

TITLE: RELAZIONE GEOTECNICA

AVAILABLE LANGUAGE: IT

## RELAZIONE GEOTECNICA

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile  
 agrovoltaica di potenza di picco pari a 64.688,50 kWp con  
 sistema di accumulo integrato e relative opere di connessione  
 alla rete RTN  
**"TROINA"**

File: TRO.ENG.REL.010.00\_Relazione geotecnica.doc

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	20/12/2022	EMISSIONE	P.De Rose	L.Spaccino A.Fata	V.Bretti

### CLIENT VALIDATION

Name	Discipline	PE
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATE BY

### CLIENT CODE

IMP.			GROUP.			TYPE			PROGR.			REV	
T	R	O	E	N	G	R	E	L	0	1	0	0	0

CLASSIFICATION For Information or For Validation

UTILIZATION SCOPE Basic Design

This document is property of Troina Solar 2 S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Troina Solar 2 S.r.l.

## INDICE

<b>CAPITOLO I – STRUTTURA DI BASE TRASFORMATORE</b>	<b>1</b>
1.1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	1
1.2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	1
1.3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	1
1.3.1 – PROVE EFFETTUATE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	1
1.3.2 – IDROGEOLOGIA .....	2
1.4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO .....	2
1.4.1 - MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	2
1.4.2 - PERICOLOSITA' SISMICA .....	2
1.5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE .....	4
1.6 - VERIFICHE DI SICUREZZA.....	4
1.6.1 - CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE.....	5
1.6.2 - FATTORI CORRETTIVI AL CARICO LIMITE IN PRESENZA DI SISMA.....	8
1.7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI.....	10
1.7.1 - CALCOLO DELL'INCREMENTO DELLE TENSIONI.....	11
1.7.2 - CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	12
1.7.3 - CALCOLO DELLE DISTORSIONI ANGOLARI.....	14
1.8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	14
<b>CAPITOLO II – EDIFICIO UTENZA</b>	<b>16</b>
2.1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	16
2.2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	16
2.3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	16
2.3.1 – PROVE EFFETTUATE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	16
2.3.2 – IDROGEOLOGIA .....	17
2.4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO .....	17
2.4.1 - MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	17
2.4.2 - PERICOLOSITA' SISMICA .....	17
2.5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE .....	19
2.6 - VERIFICHE DI SICUREZZA.....	19
2.6.1 - CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE.....	20
2.6.2 - FATTORI CORRETTIVI AL CARICO LIMITE IN PRESENZA DI SISMA.....	23
2.7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI.....	25
2.7.1 - CALCOLO DELL'INCREMENTO DELLE TENSIONI.....	25
2.7.2 - CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	26
2.7.3 - CALCOLO DELLE DISTORSIONI ANGOLARI.....	30
2.8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	30
<b>CAPITOLO III – CABINATO</b>	<b>32</b>
3.1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA .....	32
3.2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	32
3.3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	32
3.3.1 – PROVE EFFETTUATE E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	32
3.3.2 – IDROGEOLOGIA .....	33
3.4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO .....	33
3.4.1 - MODELLAZIONE GEOTECNICA .....	33
3.4.2 - PERICOLOSITA' SISMICA .....	33
3.5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE .....	35
3.6 - VERIFICHE DI SICUREZZA.....	35
3.6.1 - CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE.....	36
3.6.2 - FATTORI CORRETTIVI AL CARICO LIMITE IN PRESENZA DI SISMA.....	38
3.7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI.....	41

3.7.1 - CALCOLO DELL'INCREMENTO DELLE TENSIONI.....	41
3.7.2 - CALCOLO DEI CEDIMENTI.....	42
3.7.3 - CALCOLO DELLE DISTORSIONI ANGOLARI.....	47
3.8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA.....	47
<b>CAPITOLO IV – STRUTTURA DI SOSTEGNO PANNELLI FOTOVOLTAICI -TRACKER 2X30</b>	49
4.1 – NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	49
4.2 – DATI .....	49
4.3 – NORMATIVA .....	50
4.4 – CONFIGURAZIONE ORIZZONTALE.....	51
4.4.1 - CONDIZIONE DI CARICO.....	51
4.4.2 – RISULTATI .....	51
4.5 – CONFIGURAZIONE ORIZZONTALE .....	63
4.5.1 - CONDIZIONE DI CARICO.....	63
4.5.2 RISULTATI .....	66
<b>CAPITOLO V – STRUTTURA DI SOSTEGNO PANNELLI FOTOVOLTAICI -TRACKER 2X15</b>	67
5.1 – NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	68
5.2 – DATI .....	68
5.3 - CONDIZIONE DI CARICO.....	70
5.4 – RISULTATI .....	70
<b>CAPITOLO VI – STRUTTURA DI SOSTEGNO PANNELLI FOTOVOLTAICI -TRACKER 2X10</b>	83
6.1 – NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	83
6.2 – DATI .....	83
6.3 - CONDIZIONE DI CARICO.....	85
6.4 – RISULTATI .....	85

# CAPITOLO I – BASE TRASFORMATORE

## 1. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

### 1.1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

### 1.2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018** (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

**Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica"** - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

### 1.3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

#### 1.3.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

#### TERRENI

N <sub>TRN</sub>	$\gamma_T$ [N/m <sup>3</sup> ]	K <sub>1X</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]	K <sub>1</sub>		$\phi$ [°]	c <sub>u</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	c' [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>cu</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	Terreni	
			K <sub>1Y</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]	K <sub>1Z</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]						A <sub>S-B</sub>	ST_P
<b>Argilla limosa</b>											
T001	19.123	10	10	30	20	0,070	0,022	6	60	0,750	NO

$N_{TRN}$	$\gamma_T$	$K_{1X}$	$K_1$ $K_{1Y}$	$K_{1Z}$	$\phi$	$c_u$	$c'$	$E_d$	$E_{cu}$	$A_{S-B}$	$ST\_P$
	[N/m <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		

**LEGENDA:**

<b><math>N_{TRN}</math></b>	Numero identificativo del terreno.
<b><math>\gamma_T</math></b>	Peso specifico del terreno.
<b><math>K_1</math></b>	Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato $b = 30$ cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X ( $K_{1X}$ ), Y ( $K_{1Y}$ ), e Z ( $K_{1Z}$ ).
<b><math>\phi</math></b>	Angolo di attrito del terreno.
<b><math>c_u</math></b>	Coesione non drenata.
<b><math>c'</math></b>	Coesione efficace.
<b><math>E_d</math></b>	Modulo edometrico.
<b><math>E_{cu}</math></b>	Modulo elastico in condizione non drenate.
<b><math>A_{S-B}</math></b>	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.
<b><math>ST\_P</math></b>	[SI]: Il terreno è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra; [NO]: Il terreno NON è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra.

**NB:** Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite ( $q_{lim}$ ) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione Significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J"} (\text{strato}, i) \cdot \text{Spessore}(\text{strato}, i)]}{\text{Profondità significativa}}$$

con  $i = 1, \dots, n$  (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

### 1.3.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

## 1.4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

**B [B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti]**, basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio ( $V_{S30}$ ) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test ( $N_{SPT}$ ) e/o della resistenza non drenata equivalente ( $c_{u,30}$ ). Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

### 1.4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

### 1.4.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

## DATI GENERALI ANALISI SISMICA

**Dati generali analisi sismica**

Ang [°]	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir <sub>Temp</sub>	C.S.T.	RP	RH	ξ [%]
0	15	ND	ac	X Y	- -	S	N	B	NO	SI	5

**LEGENDA:**

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Media - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:  
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti - [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiati monopiano;  
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [C-P/MP] = muratura in pietra e/o mattoni pieni - [C-BAS] = muratura in blocchi artificiali con percentuale di foratura > 15%;  
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- EcA** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- Ir<sub>Temp</sub>** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.T.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.
- RP** Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- ξ** Coefficiente viscoso equivalente.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

**DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI COMPORTAMENTO**

Dir	q'	q	q <sub>0</sub>	K <sub>R</sub>	Fattori di comportamento	
					α <sub>u</sub> /α <sub>1</sub>	k <sub>w</sub>
X	-	1,500	4,00	-	1,00	-
Y	-	1,500	4,00	-	1,00	-
Z	-	1,000	-	-	-	-

**LEGENDA:**

- q'** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU ridotto (Fattore di comportamento ridotto - relazione C7.3.1 circolare NTC)
- q** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).
- q<sub>0</sub>** Valore di base (comprensivo di k<sub>w</sub>).
- K<sub>R</sub>** Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza : pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza, 0,8 per costruzioni non regolari in altezza, e 0,75 per costruzioni in muratura esistenti non regolari in altezza (§ C8.5.5.1)..
- α<sub>u</sub>/α<sub>1</sub>** Rapporto di sovraresistenza.
- k<sub>w</sub>** Fattore di riduzione di q<sub>0</sub>.

Stato Limite	T <sub>r</sub> [t]	a <sub>g</sub> /g	Amplif. Stratigrafica		F <sub>0</sub>	F <sub>v</sub>	T <sup>*</sup> <sub>c</sub> [s]	T <sub>B</sub> [s]	T <sub>c</sub> [s]	T <sub>D</sub> [s]
			S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>						
SLO	30	0,0484	1,200	1,458	2,567	0,763	0,244	0,119	0,356	1,794
SLD	50	0,0576	1,200	1,429	2,597	0,842	0,270	0,129	0,386	1,831
SLV	475	0,1223	1,200	1,316	2,525	1,192	0,408	0,179	0,537	2,089
SLC	975	0,1535	1,200	1,292	2,567	1,358	0,448	0,193	0,578	2,214

**LEGENDA:**

- T<sub>r</sub>** Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a<sub>g</sub>/g** Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S<sub>s</sub>** Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C<sub>c</sub>** Coefficienti di Amplificazione di T<sub>c</sub> allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F<sub>0</sub>** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- F<sub>v</sub>** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale.
- T<sup>\*</sup><sub>c</sub>** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T<sub>B</sub>** Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.
- T<sub>c</sub>** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.
- T<sub>D</sub>** Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

CI Ed	V <sub>N</sub> [t]	V <sub>R</sub> [t]	Lat. [°ssdc]	Long. [°ssdc]	Q <sub>g</sub> [m]	CTop	S <sub>T</sub>
2	50	50	37.706678	14.689341	650	T2	1,20

### LEGENDA:

**CI Ed** Classe dell'edificio

**V<sub>N</sub>** Vita nominale ([t] = anni).

**V<sub>R</sub>** Periodo di riferimento. [t] = anni.

**Lat.** Latitudine geografica del sito.

**Long.** Longitudine geografica del sito.

**Q<sub>g</sub>** Altitudine geografica del sito.

**CTop** Categoria topografica (Vedi NOTE).

**S<sub>T</sub>** Coefficiente di amplificazione topografica.

**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

Categoria topografica.

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

T2: Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ .

T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ .

T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ .

## 1.5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette.

## 1.6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

$R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni** [cfr. D.M. 2018]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno** [cfr. D.M. 2018]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan \phi_k$	$\gamma_\phi$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

Verifica	Coefficiente Parziale
----------	-----------------------

	<b>(R3)</b>
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

### 1.6.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

$c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);

$L$  = lunghezza della fondazione;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

**NB:** Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot e_B$$

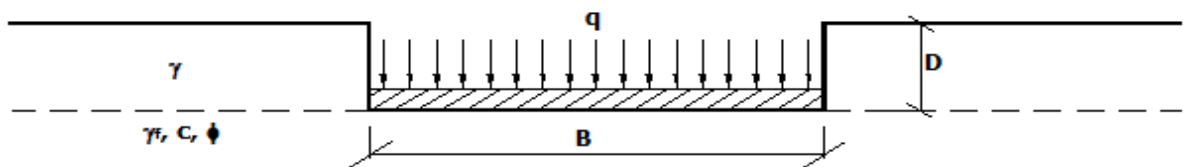
$e_B$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $B$ ;

$$L' = L - 2 \cdot e_L$$

$e_L$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $L$ ;

con  $B' \leq L'$ .

dove:



#### Calcolo dei fattori $N_c, N_q, N_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$k_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$  è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;

$\phi$  = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$\omega$  = angolo di inclinazione del piano campagna.

#### Calcolo dei fattori di forma $s_c, s_q, s_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$



$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$
---	---

con  $B'/L' < 1$ .

### Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa $d_c, d_{q_r}, d_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg\left(\frac{D}{B'}\right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$d_c = 1 + 0,4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

### Calcolo dei fattori di inclinazione del carico $i_c, i_{q_r}, i_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione}$$

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione}$$

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta \quad \text{se la forza H forma un angolo } \theta \text{ con la direzione longitudinale della fondazione}$$

Terreni coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni incoerenti ( $c = 0, \phi \neq 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

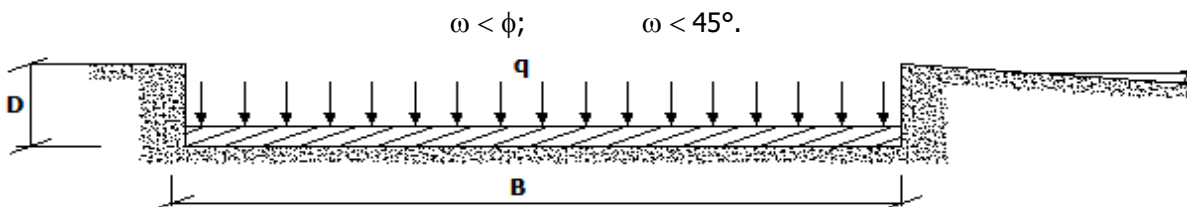
H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;  
V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna $b_c, b_{q_r}, b_\gamma$

Indicando con  $\omega$  la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:



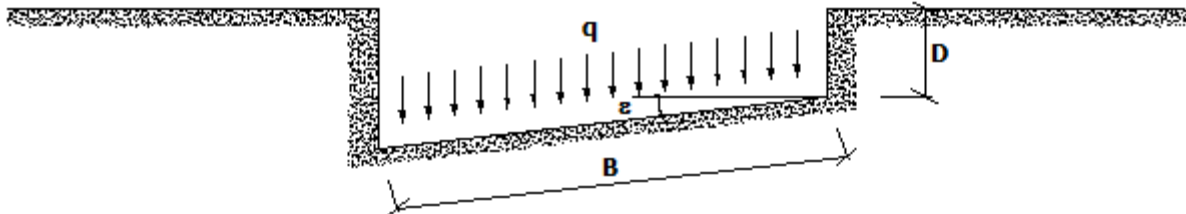
### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa $g_c, g_{q_r}, g_\gamma$

Indicando con  $\varepsilon$  la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\varepsilon < 45^\circ$$



### Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\Psi_c, \Psi_q, \Psi_\gamma$

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E= modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

$\nu$  = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

$\sigma$  = tensione litostatica alla profondità  $D+B/2$ .

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento  $\Psi_c, \Psi_q, \Psi_\gamma$  sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidità  $I_r$  si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[ \left( 3,3 - 0,45 \frac{B}{L} \right) \cot \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$\Psi_c = 0,32 + 0,12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0,6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\Psi_q = 1$	$\Psi_q = e^{\left\{ \left( 0,6 \frac{B'}{L'} - 4,4 \right) \tan \phi + \frac{3,07 \cdot \sin \phi \cdot \text{Log}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\Psi_\gamma = 1$	$\Psi_\gamma = \Psi_q$

### Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine "B·N<sub>γ</sub>", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione  $r_\gamma$ :

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente  $r_\gamma$  al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2,5	3	3,5	4	5	10	20	100
$r_\gamma$	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine "B·N<sub>γ</sub>" è predominante.

## Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

$c_u$  = coesione non drenata;

$\gamma_{sat}$  = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

**N.B:** Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito  $\phi$  sia nullo ( $\phi = 0$ ).

### 1.6.2 Fattori correttivi al carico limite in presenza di sisma

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (**effetto cinematico**) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (**effetto inerziale**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_{hi}$  e  $K_{hk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

$z_c, z_q, z_\gamma$  = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

$c_\gamma$  = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

### Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico $c_\gamma$

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente  $N_\gamma$  in funzione del coefficiente sismico  $K_{hk}$  che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica;

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

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B,C,D,E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico  $c_\gamma$  è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0,45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$ , altrimenti $c_\gamma = 0$

### Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale $z_c, z_q, z_\gamma$

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $K_{hi}$ .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di **Paolucci - Pecker** attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	se $z_c > 0$ altrimenti $z_c = 0$
	$z_\gamma = z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0.35}$	se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$ altrimenti $z_\gamma = z_q = 0$

dove il coefficiente sismico  $K_{hi}$  è calcolato come rapporto fra forza orizzontale e verticale, variabile quindi per ogni combinazione di carico sismica.

### Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $Q_{d,Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza  $R_d$ , ossia il rapporto fra il carico limite  $q_{lim}$  (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia  $Q_{Ed}$  e  $Q_{d,Rd}$  è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "per  $N_q$ , per  $N_c$  e per  $N_\gamma$ ", relative ai "Coef. Cor. Terzaghi", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_q \cdot Z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_c \cdot Z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot C_\gamma$$

### VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

#### Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>P.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>d,Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Trave 1-3	10,6 5	2,79	0,50	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,45	0,00	1,00	5,14	0,00	0,022	0,230	N
Trave 2-4	10,2 3	2,79	0,50	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,45	0,00	1,00	5,14	0,00	0,023	0,231	O
Trave 2b-2	7,41	1,32	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,45	0,00	1,00	5,14	0,00	0,031	0,231	N
Trave 4b-4	7,16	1,30	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,46	0,00	1,00	5,14	0,00	0,033	0,233	O
Trave 1b-3b	4,81	2,60	0,50	0,00	0,70	-	Coesivo	1,00	1,43	0,00	1,00	5,14	0,00	0,048	0,230	N
Trave 2b-4b	4,82	2,60	0,50	0,00	0,70	-	Coesivo	1,00	1,43	0,00	1,00	5,14	0,00	0,048	0,230	O
Trave 1-1b	8,64	2,16	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,36	0,00	1,00	5,14	0,00	0,025	0,216	N
Trave 3-3b	8,56	2,15	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,36	0,00	1,00	5,14	0,00	0,025	0,217	O
Trave 1b-2b	14,4 2	2,70	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,32	0,00	1,00	5,14	0,00	0,015	0,211	N
Trave 3b-4b	5,47	2,70	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,32	0,00	1,00	5,14	0,00	0,039	0,211	O

#### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>P.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fid</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

**Terzaghi**

**hi**

**Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.

**Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU**

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>P.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi							Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>y</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>y</sub>				

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

**VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD**

**Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD**

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>P.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi							Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>y</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>y</sub>				
Trave 1-3	22,7 5	2,79	0,50	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,45	0,00	1,00	5,14	0,00	0,013	0,295	N	
Trave 2-4	21,6 0	2,79	0,50	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,45	0,00	1,00	5,14	0,00	0,014	0,295	O	
Trave 2b-2	18,8 9	1,32	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,40	0,00	1,00	5,14	0,00	0,015	0,285	N	
Trave 4b-4	18,6 0	1,30	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,40	0,00	1,00	5,14	0,00	0,015	0,285	O	
Trave 1b-3b	10,4 1	2,60	0,50	0,00	0,70	-	Coesivo	1,00	1,43	0,00	1,00	5,14	0,00	0,028	0,294	N	
Trave 2b-4b	10,4 1	2,60	0,50	0,00	0,70	-	Coesivo	1,00	1,43	0,00	1,00	5,14	0,00	0,028	0,294	O	
Trave 1-1b	20,0 6	2,16	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,35	0,00	1,00	5,14	0,00	0,014	0,274	N	
Trave 3-3b	19,2 9	2,15	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,35	0,00	1,00	5,14	0,00	0,014	0,274	O	
Trave 1b-2b	27,5 3	2,70	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,32	0,00	1,00	5,14	0,00	0,010	0,270	N	
Trave 3b-4b	11,2 3	2,70	0,80	0,00	0,50	-	Coesivo	1,00	1,32	0,00	1,00	5,14	0,00	0,024	0,270	O	

**LEGENDA:**

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>P.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fid</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

**Terzaghi**

**hi** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

**1.7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI**

I cedimenti delle fondazioni superficiali sono il risultato (l'integrale) delle deformazioni verticali del terreno sottostante la fondazione. Queste deformazioni sono conseguenti ad un'alterazione dello stato di tensione nel sottosuolo imputabile a vari motivi quali il carico trasmesso dalle strutture di fondazione, variazioni del regime delle pressioni neutre nel sottosuolo, vibrazioni indotte, scavi eseguiti nei pressi della fondazione.

Nel calcolo eseguito dal software vengono stimati i cedimenti prodotti dai carichi trasmessi dalla fondazione, che sono sempre presenti, e ne è stata valutata l'ammissibilità in condizioni di esercizio.

### 1.7.1 Calcolo dell'incremento delle tensioni

Gli incrementi di tensione indotti nel sottosuolo, dai carichi applicati in superficie, sono stati valutati mediante la teoria di Boussinesq, che definisce lo stato di tensione e deformazione indotto in un semispazio elastico da una forza concentrata P agente normalmente al suo piano limite (figura sottostante).

Gli incrementi di tensione nel sottosuolo, che generano i cedimenti, espressi in un sistema di coordinate cilindriche  $\theta, z, r$ , sono determinate attraverso le seguenti relazioni:

$$\sigma_z = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^3}{R^5}$$

$$\sigma_r = -\frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[ -\frac{3 \cdot r^2 \cdot z}{R^3} + \frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot R}{(R+z)} \right]$$

$$\tau_{rz} = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^2 \cdot r}{R^5}$$

$$\sigma_\theta = -\frac{(1-2 \cdot \nu) \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[ \frac{z}{R} - \frac{R}{(R+z)} \right]$$

dove  $R = \sqrt{r^2 + z^2}$ .

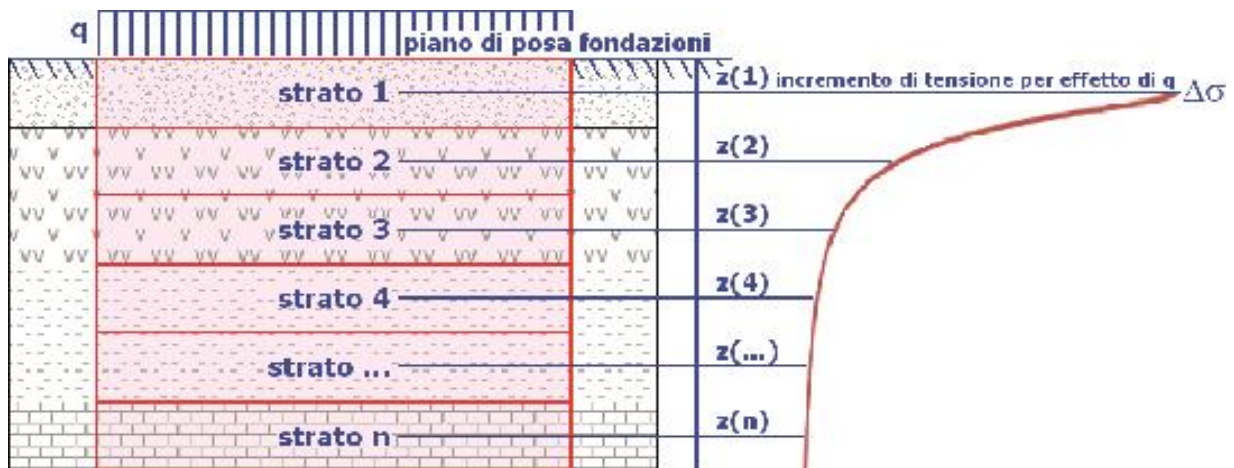
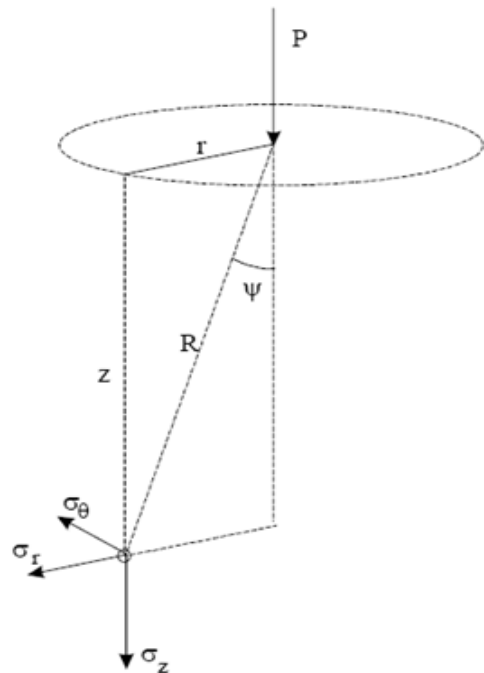
I valori delle tensioni radiali  $\sigma_r$  e tangenti  $\sigma_\theta$ , proiettati sugli assi X e Y, diventano:

$$\sigma_x = \sigma_r \cdot \cos(\alpha) - \sigma_\theta \cdot \sin(\alpha);$$

$$\sigma_y = \sigma_r \cdot \sin(\alpha) + \sigma_\theta \cdot \cos(\alpha);$$

dove  $\alpha$  è l'angolo formato dal raggio r con l'asse X.

Gli incrementi di tensione sono stati calcolati, per ogni combinazione di carico allo SLE e allo SLD, al centro di strati elementari (substrati) con cui si è discretizzato il sottosuolo in corrispondenza di ogni verticale di calcolo (vedi figura sottostante). L'altezza adottata per il substrato è di 100 cm.



#### Distribuzione delle forze al contatto del piano di posa

Per poter affrontare il problema in maniera generale, l'area di impronta della fondazione viene discretizzata in areole elementari sufficientemente piccole e si sostituisce all'azione ripartita, competente ad ogni singola areola, un'azione concentrata equivalente. Il terreno a contatto con la fondazione viene corrispondentemente discretizzato in elementi elastici, detti bounds, che lavorano nelle tre direzioni principali XYZ. Le fondazioni trasmettono agli elementi bounds le azioni provenienti dal calcolo in elevazione e su tale modello il solutore determina le azioni  $F_x, F_y, F_z$  agenti sul singolo bound. Inizialmente si ritiene il bound elastico e bidirezionale, ossia reagente anche a trazione, e in tale ipotesi viene condotto un calcolo lineare. Se, per effetto di eccentricità, si hanno bounds reagenti a trazione, si ridefinisce il legame costitutivo nell'ipotesi di assenza di

resistenza a trazione e si effettua un calcolo NON lineare in cui sono definite aree di contatto parzializzate e vengono esclusi i bounds a trazione.

Attraverso questo procedimento, effettuato per tutte le combinazioni di carico, sono note le reazioni dei bounds compressi e quindi le forze ( $F_z$ ) da cui calcolare gli incrementi di tensione nel sottosuolo in una serie di punti significativi.

Per ogni verticale in cui si è calcolato il cedimento, l'incremento di tensione nel sottosuolo è stato calcolato sommando gli effetti di tutte le forze elementari.

Inoltre, è stato considerato il *decremento di tensione dovuto allo scavo*, in modo da sottrarre all'intensità del carico applicato il valore della tensione litostatica agente sul piano di posa prima della realizzazione della fondazione.

### 1.7.2 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

- **Terreni a grana grossa**

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

- **Terreni a grana fina**

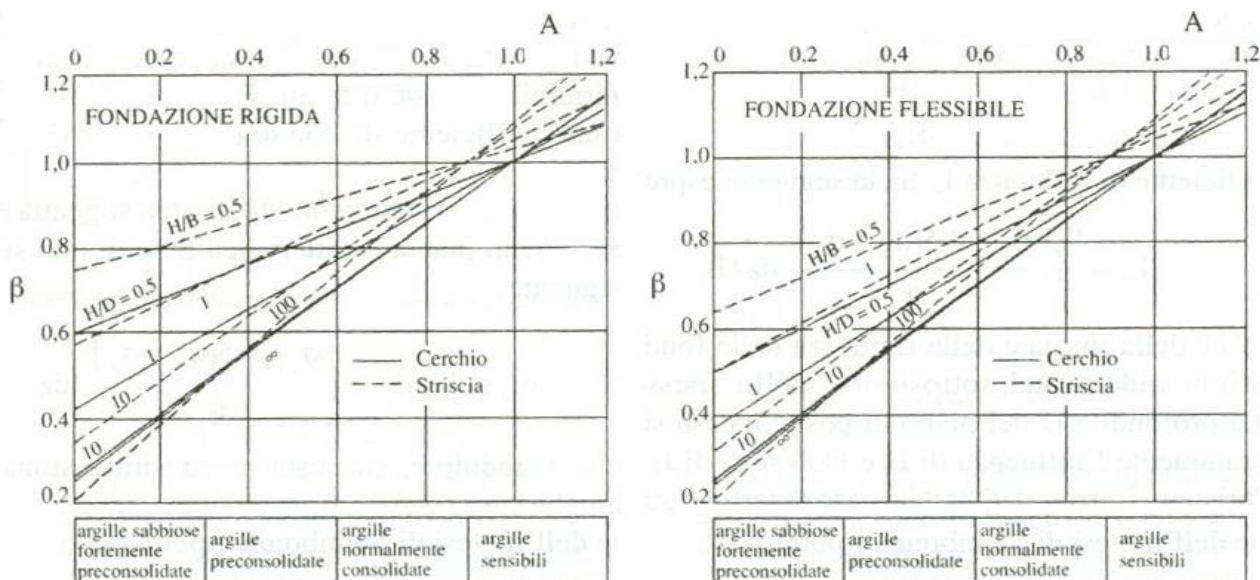
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $\Delta\sigma$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$w_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$W_c = \beta \cdot W_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidità della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	A <sub>skempton</sub>
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0,5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui  $H$  è lo spessore dello strato deformabile e le  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Rapporto $K_u = (E_u/c_u)$			
Grado di consolidazione del terreno (OCR)	$I_p < 0,3$	$0,3 < I_p < 0,5$	$I_p > 0,5$
basso/normale (< 3)	800	400	200
poco sovraconsolidato (da 3 a 5)	500	300	150
molto sovraconsolidato (> 5)	300	200	100

Il cedimento finale è pari a:

$$w_f = w_0 + w_c.$$

### GEOTECNICA - CALCOLO DEI CEDIMENTI (Fondazione)

Geotecnica - Calcolo dei cedimenti						
Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5</b>						
C0001	00004	1	0,57	0,06	0,44	0,50
C0002	00006	3	0,66	0,07	0,51	0,58
C0003	00008	2	0,64	0,07	0,50	0,56
C0004	00001	4	0,72	0,07	0,56	0,63
C0007	00010	1b	0,96	0,10	0,74	0,84
C0008	00012	2b	1,04	0,11	0,80	0,90
C0012	00011	4b	0,95	0,10	0,73	0,83
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1</b>						
C0001	00004	1	0,59	0,06	0,46	0,52
C0002	00006	3	0,68	0,07	0,53	0,60
C0003	00008	2	0,66	0,07	0,51	0,58
C0004	00001	4	0,74	0,08	0,57	0,65
C0007	00010	1b	0,99	0,10	0,76	0,87
C0008	00012	2b	1,07	0,11	0,82	0,93
C0012	00011	4b	0,97	0,10	0,75	0,85
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.9</b>						
C0001	00004	1	0,51	0,05	0,39	0,45
C0002	00006	3	0,59	0,06	0,45	0,52
C0003	00008	2	0,57	0,06	0,44	0,50
C0004	00001	4	0,64	0,07	0,50	0,56
C0007	00010	1b	0,85	0,09	0,65	0,75
C0008	00012	2b	0,92	0,10	0,70	0,80
C0012	00011	4b	0,84	0,09	0,65	0,74
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.2</b>						
C0001	00004	1	0,47	0,05	0,36	0,41
C0002	00006	3	0,55	0,06	0,42	0,48
C0003	00008	2	0,52	0,06	0,40	0,46
C0004	00001	4	0,59	0,07	0,45	0,52
C0007	00010	1b	0,78	0,09	0,60	0,69
C0008	00012	2b	0,85	0,09	0,65	0,74
C0012	00011	4b	0,77	0,09	0,60	0,68



Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8</b>						
C0001	00004	1	0,46	0,05	0,36	0,41
C0002	00006	3	0,54	0,06	0,42	0,48
C0003	00008	2	0,51	0,06	0,40	0,45
C0004	00001	4	0,58	0,06	0,45	0,51
C0007	00010	1b	0,77	0,09	0,59	0,68
C0008	00012	2b	0,83	0,09	0,64	0,73
C0012	00011	4b	0,76	0,08	0,59	0,67
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8</b>						
C0001	00004	1	0,46	0,05	0,36	0,41
C0002	00006	3	0,54	0,06	0,42	0,48
C0003	00008	2	0,51	0,06	0,40	0,45
C0004	00001	4	0,58	0,06	0,45	0,51
C0007	00010	1b	0,77	0,09	0,59	0,68
C0008	00012	2b	0,83	0,09	0,64	0,73
C0012	00011	4b	0,76	0,08	0,59	0,67

**LEGENDA:**

<b>Idw</b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b>Nps</b>	Numero identificativo del Punto Significativo.
<b>Nid</b>	Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto). [*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.
<b>W<sub>ed</sub></b>	Cedimento edometrico.
<b>W<sub>0</sub></b>	Cedimento istantaneo.
<b>W<sub>c</sub></b>	Cedimento di consolidazione.
<b>W<sub>f</sub></b>	Cedimento finale.

**1.7.3 Calcolo delle distorsioni angolari**

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij};$$

dove:

- $\Delta W_{ij}$ : cedimento differenziale tra i punti i e j;
- $L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti i e j.

Sia nel tabulato che nelle tabelle seguenti, per comodità di lettura, sono riportati i valori inversi delle distorsioni angolari, confrontati con il valore inverso della distorsione ammissibile compatibile con la funzionalità dell'intera opera.

**GEOTECNICA - VERIFICHE DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI**

Idw	Id <sub>Δw</sub>	Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali		
		(L/ΔW) <sub>i-f</sub>	(L/ΔW) <sub>lim</sub>	CS
001	C0001-C0007	619,77	300	2,07
002	C0007-C0008	4.405,78	300	14,69
003	C0008-C0003	379,66	300	1,27
004	C0002-C0012	1.928,03	300	6,43
005	C0012-C0004	649,71	300	2,17
006	C0001-C0002	3.495,48	300	11,65
007	C0003-C0004	3.960,27	300	13,20
008	C0001-C0003	10.028,02	300	33,43
009	C0003-C0004	3.960,27	300	13,20
010	C0002-C0004	11.612,57	300	38,71
011	C0001-C0002	3.495,48	300	11,65

**LEGENDA:**

<b>Idw</b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b>Id<sub>Δw</sub></b>	Identificativo del cedimento differenziale.
<b>(L/ΔW)<sub>i-f</sub></b>	Distorsione angolare ([NS] = Non Significativo - per valori di (L/ΔW) <sub>i-f</sub> maggiori o uguali di 50.000).
<b>(L/ΔW)<sub>lim</sub></b>	Distorsione angolare limite.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**1.8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA**

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione, F<sub>d</sub>) e la resistenza (R<sub>d</sub>), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza  $R_d$  della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

1) Componente dovuta all'attrito  $F_{RD1}$ , pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan \phi;$$

dove:

$N_d$  = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

$\phi$  = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

2) Componente dovuta all'adesione  $F_{RD2}$ , pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

3) Componente dovuta all'affondamento  $F_{RD3}$  della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $F_{Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento  $R_d$ , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a **1,10** (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Sia nei "Tabulati di calcolo" che nella tabella seguente si riporta l'esito della suddetta verifica.

## GEOTECNICA - VERIFICHE A SCORRIMENTO

Elm	Dir	Geotecnica - Verifiche a scorrimento								CS
		$N_{Ed}$ [N]	$M_{Ed}$ [N·m]	$V_{Ed}$ [N]	$F_{RD1}$ [N]	$F_{RD2}$ [N]	$F_{RD3}$ [N]	$F_{RD}$ [N]		
Trave 1-3	B	26.208	1.670	3.260	0	0	107649	107649	33,02	
	L	29.450	-9.766	-3.706	0	0	11117	11117	3,00	
Trave 2-4	B	31.739	-3.348	3.264	0	14135	108096	122231	37,45	
	L	29.918	-6.298	-4.454	0	13727	11126	24853	5,58	
Trave 2b-2	B	30.109	-3.781	4.465	0	33920	59291	93211	20,88	
	L	29.092	6.489	3.707	0	32183	22166	54349	14,66	
Trave 4b-4	B	25.007	-2.543	3.970	0	46929	52961	99890	25,16	
	L	27.675	3.000	3.343	0	46861	22264	69125	20,68	
Trave 1b-3b	B	25.515	-680	2.915	0	71923	137015	208938	71,68	
	L	26.060	797	3.082	0	71990	15809	87799	28,49	
Trave 2b-4b	B	40.338	-729	2.909	0	72760	137015	209774	72,11	
	L	39.016	1.017	-3.554	0	73637	15809	89447	25,17	
Trave 1-1b	B	46.815	-6.029	5.801	0	59236	91135	150371	25,92	
	L	46.728	-9.376	-5.583	0	56734	22274	79008	14,15	
Trave 3-3b	B	37.988	-2.979	5.379	0	84897	84790	169687	31,55	
	L	43.070	-4.072	-5.268	0	84679	22340	107018	20,31	
Trave 1b-2b	B	50.263	1.805	-6.163	0	128780	100956	229737	37,28	
	L	52.844	835	6.227	0	130087	22435	152522	24,49	
Trave 3b-4b	B	44.809	-1.580	6.160	0	127949	100956	228905	37,16	
	L	47.355	869	6.314	0	129462	22435	151897	24,06	

### LEGENDA:

<b>Elm</b>	Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.
<b>Dir</b>	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.
<b><math>F_{RD1}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.
<b><math>F_{RD2}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.
<b><math>F_{RD3}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.
<b><math>F_{RD}</math></b>	Resistenza allo scorrimento.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b><math>N_{Ed}</math>, <math>M_{Ed}</math>, <math>V_{Ed}</math></b>	Sollecitazioni di progetto.

## CAPITOLO II – EDIFICIO UTENZA

### 2. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

#### 2.1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

#### 2.2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

*"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".*

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

*"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018** (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

*"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".*

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

**Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica"** - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*.

#### 2.3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

##### 2.3.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state

definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

## TERRENI

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub> [N/m <sup>3</sup> ]	K <sub>1</sub>			φ [°]	c <sub>u</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	c' [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>d</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	E <sub>cu</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	A <sub>S-B</sub>	ST_P
		K <sub>1X</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]	K <sub>1Y</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]	K <sub>1Z</sub> [N/cm <sup>3</sup> ]							
<b>Argilla limosa</b>											
T001	19.123	10	10	30	20	0,070	0,022	6	60	0,750	SI

### LEGENDA:

<b>N<sub>TRN</sub></b>	Numero identificativo del terreno.
<b>γ<sub>T</sub></b>	Peso specifico del terreno.
<b>K<sub>1</sub></b>	Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K <sub>1X</sub> ), Y (K <sub>1Y</sub> ), e Z (K <sub>1Z</sub> ).
<b>φ</b>	Angolo di attrito del terreno.
<b>c<sub>u</sub></b>	Coesione non drenata.
<b>c'</b>	Coesione efficace.
<b>E<sub>d</sub></b>	Modulo edometrico.
<b>E<sub>cu</sub></b>	Modulo elastico in condizione non drenate.
<b>A<sub>S-B</sub></b>	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.
<b>ST_P</b>	[SI]: Il terreno è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra; [NO]: Il terreno NON è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra.

**NB:** Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite (q<sub>lim</sub>) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione Significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J"} (\text{strato}, i) \cdot \text{Spessore}(\text{strato}, i)]}{\text{Profondità significativa}}$$

con i = 1, ..., n (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

### 2.3.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

## 2.4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

**B [B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti]**, basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V<sub>S30</sub>) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N<sub>SPT</sub>) e/o della resistenza non drenata equivalente (c<sub>u,30</sub>).  
Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

### 2.4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

### 4.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

### DATI GENERALI ANALISI SISMICA

Dati generali analisi sismica											
Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir <sub>tmp</sub>	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]
0	15	B	ca	X Y	[T +C] [P NC]	S	N	B	SI	NO	5

#### LEGENDA:

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Media - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:  
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti - [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiate monopiano;  
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [C-P/MP] = muratura in pietra e/o mattoni pieni - [C-BAS] = muratura in blocchi artificiali con percentuale di foratura > 15%;  
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- EcA** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- Ir<sub>tmp</sub>** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.T.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.
- RP** Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- ξ** Coefficiente viscoso equivalente.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

### DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI COMPORTAMENTO

Fattori di comportamento						
Dir	q'	q	q <sub>0</sub>	K <sub>R</sub>	α <sub>u</sub> /α <sub>1</sub>	k <sub>w</sub>
X	2,063	3,120	3,90	0,80	1,30	-
Y	1,500	1,500	1,50	0,80	1,00	0,50
Z	-	1,500	-	-	-	-

#### LEGENDA:

- q'** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU ridotto (Fattore di comportamento ridotto - relazione C7.3.1 circolare NTC)
- q** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).
- q<sub>0</sub>** Valore di base (comprensivo di k<sub>w</sub>).
- K<sub>R</sub>** Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza : pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza, 0,8 per costruzioni non regolari in altezza, e 0,75 per costruzioni in muratura esistenti non regolari in altezza (§ C8.5.5.1)..
- α<sub>u</sub>/α<sub>1</sub>** Rapporto di sovraresistenza.
- k<sub>w</sub>** Fattore di riduzione di q<sub>0</sub>.

