

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
"SAN PANCRAZIO TORREVECCHIA" DI POTENZA PARI A 34,50 MW

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI

COMUNE di SAN PANCRAZIO SALENTINO

Località: Masserie Corte Finocchio, Torre Vecchia e Campone

OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI: San Pancrazio S. (BR) Erchie (BR) ed Avetrana (TA)

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU H4QPRN5

Tav.:

Titolo:

R20

RELAZIONE GEOTECNICA, SISMICA

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

N.A.

A4

H4QPRN5_RelazioneGeotecnica_20

Committente:

STC S.r.l.



Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce
Tel. +39 0832 1798355
studioscalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

Ing. Giovanni Luca D'Amato

D.E.A. - DESIGN ENGINEERING ARCHITECTURE

Via Benedetto Croce, 23 - 73100 Lecce
Tel. +39 0832 1940701 - Fax +39 0832 1940702
GL.DAMATO@ASSOCIATIDEA.COM

TOZZIgreen

Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA)
Tel. +39 0544 525311 - Fax +39 0544 525319
pec: tozzi.re@legalmail.it - www.tozziholding.com



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
16 febbraio 2018	Prima emissione	GdA	FC	TOZZI GREEN S.p.a.

RELAZIONE GEOTECNICA SULLE FONDAZIONI

(NTC 2008 CAP. 6 E CIRCOLARE 617/2009 PUNTO C6.2.2.5)

GENERALITA'

OGGETTO	<u>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA IN AGRO DI SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)</u>
COMUNE:	SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)
ZONA SISMICA:	ZONA 4
ALTITUDINE:	60 M S.L.M.
TIPOLOGIA STRUTTURALE:	STRUTTURA IN CALCESTRUZZO ARMATO
TIPOLOGIA FONDAZIONI:	FONDAZIONI DIRETTE / FONDAZIONI PROFONDE
NORMATIVA:	D. M. DELLE INFRASTRUTTURE 14/01/2008 CIRCOLARE C. S. LL. PP. N. 617 DEL 02/02/2009
APPROCCIO VERIFICA GEO:	APPROCCIO 2

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

INDICE	
1. PREMESSA	3
1.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	5
2.1. PERICOLOSITÀ SISMICA	5
2.1.1. <i>SITO DI RIFERIMENTO</i>	5
2.1.2. <i>PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA</i>	6
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.	8
2.2.1. LE CALCARI DI ALTAMURA	9
2.2.2. CALCARENITI DI GRAVINA	9
2.2.3. SABBIE	9
2.2.4. IDROGEOLOGIA	9
2.2.5. <i>INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE</i>	10
2.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA E MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI.....	12
3. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE FONDAZIONI	14
3.1. CAPACITÀ PORTANTE PLATEA DI FONDAZIONE.....	15
3.1.1. TERRENO TIPO 1 – CALCARENITE.....	18
3.1.2. TERRENO TIPO 2 – CALCARE.....	20
3.1.3. TERRENO TIPO 3 – SABBIE.....	21
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	24

I. PREMESSA

LA PRESENTE RELAZIONE È REDATTA ALLO SCOPO DI SINTETIZZARE GLI ASPETTI GEOTECNICI RELATIVI ALLE STRUTTURE DI FONDAZIONE PREVISTE PER N. 10 AEROGENERATORI DA REALIZZARE PER IL NUOVO PARCO EOLICO IN AGRO DI SAN PANCRAZIO SALENTINO, PROVINCIA DI BRINDISI.

LA PARTE INIZIALE DELLA RELAZIONE È DEDICATA AL SINTETICO INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME E, IN MANIERA PIÙ ESTESA, ALLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO SUL QUALE SARANNO REALIZZATE LE TORRI EOLICHE ED ALLA DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI DI FONDAZIONE.

LA PARTE SUCCESSIVA DELLA RELAZIONE È DEDICATA ALLA VERIFICA, ALLO STATO LIMITE ULTIMO, DELLA FONDAZIONE INDIRETTA QUANDO ASSOGGETTATA AD AZIONI SIA VERTICALI CHE ORIZZONTALI. LO STUDIO È STATO SVILUPPATO CONGRUENTEMENTE CON QUANTO PREVISTO DALLE NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI [1].



FIGURA I: ORTOFOTO DELL'AREA

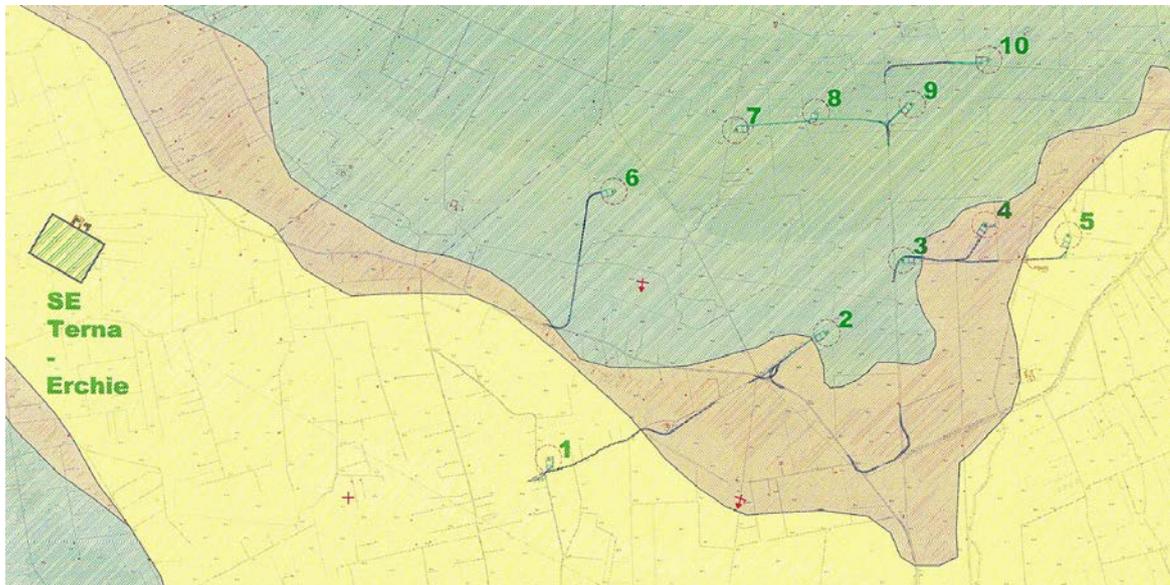


FIGURA 2: POSIZIONE DEGLI AEROGENERATORI

I.1. DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI

IL PROGETTO PREVEDE L'INSTALLAZIONE, IN TOTALE, DI N. 10 AEROGENERATORI.

LE STRUTTURE IN ELEVAZIONE SONO RAPPRESENTATE DA TORRI DI ACCIAIO DI CIRCA 132 M (ALTEZZA DEL MOZZO) DAL PIANO CAMPAGNA. LE OPERE DI FONDAZIONE IN PROGETTO HANNO LO SCOPO DI TRASFERIRE AL TERRENO DI FONDAZIONE:

- LE AZIONI VERTICALI (STATICHE) DERIVANTI DAL PESO PROPRIO DELL'AEROGENERATORE;
- LE AZIONI ORIZZONTALI (STATICHE) PRODOTTE DALL'AZIONE DEL VENTO SULLE PALE DELL'AEROGENERATORE, SIA IN CONDIZIONI DI NORMALE FUNZIONAMENTO SIA IN CASO DI EVENTI ECCEZIONALI;
- LE AZIONI ORIZZONTALI (DINAMICHE) DI INERZIA PRODOTTE DAL SISMA SULL'AEROGENERATORE.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

2.1. PERICOLOSITÀ SISMICA

LA DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE SECONDO LE NTC 2008 SI DETERMINA ATTRAVERSO UNA GRIGLIA REGOLARE CHE COPRE TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE. NEI NODI DELLA GRIGLIA L'INGV HA CALCOLATO L'ACCELERAZIONE SISMICA MASSIMA ATTESA, IN CONFORMITÀ A QUEST'ULTIMA SONO CALCOLATI I PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.

PARAMETRI DI INGRESSO PER LE FORME SPETTRALI NELLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE A SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR)

LATITUDINE [ED50/WGS84]	LONGITUDINE [ED50/WGS84]
40.396114 / 40.395131	17.800382 / 17.799596
CLASSE DELL'EDIFICIO	IV
VITA NOMINALE STRUTTURA	100 ANNI

2.1.1. SITO DI RIFERIMENTO

POSIZIONE DEL PUNTO (SITO DI INTERESSE) RISPETTO ALLA GRIGLIA REGOLARE CHE COPRE TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE (NODI IN CUI È CALCOLATA L'ACCELERAZIONE SISMICA MASSIMA ATTESA):

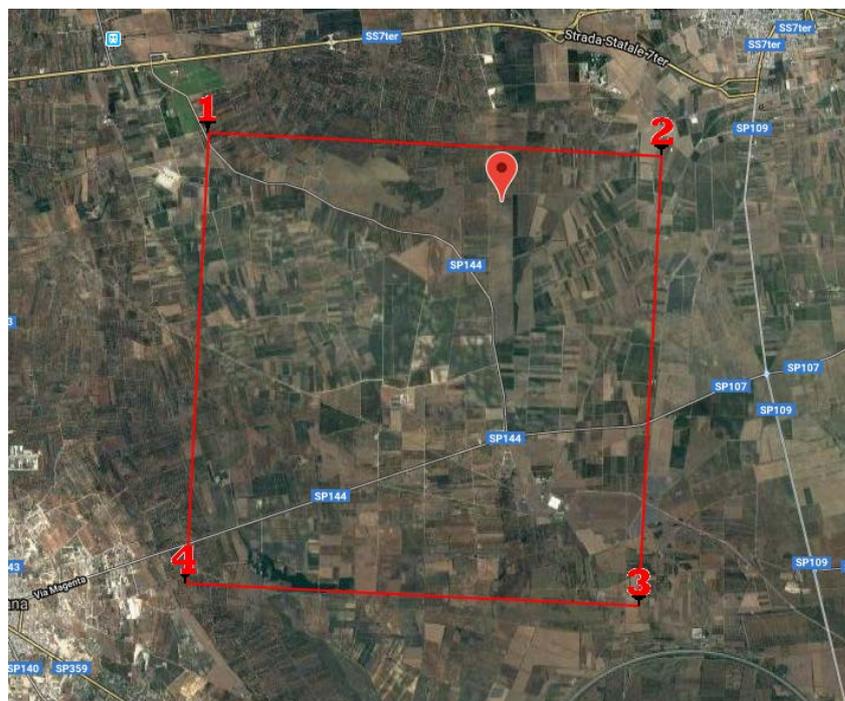


FIGURA 3: QUADRILATERI DI RIFERIMENTO

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

2.1.2. PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

TABELLA I: PARAMETRI PER TERRENO TIPO B

"STATO LIMITE"	T_r [ANNI]	A_G [G]	F_0 [-]	T^*_c [S]
OPERATIVITÀ	120	0.032	2.394	0.353
DANNO	201	0.039	2.477	0.396
SALVAGUARDIA VITA	1898	0.071	2.853	0.532
PREVENZIONE COLLASSO	2475	0.075	2.907	0.540

