6 SLE - Frequente

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 7 SLE - Rara

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 8 SLE - Quasi Permanente - Sismica

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 9 SLE - Frequente - Sismica

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

#### Combinazione n° 10 SLE - Rara - Sismica

Condizione n° 1	γ	ψ	C
Condizione n° 1	1.00	1.00	1.00

**Analisi in condizioni drenate****Verifica della portanza per carichi verticali**

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Meyerhof  
La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c + q N_q s_q i_q d_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: SANO [7,00(%)]

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

**Fondazione**Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,35	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	c = 0,10	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta B' = B - 2 ex = 0,40 [m]

Lunghezza ridotta L' = L - 2 ey = 1,00 [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1690,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1690,00 = 28,87$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,31	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 26,56$	[°]
Coesione	c = 0,08	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]



Base ridotta  $B' = B - 2 e_x = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 e_y = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 23,18$	$N_q = 12,59$	$N_\gamma = 8,79$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,65$	$d_q = 1,32$	$d_\gamma = 1,32$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 3,05 + 2,60 + 0,45 = 6,11 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 3,39 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 24429,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 13571,69 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 24429,04 / 1300,00 = 18,79$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 104,15$

#### Combinazione n° 3 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coazione	$c = 0,10$	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 e_x = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 e_y = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 4 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,31$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 23,73$	[°]
Coazione	$c = 0,08$	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 18,96$	$N_q = 9,33$	$N_\gamma = 5,46$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,61$	$d_q = 1,31$	$d_\gamma = 1,31$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 2,45 + 1,90 + 0,28 = 4,63 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 2,57 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 18508,36 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 10282,42 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 18508,36 / 1300,00 = 14,24$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 104,15$

#### Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1300,00 = 37,54$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1300,00 = 37,54$$

Indici rigidezza  
 $I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1300,00 = 37,54$$

Indici rigidezza  
 $I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 8 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cm <sup>2</sup> ]



Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza  
 $I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 9 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza  
 $I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 10 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40$  [m]  
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza  
 $I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

## Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 0,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

$\eta_{req}$ : coefficiente di sicurezza richiesto

### *Simbologia adottata*

$Cmb$	Identificativo della combinazione
$H$	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
$R_{ult1}$	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
$R_{ult2}$	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
$R$	Somma di $R_{ult1}$ e $R_{ult2}$
$R_{amm}$	Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [kg]
$\eta$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento

### Fondazione

<b>Cmb</b>	<b>H</b>	<b>R<sub>ult1</sub></b>	<b>R<sub>ult2</sub></b>	<b>R</b>	<b>R<sub>amm</sub></b>	<b><math>\eta</math></b>
1	0,00	615,11	0,00	615,11	615,11	100,00
2	0,00	378,53	0,00	378,53	344,12	100,00
3	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
4	0,00	378,53	0,00	378,53	344,12	100,00
5	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
6	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
7	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
8	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
9	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
10	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00

## Cedimenti

## Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

## Simbologia adottata

Comb	numero d'ordine della combinazione
$w_i$	cedimento iniziale espresso in [cm]
$w_f$	cedimento finale espresso in [cm]
$B'$	base della fondazione ridotta espresso in [m]
$L'$	lunghezza della fondazione ridotta espresso in [m]
$H$	spessore strato compressibile espresso in [m]
$\sigma_{vi}$	tensione ..... [kg/cmq]
$q$	pressione al piano di posa espressa in [kg/cmq]
$q'$	pressione efficace netta espresso in [kg/cmq]
$\xi$	Coefficiente di forma
$C_1$	coeff. che tiene conto dell'affondamento relativo della fondazione
$f_s$	fattore correttivo della forma

## Fondazione

I cedimenti a lungo termine sono calcolati a:  $t = 5,00$  [anni]

La pressione geostatica al piano di posa è:  $\sigma_{v0} = 0,16$  [kg/cmq]