Stato Limite	T <sub>r</sub>	a <sub>g</sub> /g	Amplif.		F <sub>0</sub>	F <sub>v</sub>	T <sup>*</sup> <sub>c</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>D</sub>	
			Stratigrafica S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>							
SLO	[t]	30	0,0484	1,200	1,458	2,567	0,763	0,244	0,119	0,356	1,794
SLD		50	0,0576	1,200	1,429	2,597	0,842	0,270	0,129	0,386	1,831
SLV		475	0,1223	1,200	1,316	2,525	1,192	0,408	0,179	0,537	2,089
SLC		975	0,1535	1,200	1,292	2,567	1,358	0,448	0,193	0,578	2,214

#### LEGENDA:

- T<sub>r</sub>** Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a<sub>g</sub>/g** Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S<sub>s</sub>** Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C<sub>c</sub>** Coefficienti di Amplificazione di T<sub>c</sub> allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F<sub>0</sub>** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- F<sub>v</sub>** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale.
- T<sup>\*</sup><sub>c</sub>** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Stato Limite	T <sub>r</sub>	a <sub>g</sub> /g	Amplif. Stratigrafica		F <sub>0</sub>	F <sub>v</sub>	T <sup>*</sup> <sub>c</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>D</sub>
			S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>						
	[t]						[s]	[s]	[s]	[s]
T <sub>B</sub>	Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.									
T <sub>c</sub>	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.									
T <sub>D</sub>	Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.									

CI Ed	V <sub>N</sub>	V <sub>R</sub>	Lat.	Long.	Q <sub>g</sub>	CTop	S <sub>T</sub>
	[t]	[t]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
2	50	50	37.706678	14.689341	650	T2	1,20

#### LEGENDA:

**CI Ed** Classe dell'edificio

**V<sub>N</sub>** Vita nominale ([t] = anni).

**V<sub>R</sub>** Periodo di riferimento. [t] = anni.

**Lat.** Latitudine geografica del sito.

**Long.** Longitudine geografica del sito.

**Q<sub>g</sub>** Altitudine geografica del sito.

**CTop** Categoria topografica (Vedi NOTE).

**S<sub>T</sub>** Coefficiente di amplificazione topografica.

**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

Categoria topografica.

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

T2: Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ .

T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ .

T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ .

## 2.5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette.

## 2.6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

$R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni [cfr. D.M. 2018]**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti G <sub>1</sub>	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti G <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti G<sub>2</sub> si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno [cfr. D.M. 2018]**

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25

Coesione efficace	$C'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_y$	$\gamma_y$	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

### 2.6.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

$c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$q = \gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;

$\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità del piano di posa della fondazione;

$B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);

$L$  = lunghezza della fondazione;

$\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;

$s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

**NB:** Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica,  $B$  e  $L$  saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot e_B$$

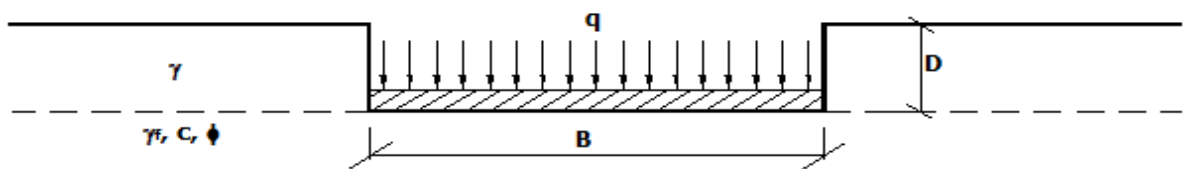
$e_B$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $B$ ;

$$L' = L - 2 \cdot e_L$$

$e_L$  = eccentricità parallela al lato di dimensione  $L$ ;

con  $B' \leq L'$ .

dove:



#### Calcolo dei fattori $N_c, N_q, N_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )		Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )	
$N_c = 2 + \pi$		$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$	
$N_q = 1$		$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$	
$N_\gamma = 0$	se $\omega = 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$	
$N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$	se $\omega \neq 0$		

dove:

$k_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$  è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;

$\phi$  = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$\omega$  = angolo di inclinazione del piano campagna.

#### Calcolo dei fattori di forma $s_c, s_q, s_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

con  $B'/L' < 1$ .

### Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa $d_c, d_q, d_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg\left(\frac{D}{B'}\right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$d_c = 1 + 0.4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

### Calcolo dei fattori di inclinazione del carico $i_c, i_q, i_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione}$$

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione}$$

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta \quad \text{se la forza H forma un angolo } \theta \text{ con la direzione longitudinale della fondazione}$$

Terreni coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni incoerenti ( $c = 0, \phi \neq 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;  
V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna $b_c, b_q, b_\gamma$

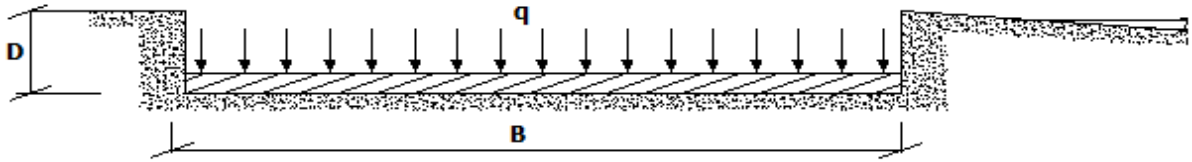
Indicando con  $\omega$  la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\omega < \phi; \quad \omega < 45^\circ.$$



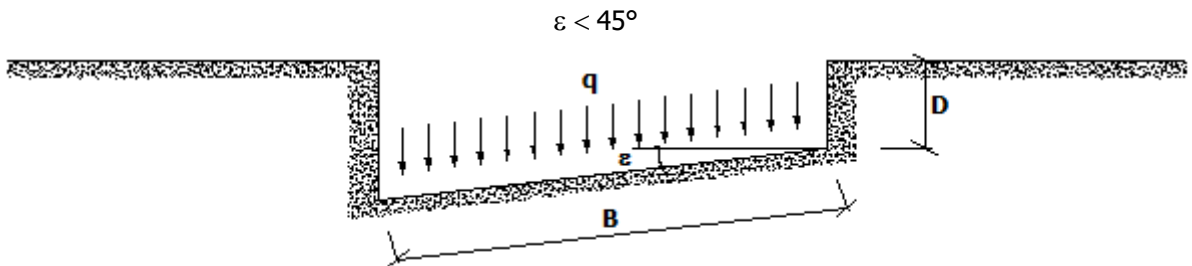


### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa $g_c, g_q, g_\gamma$

Indicando con  $\varepsilon$  la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:



### Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$

Si definisce l'*indice di rigidezza* del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E= modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

$\nu$  = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

$\sigma$  = tensione litostatica alla profondità  $D+B/2$ .

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento  $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$  sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidezza  $I_r$  si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[ \left( 3,3 - 0,45 \frac{B}{L} \right) \cot \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$\psi_c = 0,32 + 0,12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0,6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\psi_q = 1$	$\psi_q = e^{\left\{ \left( 0,6 \cdot \frac{B'}{L'} - 4,4 \right) \tan \phi + \frac{3,07 \cdot \sin \phi \cdot \text{Log}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\psi_\gamma = 1$	$\psi_\gamma = \psi_q$

### Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine " $B \cdot N_\gamma$ ", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione  $r_\gamma$ :

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente  $r_\gamma$  al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2.5	3	3.5	4	5	10	20	100
$r_\gamma$	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,75	0,65	0,50

$r_\gamma$	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine "B·N<sub>γ</sub>" è predominante.

### Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

$c_u$  = coesione non drenata;

$\gamma_{sat}$  = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

**N.B:** Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito  $\phi$  sia nullo ( $\phi = 0$ ).

### 2.6.2 Fattori correttivi al carico limite in presenza di sisma

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (**effetto cinematico**) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (**effetto inerziale**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati **K<sub>hi</sub>** e **K<sub>hk</sub>**, il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

$z_c, z_q, z_\gamma$  = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

$c_\gamma$  = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

### Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico $c_\gamma$

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente  $N_\gamma$  in funzione del coefficiente sismico  $K_{hk}$  che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica;

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

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B,C,D,E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico  $c_\gamma$  è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0.45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$ , altrimenti $c_\gamma = 0$

### Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale $z_c, z_q, z_\gamma$

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $K_{hi}$ .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di **Paolucci - Pecker** attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	se $z_c > 0$ altrimenti $z_c = 0$
	$z_\gamma = z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0,35}$ se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$ altrimenti $z_\gamma = z_q = 0$	

dove il coefficiente sismico  $K_{hi}$  è calcolato come rapporto fra forza orizzontale e verticale, variabile quindi per ogni combinazione di carico sismica.

### Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $Q_{d,Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza  $R_d$ , ossia il rapporto fra il carico limite  $q_{lim}$  (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia  $Q_{Ed}$  e  $Q_{d,Rd}$  è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "**per  $N_q$ , per  $N_c$  e per  $N_\gamma$** ", relative ai "**Coef. Cor. Terzaghi**", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_q \cdot Z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_c \cdot Z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot Z_\gamma \cdot C_\gamma$$

### VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>P.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>d,Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Platea 1	4,02	24,32	6,98	0,00	2,90	-	Coesivo	1,00	1,23	0,00	1,00	5,14	0,00	0,054	0,217	N O

#### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>P.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fid</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

**Terzaghi**

**hi** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Ed</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**Q<sub>d,Rd</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

### VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD

## Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>Fid</sub>	Cmp T	C. Terzaghi							Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>				
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Platea 1	7,39	24,32	6,98	0,00	2,90	-	Coesivo	1,00	1,23	0,00	1,00	5,14	0,00	0,037	0,277	N O	

### LEGENDA:

<b>Id<sub>Fnd</sub></b>	Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b>L<sub>x/y</sub></b>	Dimensioni dell'elemento di fondazione.
<b>R<sub>tz</sub></b>	Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
<b>Z<sub>p.cmp</sub></b>	Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
<b>Z<sub>Fid</sub></b>	Profondità della falda dal piano campagna.
<b>Cmp T</b>	Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
<b>C.</b>	Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
<b>Terzaghi</b>	
<b>hi</b>	
<b>Q<sub>Ed</sub></b>	Carico di progetto sul terreno.
<b>Q<sub>Rd</sub></b>	Resistenza di progetto del terreno.
<b>R<sub>f</sub></b>	[SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## 2.7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI

I cedimenti delle fondazioni superficiali sono il risultato (l'integrale) delle deformazioni verticali del terreno sottostante la fondazione. Queste deformazioni sono conseguenti ad un'alterazione dello stato di tensione nel sottosuolo imputabile a vari motivi quali il carico trasmesso dalle strutture di fondazione, variazioni del regime delle pressioni neutre nel sottosuolo, vibrazioni indotte, scavi eseguiti nei pressi della fondazione.

Nel calcolo eseguito dal software vengono stimati i cedimenti prodotti dai carichi trasmessi dalla fondazione, che sono sempre presenti, e ne è stata valutata l'ammissibilità in condizioni di esercizio.

### 2.7.1 Calcolo dell'incremento delle tensioni

Gli incrementi di tensione indotti nel sottosuolo, dai carichi applicati in superficie, sono stati valutati mediante la teoria di Boussinesq, che definisce lo stato di tensione e deformazione indotto in un semispazio elastico da una forza concentrata P agente normalmente al suo piano limite (figura sottostante).

Gli incrementi di tensione nel sottosuolo, che generano i cedimenti, espressi in un sistema di coordinate cilindriche θ, z, r, sono determinate attraverso le seguenti relazioni:

$$\sigma_z = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^3}{R^5}$$

$$\sigma_r = -\frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[ -\frac{3 \cdot r^2 \cdot z}{R^3} + \frac{(1 - 2 \cdot \nu) \cdot R}{(R + z)} \right]$$

$$\tau_{rz} = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^2 \cdot r}{R^5}$$

$$\sigma_\theta = -\frac{(1 - 2 \cdot \nu) \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[ \frac{z}{R} - \frac{R}{(R + z)} \right]$$

dove  $R = \sqrt{r^2 + z^2}$ .

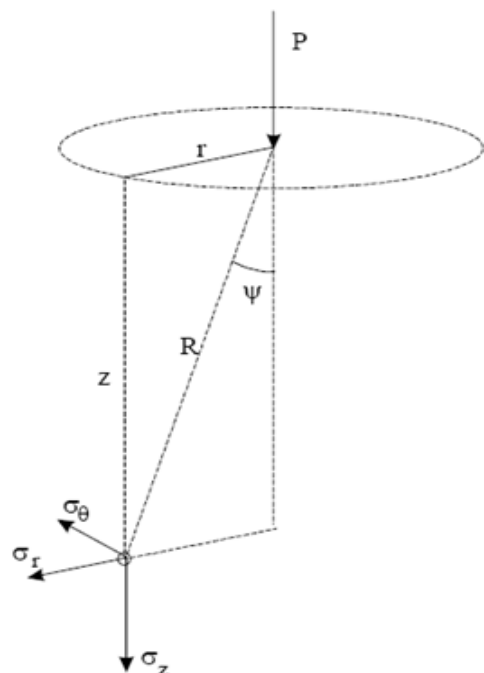
I valori delle tensioni radiali  $\sigma_r$  e tangenti  $\sigma_\theta$ , proiettati sugli assi X e Y, diventano:

$$\sigma_x = \sigma_r \cdot \cos(\alpha) - \sigma_\theta \cdot \sin(\alpha);$$

$$\sigma_y = \sigma_r \cdot \sin(\alpha) + \sigma_\theta \cdot \cos(\alpha);$$

dove α è l'angolo formato dal raggio r con l'asse X.

Gli incrementi di tensione sono stati calcolati, per ogni combinazione di carico allo SLE e allo SLD, al centro di strati elementari (substrati) con cui si è discretizzato il sottosuolo in corrispondenza di ogni verticale di calcolo (vedi figura sottostante). L'altezza adottata per il substrato è di 100 cm.





### Distribuzione delle forze al contatto del piano di posa

Per poter affrontare il problema in maniera generale, l'area di impronta della fondazione viene discretizzata in areole elementari sufficientemente piccole e si sostituisce all'azione ripartita, competente ad ogni singola areola, un'azione concentrata equivalente. Il terreno a contatto con la fondazione viene corrispondentemente discretizzato in elementi elastici, detti bounds, che lavorano nelle tre direzioni principali XYZ. Le fondazioni trasmettono agli elementi bounds le azioni provenienti dal calcolo in elevazione e su tale modello il solutore determina le azioni  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  agenti sul singolo bound. Inizialmente si ritiene il bound elastico e bidirezionale, ossia reagente anche a trazione, e in tale ipotesi viene condotto un calcolo lineare. Se, per effetto di eccentricità, si hanno bounds reagenti a trazione, si ridefinisce il legame costitutivo nell'ipotesi di assenza di resistenza a trazione e si effettua un calcolo NON lineare in cui sono definite aree di contatto parzializzate e vengono esclusi i bounds a trazione.

Attraverso questo procedimento, effettuato per tutte le combinazioni di carico, sono note le reazioni dei bounds compressi e quindi le forze ( $F_z$ ) da cui calcolare gli incrementi di tensione nel sottosuolo in una serie di punti significativi.

Per ogni verticale in cui si è calcolato il cedimento, l'incremento di tensione nel sottosuolo è stato calcolato sommando gli effetti di tutte le forze elementari.

Inoltre, è stato considerato il *decremento di tensione dovuto allo scavo*, in modo da sottrarre all'intensità del carico applicato il valore della tensione litostatica agente sul piano di posa prima della realizzazione della fondazione.

### 2.7.2 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

- **Terreni a grana grossa**

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

- **Terreni a grana fina**

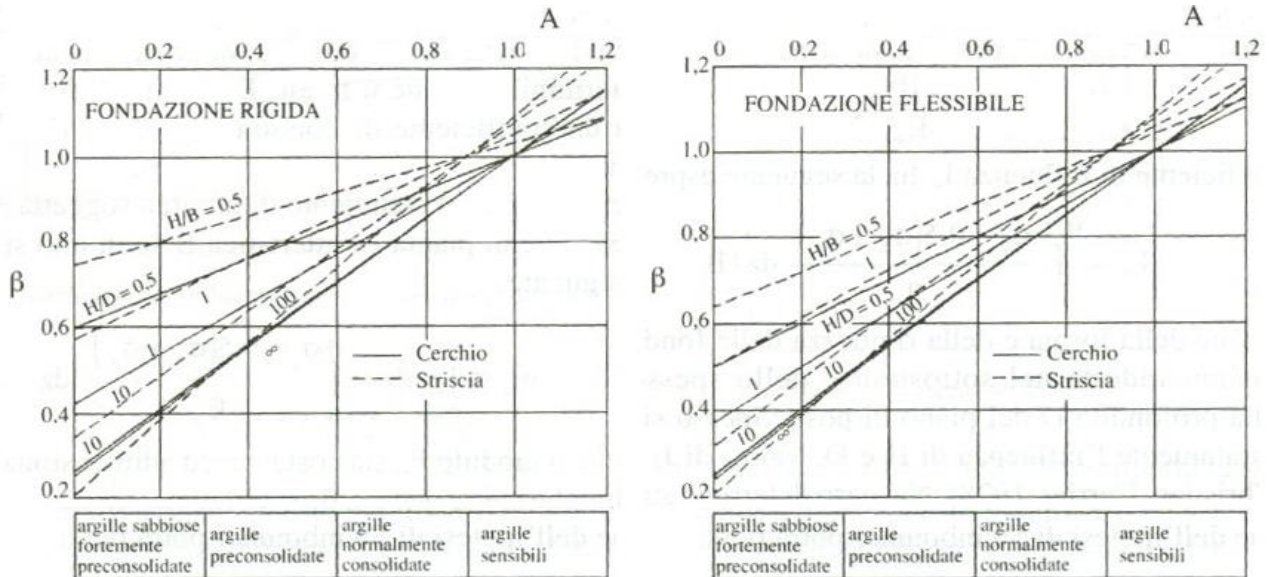
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $\Delta\sigma$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$W_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$W_c = \beta \cdot W_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	$A_{skempton}$
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0,5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui  $H$  è lo spessore dello strato deformabile e le  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Rapporto $K_u = (E_u/c_u)$			
Grado di consolidazione del terreno (OCR)	$I_p < 0,3$	$0,3 < I_p < 0,5$	$I_p > 0,5$
basso/normale (< 3)	800	400	200
poco sovraconsolidato (da 3 a 5)	500	300	150
molto sovraconsolidato (> 5)	300	200	100

Il cedimento finale è pari a:

$$W_f = W_0 + W_c.$$

### GEOTECNICA - CALCOLO DEI CEDIMENTI (Fondazione)

## Geotecnica - Calcolo dei cedimenti

Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 1 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.7 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5</b>						
C0001	00031	12	0,02	0,00	0,01	0,01
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,01	0,00	0,01	0,01
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,01	0,00	0,01	0,01
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,01	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.7 + Autorimessa &lt;= 30kN * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5</b>						
C0001	00031	12	0,02	0,00	0,01	0,01
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,01	0,00	0,01	0,01
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,01	0,00	0,01	0,01
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,01	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,01	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.7 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.7 + Coperture accessibili solo per manutenzione * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5</b>						
C0001	00031	12	0,01	0,00	0,01	0,01
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,01	0,00	0,00	0,00
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.7 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.7 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1</b>						
C0001	00031	12	0,01	0,00	0,01	0,01
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,01	0,00	0,00	0,00
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.5 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.6</b>						
C0001	00031	12	0,00	0,00	0,00	0,00
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,00	0,00	0,00	0,00

## Geotecnica - Calcolo dei cedimenti

Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.3 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.7</b>						
C0001	00031	12	0,00	0,00	0,00	0,00
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,00	0,00	0,00	0,00
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.3 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.6</b>						
C0001	00031	12	0,00	0,00	0,00	0,00
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,00	0,00	0,00	0,00
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.3 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.6 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.2</b>						
C0001	00031	12	0,00	0,00	0,00	0,00
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,00	0,00	0,00	0,00
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Uffici * 0.3 + Autorimessa &lt;= 30kN * 0.6</b>						
C0001	00031	12	0,00	0,00	0,00	0,00
C0002	00026	6	0,00	0,00	0,00	0,00
C0003	00025	7	0,00	0,00	0,00	0,00
C0004	00029	4	0,00	0,00	0,00	0,00
C0005	00033	10	0,00	0,00	0,00	0,00
C0006	00027	2	0,00	0,00	0,00	0,00
C0007	00036	1	0,00	0,00	0,00	0,00
C0008	00030	5	0,00	0,00	0,00	0,00
C0009	00034	9	0,00	0,00	0,00	0,00
C0010	00035	8	0,00	0,00	0,00	0,00
C0011	00032	11	0,00	0,00	0,00	0,00
C0012	00028	3	0,00	0,00	0,00	0,00
C0013	00489		0,00	0,00	0,00	0,00
C0014	00040		0,00	0,00	0,00	0,00
C0015	00039		0,00	0,00	0,00	0,00
C0016	00038		0,00	0,00	0,00	0,00
C0017	00037		0,00	0,00	0,00	0,00

## LEGENDA:

**Idw** Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).

**Nps** Numero identificativo del Punto Significativo.

**Nid** Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto).

[\*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.



$Id_w$	$N_{ps}$	$N_{id}$	$W_{ed}$ [cm]	$W_0$ [cm]	$W_c$ [cm]	$W_f$ [cm]
$W_{ed}$	Cedimento edometrico.					
$W_0$	Cedimento istantaneo.					
$W_c$	Cedimento di consolidazione.					
$W_f$	Cedimento finale.					

### 2.7.3 Calcolo delle distorsioni angolari

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij};$$

dove:

$\Delta W_{ij}$ : cedimento differenziale tra i punti i e j;

$L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti i e j.

Sia nel tabulato che nelle tabelle seguenti, per comodità di lettura, sono riportati i valori inversi delle distorsioni angolari, confrontati con il valore inverso della distorsione ammissibile compatibile con la funzionalità dell'intera opera.

### GEOTECNICA - VERIFICHE DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI

Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali				
$Id_w$	$Id_{\Delta w}$	$(L/\Delta W)_{i-f}$	$(L/\Delta W)_{lim}$	CS
001	C0008-C0004	NS	200	NS
002	C0004-C0012	NS	200	NS
003	C0012-C0006	NS	200	NS
004	C0006-C0007	NS	200	NS
005	C0010-C0009	46.743,54	200	NS
006	C0009-C0005	NS	200	NS
007	C0005-C0011	NS	200	NS
008	C0011-C0001	34.830,41	200	NS
009	C0007-C0002	NS	200	NS
010	C0002-C0010	22.565,01	200	NS
011	C0006-C0009	NS	200	NS
012	C0012-C0005	NS	200	NS
013	C0004-C0011	NS	200	NS
014	C0008-C0003	33.367,21	200	NS
015	C0003-C0001	16.814,06	200	84,07

#### LEGENDA:

**$Id_w$**  Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).

**$Id_{\Delta w}$**  Identificativo del cedimento differenziale.

**$(L/\Delta W)_{i-f}$**  Distorsione angolare ([NS] = Non Significativo - per valori di  $(L/\Delta W)_{i-f}$  maggiori o uguali di 50.000).

**$(L/\Delta W)_{lim}$**  Distorsione angolare limite.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

### 2.8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione,  $F_d$ ) e la resistenza ( $R_d$ ), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza  $R_d$  della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

4) Componente dovuta all'attrito  $F_{RD1}$ , pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan \phi;$$

dove:

$N_d$  = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

$\phi$  = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

5) Componente dovuta all'adesione  $F_{RD2}$ , pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

- 6) Componente dovuta all'affondamento  $F_{RD3}$  della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $F_{Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento  $R_d$ , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a **1,10** (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Sia nei "Tabulati di calcolo" che nella tabella seguente si riporta l'esito della suddetta verifica.

### GEOTECNICA - VERIFICHE A SCORRIMENTO

Elm	Dir	Geotecnica - Verifiche a scorrimento							
		$N_{Ed}$ [N]	$M_{Ed}$ [N-m]	$V_{Ed}$ [N]	$F_{RD1}$ [N]	$F_{RD2}$ [N]	$F_{RD3}$ [N]	$F_{RD}$ [N]	CS
Platea 1	B	6.307.029	-2.805.969	-477.315	0	9354215	450733	9804948	20,54
	L	6.292.174	-1.818.115	317.306	0	10124561	1570461	11695022	36,86

#### LEGENDA:

<b>Elm</b>	Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.
<b>Dir</b>	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.
<b><math>F_{RD1}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.
<b><math>F_{RD2}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.
<b><math>F_{RD3}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.
<b><math>F_{RD}</math></b>	Resistenza allo scorrimento.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b><math>N_{Ed}</math>, <math>M_{Ed}</math>, <math>V_{Ed}</math></b>	Sollecitazioni di progetto.

## CAPITOLO III – CABINATO

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

#### 3.1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del "volume significativo" per l'opera in esame e valuta l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento delle relative fondazioni.

Questa relazione è stata redatta sulla base dei dati risultanti dalle prove di campagna e/o di laboratorio.

#### 3.2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

**D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018** (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

**Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** (G.U. Serie Generale n. 35 del 11/02/2019 - Suppl. Ord. n. 5)

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

**Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica"** - EN 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

#### 3.3 - INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Sulla base di quanto dettagliato nella relazione geologica dell'area di sito, si è proceduto alla progettazione della campagna di indagini geognostiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dal "volume significativo" dell'opera in esame.

##### 3.3.1 Prove effettuate e Caratterizzazione geotecnica

Al fine della determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti nel "volume significativo" dell'opera in esame, sono state condotte delle prove geotecniche, riassunte nella relazione geologica.

Le indagini realizzate hanno permesso di ricostruire le seguenti stratigrafie per ognuna delle quali sono state definite le proprietà geotecniche dei singoli terreni coinvolti.

#### TERRENI

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub>	K <sub>1</sub>			φ	c <sub>u</sub>	c'	E <sub>d</sub>	E <sub>cu</sub>	Terreni	
		K <sub>1X</sub>	K <sub>1Y</sub>	K <sub>1Z</sub>						A <sub>S-B</sub>	ST_P
	[N/m <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Argilla limosa											

N <sub>TRN</sub>	γ <sub>T</sub>	K1			φ	c <sub>u</sub>	c'	E <sub>d</sub>	E <sub>cu</sub>	Terreni	
		K <sub>1X</sub>	K <sub>1Y</sub>	K <sub>1Z</sub>						A <sub>S-B</sub>	ST_P
		[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]	[N/cm <sup>3</sup> ]							
T001	19 123	10	10	30	20	0,070	0,022	6	60	0,750	NO

## LEGENDA:

<b>N<sub>TRN</sub></b>	Numero identificativo del terreno.
<b>γ<sub>T</sub></b>	Peso specifico del terreno.
<b>K1</b>	Valori della costante di Winkler riferita alla piastra Standard di lato b = 30 cm nelle direzioni degli assi del riferimento globale X (K <sub>1X</sub> ), Y (K <sub>1Y</sub> ), e Z (K <sub>1Z</sub> ).
<b>φ</b>	Angolo di attrito del terreno.
<b>c<sub>u</sub></b>	Coesione non drenata.
<b>c'</b>	Coesione efficace.
<b>E<sub>d</sub></b>	Modulo edometrico.
<b>E<sub>cu</sub></b>	Modulo elastico in condizione non drenate.
<b>A<sub>S-B</sub></b>	Parametro "A" di Skempton-Bjerrum per pressioni interstiziali.
<b>ST_P</b>	[SI]: Il terreno è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra; [NO]: Il terreno NON è usato nella valutazione delle spinte a tergo delle pareti/muri controterra.

**NB:** Nel caso di fondazioni dirette con stratigrafia, il calcolo del carico limite (q<sub>lim</sub>) viene fatto su un terreno "equivalente" con parametri geotecnici calcolati come media pesata degli strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità "significativa" (stabilita come "Multiplo della dimensione Significativa della fondazione").

$$\text{Parametro "J"} = \frac{\sum_i^n [\text{Parametro "J"} (\text{strato}, i) \cdot \text{Spessore}(\text{strato}, i)]}{\text{Profondità significativa}}$$

con i = 1, ..., n (numero di strati compresi tra la quota del piano di posa e la quota della profondità significativa).

### 3.3.2 Idrogeologia

Non è stata riscontrata la presenza di falde acquifere a profondità di interesse relativamente al "volume significativo" investigato.

## 3.4 - MODELLAZIONE GEOTECNICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Le indagini effettuate, permettono di classificare il profilo stratigrafico, ai fini della determinazione dell'azione sismica, di categoria:

**B [B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti]**, basandosi sulla valutazione della velocità delle onde di taglio (V<sub>S30</sub>) e/o del numero di colpi dello Standard Penetration Test (N<sub>SPT</sub>) e/o della resistenza non drenata equivalente (c<sub>u,30</sub>).  
Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei successivi paragrafi.

### 3.4.1 Modellazione geotecnica

Ai fini del calcolo strutturale, il terreno sottostante l'opera viene modellato secondo lo schema di Winkler, cioè un sistema costituito da un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti. Ciò consente di ricavare le rigidità offerte dai manufatti di fondazione, siano queste profonde o superficiali, che sono state introdotte direttamente nel modello strutturale per tener conto dell'interazione opera/terreno.

### 3.4.2 Pericolosità sismica

Ai fini della pericolosità sismica sono stati analizzati i dati relativi alla sismicità dell'area di interesse e ad eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e topografica. Si sono tenute in considerazione anche la classe dell'edificio e la vita nominale.

Per tale caratterizzazione si riportano di seguito i dati di pericolosità come da normativa:

## DATI GENERALI ANALISI SISMICA

**Dati generali analisi sismica**

Ang	NV	CD	MP	Dir	TS	EcA	Ir <sub>tmp</sub>	C.S.T.	RP	RH	ξ
[°]											[%]
0	60	ND	ac	X Y	- -	S	N	B	SI	SI	5

**LEGENDA:**

- Ang** Direzione di una componente dell'azione sismica rispetto all'asse X (sistema di riferimento globale); la seconda componente dell'azione sismica e' assunta con direzione ruotata di 90 gradi rispetto alla prima.
- NV** Nel caso di analisi dinamica, indica il numero di modi di vibrazione considerati.
- CD** Classe di duttilità: [A] = Alta - [B] = Media - [ND] = Non Dissipativa - [-] = Nessuna.
- MP** Tipo di struttura sismo-resistente prevalente: [ca] = calcestruzzo armato - [caOld] = calcestruzzo armato esistente - [muOld] = muratura esistente - [muNew] = muratura nuova - [muArm] = muratura armata - [ac] = acciaio.
- Dir** Direzione del sisma.
- TS** Tipologia della struttura:  
Cemento armato: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [P] = Pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti- [2P NC] = Due pareti per direzione non accoppiate - [P NC] = Pareti non accoppiate - [DT] = Deformabili torsionalmente - [PI] = Pendolo inverso - [PM] = Pendolo inverso intelaiati monopiano;  
Muratura: [P] = un solo piano - [PP] = più di un piano - [C-P/MP] = muratura in pietra e/o mattoni pieni - [C-BAS] = muratura in blocchi artificiali con percentuale di foratura > 15%;  
Acciaio: [T 1C] = Telai ad una sola campata - [T+C] = Telai a più campate - [CT] = controventi concentrici diagonale tesa - [CV] = controventi concentrici a V - [M] = mensola o pendolo inverso - [TT] = telaio con tamponature.
- EcA** Eccentricità accidentale: [S] = considerata come condizione di carico statica aggiuntiva - [N] = Considerata come incremento delle sollecitazioni.
- Ir<sub>tmp</sub>** Per piani con distribuzione dei tamponamenti in pianta fortemente irregolare, l'eccentricità accidentale è stata incrementata di un fattore pari a 2: [SI] = Distribuzione tamponamenti irregolare fortemente - [NO] = Distribuzione tamponamenti regolare.
- C.S.T.** Categoria di sottosuolo: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D.
- RP** Regolarità in pianta: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- RH** Regolarità in altezza: [SI] = Struttura regolare - [NO] = Struttura non regolare.
- ξ** Coefficiente viscoso equivalente.
- NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

**DATI GENERALI ANALISI SISMICA - FATTORI DI COMPORTAMENTO**

**Fattori di comportamento**

Dir	q'	q	q <sub>0</sub>	K <sub>R</sub>	α <sub>u</sub> /α <sub>1</sub>	k <sub>w</sub>
X	-	1,500	4,00	-	1,00	-
Y	-	1,500	4,00	-	1,00	-
Z	-	1,000	-	-	-	-

**LEGENDA:**

- q'** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU ridotto (Fattore di comportamento ridotto - relazione C7.3.1 circolare NTC)
- q** Fattore di riduzione dello spettro di risposta sismico allo SLU (Fattore di comportamento).
- q<sub>0</sub>** Valore di base (comprensivo di k<sub>w</sub>).
- K<sub>R</sub>** Fattore riduttivo funzione della regolarità in altezza : pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza, 0,8 per costruzioni non regolari in altezza, e 0,75 per costruzioni in muratura esistenti non regolari in altezza (§ C8.5.5.1)..
- α<sub>u</sub>/α<sub>1</sub>** Rapporto di sovraresistenza.
- k<sub>w</sub>** Fattore di riduzione di q<sub>0</sub>.

Stato Limite	T <sub>r</sub>	a <sub>g</sub> /g	Amplif. Stratigrafica		F <sub>0</sub>	F <sub>v</sub>	T* <sub>c</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>D</sub>
			S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>						
	[t]						[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	30	0,0484	1,200	1,458	2,567	0,763	0,244	0,119	0,356	1,794
SLD	50	0,0576	1,200	1,429	2,597	0,842	0,270	0,129	0,386	1,831
SLV	475	0,1223	1,200	1,316	2,525	1,192	0,408	0,179	0,537	2,089
SLC	975	0,1535	1,200	1,292	2,567	1,358	0,448	0,193	0,578	2,214

**LEGENDA:**

- T<sub>r</sub>** Periodo di ritorno dell'azione sismica. [t] = anni.
- a<sub>g</sub>/g** Coefficiente di accelerazione al suolo.
- S<sub>s</sub>** Coefficienti di Amplificazione Stratigrafica allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- C<sub>c</sub>** Coefficienti di Amplificazione di T<sub>c</sub> allo SLO/SLD/SLV/SLC.
- F<sub>0</sub>** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- F<sub>v</sub>** Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale.
- T\*<sub>c</sub>** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Stato Limite	T <sub>r</sub>	a <sub>g</sub> /g	Amplif. Stratigrafica		F <sub>0</sub>	F <sub>v</sub>	T* <sub>c</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>c</sub>	T <sub>D</sub>
			S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>						
	[t]						[s]	[s]	[s]	[s]

**T<sub>B</sub>** Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro di progetto.  
**T<sub>c</sub>** Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di progetto.  
**T<sub>D</sub>** Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro di progetto.

CI Ed	V <sub>N</sub>	V <sub>R</sub>	Lat.	Long.	Q <sub>g</sub>	CTop	S <sub>T</sub>
	[t]	[t]	[°ssdc]	[°ssdc]	[m]		
2	50	50	37.706678	14.689341	650	T2	1,20

#### LEGENDA:

**CI Ed** Classe dell'edificio

**V<sub>N</sub>** Vita nominale ([t] = anni).

**V<sub>R</sub>** Periodo di riferimento. [t] = anni.

**Lat.** Latitudine geografica del sito.

**Long.** Longitudine geografica del sito.

**Q<sub>g</sub>** Altitudine geografica del sito.

**CTop** Categoria topografica (Vedi NOTE).

**S<sub>T</sub>** Coefficiente di amplificazione topografica.

**NOTE** [-] = Parametro non significativo per il tipo di calcolo effettuato.

Categoria topografica.

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

T2: Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$ .

T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ .

T4: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $i > 30^\circ$ .

### 3.5 - SCELTA TIPOLOGICA DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La tipologia delle opere di fondazione è consona alle caratteristiche meccaniche del terreno definite in base ai risultati delle indagini geognostiche.

Nel caso in esame, la struttura di fondazione è costituita da:

- fondazioni dirette.

### 3.6 - VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle verifiche allo stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

$E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione;

$R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 (STR) definiti nella tabella 6.2.I del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni** [cfr. D.M. 2018]

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	A1 (STR)	A2 (GEO)
Carichi permanenti G <sub>1</sub>	Favorevole	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevole		1,30	1,00
Carichi permanenti G <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,80	0,80
	Sfavorevole		1,50	1,30
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,00	0,00
	Sfavorevole		1,50	1,30

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti G<sub>2</sub> si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella tabella 6.2.II del D.M. 2018.

**Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno** [cfr. D.M. 2018]

PARAMETRO GEOTECNICO	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25

Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_r$	1,00	1,00

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della tabella 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

**Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.**

Verifica	Coefficiente Parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Per le varie tipologie di fondazioni sono di seguito elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

### 3.6.1 Carico limite fondazioni dirette

La formula del carico limite esprime l'equilibrio fra il carico applicato alla fondazione e la resistenza limite del terreno. Il carico limite è dato dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma$$

in cui:

- $c$  = coesione del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
- $q = \gamma \cdot D$  = pressione geostatica in corrispondenza del piano di posa della fondazione;
- $\gamma$  = peso unità di volume del terreno al di sopra del piano di posa della fondazione;
- $D$  = profondità del piano di posa della fondazione;
- $B'$  = larghezza ridotta della suola di fondazione (vedi **NB**);
- $L$  = lunghezza della fondazione;
- $\gamma_f$  = peso unità di volume del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;
- $N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante;
- $s, d, i, g, b, \Psi, r$  = coefficienti correttivi.

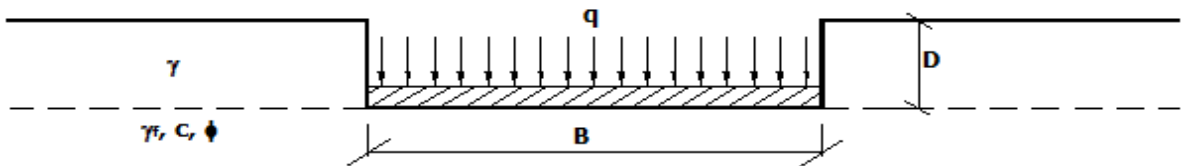
**NB:** Se la risultante dei carichi verticali è eccentrica, B e L saranno ridotte rispettivamente di:

$$B' = B - 2 \cdot e_B \quad e_B = \text{eccentricità parallela al lato di dimensione B};$$

$$L' = L - 2 \cdot e_L \quad e_L = \text{eccentricità parallela al lato di dimensione L};$$

con  $B' \leq L'$ .

dove:



#### Calcolo dei fattori $N_c, N_q, N_\gamma$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$N_c = 2 + \pi$	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi$
$N_q = 1$	$N_q = K_p \cdot e^{\pi \cdot \tan \phi}$
$N_\gamma = 0$ se $\omega = 0$ $N_\gamma = -2 \cdot \sin \omega$ se $\omega \neq 0$	$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$

dove:

$$K_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \text{ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine;}$$

$\phi$  = angolo di attrito del terreno al disotto del piano di posa della fondazione;

$\omega$  = angolo di inclinazione del piano campagna.

#### Calcolo dei fattori di forma $s_c, s_q, s_\gamma$

Terreni puramente coesivi	Terreni dotati di attrito e coesione
---------------------------	--------------------------------------

$(c \neq 0, \phi = 0)$	$(c \neq 0, \phi \neq 0)$
$s_c = 1 + \frac{B'}{(2 + \pi) \cdot L'}$	$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$
$s_q = 1$	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \tan \phi$
$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$	$s_\gamma = 1 - 0.40 \cdot \frac{B'}{L'}$

con  $B'/L' < 1$ .

### Calcolo dei fattori di profondità del piano di posa $d_c, d_q, d_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$K = \frac{D}{B'} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} \leq 1;$$

$$K = \arctg\left(\frac{D}{B'}\right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B'} > 1.$$

Terreni puramente coesivi $(c \neq 0, \phi = 0)$	Terreni dotati di attrito e coesione $(c \neq 0, \phi \neq 0)$
$d_c = 1 + 0,4 \cdot K$	$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$d_q = 1$	$d_q = 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot K$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

### Calcolo dei fattori di inclinazione del carico $i_c, i_q, i_\gamma$

Si definisce il seguente parametro:

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione trasversale della fondazione}$$

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad \text{se la forza H è parallela alla direzione longitudinale della fondazione}$$

$$m = m_\theta = m_L \cdot \cos^2 \theta + m_B \cdot \sin^2 \theta \quad \text{se la forza H forma un angolo } \theta \text{ con la direzione longitudinale della fondazione}$$

Terreni coesivi $(c \neq 0, \phi = 0)$	Terreni incoerenti $(c = 0, \phi \neq 0)$	Terreni dotati di attrito e coesione $(c \neq 0, \phi \neq 0)$
$i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{c \cdot N_c \cdot B \cdot L}$	$i_c = 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$i_q = 1$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^m$	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^m$
$i_\gamma = 0$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V}\right)^{m+1}$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi}\right)^{m+1}$

dove:

H = componente orizzontale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale dei carichi agente sul piano di posa della fondazione.

### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di campagna $b_c, b_q, b_\gamma$

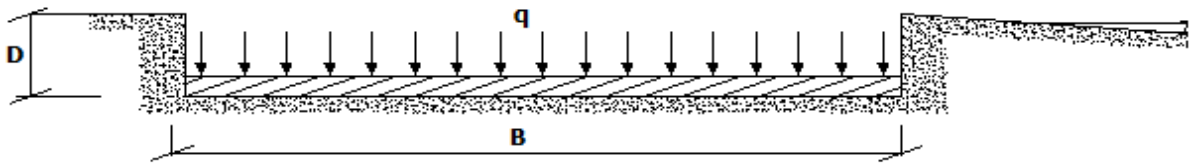
Indicando con  $\omega$  la pendenza del piano campagna, si ha:

Terreni puramente coesivi $(c \neq 0, \phi = 0)$	Terreni dotati di attrito e coesione $(c \neq 0, \phi \neq 0)$
$b_c = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{(2 + \pi)}$	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$	$b_q = (1 - \tan \omega)^2 \cdot \cos \omega$
$b_\gamma = b_q / \cos \omega$	$b_\gamma = b_q / \cos \omega$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:

$$\omega < \phi; \quad \omega < 45^\circ.$$



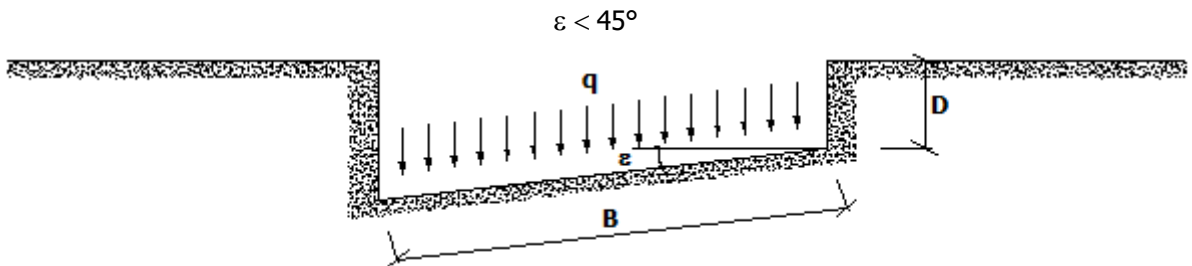


### Calcolo dei fattori di inclinazione del piano di posa $g_c, g_q, g_\gamma$

Indicando con  $\varepsilon$  la pendenza del piano di posa della fondazione, si ha:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$g_c = 1 - \frac{2 \cdot \varepsilon}{(2 + \pi)}$	$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$g_q = 1$	$g_q = (1 - \varepsilon \cdot \tan \phi)^2$
$g_\gamma = 1$	$g_\gamma = g_q$

Per poter applicare tali coefficienti correttivi deve essere verificata la seguente condizione:



### Calcolo dei fattori di riduzione per rottura a punzonamento $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$

Si definisce l'indice di rigidità del terreno come:

$$I_r = \frac{G}{c + \sigma \cdot \tan \phi}$$

dove:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

= modulo d'elasticità tangenziale del terreno;

E= modulo elastico del terreno (nei calcoli è utilizzato il modulo edometrico);

$\nu$  = modulo di Poisson. Sia in condizioni non drenate che drenate è assunto pari a 0,5 (a vantaggio di sicurezza);

$\sigma$  = tensione litostatica alla profondità  $D+B/2$ .

La rottura a punzonamento si verifica quando i coefficienti di punzonamento  $\psi_c, \psi_q, \psi_\gamma$  sono inferiori all'unità; ciò accade quando l'indice di rigidità  $I_r$  si mantiene inferiore al valore critico:

$$I_r < I_{r,crit} = \frac{1}{2} \cdot e^{\left[ \left( 3,3 - 0,45 \frac{B}{L} \right) \cot \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \right]}$$

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$\psi_c = 0,32 + 0,12 \cdot \frac{B'}{L'} + 0,6 \cdot \text{Log}(I_r)$	$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_c \cdot \tan \phi}$
$\psi_q = 1$	$\psi_q = e^{\left\{ \left( 0,6 \frac{B'}{L'} - 4,4 \right) \tan \phi + \frac{3,07 \cdot \sin \phi \cdot \text{Log}(2 \cdot I_r)}{1 + \sin \phi} \right\}}$
$\psi_\gamma = 1$	$\psi_\gamma = \psi_q$

### Correzione per fondazione tipo piastra

Bowles, al fine di limitare il contributo del termine " $B \cdot N_\gamma$ ", che per valori elevati di B porterebbe ad ottenere valori del carico limite prossimi a quelli di una fondazione profonda, propone il seguente fattore di riduzione  $r_\gamma$ :

$$r_\gamma = 1 - 0,25 \cdot \text{Log}(B/2) \quad \text{con } B \geq 2 \text{ m}$$

Nella tabella sottostante sono riportati una serie di valori del coefficiente  $r_\gamma$  al variare della larghezza dell'elemento di fondazione.

B [m]	2	2.5	3	3.5	4	5	10	20	100
$r_\gamma$	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,75	0,65	0,50

$r_\gamma$	1,00	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,82	0,75	0,57
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Questo coefficiente assume particolare importanza per fondazioni larghe con rapporto D/B basso, caso nel quale il termine "B·N<sub>γ</sub>" è predominante.

### Calcolo del carico limite in condizioni non drenate

L'espressione generale del carico limite, valutato in termini di *tensioni totale*, diventa:

$$q_{lim} = c_u \cdot (2 + \pi) \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_{sat} \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot r_\gamma$$

dove:

$c_u$  = coesione non drenata;

$\gamma_{sat}$  = peso unità di volume del terreno in condizioni di saturazione.

**N.B.:** Nel calcolo in condizioni non drenate (situazione molto rara per un terreno incoerente) si assume, sempre e comunque, che l'angolo di attrito  $\phi$  sia nullo ( $\phi = 0$ ).

### 3.6.2 Fattori correttivi al carico limite in presenza di sisma

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (**effetto cinematico**) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (**effetto inerziale**).

Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_{hi}$  e  $K_{hk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

La formula generale del carico limite si modifica nel seguente modo:

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \Psi_c \cdot z_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \Psi_q \cdot z_q + \frac{B'}{2} \cdot \gamma_f \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot c_\gamma$$

in cui, oltre ai termini già precedentemente indicati, si sono introdotti i seguenti termini:

$z_c, z_q, z_\gamma$  = coefficienti correttivi dovuti all'effetto inerziale;

$c_\gamma$  = coefficiente correttivo dovuto all'effetto cinematico.

### Calcolo del fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico $c_\gamma$

L'effetto cinematico modifica il solo coefficiente  $N_\gamma$  in funzione del coefficiente sismico  $K_{hk}$  che è pari a:

$$K_{hk} = \beta_s \cdot S_s \cdot S_T \cdot a_g / g;$$

dove:

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

$S_s$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

$S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica;

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

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella seguente tabella:

	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
	A	B,C,D,E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Il fattore correttivo dovuto all'effetto cinematico  $c_\gamma$  è stato, pertanto, determinato con la seguente relazione:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )
$c_\gamma = 1$	$c_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{\tan \phi}\right)^{0.45}$ se $\frac{K_{hk}}{\tan \phi} < 1$ , altrimenti $c_\gamma = 0$

## Calcolo dei fattori correttivi dovuti all'effetto inerziale $z_c, z_q, z_\gamma$

L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $K_{hi}$ .

Tali effetti correttivi vengono valutati con la teoria di **Paolucci - Pecker** attraverso le seguenti relazioni:

Terreni puramente coesivi ( $c \neq 0, \phi = 0$ )	Terreni dotati di attrito e coesione ( $c \neq 0, \phi \neq 0$ )	
$Z_c = Z_q = Z_\gamma = 1$	$Z_c = 1 - 0,32 \cdot K_{hi}$	se $z_c > 0$ altrimenti $z_c = 0$
	$z_\gamma = z_q = \left(1 - \frac{K_{hi}}{\tan \phi}\right)^{0.35}$	se $\frac{K_{hi}}{\tan \phi} < 1$ altrimenti $z_\gamma = z_q = 0$

dove il coefficiente sismico  $K_{hi}$  è calcolato come rapporto fra forza orizzontale e verticale, variabile quindi per ogni combinazione di carico sismica.

## Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa relativa alla verifica dello stato limite di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $Q_{d,Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza  $R_d$ , ossia il rapporto fra il carico limite  $q_{lim}$  (calcolato come sopra esposto) ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo alla capacità portante del complesso terreno-fondazione, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a 2,3 (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Si precisa che, nella sottostante tabella:

- la coppia  $Q_{Ed}$  e  $Q_{d,Rd}$  è relativa alla combinazione di carico, fra tutte quelle esaminate, che da luogo al minimo coefficiente di sicurezza (CS);
- nelle colonne "**per  $N_q$ , per  $N_c$  e per  $N_\gamma$** ", relative ai "**Coef. Cor. Terzaghi**", viene riportato il prodotto tra i vari coefficienti correttivi presenti nell'espressione generale del carico limite. Ad esempio si è posto:

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_q = s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot \psi_q \cdot z_q$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_c = s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot \psi_c \cdot z_c$$

$$\text{Coef. Cor. Terzaghi per } N_\gamma = s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot \psi_\gamma \cdot r_\gamma \cdot z_\gamma \cdot C_\gamma$$

## VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLU

### Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLU

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>Fld</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]								[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Platea 1	8,08	24,60	5,12	180,00	0,30	-	Coesivo	1,00	1,06	0,00	1,00	5,14	0,00	0,021	0,169	N O

### LEGENDA:

**Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.

**CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se  $CS \geq 100$ ; [VNR] = Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.

**R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.

**Z<sub>p.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.

**Z<sub>Fld</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.

**Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.

**C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.

**Terzaghi**

**Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.

**Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.

**R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

## VERIFICHE CARICO LIMITE FONDAZIONI DIRETTE ALLO SLD

**Verifiche Carico Limite fondazioni dirette allo SLD**

Id <sub>Fnd</sub>	CS	L <sub>x</sub>	L <sub>y</sub>	R <sub>tz</sub>	Z <sub>p.cmp</sub>	Z <sub>Fld</sub>	Cmp T	C. Terzaghi						Q <sub>Ed</sub>	Q <sub>Rd</sub>	R <sub>f</sub>
								per N <sub>q</sub>	per N <sub>c</sub>	per N <sub>γ</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>			
		[m]	[m]	[°]	[m]	[m]							[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Platea 1	16,5 4	24,60	5,12	180, 00	0,30	-	Coesivo	1,00	1,06	0,00	1,00	5,14	0,00	0,013	0,216	N O

**LEGENDA:**

- Id<sub>Fnd</sub>** Descrizione dell'oggetto di fondazione al quale è riferita la verifica.
- CS** Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
- L<sub>x/y</sub>** Dimensioni dell'elemento di fondazione.
- R<sub>tz</sub>** Angolo compreso tra l'asse X e il lato più lungo del minimo rettangolo che delimita il poligono della platea.
- Z<sub>p.cmp</sub>** Profondità di posa dell'elemento di fondazione dal piano campagna.
- Z<sub>Fld</sub>** Profondità della falda dal piano campagna.
- Cmp T** Classificazione del comportamento del terreno ai fini del calcolo.
- C.** Coefficienti correttivi per la formula di Terzaghi.
- Terzaghi**
- hi**
- Q<sub>Ed</sub>** Carico di progetto sul terreno.
- Q<sub>Rd</sub>** Resistenza di progetto del terreno.
- R<sub>f</sub>** [SI] = elemento con presenza di rinforzo; [NO] = elemento senza rinforzo.

**3.7 - STIMA DEI CEDIMENTI DELLE FONDAZIONI**

I cedimenti delle fondazioni superficiali sono il risultato (l'integrale) delle deformazioni verticali del terreno sottostante la fondazione. Queste deformazioni sono conseguenti ad un'alterazione dello stato di tensione nel sottosuolo imputabile a vari motivi quali il carico trasmesso dalle strutture di fondazione, variazioni del regime delle pressioni neutre nel sottosuolo, vibrazioni indotte, scavi eseguiti nei pressi della fondazione.

Nel calcolo eseguito dal software vengono stimati i cedimenti prodotti dai carichi trasmessi dalla fondazione, che sono sempre presenti, e ne è stata valutata l'ammissibilità in condizioni di esercizio.

**3.7.1 Calcolo dell'incremento delle tensioni**

Gli incrementi di tensione indotti nel sottosuolo, dai carichi applicati in superficie, sono stati valutati mediante la teoria di Boussinesq, che definisce lo stato di tensione e deformazione indotto in un semispazio elastico da una forza concentrata P agente normalmente al suo piano limite (figura sottostante).

Gli incrementi di tensione nel sottosuolo, che generano i cedimenti, espressi in un sistema di coordinate cilindriche θ, z, r, sono determinate attraverso le seguenti relazioni:

$$\sigma_z = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^3}{R^5}$$

$$\sigma_r = -\frac{P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[ -\frac{3 \cdot r^2 \cdot z}{R^3} + \frac{(1 - 2 \cdot \nu) \cdot R}{(R + z)} \right]$$

$$\tau_{rz} = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{z^2 \cdot r}{R^5}$$

$$\sigma_\theta = -\frac{(1 - 2 \cdot \nu) \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot R^2} \cdot \left[ \frac{z}{R} - \frac{R}{(R + z)} \right]$$

dove  $R = \sqrt{r^2 + z^2}$ .

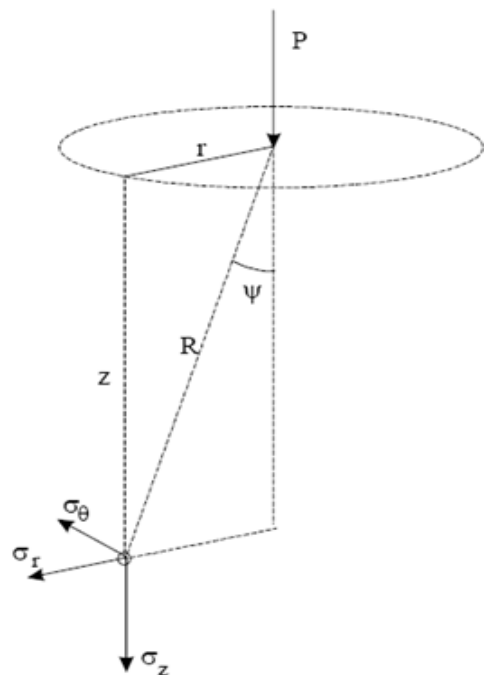
I valori delle tensioni radiali  $\sigma_r$  e tangenti  $\sigma_\theta$ , proiettati sugli assi X e Y, diventano:

$$\sigma_x = \sigma_r \cdot \cos(\alpha) - \sigma_\theta \cdot \sin(\alpha);$$

$$\sigma_y = \sigma_r \cdot \sin(\alpha) + \sigma_\theta \cdot \cos(\alpha);$$

dove α è l'angolo formato dal raggio r con l'asse X.

Gli incrementi di tensione sono stati calcolati, per ogni combinazione di carico allo SLE e allo SLD, al centro di strati elementari (substrati) con cui si è discretizzato il sottosuolo in corrispondenza di ogni verticale di calcolo (vedi figura sottostante). L'altezza adottata per il substrato è di 100 cm.





### Distribuzione delle forze al contatto del piano di posa

Per poter affrontare il problema in maniera generale, l'area di impronta della fondazione viene discretizzata in areole elementari sufficientemente piccole e si sostituisce all'azione ripartita, competente ad ogni singola areola, un'azione concentrata equivalente. Il terreno a contatto con la fondazione viene corrispondentemente discretizzato in elementi elastici, detti bounds, che lavorano nelle tre direzioni principali XYZ. Le fondazioni trasmettono agli elementi bounds le azioni provenienti dal calcolo in elevazione e su tale modello il solutore determina le azioni  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  agenti sul singolo bound. Inizialmente si ritiene il bound elastico e bidirezionale, ossia reagente anche a trazione, e in tale ipotesi viene condotto un calcolo lineare. Se, per effetto di eccentricità, si hanno bounds reagenti a trazione, si ridefinisce il legame costitutivo nell'ipotesi di assenza di resistenza a trazione e si effettua un calcolo NON lineare in cui sono definite aree di contatto parzializzate e vengono esclusi i bounds a trazione.

Attraverso questo procedimento, effettuato per tutte le combinazioni di carico, sono note le reazioni dei bounds compressi e quindi le forze ( $F_z$ ) da cui calcolare gli incrementi di tensione nel sottosuolo in una serie di punti significativi.

Per ogni verticale in cui si è calcolato il cedimento, l'incremento di tensione nel sottosuolo è stato calcolato sommando gli effetti di tutte le forze elementari.

Inoltre, è stato considerato il *decremento di tensione dovuto allo scavo*, in modo da sottrarre all'intensità del carico applicato il valore della tensione litostatica agente sul piano di posa prima della realizzazione della fondazione.

### 3.7.2 Calcolo dei cedimenti

Noti gli incrementi di tensione nei vari strati, per il calcolo dei cedimenti viene adottato il metodo edometrico di Terzaghi, distinguendo tra terreni a grana grossa e terreni a grana fine.

#### • Terreni a grana grossa

Per questi terreni i cedimenti si estinguono immediatamente per cui il cedimento iniziale ( $w_0$ ) coincide con quello finale ( $w_f$ ).

In tal caso, per il calcolo del cedimento, sarebbe indispensabile far ricorso a procedimenti empirici che utilizzano i risultati di prove in sito.

Viste le difficoltà e l'incertezza nella stima di specifici parametri geotecnici, il cedimento è stato valutato utilizzando il metodo edometrico.

#### • Terreni a grana fina

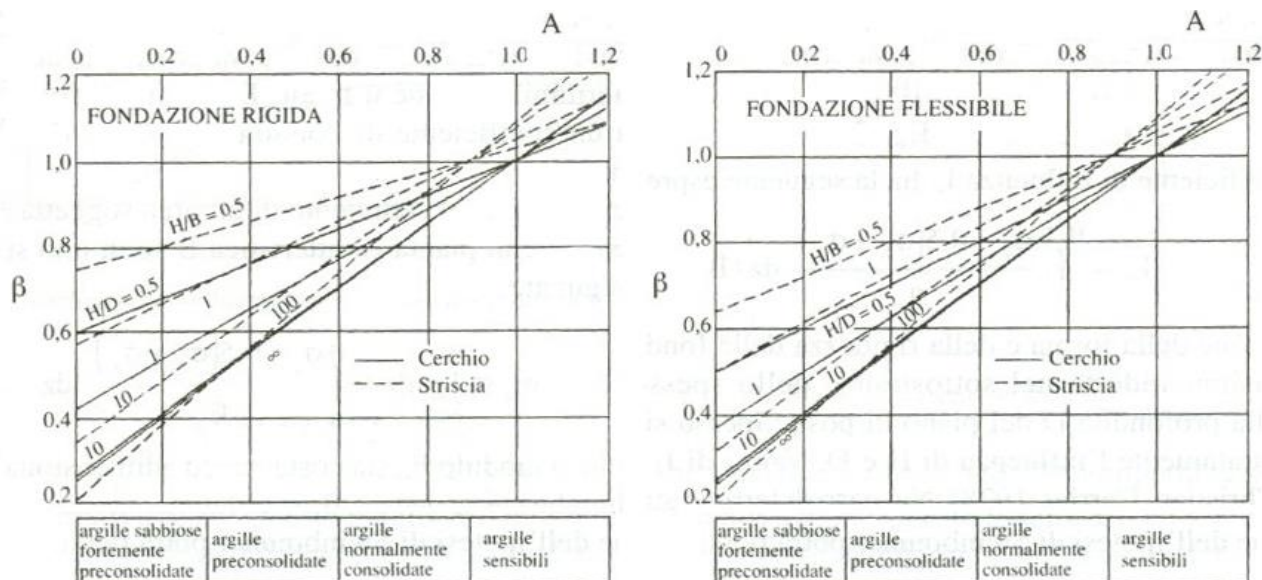
Il metodo edometrico fornisce il cedimento a lungo termine, NON consentendo di valutare il cedimento iniziale. Calcolato l'incremento di tensioni  $\Delta\sigma$  nei vari strati, ognuno di spessore  $H_i$  e modulo  $E_{ed,i}$ , il cedimento edometrico risulta pari a:

$$W_{ed} = \sum_i \frac{\Delta\sigma_i}{E_{ed,i}} \cdot H_i$$

Per la stima del cedimento di consolidazione si utilizza il metodo di Skempton e Bjerrum che esprime tale cedimento come un'aliquota di quello edometrico, pertanto:

$$W_c = \beta \cdot W_{ed}$$

I valori del coefficiente  $\beta$  sono riportati in grafici in funzione della rigidezza della fondazione, della forma della fondazione, dello spessore dello strato deformabile e del coefficiente di Skempton "A" (vedi figura sottostante).



Il coefficiente "A" di Skempton può essere ricavato in funzione del grado di consolidazione del terreno come indicato nella seguente tabella.

Grado di consolidazione del terreno	$A_{skempton}$
basso	0,75 ÷ 1,50
normale	0,50 ÷ 1,00
poco sovraconsolidato	0,20 ÷ 0,50
molto sovraconsolidato	0,00 ÷ 0,25

Il software utilizza il valore medio degli intervalli indicati. Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Il cedimento iniziale  $w_0$  è calcolato con la teoria dell'elasticità in termini di tensioni totali secondo la seguente espressione:

$$w_0 = \frac{q \cdot B}{E_u} \cdot I_w$$

in cui:

- $E_u$  è il modulo di elasticità NON drenato;
- $q$  è il carico (medio ripartito) sulla fondazione;
- $B$  è la larghezza caratteristica della fondazione,
- $I_w$  è il coefficiente di influenza.

Il coefficiente di influenza  $I_w$  ha la seguente espressione:

$$I_w = \int_0^{H/B} \frac{\sigma_z - 0,5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y)}{q} dz/B$$

in cui  $H$  è lo spessore dello strato deformabile e le  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  sono calcolate con un coefficiente di Poisson che, in condizioni NON drenate, è assunto pari a 0,5.

Il modulo di elasticità NON drenato di un terreno può essere ricavato dalla seguente tabella in cui è messo in relazione con la coesione NON drenata ( $c_u$ ), l'indice di plasticità ( $I_p$ ) e il grado di consolidazione del terreno (OCR). Tuttavia il tecnico è libero di inserire manualmente tali parametri qualora siano state fatte indagini specifiche relative alla loro determinazione.

Rapporto $K_u = (E_u/c_u)$			
Grado di consolidazione del terreno (OCR)	$I_p < 0,3$	$0,3 < I_p < 0,5$	$I_p > 0,5$
basso/normale (< 3)	800	400	200
poco sovraconsolidato (da 3 a 5)	500	300	150
molto sovraconsolidato (> 5)	300	200	100

Il cedimento finale è pari a:

$$W_f = W_0 + W_c.$$

### GEOTECNICA - CALCOLO DEI CEDIMENTI (Fondazione)

## Geotecnica - Calcolo dei cedimenti

Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub>	W <sub>0</sub>	W <sub>c</sub>	W <sub>f</sub>
			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5</b>						
C0001	00011	4	0,31	0,03	0,23	0,26
C0002	00010	6	0,31	0,03	0,23	0,27
C0003	00012	1	0,31	0,03	0,24	0,27
C0004	00015	2	1,15	0,11	0,87	0,99
C0005	00013	3	0,31	0,03	0,24	0,27
C0006	00018	5	1,08	0,11	0,82	0,93
C0007	00073		1,49	0,15	1,13	1,27
C0008	00023		0,28	0,03	0,21	0,24
C0009	00022		0,28	0,03	0,21	0,24
C0010	00021		0,28	0,03	0,22	0,25
C0011	00020		0,28	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (-Y)</b>						
<b>* 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,30	0,03	0,23	0,26
C0002	00010	6	0,30	0,03	0,23	0,26
C0003	00012	1	0,32	0,03	0,24	0,27
C0004	00015	2	1,17	0,12	0,89	1,00
C0005	00013	3	0,32	0,03	0,24	0,28
C0006	00018	5	1,06	0,11	0,81	0,92
C0007	00073		1,50	0,15	1,14	1,28
C0008	00023		0,29	0,03	0,22	0,25
C0009	00022		0,29	0,03	0,22	0,25
C0010	00021		0,28	0,03	0,21	0,24
C0011	00020		0,28	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (+Y)</b>						
<b>* 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,31	0,03	0,24	0,27
C0002	00010	6	0,32	0,03	0,24	0,27
C0003	00012	1	0,30	0,03	0,23	0,26
C0004	00015	2	1,12	0,11	0,85	0,96
C0005	00013	3	0,30	0,03	0,23	0,26
C0006	00018	5	1,11	0,11	0,84	0,95
C0007	00073		1,47	0,15	1,11	1,26
C0008	00023		0,27	0,03	0,21	0,24
C0009	00022		0,28	0,03	0,21	0,24
C0010	00021		0,29	0,03	0,22	0,25
C0011	00020		0,29	0,03	0,22	0,25
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (-X)</b>						
<b>* 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,31	0,03	0,23	0,26
C0002	00010	6	0,30	0,03	0,23	0,26
C0003	00012	1	0,31	0,03	0,24	0,27
C0004	00015	2	1,16	0,11	0,88	0,99
C0005	00013	3	0,31	0,03	0,24	0,27
C0006	00018	5	1,08	0,11	0,82	0,93
C0007	00073		1,49	0,15	1,13	1,28
C0008	00023		0,28	0,03	0,22	0,25
C0009	00022		0,28	0,03	0,21	0,24
C0010	00021		0,28	0,03	0,21	0,24
C0011	00020		0,28	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (+X)</b>						
<b>* 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,30	0,03	0,23	0,26
C0002	00010	6	0,31	0,03	0,23	0,27
C0003	00012	1	0,31	0,03	0,24	0,27
C0004	00015	2	1,16	0,11	0,88	0,99
C0005	00013	3	0,32	0,03	0,24	0,27
C0006	00018	5	1,08	0,11	0,82	0,93
C0007	00073		1,49	0,15	1,13	1,28
C0008	00023		0,28	0,03	0,21	0,24
C0009	00022		0,29	0,03	0,22	0,25
C0010	00021		0,28	0,03	0,22	0,25
C0011	00020		0,28	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1</b>						
C0001	00011	4	0,33	0,03	0,25	0,28
C0002	00010	6	0,33	0,03	0,25	0,28
C0003	00012	1	0,33	0,03	0,25	0,29
C0004	00015	2	1,21	0,12	0,92	1,03
C0005	00013	3	0,33	0,03	0,25	0,29
C0006	00018	5	1,14	0,11	0,87	0,98
C0007	00073		1,56	0,15	1,18	1,33
C0008	00023		0,30	0,03	0,23	0,26
C0009	00022		0,30	0,03	0,23	0,26
C0010	00021		0,30	0,03	0,23	0,26
C0011	00020		0,30	0,03	0,23	0,26
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1 + Pressione del Vento (-Y) * 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,32	0,03	0,24	0,28
C0002	00010	6	0,32	0,03	0,25	0,28
C0003	00012	1	0,34	0,03	0,26	0,29
C0004	00015	2	1,23	0,12	0,93	1,05
C0005	00013	3	0,34	0,03	0,26	0,29
C0006	00018	5	1,12	0,11	0,85	0,96

## Geotecnica - Calcolo dei cedimenti

Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
C0007	00073		1,57	0,15	1,19	1,35
C0008	00023		0,31	0,03	0,23	0,26
C0009	00022		0,31	0,03	0,23	0,27
C0010	00021		0,30	0,03	0,23	0,26
C0011	00020		0,30	0,03	0,23	0,26
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1 + Pressione del Vento (+Y) * 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,34	0,03	0,26	0,29
C0002	00010	6	0,34	0,03	0,26	0,29
C0003	00012	1	0,32	0,03	0,25	0,28
C0004	00015	2	1,18	0,12	0,89	1,01
C0005	00013	3	0,33	0,03	0,25	0,28
C0006	00018	5	1,17	0,12	0,88	1,00
C0007	00073		1,54	0,15	1,17	1,32
C0008	00023		0,29	0,03	0,22	0,25
C0009	00022		0,30	0,03	0,22	0,25
C0010	00021		0,31	0,03	0,24	0,27
C0011	00020		0,31	0,03	0,24	0,27
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1 + Pressione del Vento (-X) * 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,33	0,03	0,25	0,28
C0002	00010	6	0,33	0,03	0,25	0,28
C0003	00012	1	0,34	0,03	0,26	0,29
C0004	00015	2	1,21	0,12	0,92	1,04
C0005	00013	3	0,34	0,03	0,25	0,29
C0006	00018	5	1,14	0,11	0,86	0,98
C0007	00073		1,56	0,15	1,19	1,34
C0008	00023		0,30	0,03	0,23	0,26
C0009	00022		0,30	0,03	0,23	0,26
C0010	00021		0,30	0,03	0,23	0,26
C0011	00020		0,30	0,03	0,23	0,26
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 1 + Pressione del Vento (+X) * 0.6</b>						
C0001	00011	4	0,32	0,03	0,25	0,28
C0002	00010	6	0,33	0,03	0,25	0,28
C0003	00012	1	0,33	0,03	0,25	0,29
C0004	00015	2	1,22	0,12	0,92	1,04
C0005	00013	3	0,34	0,03	0,26	0,29
C0006	00018	5	1,14	0,11	0,86	0,98
C0007	00073		1,56	0,15	1,19	1,34
C0008	00023		0,30	0,03	0,23	0,26
C0009	00022		0,31	0,03	0,23	0,26
C0010	00021		0,30	0,03	0,23	0,26
C0011	00020		0,30	0,03	0,23	0,26
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (+X) * 1</b>						
C0001	00011	4	0,30	0,03	0,23	0,26
C0002	00010	6	0,31	0,03	0,23	0,27
C0003	00012	1	0,31	0,03	0,24	0,27
C0004	00015	2	1,16	0,12	0,88	0,99
C0005	00013	3	0,32	0,03	0,24	0,27
C0006	00018	5	1,08	0,11	0,82	0,93
C0007	00073		1,49	0,15	1,13	1,28
C0008	00023		0,28	0,03	0,21	0,24
C0009	00022		0,29	0,03	0,22	0,25
C0010	00021		0,28	0,03	0,21	0,25
C0011	00020		0,28	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (-X) * 1</b>						
C0001	00011	4	0,30	0,03	0,23	0,26
C0002	00010	6	0,30	0,03	0,23	0,26
C0003	00012	1	0,32	0,03	0,24	0,27
C0004	00015	2	1,16	0,11	0,88	0,99
C0005	00013	3	0,31	0,03	0,24	0,27
C0006	00018	5	1,07	0,11	0,81	0,92
C0007	00073		1,49	0,15	1,13	1,28
C0008	00023		0,29	0,03	0,22	0,25
C0009	00022		0,28	0,03	0,21	0,24
C0010	00021		0,28	0,03	0,21	0,24
C0011	00020		0,28	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (+Y) * 1</b>						
C0001	00011	4	0,32	0,03	0,24	0,28
C0002	00010	6	0,32	0,03	0,25	0,28
C0003	00012	1	0,30	0,03	0,22	0,26
C0004	00015	2	1,10	0,11	0,83	0,95
C0005	00013	3	0,30	0,03	0,22	0,26
C0006	00018	5	1,13	0,11	0,85	0,97
C0007	00073		1,46	0,15	1,11	1,25
C0008	00023		0,27	0,03	0,20	0,23
C0009	00022		0,27	0,03	0,20	0,23
C0010	00021		0,30	0,03	0,22	0,26
C0011	00020		0,30	0,03	0,22	0,26
<b>SLE Rare:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 1 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.5 + Pressione del Vento (-Y) * 1</b>						



## Geotecnica - Calcolo dei cedimenti

Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>* 1</b>						
C0001	00011	4	0,29	0,03	0,22	0,25
C0002	00010	6	0,30	0,03	0,22	0,26
C0003	00012	1	0,32	0,03	0,24	0,28
C0004	00015	2	1,19	0,12	0,90	1,02
C0005	00013	3	0,33	0,03	0,25	0,28
C0006	00018	5	1,05	0,11	0,80	0,90
C0007	00073		1,51	0,15	1,14	1,29
C0008	00023		0,29	0,03	0,22	0,25
C0009	00022		0,29	0,03	0,22	0,25
C0010	00021		0,27	0,03	0,21	0,24
C0011	00020		0,27	0,03	0,21	0,24
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.9</b>						
C0001	00011	4	0,27	0,03	0,21	0,24
C0002	00010	6	0,28	0,03	0,21	0,24
C0003	00012	1	0,28	0,03	0,21	0,24
C0004	00015	2	1,07	0,11	0,81	0,92
C0005	00013	3	0,28	0,03	0,21	0,24
C0006	00018	5	1,00	0,11	0,76	0,87
C0007	00073		1,38	0,14	1,04	1,18
C0008	00023		0,25	0,03	0,19	0,22
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,22
C0010	00021		0,26	0,03	0,19	0,22
C0011	00020		0,25	0,03	0,19	0,22
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8 + Carico da Neve &lt;= 1000 m s.l.m. * 0.2</b>						
C0001	00011	4	0,27	0,03	0,21	0,24
C0002	00010	6	0,28	0,03	0,21	0,24
C0003	00012	1	0,28	0,03	0,21	0,24
C0004	00015	2	1,07	0,11	0,81	0,92
C0005	00013	3	0,28	0,03	0,21	0,24
C0006	00018	5	1,00	0,11	0,76	0,87
C0007	00073		1,38	0,14	1,04	1,18
C0008	00023		0,25	0,03	0,19	0,22
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,22
C0010	00021		0,25	0,03	0,19	0,22
C0011	00020		0,25	0,03	0,19	0,22
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8 + Pressione del Vento (+X) * 0.2</b>						
C0001	00011	4	0,26	0,03	0,20	0,23
C0002	00010	6	0,27	0,03	0,20	0,23
C0003	00012	1	0,27	0,03	0,20	0,24
C0004	00015	2	1,04	0,11	0,79	0,90
C0005	00013	3	0,27	0,03	0,21	0,24
C0006	00018	5	0,98	0,10	0,74	0,84
C0007	00073		1,35	0,14	1,02	1,16
C0008	00023		0,24	0,03	0,19	0,21
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,21
C0010	00021		0,25	0,03	0,19	0,21
C0011	00020		0,24	0,03	0,19	0,21
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8 + Pressione del Vento (-X) * 0.2</b>						
C0001	00011	4	0,26	0,03	0,20	0,23
C0002	00010	6	0,27	0,03	0,20	0,23
C0003	00012	1	0,27	0,03	0,21	0,24
C0004	00015	2	1,04	0,11	0,79	0,90
C0005	00013	3	0,27	0,03	0,21	0,23
C0006	00018	5	0,98	0,10	0,74	0,84
C0007	00073		1,35	0,14	1,02	1,16
C0008	00023		0,25	0,03	0,19	0,21
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,21
C0010	00021		0,25	0,03	0,19	0,21
C0011	00020		0,25	0,03	0,19	0,21
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8 + Pressione del Vento (+Y) * 0.2</b>						
C0001	00011	4	0,27	0,03	0,20	0,23
C0002	00010	6	0,27	0,03	0,20	0,24
C0003	00012	1	0,27	0,03	0,20	0,23
C0004	00015	2	1,03	0,11	0,78	0,89
C0005	00013	3	0,27	0,03	0,20	0,23
C0006	00018	5	0,99	0,10	0,75	0,85
C0007	00073		1,34	0,14	1,02	1,15
C0008	00023		0,24	0,03	0,18	0,21
C0009	00022		0,24	0,03	0,18	0,21
C0010	00021		0,25	0,03	0,19	0,22
C0011	00020		0,25	0,03	0,19	0,22
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8 + Pressione del Vento (-Y) * 0.2</b>						
C0001	00011	4	0,26	0,03	0,20	0,23
C0002	00010	6	0,26	0,03	0,20	0,23
C0003	00012	1	0,27	0,03	0,21	0,24
C0004	00015	2	1,05	0,11	0,79	0,90
C0005	00013	3	0,27	0,03	0,21	0,24
C0006	00018	5	0,97	0,10	0,74	0,84
C0007	00073		1,35	0,14	1,02	1,16
C0008	00023		0,25	0,03	0,19	0,21
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,22
C0010	00021		0,24	0,03	0,19	0,21
C0011	00020		0,24	0,03	0,18	0,21

Idw	Nps	Nid	W <sub>ed</sub> [cm]	W <sub>0</sub> [cm]	W <sub>c</sub> [cm]	W <sub>f</sub> [cm]
<b>SLE Freq:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8</b>						
C0001	00011	4	0,26	0,03	0,20	0,23
C0002	00010	6	0,27	0,03	0,20	0,23
C0003	00012	1	0,27	0,03	0,20	0,24
C0004	00015	2	1,04	0,11	0,79	0,90
C0005	00013	3	0,27	0,03	0,21	0,23
C0006	00018	5	0,98	0,10	0,74	0,85
C0007	00073		1,35	0,14	1,02	1,16
C0008	00023		0,24	0,03	0,19	0,21
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,21
C0010	00021		0,25	0,03	0,19	0,21
C0011	00020		0,25	0,03	0,19	0,21
<b>SLE Perm:Carico Permanente * 1 + Permanenti NON Strutturali * 1 + Magazzini * 0.8</b>						
C0001	00011	4	0,26	0,03	0,20	0,23
C0002	00010	6	0,27	0,03	0,20	0,23
C0003	00012	1	0,27	0,03	0,20	0,24
C0004	00015	2	1,04	0,11	0,79	0,90
C0005	00013	3	0,27	0,03	0,21	0,23
C0006	00018	5	0,98	0,10	0,74	0,85
C0007	00073		1,35	0,14	1,02	1,16
C0008	00023		0,24	0,03	0,19	0,21
C0009	00022		0,25	0,03	0,19	0,21
C0010	00021		0,25	0,03	0,19	0,21
C0011	00020		0,25	0,03	0,19	0,21

**LEGENDA:**

<b>Idw</b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b>Nps</b>	Numero identificativo del Punto Significativo.
<b>Nid</b>	Numero identificativo dell'elemento verticale (pilastro, estremo parete, setto). [*]= indica la presenza di un nodo intermedio calcolato sulla base della parete/setto/muro.
<b>W<sub>ed</sub></b>	Cedimento edometrico.
<b>W<sub>0</sub></b>	Cedimento istantaneo.
<b>W<sub>c</sub></b>	Cedimento di consolidazione.
<b>W<sub>f</sub></b>	Cedimento finale.

**3.7.3 Calcolo delle distorsioni angolari**

Noti i cedimenti in un certo numero di punti significativi, è possibile calcolare le distorsioni angolari ( $\beta$ ) come:

$$\beta_{ij} = \Delta W_{ij}/L_{ij};$$

dove:

$\Delta W_{ij}$ : cedimento differenziale tra i punti i e j;

$L_{ij}$ : distanza tra la coppia di punti i e j.

Sia nel tabulato che nelle tabelle seguenti, per comodità di lettura, sono riportati i valori inversi delle distorsioni angolari, confrontati con il valore inverso della distorsione ammissibile compatibile con la funzionalità dell'intera opera.

**GEOTECNICA - VERIFICHE DEI CEDIMENTI DIFFERENZIALI****Geotecnica - Verifiche dei cedimenti differenziali**

Idw	Id <sub>Δw</sub>	(L/ΔW) <sub>i-f</sub>	(L/ΔW) <sub>lim</sub>	CS
001	C0003-C0004	1 646,75	200	8,23
002	C0004-C0005	1 546,67	200	7,73
003	C0001-C0006	1 823,65	200	9,12
004	C0006-C0002	1 590,82	200	7,95
005	C0003-C0001	20 559,93	200	NS
006	C0005-C0002	20 917,66	200	NS

**LEGENDA:**

<b>Idw</b>	Identificativo del Punto Significativo (punto in cui viene calcolato il cedimento).
<b>Id<sub>Δw</sub></b>	Identificativo del cedimento differenziale.
<b>(L/ΔW)<sub>i-f</sub></b>	Distorsione angolare ([NS] = Non Significativo - per valori di (L/ΔW) <sub>i-f</sub> maggiori o uguali di 50.000).
<b>(L/ΔW)<sub>lim</sub></b>	Distorsione angolare limite.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se CS ≥ 100; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).

**3.8 - VERIFICA A SCORRIMENTO SUL PIANO DI POSA**

La verifica a scorrimento sul piano di posa della fondazione, eseguita allo SLU (SLV), consiste nel confronto fra la forza agente parallelamente al piano di scorrimento (azione,  $F_d$ ) e la resistenza ( $R_d$ ), ossia la risultante delle tensioni tangenziali limite sullo stesso piano, sommata, in casi particolari, alla risultante delle tensioni limite agenti sulle superfici laterali della fondazione.

La resistenza  $R_d$  della fondazione allo scorrimento è data dalla somma di tre componenti:

7) Componente dovuta all'attrito  $F_{RD1}$ , pari a:

$$F_{RD1} = N_d \cdot \tan\phi;$$

dove:

$N_d$  = carico efficace di progetto, normale alla base della fondazione;

$\phi$  = angolo di resistenza a taglio (d'attrito) del terreno a contatto con la fondazione.

8) Componente dovuta all'adesione  $F_{RD2}$ , pari a:

$$F_{RD2} = A' \cdot c;$$

dove:

$A'$  = superficie efficace della base della fondazione;

$c$  = coesione del terreno, pari alla coesione efficace ( $c'$ ) in condizioni drenate o alla coesione non drenata ( $c_u$ ) in condizioni non drenate.

9) Componente dovuta all'affondamento  $F_{RD3}$  della fondazione. Tale eventuale contributo resistente è dovuto alla spinta passiva che si genera sul lato verticale della fondazione quando le forze orizzontali la spingono contro lo scavo (incasso).

Si evidenzia che nel caso in cui lo sforzo normale sia di trazione i primi due contributi vengono annullati.

Inoltre, nel caso in cui il terreno sia dotato di coesione non drenata e attrito, il programma esegue la verifica a scorrimento ignorando il contributo dovuto all'attrito terra-fondazione e calcola l'aliquota dovuta all'adesione con riferimento alla coesione non drenata.

Si precisa che il valore relativo alla colonna  $F_{Rd}$ , di cui nella tabella seguente, è da intendersi come il valore di progetto della resistenza allo scorrimento  $R_d$ , ossia il rapporto fra la resistenza ed il valore del coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  relativo allo scorrimento della struttura di fondazione su piano di posa, in relazione all'approccio utilizzato. Nel caso in esame il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  è stato assunto pari a **1,10** (tabella 6.4.I del D.M. 2018).

Sia nei "Tabulati di calcolo" che nella tabella seguente si riporta l'esito della suddetta verifica.

## GEOTECNICA - VERIFICHE A SCORRIMENTO

### Geotecnica - Verifiche a scorrimento

Elm	Dir	$N_{Ed}$	$M_{Ed}$	$V_{Ed}$	$F_{RD1}$	$F_{RD2}$	$F_{RD3}$	$F_{RD}$	CS
		[N]	[N·m]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	
Platea 1	B	1 291 638	-203 329	-123 672	0	7521096	112850	7633946	61,73
	L	1 291 637	53 932	-27 996	0	7898249	542423	8440672	NS

### LEGENDA:

<b>Elm</b>	Elemento di fondazione su cui si esegue la verifica.
<b>Dir</b>	Direzione di verifica: per Plinti [B]= asse locale 2; [L]= asse locale 3. Per Winkler [B]= asse locale 3; [L]= asse locale 1. Per Platee [B]= asse globale Y; [L]= asse globale X.
<b><math>F_{RD1}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per attrito terra-fondazione.
<b><math>F_{RD2}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per adesione.
<b><math>F_{RD3}</math></b>	Aliquota di resistenza allo scorrimento per affondamento.
<b><math>F_{RD}</math></b>	Resistenza allo scorrimento.
<b>CS</b>	Coefficiente di sicurezza ([NS] = Non Significativo se $CS \geq 100$ ; [VNR]= Verifica Non Richiesta; Informazioni aggiuntive sulla condizione: [V] = statica; [E] = eccezionale; [S] = sismica; [N] = sismica non lineare).
<b><math>N_{Ed}</math>, <math>M_{Ed}</math>, <math>V_{Ed}</math></b>	Sollecitazioni di progetto.