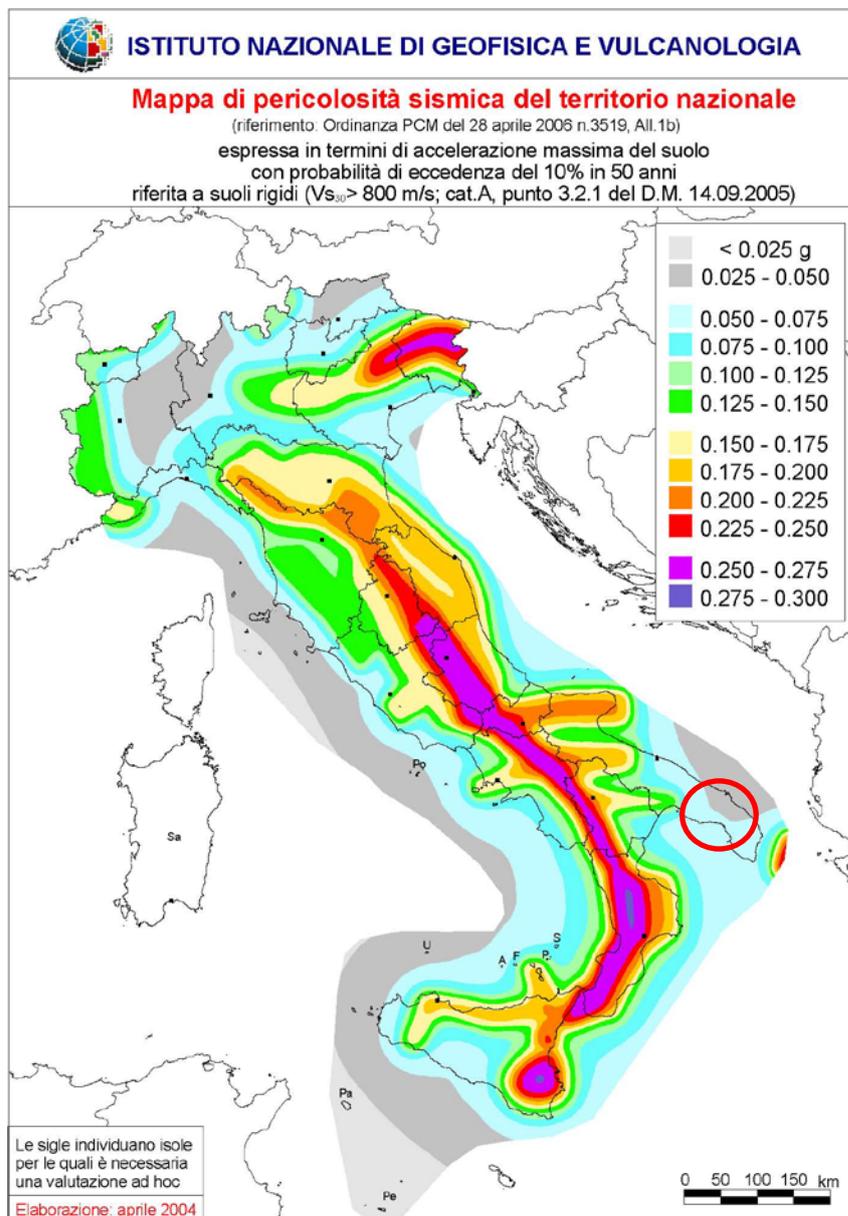


FIGURA 4: MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA – APRILE 2004

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

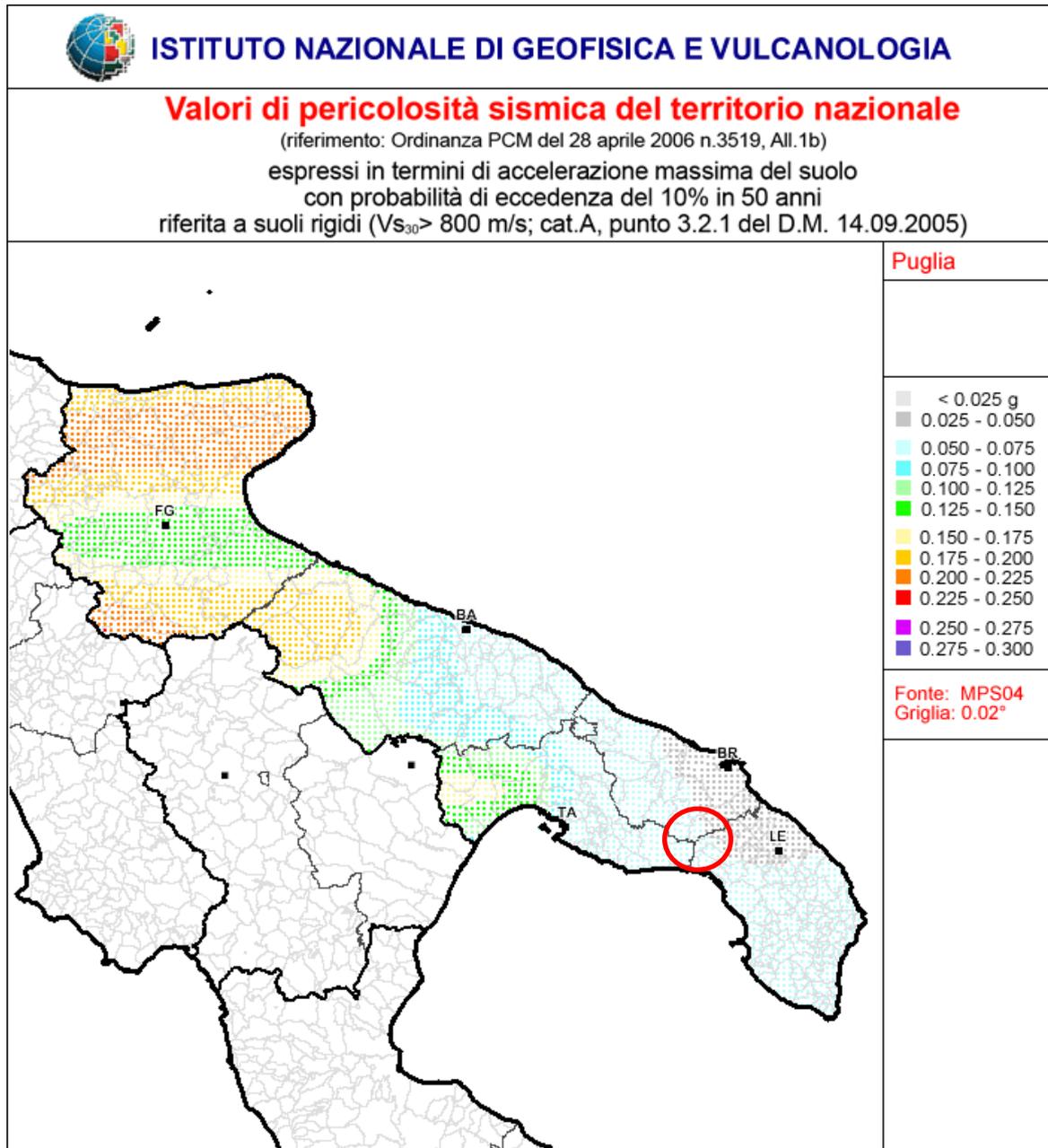


FIGURA 5: MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA IN DETTAGLIO SU AREA D'INTERESSE – APRILE 2004

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.

IL TERRITORIO SI ESTENDE NELL'AREA SUD DEL CAPOLUOGO (BRINDISI), AL CONFINE TRA LE PROVINCE DI TARANTO E BRINDISI, IN AGRO DI SAN PANCRAZIO SALENTINO, POSTA AD UNA QUOTA TOPOGRAFICA DI CIRCA 60 M S.L.M..

IL PAESAGGIO FISICO È COSTITUITO DA UNA DEPRESSIONE ALLUVIONALE TUBOLARE; TETTONICAMENTE È COLLOCATA ALL'INTERNO DI UN ESTESO GRABEN CHE SI ALLUNGA IN DIREZIONE NW-SE ED È DELIMITATA AI LATI DA DUE HORST, DENOMINATI LOCALMENTE "SERRE", DOVE AFFIORANO ROCCE CARBONATICHE.

IL RILIEVO GEOLOGICO HA EVIDENZIATO LA PRESENZA DELLE SEGUENTI FORMAZIONI, DAL BASSO VERSO L'ALTO:

- CALCARI DI ALTAMURA (CRETACEO)
- CALCARENITI DI GRAVINA (PLEISTOCENE INF.)
- SABBIE PLEISTOCENICHE (PLEISTOCENE MEDIO – SUP.)

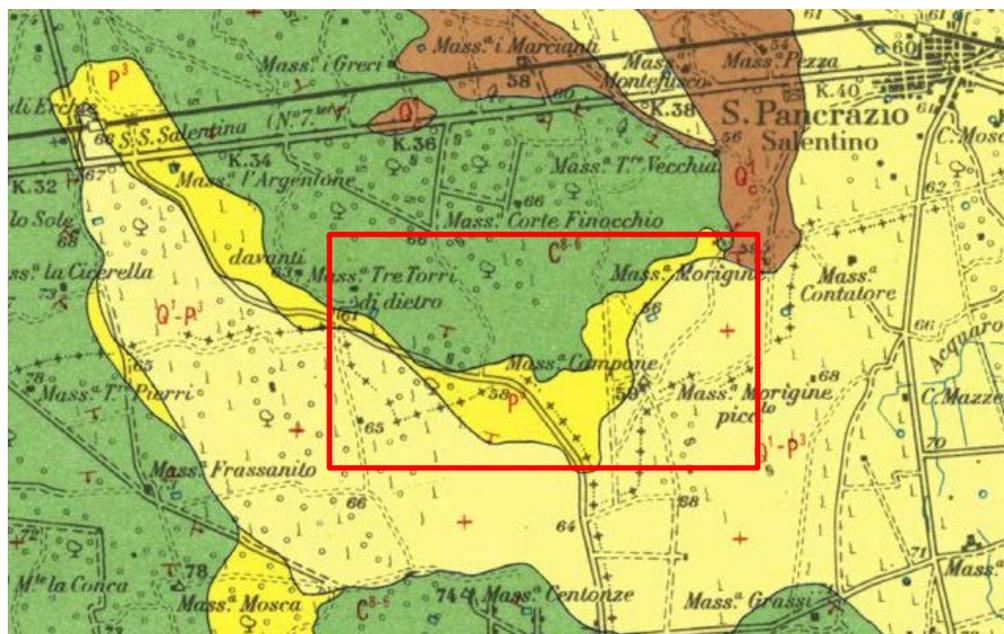


FIGURA 6: STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

2.2.1. LE CALCARI DI ALTAMURA

QUESTA FORMAZIONE È PRESENTE IN AFFIORAMENTO NELLA POSIZIONE SETTENTRIONALE DELL'AREA INTERESSATA DALL'IMPIANTO, TERRENO DI FONDAZIONE PER GLI AEROGENERATORI 2, 3, 6, 10.

ESSA RAPPRESENTA IL BASAMENTO DELLA PENISOLA SALENTINA, A STRATIFICAZIONE VARIABILE, AD ANDAMENTO ONDULATO CON STRATI DI CIRCA 20 – 30 CM DI SPESSORE CHE, A LUOGHI, DIMINUISCE SINO ALLA CARATTERISTICA STRUTTURA "A TAVOLETTE" CON LAMINAZIONI RITMICHE.

LITOLOGICAMENTE SI TRATTA DI CALCARI E CALCARI DOLOMITICI DI COLORE AVANA O NOCCIOLA, COMPATTI E TENACI, IN STRATI E BANCHI, TALVOLTA RICCAMENTE FOSSILIFERI, CUI SI ALTERNANO LIVELLI DOLOMITICI DI COLORE GRIGIO O NOCCIOLA.

2.2.2. CALCARENITI DI GRAVINA

QUESTO LITOTIPO È PRESENTE IN AFFIORAMENTO SOLO IN CORRISPONDENZA DELL'AEROGENERATORE N. 4.

IN QUESTA UNITÀ VENGONO RIUNITI TUTTI I SEDIMENTI NOTI CON IL TERMINE GENERICO "TUFI". LITOLOGICAMENTE SI TRATTA DI UNA CALCARENITE PIÙ O MENO COMPATTA, GRIGIO CHIARA, CUI SI ASSOCIANO SABBIONI CALCAREI TALORA PARZIALMENTE CEMENTATI, ECCEZIONALMENTE ARGILLOSI. VERSO LA BASE DELL'UNITÀ SI RINVENGONO A VOLTE BRECCE E CONGLOMERATI CON ESTENSIONE E POTENZA MOLTO VARIABILE.

2.2.3. SABBIE

LE SABBIE COSTITUISCONO IL TERRENO DI FONDAZIONE PER GLI AEROGENERATORI N. 1 E N. 5. SI RINVENGONO IN AFFIORAMENTO ANCHE IN CORRISPONDENZA DELLA SE TERNA – ERCHIE.

SI TRATTA DI DEPOSITI SABBIOSI DI NATURA MICACEA CHE AFFIORANO ESTESAMENTE SU TUTTA L'AREA INDAGATA. COSTITUISCONO IL TERMINE DI CHIUSURA DEL CICLO SEDIMENTARIO POST CALAMBRIANO.

TALE DEPOSITO SABBIOSO RISULTA COSTITUITO DA SABBIE SCIOLTE, SOLO LOCALMENTE CONTENENTI LIVELLI CEMENTATI, DI GRANA PREVALENTEMENTE FINE ED UNIFORME.

2.2.4. IDROGEOLOGIA

DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO, SI È APPURATA LA PRESENZA DI UNA SOLA FALDA ACQUIFERA PROFONDA CONOSCIUTA COME FALDA COSTIERA O CARSIKA AD UNA PROFONDITÀ MAGGIORE DI 50 M.

2.2.5. INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE

IL PROGRAMMA D'INDAGINI GEOGNOSTICHE, PER LA REDAZIONE DEL PRESENTE PROGETTO DEFINITIVO, ELABORATO CON IL GEOLOGO DOTT. MARCELLO DE DONATIS, È STATA ESEGUITA IN OTTEMPERANZA AL D.M. 14/OI/2008 E AL D.M. LL. PP. DEL 11/O3/1988.

TALE ATTIVITÀ, PROGETTATA CON LO SCOPO DI ACCERTARE LA COSTITUZIONE DEL SOTTOSUOLO E DI VALUTARE LE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE DEI LITOTIPI PRESENTI, È STATA CONDOTTA ESEGUENDO LE SEGUENTI INDAGINI:

- N. 3 PROFILI SISMICI A RIFRAZIONE (AEROGENERATORI 4, 2, 1);
- N. 3 PROFILI SISMICI PASSIVI, ESEGUITI SULLO STESSO STENDIMENTO DELLA PRECEDENTE INDAGINE.

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 1-1' C/O AEROGENERATORE N.4 – SAN PANCRAZIO S.INO

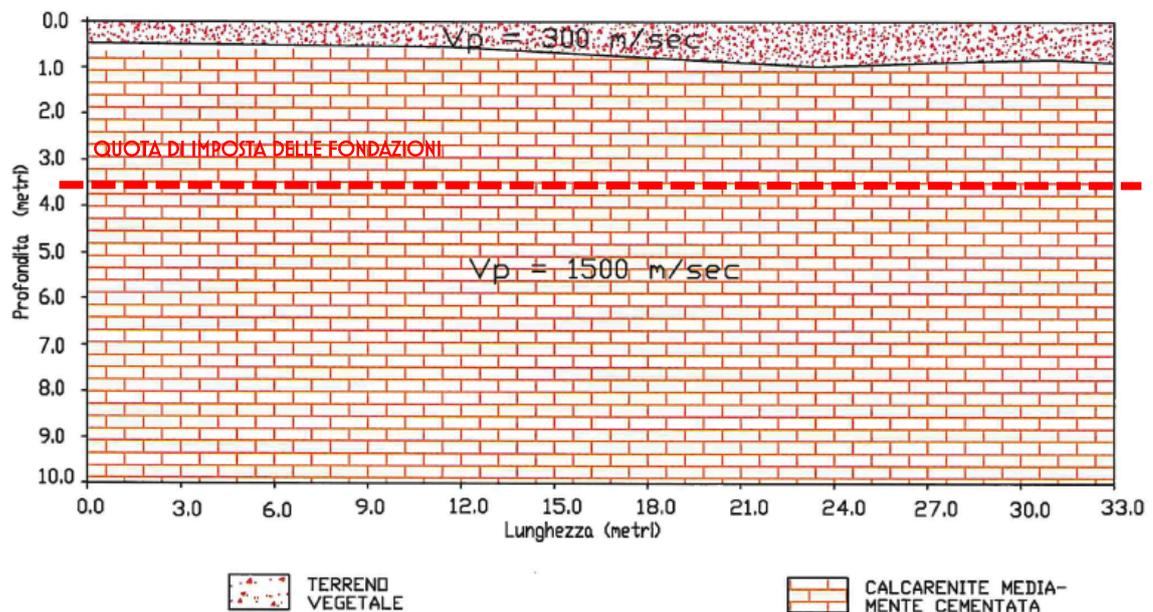


FIGURA 7

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 2-2'
 C/O AEROGENERATORE N.2 – SAN PANCRAZIO S.IND

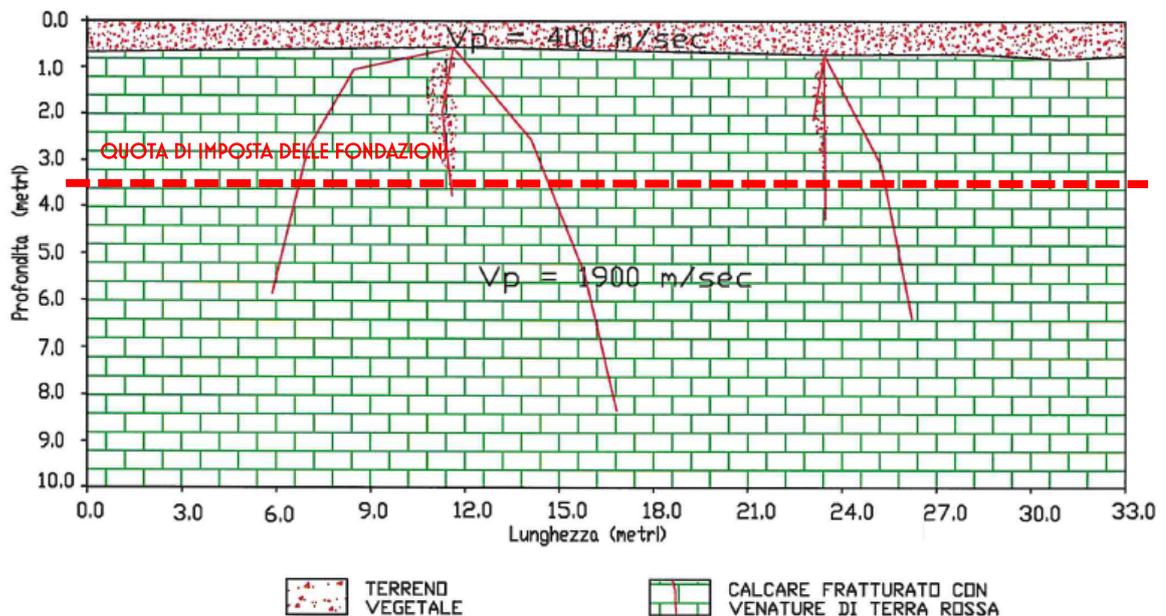


FIGURA 8

PROFILO SISMICO A RIFRAZIONE 3-3'
 C/O AEROGENERATORE N.1 – SAN PANCRAZIO S.IND

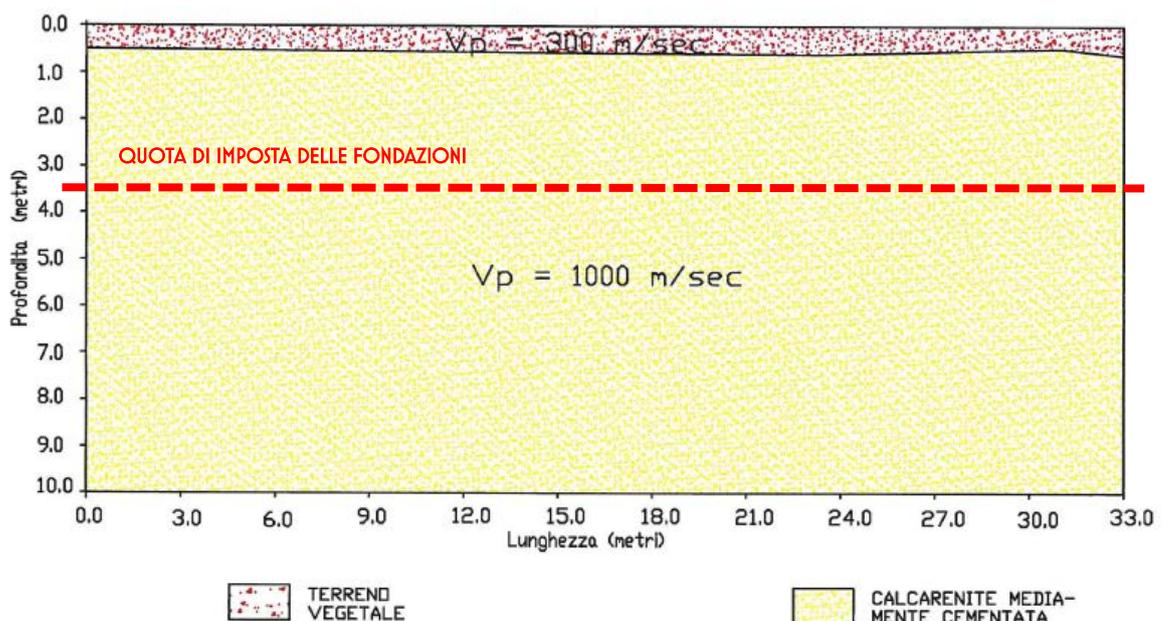


FIGURA 9

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

PER MAGGIORI DETTAGLI SUI RISULTATI SI RIMANDA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA REDATTA DAL GEOLOGO DOTT. MARCELLO DE DONATIS, DOCUMENTO CHE COSTITUISCE PARTE INTEGRANTE DELLA PRESENTE RELAZIONE GEOTECNICA.