Coefficiente che tiene conto del cedimento secondario:  $C_2 = 1,34$

Comb	$w_i$	$w_f$	$B'$	$L'$	$H$	$\sigma_{vi}$	$q$	$q'$	$\xi$	$C_1$
1	0,06	0,07	0,40	4,00	1,60	0,23	0,42	0,27	1,00	0,71

n°	$\Delta z$	$q_c$	$z$	$Iz$	$E$	$\Delta w$
1	0,80	82,00	0,40	0,61	287,00	0,03
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,02
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	$w_i$	$w_f$	$B'$	$L'$	$H$	$\sigma_{vi}$	$q$	$q'$	$\xi$	$C_1$
2	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	$\Delta z$	$q_c$	$z$	$Iz$	$E$	$\Delta w$
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00



19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
3	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
4	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
5	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01

3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>vi</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
6	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>vi</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
7	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00

18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
8	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
9	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
10	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01

2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

**Analisi in condizioni non drenate****Verifica della portanza per carichi verticali**

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Meyerhof  
La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c + q N_q s_q i_q d_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: SANO [7,00(%)]

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

**Fondazione****Combinazione n° 1**

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 e_x = 0,40$  [m]

Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 e_y = 1,00$  [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$



Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1690,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1690,00 = 20,81$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

### Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 0,86	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,17 + 0,16 + 0,00 = 6,32 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 3,51 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 25296,00 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 14053,33 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 25296,00 / 1300,00 = 19,46$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

### Combinazione n° 3 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 4 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 0,86	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,17 + 0,16 + 0,00 = 6,32 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 3,51 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 25296,00 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 14053,33 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 25296,00 / 1300,00 = 19,46$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 6

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 7

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 8 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 9 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$



Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 13,56$$

#### Combinazione n° 10 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cmq]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 e_x = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 e_y = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 13,56$$



## Cedimenti

## Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

## Simbologia adottata

Comb	numero d'ordine della combinazione
$w_i$	cedimento iniziale espresso in [cm]
$w_f$	cedimento finale espresso in [cm]
$B'$	base della fondazione ridotta espresso in [m]
$L'$	lunghezza della fondazione ridotta espresso in [m]
$H$	spessore strato compressibile espresso in [m]
$\sigma_{vi}$	tensione ..... [kg/cmq]
$q$	pressione al piano di posa espressa in [kg/cmq]
$q'$	pressione efficace netta espresso in [kg/cmq]
$\xi$	Coefficiente di forma
$C_1$	coeff. che tiene conto dell'affondamento relativo della fondazione
$f_s$	fattore correttivo della forma

## Fondazione

I cedimenti a lungo termine sono calcolati a:  $t = 5,00$  [anni]

La pressione geostatica al piano di posa è:  $\sigma_{v0} = 0,16$  [kg/cmq]

Coefficiente che tiene conto del cedimento secondario:  $C_2 = 1,34$

Comb	$w_i$	$w_f$	$B'$	$L'$	$H$	$\sigma_{vi}$	$q$	$q'$	$\xi$	$C_1$
1	0,06	0,07	0,40	4,00	1,60	0,23	0,42	0,27	1,00	0,71

n°	$\Delta z$	$q_c$	$z$	$Iz$	$E$	$\Delta w$
1	0,80	82,00	0,40	0,61	287,00	0,03
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,02
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	$w_i$	$w_f$	$B'$	$L'$	$H$	$\sigma_{vi}$	$q$	$q'$	$\xi$	$C_1$
2	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	$\Delta z$	$q_c$	$z$	$Iz$	$E$	$\Delta w$
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00

19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>i</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
3	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>i</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
4	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>i</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
5	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01



3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>vi</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
6	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>vi</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
7	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00

18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
8	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
9	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
10	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01

2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

## Normativa

N.T.C. 2008

**Calcolo secondo: Approccio 2**

### Coefficienti parziali combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

### Coefficienti parziali combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche geotecniche.**

Capacità portante	$\gamma_r$	R1	R2	R3
Scorrimento	$\gamma_r$	1,00	1,80	2,30
		1,00	1,10	1,10

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0,70 \quad \Psi_1=0,50 \quad \Psi_2=0,20$

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.  
Carichi orizzontali positivi verso sinistra.  
Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kg]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kgm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [kgm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i><math>\beta</math></i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kg]

### Condizione n° 1 (Condizione n° 1) [PERMANENTE]

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>T</b>
Fondazione	1300,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0	0,0

## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
<i>C</i>	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