## CAPITOLO IV – TRACKER 2X30

### 4. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

#### 4.1 Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Circolare 7 del 21/01/2019  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

#### 4.2 Dati

##### Geometria della fondazione

##### *Simbologia adottata*

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo 16 a base chiusa	(C)	0,00	0,00	20,36	3,50

##### Materiali palo

##### *Acciaio*

Tensione caratteristica di snervamento	3619,93	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

##### Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

##### Caratteristiche pali

Pali in acciaio  
Armatatura con ferri longitudinali e staffe  
Vincolo in testa di tipo CERNIERA  
Tipo di palo TRIVELLATO A BASE CHIUSA

Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

## Descrizione terreni e falda

### Simbologia adottata

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
$c$	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
$ca$	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
$\phi_{min}, \phi_{med}$	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
$c_{min}, c_{med}$	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]
$ca_{min}, ca_{med}$	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm <sup>q</sup> ]

### Parametri caratteristici

Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$c$ [kg/cm <sup>q</sup> ]	$ca$ [kg/cm <sup>q</sup> ]
Argille limose	2000,0	2200,0	0,00	0,00	0,700	0,500

### Parametri minimi

Descrizione	$\phi_{min}$ [°]	$\delta_{min}$ [°]	$c_{min}$ [kg/cm <sup>q</sup> ]	$ca_{min}$ [kg/cm <sup>q</sup> ]
Argille limose	0,00	0,00	0,700	0,500

### Parametri medi

Descrizione	$\phi_{med}$ [°]	$\delta_{med}$ [°]	$c_{med}$ [kg/cm <sup>q</sup> ]	$ca_{med}$ [kg/cm <sup>q</sup> ]
Argille limose	0,00	0,00	0,700	0,500

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia adottata

$N$	Identificativo strato
$Z1$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
$Z2$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
$Z3$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
$Kw$	Costante di Winkler espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
$Ks$	Coefficiente di spinta
$\alpha$	Coefficiente di espansione laterale

n°	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	$Kw$ [kg/cm <sup>q</sup> /cm]	$Ks$	$\alpha$
1	-4,7	-4,7	-4,7	Argille limose	4.00	0.80	1.00

## 4.3 Normativa

N.T.C. 2018

### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

## PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

#### Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1  $\xi_3=1.70$   $\xi_4=1.70$

## 4.4 – CONFIGURAZIONE ORIZZONTALE

### 4.4.1 Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$fnd$  Indice della fondazione

$N_{TOT}$  Sforzo normale totale espressa in [kg]

$M_{TOT}$  Momento in direzione Y espresso in [kgm]

$T_{TOT}$  Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Permanenti - PERMANENTE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1040,0	-4,0	20,0

Condizione n° 2 - Neve - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1756,0	11,0	48,0

Condizione n° 3 - Vento +X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1187,0	67,0	10,0

Condizione n° 4 - Vento -X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	-1187,0	-67,0	10,0

Condizione n° 5 - Vento +Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1187,0	67,0	10,0

Condizione n° 6 - Vento -Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	-1187,0	-67,0	10,0

### 4.4.2 Risultati

#### Verifica della portanza assiale

*Simbologia adottata*

cmb Identificativo della combinazione

$N_c, N_q$  Fattori di capacità portante

$N^c = f(N_c, sc, dc)$

$N^q = f(N_q, sq, dq)$

dove:

sc, sq Fattori di forma

dc, dq Fattori di profondità  
 Pl<sub>min</sub>, Pl<sub>med</sub> Portanza laterale minima e media espressa in [kg]  
 Pp<sub>min</sub>, Pp<sub>med</sub> Portanza di punta minima e media espressa in [kg]  
 Pd Portanza di progetto espressa in [kg]  
 N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]  
 η Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq	N'c	N'q
1	5.14	1.00	8.03	1.00
2	5.14	1.00	8.03	1.00
3	5.14	1.00	8.03	1.00
4	5.14	1.00	8.03	1.00
5	5.14	1.00	8.03	1.00
6	5.14	1.00	8.03	1.00
7	5.14	1.00	8.03	1.00
8	5.14	1.00	8.03	1.00
9	5.14	1.00	8.03	1.00

cmb	Pl <sub>med</sub> [kg]	Pp <sub>med</sub> [kg]	Pl <sub>min</sub> [kg]	Pp <sub>min</sub> [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	11193	2065	11193	2065	134	6492	1352	4.802
2	11193	2065	11193	2065	134	6492	4450	1.459
3	11193	2065	11193	2065	134	6492	5054	1.284
4	11193	2065	11193	2065	134	6492	889	7.307
5	11193	2065	11193	2065	134	6492	2918	2.225
6	11193	2065	11193	2065	134	6492	4450	1.459
7	11193	2065	11193	2065	134	6492	5054	1.284
8	11193	2065	11193	2065	134	6492	889	7.307
9	11193	2065	11193	2065	134	6492	2918	2.225

## Verifica della portanza trasversale

### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
 Td Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]  
 T Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]  
 η=Td/T Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	1524	-26	58,603
2	3047	-77	39,575
3	2142	-107	20,019
4	925	-47	19,674
5	1361	-89	15,289
6	3047	-77	39,575
7	2142	-107	20,019
8	925	-47	19,674
9	1361	-89	15,289

## Cedimento verticale in testa ai pali

### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
 w Cedimento in testa al palo, espresso in [cm]  
 u Spostamento orizzontale in testa al palo, espresso in [cm]

cmb	w [cm]	u [cm]
1	0,0602	0,0064
2	0,1980	-0,0021
3	0,2250	0,0099
4	0,0395	0,0271
5	0,1299	0,0274
6	0,1980	-0,0021
7	0,2250	0,0099
8	0,0395	0,0271
9	0,1299	0,0274
10	0,1382	-0,0007
11	0,0569	0,0030
12	0,0463	0,0049
13	0,1561	0,0072
14	0,0619	0,0065
15	0,0325	0,0187
16	0,0357	0,0069
17	0,0927	0,0189
18	0,1382	-0,0007
19	0,0569	0,0030
20	0,1561	0,0072
21	0,0325	0,0187
22	0,0357	0,0069
23	0,0927	0,0189

## Spostamenti e pressioni in esercizio

### Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo  
 Y ordinata palo espressa in [cm]  
 Ue spostamento in esercizio espresso in [cm]  
 Pe pressione in esercizio espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

Combinazione n° 1

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0064	0,026	2	0,04	0,0062	0,025	3	0,07	0,0060	0,024
4	0,11	0,0057	0,023	5	0,14	0,0055	0,022	6	0,18	0,0053	0,021
7	0,21	0,0051	0,020	8	0,25	0,0049	0,020	9	0,28	0,0047	0,019
10	0,32	0,0045	0,018	11	0,35	0,0043	0,017	12	0,39	0,0042	0,017
13	0,42	0,0040	0,016	14	0,46	0,0038	0,015	15	0,49	0,0036	0,014
16	0,53	0,0034	0,014	17	0,56	0,0033	0,013	18	0,60	0,0031	0,012
19	0,63	0,0030	0,012	20	0,67	0,0028	0,011	21	0,70	0,0026	0,011
22	0,74	0,0025	0,010	23	0,77	0,0024	0,009	24	0,81	0,0022	0,009
25	0,84	0,0021	0,008	26	0,88	0,0020	0,008	27	0,91	0,0018	0,007
28	0,95	0,0017	0,007	29	0,98	0,0016	0,006	30	1,02	0,0015	0,006
31	1,05	0,0014	0,005	32	1,09	0,0013	0,005	33	1,12	0,0012	0,005
34	1,16	0,0011	0,004	35	1,19	0,0010	0,004	36	1,23	0,0009	0,004
37	1,26	0,0008	0,003	38	1,30	0,0007	0,003	39	1,33	0,0006	0,003
40	1,37	0,0005	0,002	41	1,40	0,0005	0,002	42	1,44	0,0004	0,002
43	1,47	0,0003	0,001	44	1,51	0,0003	0,001	45	1,54	0,0002	0,001
46	1,58	0,0002	0,001	47	1,61	0,0001	0,000	48	1,65	0,0001	0,000
49	1,68	0,0000	0,000	50	1,72	0,0000	0,000	51	1,75	-0,0001	0,000
52	1,79	-0,0001	-0,001	53	1,82	-0,0002	-0,001	54	1,86	-0,0002	-0,001
55	1,89	-0,0002	-0,001	56	1,93	-0,0003	-0,001	57	1,96	-0,0003	-0,001
58	2,00	-0,0003	-0,001	59	2,03	-0,0004	-0,001	60	2,07	-0,0004	-0,002
61	2,10	-0,0004	-0,002	62	2,14	-0,0004	-0,002	63	2,17	-0,0005	-0,002
64	2,21	-0,0005	-0,002	65	2,24	-0,0005	-0,002	66	2,28	-0,0005	-0,002
67	2,31	-0,0005	-0,002	68	2,35	-0,0005	-0,002	69	2,38	-0,0005	-0,002
70	2,42	-0,0006	-0,002	71	2,45	-0,0006	-0,002	72	2,49	-0,0006	-0,002
73	2,52	-0,0006	-0,002	74	2,56	-0,0006	-0,002	75	2,59	-0,0006	-0,002
76	2,63	-0,0006	-0,002	77	2,66	-0,0006	-0,002	78	2,70	-0,0006	-0,003
79	2,73	-0,0006	-0,003	80	2,77	-0,0006	-0,003	81	2,80	-0,0006	-0,003
82	2,84	-0,0006	-0,003	83	2,87	-0,0006	-0,003	84	2,91	-0,0007	-0,003
85	2,94	-0,0007	-0,003	86	2,98	-0,0007	-0,003	87	3,01	-0,0007	-0,003
88	3,05	-0,0007	-0,003	89	3,08	-0,0007	-0,003	90	3,12	-0,0007	-0,003
91	3,15	-0,0007	-0,003	92	3,19	-0,0007	-0,003	93	3,22	-0,0007	-0,003
94	3,26	-0,0007	-0,003	95	3,29	-0,0007	-0,003	96	3,33	-0,0007	-0,003
97	3,36	-0,0007	-0,003	98	3,40	-0,0007	-0,003	99	3,43	-0,0007	-0,003
100	3,47	-0,0007	-0,003	101	3,50	-0,0007	-0,003	102			

Combinazione n° 2

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	-0,0021	-0,008	2	0,04	-0,0015	-0,006	3	0,07	-0,0009	-0,004
4	0,11	-0,0004	-0,002	5	0,14	0,0001	0,000	6	0,18	0,0006	0,002
7	0,21	0,0010	0,004	8	0,25	0,0014	0,006	9	0,28	0,0018	0,007
10	0,32	0,0022	0,009	11	0,35	0,0025	0,010	12	0,39	0,0029	0,011
13	0,42	0,0032	0,013	14	0,46	0,0034	0,014	15	0,49	0,0037	0,015
16	0,53	0,0039	0,016	17	0,56	0,0041	0,017	18	0,60	0,0043	0,017
19	0,63	0,0045	0,018	20	0,67	0,0047	0,019	21	0,70	0,0048	0,019
22	0,74	0,0049	0,020	23	0,77	0,0050	0,020	24	0,81	0,0051	0,021
25	0,84	0,0052	0,021	26	0,88	0,0053	0,021	27	0,91	0,0053	0,021
28	0,95	0,0054	0,022	29	0,98	0,0054	0,022	30	1,02	0,0054	0,022
31	1,05	0,0054	0,022	32	1,09	0,0054	0,022	33	1,12	0,0054	0,022
34	1,16	0,0054	0,022	35	1,19	0,0054	0,022	36	1,23	0,0054	0,021
37	1,26	0,0053	0,021	38	1,30	0,0053	0,021	39	1,33	0,0052	0,021
40	1,37	0,0052	0,021	41	1,40	0,0051	0,020	42	1,44	0,0050	0,020
43	1,47	0,0050	0,020	44	1,51	0,0049	0,020	45	1,54	0,0048	0,019
46	1,58	0,0047	0,019	47	1,61	0,0046	0,019	48	1,65	0,0045	0,018
49	1,68	0,0044	0,018	50	1,72	0,0043	0,017	51	1,75	0,0042	0,017
52	1,79	0,0041	0,017	53	1,82	0,0040	0,016	54	1,86	0,0039	0,016
55	1,89	0,0038	0,015	56	1,93	0,0037	0,015	57	1,96	0,0036	0,014
58	2,00	0,0035	0,014	59	2,03	0,0034	0,014	60	2,07	0,0033	0,013
61	2,10	0,0032	0,013	62	2,14	0,0030	0,012	63	2,17	0,0029	0,012
64	2,21	0,0028	0,011	65	2,24	0,0027	0,011	66	2,28	0,0026	0,010
67	2,31	0,0025	0,010	68	2,35	0,0024	0,009	69	2,38	0,0023	0,009
70	2,42	0,0021	0,009	71	2,45	0,0020	0,008	72	2,49	0,0019	0,008
73	2,52	0,0018	0,007	74	2,56	0,0017	0,007	75	2,59	0,0016	0,006
76	2,63	0,0015	0,006	77	2,66	0,0014	0,005	78	2,70	0,0012	0,005
79	2,73	0,0011	0,005	80	2,77	0,0010	0,004	81	2,80	0,0009	0,004
82	2,84	0,0008	0,003	83	2,87	0,0007	0,003	84	2,91	0,0006	0,002
85	2,94	0,0005	0,002	86	2,98	0,0004	0,001	87	3,01	0,0003	0,001
88	3,05	0,0002	0,001	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	-0,0001	0,000
91	3,15	-0,0002	-0,001	92	3,19	-0,0003	-0,001	93	3,22	-0,0004	-0,002
94	3,26	-0,0005	-0,002	95	3,29	-0,0006	-0,002	96	3,33	-0,0007	-0,003
97	3,36	-0,0008	-0,003	98	3,40	-0,0009	-0,004	99	3,43	-0,0010	-0,004
100	3,47	-0,0011	-0,004	101	3,50	-0,0012	-0,005	102			

Combinazione n° 3

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0099	0,039	2	0,04	0,0099	0,040	3	0,07	0,0100	0,040
4	0,11	0,0100	0,040	5	0,14	0,0100	0,040	6	0,18	0,0100	0,040
7	0,21	0,0100	0,040	8	0,25	0,0100	0,040	9	0,28	0,0099	0,040
10	0,32	0,0099	0,040	11	0,35	0,0098	0,039	12	0,39	0,0097	0,039
13	0,42	0,0096	0,038	14	0,46	0,0095	0,038	15	0,49	0,0094	0,038
16	0,53	0,0093	0,037	17	0,56	0,0091	0,036	18	0,60	0,0090	0,036
19	0,63	0,0088	0,035	20	0,67	0,0087	0,035	21	0,70	0,0085	0,034
22	0,74	0,0083	0,033	23	0,77	0,0082	0,033	24	0,81	0,0080	0,032
25	0,84	0,0078	0,031	26	0,88	0,0076	0,031	27	0,91	0,0075	0,030
28	0,95	0,0073	0,029	29	0,98	0,0071	0,028	30	1,02	0,0069	0,028
31	1,05	0,0067	0,027	32	1,09	0,0065	0,026	33	1,12	0,0063	0,025



n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]
34	1,16	0,0061	0,025	35	1,19	0,0060	0,024	36	1,23	0,0058	0,023
37	1,26	0,0056	0,022	38	1,30	0,0054	0,022	39	1,33	0,0052	0,021
40	1,37	0,0050	0,020	41	1,40	0,0048	0,019	42	1,44	0,0047	0,019
43	1,47	0,0045	0,018	44	1,51	0,0043	0,017	45	1,54	0,0041	0,017
46	1,58	0,0040	0,016	47	1,61	0,0038	0,015	48	1,65	0,0036	0,015
49	1,68	0,0035	0,014	50	1,72	0,0033	0,013	51	1,75	0,0032	0,013
52	1,79	0,0030	0,012	53	1,82	0,0029	0,011	54	1,86	0,0027	0,011
55	1,89	0,0026	0,010	56	1,93	0,0024	0,010	57	1,96	0,0023	0,009
58	2,00	0,0021	0,009	59	2,03	0,0020	0,008	60	2,07	0,0019	0,007
61	2,10	0,0017	0,007	62	2,14	0,0016	0,006	63	2,17	0,0015	0,006
64	2,21	0,0014	0,005	65	2,24	0,0012	0,005	66	2,28	0,0011	0,004
67	2,31	0,0010	0,004	68	2,35	0,0009	0,004	69	2,38	0,0008	0,003
70	2,42	0,0007	0,003	71	2,45	0,0006	0,002	72	2,49	0,0005	0,002
73	2,52	0,0003	0,001	74	2,56	0,0002	0,001	75	2,59	0,0001	0,001
76	2,63	0,0000	0,000	77	2,66	-0,0001	0,000	78	2,70	-0,0002	-0,001
79	2,73	-0,0002	-0,001	80	2,77	-0,0003	-0,001	81	2,80	-0,0004	-0,002
82	2,84	-0,0005	-0,002	83	2,87	-0,0006	-0,002	84	2,91	-0,0007	-0,003
85	2,94	-0,0008	-0,003	86	2,98	-0,0009	-0,004	87	3,01	-0,0010	-0,004
88	3,05	-0,0011	-0,004	89	3,08	-0,0012	-0,005	90	3,12	-0,0012	-0,005
91	3,15	-0,0013	-0,005	92	3,19	-0,0014	-0,006	93	3,22	-0,0015	-0,006
94	3,26	-0,0016	-0,006	95	3,29	-0,0017	-0,007	96	3,33	-0,0018	-0,007
97	3,36	-0,0018	-0,007	98	3,40	-0,0019	-0,008	99	3,43	-0,0020	-0,008
100	3,47	-0,0021	-0,008	101	3,50	-0,0022	-0,009	102			

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,0271	0,108	2	0,04	0,0258	0,103	3	0,07	0,0245	0,098
4	0,11	0,0233	0,093	5	0,14	0,0221	0,088	6	0,18	0,0209	0,083
7	0,21	0,0197	0,079	8	0,25	0,0186	0,074	9	0,28	0,0175	0,070
10	0,32	0,0165	0,066	11	0,35	0,0155	0,062	12	0,39	0,0145	0,058
13	0,42	0,0135	0,054	14	0,46	0,0126	0,050	15	0,49	0,0117	0,047
16	0,53	0,0109	0,043	17	0,56	0,0100	0,040	18	0,60	0,0092	0,037
19	0,63	0,0085	0,034	20	0,67	0,0077	0,031	21	0,70	0,0070	0,028
22	0,74	0,0063	0,025	23	0,77	0,0057	0,023	24	0,81	0,0051	0,020
25	0,84	0,0045	0,018	26	0,88	0,0039	0,016	27	0,91	0,0034	0,013
28	0,95	0,0028	0,011	29	0,98	0,0023	0,009	30	1,02	0,0019	0,008
31	1,05	0,0014	0,006	32	1,09	0,0010	0,004	33	1,12	0,0006	0,002
34	1,16	0,0002	0,001	35	1,19	-0,0001	-0,001	36	1,23	-0,0005	-0,002
37	1,26	-0,0008	-0,003	38	1,30	-0,0011	-0,004	39	1,33	-0,0014	-0,005
40	1,37	-0,0016	-0,007	41	1,40	-0,0019	-0,007	42	1,44	-0,0021	-0,008
43	1,47	-0,0023	-0,009	44	1,51	-0,0025	-0,010	45	1,54	-0,0027	-0,011
46	1,58	-0,0029	-0,011	47	1,61	-0,0030	-0,012	48	1,65	-0,0031	-0,013
49	1,68	-0,0033	-0,013	50	1,72	-0,0034	-0,014	51	1,75	-0,0035	-0,014
52	1,79	-0,0036	-0,014	53	1,82	-0,0037	-0,015	54	1,86	-0,0037	-0,015
55	1,89	-0,0038	-0,015	56	1,93	-0,0038	-0,015	57	1,96	-0,0039	-0,016
58	2,00	-0,0039	-0,016	59	2,03	-0,0039	-0,016	60	2,07	-0,0040	-0,016
61	2,10	-0,0040	-0,016	62	2,14	-0,0040	-0,016	63	2,17	-0,0040	-0,016
64	2,21	-0,0040	-0,016	65	2,24	-0,0040	-0,016	66	2,28	-0,0039	-0,016
67	2,31	-0,0039	-0,016	68	2,35	-0,0039	-0,016	69	2,38	-0,0039	-0,015
70	2,42	-0,0038	-0,015	71	2,45	-0,0038	-0,015	72	2,49	-0,0037	-0,015
73	2,52	-0,0037	-0,015	74	2,56	-0,0036	-0,015	75	2,59	-0,0036	-0,014
76	2,63	-0,0035	-0,014	77	2,66	-0,0035	-0,014	78	2,70	-0,0034	-0,014
79	2,73	-0,0034	-0,013	80	2,77	-0,0033	-0,013	81	2,80	-0,0032	-0,013
82	2,84	-0,0032	-0,013	83	2,87	-0,0031	-0,012	84	2,91	-0,0030	-0,012
85	2,94	-0,0030	-0,012	86	2,98	-0,0029	-0,012	87	3,01	-0,0028	-0,011
88	3,05	-0,0028	-0,011	89	3,08	-0,0027	-0,011	90	3,12	-0,0026	-0,010
91	3,15	-0,0025	-0,010	92	3,19	-0,0025	-0,010	93	3,22	-0,0024	-0,010
94	3,26	-0,0023	-0,009	95	3,29	-0,0023	-0,009	96	3,33	-0,0022	-0,009
97	3,36	-0,0021	-0,008	98	3,40	-0,0020	-0,008	99	3,43	-0,0020	-0,008
100	3,47	-0,0019	-0,008	101	3,50	-0,0018	-0,007	102			

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>2</sup> ]
1	0,00	0,0274	0,109	2	0,04	0,0263	0,105	3	0,07	0,0253	0,101
4	0,11	0,0242	0,097	5	0,14	0,0232	0,093	6	0,18	0,0222	0,089
7	0,21	0,0212	0,085	8	0,25	0,0203	0,081	9	0,28	0,0194	0,077
10	0,32	0,0184	0,074	11	0,35	0,0176	0,070	12	0,39	0,0167	0,067
13	0,42	0,0158	0,063	14	0,46	0,0150	0,060	15	0,49	0,0142	0,057
16	0,53	0,0134	0,054	17	0,56	0,0127	0,051	18	0,60	0,0119	0,048
19	0,63	0,0112	0,045	20	0,67	0,0105	0,042	21	0,70	0,0098	0,039
22	0,74	0,0092	0,037	23	0,77	0,0086	0,034	24	0,81	0,0080	0,032
25	0,84	0,0074	0,030	26	0,88	0,0068	0,027	27	0,91	0,0063	0,025
28	0,95	0,0058	0,023	29	0,98	0,0052	0,021	30	1,02	0,0048	0,019
31	1,05	0,0043	0,017	32	1,09	0,0039	0,015	33	1,12	0,0034	0,014
34	1,16	0,0030	0,012	35	1,19	0,0026	0,011	36	1,23	0,0023	0,009
37	1,26	0,0019	0,008	38	1,30	0,0016	0,006	39	1,33	0,0013	0,005
40	1,37	0,0010	0,004	41	1,40	0,0007	0,003	42	1,44	0,0004	0,002
43	1,47	0,0001	0,001	44	1,51	-0,0001	0,000	45	1,54	-0,0004	-0,001
46	1,58	-0,0006	-0,002	47	1,61	-0,0008	-0,003	48	1,65	-0,0010	-0,004
49	1,68	-0,0012	-0,005	50	1,72	-0,0013	-0,005	51	1,75	-0,0015	-0,006
52	1,79	-0,0016	-0,007	53	1,82	-0,0018	-0,007	54	1,86	-0,0019	-0,008
55	1,89	-0,0020	-0,008	56	1,93	-0,0021	-0,008	57	1,96	-0,0022	-0,009
58	2,00	-0,0023	-0,009	59	2,03	-0,0024	-0,010	60	2,07	-0,0025	-0,010
61	2,10	-0,0026	-0,010	62	2,14	-0,0026	-0,010	63	2,17	-0,0027	-0,011
64	2,21	-0,0027	-0,011	65	2,24	-0,0028	-0,011	66	2,28	-0,0028	-0,011
67	2,31	-0,0028	-0,011	68	2,35	-0,0029	-0,011	69	2,38	-0,0029	-0,012
70	2,42	-0,0029	-0,012	71	2,45	-0,0029	-0,012	72	2,49	-0,0029	-0,012
73	2,52	-0,0030	-0,012	74	2,56	-0,0030	-0,012	75	2,59	-0,0030	-0,012

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
76	2,63	-0,0030	-0,012	77	2,66	-0,0030	-0,012	78	2,70	-0,0030	-0,012
79	2,73	-0,0029	-0,012	80	2,77	-0,0029	-0,012	81	2,80	-0,0029	-0,012
82	2,84	-0,0029	-0,012	83	2,87	-0,0029	-0,012	84	2,91	-0,0029	-0,012
85	2,94	-0,0029	-0,011	86	2,98	-0,0029	-0,011	87	3,01	-0,0028	-0,011
88	3,05	-0,0028	-0,011	89	3,08	-0,0028	-0,011	90	3,12	-0,0028	-0,011
91	3,15	-0,0028	-0,011	92	3,19	-0,0027	-0,011	93	3,22	-0,0027	-0,011
94	3,26	-0,0027	-0,011	95	3,29	-0,0027	-0,011	96	3,33	-0,0027	-0,011
97	3,36	-0,0026	-0,011	98	3,40	-0,0026	-0,010	99	3,43	-0,0026	-0,010
100	3,47	-0,0026	-0,010	101	3,50	-0,0025	-0,010	102			

### Combinazione n° 6

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0021	-0,008	2	0,04	-0,0015	-0,006	3	0,07	-0,0009	-0,004
4	0,11	-0,0004	-0,002	5	0,14	0,0001	0,000	6	0,18	0,0006	0,002
7	0,21	0,0010	0,004	8	0,25	0,0014	0,006	9	0,28	0,0018	0,007
10	0,32	0,0022	0,009	11	0,35	0,0025	0,010	12	0,39	0,0029	0,011
13	0,42	0,0032	0,013	14	0,46	0,0034	0,014	15	0,49	0,0037	0,015
16	0,53	0,0039	0,016	17	0,56	0,0041	0,017	18	0,60	0,0043	0,017
19	0,63	0,0045	0,018	20	0,67	0,0047	0,019	21	0,70	0,0048	0,019
22	0,74	0,0049	0,020	23	0,77	0,0050	0,020	24	0,81	0,0051	0,021
25	0,84	0,0052	0,021	26	0,88	0,0053	0,021	27	0,91	0,0053	0,021
28	0,95	0,0054	0,022	29	0,98	0,0054	0,022	30	1,02	0,0054	0,022
31	1,05	0,0054	0,022	32	1,09	0,0054	0,022	33	1,12	0,0054	0,022
34	1,16	0,0054	0,022	35	1,19	0,0054	0,022	36	1,23	0,0054	0,021
37	1,26	0,0053	0,021	38	1,30	0,0053	0,021	39	1,33	0,0052	0,021
40	1,37	0,0052	0,021	41	1,40	0,0051	0,020	42	1,44	0,0050	0,020
43	1,47	0,0050	0,020	44	1,51	0,0049	0,020	45	1,54	0,0048	0,019
46	1,58	0,0047	0,019	47	1,61	0,0046	0,019	48	1,65	0,0045	0,018
49	1,68	0,0044	0,018	50	1,72	0,0043	0,017	51	1,75	0,0042	0,017
52	1,79	0,0041	0,017	53	1,82	0,0040	0,016	54	1,86	0,0039	0,016
55	1,89	0,0038	0,015	56	1,93	0,0037	0,015	57	1,96	0,0036	0,014
58	2,00	0,0035	0,014	59	2,03	0,0034	0,014	60	2,07	0,0033	0,013
61	2,10	0,0032	0,013	62	2,14	0,0030	0,012	63	2,17	0,0029	0,012
64	2,21	0,0028	0,011	65	2,24	0,0027	0,011	66	2,28	0,0026	0,010
67	2,31	0,0025	0,010	68	2,35	0,0024	0,009	69	2,38	0,0023	0,009
70	2,42	0,0021	0,009	71	2,45	0,0020	0,008	72	2,49	0,0019	0,008
73	2,52	0,0018	0,007	74	2,56	0,0017	0,007	75	2,59	0,0016	0,006
76	2,63	0,0015	0,006	77	2,66	0,0014	0,005	78	2,70	0,0012	0,005
79	2,73	0,0011	0,005	80	2,77	0,0010	0,004	81	2,80	0,0009	0,004
82	2,84	0,0008	0,003	83	2,87	0,0007	0,003	84	2,91	0,0006	0,002
85	2,94	0,0005	0,002	86	2,98	0,0004	0,001	87	3,01	0,0003	0,001
88	3,05	0,0002	0,001	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	-0,0001	0,000
91	3,15	-0,0002	-0,001	92	3,19	-0,0003	-0,001	93	3,22	-0,0004	-0,002
94	3,26	-0,0005	-0,002	95	3,29	-0,0006	-0,002	96	3,33	-0,0007	-0,003
97	3,36	-0,0008	-0,003	98	3,40	-0,0009	-0,004	99	3,43	-0,0010	-0,004
100	3,47	-0,0011	-0,004	101	3,50	-0,0012	-0,005	102			

### Combinazione n° 7

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0099	0,039	2	0,04	0,0099	0,040	3	0,07	0,0100	0,040
4	0,11	0,0100	0,040	5	0,14	0,0100	0,040	6	0,18	0,0100	0,040
7	0,21	0,0100	0,040	8	0,25	0,0100	0,040	9	0,28	0,0099	0,040
10	0,32	0,0099	0,040	11	0,35	0,0098	0,039	12	0,39	0,0097	0,039
13	0,42	0,0096	0,038	14	0,46	0,0095	0,038	15	0,49	0,0094	0,038
16	0,53	0,0093	0,037	17	0,56	0,0091	0,036	18	0,60	0,0090	0,036
19	0,63	0,0088	0,035	20	0,67	0,0087	0,035	21	0,70	0,0085	0,034
22	0,74	0,0083	0,033	23	0,77	0,0082	0,033	24	0,81	0,0080	0,032
25	0,84	0,0078	0,031	26	0,88	0,0076	0,031	27	0,91	0,0075	0,030
28	0,95	0,0073	0,029	29	0,98	0,0071	0,028	30	1,02	0,0069	0,028
31	1,05	0,0067	0,027	32	1,09	0,0065	0,026	33	1,12	0,0063	0,025
34	1,16	0,0061	0,025	35	1,19	0,0060	0,024	36	1,23	0,0058	0,023
37	1,26	0,0056	0,022	38	1,30	0,0054	0,022	39	1,33	0,0052	0,021
40	1,37	0,0050	0,020	41	1,40	0,0048	0,019	42	1,44	0,0047	0,019
43	1,47	0,0045	0,018	44	1,51	0,0043	0,017	45	1,54	0,0041	0,017
46	1,58	0,0040	0,016	47	1,61	0,0038	0,015	48	1,65	0,0036	0,015
49	1,68	0,0035	0,014	50	1,72	0,0033	0,013	51	1,75	0,0032	0,013
52	1,79	0,0030	0,012	53	1,82	0,0029	0,011	54	1,86	0,0027	0,011
55	1,89	0,0026	0,010	56	1,93	0,0024	0,010	57	1,96	0,0023	0,009
58	2,00	0,0021	0,009	59	2,03	0,0020	0,008	60	2,07	0,0019	0,007
61	2,10	0,0017	0,007	62	2,14	0,0016	0,006	63	2,17	0,0015	0,006
64	2,21	0,0014	0,005	65	2,24	0,0012	0,005	66	2,28	0,0011	0,004
67	2,31	0,0010	0,004	68	2,35	0,0009	0,004	69	2,38	0,0008	0,003
70	2,42	0,0007	0,003	71	2,45	0,0006	0,002	72	2,49	0,0005	0,002
73	2,52	0,0003	0,001	74	2,56	0,0002	0,001	75	2,59	0,0001	0,001
76	2,63	0,0000	0,000	77	2,66	-0,0001	0,000	78	2,70	-0,0002	-0,001
79	2,73	-0,0002	-0,001	80	2,77	-0,0003	-0,001	81	2,80	-0,0004	-0,002
82	2,84	-0,0005	-0,002	83	2,87	-0,0006	-0,002	84	2,91	-0,0007	-0,003
85	2,94	-0,0008	-0,003	86	2,98	-0,0009	-0,004	87	3,01	-0,0010	-0,004
88	3,05	-0,0011	-0,004	89	3,08	-0,0012	-0,005	90	3,12	-0,0012	-0,005
91	3,15	-0,0013	-0,005	92	3,19	-0,0014	-0,006	93	3,22	-0,0015	-0,006
94	3,26	-0,0016	-0,006	95	3,29	-0,0017	-0,007	96	3,33	-0,0018	-0,007
97	3,36	-0,0018	-0,007	98	3,40	-0,0019	-0,008	99	3,43	-0,0020	-0,008
100	3,47	-0,0021	-0,008	101	3,50	-0,0022	-0,009	102			

### Combinazione n° 8

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0271	0,108	2	0,04	0,0258	0,103	3	0,07	0,0245	0,098
4	0,11	0,0233	0,093	5	0,14	0,0221	0,088	6	0,18	0,0209	0,083
7	0,21	0,0197	0,079	8	0,25	0,0186	0,074	9	0,28	0,0175	0,070
10	0,32	0,0165	0,066	11	0,35	0,0155	0,062	12	0,39	0,0145	0,058
13	0,42	0,0135	0,054	14	0,46	0,0126	0,050	15	0,49	0,0117	0,047
16	0,53	0,0109	0,043	17	0,56	0,0100	0,040	18	0,60	0,0092	0,037
19	0,63	0,0085	0,034	20	0,67	0,0077	0,031	21	0,70	0,0070	0,028
22	0,74	0,0063	0,025	23	0,77	0,0057	0,023	24	0,81	0,0051	0,020
25	0,84	0,0045	0,018	26	0,88	0,0039	0,016	27	0,91	0,0034	0,013
28	0,95	0,0028	0,011	29	0,98	0,0023	0,009	30	1,02	0,0019	0,008
31	1,05	0,0014	0,006	32	1,09	0,0010	0,004	33	1,12	0,0006	0,002
34	1,16	0,0002	0,001	35	1,19	-0,0001	-0,001	36	1,23	-0,0005	-0,002
37	1,26	-0,0008	-0,003	38	1,30	-0,0011	-0,004	39	1,33	-0,0014	-0,005
40	1,37	-0,0016	-0,007	41	1,40	-0,0019	-0,007	42	1,44	-0,0021	-0,008
43	1,47	-0,0023	-0,009	44	1,51	-0,0025	-0,010	45	1,54	-0,0027	-0,011
46	1,58	-0,0029	-0,011	47	1,61	-0,0030	-0,012	48	1,65	-0,0031	-0,013
49	1,68	-0,0033	-0,013	50	1,72	-0,0034	-0,014	51	1,75	-0,0035	-0,014
52	1,79	-0,0036	-0,014	53	1,82	-0,0037	-0,015	54	1,86	-0,0037	-0,015
55	1,89	-0,0038	-0,015	56	1,93	-0,0038	-0,015	57	1,96	-0,0039	-0,016
58	2,00	-0,0039	-0,016	59	2,03	-0,0039	-0,016	60	2,07	-0,0040	-0,016
61	2,10	-0,0040	-0,016	62	2,14	-0,0040	-0,016	63	2,17	-0,0040	-0,016
64	2,21	-0,0040	-0,016	65	2,24	-0,0040	-0,016	66	2,28	-0,0039	-0,016
67	2,31	-0,0039	-0,016	68	2,35	-0,0039	-0,016	69	2,38	-0,0039	-0,015
70	2,42	-0,0038	-0,015	71	2,45	-0,0038	-0,015	72	2,49	-0,0037	-0,015
73	2,52	-0,0037	-0,015	74	2,56	-0,0036	-0,015	75	2,59	-0,0036	-0,014
76	2,63	-0,0035	-0,014	77	2,66	-0,0035	-0,014	78	2,70	-0,0034	-0,014
79	2,73	-0,0034	-0,013	80	2,77	-0,0033	-0,013	81	2,80	-0,0032	-0,013
82	2,84	-0,0032	-0,013	83	2,87	-0,0031	-0,012	84	2,91	-0,0030	-0,012
85	2,94	-0,0030	-0,012	86	2,98	-0,0029	-0,012	87	3,01	-0,0028	-0,011
88	3,05	-0,0028	-0,011	89	3,08	-0,0027	-0,011	90	3,12	-0,0026	-0,010
91	3,15	-0,0025	-0,010	92	3,19	-0,0025	-0,010	93	3,22	-0,0024	-0,010
94	3,26	-0,0023	-0,009	95	3,29	-0,0023	-0,009	96	3,33	-0,0022	-0,009
97	3,36	-0,0021	-0,008	98	3,40	-0,0020	-0,008	99	3,43	-0,0020	-0,008
100	3,47	-0,0019	-0,008	101	3,50	-0,0018	-0,007	102			

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0274	0,109	2	0,04	0,0263	0,105	3	0,07	0,0253	0,101
4	0,11	0,0242	0,097	5	0,14	0,0232	0,093	6	0,18	0,0222	0,089
7	0,21	0,0212	0,085	8	0,25	0,0203	0,081	9	0,28	0,0194	0,077
10	0,32	0,0184	0,074	11	0,35	0,0176	0,070	12	0,39	0,0167	0,067
13	0,42	0,0158	0,063	14	0,46	0,0150	0,060	15	0,49	0,0142	0,057
16	0,53	0,0134	0,054	17	0,56	0,0127	0,051	18	0,60	0,0119	0,048
19	0,63	0,0112	0,045	20	0,67	0,0105	0,042	21	0,70	0,0098	0,039
22	0,74	0,0092	0,037	23	0,77	0,0086	0,034	24	0,81	0,0080	0,032
25	0,84	0,0074	0,030	26	0,88	0,0068	0,027	27	0,91	0,0063	0,025
28	0,95	0,0058	0,023	29	0,98	0,0052	0,021	30	1,02	0,0048	0,019
31	1,05	0,0043	0,017	32	1,09	0,0039	0,015	33	1,12	0,0034	0,014
34	1,16	0,0030	0,012	35	1,19	0,0026	0,011	36	1,23	0,0023	0,009
37	1,26	0,0019	0,008	38	1,30	0,0016	0,006	39	1,33	0,0013	0,005
40	1,37	0,0010	0,004	41	1,40	0,0007	0,003	42	1,44	0,0004	0,002
43	1,47	0,0001	0,001	44	1,51	-0,0001	0,000	45	1,54	-0,0004	-0,001
46	1,58	-0,0006	-0,002	47	1,61	-0,0008	-0,003	48	1,65	-0,0010	-0,004
49	1,68	-0,0012	-0,005	50	1,72	-0,0013	-0,005	51	1,75	-0,0015	-0,006
52	1,79	-0,0016	-0,007	53	1,82	-0,0018	-0,007	54	1,86	-0,0019	-0,008
55	1,89	-0,0020	-0,008	56	1,93	-0,0021	-0,008	57	1,96	-0,0022	-0,009
58	2,00	-0,0023	-0,009	59	2,03	-0,0024	-0,010	60	2,07	-0,0025	-0,010
61	2,10	-0,0026	-0,010	62	2,14	-0,0026	-0,010	63	2,17	-0,0027	-0,011
64	2,21	-0,0027	-0,011	65	2,24	-0,0028	-0,011	66	2,28	-0,0028	-0,011
67	2,31	-0,0028	-0,011	68	2,35	-0,0029	-0,011	69	2,38	-0,0029	-0,012
70	2,42	-0,0029	-0,012	71	2,45	-0,0029	-0,012	72	2,49	-0,0029	-0,012
73	2,52	-0,0030	-0,012	74	2,56	-0,0030	-0,012	75	2,59	-0,0030	-0,012
76	2,63	-0,0030	-0,012	77	2,66	-0,0030	-0,012	78	2,70	-0,0030	-0,012
79	2,73	-0,0029	-0,012	80	2,77	-0,0029	-0,012	81	2,80	-0,0029	-0,012
82	2,84	-0,0029	-0,012	83	2,87	-0,0029	-0,012	84	2,91	-0,0029	-0,012
85	2,94	-0,0029	-0,011	86	2,98	-0,0029	-0,011	87	3,01	-0,0028	-0,011
88	3,05	-0,0028	-0,011	89	3,08	-0,0028	-0,011	90	3,12	-0,0028	-0,011
91	3,15	-0,0028	-0,011	92	3,19	-0,0027	-0,011	93	3,22	-0,0027	-0,011
94	3,26	-0,0027	-0,011	95	3,29	-0,0027	-0,011	96	3,33	-0,0027	-0,011
97	3,36	-0,0026	-0,011	98	3,40	-0,0026	-0,010	99	3,43	-0,0026	-0,010
100	3,47	-0,0026	-0,010	101	3,50	-0,0025	-0,010	102			