2.3. CARATTERIZZAZIONE MECCANICA E MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI

LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE È STATA REDATTA SULLA BASE DELL'INTERPRETAZIONE DELLE SPECIFICHE PROVE IN SITO. DAI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE E DALLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA SI SONO DESUNTE LE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE PER LE UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE INTERESSATE DALLA COSTRUZIONE DELL'OPERA.

TABELLA 2: CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI SUBSTRATI RINVENUTI NEL SITO DI INTERESSE

Profilo n. 1

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cm ³)	E (Kg/cmq)	η
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1500	460	30	0.02	1.94	5500	0.45

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C = coesione;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico; η = coefficiente di poisson

Profilo n. 2

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cm ³)	E (Kg/cmq)	η
1	400	-	-	-	-	-	-
2	1900	640	35	0.08	2.06	8300	0.43

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C = coesione;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico; η = coefficiente di poisson

Profilo n. 3

Strato	Vp (m/sec)	Vs (m/sec)	ϕ (°)	C (kg/cmq)	γ (gr/cm ³)	E (Kg/cmq)	η
1	300	-	-	-	-	-	-
2	1000	301	30	0.0	1.80	4200	0.46

Vp = vel. longit.; Vs = vel trasv.; ϕ = angolo di attrito; C = coesione;
 γ = peso per unità di volume; E = modulo elastico statico; η = coefficiente di poisson

N.B.: CON IL PROGETTO ESECUTIVO SARANNO ESEGUITE INDAGINI GEOGNOSTICHE SU OGNI SITO DI COSTRUZIONE DELLE TORRI EOLICHE, CON RELATIVO APPROFONDIMENTO DEI CARATTERI GEOTECNICI DEI VARI LITOTIPI RISCONTRATI IN QUESTA FASE DI INDAGINE.

AVENDO DETERMINATO CON LE PROVE UNA VELOCITÀ $V_{s,30}$ PARI A:

- CIRCA 547 M/SEC SU AEROGENERATORE 4 \Rightarrow IL TERRENO RIENTRA NELLA CATEGORIA "B" DI [1];
- CIRCA 890 M/SEC SU AEROGENERATORE 2 \Rightarrow IL TERRENO RIENTRA NELLA CATEGORIA "A" DI [1];
- CIRCA 396 M/SEC SU AEROGENERATORE 1 \Rightarrow IL TERRENO RIENTRA NELLA CATEGORIA "B" DI [1].

3. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE FONDAZIONI

LE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE HANNO RESTITUITO PARAMETRI DI CARATTERIZZAZIONE ELASTICA DEI SUOLI CHE SUGGERISCONO, VISTO L'IMPEGNO STATICO A CUI SARANNO SOGGETTI I TERRENI DI FONDAZIONE, DI AFFIDARE LA PORTANZA A STRUTTURE DI FONDAZIONE:

- "DIRETTE CON L'AUSILIO DI PALI DI FONDAZIONE (FONDAZIONE MISTA)" – PLINTO DI FONDAZIONE DI RAGGIO $R = 10,00$ M E ALTEZZA VARIABILE E MASSIMA PARI A 3,50 M CON N. 10 PALI $\phi 1200$ MM DI LUNGHEZZA 27 M – NEL CASO DI TERRENO DI TIPO CALCARENITICO (INDAGINE N. 1 – AEROGENERATORE 4)
- "DIRETTE", SUPERFICIALI, CIRCOLARI DI RAGGIO $R = 10,00$ M, DI ALTEZZA VARIABILE E MASSIMA PARI A 3,50 M NEL CASO DI TERRENO DI TIPO CALCAREO (INDAGINE N. 2 – AEROGENERATORE 2)
- "DIRETTE CON L'AUSILIO DI PALI DI FONDAZIONE (FONDAZIONE MISTA)" – PLINTO DI FONDAZIONE DI RAGGIO $R = 10,00$ M E ALTEZZA VARIABILE E MASSIMA PARI A 3,50 M CON N. 10 PALI $\phi 1200$ MM DI LUNGHEZZA 27 M – NEL CASO DI TERRENO DI TIPO SABBIOSO (INDAGINE N. 3 – AEROGENERATORE 1)

LE VERIFICHE DELLA SICUREZZA IN FONDAZIONE SONO CONDOTTE NEI RIGUARDI DELLO STATO LIMITE ULTIMO E DELLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO.

LE VERIFICHE NEI RIGUARDI DELLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU) PREVISTE DALLA NORMATIVA SONO:

EQU: PERDITA DI EQUILIBRIO DELLA STRUTTURA, DEL TERRENO O DELL'INSIEME TERRENO-STRUTTURA, CONSIDERATI COME CORPI RIGIDI;

STR: RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI, COMPRESI GLI ELEMENTI DI FONDAZIONE;

GEO: RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA DEL TERRENO INTERAGENTE CON LA STRUTTURA CON SVILUPPO DI MECCANISMI DI COLLASSO DELL'INSIEME TERRENO-STRUTTURA;

ULP: PERDITA DI EQUILIBRIO DELLA STRUTTURA O DEL TERRENO, DOVUTA ALLA SOTTO-SPINTA DELL'ACQUA (GALLEGGIAMENTO);

HYD: EROSIONE E SIFONAMENTO DEL TERRENO DOVUTA A GRADIENTI IDRAULICI.

VERIFICHE EQU: L'EDIFICIO È SOGGETTO AD AZIONI DI TIPO VERTICALE E ORIZZONTALE. COME SI EVINCE DAL DIAGRAMMA DELLE PRESSIONI SUL TERRENO DI FONDAZIONE, QUESTE ULTIME SONO TUTTE DI COMPRESSIONE. PERTANTO ESSENDO LE PRESSIONI DI COMPRESSIONE, SICURAMENTE NON SI HANNO FENOMENI DI PERDITA DI EQUILIBRIO

DELLA STRUTTURA.

VERIFICHE STR:

LE VERIFICHE DI RESISTENZA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DI FONDAZIONE SONO STATE ESEGUITE CONTESTUALMENTE ALLA VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN ELEVAZIONE. LE RELATIVE VERIFICHE SONO RIPORTATE NELLA RELAZIONE DI CALCOLO;

VERIFICHE GEO:

LE VERIFICHE DI RESISTENZA DEL TERRENO INTERAGENTE CON LA STRUTTURA SONO CONDOTTE CONFRONTANDO I VALORI DI RESISTENZA CON QUELLI DI PROGETTO, SECONDO L'APPROCCIO 2, COME RIPORTATO NELLE PAGINE SEGUENTI.

VERIFICHE UPL E HYD :

POICHÉ NEL TERRENO DI FONDAZIONE RISCOVRATO IN SITO NON VI È LA PRESENZA DI FALDA AFFIORANTE E/O SUPERFICIALE, NON SI HANNO FENOMENI DI GALLEGGIAMENTO O DI SIFONAMENTO.

3.1. CAPACITÀ PORTANTE PLATEA DI FONDAZIONE

LA STIMA DELLA CAPACITÀ PORTANTE DELLA PLATEA DI FONDAZIONE È DETERMINATA:

- A BREVE TERMINE UTILIZZANDO L'EQUAZIONE GENERALE PROPOSTA DA BRINCH E HANSEN:
$$q_{0 \text{ lim}} = c_u N_{c0} s_{c0} d_{c0} i_{c0} b_{c0} g_{c0} + \gamma D$$
- A LUNGO TERMINE UTILIZZANDO L'EQUAZIONE GENERALE PROPOSTA DA BRINCH E HANSEN:
$$q_{\text{lim}} = c N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \gamma D N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0,5 \gamma B' s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

DOVE:

- s_i FATTORI DI FORMA DELLA FONDAZIONE
- d_i FATTORI DI PROFONDITÀ
- i_i FATTORI DI INCLINAZIONE DEL CARICO
- b_i FATTORI DI INCLINAZIONE DELLA BASE
- g_i FATTORI DI INCLINAZIONE DEL PIANO CAMPAGNA
- N_i FATTORI DI CAPACITÀ PORTANTE

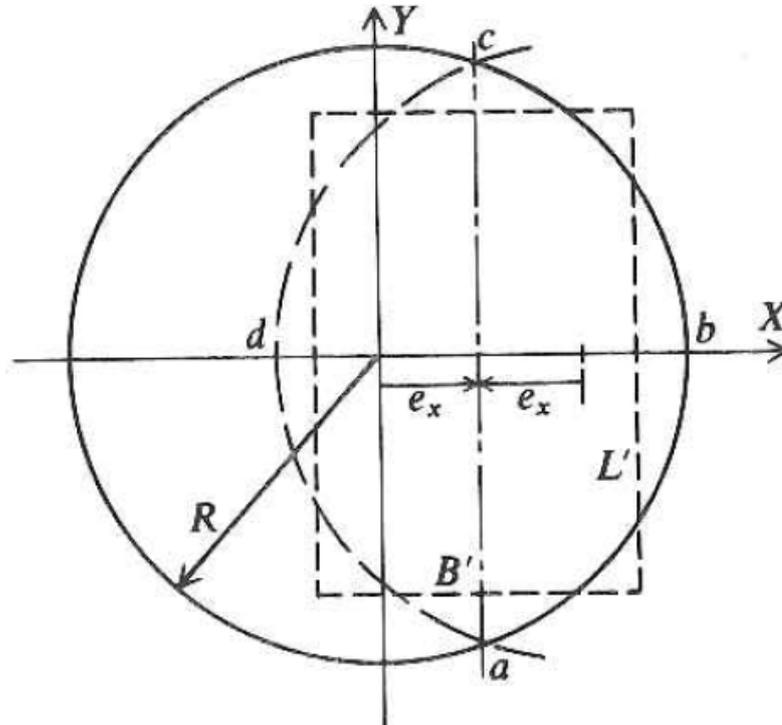


FIGURA IO: FATTORI GEOMETRICI PER LE FONDAZIONI CIRCOLARI

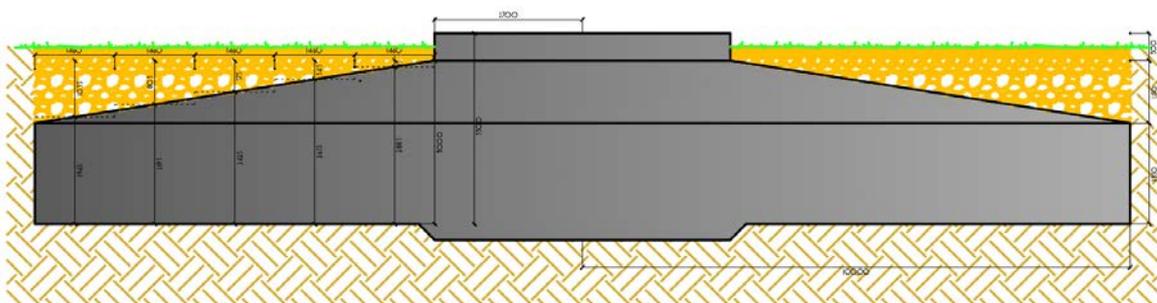


FIGURA II: SEZIONE DELLA FONDAZIONE CIRCOLARE

I TERRENI A GRANA GROSSA (COME NEL CASO IN ESAME) HANNO PERMEABILITÀ ALTISSIME ($k > 10^{-6}$ m/s): LA EVENTUALE SOVRAPPRESSIONE INTERSTIZIALE SI DISSIPA IN TEMPI BREVISSIMI. IL COMPORTAMENTO DI TALI MATERIALI PUÒ, IN GENERALE, ANALIZZARSI IN CONDIZIONI DRENATE, TRASCURANDO IL MOTO DI FILTRAZIONE TRANSITORIO NECESSARIO ALLA DISSIPAZIONE DELLE SOVRAPPRESSIONI DELL'ACQUA INTERSTIZIALE.