### Combinazione n° 1 SLU - Approccio 2

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.30	1.00	1.30

### Combinazione n° 2 SLU - Approccio 2 - Sismica

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 3 SLE - Quasi Permanente

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 4 SLE - Frequente

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 5 SLE - Rara

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 6 SLE - Quasi Permanente - Sismica

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 7 SLE - Frequente - Sismica

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 8 SLE - Rara - Sismica

Condizione n° 1	$\gamma$	$\Psi$	<i>C</i>
	1.00	1.00	1.00

### Analisi in condizioni drenate

## Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Meyerhof  
La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c + q N_q s_q i_q d_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: SANO [7,00(%)]

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

### Fondazione

#### Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,35	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	c = 0,10	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta B' = B - 2 ex = 0,40 [m]

Lunghezza ridotta L' = L - 2 ey = 1,00 [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$q_d = 5,30 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 21215,57 \text{ [kg]}$$

$$V = 1690,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1690,00 = 28,87$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 192,52$

#### Combinazione n° 2 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,35	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	c = 0,10	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta B' = B - 2 ex = 0,40 [m]

Lunghezza ridotta L' = L - 2 ey = 1,00 [m]



Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 3,90 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 15583,50 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 192,52$$

Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 e_x = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 e_y = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1300,00 = 37,54$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 192,52$$

Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

$$\text{Base ridotta} \quad B' = B - 2 e_x = 0,40 \text{ [m]}$$

$$\text{Lunghezza ridotta} \quad L' = L - 2 e_y = 1,00 \text{ [m]}$$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1300,00 = 37,54$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$	$I_{rc} = 192,52$
--------------	-------------------

Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 32,00$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 0,40$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 1,00$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 35,49$	$N_q = 23,18$	$N_\gamma = 22,02$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,72$	$d_q = 1,36$	$d_\gamma = 1,36$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 6,11 + 4,92 + 1,17 = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 12,20 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 48795,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 48795,80 / 1300,00 = 37,54$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$	$I_{rc} = 192,52$
--------------	-------------------

Combinazione n° 6 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 0,40$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 1,00$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$	$I_{rc} = 192,52$
--------------	-------------------

Combinazione n° 7 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 0,40$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 1,00$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$	$I_{rc} = 192,52$
--------------	-------------------

Combinazione n° 8 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,35$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 29,17$	[°]
Coesione	$c = 0,10$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 0,40$ [m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 1,00$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 28,22$	$N_q = 16,75$	$N_\gamma = 13,61$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,68$	$d_q = 1,34$	$d_\gamma = 1,34$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 4,75 + 3,50 + 0,71 = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,96 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35842,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35842,04 / 1300,00 = 27,57$$

Indici rigidità

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 192,52$$

## Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 0,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

$\eta_{req}$ : coefficiente di sicurezza richiesto

*Simbologia adottata*

$Cmb$	Identificativo della combinazione
$H$	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
$R_{ult1}$	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
$R_{ult2}$	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
$R$	Somma di $R_{ult1}$ e $R_{ult2}$
$R_{amm}$	Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [kg]
$\eta$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento

### Fondazione

<b>Cmb</b>	<b>H</b>	<b>R<sub>ult1</sub></b>	<b>R<sub>ult2</sub></b>	<b>R</b>	<b>R<sub>amm</sub></b>	<b><math>\eta</math></b>
1	0,00	615,11	0,00	615,11	559,19	100,00
2	0,00	473,16	0,00	473,16	430,15	100,00
3	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
4	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
5	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
6	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
7	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00
8	0,00	473,16	0,00	473,16	473,16	100,00

## Cedimenti

## Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

## Simbologia adottata

Comb	numero d'ordine della combinazione
$w_i$	cedimento iniziale espresso in [cm]
$w_f$	cedimento finale espresso in [cm]
$B'$	base della fondazione ridotta espresso in [m]
$L'$	lunghezza della fondazione ridotta espresso in [m]
$H$	spessore strato compressibile espresso in [m]
$\sigma_{vi}$	tensione ..... [kg/cmq]
$q$	pressione al piano di posa espressa in [kg/cmq]
$q'$	pressione efficace netta espresso in [kg/cmq]
$\xi$	Coefficiente di forma
$C_1$	coeff. che tiene conto dell'affondamento relativo della fondazione
$f_s$	fattore correttivo della forma