Combinazione n° 10

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0007	-0,003	2	0,04	-0,0004	-0,001	3	0,07	0,0000	0,000
4	0,11	0,0003	0,001	5	0,14	0,0006	0,003	6	0,18	0,0009	0,004
7	0,21	0,0012	0,005	8	0,25	0,0015	0,006	9	0,28	0,0017	0,007
10	0,32	0,0019	0,008	11	0,35	0,0021	0,009	12	0,39	0,0023	0,009
13	0,42	0,0025	0,010	14	0,46	0,0027	0,011	15	0,49	0,0028	0,011
16	0,53	0,0030	0,012	17	0,56	0,0031	0,012	18	0,60	0,0032	0,013
19	0,63	0,0033	0,013	20	0,67	0,0034	0,014	21	0,70	0,0035	0,014
22	0,74	0,0035	0,014	23	0,77	0,0036	0,014	24	0,81	0,0036	0,015
25	0,84	0,0037	0,015	26	0,88	0,0037	0,015	27	0,91	0,0037	0,015
28	0,95	0,0038	0,015	29	0,98	0,0038	0,015	30	1,02	0,0038	0,015
31	1,05	0,0038	0,015	32	1,09	0,0038	0,015	33	1,12	0,0037	0,015
34	1,16	0,0037	0,015	35	1,19	0,0037	0,015	36	1,23	0,0037	0,015
37	1,26	0,0036	0,015	38	1,30	0,0036	0,014	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0035	0,014	41	1,40	0,0035	0,014	42	1,44	0,0034	0,014

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
43	1,47	0,0033	0,013	44	1,51	0,0033	0,013	45	1,54	0,0032	0,013
46	1,58	0,0032	0,013	47	1,61	0,0031	0,012	48	1,65	0,0030	0,012
49	1,68	0,0030	0,012	50	1,72	0,0029	0,012	51	1,75	0,0028	0,011
52	1,79	0,0027	0,011	53	1,82	0,0027	0,011	54	1,86	0,0026	0,010
55	1,89	0,0025	0,010	56	1,93	0,0025	0,010	57	1,96	0,0024	0,009
58	2,00	0,0023	0,009	59	2,03	0,0022	0,009	60	2,07	0,0021	0,009
61	2,10	0,0021	0,008	62	2,14	0,0020	0,008	63	2,17	0,0019	0,008
64	2,21	0,0018	0,007	65	2,24	0,0018	0,007	66	2,28	0,0017	0,007
67	2,31	0,0016	0,006	68	2,35	0,0015	0,006	69	2,38	0,0014	0,006
70	2,42	0,0014	0,005	71	2,45	0,0013	0,005	72	2,49	0,0012	0,005
73	2,52	0,0011	0,005	74	2,56	0,0011	0,004	75	2,59	0,0010	0,004
76	2,63	0,0009	0,004	77	2,66	0,0008	0,003	78	2,70	0,0008	0,003
79	2,73	0,0007	0,003	80	2,77	0,0006	0,002	81	2,80	0,0005	0,002
82	2,84	0,0005	0,002	83	2,87	0,0004	0,002	84	2,91	0,0003	0,001
85	2,94	0,0003	0,001	86	2,98	0,0002	0,001	87	3,01	0,0001	0,000
88	3,05	0,0000	0,000	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	-0,0001	0,000
91	3,15	-0,0002	-0,001	92	3,19	-0,0002	-0,001	93	3,22	-0,0003	-0,001
94	3,26	-0,0004	-0,002	95	3,29	-0,0005	-0,002	96	3,33	-0,0005	-0,002
97	3,36	-0,0006	-0,002	98	3,40	-0,0007	-0,003	99	3,43	-0,0007	-0,003
100	3,47	-0,0008	-0,003	101	3,50	-0,0009	-0,004	102			

**Combinazione n° 11**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0030	0,012	2	0,04	0,0029	0,012	3	0,07	0,0029	0,012
4	0,11	0,0028	0,011	5	0,14	0,0028	0,011	6	0,18	0,0027	0,011
7	0,21	0,0027	0,011	8	0,25	0,0026	0,011	9	0,28	0,0026	0,010
10	0,32	0,0025	0,010	11	0,35	0,0025	0,010	12	0,39	0,0024	0,010
13	0,42	0,0024	0,009	14	0,46	0,0023	0,009	15	0,49	0,0022	0,009
16	0,53	0,0022	0,009	17	0,56	0,0021	0,008	18	0,60	0,0021	0,008
19	0,63	0,0020	0,008	20	0,67	0,0019	0,008	21	0,70	0,0019	0,008
22	0,74	0,0018	0,007	23	0,77	0,0018	0,007	24	0,81	0,0017	0,007
25	0,84	0,0017	0,007	26	0,88	0,0016	0,006	27	0,91	0,0015	0,006
28	0,95	0,0015	0,006	29	0,98	0,0014	0,006	30	1,02	0,0014	0,005
31	1,05	0,0013	0,005	32	1,09	0,0013	0,005	33	1,12	0,0012	0,005
34	1,16	0,0012	0,005	35	1,19	0,0011	0,004	36	1,23	0,0011	0,004
37	1,26	0,0010	0,004	38	1,30	0,0010	0,004	39	1,33	0,0009	0,004
40	1,37	0,0009	0,004	41	1,40	0,0008	0,003	42	1,44	0,0008	0,003
43	1,47	0,0007	0,003	44	1,51	0,0007	0,003	45	1,54	0,0007	0,003
46	1,58	0,0006	0,003	47	1,61	0,0006	0,002	48	1,65	0,0006	0,002
49	1,68	0,0005	0,002	50	1,72	0,0005	0,002	51	1,75	0,0004	0,002
52	1,79	0,0004	0,002	53	1,82	0,0004	0,002	54	1,86	0,0004	0,001
55	1,89	0,0003	0,001	56	1,93	0,0003	0,001	57	1,96	0,0003	0,001
58	2,00	0,0002	0,001	59	2,03	0,0002	0,001	60	2,07	0,0002	0,001
61	2,10	0,0002	0,001	62	2,14	0,0001	0,001	63	2,17	0,0001	0,000
64	2,21	0,0001	0,000	65	2,24	0,0001	0,000	66	2,28	0,0000	0,000
67	2,31	0,0000	0,000	68	2,35	0,0000	0,000	69	2,38	0,0000	0,000
70	2,42	0,0000	0,000	71	2,45	-0,0001	0,000	72	2,49	-0,0001	0,000
73	2,52	-0,0001	0,000	74	2,56	-0,0001	0,000	75	2,59	-0,0001	0,000
76	2,63	-0,0001	-0,001	77	2,66	-0,0002	-0,001	78	2,70	-0,0002	-0,001
79	2,73	-0,0002	-0,001	80	2,77	-0,0002	-0,001	81	2,80	-0,0002	-0,001
82	2,84	-0,0002	-0,001	83	2,87	-0,0002	-0,001	84	2,91	-0,0003	-0,001
85	2,94	-0,0003	-0,001	86	2,98	-0,0003	-0,001	87	3,01	-0,0003	-0,001
88	3,05	-0,0003	-0,001	89	3,08	-0,0003	-0,001	90	3,12	-0,0003	-0,001
91	3,15	-0,0004	-0,001	92	3,19	-0,0004	-0,001	93	3,22	-0,0004	-0,002
94	3,26	-0,0004	-0,002	95	3,29	-0,0004	-0,002	96	3,33	-0,0004	-0,002
97	3,36	-0,0004	-0,002	98	3,40	-0,0004	-0,002	99	3,43	-0,0005	-0,002
100	3,47	-0,0005	-0,002	101	3,50	-0,0005	-0,002	102			

**Combinazione n° 12**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0049	0,020	2	0,04	0,0047	0,019	3	0,07	0,0046	0,018
4	0,11	0,0044	0,018	5	0,14	0,0043	0,017	6	0,18	0,0041	0,016
7	0,21	0,0039	0,016	8	0,25	0,0038	0,015	9	0,28	0,0036	0,015
10	0,32	0,0035	0,014	11	0,35	0,0033	0,013	12	0,39	0,0032	0,013
13	0,42	0,0031	0,012	14	0,46	0,0029	0,012	15	0,49	0,0028	0,011
16	0,53	0,0026	0,011	17	0,56	0,0025	0,010	18	0,60	0,0024	0,010
19	0,63	0,0023	0,009	20	0,67	0,0022	0,009	21	0,70	0,0020	0,008
22	0,74	0,0019	0,008	23	0,77	0,0018	0,007	24	0,81	0,0017	0,007
25	0,84	0,0016	0,006	26	0,88	0,0015	0,006	27	0,91	0,0014	0,006
28	0,95	0,0013	0,005	29	0,98	0,0012	0,005	30	1,02	0,0011	0,005
31	1,05	0,0010	0,004	32	1,09	0,0010	0,004	33	1,12	0,0009	0,004
34	1,16	0,0008	0,003	35	1,19	0,0007	0,003	36	1,23	0,0007	0,003
37	1,26	0,0006	0,002	38	1,30	0,0005	0,002	39	1,33	0,0005	0,002
40	1,37	0,0004	0,002	41	1,40	0,0004	0,001	42	1,44	0,0003	0,001
43	1,47	0,0003	0,001	44	1,51	0,0002	0,001	45	1,54	0,0002	0,001
46	1,58	0,0001	0,000	47	1,61	0,0001	0,000	48	1,65	0,0000	0,000
49	1,68	0,0000	0,000	50	1,72	0,0000	0,000	51	1,75	-0,0001	0,000
52	1,79	-0,0001	0,000	53	1,82	-0,0001	-0,001	54	1,86	-0,0002	-0,001
55	1,89	-0,0002	-0,001	56	1,93	-0,0002	-0,001	57	1,96	-0,0002	-0,001
58	2,00	-0,0003	-0,001	59	2,03	-0,0003	-0,001	60	2,07	-0,0003	-0,001
61	2,10	-0,0003	-0,001	62	2,14	-0,0003	-0,001	63	2,17	-0,0003	-0,001
64	2,21	-0,0004	-0,001	65	2,24	-0,0004	-0,002	66	2,28	-0,0004	-0,002
67	2,31	-0,0004	-0,002	68	2,35	-0,0004	-0,002	69	2,38	-0,0004	-0,002
70	2,42	-0,0004	-0,002	71	2,45	-0,0004	-0,002	72	2,49	-0,0004	-0,002
73	2,52	-0,0005	-0,002	74	2,56	-0,0005	-0,002	75	2,59	-0,0005	-0,002
76	2,63	-0,0005	-0,002	77	2,66	-0,0005	-0,002	78	2,70	-0,0005	-0,002
79	2,73	-0,0005	-0,002	80	2,77	-0,0005	-0,002	81	2,80	-0,0005	-0,002
82	2,84	-0,0005	-0,002	83	2,87	-0,0005	-0,002	84	2,91	-0,0005	-0,002

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
85	2,94	-0,0005	-0,002	86	2,98	-0,0005	-0,002	87	3,01	-0,0005	-0,002
88	3,05	-0,0005	-0,002	89	3,08	-0,0005	-0,002	90	3,12	-0,0005	-0,002
91	3,15	-0,0005	-0,002	92	3,19	-0,0005	-0,002	93	3,22	-0,0005	-0,002
94	3,26	-0,0005	-0,002	95	3,29	-0,0005	-0,002	96	3,33	-0,0005	-0,002
97	3,36	-0,0005	-0,002	98	3,40	-0,0005	-0,002	99	3,43	-0,0005	-0,002
100	3,47	-0,0005	-0,002	101	3,50	-0,0005	-0,002	102			

**Combinazione n° 13**

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0072	0,029	2	0,04	0,0073	0,029	3	0,07	0,0073	0,029
4	0,11	0,0073	0,029	5	0,14	0,0073	0,029	6	0,18	0,0072	0,029
7	0,21	0,0072	0,029	8	0,25	0,0072	0,029	9	0,28	0,0071	0,028
10	0,32	0,0070	0,028	11	0,35	0,0070	0,028	12	0,39	0,0069	0,028
13	0,42	0,0068	0,027	14	0,46	0,0067	0,027	15	0,49	0,0066	0,027
16	0,53	0,0065	0,026	17	0,56	0,0064	0,026	18	0,60	0,0063	0,025
19	0,63	0,0062	0,025	20	0,67	0,0061	0,024	21	0,70	0,0059	0,024
22	0,74	0,0058	0,023	23	0,77	0,0057	0,023	24	0,81	0,0056	0,022
25	0,84	0,0054	0,022	26	0,88	0,0053	0,021	27	0,91	0,0052	0,021
28	0,95	0,0050	0,020	29	0,98	0,0049	0,020	30	1,02	0,0048	0,019
31	1,05	0,0046	0,018	32	1,09	0,0045	0,018	33	1,12	0,0043	0,017
34	1,16	0,0042	0,017	35	1,19	0,0041	0,016	36	1,23	0,0039	0,016
37	1,26	0,0038	0,015	38	1,30	0,0037	0,015	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0034	0,014	41	1,40	0,0033	0,013	42	1,44	0,0032	0,013
43	1,47	0,0030	0,012	44	1,51	0,0029	0,012	45	1,54	0,0028	0,011
46	1,58	0,0027	0,011	47	1,61	0,0025	0,010	48	1,65	0,0024	0,010
49	1,68	0,0023	0,009	50	1,72	0,0022	0,009	51	1,75	0,0021	0,008
52	1,79	0,0020	0,008	53	1,82	0,0019	0,008	54	1,86	0,0018	0,007
55	1,89	0,0017	0,007	56	1,93	0,0016	0,006	57	1,96	0,0015	0,006
58	2,00	0,0014	0,006	59	2,03	0,0013	0,005	60	2,07	0,0012	0,005
61	2,10	0,0011	0,004	62	2,14	0,0010	0,004	63	2,17	0,0009	0,004
64	2,21	0,0009	0,003	65	2,24	0,0008	0,003	66	2,28	0,0007	0,003
67	2,31	0,0006	0,002	68	2,35	0,0005	0,002	69	2,38	0,0005	0,002
70	2,42	0,0004	0,002	71	2,45	0,0003	0,001	72	2,49	0,0002	0,001
73	2,52	0,0002	0,001	74	2,56	0,0001	0,000	75	2,59	0,0000	0,000
76	2,63	0,0000	0,000	77	2,66	-0,0001	0,000	78	2,70	-0,0002	-0,001
79	2,73	-0,0002	-0,001	80	2,77	-0,0003	-0,001	81	2,80	-0,0004	-0,001
82	2,84	-0,0004	-0,002	83	2,87	-0,0005	-0,002	84	2,91	-0,0005	-0,002
85	2,94	-0,0006	-0,002	86	2,98	-0,0007	-0,003	87	3,01	-0,0007	-0,003
88	3,05	-0,0008	-0,003	89	3,08	-0,0008	-0,003	90	3,12	-0,0009	-0,004
91	3,15	-0,0010	-0,004	92	3,19	-0,0010	-0,004	93	3,22	-0,0011	-0,004
94	3,26	-0,0011	-0,005	95	3,29	-0,0012	-0,005	96	3,33	-0,0012	-0,005
97	3,36	-0,0013	-0,005	98	3,40	-0,0014	-0,005	99	3,43	-0,0014	-0,006
100	3,47	-0,0015	-0,006	101	3,50	-0,0015	-0,006	102			

**Combinazione n° 14**

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0065	0,026	2	0,04	0,0063	0,025	3	0,07	0,0061	0,025
4	0,11	0,0059	0,024	5	0,14	0,0057	0,023	6	0,18	0,0055	0,022
7	0,21	0,0053	0,021	8	0,25	0,0051	0,021	9	0,28	0,0050	0,020
10	0,32	0,0048	0,019	11	0,35	0,0046	0,018	12	0,39	0,0044	0,018
13	0,42	0,0042	0,017	14	0,46	0,0040	0,016	15	0,49	0,0039	0,015
16	0,53	0,0037	0,015	17	0,56	0,0035	0,014	18	0,60	0,0034	0,013
19	0,63	0,0032	0,013	20	0,67	0,0031	0,012	21	0,70	0,0029	0,012
22	0,74	0,0028	0,011	23	0,77	0,0026	0,010	24	0,81	0,0025	0,010
25	0,84	0,0023	0,009	26	0,88	0,0022	0,009	27	0,91	0,0021	0,008
28	0,95	0,0020	0,008	29	0,98	0,0018	0,007	30	1,02	0,0017	0,007
31	1,05	0,0016	0,006	32	1,09	0,0015	0,006	33	1,12	0,0014	0,006
34	1,16	0,0013	0,005	35	1,19	0,0012	0,005	36	1,23	0,0011	0,004
37	1,26	0,0010	0,004	38	1,30	0,0009	0,004	39	1,33	0,0008	0,003
40	1,37	0,0007	0,003	41	1,40	0,0007	0,003	42	1,44	0,0006	0,002
43	1,47	0,0005	0,002	44	1,51	0,0005	0,002	45	1,54	0,0004	0,002
46	1,58	0,0003	0,001	47	1,61	0,0003	0,001	48	1,65	0,0002	0,001
49	1,68	0,0002	0,001	50	1,72	0,0001	0,000	51	1,75	0,0001	0,000
52	1,79	0,0000	0,000	53	1,82	0,0000	0,000	54	1,86	-0,0001	0,000
55	1,89	-0,0001	0,000	56	1,93	-0,0002	-0,001	57	1,96	-0,0002	-0,001
58	2,00	-0,0002	-0,001	59	2,03	-0,0003	-0,001	60	2,07	-0,0003	-0,001
61	2,10	-0,0003	-0,001	62	2,14	-0,0003	-0,001	63	2,17	-0,0004	-0,001
64	2,21	-0,0004	-0,002	65	2,24	-0,0004	-0,002	66	2,28	-0,0004	-0,002
67	2,31	-0,0005	-0,002	68	2,35	-0,0005	-0,002	69	2,38	-0,0005	-0,002
70	2,42	-0,0005	-0,002	71	2,45	-0,0005	-0,002	72	2,49	-0,0005	-0,002
73	2,52	-0,0005	-0,002	74	2,56	-0,0006	-0,002	75	2,59	-0,0006	-0,002
76	2,63	-0,0006	-0,002	77	2,66	-0,0006	-0,002	78	2,70	-0,0006	-0,002
79	2,73	-0,0006	-0,002	80	2,77	-0,0006	-0,002	81	2,80	-0,0006	-0,003
82	2,84	-0,0006	-0,003	83	2,87	-0,0006	-0,003	84	2,91	-0,0007	-0,003
85	2,94	-0,0007	-0,003	86	2,98	-0,0007	-0,003	87	3,01	-0,0007	-0,003
88	3,05	-0,0007	-0,003	89	3,08	-0,0007	-0,003	90	3,12	-0,0007	-0,003
91	3,15	-0,0007	-0,003	92	3,19	-0,0007	-0,003	93	3,22	-0,0007	-0,003
94	3,26	-0,0007	-0,003	95	3,29	-0,0007	-0,003	96	3,33	-0,0007	-0,003
97	3,36	-0,0007	-0,003	98	3,40	-0,0007	-0,003	99	3,43	-0,0007	-0,003
100	3,47	-0,0007	-0,003	101	3,50	-0,0008	-0,003	102			

**Combinazione n° 15**

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0187	0,075	2	0,04	0,0178	0,071	3	0,07	0,0169	0,068

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
4	0,11	0,0161	0,064	5	0,14	0,0153	0,061	6	0,18	0,0145	0,058
7	0,21	0,0137	0,055	8	0,25	0,0129	0,052	9	0,28	0,0122	0,049
10	0,32	0,0115	0,046	11	0,35	0,0108	0,043	12	0,39	0,0101	0,040
13	0,42	0,0094	0,038	14	0,46	0,0088	0,035	15	0,49	0,0082	0,033
16	0,53	0,0076	0,030	17	0,56	0,0070	0,028	18	0,60	0,0065	0,026
19	0,63	0,0059	0,024	20	0,67	0,0054	0,022	21	0,70	0,0050	0,020
22	0,74	0,0045	0,018	23	0,77	0,0040	0,016	24	0,81	0,0036	0,014
25	0,84	0,0032	0,013	26	0,88	0,0028	0,011	27	0,91	0,0024	0,010
28	0,95	0,0021	0,008	29	0,98	0,0017	0,007	30	1,02	0,0014	0,006
31	1,05	0,0011	0,004	32	1,09	0,0008	0,003	33	1,12	0,0005	0,002
34	1,16	0,0003	0,001	35	1,19	0,0000	0,000	36	1,23	-0,0002	-0,001
37	1,26	-0,0004	-0,002	38	1,30	-0,0007	-0,003	39	1,33	-0,0008	-0,003
40	1,37	-0,0010	-0,004	41	1,40	-0,0012	-0,005	42	1,44	-0,0014	-0,005
43	1,47	-0,0015	-0,006	44	1,51	-0,0016	-0,007	45	1,54	-0,0018	-0,007
46	1,58	-0,0019	-0,008	47	1,61	-0,0020	-0,008	48	1,65	-0,0021	-0,008
49	1,68	-0,0022	-0,009	50	1,72	-0,0023	-0,009	51	1,75	-0,0023	-0,009
52	1,79	-0,0024	-0,010	53	1,82	-0,0025	-0,010	54	1,86	-0,0025	-0,010
55	1,89	-0,0026	-0,010	56	1,93	-0,0026	-0,010	57	1,96	-0,0026	-0,010
58	2,00	-0,0026	-0,011	59	2,03	-0,0027	-0,011	60	2,07	-0,0027	-0,011
61	2,10	-0,0027	-0,011	62	2,14	-0,0027	-0,011	63	2,17	-0,0027	-0,011
64	2,21	-0,0027	-0,011	65	2,24	-0,0027	-0,011	66	2,28	-0,0027	-0,011
67	2,31	-0,0027	-0,011	68	2,35	-0,0027	-0,011	69	2,38	-0,0026	-0,011
70	2,42	-0,0026	-0,010	71	2,45	-0,0026	-0,010	72	2,49	-0,0026	-0,010
73	2,52	-0,0025	-0,010	74	2,56	-0,0025	-0,010	75	2,59	-0,0025	-0,010
76	2,63	-0,0024	-0,010	77	2,66	-0,0024	-0,010	78	2,70	-0,0023	-0,009
79	2,73	-0,0023	-0,009	80	2,77	-0,0023	-0,009	81	2,80	-0,0022	-0,009
82	2,84	-0,0022	-0,009	83	2,87	-0,0021	-0,009	84	2,91	-0,0021	-0,008
85	2,94	-0,0020	-0,008	86	2,98	-0,0020	-0,008	87	3,01	-0,0020	-0,008
88	3,05	-0,0019	-0,008	89	3,08	-0,0019	-0,007	90	3,12	-0,0018	-0,007
91	3,15	-0,0018	-0,007	92	3,19	-0,0017	-0,007	93	3,22	-0,0017	-0,007
94	3,26	-0,0016	-0,006	95	3,29	-0,0016	-0,006	96	3,33	-0,0015	-0,006
97	3,36	-0,0015	-0,006	98	3,40	-0,0014	-0,006	99	3,43	-0,0014	-0,006
100	3,47	-0,0013	-0,005	101	3,50	-0,0013	-0,005	102			

**Combinazione n° 16**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0069	0,027	2	0,04	0,0066	0,026	3	0,07	0,0063	0,025
4	0,11	0,0060	0,024	5	0,14	0,0057	0,023	6	0,18	0,0055	0,022
7	0,21	0,0052	0,021	8	0,25	0,0049	0,020	9	0,28	0,0047	0,019
10	0,32	0,0044	0,018	11	0,35	0,0042	0,017	12	0,39	0,0040	0,016
13	0,42	0,0037	0,015	14	0,46	0,0035	0,014	15	0,49	0,0033	0,013
16	0,53	0,0031	0,012	17	0,56	0,0029	0,012	18	0,60	0,0027	0,011
19	0,63	0,0025	0,010	20	0,67	0,0024	0,009	21	0,70	0,0022	0,009
22	0,74	0,0020	0,008	23	0,77	0,0019	0,007	24	0,81	0,0017	0,007
25	0,84	0,0016	0,006	26	0,88	0,0014	0,006	27	0,91	0,0013	0,005
28	0,95	0,0011	0,005	29	0,98	0,0010	0,004	30	1,02	0,0009	0,004
31	1,05	0,0008	0,003	32	1,09	0,0007	0,003	33	1,12	0,0006	0,002
34	1,16	0,0005	0,002	35	1,19	0,0004	0,001	36	1,23	0,0003	0,001
37	1,26	0,0002	0,001	38	1,30	0,0001	0,000	39	1,33	0,0000	0,000
40	1,37	0,0000	0,000	41	1,40	-0,0001	0,000	42	1,44	-0,0002	-0,001
43	1,47	-0,0002	-0,001	44	1,51	-0,0003	-0,001	45	1,54	-0,0003	-0,001
46	1,58	-0,0004	-0,002	47	1,61	-0,0004	-0,002	48	1,65	-0,0005	-0,002
49	1,68	-0,0005	-0,002	50	1,72	-0,0005	-0,002	51	1,75	-0,0006	-0,002
52	1,79	-0,0006	-0,002	53	1,82	-0,0006	-0,003	54	1,86	-0,0007	-0,003
55	1,89	-0,0007	-0,003	56	1,93	-0,0007	-0,003	57	1,96	-0,0007	-0,003
58	2,00	-0,0008	-0,003	59	2,03	-0,0008	-0,003	60	2,07	-0,0008	-0,003
61	2,10	-0,0008	-0,003	62	2,14	-0,0008	-0,003	63	2,17	-0,0008	-0,003
64	2,21	-0,0008	-0,003	65	2,24	-0,0008	-0,003	66	2,28	-0,0008	-0,003
67	2,31	-0,0008	-0,003	68	2,35	-0,0008	-0,003	69	2,38	-0,0008	-0,003
70	2,42	-0,0008	-0,003	71	2,45	-0,0008	-0,003	72	2,49	-0,0008	-0,003
73	2,52	-0,0008	-0,003	74	2,56	-0,0008	-0,003	75	2,59	-0,0008	-0,003
76	2,63	-0,0008	-0,003	77	2,66	-0,0008	-0,003	78	2,70	-0,0008	-0,003
79	2,73	-0,0008	-0,003	80	2,77	-0,0008	-0,003	81	2,80	-0,0008	-0,003
82	2,84	-0,0008	-0,003	83	2,87	-0,0008	-0,003	84	2,91	-0,0007	-0,003
85	2,94	-0,0007	-0,003	86	2,98	-0,0007	-0,003	87	3,01	-0,0007	-0,003
88	3,05	-0,0007	-0,003	89	3,08	-0,0007	-0,003	90	3,12	-0,0007	-0,003
91	3,15	-0,0007	-0,003	92	3,19	-0,0007	-0,003	93	3,22	-0,0007	-0,003
94	3,26	-0,0006	-0,003	95	3,29	-0,0006	-0,003	96	3,33	-0,0006	-0,002
97	3,36	-0,0006	-0,002	98	3,40	-0,0006	-0,002	99	3,43	-0,0006	-0,002
100	3,47	-0,0006	-0,002	101	3,50	-0,0006	-0,002	102			

**Combinazione n° 17**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0189	0,076	2	0,04	0,0182	0,073	3	0,07	0,0174	0,070
4	0,11	0,0167	0,067	5	0,14	0,0160	0,064	6	0,18	0,0154	0,061
7	0,21	0,0147	0,059	8	0,25	0,0140	0,056	9	0,28	0,0134	0,054
10	0,32	0,0128	0,051	11	0,35	0,0121	0,049	12	0,39	0,0115	0,046
13	0,42	0,0110	0,044	14	0,46	0,0104	0,042	15	0,49	0,0098	0,039
16	0,53	0,0093	0,037	17	0,56	0,0088	0,035	18	0,60	0,0083	0,033
19	0,63	0,0078	0,031	20	0,67	0,0073	0,029	21	0,70	0,0068	0,027
22	0,74	0,0064	0,026	23	0,77	0,0060	0,024	24	0,81	0,0055	0,022
25	0,84	0,0051	0,021	26	0,88	0,0047	0,019	27	0,91	0,0044	0,017
28	0,95	0,0040	0,016	29	0,98	0,0037	0,015	30	1,02	0,0033	0,013
31	1,05	0,0030	0,012	32	1,09	0,0027	0,011	33	1,12	0,0024	0,010
34	1,16	0,0021	0,009	35	1,19	0,0019	0,007	36	1,23	0,0016	0,006
37	1,26	0,0014	0,005	38	1,30	0,0011	0,004	39	1,33	0,0009	0,004
40	1,37	0,0007	0,003	41	1,40	0,0005	0,002	42	1,44	0,0003	0,001
43	1,47	0,0001	0,000	44	1,51	-0,0001	0,000	45	1,54	-0,0002	-0,001

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
46	1,58	-0,0004	-0,001	47	1,61	-0,0005	-0,002	48	1,65	-0,0006	-0,003
49	1,68	-0,0008	-0,003	50	1,72	-0,0009	-0,004	51	1,75	-0,0010	-0,004
52	1,79	-0,0011	-0,004	53	1,82	-0,0012	-0,005	54	1,86	-0,0013	-0,005
55	1,89	-0,0014	-0,005	56	1,93	-0,0014	-0,006	57	1,96	-0,0015	-0,006
58	2,00	-0,0016	-0,006	59	2,03	-0,0016	-0,007	60	2,07	-0,0017	-0,007
61	2,10	-0,0017	-0,007	62	2,14	-0,0018	-0,007	63	2,17	-0,0018	-0,007
64	2,21	-0,0019	-0,007	65	2,24	-0,0019	-0,008	66	2,28	-0,0019	-0,008
67	2,31	-0,0019	-0,008	68	2,35	-0,0020	-0,008	69	2,38	-0,0020	-0,008
70	2,42	-0,0020	-0,008	71	2,45	-0,0020	-0,008	72	2,49	-0,0020	-0,008
73	2,52	-0,0020	-0,008	74	2,56	-0,0020	-0,008	75	2,59	-0,0020	-0,008
76	2,63	-0,0020	-0,008	77	2,66	-0,0020	-0,008	78	2,70	-0,0020	-0,008
79	2,73	-0,0020	-0,008	80	2,77	-0,0020	-0,008	81	2,80	-0,0020	-0,008
82	2,84	-0,0020	-0,008	83	2,87	-0,0020	-0,008	84	2,91	-0,0020	-0,008
85	2,94	-0,0020	-0,008	86	2,98	-0,0020	-0,008	87	3,01	-0,0020	-0,008
88	3,05	-0,0019	-0,008	89	3,08	-0,0019	-0,008	90	3,12	-0,0019	-0,008
91	3,15	-0,0019	-0,008	92	3,19	-0,0019	-0,008	93	3,22	-0,0019	-0,008
94	3,26	-0,0019	-0,007	95	3,29	-0,0019	-0,007	96	3,33	-0,0018	-0,007
97	3,36	-0,0018	-0,007	98	3,40	-0,0018	-0,007	99	3,43	-0,0018	-0,007
100	3,47	-0,0018	-0,007	101	3,50	-0,0018	-0,007	102			

Combinazione n° 18

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	-0,0007	-0,003	2	0,04	-0,0004	-0,001	3	0,07	0,0000	0,000
4	0,11	0,0003	0,001	5	0,14	0,0006	0,003	6	0,18	0,0009	0,004
7	0,21	0,0012	0,005	8	0,25	0,0015	0,006	9	0,28	0,0017	0,007
10	0,32	0,0019	0,008	11	0,35	0,0021	0,009	12	0,39	0,0023	0,009
13	0,42	0,0025	0,010	14	0,46	0,0027	0,011	15	0,49	0,0028	0,011
16	0,53	0,0030	0,012	17	0,56	0,0031	0,012	18	0,60	0,0032	0,013
19	0,63	0,0033	0,013	20	0,67	0,0034	0,014	21	0,70	0,0035	0,014
22	0,74	0,0035	0,014	23	0,77	0,0036	0,014	24	0,81	0,0036	0,015
25	0,84	0,0037	0,015	26	0,88	0,0037	0,015	27	0,91	0,0037	0,015
28	0,95	0,0038	0,015	29	0,98	0,0038	0,015	30	1,02	0,0038	0,015
31	1,05	0,0038	0,015	32	1,09	0,0038	0,015	33	1,12	0,0037	0,015
34	1,16	0,0037	0,015	35	1,19	0,0037	0,015	36	1,23	0,0037	0,015
37	1,26	0,0036	0,015	38	1,30	0,0036	0,014	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0035	0,014	41	1,40	0,0035	0,014	42	1,44	0,0034	0,014
43	1,47	0,0033	0,013	44	1,51	0,0033	0,013	45	1,54	0,0032	0,013
46	1,58	0,0032	0,013	47	1,61	0,0031	0,012	48	1,65	0,0030	0,012
49	1,68	0,0030	0,012	50	1,72	0,0029	0,012	51	1,75	0,0028	0,011
52	1,79	0,0027	0,011	53	1,82	0,0027	0,011	54	1,86	0,0026	0,010
55	1,89	0,0025	0,010	56	1,93	0,0025	0,010	57	1,96	0,0024	0,009
58	2,00	0,0023	0,009	59	2,03	0,0022	0,009	60	2,07	0,0021	0,009
61	2,10	0,0021	0,008	62	2,14	0,0020	0,008	63	2,17	0,0019	0,008
64	2,21	0,0018	0,007	65	2,24	0,0018	0,007	66	2,28	0,0017	0,007
67	2,31	0,0016	0,006	68	2,35	0,0015	0,006	69	2,38	0,0014	0,006
70	2,42	0,0014	0,005	71	2,45	0,0013	0,005	72	2,49	0,0012	0,005
73	2,52	0,0011	0,005	74	2,56	0,0011	0,004	75	2,59	0,0010	0,004
76	2,63	0,0009	0,004	77	2,66	0,0008	0,003	78	2,70	0,0008	0,003
79	2,73	0,0007	0,003	80	2,77	0,0006	0,002	81	2,80	0,0005	0,002
82	2,84	0,0005	0,002	83	2,87	0,0004	0,002	84	2,91	0,0003	0,001
85	2,94	0,0003	0,001	86	2,98	0,0002	0,001	87	3,01	0,0001	0,000
88	3,05	0,0000	0,000	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	-0,0001	0,000
91	3,15	-0,0002	-0,001	92	3,19	-0,0002	-0,001	93	3,22	-0,0003	-0,001
94	3,26	-0,0004	-0,002	95	3,29	-0,0005	-0,002	96	3,33	-0,0005	-0,002
97	3,36	-0,0006	-0,002	98	3,40	-0,0007	-0,003	99	3,43	-0,0007	-0,003
100	3,47	-0,0008	-0,003	101	3,50	-0,0009	-0,004	102			

Combinazione n° 19

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0030	0,012	2	0,04	0,0029	0,012	3	0,07	0,0029	0,012
4	0,11	0,0028	0,011	5	0,14	0,0028	0,011	6	0,18	0,0027	0,011
7	0,21	0,0027	0,011	8	0,25	0,0026	0,011	9	0,28	0,0026	0,010
10	0,32	0,0025	0,010	11	0,35	0,0025	0,010	12	0,39	0,0024	0,010
13	0,42	0,0024	0,009	14	0,46	0,0023	0,009	15	0,49	0,0022	0,009
16	0,53	0,0022	0,009	17	0,56	0,0021	0,008	18	0,60	0,0021	0,008
19	0,63	0,0020	0,008	20	0,67	0,0019	0,008	21	0,70	0,0019	0,008
22	0,74	0,0018	0,007	23	0,77	0,0018	0,007	24	0,81	0,0017	0,007
25	0,84	0,0017	0,007	26	0,88	0,0016	0,006	27	0,91	0,0015	0,006
28	0,95	0,0015	0,006	29	0,98	0,0014	0,006	30	1,02	0,0014	0,005
31	1,05	0,0013	0,005	32	1,09	0,0013	0,005	33	1,12	0,0012	0,005
34	1,16	0,0012	0,005	35	1,19	0,0011	0,004	36	1,23	0,0011	0,004
37	1,26	0,0010	0,004	38	1,30	0,0010	0,004	39	1,33	0,0009	0,004
40	1,37	0,0009	0,004	41	1,40	0,0008	0,003	42	1,44	0,0008	0,003
43	1,47	0,0007	0,003	44	1,51	0,0007	0,003	45	1,54	0,0007	0,003
46	1,58	0,0006	0,003	47	1,61	0,0006	0,002	48	1,65	0,0006	0,002
49	1,68	0,0005	0,002	50	1,72	0,0005	0,002	51	1,75	0,0004	0,002
52	1,79	0,0004	0,002	53	1,82	0,0004	0,002	54	1,86	0,0004	0,001
55	1,89	0,0003	0,001	56	1,93	0,0003	0,001	57	1,96	0,0003	0,001
58	2,00	0,0002	0,001	59	2,03	0,0002	0,001	60	2,07	0,0002	0,001
61	2,10	0,0002	0,001	62	2,14	0,0001	0,001	63	2,17	0,0001	0,000
64	2,21	0,0001	0,000	65	2,24	0,0001	0,000	66	2,28	0,0000	0,000
67	2,31	0,0000	0,000	68	2,35	0,0000	0,000	69	2,38	0,0000	0,000
70	2,42	0,0000	0,000	71	2,45	-0,0001	0,000	72	2,49	-0,0001	0,000
73	2,52	-0,0001	0,000	74	2,56	-0,0001	0,000	75	2,59	-0,0001	0,000
76	2,63	-0,0001	-0,001	77	2,66	-0,0002	-0,001	78	2,70	-0,0002	-0,001
79	2,73	-0,0002	-0,001	80	2,77	-0,0002	-0,001	81	2,80	-0,0002	-0,001
82	2,84	-0,0002	-0,001	83	2,87	-0,0002	-0,001	84	2,91	-0,0003	-0,001
85	2,94	-0,0003	-0,001	86	2,98	-0,0003	-0,001	87	3,01	-0,0003	-0,001

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
88	3,05	-0,0003	-0,001	89	3,08	-0,0003	-0,001	90	3,12	-0,0003	-0,001
91	3,15	-0,0004	-0,001	92	3,19	-0,0004	-0,001	93	3,22	-0,0004	-0,002
94	3,26	-0,0004	-0,002	95	3,29	-0,0004	-0,002	96	3,33	-0,0004	-0,002
97	3,36	-0,0004	-0,002	98	3,40	-0,0004	-0,002	99	3,43	-0,0005	-0,002
100	3,47	-0,0005	-0,002	101	3,50	-0,0005	-0,002	102			

Combinazione n° 20

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0072	0,029	2	0,04	0,0073	0,029	3	0,07	0,0073	0,029
4	0,11	0,0073	0,029	5	0,14	0,0073	0,029	6	0,18	0,0072	0,029
7	0,21	0,0072	0,029	8	0,25	0,0072	0,029	9	0,28	0,0071	0,028
10	0,32	0,0070	0,028	11	0,35	0,0070	0,028	12	0,39	0,0069	0,028
13	0,42	0,0068	0,027	14	0,46	0,0067	0,027	15	0,49	0,0066	0,027
16	0,53	0,0065	0,026	17	0,56	0,0064	0,026	18	0,60	0,0063	0,025
19	0,63	0,0062	0,025	20	0,67	0,0061	0,024	21	0,70	0,0059	0,024
22	0,74	0,0058	0,023	23	0,77	0,0057	0,023	24	0,81	0,0056	0,022
25	0,84	0,0054	0,022	26	0,88	0,0053	0,021	27	0,91	0,0052	0,021
28	0,95	0,0050	0,020	29	0,98	0,0049	0,020	30	1,02	0,0048	0,019
31	1,05	0,0046	0,018	32	1,09	0,0045	0,018	33	1,12	0,0043	0,017
34	1,16	0,0042	0,017	35	1,19	0,0041	0,016	36	1,23	0,0039	0,016
37	1,26	0,0038	0,015	38	1,30	0,0037	0,015	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0034	0,014	41	1,40	0,0033	0,013	42	1,44	0,0032	0,013
43	1,47	0,0030	0,012	44	1,51	0,0029	0,012	45	1,54	0,0028	0,011
46	1,58	0,0027	0,011	47	1,61	0,0025	0,010	48	1,65	0,0024	0,010
49	1,68	0,0023	0,009	50	1,72	0,0022	0,009	51	1,75	0,0021	0,008
52	1,79	0,0020	0,008	53	1,82	0,0019	0,008	54	1,86	0,0018	0,007
55	1,89	0,0017	0,007	56	1,93	0,0016	0,006	57	1,96	0,0015	0,006
58	2,00	0,0014	0,006	59	2,03	0,0013	0,005	60	2,07	0,0012	0,005
61	2,10	0,0011	0,004	62	2,14	0,0010	0,004	63	2,17	0,0009	0,004
64	2,21	0,0009	0,003	65	2,24	0,0008	0,003	66	2,28	0,0007	0,003
67	2,31	0,0006	0,002	68	2,35	0,0005	0,002	69	2,38	0,0005	0,002
70	2,42	0,0004	0,002	71	2,45	0,0003	0,001	72	2,49	0,0002	0,001
73	2,52	0,0002	0,001	74	2,56	0,0001	0,000	75	2,59	0,0000	0,000
76	2,63	0,0000	0,000	77	2,66	-0,0001	0,000	78	2,70	-0,0002	-0,001
79	2,73	-0,0002	-0,001	80	2,77	-0,0003	-0,001	81	2,80	-0,0004	-0,001
82	2,84	-0,0004	-0,002	83	2,87	-0,0005	-0,002	84	2,91	-0,0005	-0,002
85	2,94	-0,0006	-0,002	86	2,98	-0,0007	-0,003	87	3,01	-0,0007	-0,003
88	3,05	-0,0008	-0,003	89	3,08	-0,0008	-0,003	90	3,12	-0,0009	-0,004
91	3,15	-0,0010	-0,004	92	3,19	-0,0010	-0,004	93	3,22	-0,0011	-0,004
94	3,26	-0,0011	-0,005	95	3,29	-0,0012	-0,005	96	3,33	-0,0012	-0,005
97	3,36	-0,0013	-0,005	98	3,40	-0,0014	-0,005	99	3,43	-0,0014	-0,006
100	3,47	-0,0015	-0,006	101	3,50	-0,0015	-0,006	102			