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

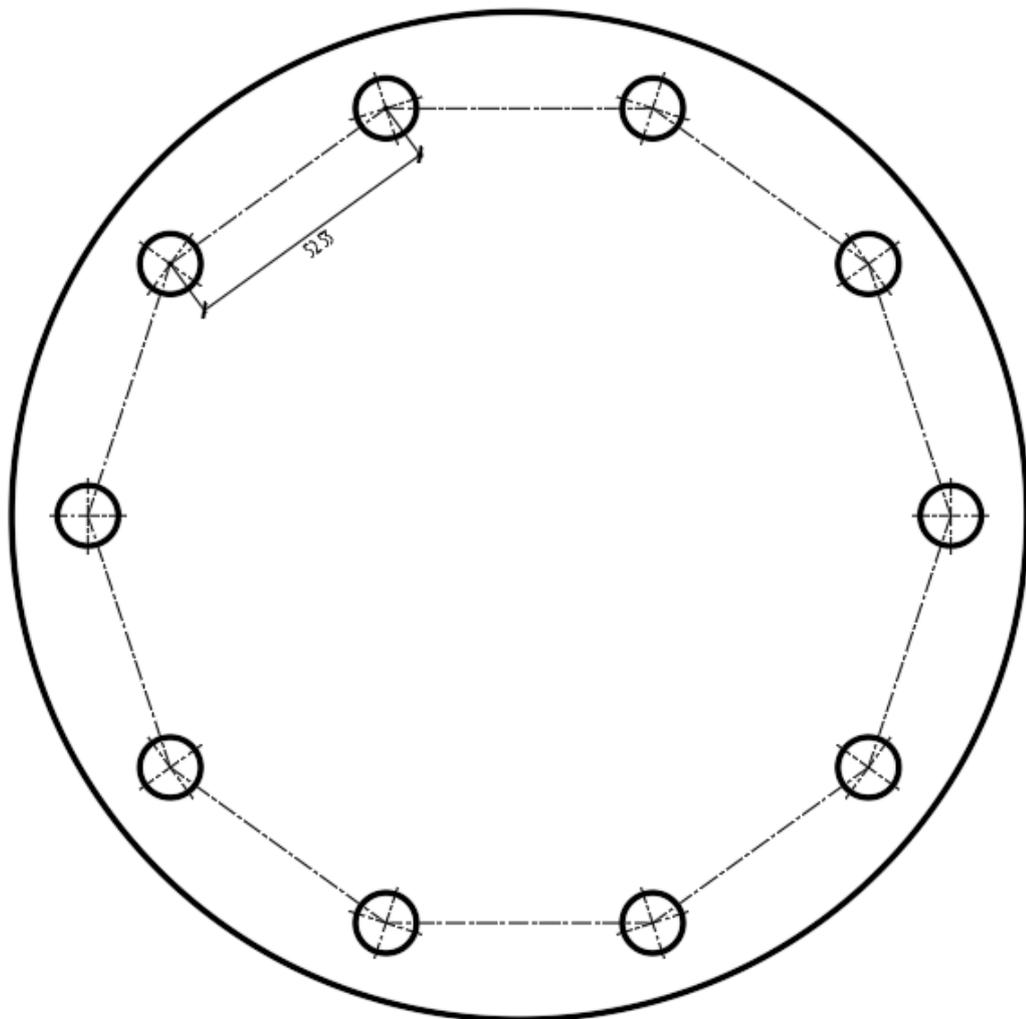
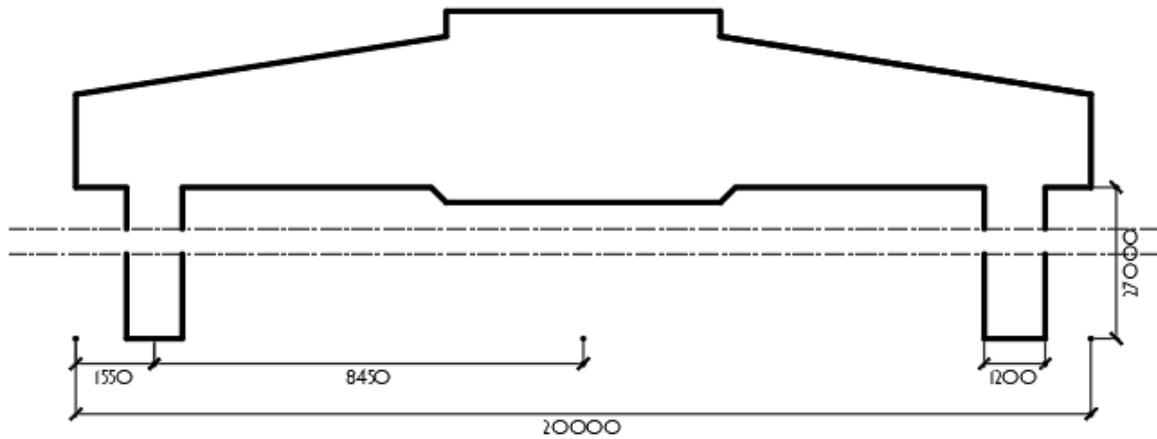
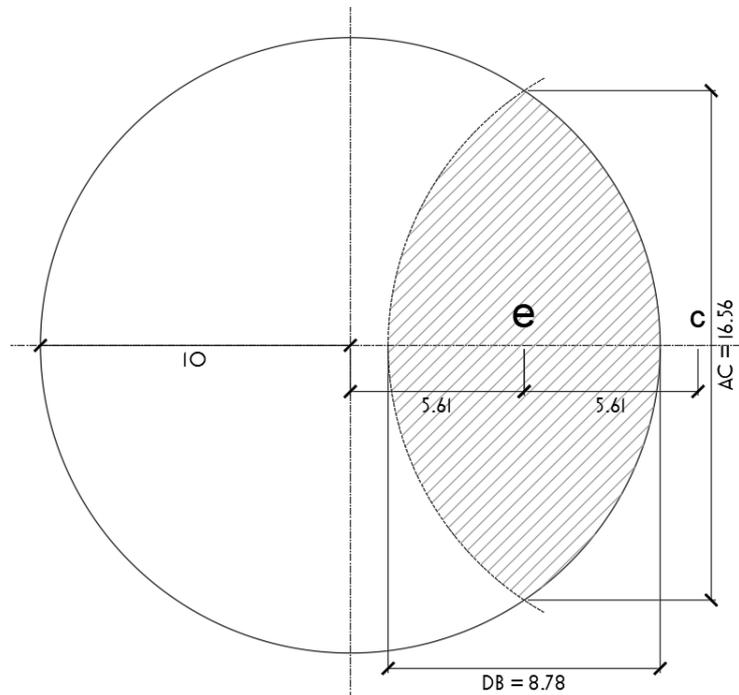


FIGURA 12: GEOMETRIA FONDAZIONE DIRETTA E PALI

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

N	1194 kN
W	20740 kN
Q	21935 kN
V	-5132 kN
M	123083 kNm
e	5,61 m



$$e = M / N$$

$$B_1 = B - 2e = db = 19,00 - 2 \cdot 4,63 = 9,76 \text{ m};$$

$$\text{Area (abcd)} = 114,82 \text{ m}^2;$$

$$B' / L' = db / ac = 0,5868$$

$$L' = (72,46/0,5)^{0,5} = 13,98 \text{ m};$$

$$B' = 12,04 \cdot 0,5 = 8,20 \text{ m};$$

3.1.1. TERRENO TIPO I – CALCARENITE

FATTORI DI CAPACITÀ PORTANTE	LUNGO TERMINE
$N_q = \tan^2 (45 + \phi' / 2) e^{\pi \tan \phi'}$	18,4011
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$	30,1396
$N_y = 2 (N_q - 1) \tan \phi'$	33,6475
FATTORI CORRETTIVI DI FORMA	LUNGO TERMINE
$s_q = 1 + \tan \phi' (B' / L')$	1,3060
$s_c = 1 + (N_q / N_c) (B' / L')$	1,3226
$s_y = 1 - 0,4 (B' / L')$	0,7880

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE DEL CARICO LUNGO TERMINE

$D/B' < 1$

$m = [2+(B'/L')]/[1+(B'/L')]$ 1,6536

$i_q = \{1-[H/(V+B'L'c'ctg \phi')]\}^m$ 0,6453

$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \tan \phi')]$ 0,6249

$i_y = \{1-[H/(V+B'L'c'ctg \phi')]\}^{(m+1)}$ 0,4952

FATTORI CORRETTIVI DI APPROFONDIMENTO LUNGO TERMINE

$D/B' < 1$

$d_q = 1+[2(D/B') \tan \phi' (1-\sin \phi')^2]$ 1,4120

$d_c = d_q - [(1-d_q)/(N_c \tan \phi')]$ 1,1903

d_y 1

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE FONDAZIONE

VALORI UNITARI

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE DEL PIANO CAMPAGNA

VALORI UNITARI

CAPACITÀ PORTANTE PLATEA LUNGO TERMINE

q_{lim} 2483,00 kN/m²

Q_{lim} 253630,00 kN

R_d 253630,00 kN

$E_d = 21935 \cdot 1,5$ kN 32902,00 kN

COEFFICIENTE DI SICUREZZA 7,71

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

3.1.2. TERRENO TIPO 2 – CALCARE

FATTORI DI CAPACITÀ PORTANTE LUNGO TERMINE

$N_q = \tan^2 (45 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$	33,2961
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$	46,1236
$N_y = 2 (N_q - 1) \tan \phi'$	63,1918

FATTORI CORRETTIVI DI FORMA LUNGO TERMINE

$s_q = 1 + \tan \phi' (B'/L')$	1,3711
$s_c = 1 + (N_q/N_c)(B'/L')$	1,3826
$s_y = 1 - 0,4(B'/L')$	0,7880

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE DEL CARICO LUNGO TERMINE

$D/B' < 1$	
$m = [2 + (B'/L')]/[1 + (B'/L')]$	1,6536
$i_q = \{1 - [H/(V + B'L'c' \text{ctg } \phi')]\}^m$	0,6519
$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \tan \phi')]$	0,6411
$i_y = \{1 - [H/(V + B'L'c' \text{ctg } \phi')]\}^{(m+1)}$	0,5032

FATTORI CORRETTIVI DI APPROFONDIMENTO LUNGO TERMINE

$D/B' < 1$	
$d_q = 1 + [2(D/B') \tan \phi' (1 - \text{sen } \phi')^2]$	1,4470
$d_c = d_q - [(1 - d_q)/(N_c \tan \phi')]$	1,1903
d_y	1

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE FONDAZIONE

VALORI UNITARI

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE DEL PIANO CAMPAGNA

VALORI UNITARI

CAPACITÀ PORTANTE PLATEA LUNGO TERMINE

q_{lim}	5393,00 kN/m ²
Q_{lim}	550857,00 kN
R_d	550857,00 kN
$E_d = 21935 * 1,5$ kN	32902,00 kN
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	16,74

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

3.1.3. TERRENO TIPO 3 – SABBIE

FATTORI DI CAPACITÀ PORTANTE LUNGO TERMINE

$N_q = \tan^2 (45 + \phi'/2) e^{\pi \tan \phi'}$	18,4011
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$	30,1396
$N_y = 2 (N_q - 1) \tan \phi'$	33,6475

FATTORI CORRETTIVI DI FORMA LUNGO TERMINE

$s_q = 1 + \tan \phi' (B'/L')$	1,3060
$s_c = 1 + (N_q/N_c)(B'/L')$	1,3236
$s_y = 1 - 0,4(B'/L')$	0,7880

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE DEL CARICO LUNGO TERMINE

$D/B' < 1$	
$m = [2 + (B'/L')]/[1 + (B'/L')]$	1,6536
$i_q = \{1 - [H/(V + B'L'c' \text{ctg } \phi')]\}^m$	0,6436
$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_c \tan \phi')]$	0,6231
$i_y = \{1 - [H/(V + B'L'c' \text{ctg } \phi')]\}^{(m+1)}$	0,4930

FATTORI CORRETTIVI DI APPROFONDIMENTO LUNGO TERMINE

$D/B' < 1$	
$d_q = 1 + [2(D/B') \tan \phi' (1 - \text{sen } \phi')^2]$	1,4120
$d_c = d_q - [(1 - d_q)/(N_c \tan \phi')]$	1,1903
d_y	1

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE FONDAZIONE

VALORI UNITARI

FATTORI CORRETTIVI DI INCLINAZIONE DEL PIANO CAMPAGNA

VALORI UNITARI

CAPACITÀ PORTANTE PLATEA LUNGO TERMINE

q_{lim}	2241,00 kN/m ²
Q_{lim}	228939,00 kN
R_d	228939,00 kN
$E_d = 21935 * 1,5$ kN	32902,00 kN
COEFFICIENTE DI SICUREZZA	6,96

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

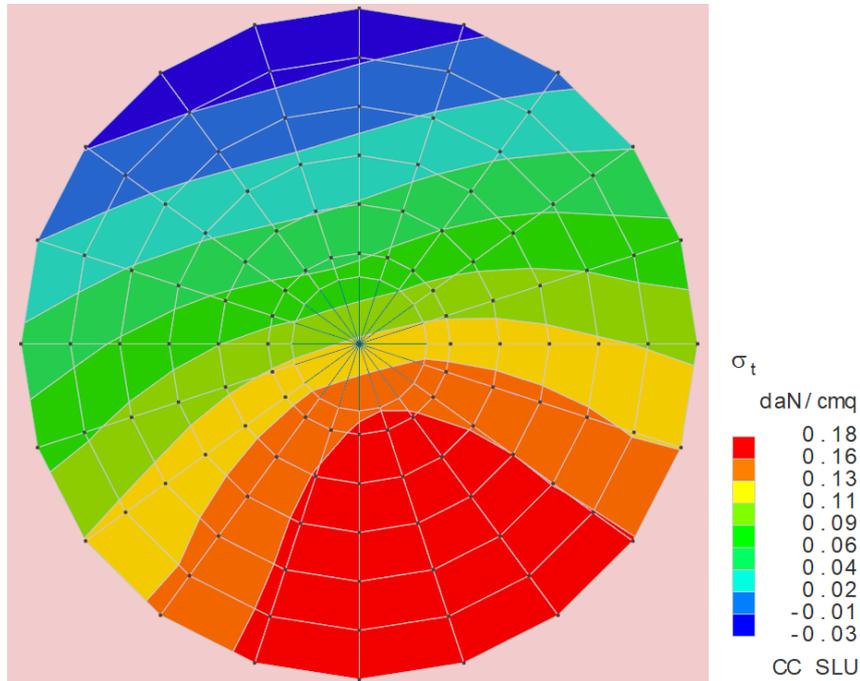


FIGURA 13: TENSIONI MASSIME SLU SUL TERRENO – FONDAZIONE DIRETTA SU SUOLO TIPO 1 – CALCARENITE

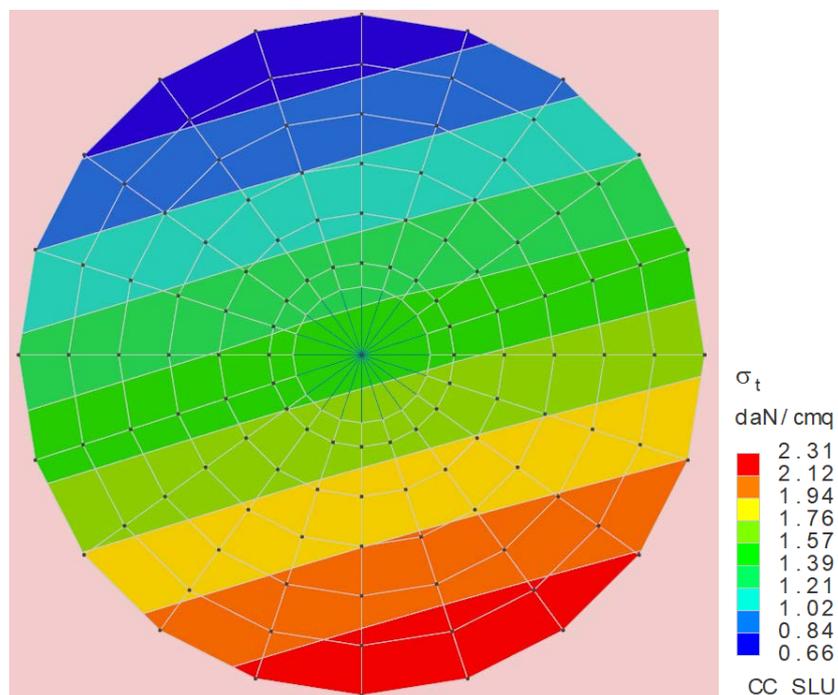


FIGURA 14: TENSIONI MASSIME SLU SUL TERRENO – FONDAZIONE DIRETTA SU SUOLO TIPO 2 – CALCARE

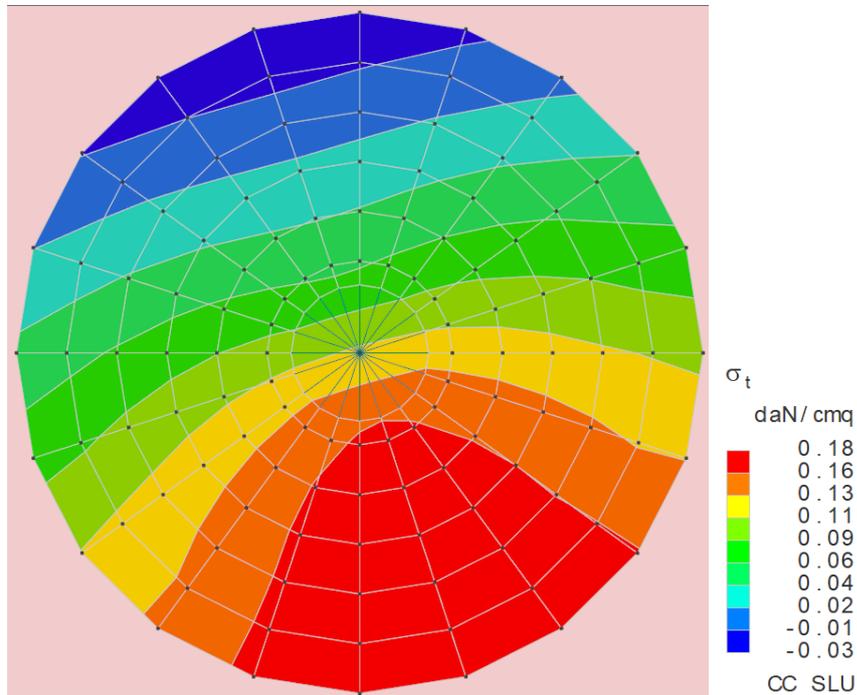


FIGURA 15: TENSIONI MASSIME SLU SUL TERRENO – FONDAZIONE DIRETTA SU SUOLO TIPO 2 – CALCARE

SI OSSERVA INFINE CHE QUANTO DETERMINATO NELLA PRESENTE RELAZIONE È FRUTTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRETTE CONDOTTE PER LA PRESENTE FASE PROGETTUALE. LA TIPOLOGIA DI FONDAZIONE (DIRETTA E INDIRETTA – PALI DI FONDAZIONE TRIVELLATI) IN FASE ESECUTIVA POSSONO SUBIRE MODIFICHE IN FUNZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE CHE SARANNO ESEGUITE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA.