## Fondazione

I cedimenti a lungo termine sono calcolati a:  $t = 5,00$  [anni]

La pressione geostatica al piano di posa è:  $\sigma_{v0} = 0,16$  [kg/cmq]

Coefficiente che tiene conto del cedimento secondario:  $C_2 = 1,34$

Comb	$w_i$	$w_f$	$B'$	$L'$	$H$	$\sigma_{vi}$	$q$	$q'$	$\xi$	$C_1$
1	0,06	0,07	0,40	4,00	1,60	0,23	0,42	0,27	1,00	0,71

n°	$\Delta z$	$q_c$	$z$	$Iz$	$E$	$\Delta w$
1	0,80	82,00	0,40	0,61	287,00	0,03
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,02
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	$w_i$	$w_f$	$B'$	$L'$	$H$	$\sigma_{vi}$	$q$	$q'$	$\xi$	$C_1$
2	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	$\Delta z$	$q_c$	$z$	$Iz$	$E$	$\Delta w$
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00



19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
3	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
4	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
5	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01

3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>vi</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
6	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>vi</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
7	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00

18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
8	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

**Analisi in condizioni non drenate****Verifica della portanza per carichi verticali**

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Meyerhof  
La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c + q N_q s_q i_q d_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: SANO [7,00(%)]

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N<sub>γ</sub> per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Meccanismo di punzonamento in presenza di falda.

**Fondazione****Combinazione n° 1**

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	H = 0,20	[m]
Peso specifico terreno	γ = 1950,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	φ = 0,00	[°]
Coesione	c = 1,20	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo di taglio	G = 0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 3,82 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 15289,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1690,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1690,00 = 20,81$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

#### Combinazione n° 2 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 3,82 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 15289,04 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

#### Combinazione n° 3

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

#### Combinazione n° 4

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

#### Combinazione n° 5

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]



Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

#### Combinazione n° 6 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

#### Combinazione n° 7 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

Combinazione n° 8 (SISMICA)

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 0,20$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 1950,00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 0,00$	[°]
Coesione	$c = 1,20$	[kg/cmq]
Modulo di taglio	$G = 0,00$	[kg/cmq]

Base ridotta  $B' = B - 2 \text{ ex} = 0,40 \text{ [m]}$   
 Lunghezza ridotta  $L' = L - 2 \text{ ey} = 1,00 \text{ [m]}$

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 5,14$	$N_q = 1,00$	$N_\gamma = 0,00$
$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,40$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 8,64 + 0,16 + 0,00 = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$q_d = 8,79 \text{ [kg/cmq]}$$

$$Q_u = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$Q_d = 35164,80 \text{ [kg]}$$

$$V = 1300,00 \text{ [kg]}$$

$$\eta = Q_u / V = 35164,80 / 1300,00 = 27,05$$

Indici rigidezza

$I_c = 1,00$   $I_{rc} = 13,56$

## Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento).

Partecipazione spinta passiva: 0,00 (%)

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

 $\eta_{req}$ : coefficiente di sicurezza richiesto**Simbologia adottata**

<i>Cmb</i>	Identificativo della combinazione
<i>H</i>	Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]
<i>R<sub>ult1</sub></i>	Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]
<i>R<sub>ult2</sub></i>	Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]
<i>R</i>	Somma di <i>R<sub>ult1</sub></i> e <i>R<sub>ult2</sub></i>
<i>R<sub>amm</sub></i>	Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [kg]
$\eta$	Coeff. di sicurezza allo scorrimento

**Fondazione**

<b>Cmb</b>	<b>H</b>	<b>R<sub>ult1</sub></b>	<b>R<sub>ult2</sub></b>	<b>R</b>	<b>R<sub>amm</sub></b>	<b><math>\eta</math></b>
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00