Combinazione n° 21

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0187	0,075	2	0,04	0,0178	0,071	3	0,07	0,0169	0,068
4	0,11	0,0161	0,064	5	0,14	0,0153	0,061	6	0,18	0,0145	0,058
7	0,21	0,0137	0,055	8	0,25	0,0129	0,052	9	0,28	0,0122	0,049
10	0,32	0,0115	0,046	11	0,35	0,0108	0,043	12	0,39	0,0101	0,040
13	0,42	0,0094	0,038	14	0,46	0,0088	0,035	15	0,49	0,0082	0,033
16	0,53	0,0076	0,030	17	0,56	0,0070	0,028	18	0,60	0,0065	0,026
19	0,63	0,0059	0,024	20	0,67	0,0054	0,022	21	0,70	0,0050	0,020
22	0,74	0,0045	0,018	23	0,77	0,0040	0,016	24	0,81	0,0036	0,014
25	0,84	0,0032	0,013	26	0,88	0,0028	0,011	27	0,91	0,0024	0,010
28	0,95	0,0021	0,008	29	0,98	0,0017	0,007	30	1,02	0,0014	0,006
31	1,05	0,0011	0,004	32	1,09	0,0008	0,003	33	1,12	0,0005	0,002
34	1,16	0,0003	0,001	35	1,19	0,0000	0,000	36	1,23	-0,0002	-0,001
37	1,26	-0,0004	-0,002	38	1,30	-0,0007	-0,003	39	1,33	-0,0008	-0,003
40	1,37	-0,0010	-0,004	41	1,40	-0,0012	-0,005	42	1,44	-0,0014	-0,005
43	1,47	-0,0015	-0,006	44	1,51	-0,0016	-0,007	45	1,54	-0,0018	-0,007
46	1,58	-0,0019	-0,008	47	1,61	-0,0020	-0,008	48	1,65	-0,0021	-0,008
49	1,68	-0,0022	-0,009	50	1,72	-0,0023	-0,009	51	1,75	-0,0023	-0,009
52	1,79	-0,0024	-0,010	53	1,82	-0,0025	-0,010	54	1,86	-0,0025	-0,010
55	1,89	-0,0026	-0,010	56	1,93	-0,0026	-0,010	57	1,96	-0,0026	-0,010
58	2,00	-0,0026	-0,011	59	2,03	-0,0027	-0,011	60	2,07	-0,0027	-0,011
61	2,10	-0,0027	-0,011	62	2,14	-0,0027	-0,011	63	2,17	-0,0027	-0,011
64	2,21	-0,0027	-0,011	65	2,24	-0,0027	-0,011	66	2,28	-0,0027	-0,011
67	2,31	-0,0027	-0,011	68	2,35	-0,0027	-0,011	69	2,38	-0,0026	-0,011
70	2,42	-0,0026	-0,010	71	2,45	-0,0026	-0,010	72	2,49	-0,0026	-0,010
73	2,52	-0,0025	-0,010	74	2,56	-0,0025	-0,010	75	2,59	-0,0025	-0,010
76	2,63	-0,0024	-0,010	77	2,66	-0,0024	-0,010	78	2,70	-0,0023	-0,009
79	2,73	-0,0023	-0,009	80	2,77	-0,0023	-0,009	81	2,80	-0,0022	-0,009
82	2,84	-0,0022	-0,009	83	2,87	-0,0021	-0,009	84	2,91	-0,0021	-0,008
85	2,94	-0,0020	-0,008	86	2,98	-0,0020	-0,008	87	3,01	-0,0020	-0,008
88	3,05	-0,0019	-0,008	89	3,08	-0,0019	-0,007	90	3,12	-0,0018	-0,007
91	3,15	-0,0018	-0,007	92	3,19	-0,0017	-0,007	93	3,22	-0,0017	-0,007
94	3,26	-0,0016	-0,006	95	3,29	-0,0016	-0,006	96	3,33	-0,0015	-0,006
97	3,36	-0,0015	-0,006	98	3,40	-0,0014	-0,006	99	3,43	-0,0014	-0,006
100	3,47	-0,0013	-0,005	101	3,50	-0,0013	-0,005	102			

Combinazione n° 22

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0069	0,027	2	0,04	0,0066	0,026	3	0,07	0,0063	0,025
4	0,11	0,0060	0,024	5	0,14	0,0057	0,023	6	0,18	0,0055	0,022



n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
7	0,21	0,0052	0,021	8	0,25	0,0049	0,020	9	0,28	0,0047	0,019
10	0,32	0,0044	0,018	11	0,35	0,0042	0,017	12	0,39	0,0040	0,016
13	0,42	0,0037	0,015	14	0,46	0,0035	0,014	15	0,49	0,0033	0,013
16	0,53	0,0031	0,012	17	0,56	0,0029	0,012	18	0,60	0,0027	0,011
19	0,63	0,0025	0,010	20	0,67	0,0024	0,009	21	0,70	0,0022	0,009
22	0,74	0,0020	0,008	23	0,77	0,0019	0,007	24	0,81	0,0017	0,007
25	0,84	0,0016	0,006	26	0,88	0,0014	0,006	27	0,91	0,0013	0,005
28	0,95	0,0011	0,005	29	0,98	0,0010	0,004	30	1,02	0,0009	0,004
31	1,05	0,0008	0,003	32	1,09	0,0007	0,003	33	1,12	0,0006	0,002
34	1,16	0,0005	0,002	35	1,19	0,0004	0,001	36	1,23	0,0003	0,001
37	1,26	0,0002	0,001	38	1,30	0,0001	0,000	39	1,33	0,0000	0,000
40	1,37	0,0000	0,000	41	1,40	-0,0001	0,000	42	1,44	-0,0002	-0,001
43	1,47	-0,0002	-0,001	44	1,51	-0,0003	-0,001	45	1,54	-0,0003	-0,001
46	1,58	-0,0004	-0,002	47	1,61	-0,0004	-0,002	48	1,65	-0,0005	-0,002
49	1,68	-0,0005	-0,002	50	1,72	-0,0005	-0,002	51	1,75	-0,0006	-0,002
52	1,79	-0,0006	-0,002	53	1,82	-0,0006	-0,003	54	1,86	-0,0007	-0,003
55	1,89	-0,0007	-0,003	56	1,93	-0,0007	-0,003	57	1,96	-0,0007	-0,003
58	2,00	-0,0008	-0,003	59	2,03	-0,0008	-0,003	60	2,07	-0,0008	-0,003
61	2,10	-0,0008	-0,003	62	2,14	-0,0008	-0,003	63	2,17	-0,0008	-0,003
64	2,21	-0,0008	-0,003	65	2,24	-0,0008	-0,003	66	2,28	-0,0008	-0,003
67	2,31	-0,0008	-0,003	68	2,35	-0,0008	-0,003	69	2,38	-0,0008	-0,003
70	2,42	-0,0008	-0,003	71	2,45	-0,0008	-0,003	72	2,49	-0,0008	-0,003
73	2,52	-0,0008	-0,003	74	2,56	-0,0008	-0,003	75	2,59	-0,0008	-0,003
76	2,63	-0,0008	-0,003	77	2,66	-0,0008	-0,003	78	2,70	-0,0008	-0,003
79	2,73	-0,0008	-0,003	80	2,77	-0,0008	-0,003	81	2,80	-0,0008	-0,003
82	2,84	-0,0008	-0,003	83	2,87	-0,0008	-0,003	84	2,91	-0,0007	-0,003
85	2,94	-0,0007	-0,003	86	2,98	-0,0007	-0,003	87	3,01	-0,0007	-0,003
88	3,05	-0,0007	-0,003	89	3,08	-0,0007	-0,003	90	3,12	-0,0007	-0,003
91	3,15	-0,0007	-0,003	92	3,19	-0,0007	-0,003	93	3,22	-0,0007	-0,003
94	3,26	-0,0006	-0,003	95	3,29	-0,0006	-0,003	96	3,33	-0,0006	-0,002
97	3,36	-0,0006	-0,002	98	3,40	-0,0006	-0,002	99	3,43	-0,0006	-0,002
100	3,47	-0,0006	-0,002	101	3,50	-0,0006	-0,002	102			

### Combinazione n° 23

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	0,0189	0,076	2	0,04	0,0182	0,073	3	0,07	0,0174	0,070
4	0,11	0,0167	0,067	5	0,14	0,0160	0,064	6	0,18	0,0154	0,061
7	0,21	0,0147	0,059	8	0,25	0,0140	0,056	9	0,28	0,0134	0,054
10	0,32	0,0128	0,051	11	0,35	0,0121	0,049	12	0,39	0,0115	0,046
13	0,42	0,0110	0,044	14	0,46	0,0104	0,042	15	0,49	0,0098	0,039
16	0,53	0,0093	0,037	17	0,56	0,0088	0,035	18	0,60	0,0083	0,033
19	0,63	0,0078	0,031	20	0,67	0,0073	0,029	21	0,70	0,0068	0,027
22	0,74	0,0064	0,026	23	0,77	0,0060	0,024	24	0,81	0,0055	0,022
25	0,84	0,0051	0,021	26	0,88	0,0047	0,019	27	0,91	0,0044	0,017
28	0,95	0,0040	0,016	29	0,98	0,0037	0,015	30	1,02	0,0033	0,013
31	1,05	0,0030	0,012	32	1,09	0,0027	0,011	33	1,12	0,0024	0,010
34	1,16	0,0021	0,009	35	1,19	0,0019	0,007	36	1,23	0,0016	0,006
37	1,26	0,0014	0,005	38	1,30	0,0011	0,004	39	1,33	0,0009	0,004
40	1,37	0,0007	0,003	41	1,40	0,0005	0,002	42	1,44	0,0003	0,001
43	1,47	0,0001	0,000	44	1,51	-0,0001	0,000	45	1,54	-0,0002	-0,001
46	1,58	-0,0004	-0,001	47	1,61	-0,0005	-0,002	48	1,65	-0,0006	-0,003
49	1,68	-0,0008	-0,003	50	1,72	-0,0009	-0,004	51	1,75	-0,0010	-0,004
52	1,79	-0,0011	-0,004	53	1,82	-0,0012	-0,005	54	1,86	-0,0013	-0,005
55	1,89	-0,0014	-0,005	56	1,93	-0,0014	-0,006	57	1,96	-0,0015	-0,006
58	2,00	-0,0016	-0,006	59	2,03	-0,0016	-0,007	60	2,07	-0,0017	-0,007
61	2,10	-0,0017	-0,007	62	2,14	-0,0018	-0,007	63	2,17	-0,0018	-0,007
64	2,21	-0,0019	-0,007	65	2,24	-0,0019	-0,008	66	2,28	-0,0019	-0,008
67	2,31	-0,0019	-0,008	68	2,35	-0,0020	-0,008	69	2,38	-0,0020	-0,008
70	2,42	-0,0020	-0,008	71	2,45	-0,0020	-0,008	72	2,49	-0,0020	-0,008
73	2,52	-0,0020	-0,008	74	2,56	-0,0020	-0,008	75	2,59	-0,0020	-0,008
76	2,63	-0,0020	-0,008	77	2,66	-0,0020	-0,008	78	2,70	-0,0020	-0,008
79	2,73	-0,0020	-0,008	80	2,77	-0,0020	-0,008	81	2,80	-0,0020	-0,008
82	2,84	-0,0020	-0,008	83	2,87	-0,0020	-0,008	84	2,91	-0,0020	-0,008
85	2,94	-0,0020	-0,008	86	2,98	-0,0020	-0,008	87	3,01	-0,0020	-0,008
88	3,05	-0,0019	-0,008	89	3,08	-0,0019	-0,008	90	3,12	-0,0019	-0,008
91	3,15	-0,0019	-0,008	92	3,19	-0,0019	-0,008	93	3,22	-0,0019	-0,008
94	3,26	-0,0019	-0,007	95	3,29	-0,0019	-0,007	96	3,33	-0,0018	-0,007
97	3,36	-0,0018	-0,007	98	3,40	-0,0018	-0,007	99	3,43	-0,0018	-0,007
100	3,47	-0,0018	-0,007	101	3,50	-0,0018	-0,007	102			

### Spostamenti e pressioni limiti

#### Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo  
Y ordinata palo espressa in [cm]  
Ur spostamento limite espressa in [cm]  
Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr	n°	Y	Ur	Pr
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	21,9655	0,060	2	0,04	21,6646	0,081	3	0,07	21,3639	0,102
4	0,11	21,0634	0,123	5	0,14	20,7631	0,144	6	0,18	20,4629	0,165
7	0,21	20,1630	0,186	8	0,25	19,8634	0,207	9	0,28	19,5640	0,228
10	0,32	19,2649	0,249	11	0,35	18,9662	0,270	12	0,39	18,6677	0,291
13	0,42	18,3696	0,312	14	0,46	18,0719	0,333	15	0,49	17,7746	0,354
16	0,53	17,4777	0,375	17	0,56	17,1813	0,396	18	0,60	16,8853	0,417
19	0,63	16,5897	0,438	20	0,67	16,2947	0,459	21	0,70	16,0001	0,480
22	0,74	15,7061	0,501	23	0,77	15,4127	0,522	24	0,81	15,1198	0,543
25	0,84	14,8274	0,564	26	0,88	14,5357	0,585	27	0,91	14,2445	0,606

n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cm²]
28	0,95	13,9540	0,627	29	0,98	13,6642	0,648	30	1,02	13,3749	0,669
31	1,05	13,0864	0,690	32	1,09	12,7985	0,711	33	1,12	12,5113	0,732
34	1,16	12,2248	0,753	35	1,19	11,9391	0,774	36	1,23	11,6540	0,795
37	1,26	11,3697	0,816	38	1,30	11,0862	0,837	39	1,33	10,8034	0,858
40	1,37	10,5213	0,879	41	1,40	10,2401	0,900	42	1,44	9,9596	0,921
43	1,47	9,6799	0,942	44	1,51	9,4010	0,963	45	1,54	9,1229	0,984
46	1,58	8,8456	1,005	47	1,61	8,5691	1,026	48	1,65	8,2934	1,047
49	1,68	8,0185	1,068	50	1,72	7,7444	1,089	51	1,75	7,4711	1,110
52	1,79	7,1986	1,131	53	1,82	6,9270	1,152	54	1,86	6,6561	1,173
55	1,89	6,3861	1,194	56	1,93	6,1168	1,215	57	1,96	5,8484	1,236
58	2,00	5,5807	1,257	59	2,03	5,3138	1,278	60	2,07	5,0477	1,299
61	2,10	4,7823	1,320	62	2,14	4,5177	1,341	63	2,17	4,2539	1,362
64	2,21	3,9907	1,383	65	2,24	3,7283	1,404	66	2,28	3,4666	1,425
67	2,31	3,2056	1,446	68	2,35	2,9453	1,467	69	2,38	2,6856	1,488
70	2,42	2,4265	1,509	71	2,45	2,1681	1,530	72	2,49	1,9102	1,551
73	2,52	1,6530	1,572	74	2,56	1,3962	1,593	75	2,59	1,1400	1,614
76	2,63	0,8843	1,635	77	2,66	0,6291	1,656	78	2,70	0,3743	1,497
79	2,73	0,1200	0,480	80	2,77	-0,1340	-0,536	81	2,80	-0,3877	-1,551
82	2,84	-0,6410	-1,761	83	2,87	-0,8941	-1,782	84	2,91	-1,1469	-1,803
85	2,94	-1,3995	-1,824	86	2,98	-1,6519	-1,845	87	3,01	-1,9041	-1,866
88	3,05	-2,1562	-1,887	89	3,08	-2,4082	-1,908	90	3,12	-2,6601	-1,929
91	3,15	-2,9119	-1,950	92	3,19	-3,1636	-1,971	93	3,22	-3,4152	-1,992
94	3,26	-3,6668	-2,013	95	3,29	-3,9184	-2,034	96	3,33	-4,1700	-2,055
97	3,36	-4,4216	-2,076	98	3,40	-4,6731	-2,097	99	3,43	-4,9247	-2,118
100	3,47	-5,1763	-2,139	101	3,50	-5,4278	-2,160	102			

## 4.5 – CONFIGURAZIONE INCLINATA

### 4.5.1 Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni di segno adottate

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

$fnd$  Indice della fondazione  
 $N_{TOT}$  Sforzo normale totale espressa in [kg]  
 $M_{YTOT}$  Momento in direzione Y espresso in [kgm]  
 $T_{TOT}$  Forza di taglio espressa in [kg]

#### Condizione n° 1 - Permanenti - PERMANENTE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 chiuso alla base	1176,0	12,0	2,0

#### Condizione n° 2 - Neve - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 chiuso alla base	304,0	14,0	6,0

#### Condizione n° 3 - Vento +X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 chiuso alla base	1433,0	3398,0	1400,0

#### Condizione n° 4 - Vento -X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 chiuso alla base	-1429,0	-3346,0	1383,0

#### Condizione n° 5 - Vento +Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 chiuso alla base	1428,0	3347,0	1383,0

#### Condizione n° 6 - Vento -Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 chiuso alla base	-1428,0	-3347,0	1383,0

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00

Combinazione n° 2 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento +X	1.50	1.00
Neve	1.50	0.50

Combinazione n° 3 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento +X	1.50	0.60
Neve	1.50	1.00

Combinazione n° 4 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento -X	1.50	1.00
Neve	1.50	0.50

Combinazione n° 5 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento -X	1.50	0.60
Neve	1.50	1.00

Combinazione n° 6 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento +Y	1.50	1.00
Neve	1.50	0.50

Combinazione n° 7 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento +Y	1.50	0.60
Neve	1.50	1.00

Combinazione n° 8 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento -Y	1.50	1.00
Neve	1.50	0.50

Combinazione n° 9 - A1-M1-R3

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.30	1.00
Vento -Y	1.50	0.60
Neve	1.50	1.00

Combinazione n° 10 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento +X	1.00	1.00
Neve	1.00	0.50

Combinazione n° 11 - SLEF

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento +X	1.00	0.20

Combinazione n° 12 - SLEQ

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento +X	1.00	0.60
Neve	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - SLEF

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Neve	1.00	0.20

Combinazione n° 15 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento -X	1.00	1.00
Neve	1.00	0.50

Combinazione n° 16 - SLEF

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento -X	1.00	0.20

Combinazione n° 17 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento -X	1.00	0.60
Neve	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento +Y	1.00	1.00
Neve	1.00	0.50

Combinazione n° 19 - SLEF

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento +Y	1.00	0.20

Combinazione n° 20 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento +Y	1.00	0.60
Neve	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - SLER

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento -Y	1.00	1.00
Neve	1.00	0.50

Combinazione n° 22 - SLEF

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento -Y	1.00	0.20

Cond	$\gamma$	$\Psi$
Permanenti	1.00	1.00
Vento -Y	1.00	0.60
Neve	1.00	1.00

## 4.5.2 Risultati

### Verifica della portanza assiale

#### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
 Nc, Nq Fattori di capacità portante  
 $N'c = f(Nc, sc, dc)$   
 $N'q = f(Nq, sq, dq)$   
 dove:  
 sc, sq Fattori di forma  
 dc, dq Fattori di profondità  
 $Pl_{min}, Pl_{med}$  Portanza laterale minima e media espressa in [kg]  
 $Pp_{min}, Pp_{med}$  Portanza di punta minima e media espressa in [kg]  
 Pd Portanza di progetto espressa in [kg]  
 N Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]  
 $\eta$  Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	Nc	Nq	N'c	N'q
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00

cmb	$Pl_{med}$ [kg]	$Pp_{med}$ [kg]	$Pl_{min}$ [kg]	$Pp_{min}$ [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	$\eta$
1	11215	0	11215	0	134	5603	1529	3.665
2	11215	0	11215	0	134	5603	3906	1.434
3	11215	0	11215	0	134	5603	3275	1.711
4	11215	0	11215	0	134	5411	-387	13.994
5	11215	0	11215	0	134	5603	699	8.020
6	11215	0	11215	0	134	5603	3899	1.437
7	11215	0	11215	0	134	5603	3270	1.714
8	11215	0	11215	0	134	5411	-385	14.048
9	11215	0	11215	0	134	5603	700	8.009

### Verifica della portanza trasversale

#### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
 Td Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]  
 T Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]  
 $\eta = Td/T$  Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	$\eta$
1	6410	-3	2465,483
2	15819	-2107	7,507
3	15803	-1272	12,428
4	15926	2067	7,703
5	15943	1233	12,929
6	15864	-2082	7,621
7	15848	-1256	12,615
8	15921	2067	7,701
9	15938	1233	12,925

### Cedimento verticale in testa ai pali

#### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
 w Cedimento in testa al palo, espresso in [cm]  
 u Spostamento orizzontale in testa al palo, espresso in [cm]

cmb	w [cm]	u [cm]
1	0,0699	-0,0025
2	0,1786	-0,4937
3	0,1497	-0,2986
4	-0,0177	-0,4775
5	0,0319	-0,2842
6	0,1782	-0,4848
7	0,1495	-0,2932
8	-0,0176	-0,4778
9	0,0320	-0,2843
10	0,1262	-0,3294
11	0,0669	-0,0673

<b>cmb</b>	<b>w</b> [cm]	<b>u</b> [cm]
12	0,0538	-0,0019
13	0,1070	-0,1993
14	0,0565	-0,0022
15	-0,0046	-0,3181
16	0,0407	-0,0622
17	0,0285	-0,1892
18	0,1260	-0,3234
19	0,0668	-0,0661
20	0,1068	-0,1957
21	-0,0046	-0,3183
22	0,0407	-0,0622
23	0,0285	-0,1893

# CAPITOLO V – TRACKER 2X15

## 5. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

### 5.1 Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

### 5.2 Dati

#### Geometria della fondazione

##### Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo 16 a base chiusa	(C)	0,00	0,00	20,36	3,50

#### Materiali palo

##### Acciaio

Tensione caratteristica di snervamento	3619,93	[kg/cmq]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cmq]

#### Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

#### Caratteristiche pali

Pali in acciaio  
Vincolo in testa di tipo CERNIERA  
Tipo di palo TRIVELLATO  
Contributo sia della portanza laterale sia della portanza di punta

## Descrizione terreni e falda

### Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
$c$	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$ca$	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\phi_{min}, \phi_{med}$	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
$c_{min}, c_{med}$	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$ca_{min}, ca_{med}$	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

### Parametri caratteristici

Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$c$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$ca$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille limose	2000,0	2200,0	0,00	0,00	0,700	0,500

### Parametri minimi

Descrizione	$\phi_{min}$ [°]	$\delta_{min}$ [°]	$c_{min}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$ca_{min}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille limose	0,00	0,00	0,700	0,500

### Parametri medi

Descrizione	$\phi_{med}$ [°]	$\delta_{med}$ [°]	$c_{med}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$ca_{med}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille limose	0,00	0,00	0,700	0,500

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia adottata

$N$	Identificativo strato
$Z1$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
$Z2$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
$Z3$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno dello strato
$Kw$	Costante di Winkler espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
$Ks$	Coefficiente di spinta
$\alpha$	Coefficiente di espansione laterale

n°	$Z1$ [m]	$Z2$ [m]	$Z3$ [m]	Terreno	$Kw$ [kg/cm <sup>2</sup> /cm]	$Ks$	$\alpha$
1	-4,7	-4,7	-4,7	Argille limose	4.00	0.80	1.00

## Normativa

### N.T.C. 2018

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

## PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

### Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30



		R1	R2	R3
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali

Numero di verticali indagate 1  $\xi_3=1.70$   $\xi_4=1.70$

## 5.3 Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$f_{nd}$  Indice della fondazione

$N_{TOT}$  Sforzo normale totale espressa in [kg]

$M_{TOT}$  Momento in direzione Y espresso in [kgm]

$T_{TOT}$  Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Permanenti - PERMANENTE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	979,0	-102,0	22,0

Condizione n° 2 - Neve - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1665,0	-4,0	27,0

Condizione n° 3 - Vento +X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1269,0	26,0	33,0

Condizione n° 4 - Vento -X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	-1269,0	-26,0	33,0

Condizione n° 5 - Vento +Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	1269,0	26,0	33,0

Condizione n° 6 - Vento -Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{TOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo 16 a base chiusa	-1269,0	-26,0	33,0

## 5.4 Risultati

Verifica della portanza assiale

*Simbologia adottata*

cmb Identificativo della combinazione

$N_c, N_q$  Fattori di capacità portante

$N'c = f(N_c, s_c, d_c)$

$N'q = f(N_q, s_q, d_q)$

dove:

$s_c, s_q$  Fattori di forma

$d_c, d_q$  Fattori di profondità

$P_{lmin}, P_{lmed}$  Portanza laterale minima e media espressa in [kg]

$P_{pmin}, P_{pmed}$  Portanza di punta minima e media espressa in [kg]

$P_d$  Portanza di progetto espressa in [kg]

$N$  Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]

$\eta$  Coeff. di sicurezza per carichi verticali

cmb	$N_c$	$N_q$	$N'c$	$N'q$
1	5.14	1.00	8.03	1.00
2	5.14	1.00	8.03	1.00

cmb	Nc	Nq	N'c	N'q
3	5.14	1.00	8.03	1.00
4	5.14	1.00	8.03	1.00
5	5.14	1.00	8.03	1.00
6	5.14	1.00	8.03	1.00
7	5.14	1.00	8.03	1.00
8	5.14	1.00	8.03	1.00
9	5.14	1.00	8.03	1.00

cmb	Pl <sub>med</sub> [kg]	Pp <sub>med</sub> [kg]	Pl <sub>min</sub> [kg]	Pp <sub>min</sub> [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	η
1	11193	2065	11193	2065	134	6492	1273	5.101
2	11193	2065	11193	2065	134	6492	4425	1.467
3	11193	2065	11193	2065	134	6492	4912	1.322
4	11193	2065	11193	2065	134	6492	618	10.506
5	11193	2065	11193	2065	134	6492	2628	2.470
6	11193	2065	11193	2065	134	6492	4425	1.467
7	11193	2065	11193	2065	134	6492	4912	1.322
8	11193	2065	11193	2065	134	6492	618	10.506
9	11193	2065	11193	2065	134	6492	2628	2.470

## Verifica della portanza trasversale

### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
Td Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]  
T Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]  
η=Td/T Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	η
1	1787	29	62,467
2	2494	98	25,362
3	2752	99	27,855
4	1787	-1	2748,558
5	2228	39	56,551
6	2494	98	25,362
7	2752	99	27,855
8	1787	-1	2748,558
9	2228	39	56,551

## Cedimento verticale in testa ai pali

### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
w Cedimento in testa al palo, espresso in [cm]  
u Spostamento orizzontale in testa al palo, espresso in [cm]

cmb	w [cm]	u [cm]
1	0,0566	-0,0175
2	0,1969	0,0036
3	0,2186	0,0005
4	0,0275	0,0000
5	0,1170	-0,0205
6	0,1969	0,0036
7	0,2186	0,0005
8	0,0275	0,0000
9	0,1170	-0,0205
10	0,1371	0,0006
11	0,0549	-0,0111
12	0,0436	-0,0134
13	0,1516	-0,0015
14	0,0584	-0,0124
15	0,0241	-0,0227
16	0,0323	-0,0157
17	0,0838	-0,0153
18	0,1371	0,0006
19	0,0549	-0,0111
20	0,1516	-0,0015
21	0,0241	-0,0227
22	0,0323	-0,0157
23	0,0838	-0,0153

## Spostamenti e pressioni in esercizio

### Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo  
Y ordinata palo espressa in [cm]  
Ue spostamento in esercizio espresso in [cm]  
Pe pressione in esercizio espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

## Combinazione n° 1

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0175	-0,060	2	0,04	-0,0163	-0,065	3	0,07	-0,0151	-0,060
4	0,11	-0,0140	-0,056	5	0,14	-0,0129	-0,052	6	0,18	-0,0119	-0,047
7	0,21	-0,0109	-0,043	8	0,25	-0,0099	-0,040	9	0,28	-0,0090	-0,036
10	0,32	-0,0081	-0,032	11	0,35	-0,0073	-0,029	12	0,39	-0,0064	-0,026
13	0,42	-0,0057	-0,023	14	0,46	-0,0049	-0,020	15	0,49	-0,0042	-0,017
16	0,53	-0,0035	-0,014	17	0,56	-0,0029	-0,012	18	0,60	-0,0023	-0,009
19	0,63	-0,0017	-0,007	20	0,67	-0,0012	-0,005	21	0,70	-0,0007	-0,003
22	0,74	-0,0002	-0,001	23	0,77	0,0003	0,001	24	0,81	0,0007	0,003
25	0,84	0,0012	0,005	26	0,88	0,0015	0,006	27	0,91	0,0019	0,008
28	0,95	0,0022	0,009	29	0,98	0,0025	0,010	30	1,02	0,0028	0,011
31	1,05	0,0031	0,012	32	1,09	0,0034	0,013	33	1,12	0,0036	0,014
34	1,16	0,0038	0,015	35	1,19	0,0040	0,016	36	1,23	0,0042	0,017
37	1,26	0,0043	0,017	38	1,30	0,0045	0,018	39	1,33	0,0046	0,018
40	1,37	0,0047	0,019	41	1,40	0,0048	0,019	42	1,44	0,0049	0,020
43	1,47	0,0050	0,020	44	1,51	0,0050	0,020	45	1,54	0,0051	0,020
46	1,58	0,0051	0,020	47	1,61	0,0051	0,021	48	1,65	0,0051	0,021
49	1,68	0,0052	0,021	50	1,72	0,0052	0,021	51	1,75	0,0051	0,021
52	1,79	0,0051	0,020	53	1,82	0,0051	0,020	54	1,86	0,0051	0,020
55	1,89	0,0050	0,020	56	1,93	0,0050	0,020	57	1,96	0,0049	0,020
58	2,00	0,0049	0,019	59	2,03	0,0048	0,019	60	2,07	0,0047	0,019
61	2,10	0,0046	0,019	62	2,14	0,0046	0,018	63	2,17	0,0045	0,018
64	2,21	0,0044	0,018	65	2,24	0,0043	0,017	66	2,28	0,0042	0,017
67	2,31	0,0041	0,016	68	2,35	0,0040	0,016	69	2,38	0,0039	0,016
70	2,42	0,0038	0,015	71	2,45	0,0037	0,015	72	2,49	0,0036	0,014
73	2,52	0,0035	0,014	74	2,56	0,0034	0,014	75	2,59	0,0033	0,013
76	2,63	0,0032	0,013	77	2,66	0,0030	0,012	78	2,70	0,0029	0,012
79	2,73	0,0028	0,011	80	2,77	0,0027	0,011	81	2,80	0,0026	0,010
82	2,84	0,0025	0,010	83	2,87	0,0023	0,009	84	2,91	0,0022	0,009
85	2,94	0,0021	0,008	86	2,98	0,0020	0,008	87	3,01	0,0019	0,007
88	3,05	0,0017	0,007	89	3,08	0,0016	0,006	90	3,12	0,0015	0,006
91	3,15	0,0014	0,006	92	3,19	0,0013	0,005	93	3,22	0,0011	0,005
94	3,26	0,0010	0,004	95	3,29	0,0009	0,004	96	3,33	0,0008	0,003
97	3,36	0,0007	0,003	98	3,40	0,0005	0,002	99	3,43	0,0004	0,002
100	3,47	0,0003	0,001	101	3,50	0,0002	0,001	102			

Combinazione n° 2

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0036	0,015	2	0,04	0,0040	0,016	3	0,07	0,0044	0,018
4	0,11	0,0047	0,019	5	0,14	0,0050	0,020	6	0,18	0,0053	0,021
7	0,21	0,0056	0,022	8	0,25	0,0058	0,023	9	0,28	0,0060	0,024
10	0,32	0,0062	0,025	11	0,35	0,0063	0,025	12	0,39	0,0065	0,026
13	0,42	0,0066	0,026	14	0,46	0,0067	0,027	15	0,49	0,0068	0,027
16	0,53	0,0069	0,028	17	0,56	0,0069	0,028	18	0,60	0,0070	0,028
19	0,63	0,0070	0,028	20	0,67	0,0070	0,028	21	0,70	0,0070	0,028
22	0,74	0,0070	0,028	23	0,77	0,0070	0,028	24	0,81	0,0070	0,028
25	0,84	0,0069	0,028	26	0,88	0,0069	0,028	27	0,91	0,0068	0,027
28	0,95	0,0068	0,027	29	0,98	0,0067	0,027	30	1,02	0,0066	0,026
31	1,05	0,0065	0,026	32	1,09	0,0064	0,026	33	1,12	0,0063	0,025
34	1,16	0,0062	0,025	35	1,19	0,0061	0,025	36	1,23	0,0060	0,024
37	1,26	0,0059	0,024	38	1,30	0,0058	0,023	39	1,33	0,0057	0,023
40	1,37	0,0055	0,022	41	1,40	0,0054	0,022	42	1,44	0,0053	0,021
43	1,47	0,0052	0,021	44	1,51	0,0050	0,020	45	1,54	0,0049	0,020
46	1,58	0,0048	0,019	47	1,61	0,0046	0,018	48	1,65	0,0045	0,018
49	1,68	0,0043	0,017	50	1,72	0,0042	0,017	51	1,75	0,0041	0,016
52	1,79	0,0039	0,016	53	1,82	0,0038	0,015	54	1,86	0,0037	0,015
55	1,89	0,0035	0,014	56	1,93	0,0034	0,014	57	1,96	0,0033	0,013
58	2,00	0,0031	0,012	59	2,03	0,0030	0,012	60	2,07	0,0029	0,011
61	2,10	0,0027	0,011	62	2,14	0,0026	0,010	63	2,17	0,0025	0,010
64	2,21	0,0023	0,009	65	2,24	0,0022	0,009	66	2,28	0,0021	0,008
67	2,31	0,0020	0,008	68	2,35	0,0018	0,007	69	2,38	0,0017	0,007
70	2,42	0,0016	0,006	71	2,45	0,0015	0,006	72	2,49	0,0014	0,005
73	2,52	0,0012	0,005	74	2,56	0,0011	0,004	75	2,59	0,0010	0,004
76	2,63	0,0009	0,004	77	2,66	0,0008	0,003	78	2,70	0,0007	0,003
79	2,73	0,0005	0,002	80	2,77	0,0004	0,002	81	2,80	0,0003	0,001
82	2,84	0,0002	0,001	83	2,87	0,0001	0,000	84	2,91	0,0000	0,000
85	2,94	-0,0001	0,000	86	2,98	-0,0002	-0,001	87	3,01	-0,0003	-0,001
88	3,05	-0,0004	-0,002	89	3,08	-0,0005	-0,002	90	3,12	-0,0006	-0,003
91	3,15	-0,0008	-0,003	92	3,19	-0,0009	-0,003	93	3,22	-0,0010	-0,004
94	3,26	-0,0011	-0,004	95	3,29	-0,0012	-0,005	96	3,33	-0,0013	-0,005
97	3,36	-0,0014	-0,006	98	3,40	-0,0015	-0,006	99	3,43	-0,0016	-0,006
100	3,47	-0,0017	-0,007	101	3,50	-0,0018	-0,007	102			

Combinazione n° 3

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	0,0005	0,002	2	0,04	0,0010	0,004	3	0,07	0,0016	0,006
4	0,11	0,0021	0,008	5	0,14	0,0026	0,010	6	0,18	0,0030	0,012
7	0,21	0,0034	0,014	8	0,25	0,0038	0,015	9	0,28	0,0042	0,017
10	0,32	0,0045	0,018	11	0,35	0,0048	0,019	12	0,39	0,0051	0,020
13	0,42	0,0053	0,021	14	0,46	0,0056	0,022	15	0,49	0,0058	0,023
16	0,53	0,0060	0,024	17	0,56	0,0061	0,025	18	0,60	0,0063	0,025
19	0,63	0,0064	0,026	20	0,67	0,0065	0,026	21	0,70	0,0066	0,026
22	0,74	0,0067	0,027	23	0,77	0,0067	0,027	24	0,81	0,0068	0,027
25	0,84	0,0068	0,027	26	0,88	0,0068	0,027	27	0,91	0,0069	0,027
28	0,95	0,0069	0,027	29	0,98	0,0068	0,027	30	1,02	0,0068	0,027
31	1,05	0,0068	0,027	32	1,09	0,0067	0,027	33	1,12	0,0067	0,027
34	1,16	0,0066	0,026	35	1,19	0,0065	0,026	36	1,23	0,0065	0,026
37	1,26	0,0064	0,026	38	1,30	0,0063	0,025	39	1,33	0,0062	0,025
40	1,37	0,0061	0,024	41	1,40	0,0060	0,024	42	1,44	0,0059	0,024

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
43	1,47	0,0058	0,023	44	1,51	0,0057	0,023	45	1,54	0,0055	0,022
46	1,58	0,0054	0,022	47	1,61	0,0053	0,021	48	1,65	0,0052	0,021
49	1,68	0,0050	0,020	50	1,72	0,0049	0,020	51	1,75	0,0048	0,019
52	1,79	0,0046	0,019	53	1,82	0,0045	0,018	54	1,86	0,0044	0,017
55	1,89	0,0042	0,017	56	1,93	0,0041	0,016	57	1,96	0,0040	0,016
58	2,00	0,0038	0,015	59	2,03	0,0037	0,015	60	2,07	0,0035	0,014
61	2,10	0,0034	0,014	62	2,14	0,0033	0,013	63	2,17	0,0031	0,013
64	2,21	0,0030	0,012	65	2,24	0,0029	0,011	66	2,28	0,0027	0,011
67	2,31	0,0026	0,010	68	2,35	0,0025	0,010	69	2,38	0,0023	0,009
70	2,42	0,0022	0,009	71	2,45	0,0020	0,008	72	2,49	0,0019	0,008
73	2,52	0,0018	0,007	74	2,56	0,0017	0,007	75	2,59	0,0015	0,006
76	2,63	0,0014	0,006	77	2,66	0,0013	0,005	78	2,70	0,0011	0,005
79	2,73	0,0010	0,004	80	2,77	0,0009	0,004	81	2,80	0,0008	0,003
82	2,84	0,0006	0,003	83	2,87	0,0005	0,002	84	2,91	0,0004	0,002
85	2,94	0,0003	0,001	86	2,98	0,0001	0,001	87	3,01	0,0000	0,000
88	3,05	-0,0001	0,000	89	3,08	-0,0002	-0,001	90	3,12	-0,0004	-0,001
91	3,15	-0,0005	-0,002	92	3,19	-0,0006	-0,002	93	3,22	-0,0007	-0,003
94	3,26	-0,0008	-0,003	95	3,29	-0,0010	-0,004	96	3,33	-0,0011	-0,004
97	3,36	-0,0012	-0,005	98	3,40	-0,0013	-0,005	99	3,43	-0,0015	-0,006
100	3,47	-0,0016	-0,006	101	3,50	-0,0017	-0,007	102			

Combinazione n° 4

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0000	0,000	2	0,04	0,0000	0,000	3	0,07	0,0000	0,000
4	0,11	0,0000	0,000	5	0,14	0,0000	0,000	6	0,18	0,0000	0,000
7	0,21	0,0000	0,000	8	0,25	0,0000	0,000	9	0,28	0,0000	0,000
10	0,32	0,0000	0,000	11	0,35	0,0000	0,000	12	0,39	0,0000	0,000
13	0,42	0,0000	0,000	14	0,46	0,0000	0,000	15	0,49	0,0000	0,000
16	0,53	0,0000	0,000	17	0,56	0,0000	0,000	18	0,60	0,0000	0,000
19	0,63	0,0000	0,000	20	0,67	0,0000	0,000	21	0,70	0,0000	0,000
22	0,74	0,0000	0,000	23	0,77	0,0000	0,000	24	0,81	0,0000	0,000
25	0,84	0,0000	0,000	26	0,88	0,0000	0,000	27	0,91	0,0000	0,000
28	0,95	0,0000	0,000	29	0,98	0,0000	0,000	30	1,02	0,0000	0,000
31	1,05	0,0000	0,000	32	1,09	0,0000	0,000	33	1,12	0,0000	0,000
34	1,16	0,0000	0,000	35	1,19	0,0000	0,000	36	1,23	0,0000	0,000
37	1,26	0,0000	0,000	38	1,30	0,0000	0,000	39	1,33	0,0000	0,000
40	1,37	0,0000	0,000	41	1,40	0,0000	0,000	42	1,44	0,0000	0,000
43	1,47	0,0000	0,000	44	1,51	0,0000	0,000	45	1,54	0,0000	0,000
46	1,58	0,0000	0,000	47	1,61	0,0000	0,000	48	1,65	0,0000	0,000
49	1,68	0,0000	0,000	50	1,72	0,0000	0,000	51	1,75	0,0000	0,000
52	1,79	0,0000	0,000	53	1,82	0,0000	0,000	54	1,86	0,0000	0,000
55	1,89	0,0000	0,000	56	1,93	0,0000	0,000	57	1,96	0,0000	0,000
58	2,00	0,0000	0,000	59	2,03	0,0000	0,000	60	2,07	0,0000	0,000
61	2,10	0,0000	0,000	62	2,14	0,0000	0,000	63	2,17	0,0000	0,000
64	2,21	0,0000	0,000	65	2,24	0,0000	0,000	66	2,28	0,0000	0,000
67	2,31	0,0000	0,000	68	2,35	0,0000	0,000	69	2,38	0,0000	0,000
70	2,42	0,0000	0,000	71	2,45	0,0000	0,000	72	2,49	0,0000	0,000
73	2,52	0,0000	0,000	74	2,56	0,0000	0,000	75	2,59	0,0000	0,000
76	2,63	0,0000	0,000	77	2,66	0,0000	0,000	78	2,70	0,0000	0,000
79	2,73	0,0000	0,000	80	2,77	0,0000	0,000	81	2,80	0,0000	0,000
82	2,84	0,0000	0,000	83	2,87	0,0000	0,000	84	2,91	0,0000	0,000
85	2,94	0,0000	0,000	86	2,98	0,0000	0,000	87	3,01	0,0000	0,000
88	3,05	0,0000	0,000	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	0,0000	0,000
91	3,15	0,0000	0,000	92	3,19	0,0000	0,000	93	3,22	0,0000	0,000
94	3,26	0,0000	0,000	95	3,29	0,0000	0,000	96	3,33	0,0000	0,000
97	3,36	0,0000	0,000	98	3,40	0,0000	0,000	99	3,43	0,0000	0,000
100	3,47	0,0000	0,000	101	3,50	0,0000	0,000	102			