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

NEL CORSO DELLA RELAZIONE SI È FATTO RIFERIMENTO A VARIE NORME E PUBBLICAZIONI TECNICHE ELENcate QUI DI SEGUITO. SI PRECISA CHE I NUMERI MANCANTI RIGUARDANO RIFERIMENTI CONTENUTI IN ARCHIVIO, NON UTILIZZATI NELLA PRESENTE RELAZIONE.

- [1] D.M. 14.01.2008 – NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2008
- [2] CIRCOLARE N. 617/C.S.LL.PP. DEL 02/02/2009
- [3] LEGGE 5 NOVEMBRE 1971 N. 1086 – NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA.
- [4] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 14 FEBBRAIO 1974, N.11951 – “APPLICAZIONE DELLE NORME SUL CEMENTO ARMATO”.
- [5] CIRCOLARE MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 25 GENNAIO 1975, N.13229 – “L’IMPIEGO DI MATERIALI CON ELEVATE CARATTERISTICHE DI RESISTENZA PER CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO.
- [6] • C.N.R. – UNI 10011-97 – “COSTRUZIONI DI ACCIAIO: ISTRUZIONI PER IL CALCOLO, L’ESECUZIONE, IL COLLAUDO E LA MANUTENZIONE”.
- [7] • OPCM 3274 D.D. 20/03/2003 S.M.I. – “PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA”, E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI (OPCM 3431 03/05/05).
- [8] D.M.LL.PP. 20 NOVEMBRE 1987 – “NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PER IL LORO CONSOLIDAMENTO”.
- [9] CIRC. MIN.LL.PP. N.11951 DEL 14 FEBBRAIO 1992 – CIRCOLARE ILLUSTRATIVA DELLA LEGGE N. 1086.
- [10] D.M. 14 FEBBRAIO 1992 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE, PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [11] CIRC. MIN.LL.PP. N.37406 DEL 24 GIUGNO 1993 – ISTRUZIONI RELATIVE ALLE NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN C.A. NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE DI CUI AL D.M. 14 FEBBRAIO 1992.
- [12] D.M. 9 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE.
- [13] CIRC. MIN. LL.PP. 15.10.1996 n.252 AA.GG./S.T.C. – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE «NORME TECNICHE PER IL CALCOLO E L’ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE» DI CUI AL D.M. 09.01.1996.
- [14] D.M. 16 GENNAIO 1996 – NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI
- [15] CIRC. MIN.LL.PP. N.156AA.GG./S.T.C. DEL 4 LUGLIO 1996 – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE “NORME TECNICHE RELATIVE AI CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI” DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996.
- [16] D.M. 16.1.1996 – NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE
- [17] CIRC. MIN. LL.PP. 10.4.1997, N. 65 – ISTRUZIONI PER L’APPLICAZIONE DELLE “NORME TECNICHE RELATIVE ALLE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE” DI CUI AL D.M. 16 GENNAIO 1996

- [18] EUROCODICE 1 – BASI DI CALCOLO ED AZIONI SULLE STRUTTURE
- [19] EUROCODICE 2 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI CALCESTRUZZO
- [20] EUROCODICE 3 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI ACCIAIO
- [21] EUROCODICE 4 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE COMPOSTE ACCIAIO-CALCESTRUZZO
- [22] EUROCODICE 5 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI LEGNO
- [23] EUROCODICE 6 – PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE DI MURATURA
- [24] EUROCODICE 7 – PROGETTAZIONE GEOTECNICA
- [25] EUROCODICE 8 – INDICAZIONI PROGETTUALI PER LA RESISTENZA SISMICA DELLE STRUTTURE

LECCE, FEBBRAIO 2018



ING. GIOVANNI LUCA D'AMATO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOTECNICA:

RELAZIONI DI CALCOLO E VERIFICA DELLE FONDAZIONI DIRETTE E PROFONDE ESEGUITE CON IL SOFTWARE MODEST VER. 8.10.

COMMITTENTE:

TOZZIgreen

Sommario

Introduzione..... 2
 Sistemi di riferimento 2
 Rotazioni e momenti 2
 Normativa di riferimento 2
 Unità di misura 3
 Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni..... 3
 Fondazioni profonde 3
 Geotecnica..... 4
 Elenco colonne stratigrafiche 4
 Elenco unità geotecniche 5
 Report grafico complessivo 5
Figura numero 3: Colonna stratigrafica numero 1 str_01 7
 Fondazioni superficiali..... 8
 Verifiche capacità portante 8
 Cedimenti 9
 Fondazioni profonde..... 10
 Verifiche capacità portante e cedimenti 10

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
 - asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
 - immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.
- La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo

Relazione di calcolo

delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.

- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.

- D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'Approccio 2.

- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

- UNI EN 1992-1-2 - Aprile 2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni

Fondazioni profonde

Generali	
Generali	
Calcolo capacità portante per carichi verticali	Secondo formule statiche
Considera capacità portante	Entrambe
Condizioni di calcolo per terreni coesivi sotto falda	Sia drenate che non drenate
Calcolo della profondità critica	No
Effettua calcolo elasto-plastico per cedimenti	Si
Effettua calcolo elasto-plastico per spostamenti orizzontali	Si
Rapporto di elasticità trazione/compressione pari a	1.00
Fattori di correlazione	1.70
Considera fattori di correlazione anche per carichi orizzontali	No
Considera peso del palo	No
Attrito laterale limite da prove in sito	
Correlato con prove CPT	No
Correlato con prove SPT	No
Fattore di riduzione attrito laterale per pali trivellati	No
Pressione limite alla base da prove in sito	
Correlata con prove CPT	No
Correlata con prove SPT	No
Fattore di riduzione pressione limite alla base per pali trivellati	No
Spostamenti orizzontali	
Spostamenti orizzontali	Risposta elastica in funzione della stratigrafia

Specifici		1
Attrito laterale limite		
Calcolo dell'attrito laterale limite		Si
-Condizioni non drenate		
-Calcolo di α		
-Pari a		
-A.G.I. (1984)		x
-A.P.I. (1984)		
-Viggiani (1999)		
-Olson e Dennis (1982)		
-Stas e Kulhavy (1984)		

Relazione di calcolo

-Skempton (1986)	
-Reese e O'Neill (1989)	
-Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali	No
-Iniezioni ripetute	x
-Unica iniezione	
-Condizioni drenate	
-Calcolo di β	
-Pari a	0.25
-Reese e O'Neill (1989)	
-Calcolato	
-Calcolo di k	
-Pari a	
-Dal rapporto con k_0 pari a	0.00
-Fleming (1985)	
-Calcolo di δ	
-Pari a <grad>	
-Dal rapporto con ϕ' pari a	0.00
-Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00
Calcolo dell'attrito laterale limite per trazione	
-Considera i risultati del calcolo per l'attrito laterale limite percompressione con un fattore di riduzione pari a	0.66
-Sowa (1970)	No
-Bowles (1991)	No
Considera l'effetto dell'attrito negativo	No
-Coefficiente di Lambe	
Pressione limite alla base	
Calcolo della pressione limite alla base del palo	Si
-Terzaghi (1943)	x
-Meyerhof (1963)	
-Hansen (1970)	
-Vesic (1975)	
-Berezantzev (1961)	
-Berezantzev (1965)	
-Stagg e Zienkiewicz (1968)	
-Relazione generale, coefficienti di capacità portante	
-In condizioni drenate	
- N_d	
- N_c	
-In condizioni non drenate	
- N_c	
-Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati	No
Cedimenti	
Risposta elastica laterale	
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x
-Coefficiente di influenza	4.00
-Pari a <daN/mq>	
Risposta elastica alla base	
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x
-Pari a <daN/mq>	
Spostamenti orizzontali	
Risposta elastica	
-Vesic (1961)	
-Broms (1964)	
-Glick (1948)	
-Chen (1978)	
-Pari a <daN/mq>	
-Dal modulo elastico	x
-Coefficiente effetto tridimensionale	2.00
Resistenza limite	
-Calcolata dai parametri plastici	x
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per attrito	3.00
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per coesione	4.00
-Pari a <daN/mq>	

Geotecnica

Elenco colonne stratigrafiche

Simbologia

- St. = Strato
- z = Profondità della superficie superiore dello strato
- Unità geotecnica = Unità geotecnica
- Class. = Classificazione
- Coes. = Coesivo
- Inc. = Incoerente
- Roc. = Roccia

Relazione di calcolo

N. c. = Non classificato

Colonna stratigrafica numero 1

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.
1	0.00	1 Calcarenite	Roc.

Falda non presente

Elenco unità geotecniche

1 Calcarenite:

Classificazione: Roccia

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1940.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 1940.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 30.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 200.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.50$

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 55000000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 18970000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 1.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.45$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 37930000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

Report grafico complessivo

Colonna stratigrafica numero 1

Simbologia

St.	= Strato
z	= Profondità della superficie superiore dello strato
Unità geotecnica	= Unità geotecnica
Class.	= Classificazione
	Coes. = Coesivo
	Inc. = Incoerente
	Roc. = Roccia
	N. c. = Non classificato
γ	= Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	= Peso specifico del terreno saturo
D_r	= Densità relativa
I_p	= Indice di plasticità
ϕ'	= Angolo di attrito efficace
c'	= Coesione efficace
c_u	= Coesione non drenata
OCR	= Grado di sovraconsolidazione
κ_0	= Coeff. di spinta a riposo
Crit.	= Criterio di progetto

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	1 Calcarenite	Roc.	1940.00	1940.00			30.00	200.00			0.50	1

Simbologia

St.	= Strato
z	= Profondità della superficie superiore dello strato
Unità geotecnica	= Unità geotecnica
Class.	= Classificazione
	Coes. = Coesivo
	Inc. = Incoerente
	Roc. = Roccia
	N. c. = Non classificato
γ	= Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	= Peso specifico del terreno saturo
D_r	= Densità relativa
I_p	= Indice di plasticità
ϕ'	= Angolo di attrito efficace
c'	= Coesione efficace
c_u	= Coesione non drenata
OCR	= Grado di sovraconsolidazione

Relazione di calcolo

K_0 = Coeff. di spinta a riposo
 Crit. = Criterio di progetto

St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k_j	v	E_{ed} <daN/mq>	E_u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	55000000.00	18970000.00	1.00	0.45	37930000.00	0.00	1

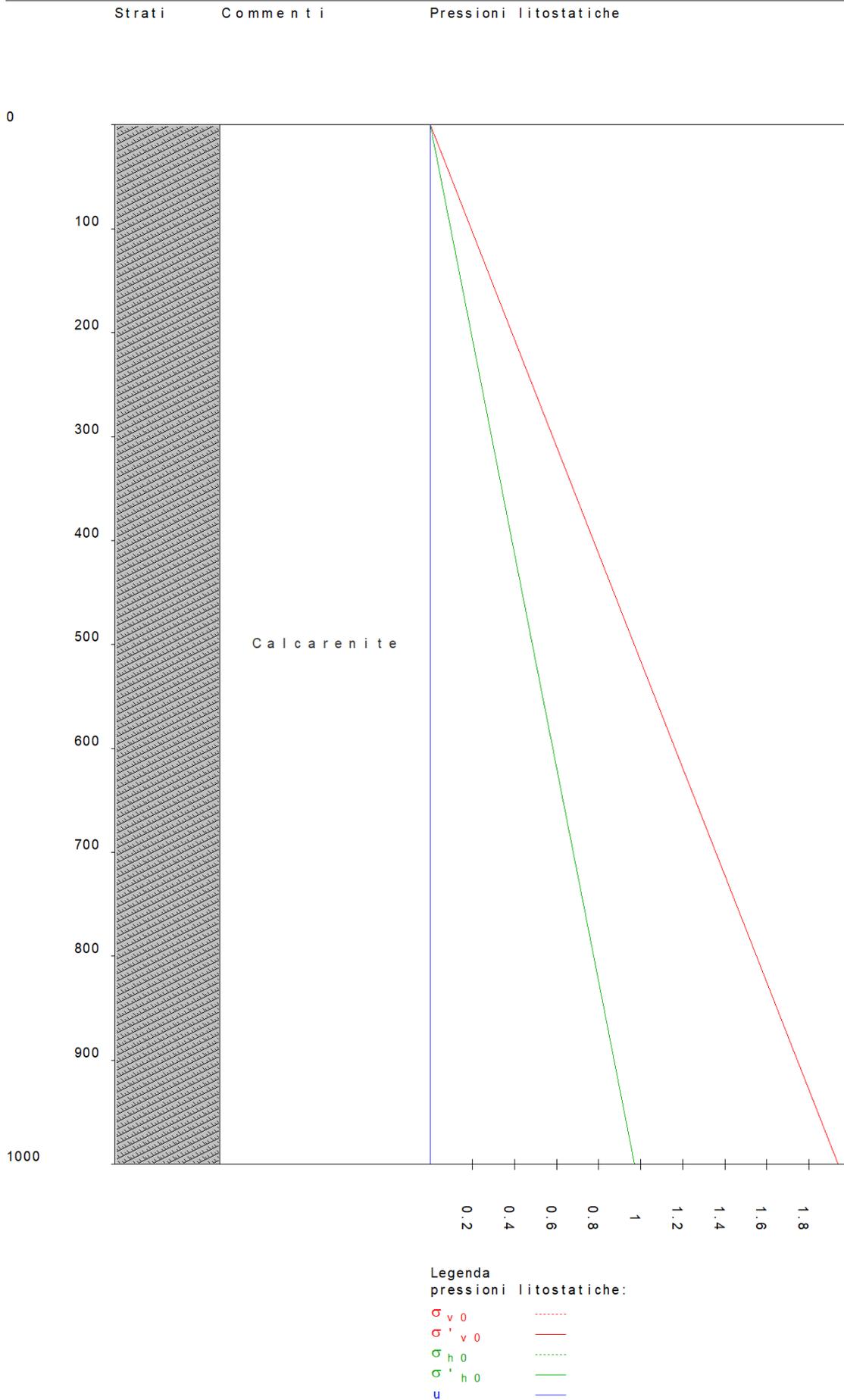


Figura numero 3: Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Relazione di calcolo

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 1.00;$
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.30;$
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00;$
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50;$
Variabili, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00;$
Variabili, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50.$

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_M = 1.00;$
Coesione efficace	$\gamma_M = 1.00;$
Coesione non drenata	$\gamma_M = 1.00;$

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante	$\gamma_R = 2.30;$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.10;$

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni profonde:

Per pali infissi:

Resistenza alla base	$\gamma_{R,b} = 1.15;$
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{R,s} = 1.15;$
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{R,t} = 1.25;$

Per pali trivellati:

Resistenza alla base	$\gamma_{R,b} = 1.35;$
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{R,s} = 1.15;$
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{R,t} = 1.25;$

Per pali ad elica continua:

Resistenza alla base	$\gamma_{R,b} = 1.30;$
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{R,s} = 1.15;$
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{R,t} = 1.25;$

Fattore di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica desumibile dai criteri di progetto.