**Cedimenti****Dettagli sui cedimenti dei singoli strati****Simbologia adottata**

<i>Comb</i>	numero d'ordine della combinazione
<i>w<sub>i</sub></i>	cedimento iniziale espresso in [cm]
<i>w<sub>f</sub></i>	cedimento finale espresso in [cm]
<i>B'</i>	base della fondazione ridotta espresso in [m]
<i>L'</i>	lunghezza della fondazione ridotta espresso in [m]
<i>H</i>	spessore strato compressibile espresso in [m]
$\sigma_{vi}$	tensione ..... [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>q</i>	pressione al piano di posa espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>q'</i>	pressione efficace netta espresso in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\xi$	Coefficiente di forma
<i>C<sub>1</sub></i>	coeff. che tiene conto dell'affondamento relativo della fondazione
<i>f<sub>c</sub></i>	fattore correttivo della forma

**Fondazione**I cedimenti a lungo termine sono calcolati a:  $t = 5,00$  [anni]La pressione geostatica al piano di posa è:  $\sigma_{v0} = 0,16$  [kg/cm<sup>2</sup>]Coefficiente che tiene conto del cedimento secondario:  $C_2 = 1,34$ 

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>f</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b><math>\sigma_{vi}</math></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b><math>\xi</math></b>	<b>C<sub>1</sub></b>
1	0,06	0,07	0,40	4,00	1,60	0,23	0,42	0,27	1,00	0,71
<b>n°</b>	<b><math>\Delta z</math></b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b><math>\Delta w</math></b>				
1	0,80	82,00	0,40	0,61	287,00	0,03				
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,02				
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00				
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00				
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00				
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00				
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00				
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00				
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00				
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00				
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00				
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00				
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00				
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00				
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00				
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00				
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00				
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00				
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00				

20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
2	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
3	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

<b>Comb</b>	<b>w<sub>i</sub></b>	<b>w<sub>r</sub></b>	<b>B'</b>	<b>L'</b>	<b>H</b>	<b>σ<sub>vi</sub></b>	<b>q</b>	<b>q'</b>	<b>ξ</b>	<b>C<sub>1</sub></b>
4	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

<b>n°</b>	<b>Δz</b>	<b>q<sub>c</sub></b>	<b>z</b>	<b>Iz</b>	<b>E</b>	<b>Δw</b>
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00

4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
5	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
6	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00



19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
7	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00

Comb	w <sub>i</sub>	w <sub>r</sub>	B'	L'	H	σ <sub>i</sub>	q	q'	ξ	C <sub>1</sub>
8	0,03	0,03	0,40	4,00	1,60	0,23	0,33	0,17	1,00	0,54

n°	Δz	q <sub>c</sub>	z	Iz	E	Δw
1	0,80	82,00	0,40	0,58	287,00	0,01
2	1,00	35,00	1,30	0,15	122,50	0,01
3	1,20	38,00	2,40	0,00	133,00	0,00
4	1,40	25,00	3,70	0,00	87,50	0,00
5	1,60	30,00	5,20	0,00	105,00	0,00
6	1,80	32,00	6,90	0,00	112,00	0,00
7	2,00	64,00	8,80	0,00	224,00	0,00
8	2,20	41,00	10,90	0,00	143,50	0,00
9	2,40	24,00	13,20	0,00	84,00	0,00
10	2,60	48,00	15,70	0,00	168,00	0,00
11	2,80	94,00	18,40	0,00	329,00	0,00
12	3,00	175,00	21,30	0,00	612,50	0,00
13	3,20	90,00	24,40	0,00	315,00	0,00
14	3,40	231,00	27,70	0,00	808,50	0,00
15	3,60	148,00	31,20	0,00	518,00	0,00
16	3,80	208,00	34,90	0,00	728,00	0,00
17	4,00	203,00	38,80	0,00	710,50	0,00
18	4,20	227,00	42,90	0,00	794,50	0,00
19	4,40	134,00	47,20	0,00	469,00	0,00
20	4,60	118,00	51,70	0,00	413,00	0,00
21	4,80	109,00	56,40	0,00	381,50	0,00
22	5,00	108,00	61,30	0,00	378,00	0,00
23	5,20	192,00	66,40	0,00	672,00	0,00
24	5,40	222,00	71,70	0,00	777,00	0,00
25	5,60	164,00	77,20	0,00	574,00	0,00
26	5,80	500,00	82,90	0,00	1750,00	0,00