Combinazione n° 5

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	-0,0205	-0,060	2	0,04	-0,0190	-0,076	3	0,07	-0,0176	-0,071
4	0,11	-0,0163	-0,065	5	0,14	-0,0150	-0,060	6	0,18	-0,0138	-0,055
7	0,21	-0,0126	-0,050	8	0,25	-0,0114	-0,046	9	0,28	-0,0103	-0,041
10	0,32	-0,0093	-0,037	11	0,35	-0,0083	-0,033	12	0,39	-0,0073	-0,029
13	0,42	-0,0064	-0,025	14	0,46	-0,0055	-0,022	15	0,49	-0,0046	-0,019
16	0,53	-0,0038	-0,015	17	0,56	-0,0031	-0,012	18	0,60	-0,0024	-0,009
19	0,63	-0,0017	-0,007	20	0,67	-0,0010	-0,004	21	0,70	-0,0004	-0,002
22	0,74	0,0002	0,001	23	0,77	0,0007	0,003	24	0,81	0,0012	0,005
25	0,84	0,0017	0,007	26	0,88	0,0022	0,009	27	0,91	0,0026	0,010
28	0,95	0,0030	0,012	29	0,98	0,0034	0,013	30	1,02	0,0037	0,015
31	1,05	0,0040	0,016	32	1,09	0,0043	0,017	33	1,12	0,0046	0,018
34	1,16	0,0048	0,019	35	1,19	0,0051	0,020	36	1,23	0,0053	0,021
37	1,26	0,0054	0,022	38	1,30	0,0056	0,022	39	1,33	0,0057	0,023
40	1,37	0,0059	0,023	41	1,40	0,0060	0,024	42	1,44	0,0061	0,024
43	1,47	0,0061	0,025	44	1,51	0,0062	0,025	45	1,54	0,0063	0,025
46	1,58	0,0063	0,025	47	1,61	0,0063	0,025	48	1,65	0,0063	0,025
49	1,68	0,0063	0,025	50	1,72	0,0063	0,025	51	1,75	0,0063	0,025
52	1,79	0,0063	0,025	53	1,82	0,0062	0,025	54	1,86	0,0062	0,025
55	1,89	0,0061	0,024	56	1,93	0,0061	0,024	57	1,96	0,0060	0,024
58	2,00	0,0059	0,024	59	2,03	0,0058	0,023	60	2,07	0,0057	0,023
61	2,10	0,0056	0,023	62	2,14	0,0055	0,022	63	2,17	0,0054	0,022
64	2,21	0,0053	0,021	65	2,24	0,0052	0,021	66	2,28	0,0051	0,020
67	2,31	0,0050	0,020	68	2,35	0,0048	0,019	69	2,38	0,0047	0,019
70	2,42	0,0046	0,018	71	2,45	0,0045	0,018	72	2,49	0,0043	0,017
73	2,52	0,0042	0,017	74	2,56	0,0041	0,016	75	2,59	0,0039	0,016
76	2,63	0,0038	0,015	77	2,66	0,0036	0,015	78	2,70	0,0035	0,014
79	2,73	0,0033	0,013	80	2,77	0,0032	0,013	81	2,80	0,0031	0,012
82	2,84	0,0029	0,012	83	2,87	0,0028	0,011	84	2,91	0,0026	0,010

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
85	2,94	0,0025	0,010	86	2,98	0,0023	0,009	87	3,01	0,0022	0,009
88	3,05	0,0020	0,008	89	3,08	0,0019	0,008	90	3,12	0,0017	0,007
91	3,15	0,0016	0,006	92	3,19	0,0014	0,006	93	3,22	0,0013	0,005
94	3,26	0,0012	0,005	95	3,29	0,0010	0,004	96	3,33	0,0009	0,003
97	3,36	0,0007	0,003	98	3,40	0,0006	0,002	99	3,43	0,0004	0,002
100	3,47	0,0003	0,001	101	3,50	0,0001	0,000	102			

**Combinazione n° 6**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0036	0,015	2	0,04	0,0040	0,016	3	0,07	0,0044	0,018
4	0,11	0,0047	0,019	5	0,14	0,0050	0,020	6	0,18	0,0053	0,021
7	0,21	0,0056	0,022	8	0,25	0,0058	0,023	9	0,28	0,0060	0,024
10	0,32	0,0062	0,025	11	0,35	0,0063	0,025	12	0,39	0,0065	0,026
13	0,42	0,0066	0,026	14	0,46	0,0067	0,027	15	0,49	0,0068	0,027
16	0,53	0,0069	0,028	17	0,56	0,0069	0,028	18	0,60	0,0070	0,028
19	0,63	0,0070	0,028	20	0,67	0,0070	0,028	21	0,70	0,0070	0,028
22	0,74	0,0070	0,028	23	0,77	0,0070	0,028	24	0,81	0,0070	0,028
25	0,84	0,0069	0,028	26	0,88	0,0069	0,028	27	0,91	0,0068	0,027
28	0,95	0,0068	0,027	29	0,98	0,0067	0,027	30	1,02	0,0066	0,026
31	1,05	0,0065	0,026	32	1,09	0,0064	0,026	33	1,12	0,0063	0,025
34	1,16	0,0062	0,025	35	1,19	0,0061	0,025	36	1,23	0,0060	0,024
37	1,26	0,0059	0,024	38	1,30	0,0058	0,023	39	1,33	0,0057	0,023
40	1,37	0,0055	0,022	41	1,40	0,0054	0,022	42	1,44	0,0053	0,021
43	1,47	0,0052	0,021	44	1,51	0,0050	0,020	45	1,54	0,0049	0,020
46	1,58	0,0048	0,019	47	1,61	0,0046	0,018	48	1,65	0,0045	0,018
49	1,68	0,0043	0,017	50	1,72	0,0042	0,017	51	1,75	0,0041	0,016
52	1,79	0,0039	0,016	53	1,82	0,0038	0,015	54	1,86	0,0037	0,015
55	1,89	0,0035	0,014	56	1,93	0,0034	0,014	57	1,96	0,0033	0,013
58	2,00	0,0031	0,012	59	2,03	0,0030	0,012	60	2,07	0,0029	0,011
61	2,10	0,0027	0,011	62	2,14	0,0026	0,010	63	2,17	0,0025	0,010
64	2,21	0,0023	0,009	65	2,24	0,0022	0,009	66	2,28	0,0021	0,008
67	2,31	0,0020	0,008	68	2,35	0,0018	0,007	69	2,38	0,0017	0,007
70	2,42	0,0016	0,006	71	2,45	0,0015	0,006	72	2,49	0,0014	0,005
73	2,52	0,0012	0,005	74	2,56	0,0011	0,004	75	2,59	0,0010	0,004
76	2,63	0,0009	0,004	77	2,66	0,0008	0,003	78	2,70	0,0007	0,003
79	2,73	0,0005	0,002	80	2,77	0,0004	0,002	81	2,80	0,0003	0,001
82	2,84	0,0002	0,001	83	2,87	0,0001	0,000	84	2,91	0,0000	0,000
85	2,94	-0,0001	0,000	86	2,98	-0,0002	-0,001	87	3,01	-0,0003	-0,001
88	3,05	-0,0004	-0,002	89	3,08	-0,0005	-0,002	90	3,12	-0,0006	-0,003
91	3,15	-0,0008	-0,003	92	3,19	-0,0009	-0,003	93	3,22	-0,0010	-0,004
94	3,26	-0,0011	-0,004	95	3,29	-0,0012	-0,005	96	3,33	-0,0013	-0,005
97	3,36	-0,0014	-0,006	98	3,40	-0,0015	-0,006	99	3,43	-0,0016	-0,006
100	3,47	-0,0017	-0,007	101	3,50	-0,0018	-0,007	102			

**Combinazione n° 7**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0005	0,002	2	0,04	0,0010	0,004	3	0,07	0,0016	0,006
4	0,11	0,0021	0,008	5	0,14	0,0026	0,010	6	0,18	0,0030	0,012
7	0,21	0,0034	0,014	8	0,25	0,0038	0,015	9	0,28	0,0042	0,017
10	0,32	0,0045	0,018	11	0,35	0,0048	0,019	12	0,39	0,0051	0,020
13	0,42	0,0053	0,021	14	0,46	0,0056	0,022	15	0,49	0,0058	0,023
16	0,53	0,0060	0,024	17	0,56	0,0061	0,025	18	0,60	0,0063	0,025
19	0,63	0,0064	0,026	20	0,67	0,0065	0,026	21	0,70	0,0066	0,026
22	0,74	0,0067	0,027	23	0,77	0,0067	0,027	24	0,81	0,0068	0,027
25	0,84	0,0068	0,027	26	0,88	0,0068	0,027	27	0,91	0,0069	0,027
28	0,95	0,0069	0,027	29	0,98	0,0068	0,027	30	1,02	0,0068	0,027
31	1,05	0,0068	0,027	32	1,09	0,0067	0,027	33	1,12	0,0067	0,027
34	1,16	0,0066	0,026	35	1,19	0,0065	0,026	36	1,23	0,0065	0,026
37	1,26	0,0064	0,026	38	1,30	0,0063	0,025	39	1,33	0,0062	0,025
40	1,37	0,0061	0,024	41	1,40	0,0060	0,024	42	1,44	0,0059	0,024
43	1,47	0,0058	0,023	44	1,51	0,0057	0,023	45	1,54	0,0055	0,022
46	1,58	0,0054	0,022	47	1,61	0,0053	0,021	48	1,65	0,0052	0,021
49	1,68	0,0050	0,020	50	1,72	0,0049	0,020	51	1,75	0,0048	0,019
52	1,79	0,0046	0,019	53	1,82	0,0045	0,018	54	1,86	0,0044	0,017
55	1,89	0,0042	0,017	56	1,93	0,0041	0,016	57	1,96	0,0040	0,016
58	2,00	0,0038	0,015	59	2,03	0,0037	0,015	60	2,07	0,0035	0,014
61	2,10	0,0034	0,014	62	2,14	0,0033	0,013	63	2,17	0,0031	0,013
64	2,21	0,0030	0,012	65	2,24	0,0029	0,011	66	2,28	0,0027	0,011
67	2,31	0,0026	0,010	68	2,35	0,0025	0,010	69	2,38	0,0023	0,009
70	2,42	0,0022	0,009	71	2,45	0,0020	0,008	72	2,49	0,0019	0,008
73	2,52	0,0018	0,007	74	2,56	0,0017	0,007	75	2,59	0,0015	0,006
76	2,63	0,0014	0,006	77	2,66	0,0013	0,005	78	2,70	0,0011	0,005
79	2,73	0,0010	0,004	80	2,77	0,0009	0,004	81	2,80	0,0008	0,003
82	2,84	0,0006	0,003	83	2,87	0,0005	0,002	84	2,91	0,0004	0,002
85	2,94	0,0003	0,001	86	2,98	0,0001	0,001	87	3,01	0,0000	0,000
88	3,05	-0,0001	0,000	89	3,08	-0,0002	-0,001	90	3,12	-0,0004	-0,001
91	3,15	-0,0005	-0,002	92	3,19	-0,0006	-0,002	93	3,22	-0,0007	-0,003
94	3,26	-0,0008	-0,003	95	3,29	-0,0010	-0,004	96	3,33	-0,0011	-0,004
97	3,36	-0,0012	-0,005	98	3,40	-0,0013	-0,005	99	3,43	-0,0015	-0,006
100	3,47	-0,0016	-0,006	101	3,50	-0,0017	-0,007	102			

**Combinazione n° 8**

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0000	0,000	2	0,04	0,0000	0,000	3	0,07	0,0000	0,000

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
4	0,11	0,0000	0,000	5	0,14	0,0000	0,000	6	0,18	0,0000	0,000
7	0,21	0,0000	0,000	8	0,25	0,0000	0,000	9	0,28	0,0000	0,000
10	0,32	0,0000	0,000	11	0,35	0,0000	0,000	12	0,39	0,0000	0,000
13	0,42	0,0000	0,000	14	0,46	0,0000	0,000	15	0,49	0,0000	0,000
16	0,53	0,0000	0,000	17	0,56	0,0000	0,000	18	0,60	0,0000	0,000
19	0,63	0,0000	0,000	20	0,67	0,0000	0,000	21	0,70	0,0000	0,000
22	0,74	0,0000	0,000	23	0,77	0,0000	0,000	24	0,81	0,0000	0,000
25	0,84	0,0000	0,000	26	0,88	0,0000	0,000	27	0,91	0,0000	0,000
28	0,95	0,0000	0,000	29	0,98	0,0000	0,000	30	1,02	0,0000	0,000
31	1,05	0,0000	0,000	32	1,09	0,0000	0,000	33	1,12	0,0000	0,000
34	1,16	0,0000	0,000	35	1,19	0,0000	0,000	36	1,23	0,0000	0,000
37	1,26	0,0000	0,000	38	1,30	0,0000	0,000	39	1,33	0,0000	0,000
40	1,37	0,0000	0,000	41	1,40	0,0000	0,000	42	1,44	0,0000	0,000
43	1,47	0,0000	0,000	44	1,51	0,0000	0,000	45	1,54	0,0000	0,000
46	1,58	0,0000	0,000	47	1,61	0,0000	0,000	48	1,65	0,0000	0,000
49	1,68	0,0000	0,000	50	1,72	0,0000	0,000	51	1,75	0,0000	0,000
52	1,79	0,0000	0,000	53	1,82	0,0000	0,000	54	1,86	0,0000	0,000
55	1,89	0,0000	0,000	56	1,93	0,0000	0,000	57	1,96	0,0000	0,000
58	2,00	0,0000	0,000	59	2,03	0,0000	0,000	60	2,07	0,0000	0,000
61	2,10	0,0000	0,000	62	2,14	0,0000	0,000	63	2,17	0,0000	0,000
64	2,21	0,0000	0,000	65	2,24	0,0000	0,000	66	2,28	0,0000	0,000
67	2,31	0,0000	0,000	68	2,35	0,0000	0,000	69	2,38	0,0000	0,000
70	2,42	0,0000	0,000	71	2,45	0,0000	0,000	72	2,49	0,0000	0,000
73	2,52	0,0000	0,000	74	2,56	0,0000	0,000	75	2,59	0,0000	0,000
76	2,63	0,0000	0,000	77	2,66	0,0000	0,000	78	2,70	0,0000	0,000
79	2,73	0,0000	0,000	80	2,77	0,0000	0,000	81	2,80	0,0000	0,000
82	2,84	0,0000	0,000	83	2,87	0,0000	0,000	84	2,91	0,0000	0,000
85	2,94	0,0000	0,000	86	2,98	0,0000	0,000	87	3,01	0,0000	0,000
88	3,05	0,0000	0,000	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	0,0000	0,000
91	3,15	0,0000	0,000	92	3,19	0,0000	0,000	93	3,22	0,0000	0,000
94	3,26	0,0000	0,000	95	3,29	0,0000	0,000	96	3,33	0,0000	0,000
97	3,36	0,0000	0,000	98	3,40	0,0000	0,000	99	3,43	0,0000	0,000
100	3,47	0,0000	0,000	101	3,50	0,0000	0,000	102			

Combinazione n° 9

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	-0,0205	-0,060	2	0,04	-0,0190	-0,076	3	0,07	-0,0176	-0,071
4	0,11	-0,0163	-0,065	5	0,14	-0,0150	-0,060	6	0,18	-0,0138	-0,055
7	0,21	-0,0126	-0,050	8	0,25	-0,0114	-0,046	9	0,28	-0,0103	-0,041
10	0,32	-0,0093	-0,037	11	0,35	-0,0083	-0,033	12	0,39	-0,0073	-0,029
13	0,42	-0,0064	-0,025	14	0,46	-0,0055	-0,022	15	0,49	-0,0046	-0,019
16	0,53	-0,0038	-0,015	17	0,56	-0,0031	-0,012	18	0,60	-0,0024	-0,009
19	0,63	-0,0017	-0,007	20	0,67	-0,0010	-0,004	21	0,70	-0,0004	-0,002
22	0,74	0,0002	0,001	23	0,77	0,0007	0,003	24	0,81	0,0012	0,005
25	0,84	0,0017	0,007	26	0,88	0,0022	0,009	27	0,91	0,0026	0,010
28	0,95	0,0030	0,012	29	0,98	0,0034	0,013	30	1,02	0,0037	0,015
31	1,05	0,0040	0,016	32	1,09	0,0043	0,017	33	1,12	0,0046	0,018
34	1,16	0,0048	0,019	35	1,19	0,0051	0,020	36	1,23	0,0053	0,021
37	1,26	0,0054	0,022	38	1,30	0,0056	0,022	39	1,33	0,0057	0,023
40	1,37	0,0059	0,023	41	1,40	0,0060	0,024	42	1,44	0,0061	0,024
43	1,47	0,0061	0,025	44	1,51	0,0062	0,025	45	1,54	0,0063	0,025
46	1,58	0,0063	0,025	47	1,61	0,0063	0,025	48	1,65	0,0063	0,025
49	1,68	0,0063	0,025	50	1,72	0,0063	0,025	51	1,75	0,0063	0,025
52	1,79	0,0063	0,025	53	1,82	0,0062	0,025	54	1,86	0,0062	0,025
55	1,89	0,0061	0,024	56	1,93	0,0061	0,024	57	1,96	0,0060	0,024
58	2,00	0,0059	0,024	59	2,03	0,0058	0,023	60	2,07	0,0057	0,023
61	2,10	0,0056	0,023	62	2,14	0,0055	0,022	63	2,17	0,0054	0,022
64	2,21	0,0053	0,021	65	2,24	0,0052	0,021	66	2,28	0,0051	0,020
67	2,31	0,0050	0,020	68	2,35	0,0048	0,019	69	2,38	0,0047	0,019
70	2,42	0,0046	0,018	71	2,45	0,0045	0,018	72	2,49	0,0043	0,017
73	2,52	0,0042	0,017	74	2,56	0,0041	0,016	75	2,59	0,0039	0,016
76	2,63	0,0038	0,015	77	2,66	0,0036	0,015	78	2,70	0,0035	0,014
79	2,73	0,0033	0,013	80	2,77	0,0032	0,013	81	2,80	0,0031	0,012
82	2,84	0,0029	0,012	83	2,87	0,0028	0,011	84	2,91	0,0026	0,010
85	2,94	0,0025	0,010	86	2,98	0,0023	0,009	87	3,01	0,0022	0,009
88	3,05	0,0020	0,008	89	3,08	0,0019	0,008	90	3,12	0,0017	0,007
91	3,15	0,0016	0,006	92	3,19	0,0014	0,006	93	3,22	0,0013	0,005
94	3,26	0,0012	0,005	95	3,29	0,0010	0,004	96	3,33	0,0009	0,003
97	3,36	0,0007	0,003	98	3,40	0,0006	0,002	99	3,43	0,0004	0,002
100	3,47	0,0003	0,001	101	3,50	0,0001	0,000	102			

Combinazione n° 10

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm²]
1	0,00	0,0006	0,003	2	0,04	0,0010	0,004	3	0,07	0,0014	0,006
4	0,11	0,0017	0,007	5	0,14	0,0020	0,008	6	0,18	0,0023	0,009
7	0,21	0,0026	0,010	8	0,25	0,0028	0,011	9	0,28	0,0031	0,012
10	0,32	0,0033	0,013	11	0,35	0,0035	0,014	12	0,39	0,0037	0,015
13	0,42	0,0038	0,015	14	0,46	0,0040	0,016	15	0,49	0,0041	0,016
16	0,53	0,0042	0,017	17	0,56	0,0043	0,017	18	0,60	0,0044	0,018
19	0,63	0,0045	0,018	20	0,67	0,0046	0,018	21	0,70	0,0046	0,019
22	0,74	0,0047	0,019	23	0,77	0,0047	0,019	24	0,81	0,0047	0,019
25	0,84	0,0047	0,019	26	0,88	0,0048	0,019	27	0,91	0,0048	0,019
28	0,95	0,0047	0,019	29	0,98	0,0047	0,019	30	1,02	0,0047	0,019
31	1,05	0,0047	0,019	32	1,09	0,0046	0,019	33	1,12	0,0046	0,018
34	1,16	0,0046	0,018	35	1,19	0,0045	0,018	36	1,23	0,0044	0,018
37	1,26	0,0044	0,018	38	1,30	0,0043	0,017	39	1,33	0,0042	0,017
40	1,37	0,0042	0,017	41	1,40	0,0041	0,016	42	1,44	0,0040	0,016
43	1,47	0,0039	0,016	44	1,51	0,0039	0,015	45	1,54	0,0038	0,015

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
46	1,58	0,0037	0,015	47	1,61	0,0036	0,014	48	1,65	0,0035	0,014
49	1,68	0,0034	0,014	50	1,72	0,0033	0,013	51	1,75	0,0032	0,013
52	1,79	0,0031	0,013	53	1,82	0,0031	0,012	54	1,86	0,0030	0,012
55	1,89	0,0029	0,011	56	1,93	0,0028	0,011	57	1,96	0,0027	0,011
58	2,00	0,0026	0,010	59	2,03	0,0025	0,010	60	2,07	0,0024	0,010
61	2,10	0,0023	0,009	62	2,14	0,0022	0,009	63	2,17	0,0021	0,008
64	2,21	0,0020	0,008	65	2,24	0,0019	0,008	66	2,28	0,0018	0,007
67	2,31	0,0017	0,007	68	2,35	0,0016	0,007	69	2,38	0,0015	0,006
70	2,42	0,0015	0,006	71	2,45	0,0014	0,005	72	2,49	0,0013	0,005
73	2,52	0,0012	0,005	74	2,56	0,0011	0,004	75	2,59	0,0010	0,004
76	2,63	0,0009	0,004	77	2,66	0,0008	0,003	78	2,70	0,0007	0,003
79	2,73	0,0007	0,003	80	2,77	0,0006	0,002	81	2,80	0,0005	0,002
82	2,84	0,0004	0,002	83	2,87	0,0003	0,001	84	2,91	0,0002	0,001
85	2,94	0,0001	0,001	86	2,98	0,0001	0,000	87	3,01	0,0000	0,000
88	3,05	-0,0001	0,000	89	3,08	-0,0002	-0,001	90	3,12	-0,0003	-0,001
91	3,15	-0,0004	-0,001	92	3,19	-0,0004	-0,002	93	3,22	-0,0005	-0,002
94	3,26	-0,0006	-0,002	95	3,29	-0,0007	-0,003	96	3,33	-0,0008	-0,003
97	3,36	-0,0009	-0,003	98	3,40	-0,0009	-0,004	99	3,43	-0,0010	-0,004
100	3,47	-0,0011	-0,004	101	3,50	-0,0012	-0,005	102			

### Combinazione n° 11

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0111	-0,044	2	0,04	-0,0102	-0,041	3	0,07	-0,0094	-0,038
4	0,11	-0,0087	-0,035	5	0,14	-0,0079	-0,032	6	0,18	-0,0072	-0,029
7	0,21	-0,0066	-0,026	8	0,25	-0,0059	-0,024	9	0,28	-0,0053	-0,021
10	0,32	-0,0047	-0,019	11	0,35	-0,0041	-0,016	12	0,39	-0,0036	-0,014
13	0,42	-0,0030	-0,012	14	0,46	-0,0025	-0,010	15	0,49	-0,0021	-0,008
16	0,53	-0,0016	-0,006	17	0,56	-0,0012	-0,005	18	0,60	-0,0008	-0,003
19	0,63	-0,0004	-0,002	20	0,67	0,0000	0,000	21	0,70	0,0003	0,001
22	0,74	0,0006	0,002	23	0,77	0,0009	0,004	24	0,81	0,0012	0,005
25	0,84	0,0015	0,006	26	0,88	0,0017	0,007	27	0,91	0,0019	0,008
28	0,95	0,0022	0,009	29	0,98	0,0024	0,009	30	1,02	0,0025	0,010
31	1,05	0,0027	0,011	32	1,09	0,0029	0,011	33	1,12	0,0030	0,012
34	1,16	0,0031	0,013	35	1,19	0,0032	0,013	36	1,23	0,0034	0,013
37	1,26	0,0034	0,014	38	1,30	0,0035	0,014	39	1,33	0,0036	0,014
40	1,37	0,0037	0,015	41	1,40	0,0037	0,015	42	1,44	0,0037	0,015
43	1,47	0,0038	0,015	44	1,51	0,0038	0,015	45	1,54	0,0038	0,015
46	1,58	0,0038	0,015	47	1,61	0,0038	0,015	48	1,65	0,0038	0,015
49	1,68	0,0038	0,015	50	1,72	0,0038	0,015	51	1,75	0,0038	0,015
52	1,79	0,0038	0,015	53	1,82	0,0037	0,015	54	1,86	0,0037	0,015
55	1,89	0,0036	0,015	56	1,93	0,0036	0,014	57	1,96	0,0036	0,014
58	2,00	0,0035	0,014	59	2,03	0,0034	0,014	60	2,07	0,0034	0,014
61	2,10	0,0033	0,013	62	2,14	0,0033	0,013	63	2,17	0,0032	0,013
64	2,21	0,0031	0,012	65	2,24	0,0030	0,012	66	2,28	0,0030	0,012
67	2,31	0,0029	0,012	68	2,35	0,0028	0,011	69	2,38	0,0027	0,011
70	2,42	0,0027	0,011	71	2,45	0,0026	0,010	72	2,49	0,0025	0,010
73	2,52	0,0024	0,010	74	2,56	0,0023	0,009	75	2,59	0,0022	0,009
76	2,63	0,0022	0,009	77	2,66	0,0021	0,008	78	2,70	0,0020	0,008
79	2,73	0,0019	0,008	80	2,77	0,0018	0,007	81	2,80	0,0017	0,007
82	2,84	0,0016	0,007	83	2,87	0,0015	0,006	84	2,91	0,0015	0,006
85	2,94	0,0014	0,005	86	2,98	0,0013	0,005	87	3,01	0,0012	0,005
88	3,05	0,0011	0,004	89	3,08	0,0010	0,004	90	3,12	0,0009	0,004
91	3,15	0,0008	0,003	92	3,19	0,0007	0,003	93	3,22	0,0006	0,003
94	3,26	0,0006	0,002	95	3,29	0,0005	0,002	96	3,33	0,0004	0,002
97	3,36	0,0003	0,001	98	3,40	0,0002	0,001	99	3,43	0,0001	0,000
100	3,47	0,0000	0,000	101	3,50	-0,0001	0,000	102			

### Combinazione n° 12

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0134	-0,054	2	0,04	-0,0125	-0,050	3	0,07	-0,0116	-0,046
4	0,11	-0,0107	-0,043	5	0,14	-0,0099	-0,040	6	0,18	-0,0091	-0,036
7	0,21	-0,0083	-0,033	8	0,25	-0,0076	-0,030	9	0,28	-0,0069	-0,027
10	0,32	-0,0062	-0,025	11	0,35	-0,0055	-0,022	12	0,39	-0,0049	-0,020
13	0,42	-0,0043	-0,017	14	0,46	-0,0038	-0,015	15	0,49	-0,0032	-0,013
16	0,53	-0,0027	-0,011	17	0,56	-0,0022	-0,009	18	0,60	-0,0017	-0,007
19	0,63	-0,0013	-0,005	20	0,67	-0,0009	-0,003	21	0,70	-0,0005	-0,002
22	0,74	-0,0001	0,000	23	0,77	0,0003	0,001	24	0,81	0,0006	0,002
25	0,84	0,0009	0,004	26	0,88	0,0012	0,005	27	0,91	0,0015	0,006
28	0,95	0,0017	0,007	29	0,98	0,0020	0,008	30	1,02	0,0022	0,009
31	1,05	0,0024	0,010	32	1,09	0,0026	0,010	33	1,12	0,0028	0,011
34	1,16	0,0029	0,012	35	1,19	0,0031	0,012	36	1,23	0,0032	0,013
37	1,26	0,0033	0,013	38	1,30	0,0035	0,014	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0036	0,015	41	1,40	0,0037	0,015	42	1,44	0,0038	0,015
43	1,47	0,0038	0,015	44	1,51	0,0039	0,015	45	1,54	0,0039	0,016
46	1,58	0,0039	0,016	47	1,61	0,0040	0,016	48	1,65	0,0040	0,016
49	1,68	0,0040	0,016	50	1,72	0,0040	0,016	51	1,75	0,0040	0,016
52	1,79	0,0039	0,016	53	1,82	0,0039	0,016	54	1,86	0,0039	0,016
55	1,89	0,0039	0,015	56	1,93	0,0038	0,015	57	1,96	0,0038	0,015
58	2,00	0,0037	0,015	59	2,03	0,0037	0,015	60	2,07	0,0036	0,014
61	2,10	0,0036	0,014	62	2,14	0,0035	0,014	63	2,17	0,0034	0,014
64	2,21	0,0034	0,013	65	2,24	0,0033	0,013	66	2,28	0,0032	0,013
67	2,31	0,0032	0,013	68	2,35	0,0031	0,012	69	2,38	0,0030	0,012
70	2,42	0,0029	0,012	71	2,45	0,0028	0,011	72	2,49	0,0028	0,011
73	2,52	0,0027	0,011	74	2,56	0,0026	0,010	75	2,59	0,0025	0,010
76	2,63	0,0024	0,010	77	2,66	0,0023	0,009	78	2,70	0,0022	0,009
79	2,73	0,0022	0,009	80	2,77	0,0021	0,008	81	2,80	0,0020	0,008
82	2,84	0,0019	0,008	83	2,87	0,0018	0,007	84	2,91	0,0017	0,007
85	2,94	0,0016	0,006	86	2,98	0,0015	0,006	87	3,01	0,0014	0,006

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]
88	3,05	0,0013	0,005	89	3,08	0,0012	0,005	90	3,12	0,0011	0,005
91	3,15	0,0011	0,004	92	3,19	0,0010	0,004	93	3,22	0,0009	0,003
94	3,26	0,0008	0,003	95	3,29	0,0007	0,003	96	3,33	0,0006	0,002
97	3,36	0,0005	0,002	98	3,40	0,0004	0,002	99	3,43	0,0003	0,001
100	3,47	0,0002	0,001	101	3,50	0,0001	0,001	102			

### Combinazione n° 13

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]
1	0,00	-0,0015	-0,006	2	0,04	-0,0010	-0,004	3	0,07	-0,0005	-0,002
4	0,11	0,0000	0,000	5	0,14	0,0004	0,002	6	0,18	0,0008	0,003
7	0,21	0,0012	0,005	8	0,25	0,0015	0,006	9	0,28	0,0019	0,007
10	0,32	0,0022	0,009	11	0,35	0,0025	0,010	12	0,39	0,0027	0,011
13	0,42	0,0030	0,012	14	0,46	0,0032	0,013	15	0,49	0,0034	0,014
16	0,53	0,0036	0,014	17	0,56	0,0038	0,015	18	0,60	0,0040	0,016
19	0,63	0,0041	0,016	20	0,67	0,0042	0,017	21	0,70	0,0043	0,017
22	0,74	0,0044	0,018	23	0,77	0,0045	0,018	24	0,81	0,0046	0,018
25	0,84	0,0047	0,019	26	0,88	0,0047	0,019	27	0,91	0,0048	0,019
28	0,95	0,0048	0,019	29	0,98	0,0048	0,019	30	1,02	0,0048	0,019
31	1,05	0,0048	0,019	32	1,09	0,0048	0,019	33	1,12	0,0048	0,019
34	1,16	0,0048	0,019	35	1,19	0,0048	0,019	36	1,23	0,0047	0,019
37	1,26	0,0047	0,019	38	1,30	0,0047	0,019	39	1,33	0,0046	0,018
40	1,37	0,0046	0,018	41	1,40	0,0045	0,018	42	1,44	0,0044	0,018
43	1,47	0,0044	0,017	44	1,51	0,0043	0,017	45	1,54	0,0042	0,017
46	1,58	0,0041	0,017	47	1,61	0,0041	0,016	48	1,65	0,0040	0,016
49	1,68	0,0039	0,016	50	1,72	0,0038	0,015	51	1,75	0,0037	0,015
52	1,79	0,0036	0,014	53	1,82	0,0035	0,014	54	1,86	0,0034	0,014
55	1,89	0,0033	0,013	56	1,93	0,0032	0,013	57	1,96	0,0031	0,013
58	2,00	0,0030	0,012	59	2,03	0,0029	0,012	60	2,07	0,0028	0,011
61	2,10	0,0027	0,011	62	2,14	0,0026	0,011	63	2,17	0,0025	0,010
64	2,21	0,0024	0,010	65	2,24	0,0023	0,009	66	2,28	0,0022	0,009
67	2,31	0,0021	0,009	68	2,35	0,0020	0,008	69	2,38	0,0019	0,008
70	2,42	0,0018	0,007	71	2,45	0,0017	0,007	72	2,49	0,0016	0,007
73	2,52	0,0015	0,006	74	2,56	0,0014	0,006	75	2,59	0,0014	0,005
76	2,63	0,0013	0,005	77	2,66	0,0012	0,005	78	2,70	0,0011	0,004
79	2,73	0,0010	0,004	80	2,77	0,0009	0,003	81	2,80	0,0008	0,003
82	2,84	0,0007	0,003	83	2,87	0,0006	0,002	84	2,91	0,0005	0,002
85	2,94	0,0004	0,002	86	2,98	0,0003	0,001	87	3,01	0,0002	0,001
88	3,05	0,0001	0,000	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	-0,0001	0,000
91	3,15	-0,0002	-0,001	92	3,19	-0,0003	-0,001	93	3,22	-0,0004	-0,001
94	3,26	-0,0005	-0,002	95	3,29	-0,0006	-0,002	96	3,33	-0,0006	-0,003
97	3,36	-0,0007	-0,003	98	3,40	-0,0008	-0,003	99	3,43	-0,0009	-0,004
100	3,47	-0,0010	-0,004	101	3,50	-0,0011	-0,004	102			

### Combinazione n° 14

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]
1	0,00	-0,0124	-0,050	2	0,04	-0,0115	-0,046	3	0,07	-0,0106	-0,042
4	0,11	-0,0098	-0,039	5	0,14	-0,0090	-0,036	6	0,18	-0,0082	-0,033
7	0,21	-0,0075	-0,030	8	0,25	-0,0068	-0,027	9	0,28	-0,0061	-0,024
10	0,32	-0,0054	-0,022	11	0,35	-0,0048	-0,019	12	0,39	-0,0042	-0,017
13	0,42	-0,0036	-0,015	14	0,46	-0,0031	-0,012	15	0,49	-0,0026	-0,010
16	0,53	-0,0021	-0,008	17	0,56	-0,0016	-0,006	18	0,60	-0,0012	-0,005
19	0,63	-0,0007	-0,003	20	0,67	-0,0004	-0,001	21	0,70	0,0000	0,000
22	0,74	0,0004	0,002	23	0,77	0,0007	0,003	24	0,81	0,0010	0,004
25	0,84	0,0013	0,005	26	0,88	0,0016	0,006	27	0,91	0,0019	0,007
28	0,95	0,0021	0,008	29	0,98	0,0023	0,009	30	1,02	0,0025	0,010
31	1,05	0,0027	0,011	32	1,09	0,0029	0,012	33	1,12	0,0030	0,012
34	1,16	0,0032	0,013	35	1,19	0,0033	0,013	36	1,23	0,0034	0,014
37	1,26	0,0036	0,014	38	1,30	0,0036	0,015	39	1,33	0,0037	0,015
40	1,37	0,0038	0,015	41	1,40	0,0039	0,015	42	1,44	0,0039	0,016
43	1,47	0,0040	0,016	44	1,51	0,0040	0,016	45	1,54	0,0040	0,016
46	1,58	0,0040	0,016	47	1,61	0,0040	0,016	48	1,65	0,0040	0,016
49	1,68	0,0040	0,016	50	1,72	0,0040	0,016	51	1,75	0,0040	0,016
52	1,79	0,0040	0,016	53	1,82	0,0040	0,016	54	1,86	0,0039	0,016
55	1,89	0,0039	0,016	56	1,93	0,0038	0,015	57	1,96	0,0038	0,015
58	2,00	0,0037	0,015	59	2,03	0,0037	0,015	60	2,07	0,0036	0,014
61	2,10	0,0036	0,014	62	2,14	0,0035	0,014	63	2,17	0,0034	0,014
64	2,21	0,0033	0,013	65	2,24	0,0033	0,013	66	2,28	0,0032	0,013
67	2,31	0,0031	0,012	68	2,35	0,0030	0,012	69	2,38	0,0030	0,012
70	2,42	0,0029	0,011	71	2,45	0,0028	0,011	72	2,49	0,0027	0,011
73	2,52	0,0026	0,010	74	2,56	0,0025	0,010	75	2,59	0,0024	0,010
76	2,63	0,0023	0,009	77	2,66	0,0023	0,009	78	2,70	0,0022	0,009
79	2,73	0,0021	0,008	80	2,77	0,0020	0,008	81	2,80	0,0019	0,008
82	2,84	0,0018	0,007	83	2,87	0,0017	0,007	84	2,91	0,0016	0,006
85	2,94	0,0015	0,006	86	2,98	0,0014	0,006	87	3,01	0,0013	0,005
88	3,05	0,0012	0,005	89	3,08	0,0011	0,005	90	3,12	0,0010	0,004
91	3,15	0,0009	0,004	92	3,19	0,0009	0,003	93	3,22	0,0008	0,003
94	3,26	0,0007	0,003	95	3,29	0,0006	0,002	96	3,33	0,0005	0,002
97	3,36	0,0004	0,002	98	3,40	0,0003	0,001	99	3,43	0,0002	0,001
100	3,47	0,0001	0,000	101	3,50	0,0000	0,000	102			

### Combinazione n° 15

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]		[m]	[cm]	[kg/cm²]
1	0,00	-0,0227	-0,060	2	0,04	-0,0214	-0,081	3	0,07	-0,0201	-0,080
4	0,11	-0,0188	-0,075	5	0,14	-0,0176	-0,070	6	0,18	-0,0164	-0,066



n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
7	0,21	-0,0153	-0,061	8	0,25	-0,0142	-0,057	9	0,28	-0,0131	-0,052
10	0,32	-0,0121	-0,048	11	0,35	-0,0111	-0,044	12	0,39	-0,0101	-0,041
13	0,42	-0,0092	-0,037	14	0,46	-0,0084	-0,033	15	0,49	-0,0075	-0,030
16	0,53	-0,0067	-0,027	17	0,56	-0,0060	-0,024	18	0,60	-0,0052	-0,021
19	0,63	-0,0045	-0,018	20	0,67	-0,0038	-0,015	21	0,70	-0,0032	-0,013
22	0,74	-0,0026	-0,010	23	0,77	-0,0020	-0,008	24	0,81	-0,0015	-0,006
25	0,84	-0,0010	-0,004	26	0,88	-0,0005	-0,002	27	0,91	0,0000	0,000
28	0,95	0,0004	0,002	29	0,98	0,0008	0,003	30	1,02	0,0012	0,005
31	1,05	0,0016	0,006	32	1,09	0,0019	0,008	33	1,12	0,0022	0,009
34	1,16	0,0025	0,010	35	1,19	0,0028	0,011	36	1,23	0,0031	0,012
37	1,26	0,0033	0,013	38	1,30	0,0035	0,014	39	1,33	0,0037	0,015
40	1,37	0,0039	0,016	41	1,40	0,0041	0,016	42	1,44	0,0042	0,017
43	1,47	0,0043	0,017	44	1,51	0,0045	0,018	45	1,54	0,0046	0,018
46	1,58	0,0047	0,019	47	1,61	0,0047	0,019	48	1,65	0,0048	0,019
49	1,68	0,0049	0,019	50	1,72	0,0049	0,020	51	1,75	0,0049	0,020
52	1,79	0,0049	0,020	53	1,82	0,0050	0,020	54	1,86	0,0050	0,020
55	1,89	0,0050	0,020	56	1,93	0,0049	0,020	57	1,96	0,0049	0,020
58	2,00	0,0049	0,020	59	2,03	0,0049	0,019	60	2,07	0,0048	0,019
61	2,10	0,0048	0,019	62	2,14	0,0047	0,019	63	2,17	0,0047	0,019
64	2,21	0,0046	0,018	65	2,24	0,0045	0,018	66	2,28	0,0045	0,018
67	2,31	0,0044	0,018	68	2,35	0,0043	0,017	69	2,38	0,0042	0,017
70	2,42	0,0041	0,017	71	2,45	0,0040	0,016	72	2,49	0,0040	0,016
73	2,52	0,0039	0,015	74	2,56	0,0038	0,015	75	2,59	0,0037	0,015
76	2,63	0,0036	0,014	77	2,66	0,0035	0,014	78	2,70	0,0034	0,013
79	2,73	0,0033	0,013	80	2,77	0,0032	0,013	81	2,80	0,0031	0,012
82	2,84	0,0029	0,012	83	2,87	0,0028	0,011	84	2,91	0,0027	0,011
85	2,94	0,0026	0,010	86	2,98	0,0025	0,010	87	3,01	0,0024	0,010
88	3,05	0,0023	0,009	89	3,08	0,0022	0,009	90	3,12	0,0021	0,008
91	3,15	0,0020	0,008	92	3,19	0,0018	0,007	93	3,22	0,0017	0,007
94	3,26	0,0016	0,006	95	3,29	0,0015	0,006	96	3,33	0,0014	0,006
97	3,36	0,0013	0,005	98	3,40	0,0012	0,005	99	3,43	0,0011	0,004
100	3,47	0,0010	0,004	101	3,50	0,0008	0,003	102			