Fondazioni superficiali

Simbologia

B	= Base della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione ($L > B$)
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
β	= Inclinazione del piano di campagna
η	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
γ_z	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,f}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
φ'_x	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
c'_z	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
N_q	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
N_c	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_g	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
b_q	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
b_c	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_g	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	= Sforzo normale
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
B'	= Base della fondazione reagente
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
s_q	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale
s_c	= Fattore di forma relativo alla coesione
s_g	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
i_q	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
i_c	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i_g	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
q_{lim}	= Pressione limite
R_d	= Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic.	= Sicurezza a rottura

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Relazione di calcolo

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1939.99$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,f}=0.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=30.00$ <grad> $c'_r=200.00$ <daN/mq>
 $N_q=18.40$ $N_c=30.14$ $N_g=20.09$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
17	282577.00	-999849.00	3455440.00	284178.00	-820291.00	12.18	15.17	1.40	1.42	0.76	1.00	1.00	1.00	188821.00	15169500.00	53.68

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1939.99$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,f}=0.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=30.00$ <grad> $c'_r=200.00$ <daN/mq>
 $N_q=18.40$ $N_c=30.14$ $N_g=20.09$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	237534.00	-206458.00	-61833.40	49032.60	17645.90	16.77	17.84	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243671.00	31687800.00	133.40
3	237534.00	-206401.00	62024.40	50648.80	-12258.50	16.75	17.89	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243779.00	31756600.00	133.69
5	237534.00	206401.00	-62024.40	-50648.80	12258.50	16.75	17.89	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243779.00	31756600.00	133.69
7	237534.00	206458.00	61833.40	-49032.50	-17645.90	16.77	17.84	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243671.00	31687800.00	133.40
9	237534.00	-62024.40	-206401.00	12258.50	50648.80	17.08	17.56	1.49	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244863.00	31925700.00	134.41
11	237534.00	61833.40	-206458.00	-17646.00	-49032.60	17.03	17.58	1.48	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244558.00	31825900.00	133.99
13	237534.00	-61833.40	206458.00	17646.00	-49032.60	17.03	17.58	1.48	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244558.00	31825900.00	133.99
15	237534.00	62024.40	206401.00	-12258.40	-50648.80	17.08	17.56	1.49	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244863.00	31925700.00	134.41

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

B = Base della fondazione
L = Lunghezza della fondazione (L>B)
D = Profondità del piano di posa della fondazione
H = Spessore del terreno responsabile del cedimento
 E_r = Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
 ν_r = Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione
 I_s = Coefficiente di influenza
 I_f = Coefficiente di profondità
kw = Costante di sottofondo
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N = Sforzo normale
 q_{es} = Pressione di esercizio
Ced = Cedimento calcolato

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> H=85.89 <m> $E_r=7113000.00$ <daN/mq> $\nu_r=0.45$
 $I_s=0.51$ $I_f=1.00$ kw=508144.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q_{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	237534.00	768.68	0.15
2	237534.00	768.68	0.15
3	237534.00	768.68	0.15
4	237534.00	768.68	0.15
5	237534.00	768.67	0.15
6	237534.00	768.68	0.15
7	237534.00	768.68	0.15
8	237534.00	768.68	0.15
9	237534.00	768.68	0.15
10	237534.00	768.68	0.15
11	237534.00	768.68	0.15
12	237534.00	768.68	0.15
13	237534.00	768.68	0.15
14	237534.00	768.68	0.15
15	237534.00	768.67	0.15
16	237534.00	768.68	0.15

Relazione di calcolo

17	282577.00	914.44	0.18
18	216121.00	699.38	0.14
19	215976.00	698.91	0.14
20	215940.00	698.80	0.14

Fondazioni profonde

Simbologia

- Dp = Diametro pali
- Lp = Lunghezza pali
- Wp = Peso del palo
- D = Profondità della testa del palo
- QS_{lim} = Resistenza laterale di progetto per compressione
- QS_{lim,t} = Resistenza laterale di progetto per trazione
- q_p = Pressione limite alla base del palo
- QP_{lim} = Resistenza di progetto alla base del palo
- k_p = Risposta elastica alla base del palo
- Zp = Profondità del tratto di integrazione
- τ_s = Attrito laterale limite per compressione
- τ_{s,t} = Attrito laterale limite per trazione
- k_s = Risposta elastica laterale per compressione
- k_{s,t} = Risposta elastica laterale per trazione
- σ_h = Pressione limite per carichi orizzontali
- k_h = Risposta elastica per carichi orizzontali
- Caso = Caso di verifica
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- N = Sforzo normale
- Ced = Cedimento calcolato
- SicV = Sicurezza a rottura verticale
- T = Taglio in testa
- M = Momento flettente
- Sps = Spostamento
- SicO = Sicurezza a rottura orizzontale

Verifiche capacità portante e cedimenti

Palo n. 341

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ _s <daN/cmq>	τ _{s,t} <daN/cmq>	k _s <daN/cmcm>	k _{s,t} <daN/cmcm>	σ _h <daN/cmcm>	k _h <daN/cmcm>
0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	0.91	28.62	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 QS_{lim,t}=486979.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cmcm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cmcm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-353489.00	0.15	2.78	0.00	8767.81	0.02	>1
2	2	-358723.00	0.15	--	0.00	8521.62	0.01	--
3	3	-339733.00	0.14	2.89	0.00	9134.11	0.02	>1
4	4	-352324.00	0.14	--	0.00	8707.81	0.02	--
5	5	-386814.00	0.16	2.54	0.00	7668.71	0.01	>1
6	6	-374223.00	0.16	--	0.00	8023.29	0.01	--
7	7	-373057.00	0.16	2.64	0.00	8163.12	0.01	>1
8	8	-367824.00	0.15	--	0.00	8237.47	0.01	--
9	9	-381203.00	0.16	2.58	0.00	7878.42	0.01	>1
10	10	-371613.00	0.15	--	0.00	8112.32	0.01	--
11	11	-391200.00	0.17	2.51	0.00	7497.04	0.01	>1
12	12	-376263.00	0.16	--	0.00	7952.36	0.01	--
13	13	-335346.00	0.14	2.93	0.00	9241.73	0.02	>1
14	14	-350284.00	0.14	--	0.00	8764.91	0.02	--

Relazione di calcolo

15	15	-345344.00	0.14	2.85	0.00	8989.74	0.02	>1
16	16	-354934.00	0.15	--	0.00	8633.01	0.02	--
17	17	31459.30	-0.01	7.28	0.00	25838.20	0.05	>1
18	18	-21652.10	0.01	--	0.00	18116.40	0.03	--
19	19	-268529.00	0.10	--	0.00	9593.91	0.02	--
20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 353

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 K_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-387604.00	0.16	2.54	0.00	7638.31	0.01	>1
2	2	-374590.00	0.16	--	0.00	8010.60	0.01	--
3	3	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.08	0.01	>1
4	4	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.14	0.01	--
5	5	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.43	0.02	>1
6	6	-349513.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
7	7	-338943.00	0.14	2.90	0.00	9153.80	0.02	>1
8	8	-351957.00	0.14	--	0.00	8718.17	0.02	--
9	9	-362605.00	0.15	2.71	0.00	8499.02	0.01	>1
10	10	-362963.00	0.15	--	0.00	8392.04	0.01	--
11	11	-346431.00	0.14	2.84	0.00	8960.97	0.02	>1
12	12	-355440.00	0.15	--	0.00	8618.33	0.02	--
13	13	-380116.00	0.16	2.59	0.00	7917.71	0.01	>1
14	14	-371108.00	0.15	--	0.00	8129.28	0.01	--
15	15	-363942.00	0.15	2.70	0.00	8458.17	0.01	>1
16	16	-363584.00	0.15	--	0.00	8372.82	0.01	--
17	17	-707520.00	0.38	1.39	0.00	19917.20	0.04	>1
18	18	-514305.00	0.24	--	0.00	13375.80	0.02	--
19	19	-367060.00	0.15	--	0.00	6971.45	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 337

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 K_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-386810.00	0.16	2.54	0.00	7669.09	0.01	>1
2	2	-374221.00	0.16	--	0.00	8023.46	0.01	--
3	3	-373051.00	0.16	2.64	0.00	8163.68	0.01	>1
4	4	-367821.00	0.15	--	0.00	8237.74	0.01	--

Relazione di calcolo

5	5	-353496.00	0.15	2.78	0.00	8767.27	0.02	>1
6	6	-358725.00	0.15	--	0.00	8521.36	0.01	--
7	7	-339737.00	0.14	2.89	0.00	9133.78	0.02	>1
8	8	-352326.00	0.14	--	0.00	8707.65	0.02	--
9	9	-391202.00	0.17	2.51	0.00	7496.82	0.01	>1
10	10	-376264.00	0.16	--	0.00	7952.27	0.01	--
11	11	-381208.00	0.16	2.58	0.00	7877.94	0.01	>1
12	12	-371615.00	0.15	--	0.00	8112.09	0.01	--
13	13	-345338.00	0.14	2.85	0.00	8990.18	0.02	>1
14	14	-354931.00	0.15	--	0.00	8633.22	0.02	--
15	15	-335344.00	0.14	2.93	0.00	9241.91	0.02	>1
16	16	-350283.00	0.14	--	0.00	8765.00	0.02	--
17	17	-128358.00	0.05	7.66	0.00	27153.00	0.05	>1
18	18	-128197.00	0.05	--	0.00	18786.30	0.03	--
19	19	-289838.00	0.11	--	0.00	9215.78	0.02	--
20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 345

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.42	0.02	>1
2	2	-349514.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
3	3	-338947.00	0.14	2.90	0.00	9153.49	0.02	>1
4	4	-351959.00	0.14	--	0.00	8718.02	0.02	--
5	5	-387600.00	0.16	2.54	0.00	7638.67	0.01	>1
6	6	-374588.00	0.16	--	0.00	8010.76	0.01	--
7	7	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.09	0.01	>1
8	8	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.15	0.01	--
9	9	-346426.00	0.14	2.84	0.00	8961.43	0.02	>1
10	10	-355437.00	0.15	--	0.00	8618.55	0.02	--
11	11	-362598.00	0.15	2.71	0.00	8499.60	0.01	>1
12	12	-362960.00	0.15	--	0.00	8392.31	0.01	--
13	13	-363949.00	0.15	2.70	0.00	8457.59	0.01	>1
14	14	-363588.00	0.15	--	0.00	8372.55	0.01	--
15	15	-380122.00	0.16	2.59	0.00	7917.21	0.01	>1
16	16	-371110.00	0.15	--	0.00	8129.05	0.01	--
17	17	-448930.00	0.20	2.19	0.00	25759.00	0.05	>1
18	18	-341912.00	0.14	--	0.00	17538.80	0.03	--
19	19	-332581.00	0.13	--	0.00	8176.62	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 347

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Relazione di calcolo

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-339737.00	0.14	2.89	0.00	9133.78	0.02	>1
2	2	-352326.00	0.14	--	0.00	8707.65	0.02	--
3	3	-353496.00	0.15	2.78	0.00	8767.27	0.02	>1
4	4	-358725.00	0.15	--	0.00	8521.36	0.01	--
5	5	-373051.00	0.16	2.64	0.00	8163.68	0.01	>1
6	6	-367821.00	0.15	--	0.00	8237.74	0.01	--
7	7	-386810.00	0.16	2.54	0.00	7669.09	0.01	>1
8	8	-374221.00	0.16	--	0.00	8023.46	0.01	--
9	9	-335344.00	0.14	2.93	0.00	9241.91	0.02	>1
10	10	-350283.00	0.14	--	0.00	8765.00	0.02	--
11	11	-345338.00	0.14	2.85	0.00	8990.18	0.02	>1
12	12	-354931.00	0.15	--	0.00	8633.22	0.02	--
13	13	-381208.00	0.16	2.58	0.00	7877.94	0.01	>1
14	14	-371615.00	0.15	--	0.00	8112.09	0.01	--
15	15	-391202.00	0.17	2.51	0.00	7496.82	0.01	>1
16	16	-376264.00	0.16	--	0.00	7952.27	0.01	--
17	17	-735238.00	0.40	1.34	0.00	18897.20	0.03	>1
18	18	-532784.00	0.25	--	0.00	12658.20	0.02	--
19	19	-370755.00	0.15	--	0.00	6814.99	0.01	--
20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 335

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>

q_p=122.95 <daN/cm>

QP_{lim}=1390480.00 <daN>

k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.09	0.01	>1
2	2	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.15	0.01	--
3	3	-387600.00	0.16	2.54	0.00	7638.67	0.01	>1
4	4	-374588.00	0.16	--	0.00	8010.76	0.01	--
5	5	-338947.00	0.14	2.90	0.00	9153.49	0.02	>1
6	6	-351959.00	0.14	--	0.00	8718.02	0.02	--
7	7	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.41	0.02	>1
8	8	-349514.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
9	9	-380122.00	0.16	2.59	0.00	7917.21	0.01	>1
10	10	-371110.00	0.15	--	0.00	8129.05	0.01	--
11	11	-363949.00	0.15	2.70	0.00	8457.59	0.01	>1
12	12	-363588.00	0.15	--	0.00	8372.55	0.01	--
13	13	-362598.00	0.15	2.71	0.00	8499.60	0.01	>1
14	14	-362960.00	0.15	--	0.00	8392.31	0.01	--
15	15	-346426.00	0.14	2.84	0.00	8961.43	0.02	>1
16	16	-355437.00	0.15	--	0.00	8618.55	0.02	--
17	17	-414667.00	0.18	2.37	0.00	26173.40	0.05	>1
18	18	-319070.00	0.13	--	0.00	17847.00	0.03	--
19	19	-328013.00	0.13	--	0.00	8308.80	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 343

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Relazione di calcolo

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm²>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-338943.00	0.14	2.90	0.00	9153.80	0.02	>1
2	2	-351957.00	0.14	--	0.00	8718.17	0.02	--
3	3	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.43	0.02	>1
4	4	-349513.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
5	5	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.08	0.01	>1
6	6	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.14	0.01	--
7	7	-387604.00	0.16	2.54	0.00	7638.31	0.01	>1
8	8	-374590.00	0.16	--	0.00	8010.60	0.01	--
9	9	-363942.00	0.15	2.70	0.00	8458.17	0.01	>1
10	10	-363584.00	0.15	--	0.00	8372.82	0.01	--
11	11	-380116.00	0.16	2.59	0.00	7917.71	0.01	>1
12	12	-371108.00	0.15	--	0.00	8129.28	0.01	--
13	13	-346431.00	0.14	2.84	0.00	8960.97	0.02	>1
14	14	-355440.00	0.15	--	0.00	8618.33	0.02	--
15	15	-362605.00	0.15	2.71	0.00	8499.02	0.01	>1
16	16	-362963.00	0.15	--	0.00	8392.04	0.01	--
17	17	-156077.00	0.06	6.30	0.00	27240.70	0.05	>1
18	18	-146676.00	0.05	--	0.00	18813.80	0.03	--
19	19	-293534.00	0.11	--	0.00	9141.23	0.02	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 351

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm²>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-373057.00	0.16	2.64	0.00	8163.12	0.01	>1
2	2	-367824.00	0.15	--	0.00	8237.47	0.01	--
3	3	-386814.00	0.16	2.54	0.00	7668.71	0.01	>1
4	4	-374223.00	0.16	--	0.00	8023.29	0.01	--
5	5	-339733.00	0.14	2.89	0.00	9134.11	0.02	>1
6	6	-352324.00	0.14	--	0.00	8707.81	0.02	--
7	7	-353489.00	0.15	2.78	0.00	8767.81	0.02	>1
8	8	-358723.00	0.15	--	0.00	8521.62	0.01	--
9	9	-345344.00	0.14	2.85	0.00	8989.74	0.02	>1
10	10	-354934.00	0.15	--	0.00	8633.01	0.02	--
11	11	-335346.00	0.14	2.93	0.00	9241.73	0.02	>1
12	12	-350284.00	0.14	--	0.00	8764.91	0.02	--
13	13	-391200.00	0.17	2.51	0.00	7497.04	0.01	>1
14	14	-376263.00	0.16	--	0.00	7952.36	0.01	--
15	15	-381203.00	0.16	2.58	0.00	7878.42	0.01	>1
16	16	-371613.00	0.15	--	0.00	8112.32	0.01	--
17	17	-895055.00	0.54	1.10	0.00	9342.80	0.02	>1
18	18	-639329.00	0.32	--	0.00	5836.66	0.01	--
19	19	-392064.00	0.17	--	0.00	5770.30	0.01	--

Relazione di calcolo

20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--
----	----	------------	------	----	------	---------	------	----

Palo n. 339

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	$\tau_{s,t}$ <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	$k_{s,t}$ <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	0.91	28.62	28.62	49.17	331.96

QS_{im}=737847.00 <daN>
 QS_{im,t}=486979.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cmq>
 QP_{im}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-371773.00	0.15	2.64	0.00	8206.47	0.01	>1
2	2	-367227.00	0.15	--	0.00	8257.00	0.01	--
3	3	-354767.00	0.15	2.77	0.00	8731.48	0.02	>1
4	4	-359317.00	0.15	--	0.00	8503.77	0.01	--
5	5	-371780.00	0.15	2.64	0.00	8205.90	0.01	>1
6	6	-367230.00	0.15	--	0.00	8256.73	0.01	--
7	7	-354774.00	0.15	2.77	0.00	8730.93	0.02	>1
8	8	-359320.00	0.15	--	0.00	8503.52	0.01	--
9	9	-391615.00	0.17	2.51	0.00	7480.36	0.01	>1
10	10	-376456.00	0.16	--	0.00	7945.56	0.01	--
11	11	-391617.00	0.17	2.51	0.00	7480.18	0.01	>1
12	12	-376457.00	0.16	--	0.00	7945.48	0.01	--
13	13	-334929.00	0.14	2.94	0.00	9251.88	0.02	>1
14	14	-350090.00	0.14	--	0.00	8770.35	0.02	--
15	15	-334931.00	0.14	2.94	0.00	9251.73	0.02	>1
16	16	-350091.00	0.14	--	0.00	8770.28	0.02	--
17	17	42046.60	-0.02	5.45	0.00	25701.20	0.05	>1
18	18	-14593.90	0.01	--	0.00	18041.10	0.03	--
19	19	-267118.00	0.10	--	0.00	9616.27	0.02	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 349

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cmq>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{im}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cmq>
 QP_{im}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-354774.00	0.15	2.77	0.00	8730.93	0.02	>1
2	2	-359320.00	0.15	--	0.00	8503.52	0.01	--
3	3	-371780.00	0.15	2.64	0.00	8205.90	0.01	>1
4	4	-367230.00	0.15	--	0.00	8256.73	0.01	--
5	5	-354767.00	0.15	2.77	0.00	8731.48	0.02	>1
6	6	-359317.00	0.15	--	0.00	8503.77	0.01	--
7	7	-371773.00	0.15	2.64	0.00	8206.47	0.01	>1
8	8	-367227.00	0.15	--	0.00	8257.00	0.01	--

Relazione di calcolo

9	9	-334931.00	0.14	2.94	0.00	9251.73	0.02	>1
10	10	-350091.00	0.14	--	0.00	8770.28	0.02	--
11	11	-334929.00	0.14	2.94	0.00	9251.88	0.02	>1
12	12	-350090.00	0.14	--	0.00	8770.35	0.02	--
13	13	-391617.00	0.17	2.51	0.00	7480.18	0.01	>1
14	14	-376457.00	0.16	--	0.00	7945.48	0.01	--
15	15	-391615.00	0.17	2.51	0.00	7480.36	0.01	>1
16	16	-376456.00	0.16	--	0.00	7945.56	0.01	--
17	17	-905643.00	0.55	1.09	0.00	8180.94	0.01	>1
18	18	-646387.00	0.33	--	0.00	4960.09	0.01	--
19	19	-393476.00	0.17	--	0.00	5690.27	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Sommario

Introduzione.....	2
Sistemi di riferimento	2
Rotazioni e momenti	2
Normativa di riferimento	2
Unità di misura	3
Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni.....	3
Fondazioni superficiali	3
Fondazioni profonde	4
Caratterizzazione	5
Geotecnica.....	7
Elenco colonne stratigrafiche	7
Elenco unità geotecniche	7
Report grafico complessivo	7
<i>Figura numero 3: Colonna stratigrafica numero 1 str_01</i>	9
Fondazioni superficiali.....	10
Verifiche capacità portante	10
Cedimenti	11

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
 - asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
 - immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.
- La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo

Relazione di calcolo

delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.

- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.

- D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'Approccio 2.

- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

- UNI EN 1992-1-2 - Aprile 2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni

Fondazioni superficiali

Generali	
Generali	
Condizioni di calcolo per terreni coesivi sottofalda	Sia drenate che non drenate
Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00
Calcolo di a_u dal rapporto con c_u	1.00
Calcolo di σ' dal rapporto con ϕ'	1.00
Considera l'angolo di attrito in deformazione piana per fondazioni nastriformi	No
Calcolo dei parametri rappresentativi per terreni stratificati	Media pesata
-Calcola i valori medi dell'angolo di attrito secondo la sua tangente	No
Capacità portante in condizioni statiche	
Calcolo della capacità portante per rottura generale	Indicazioni EC7 (Allegato D)
-Combinazione dei fattori di forma e di inclinazione del carico	Considera solo i fattori di forma
-Considera il fattore di riduzione per platee	No
-Considera gli effetti dell'eccentricità del carico con un unico fattore riduttivo	No
Considera eccentricità e inclinazione dei carichi attraverso domini di interazione	No
-Parametro correttivo del momento	0.00
-Parametro correttivo del carico orizzontale	0.00
Calcolo della capacità portante per rottura locale	No
	Vesic (1975)
Calcolo della capacità portante per rottura per punzonamento	No
Calcolo della capacità portante per scorrimento	No
-Percentuale di carico orizzontale assorbito dai cordoli <%>	0.00
-Percentuale di spinta passiva mobilitata <%>	0.00
Calcolo della capacità portante per sollevamento	No
Capacità portante in condizioni sismiche	
Calcolo della capacità portante per rottura generale	Metodo scelto per le condizioni statiche
Riduzione dell'angolo d'attrito per terreni incoerenti ben addensati	No
Calcolo della capacità portante per scorrimento	No
-Percentuale di carico orizzontale assorbito dai cordoli <%>	0.00
-Percentuale di spinta passiva mobilitata <%>	0.00
Cedimenti	
Cedimenti	Bowles
-Spessore del terreno responsabile del cedimento	
-Dal rapporto con le dimensioni della fondazione pari a	5.00
Considera pressioni di esercizio al netto delle tensioni litostatiche	No

Relazione di calcolo

Calcola costante di sottofondo per pressioni di esercizio	No
Limita costante di sottofondo ad un valore	No

Fondazioni profonde

Generali	
Generali	
Calcolo capacità portante per carichi verticali	Secondo formule statiche
Considera capacità portante	Entrambe
Condizioni di calcolo per terreni coesivi sotto falda	Sia drenate che non drenate
Calcolo della profondità critica	No
Effettua calcolo elasto-plastico per cedimenti	Si
Effettua calcolo elasto-plastico per spostamenti orizzontali	Si
Rapporto di elasticità trazione/compressione pari a	1.00
Fattori di correlazione	1.70
Considera fattori di correlazione anche per carichi orizzontali	No
Considera peso del palo	No
Attrito laterale limite da prove in sito	
Correlato con prove CPT	No
Correlato con prove SPT	No
Fattore di riduzione attrito laterale per pali trivellati	No
Pressione limite alla base da prove in sito	
Correlata con prove CPT	No
Correlata con prove SPT	No
Fattore di riduzione pressione limite alla base per pali trivellati	No
Spostamenti orizzontali	
Spostamenti orizzontali	Risposta elastica in funzione della stratigrafia

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Specifici										
Attrito laterale limite										
Calcolo dell'attrito laterale limite	Si									
-Condizioni non drenate										
-Calcolo di α										
-Pari a										
-A.G.I. (1984)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-A.P.I. (1984)										
-Viggiani (1999)										
-Olson e Dennis (1982)										
-Stas e Kulhavy (1984)										
-Skempton (1986)										
-Reese e O'Neill (1989)										
-Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali	No									
-Iniezioni ripetute	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Unica iniezione										
-Condizioni drenate										
-Calcolo di β										
-Pari a	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
-Reese e O'Neill (1989)										
-Calcolato										
-Calcolo di k										
-Pari a										
-Dal rapporto con k_0 pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Fleming (1985)										
-Calcolo di δ										
-Pari a $\langle \text{grad} \rangle$										
-Dal rapporto con ϕ' pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Calcolo dell'attrito laterale limite per trazione										
-Considera i risultati del calcolo per l'attrito laterale limite per compressione con un fattore di riduzione pari a	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
-Sowa (1970)	No									
-Bowles (1991)	No									
Considera l'effetto dell'attrito negativo	No									
-Coefficiente di Lambe										
Pressione limite alla base										
Calcolo della pressione limite alla base del palo	Si									
-Terzaghi (1943)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Meyerhof (1963)										
-Hansen (1970)										

Relazione di calcolo

-Vesic (1975)											
-Berezantzev (1961)											
-Berezantzev (1965)											
-Stagg e Zienkiewicz (1968)											
-Relazione generale, coefficienti di capacità portante											
-In condizioni drenate											
-N _q											
-N _c											
-In condizioni non drenate											
-N _c											
-Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati	No										
Cedimenti											
Risposta elastica laterale											
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Coefficiente di influenza	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
-Pari a <daN/mq>											
Risposta elastica alla base											
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Pari a <daN/mq>											
Spostamenti orizzontali											
Risposta elastica											
-Vesic (1961)											
-Broms (1964)											
-Glick (1948)											
-Chen (1978)											
-Pari a <daN/mq>											
-Dal modulo elastico	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Coefficiente effetto tridimensionale	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Resistenza limite											
-Calcolata dai parametri plastici	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per attrito	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per coesione	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
-Pari a <daN/mq>											

Caratterizzazione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Specifici										
Informazioni preliminari										
Coefficiente di uniformità	No									
-Pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Definizione della composizione granulometrica, per terreni incoerenti	No									
-Sabbia fine uniforme	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Sabbia fine ben gradata - sabbia media uniforme										
-Sabbia media ben gradata - sabbia grossa uniforme										
-Sabbia e ghiaia - ghiaia media										
Definizione indici compressibilità edometrica, per terreni coesivi	No									
-Indice di compressione (Cc)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Indice di ricomprensione (Cr)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-Considera incremento preconsolidazione costante	No									
-Pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Correggi NSPT se la misura è sottofalda	No									
Densità relativa										
Correlata con prove SPT										
-Terzaghi e Peck (1948)	Si									
-Gibbs e Holtz (1957)	No									
-Meyerhof (1957)	No									
-Schultze e Menzenbach (1961)	No									
-Bazaara (1967)	No									
-Marcuson e Bieganousky (1977)	No									
-Skempton (1986)	No									
Correlata con prove CPT										
-Schmertmann (1976)	Si									
-Jamiolkowski et al. (1985)	No									
-Baldi et al. (1986)	No									
Elaborazione dei risultati										
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore										
Angolo d'attrito										
Correlato con prove SPT										
-Terzaghi e Peck (1948)	Si									
-Schmertmann (1975)	No									

Relazione di calcolo

-Wolff (1989)	No									
-Hatanaka e Uchida (1996)	No									
-Road Bridge Specification	No									
-Owasaki e Iwasaki	No									
-Japanese National Railway	No									
-Peck-Hanson e Thornburn	No									
-De Mello	No									
Correlato con prove CPT										
-Robertson e Campanella (1983)	Si									
-Durgunoglu e Mitchell	No									
-Caquot	No									
Correlata con proprietà indice										
-In funzione della densità relativa, per terreni incoerenti	No									
-In funzione dell'indice di plasticità, per terreni coesivi	No									
Elaborazione dei risultati										
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore										
Coesione non drenata										
Correlata con prove SPT										
-Hara et al. (1971)	Si									
-Stroud (1974)	No									
Correlata con prove CPT										
-Mayne e Kemper (1988)	Si									
-Lunne e Eide	No									
Correlata con proprietà indice										
-Bjerrum e Simons (1960)	No									
-Skempton (1953)	No									
-Calcolata da $\sigma'v_0$ con moltiplicatore pari a	No									
Pari a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Elaborazione dei risultati										
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore										
Caratteristiche litostatiche										
Grado di sovraconsolidazione										
-Correlato con prove SPT										
-Mayne e Kemper (1988)	No									
-Correlato con prove CPT										
-Mayne e Kemper (1988)	No									
-Elaborazione dei risultati										
-Valore medio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Valore minore										
Coefficiente di spinta a riposo										
-Calcolo di k_0 (NC)										
-Jaky (1936)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Brooker e Ireland (1965)										
-Alpan (1967)										
-Massarsch (1979)										
-Correlato con Dr										
-Calcolato dal coefficiente di Poisson										
-Calcolo di α										
-Pari a										
-Kulhawy (1989)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Alpan (1967) per terreni coesivi										
-Alpan (1967) per terreni incoerenti										
-Correlato con Dr										
Parametri elastici										
Correlati con prove GFS										
Correlati con prove SPT										
-Stroud e Butler (1975)										
-Stroud (1989)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
-Schmertmann (1978)										
-Farrent										
-Menzenbach e Malcev										
-D'Appolonia										
-Schulze e Menzenbach										
-Crespellani e Vannucchi										
-Ohsaki e Iwasaki, per sabbie										
-Ohsaki e Iwasaki, per sabbie con fini										
Correlati con prove CPT										
-Schmertmann (1977)										
-Robertson e Campanella (1983)										
-Kulhawy e Mayne (1990)										
-Rix e Stokoe (1992)										
-Mayne e Rix (1993)										
Fattore correttivo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Geotecnica

Elenco colonne stratigrafiche

Simbologia

St. = Strato
 z = Profondità della superficie superiore dello strato
 Unità geotecnica = Unità geotecnica
 Class. = Classificazione
 Coes. = Coesivo
 Inc. = Incoerente
 Roc. = Roccia
 N. c. = Non classificato

Colonna stratigrafica numero 1

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.
1	0.00	1 Calcare	Roc.