Combinazione n° 16

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0157	-0,060	2	0,04	-0,0147	-0,059	3	0,07	-0,0137	-0,055
4	0,11	-0,0128	-0,051	5	0,14	-0,0118	-0,047	6	0,18	-0,0109	-0,044
7	0,21	-0,0101	-0,040	8	0,25	-0,0093	-0,037	9	0,28	-0,0085	-0,034
10	0,32	-0,0077	-0,031	11	0,35	-0,0070	-0,028	12	0,39	-0,0063	-0,025
13	0,42	-0,0056	-0,023	14	0,46	-0,0050	-0,020	15	0,49	-0,0044	-0,017
16	0,53	-0,0038	-0,015	17	0,56	-0,0032	-0,013	18	0,60	-0,0027	-0,011
19	0,63	-0,0022	-0,009	20	0,67	-0,0017	-0,007	21	0,70	-0,0013	-0,005
22	0,74	-0,0008	-0,003	23	0,77	-0,0004	-0,002	24	0,81	0,0000	0,000
25	0,84	0,0003	0,001	26	0,88	0,0007	0,003	27	0,91	0,0010	0,004
28	0,95	0,0013	0,005	29	0,98	0,0016	0,006	30	1,02	0,0019	0,007
31	1,05	0,0021	0,008	32	1,09	0,0023	0,009	33	1,12	0,0025	0,010
34	1,16	0,0027	0,011	35	1,19	0,0029	0,012	36	1,23	0,0031	0,012
37	1,26	0,0032	0,013	38	1,30	0,0034	0,013	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0036	0,014	41	1,40	0,0037	0,015	42	1,44	0,0038	0,015
43	1,47	0,0039	0,015	44	1,51	0,0039	0,016	45	1,54	0,0040	0,016
46	1,58	0,0040	0,016	47	1,61	0,0041	0,016	48	1,65	0,0041	0,016
49	1,68	0,0041	0,016	50	1,72	0,0041	0,016	51	1,75	0,0041	0,016
52	1,79	0,0041	0,016	53	1,82	0,0041	0,016	54	1,86	0,0041	0,016
55	1,89	0,0041	0,016	56	1,93	0,0040	0,016	57	1,96	0,0040	0,016
58	2,00	0,0040	0,016	59	2,03	0,0039	0,016	60	2,07	0,0039	0,015
61	2,10	0,0038	0,015	62	2,14	0,0038	0,015	63	2,17	0,0037	0,015
64	2,21	0,0036	0,015	65	2,24	0,0036	0,014	66	2,28	0,0035	0,014
67	2,31	0,0034	0,014	68	2,35	0,0033	0,013	69	2,38	0,0033	0,013
70	2,42	0,0032	0,013	71	2,45	0,0031	0,012	72	2,49	0,0030	0,012
73	2,52	0,0029	0,012	74	2,56	0,0029	0,011	75	2,59	0,0028	0,011
76	2,63	0,0027	0,011	77	2,66	0,0026	0,010	78	2,70	0,0025	0,010
79	2,73	0,0024	0,010	80	2,77	0,0023	0,009	81	2,80	0,0022	0,009
82	2,84	0,0021	0,009	83	2,87	0,0020	0,008	84	2,91	0,0019	0,008
85	2,94	0,0019	0,007	86	2,98	0,0018	0,007	87	3,01	0,0017	0,007
88	3,05	0,0016	0,006	89	3,08	0,0015	0,006	90	3,12	0,0014	0,006
91	3,15	0,0013	0,005	92	3,19	0,0012	0,005	93	3,22	0,0011	0,004
94	3,26	0,0010	0,004	95	3,29	0,0009	0,004	96	3,33	0,0008	0,003
97	3,36	0,0007	0,003	98	3,40	0,0006	0,002	99	3,43	0,0005	0,002
100	3,47	0,0004	0,002	101	3,50	0,0003	0,001	102			

Combinazione n° 17

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0153	-0,060	2	0,04	-0,0142	-0,057	3	0,07	-0,0132	-0,053
4	0,11	-0,0122	-0,049	5	0,14	-0,0112	-0,045	6	0,18	-0,0103	-0,041
7	0,21	-0,0094	-0,038	8	0,25	-0,0085	-0,034	9	0,28	-0,0077	-0,031
10	0,32	-0,0069	-0,028	11	0,35	-0,0062	-0,025	12	0,39	-0,0054	-0,022
13	0,42	-0,0048	-0,019	14	0,46	-0,0041	-0,016	15	0,49	-0,0035	-0,014
16	0,53	-0,0029	-0,011	17	0,56	-0,0023	-0,009	18	0,60	-0,0017	-0,007
19	0,63	-0,0012	-0,005	20	0,67	-0,0007	-0,003	21	0,70	-0,0003	-0,001
22	0,74	0,0002	0,001	23	0,77	0,0006	0,002	24	0,81	0,0009	0,004
25	0,84	0,0013	0,005	26	0,88	0,0016	0,007	27	0,91	0,0020	0,008
28	0,95	0,0023	0,009	29	0,98	0,0025	0,010	30	1,02	0,0028	0,011
31	1,05	0,0030	0,012	32	1,09	0,0032	0,013	33	1,12	0,0034	0,014
34	1,16	0,0036	0,015	35	1,19	0,0038	0,015	36	1,23	0,0040	0,016
37	1,26	0,0041	0,016	38	1,30	0,0042	0,017	39	1,33	0,0043	0,017
40	1,37	0,0044	0,018	41	1,40	0,0045	0,018	42	1,44	0,0046	0,018
43	1,47	0,0046	0,018	44	1,51	0,0047	0,019	45	1,54	0,0047	0,019
46	1,58	0,0047	0,019	47	1,61	0,0047	0,019	48	1,65	0,0048	0,019

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]
49	1,68	0,0048	0,019	50	1,72	0,0047	0,019	51	1,75	0,0047	0,019
52	1,79	0,0047	0,019	53	1,82	0,0047	0,019	54	1,86	0,0046	0,019
55	1,89	0,0046	0,018	56	1,93	0,0045	0,018	57	1,96	0,0045	0,018
58	2,00	0,0044	0,018	59	2,03	0,0044	0,017	60	2,07	0,0043	0,017
61	2,10	0,0042	0,017	62	2,14	0,0042	0,017	63	2,17	0,0041	0,016
64	2,21	0,0040	0,016	65	2,24	0,0039	0,016	66	2,28	0,0038	0,015
67	2,31	0,0037	0,015	68	2,35	0,0036	0,015	69	2,38	0,0035	0,014
70	2,42	0,0034	0,014	71	2,45	0,0033	0,013	72	2,49	0,0032	0,013
73	2,52	0,0031	0,013	74	2,56	0,0030	0,012	75	2,59	0,0029	0,012
76	2,63	0,0028	0,011	77	2,66	0,0027	0,011	78	2,70	0,0026	0,010
79	2,73	0,0025	0,010	80	2,77	0,0024	0,010	81	2,80	0,0023	0,009
82	2,84	0,0022	0,009	83	2,87	0,0021	0,008	84	2,91	0,0020	0,008
85	2,94	0,0019	0,007	86	2,98	0,0017	0,007	87	3,01	0,0016	0,007
88	3,05	0,0015	0,006	89	3,08	0,0014	0,006	90	3,12	0,0013	0,005
91	3,15	0,0012	0,005	92	3,19	0,0011	0,004	93	3,22	0,0010	0,004
94	3,26	0,0009	0,003	95	3,29	0,0007	0,003	96	3,33	0,0006	0,003
97	3,36	0,0005	0,002	98	3,40	0,0004	0,002	99	3,43	0,0003	0,001
100	3,47	0,0002	0,001	101	3,50	0,0001	0,000	102			

Combinazione n° 18

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]
1	0,00	0,0006	0,003	2	0,04	0,0010	0,004	3	0,07	0,0014	0,006
4	0,11	0,0017	0,007	5	0,14	0,0020	0,008	6	0,18	0,0023	0,009
7	0,21	0,0026	0,010	8	0,25	0,0028	0,011	9	0,28	0,0031	0,012
10	0,32	0,0033	0,013	11	0,35	0,0035	0,014	12	0,39	0,0037	0,015
13	0,42	0,0038	0,015	14	0,46	0,0040	0,016	15	0,49	0,0041	0,016
16	0,53	0,0042	0,017	17	0,56	0,0043	0,017	18	0,60	0,0044	0,018
19	0,63	0,0045	0,018	20	0,67	0,0046	0,018	21	0,70	0,0046	0,019
22	0,74	0,0047	0,019	23	0,77	0,0047	0,019	24	0,81	0,0047	0,019
25	0,84	0,0047	0,019	26	0,88	0,0048	0,019	27	0,91	0,0048	0,019
28	0,95	0,0047	0,019	29	0,98	0,0047	0,019	30	1,02	0,0047	0,019
31	1,05	0,0047	0,019	32	1,09	0,0046	0,019	33	1,12	0,0046	0,018
34	1,16	0,0046	0,018	35	1,19	0,0045	0,018	36	1,23	0,0044	0,018
37	1,26	0,0044	0,018	38	1,30	0,0043	0,017	39	1,33	0,0042	0,017
40	1,37	0,0042	0,017	41	1,40	0,0041	0,016	42	1,44	0,0040	0,016
43	1,47	0,0039	0,016	44	1,51	0,0039	0,015	45	1,54	0,0038	0,015
46	1,58	0,0037	0,015	47	1,61	0,0036	0,014	48	1,65	0,0035	0,014
49	1,68	0,0034	0,014	50	1,72	0,0033	0,013	51	1,75	0,0032	0,013
52	1,79	0,0031	0,013	53	1,82	0,0031	0,012	54	1,86	0,0030	0,012
55	1,89	0,0029	0,011	56	1,93	0,0028	0,011	57	1,96	0,0027	0,011
58	2,00	0,0026	0,010	59	2,03	0,0025	0,010	60	2,07	0,0024	0,010
61	2,10	0,0023	0,009	62	2,14	0,0022	0,009	63	2,17	0,0021	0,008
64	2,21	0,0020	0,008	65	2,24	0,0019	0,008	66	2,28	0,0018	0,007
67	2,31	0,0017	0,007	68	2,35	0,0016	0,007	69	2,38	0,0015	0,006
70	2,42	0,0015	0,006	71	2,45	0,0014	0,005	72	2,49	0,0013	0,005
73	2,52	0,0012	0,005	74	2,56	0,0011	0,004	75	2,59	0,0010	0,004
76	2,63	0,0009	0,004	77	2,66	0,0008	0,003	78	2,70	0,0007	0,003
79	2,73	0,0007	0,003	80	2,77	0,0006	0,002	81	2,80	0,0005	0,002
82	2,84	0,0004	0,002	83	2,87	0,0003	0,001	84	2,91	0,0002	0,001
85	2,94	0,0001	0,001	86	2,98	0,0001	0,000	87	3,01	0,0000	0,000
88	3,05	-0,0001	0,000	89	3,08	-0,0002	-0,001	90	3,12	-0,0003	-0,001
91	3,15	-0,0004	-0,001	92	3,19	-0,0004	-0,002	93	3,22	-0,0005	-0,002
94	3,26	-0,0006	-0,002	95	3,29	-0,0007	-0,003	96	3,33	-0,0008	-0,003
97	3,36	-0,0009	-0,003	98	3,40	-0,0009	-0,004	99	3,43	-0,0010	-0,004
100	3,47	-0,0011	-0,004	101	3,50	-0,0012	-0,005	102			

Combinazione n° 19

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cm <sup>q</sup> ]
1	0,00	-0,0111	-0,044	2	0,04	-0,0102	-0,041	3	0,07	-0,0094	-0,038
4	0,11	-0,0087	-0,035	5	0,14	-0,0079	-0,032	6	0,18	-0,0072	-0,029
7	0,21	-0,0066	-0,026	8	0,25	-0,0059	-0,024	9	0,28	-0,0053	-0,021
10	0,32	-0,0047	-0,019	11	0,35	-0,0041	-0,016	12	0,39	-0,0036	-0,014
13	0,42	-0,0030	-0,012	14	0,46	-0,0025	-0,010	15	0,49	-0,0021	-0,008
16	0,53	-0,0016	-0,006	17	0,56	-0,0012	-0,005	18	0,60	-0,0008	-0,003
19	0,63	-0,0004	-0,002	20	0,67	0,0000	0,000	21	0,70	0,0003	0,001
22	0,74	0,0006	0,002	23	0,77	0,0009	0,004	24	0,81	0,0012	0,005
25	0,84	0,0015	0,006	26	0,88	0,0017	0,007	27	0,91	0,0019	0,008
28	0,95	0,0022	0,009	29	0,98	0,0024	0,009	30	1,02	0,0025	0,010
31	1,05	0,0027	0,011	32	1,09	0,0029	0,011	33	1,12	0,0030	0,012
34	1,16	0,0031	0,013	35	1,19	0,0032	0,013	36	1,23	0,0034	0,013
37	1,26	0,0034	0,014	38	1,30	0,0035	0,014	39	1,33	0,0036	0,014
40	1,37	0,0037	0,015	41	1,40	0,0037	0,015	42	1,44	0,0037	0,015
43	1,47	0,0038	0,015	44	1,51	0,0038	0,015	45	1,54	0,0038	0,015
46	1,58	0,0038	0,015	47	1,61	0,0038	0,015	48	1,65	0,0038	0,015
49	1,68	0,0038	0,015	50	1,72	0,0038	0,015	51	1,75	0,0038	0,015
52	1,79	0,0038	0,015	53	1,82	0,0037	0,015	54	1,86	0,0037	0,015
55	1,89	0,0036	0,015	56	1,93	0,0036	0,014	57	1,96	0,0036	0,014
58	2,00	0,0035	0,014	59	2,03	0,0034	0,014	60	2,07	0,0034	0,014
61	2,10	0,0033	0,013	62	2,14	0,0033	0,013	63	2,17	0,0032	0,013
64	2,21	0,0031	0,012	65	2,24	0,0030	0,012	66	2,28	0,0030	0,012
67	2,31	0,0029	0,012	68	2,35	0,0028	0,011	69	2,38	0,0027	0,011
70	2,42	0,0027	0,011	71	2,45	0,0026	0,010	72	2,49	0,0025	0,010
73	2,52	0,0024	0,010	74	2,56	0,0023	0,009	75	2,59	0,0022	0,009
76	2,63	0,0022	0,009	77	2,66	0,0021	0,008	78	2,70	0,0020	0,008
79	2,73	0,0019	0,008	80	2,77	0,0018	0,007	81	2,80	0,0017	0,007
82	2,84	0,0016	0,007	83	2,87	0,0015	0,006	84	2,91	0,0015	0,006
85	2,94	0,0014	0,005	86	2,98	0,0013	0,005	87	3,01	0,0012	0,005
88	3,05	0,0011	0,004	89	3,08	0,0010	0,004	90	3,12	0,0009	0,004

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
91	3,15	0,0008	0,003	92	3,19	0,0007	0,003	93	3,22	0,0006	0,003
94	3,26	0,0006	0,002	95	3,29	0,0005	0,002	96	3,33	0,0004	0,002
97	3,36	0,0003	0,001	98	3,40	0,0002	0,001	99	3,43	0,0001	0,000
100	3,47	0,0000	0,000	101	3,50	-0,0001	0,000	102			

### Combinazione n° 20

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	-0,0015	-0,006	2	0,04	-0,0010	-0,004	3	0,07	-0,0005	-0,002
4	0,11	0,0000	0,000	5	0,14	0,0004	0,002	6	0,18	0,0008	0,003
7	0,21	0,0012	0,005	8	0,25	0,0015	0,006	9	0,28	0,0019	0,007
10	0,32	0,0022	0,009	11	0,35	0,0025	0,010	12	0,39	0,0027	0,011
13	0,42	0,0030	0,012	14	0,46	0,0032	0,013	15	0,49	0,0034	0,014
16	0,53	0,0036	0,014	17	0,56	0,0038	0,015	18	0,60	0,0040	0,016
19	0,63	0,0041	0,016	20	0,67	0,0042	0,017	21	0,70	0,0043	0,017
22	0,74	0,0044	0,018	23	0,77	0,0045	0,018	24	0,81	0,0046	0,018
25	0,84	0,0047	0,019	26	0,88	0,0047	0,019	27	0,91	0,0048	0,019
28	0,95	0,0048	0,019	29	0,98	0,0048	0,019	30	1,02	0,0048	0,019
31	1,05	0,0048	0,019	32	1,09	0,0048	0,019	33	1,12	0,0048	0,019
34	1,16	0,0048	0,019	35	1,19	0,0048	0,019	36	1,23	0,0047	0,019
37	1,26	0,0047	0,019	38	1,30	0,0047	0,019	39	1,33	0,0046	0,018
40	1,37	0,0046	0,018	41	1,40	0,0045	0,018	42	1,44	0,0044	0,018
43	1,47	0,0044	0,017	44	1,51	0,0043	0,017	45	1,54	0,0042	0,017
46	1,58	0,0041	0,017	47	1,61	0,0041	0,016	48	1,65	0,0040	0,016
49	1,68	0,0039	0,016	50	1,72	0,0038	0,015	51	1,75	0,0037	0,015
52	1,79	0,0036	0,014	53	1,82	0,0035	0,014	54	1,86	0,0034	0,014
55	1,89	0,0033	0,013	56	1,93	0,0032	0,013	57	1,96	0,0031	0,013
58	2,00	0,0030	0,012	59	2,03	0,0029	0,012	60	2,07	0,0028	0,011
61	2,10	0,0027	0,011	62	2,14	0,0026	0,011	63	2,17	0,0025	0,010
64	2,21	0,0024	0,010	65	2,24	0,0023	0,009	66	2,28	0,0022	0,009
67	2,31	0,0021	0,009	68	2,35	0,0020	0,008	69	2,38	0,0019	0,008
70	2,42	0,0018	0,007	71	2,45	0,0017	0,007	72	2,49	0,0016	0,007
73	2,52	0,0015	0,006	74	2,56	0,0014	0,006	75	2,59	0,0014	0,005
76	2,63	0,0013	0,005	77	2,66	0,0012	0,005	78	2,70	0,0011	0,004
79	2,73	0,0010	0,004	80	2,77	0,0009	0,003	81	2,80	0,0008	0,003
82	2,84	0,0007	0,003	83	2,87	0,0006	0,002	84	2,91	0,0005	0,002
85	2,94	0,0004	0,002	86	2,98	0,0003	0,001	87	3,01	0,0002	0,001
88	3,05	0,0001	0,000	89	3,08	0,0000	0,000	90	3,12	-0,0001	0,000
91	3,15	-0,0002	-0,001	92	3,19	-0,0003	-0,001	93	3,22	-0,0004	-0,001
94	3,26	-0,0005	-0,002	95	3,29	-0,0006	-0,002	96	3,33	-0,0006	-0,003
97	3,36	-0,0007	-0,003	98	3,40	-0,0008	-0,003	99	3,43	-0,0009	-0,004
100	3,47	-0,0010	-0,004	101	3,50	-0,0011	-0,004	102			

### Combinazione n° 21

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	-0,0227	-0,060	2	0,04	-0,0214	-0,081	3	0,07	-0,0201	-0,080
4	0,11	-0,0188	-0,075	5	0,14	-0,0176	-0,070	6	0,18	-0,0164	-0,066
7	0,21	-0,0153	-0,061	8	0,25	-0,0142	-0,057	9	0,28	-0,0131	-0,052
10	0,32	-0,0121	-0,048	11	0,35	-0,0111	-0,044	12	0,39	-0,0101	-0,041
13	0,42	-0,0092	-0,037	14	0,46	-0,0084	-0,033	15	0,49	-0,0075	-0,030
16	0,53	-0,0067	-0,027	17	0,56	-0,0060	-0,024	18	0,60	-0,0052	-0,021
19	0,63	-0,0045	-0,018	20	0,67	-0,0038	-0,015	21	0,70	-0,0032	-0,013
22	0,74	-0,0026	-0,010	23	0,77	-0,0020	-0,008	24	0,81	-0,0015	-0,006
25	0,84	-0,0010	-0,004	26	0,88	-0,0005	-0,002	27	0,91	0,0000	0,000
28	0,95	0,0004	0,002	29	0,98	0,0008	0,003	30	1,02	0,0012	0,005
31	1,05	0,0016	0,006	32	1,09	0,0019	0,008	33	1,12	0,0022	0,009
34	1,16	0,0025	0,010	35	1,19	0,0028	0,011	36	1,23	0,0031	0,012
37	1,26	0,0033	0,013	38	1,30	0,0035	0,014	39	1,33	0,0037	0,015
40	1,37	0,0039	0,016	41	1,40	0,0041	0,016	42	1,44	0,0042	0,017
43	1,47	0,0043	0,017	44	1,51	0,0045	0,018	45	1,54	0,0046	0,018
46	1,58	0,0047	0,019	47	1,61	0,0047	0,019	48	1,65	0,0048	0,019
49	1,68	0,0049	0,019	50	1,72	0,0049	0,020	51	1,75	0,0049	0,020
52	1,79	0,0049	0,020	53	1,82	0,0050	0,020	54	1,86	0,0050	0,020
55	1,89	0,0050	0,020	56	1,93	0,0049	0,020	57	1,96	0,0049	0,020
58	2,00	0,0049	0,020	59	2,03	0,0049	0,019	60	2,07	0,0048	0,019
61	2,10	0,0048	0,019	62	2,14	0,0047	0,019	63	2,17	0,0047	0,019
64	2,21	0,0046	0,018	65	2,24	0,0045	0,018	66	2,28	0,0045	0,018
67	2,31	0,0044	0,018	68	2,35	0,0043	0,017	69	2,38	0,0042	0,017
70	2,42	0,0041	0,017	71	2,45	0,0040	0,016	72	2,49	0,0040	0,016
73	2,52	0,0039	0,015	74	2,56	0,0038	0,015	75	2,59	0,0037	0,015
76	2,63	0,0036	0,014	77	2,66	0,0035	0,014	78	2,70	0,0034	0,013
79	2,73	0,0033	0,013	80	2,77	0,0032	0,013	81	2,80	0,0031	0,012
82	2,84	0,0029	0,012	83	2,87	0,0028	0,011	84	2,91	0,0027	0,011
85	2,94	0,0026	0,010	86	2,98	0,0025	0,010	87	3,01	0,0024	0,010
88	3,05	0,0023	0,009	89	3,08	0,0022	0,009	90	3,12	0,0021	0,008
91	3,15	0,0020	0,008	92	3,19	0,0018	0,007	93	3,22	0,0017	0,007
94	3,26	0,0016	0,006	95	3,29	0,0015	0,006	96	3,33	0,0014	0,006
97	3,36	0,0013	0,005	98	3,40	0,0012	0,005	99	3,43	0,0011	0,004
100	3,47	0,0010	0,004	101	3,50	0,0008	0,003	102			

### Combinazione n° 22

n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe	n°	Y	Ue	Pe
	[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]		[m]	[cm]	[kg/cmq]
1	0,00	-0,0157	-0,060	2	0,04	-0,0147	-0,059	3	0,07	-0,0137	-0,055
4	0,11	-0,0128	-0,051	5	0,14	-0,0118	-0,047	6	0,18	-0,0109	-0,044
7	0,21	-0,0101	-0,040	8	0,25	-0,0093	-0,037	9	0,28	-0,0085	-0,034

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
10	0,32	-0,0077	-0,031	11	0,35	-0,0070	-0,028	12	0,39	-0,0063	-0,025
13	0,42	-0,0056	-0,023	14	0,46	-0,0050	-0,020	15	0,49	-0,0044	-0,017
16	0,53	-0,0038	-0,015	17	0,56	-0,0032	-0,013	18	0,60	-0,0027	-0,011
19	0,63	-0,0022	-0,009	20	0,67	-0,0017	-0,007	21	0,70	-0,0013	-0,005
22	0,74	-0,0008	-0,003	23	0,77	-0,0004	-0,002	24	0,81	0,0000	0,000
25	0,84	0,0003	0,001	26	0,88	0,0007	0,003	27	0,91	0,0010	0,004
28	0,95	0,0013	0,005	29	0,98	0,0016	0,006	30	1,02	0,0019	0,007
31	1,05	0,0021	0,008	32	1,09	0,0023	0,009	33	1,12	0,0025	0,010
34	1,16	0,0027	0,011	35	1,19	0,0029	0,012	36	1,23	0,0031	0,012
37	1,26	0,0032	0,013	38	1,30	0,0034	0,013	39	1,33	0,0035	0,014
40	1,37	0,0036	0,014	41	1,40	0,0037	0,015	42	1,44	0,0038	0,015
43	1,47	0,0039	0,015	44	1,51	0,0039	0,016	45	1,54	0,0040	0,016
46	1,58	0,0040	0,016	47	1,61	0,0041	0,016	48	1,65	0,0041	0,016
49	1,68	0,0041	0,016	50	1,72	0,0041	0,016	51	1,75	0,0041	0,016
52	1,79	0,0041	0,016	53	1,82	0,0041	0,016	54	1,86	0,0041	0,016
55	1,89	0,0041	0,016	56	1,93	0,0040	0,016	57	1,96	0,0040	0,016
58	2,00	0,0040	0,016	59	2,03	0,0039	0,016	60	2,07	0,0039	0,015
61	2,10	0,0038	0,015	62	2,14	0,0038	0,015	63	2,17	0,0037	0,015
64	2,21	0,0036	0,015	65	2,24	0,0036	0,014	66	2,28	0,0035	0,014
67	2,31	0,0034	0,014	68	2,35	0,0033	0,013	69	2,38	0,0033	0,013
70	2,42	0,0032	0,013	71	2,45	0,0031	0,012	72	2,49	0,0030	0,012
73	2,52	0,0029	0,012	74	2,56	0,0029	0,011	75	2,59	0,0028	0,011
76	2,63	0,0027	0,011	77	2,66	0,0026	0,010	78	2,70	0,0025	0,010
79	2,73	0,0024	0,010	80	2,77	0,0023	0,009	81	2,80	0,0022	0,009
82	2,84	0,0021	0,009	83	2,87	0,0020	0,008	84	2,91	0,0019	0,008
85	2,94	0,0019	0,007	86	2,98	0,0018	0,007	87	3,01	0,0017	0,007
88	3,05	0,0016	0,006	89	3,08	0,0015	0,006	90	3,12	0,0014	0,006
91	3,15	0,0013	0,005	92	3,19	0,0012	0,005	93	3,22	0,0011	0,004
94	3,26	0,0010	0,004	95	3,29	0,0009	0,004	96	3,33	0,0008	0,003
97	3,36	0,0007	0,003	98	3,40	0,0006	0,002	99	3,43	0,0005	0,002
100	3,47	0,0004	0,002	101	3,50	0,0003	0,001	102			

### Combinazione n° 23

n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ue [cm]	Pe [kg/cmq]
1	0,00	-0,0153	-0,060	2	0,04	-0,0142	-0,057	3	0,07	-0,0132	-0,053
4	0,11	-0,0122	-0,049	5	0,14	-0,0112	-0,045	6	0,18	-0,0103	-0,041
7	0,21	-0,0094	-0,038	8	0,25	-0,0085	-0,034	9	0,28	-0,0077	-0,031
10	0,32	-0,0069	-0,028	11	0,35	-0,0062	-0,025	12	0,39	-0,0054	-0,022
13	0,42	-0,0048	-0,019	14	0,46	-0,0041	-0,016	15	0,49	-0,0035	-0,014
16	0,53	-0,0029	-0,011	17	0,56	-0,0023	-0,009	18	0,60	-0,0017	-0,007
19	0,63	-0,0012	-0,005	20	0,67	-0,0007	-0,003	21	0,70	-0,0003	-0,001
22	0,74	0,0002	0,001	23	0,77	0,0006	0,002	24	0,81	0,0009	0,004
25	0,84	0,0013	0,005	26	0,88	0,0016	0,007	27	0,91	0,0020	0,008
28	0,95	0,0023	0,009	29	0,98	0,0025	0,010	30	1,02	0,0028	0,011
31	1,05	0,0030	0,012	32	1,09	0,0032	0,013	33	1,12	0,0034	0,014
34	1,16	0,0036	0,015	35	1,19	0,0038	0,015	36	1,23	0,0040	0,016
37	1,26	0,0041	0,016	38	1,30	0,0042	0,017	39	1,33	0,0043	0,017
40	1,37	0,0044	0,018	41	1,40	0,0045	0,018	42	1,44	0,0046	0,018
43	1,47	0,0046	0,018	44	1,51	0,0047	0,019	45	1,54	0,0047	0,019
46	1,58	0,0047	0,019	47	1,61	0,0047	0,019	48	1,65	0,0048	0,019
49	1,68	0,0048	0,019	50	1,72	0,0047	0,019	51	1,75	0,0047	0,019
52	1,79	0,0047	0,019	53	1,82	0,0047	0,019	54	1,86	0,0046	0,019
55	1,89	0,0046	0,018	56	1,93	0,0045	0,018	57	1,96	0,0045	0,018
58	2,00	0,0044	0,018	59	2,03	0,0044	0,017	60	2,07	0,0043	0,017
61	2,10	0,0042	0,017	62	2,14	0,0042	0,017	63	2,17	0,0041	0,016
64	2,21	0,0040	0,016	65	2,24	0,0039	0,016	66	2,28	0,0038	0,015
67	2,31	0,0037	0,015	68	2,35	0,0036	0,015	69	2,38	0,0035	0,014
70	2,42	0,0034	0,014	71	2,45	0,0033	0,013	72	2,49	0,0032	0,013
73	2,52	0,0031	0,013	74	2,56	0,0030	0,012	75	2,59	0,0029	0,012
76	2,63	0,0028	0,011	77	2,66	0,0027	0,011	78	2,70	0,0026	0,010
79	2,73	0,0025	0,010	80	2,77	0,0024	0,010	81	2,80	0,0023	0,009
82	2,84	0,0022	0,009	83	2,87	0,0021	0,008	84	2,91	0,0020	0,008
85	2,94	0,0019	0,007	86	2,98	0,0017	0,007	87	3,01	0,0016	0,007
88	3,05	0,0015	0,006	89	3,08	0,0014	0,006	90	3,12	0,0013	0,005
91	3,15	0,0012	0,005	92	3,19	0,0011	0,004	93	3,22	0,0010	0,004
94	3,26	0,0009	0,003	95	3,29	0,0007	0,003	96	3,33	0,0006	0,003
97	3,36	0,0005	0,002	98	3,40	0,0004	0,002	99	3,43	0,0003	0,001
100	3,47	0,0002	0,001	101	3,50	0,0001	0,000	102			

### Spostamenti e pressioni limiti

#### Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione palo  
Y ordinata palo espressa in [cm]  
Ur spostamento limite espressa in [cm]  
Pr pressione limite espressa in [kg/cmq]

n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cmq]	n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cmq]
1	0,00	-11,1012	-0,060	2	0,04	-10,8310	-0,081	3	0,07	-10,5642	-0,102
4	0,11	-10,3006	-0,123	5	0,14	-10,0403	-0,144	6	0,18	-9,7833	-0,165
7	0,21	-9,5294	-0,186	8	0,25	-9,2788	-0,207	9	0,28	-9,0313	-0,228
10	0,32	-8,7870	-0,249	11	0,35	-8,5458	-0,270	12	0,39	-8,3076	-0,291
13	0,42	-8,0726	-0,312	14	0,46	-7,8405	-0,333	15	0,49	-7,6115	-0,354
16	0,53	-7,3855	-0,375	17	0,56	-7,1624	-0,396	18	0,60	-6,9422	-0,417
19	0,63	-6,7250	-0,438	20	0,67	-6,5106	-0,459	21	0,70	-6,2990	-0,480
22	0,74	-6,0903	-0,501	23	0,77	-5,8844	-0,522	24	0,81	-5,6811	-0,543
25	0,84	-5,4807	-0,564	26	0,88	-5,2829	-0,585	27	0,91	-5,0877	-0,606

n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cm²]	n°	Y [m]	Ur [cm]	Pr [kg/cm²]
28	0,95	-4,8952	-0,627	29	0,98	-4,7053	-0,648	30	1,02	-4,5180	-0,669
31	1,05	-4,3332	-0,690	32	1,09	-4,1509	-0,711	33	1,12	-3,9710	-0,732
34	1,16	-3,7936	-0,753	35	1,19	-3,6186	-0,774	36	1,23	-3,4459	-0,795
37	1,26	-3,2755	-0,816	38	1,30	-3,1075	-0,837	39	1,33	-2,9416	-0,858
40	1,37	-2,7780	-0,879	41	1,40	-2,6166	-0,900	42	1,44	-2,4573	-0,921
43	1,47	-2,3000	-0,942	44	1,51	-2,1449	-0,963	45	1,54	-1,9917	-0,984
46	1,58	-1,8405	-1,005	47	1,61	-1,6912	-1,026	48	1,65	-1,5438	-1,047
49	1,68	-1,3982	-1,068	50	1,72	-1,2544	-1,089	51	1,75	-1,1123	-1,110
52	1,79	-0,9720	-1,131	53	1,82	-0,8332	-1,152	54	1,86	-0,6961	-1,173
55	1,89	-0,5605	-1,194	56	1,93	-0,4264	-1,215	57	1,96	-0,2938	-1,175
58	2,00	-0,1625	-0,650	59	2,03	-0,0326	-0,130	60	2,07	0,0960	0,384
61	2,10	0,2235	0,894	62	2,14	0,3498	1,341	63	2,17	0,4749	1,362
64	2,21	0,5990	1,383	65	2,24	0,7222	1,404	66	2,28	0,8443	1,425
67	2,31	0,9656	1,446	68	2,35	1,0860	1,467	69	2,38	1,2056	1,488
70	2,42	1,3245	1,509	71	2,45	1,4426	1,530	72	2,49	1,5601	1,551
73	2,52	1,6769	1,572	74	2,56	1,7932	1,593	75	2,59	1,9089	1,614
76	2,63	2,0241	1,635	77	2,66	2,1388	1,656	78	2,70	2,2531	1,677
79	2,73	2,3670	1,698	80	2,77	2,4805	1,719	81	2,80	2,5937	1,740
82	2,84	2,7066	1,761	83	2,87	2,8192	1,782	84	2,91	2,9315	1,803
85	2,94	3,0437	1,824	86	2,98	3,1556	1,845	87	3,01	3,2674	1,866
88	3,05	3,3791	1,887	89	3,08	3,4906	1,908	90	3,12	3,6020	1,929
91	3,15	3,7133	1,950	92	3,19	3,8246	1,971	93	3,22	3,9358	1,992
94	3,26	4,0469	2,013	95	3,29	4,1581	2,034	96	3,33	4,2692	2,055
97	3,36	4,3803	2,076	98	3,40	4,4914	2,097	99	3,43	4,6025	2,118
100	3,47	4,7136	2,139	101	3,50	4,8247	2,160	102			

## CAPITOLO VI – TRACKER 2X10

### 6. RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

#### 6.1 Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l' esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare 7 del 21/01/2019  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

#### 6.2 Dati

##### Geometria della fondazione

###### *Simbologia adottata*

<i>Descr</i>	Descrizione del palo
<i>Frm</i>	Forma del palo ((C)=Costante, (R)=Rastremato)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro del palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro del palo espressa in [m]
<i>D</i>	Diametro del palo espresso in [cm]
<i>L</i>	Lunghezza del palo espressa in [m]

Descr	Frm	X [m]	Y [m]	D [cm]	L [m]
Palo HE 100	(C)	0,00	0,00	14,00	2,50

##### Materiali palo

###### *Acciaio*

Tensione caratteristica di snervamento	3619,93	[kg/cmq]
Modulo elastico	2100000,00	[kg/cmq]

###### Coefficienti di sicurezza sui materiali

Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Coefficiente di sicurezza sezione	1.00

##### Caratteristiche pali

Pali in acciaio  
Vincolo in testa di tipo CERNIERA  
Tipo di palo TRIVELLATO  
Contributo della sola portanza laterale

##### Descrizione terreni e falda

###### *Simbologia adottata*

Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
$c$	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$ca$	Adesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$\phi_{min}, \phi_{med}$	Angolo di attrito interno del terreno minimo e medio espresso in gradi
$\delta_{min}, \delta_{med}$	Angolo di attrito palo-terreno minimo e medio espresso in gradi
$c_{min}, c_{med}$	Coesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$ca_{min}, ca_{med}$	Adesione del terreno minima e media espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

### Parametri caratteristici

Descrizione	$\gamma$ [kg/mc]	$\gamma_{sat}$ [kg/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	$c$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$ca$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille limose	2000,0	2200,0	0,00	0,00	0,700	0,600

### Parametri minimi

Descrizione	$\phi_{min}$ [°]	$\delta_{min}$ [°]	$c_{min}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$ca_{min}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille limose	0,00	0,00	0,700	0,600

### Parametri medi

Descrizione	$\phi_{med}$ [°]	$\delta_{med}$ [°]	$c_{med}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$ca_{med}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Argille limose	0,00	0,00	0,700	0,600

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia adottata

$N$	Identificativo strato
$Z1$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
$Z2$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
$Z3$	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno dello strato
$Kw$	Costante di Winkler espressa in Kg/cm <sup>2</sup> /cm
$Ks$	Coefficiente di spinta
$\alpha$	Coefficiente di espansione laterale

n°	$Z1$ [m]	$Z2$ [m]	$Z3$ [m]	Terreno	$Kw$ [kg/cm <sup>2</sup> /cm]	$Ks$	$\alpha$
1	-4,7	-4,7	-4,7	Argille limose	4.00	0.60	1.00

## Normativa

### N.T.C. 2018

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma'_{tan\phi}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma'_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma'_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma'_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma'_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaxiale delle rocce

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

Carichi	Effetto		Statici		Sismici	
			A1	A2	A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1.50	1.30	1.00	1.00

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		Statici		Sismici	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma'_{tan\phi}$	1.00	1.25	1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma'_c$	1.00	1.25	1.00	1.25
Resistenza non drenata	$\gamma'_{cu}$	1.00	1.40	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	1.00	1.00	1.00	1.00

## PALI DI FONDAZIONE

CARICHI VERTICALI. Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche dei pali

### Pali trivellati

		R1	R2	R3
Punta	$\gamma_b$	1.00	1.70	1.35
Laterale compressione	$\gamma_s$	1.00	1.45	1.15
Totale compressione	$\gamma_t$	1.00	1.60	1.30
Laterale trazione	$\gamma_{st}$	1.00	1.60	1.25

CARICHI TRASVERSALI. Coefficienti parziali  $\gamma_T$  per le verifiche dei pali.

		R1	R2	R3
	$\gamma_T$	1.00	1.60	1.30

Coefficienti di riduzione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica dei pali  
 Numero di verticali indagate 1  $\xi_3=1.70$   $\xi_4=1.70$

## 6.3 Condizioni di carico

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

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

$fnd$  Indice della fondazione  
 $N_{TOT}$  Sforzo normale totale espressa in [kg]  
 $M_{YTOT}$  Momento in direzione Y espresso in [kgm]  
 $T_{TOT}$  Forza di taglio espressa in [kg]

Condizione n° 1 - Permanenti - PERMANENTE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo HE 100	403,0	10,0	250,0

Condizione n° 2 - Neve - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo HE 100	349,0	2,0	13,0

Condizione n° 3 - Vento +X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo HE 100	750,0	167,0	240,0

Condizione n° 4 - Vento -X - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo HE 100	-750,0	-167,0	240,0

Condizione n° 5 - Vento +Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo HE 100	-750,0	-166,0	240,0

Condizione n° 6 - Vento -Y - VARIABILE

Fondazione	$N_{TOT}$ [kg]	$M_{YTOT}$ [kgm]	$T_{TOT}$ [kg]
Palo HE 100	750,0	167,0	240,0

## 6.4 Risultati

Verifica della portanza assiale

*Simbologia adottata*

$cmb$  Identificativo della combinazione  
 $N_c, N_q$  Fattori di capacità portante  
 $N'c = f(N_c, sc, dc)$   
 $N'q = f(N_q, sq, dq)$   
 dove:  
 $sc, sq$  Fattori di forma  
 $dc, dq$  Fattori di profondità  
 $P_{lmin}, P_{lmed}$  Portanza laterale minima e media espressa in [kg]  
 $P_{pmin}, P_{pmed}$  Portanza di punta minima e media espressa in [kg]  
 $P_d$  Portanza di progetto espressa in [kg]  
 $N$  Scarico verticale in testa al palo espresso in [kg]  
 $\eta$  Coeff. di sicurezza per carichi verticali

$cmb$	$N_c$	$N_q$	$N'c$	$N'q$
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00



cmb	Nc	Nq	N'c	N'q
9	0.00	0.00	0.00	0.00

cmb	Plmed [kg]	Pdmed [kg]	Plmin [kg]	Pdmin [kg]	Wp [kg]	Pd [kg]	N [kg]	$\eta$
1	6597	0	6597	0	42	3333	524	6.362
2	6597	0	6597	0	42	3333	1911	1.744
3	6597	0	6597	0	42	3333	1722	1.935
4	6597	0	6597	0	42	3146	-339	9.272
5	6597	0	6597	0	42	3333	372	8.950
6	6597	0	6597	0	42	3146	-339	9.272
7	6597	0	6597	0	42	3333	372	8.950
8	6597	0	6597	0	42	3333	1911	1.744
9	6597	0	6597	0	42	3333	1722	1.935

## Verifica della portanza trasversale

### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
Td Taglio resistente di progetto in testa al palo, espresso in [kg]  
T Taglio agente in testa al palo, espresso in [kg]  
 $\eta = Td/T$  Coeff. di sicurezza per carichi orizzontali

cmb	Td [kg]	T [kg]	$\eta$
1	581	325	1,787
2	259	-45	5,797
3	301	90	3,366
4	718	675	1,063
5	681	522	1,305
6	717	675	1,062
7	680	522	1,304
8	259	-45	5,797
9	301	90	3,366

## Cedimento verticale in testa ai pali

### Simbologia adottata

cmb Identificativo della combinazione  
w Cedimento in testa al palo, espresso in [cm]  
u Spostamento orizzontale in testa al palo, espresso in [cm]

cmb	w [cm]	u [cm]
1	0,0407	0,3364
2	0,1484	-0,1615
3	0,1337	0,1959
4	-0,0263	0,8671
5	0,0289	0,5301
6	-0,0263	0,8725
7	0,0289	0,5323
8	0,1484	-0,1615
9	0,1337	0,1959
10	0,1031	0,1221
11	0,0429	0,1846
12	0,0313	0,2056
13	0,0933	0,1405
14	0,0367	0,2024
15	-0,0134	0,3717
16	0,0196	0,2303
17	0,0234	0,2726
18	-0,0134	0,3738
19	0,0196	0,2306
20	0,0234	0,2736
21	0,1031	0,1221
22	0,0429	0,1846
23	0,0933	0,1405