Falda non presente

Elenco unità geotecniche

1 Calcare:

Classificazione: Roccia

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 2060.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 2060.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 35.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 800.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.42$

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 83600000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 29020000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 1.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.43$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 58040000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

Report grafico complessivo

Colonna stratigrafica numero 1

Simbologia

St. = Strato
 z = Profondità della superficie superiore dello strato
 Unità geotecnica = Unità geotecnica
 Class. = Classificazione
 Coes. = Coesivo
 Inc. = Incoerente
 Roc. = Roccia
 N. c. = Non classificato
 γ = Peso specifico del terreno naturale
 γ_{sat} = Peso specifico del terreno saturo
 D_r = Densità relativa
 I_p = Indice di plasticità
 ϕ' = Angolo di attrito efficace
 c' = Coesione efficace
 c_u = Coesione non drenata
 OCR = Grado di sovraconsolidazione
 κ_0 = Coeff. di spinta a riposo
 Crit. = Criterio di progetto

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	1 Calcare	Roc.	2060.00	2060.00			35.00	800.00			0.42	1

Simbologia

St. = Strato
 z = Profondità della superficie superiore dello strato
 Unità geotecnica = Unità geotecnica
 Class. = Classificazione
 Coes. = Coesivo

Relazione di calcolo

	Inc. = Incoerente
	Roc. = Roccia
	N. c. = Non classificato
γ	= Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	= Peso specifico del terreno saturo
D_r	= Densità relativa
I_p	= Indice di plasticità
ϕ'	= Angolo di attrito efficace
c'	= Coesione efficace
c_u	= Coesione non drenata
OCR	= Grado di sovraconsolidazione
K_0	= Coeff. di spinta a riposo
Crit.	= Criterio di progetto

St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k_j	ν	E_{ed} <daN/mq>	E_u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	83600000.00	29020000.00	1.00	0.43	58040000.00	0.00	1

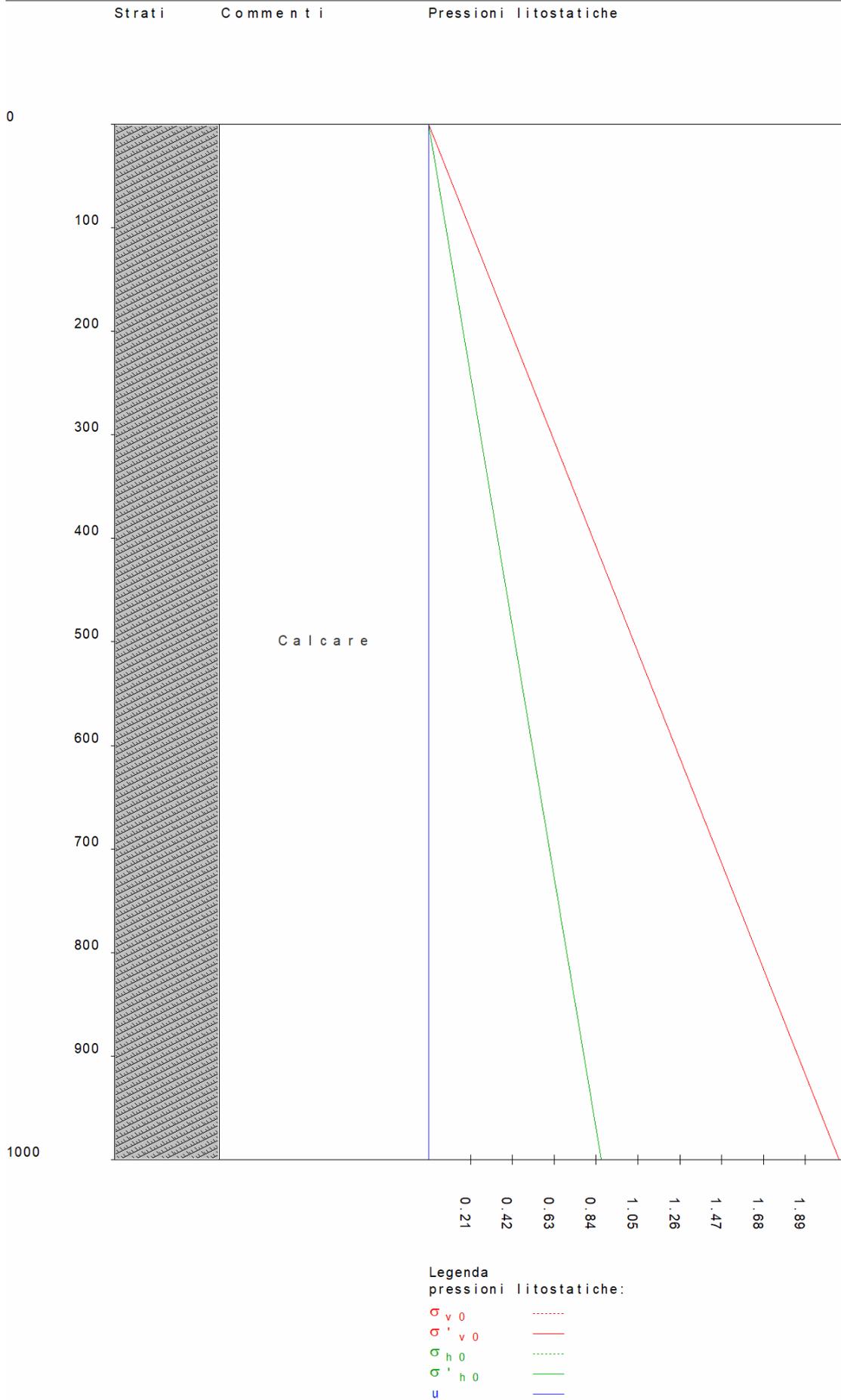


Figura numero 3: Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Relazione di calcolo

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 1.00$;
 Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.30$;
 Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
 Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$;
 Variabili, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
 Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_M = 1.00$;
 Coesione efficace $\gamma_M = 1.00$;
 Coesione non drenata $\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_R = 2.30$;
 Scorrimento $\gamma_R = 1.10$;

Fondazioni superficiali

Simbologia

B = Base della fondazione
 L = Lunghezza della fondazione (L>B)
 D = Profondità del piano di posa della fondazione
 β = Inclinazione del piano di campagna
 η = Inclinazione del piano di posa della fondazione
 γ_r = Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
 $\sigma_{v0, \pm}$ = Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
 ϕ'_r = Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
 c'_r = Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
 N_q = Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
 N_c = Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
 N_g = Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
 b_q = Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
 b_c = Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
 b_g = Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 N = Sforzo normale
 Tx = Taglio in dir. X
 Ty = Taglio in dir. Y
 Mx = Momento intorno all'asse X
 My = Momento intorno all'asse Y
 B' = Base della fondazione reagente
 L' = Lunghezza della fondazione reagente
 s_q = Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale
 s_c = Fattore di forma relativo alla coesione
 s_g = Fattore di forma relativo al peso del terreno
 i_q = Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
 i_c = Fattore di inclinazione relativo alla coesione
 i_g = Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
 q_{lim} = Pressione limite
 R_d = Resistenza di progetto (Carico limite)
 Sic. = Sicurezza a rottura

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> β =0.00 <grad> η =0.00 <grad> γ_r =2059.97 <daN/mc>
 $\sigma_{v0, \pm}$ =0.00 <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

ϕ'_r =35.00 <grad> c'_r =799.99 <daN/mq>
 N_q =33.30 N_c =46.13 N_g =45.23 b_q =1.00 b_c =1.00 b_g =1.00

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
17	4594950.00	1913650.00	-6699360.00	2024270.00	-5843530.00	15.45	16.30	1.54	1.56	0.72	1.00	1.00	1.00	572551.00	62660800.00	13.64

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Relazione di calcolo

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=2059.97$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0, f}=0.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=35.00$ <grad> $c'_r=799.99$ <daN/mq>
 $N_q=33.30$ $N_c=46.13$ $N_g=45.23$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	i _q	i _c	i _g	Q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	3865520.00	336381.00	100940.00	293036.00	105448.00	17.03	17.93	1.54	1.56	0.72	1.00	1.00	1.00	624923.00	82968200.00	21.46
3	3865520.00	336396.00	-100893.00	302690.00	-73269.50	17.02	17.95	1.54	1.56	0.72	1.00	1.00	1.00	625007.00	83032000.00	21.48
5	3865520.00	-336396.00	100893.00	-302690.00	73269.10	17.02	17.95	1.54	1.56	0.72	1.00	1.00	1.00	625007.00	83032000.00	21.48
7	3865520.00	-336381.00	-100940.00	-293036.00	-105448.00	17.03	17.93	1.54	1.56	0.72	1.00	1.00	1.00	624923.00	82968200.00	21.46
9	3865520.00	100893.00	336396.00	73269.20	302689.00	17.14	17.83	1.55	1.57	0.71	1.00	1.00	1.00	626140.00	83208700.00	21.53
11	3865520.00	-100940.00	336381.00	-105449.00	293035.00	17.12	17.84	1.55	1.57	0.71	1.00	1.00	1.00	625849.00	83112600.00	21.50
13	3865520.00	100940.00	-336381.00	105449.00	-293036.00	17.12	17.84	1.55	1.57	0.71	1.00	1.00	1.00	625849.00	83112600.00	21.50
15	3865520.00	-100893.00	-336396.00	-73268.90	-302690.00	17.14	17.83	1.55	1.57	0.71	1.00	1.00	1.00	626140.00	83208700.00	21.53

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

B = Base della fondazione
L = Lunghezza della fondazione (L>B)
D = Profondità del piano di posa della fondazione
H = Spessore del terreno responsabile del cedimento
E_r = Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
ν_r = Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione
I_s = Coefficiente di influenza
I_f = Coefficiente di profondità
kw = Costante di sottofondo
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N = Sforzo normale
q_{es} = Pressione di esercizio
Ced = Cedimento calcolato

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> H=85.89 <m> E_r=10563000.00 <daN/mq> ν_r=0.43
I_s=0.51 I_f=1.00 kw=736796.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q _{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	3865520.00	12509.10	1.70
2	3865520.00	12509.10	1.70
3	3865520.00	12509.10	1.70
4	3865520.00	12509.10	1.70
5	3865520.00	12509.10	1.70
6	3865520.00	12509.10	1.70
7	3865520.00	12509.10	1.70
8	3865520.00	12509.10	1.70
9	3865520.00	12509.10	1.70
10	3865520.00	12509.10	1.70
11	3865520.00	12509.10	1.70
12	3865520.00	12509.10	1.70
13	3865520.00	12509.10	1.70
14	3865520.00	12509.10	1.70
15	3865520.00	12509.10	1.70
16	3865520.00	12509.10	1.70
17	4594950.00	14869.60	2.02
18	3516710.00	11380.30	1.54
19	3514630.00	11373.60	1.54
20	3514110.00	11371.90	1.54

Sommario

Introduzione..... 2
 Sistemi di riferimento 2
 Rotazioni e momenti 2
 Normativa di riferimento 2
 Unità di misura 3
 Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni..... 3
 Fondazioni profonde 3
 Geotecnica..... 4
 Elenco colonne stratigrafiche 4
 Elenco unità geotecniche 5
 Report grafico complessivo 5
Figura numero 3: Colonna stratigrafica numero 1 str_01 7
 Fondazioni superficiali..... 8
 Verifiche capacità portante 8
 Cedimenti 9
 Fondazioni profonde..... 10
 Verifiche capacità portante e cedimenti 10

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto. I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.

La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo

Relazione di calcolo

delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.

- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.

- D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'Approccio 2.

- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

- UNI EN 1992-1-2 - Aprile 2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni

Fondazioni profonde

Generali	
Generali	
Calcolo capacità portante per carichi verticali	Secondo formule statiche
Considera capacità portante	Entrambe
Condizioni di calcolo per terreni coesivi sotto falda	Sia drenate che non drenate
Calcolo della profondità critica	No
Effettua calcolo elasto-plastico per cedimenti	Si
Effettua calcolo elasto-plastico per spostamenti orizzontali	Si
Rapporto di elasticità trazione/compressione pari a	1.00
Fattori di correlazione	1.70
Considera fattori di correlazione anche per carichi orizzontali	No
Considera peso del palo	No
Attrito laterale limite da prove in sito	
Correlato con prove CPT	No
Correlato con prove SPT	No
Fattore di riduzione attrito laterale per pali trivellati	No
Pressione limite alla base da prove in sito	
Correlata con prove CPT	No
Correlata con prove SPT	No
Fattore di riduzione pressione limite alla base per pali trivellati	No
Spostamenti orizzontali	
Spostamenti orizzontali	Risposta elastica in funzione della stratigrafia

Specifici		1
Attrito laterale limite		
Calcolo dell'attrito laterale limite	-Condizioni non drenate	Si
-Calcolo di α		
-Pari a		
-A.G.I. (1984)		x
-A.P.I. (1984)		
-Viggiani (1999)		
-Olson e Dennis (1982)		
-Stas e Kulhavy (1984)		
-Skempton (1986)		

Relazione di calcolo

-Reese e O'Neill (1989)	
-Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali	No
-Iniezioni ripetute	x
-Unica iniezione	
-Condizioni drenate	
-Calcolo di β	
-Pari a	0.25
-Reese e O'Neill (1989)	
-Calcolato	
-Calcolo di k	
-Pari a	
-Dal rapporto con k_0 pari a	0.00
-Fleming (1985)	
-Calcolo di δ	
-Pari a <grad>	
-Dal rapporto con ϕ' pari a	0.00
-Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00
Calcolo dell'attrito laterale limite per trazione	
-Considera i risultati del calcolo per l'attrito laterale limite percompressione con un fattore di riduzione pari a	0.66
-Sowa (1970)	No
-Bowles (1991)	No
Considera l'effetto dell'attrito negativo	No
-Coefficiente di Lambe	
Pressione limite alla base	
Calcolo della pressione limite alla base del palo	Si
-Terzaghi (1943)	x
-Meyerhof (1963)	
-Hansen (1970)	
-Vesic (1975)	
-Berezantzev (1961)	
-Berezantzev (1965)	
-Stagg e Zienkiewicz (1968)	
-Relazione generale, coefficienti di capacità portante	
-In condizioni drenate	
- N_q	
- N_c	
-In condizioni non drenate	
- N_c	
-Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati	No
Cedimenti	
Risposta elastica laterale	
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x
-Coefficiente di influenza	4.00
-Pari a <daN/mq>	
Risposta elastica alla base	
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x
-Pari a <daN/mq>	
Spostamenti orizzontali	
Risposta elastica	
-Vesic (1961)	
-Broms (1964)	
-Glick (1948)	
-Chen (1978)	
-Pari a <daN/mq>	
-Dal modulo elastico	x
-Coefficiente effetto tridimensionale	2.00
Resistenza limite	
-Calcolata dai parametri plastici	x
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per attrito	3.00
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per coesione	4.00
-Pari a <daN/mq>	

Geotecnica

Elenco colonne stratigrafiche

Simbologia

- St. = Strato
- z = Profondità della superficie superiore dello strato
- Unità geotecnica = Unità geotecnica
- Class. = Classificazione
- Coes. = Coesivo
- Inc. = Incoerente
- Roc. = Roccia
- N. c. = Non classificato

Colonna stratigrafica numero 1

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.
1	0.00	1 Calcarenite	Roc.

Falda non presente

Elenco unità geotecniche

1 Calcarenite:

Classificazione: Roccia

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1940.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 1940.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 30.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 200.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.50$

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 55000000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 18970000.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 1.00$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.45$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 37930000.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

Report grafico complessivo

Colonna stratigrafica numero 1

Simbologia

- St. = Strato
- z = Profondità della superficie superiore dello strato
- Unità geotecnica = Unità geotecnica
- Class. = Classificazione
- Coes. = Coesivo
- Inc. = Incoerente
- Roc. = Roccia
- N. c. = Non classificato
- γ = Peso specifico del terreno naturale
- γ_{sat} = Peso specifico del terreno saturo
- D_r = Densità relativa
- I_p = Indice di plasticità
- ϕ' = Angolo di attrito efficace
- c' = Coesione efficace
- c_u = Coesione non drenata
- OCR = Grado di sovraconsolidazione
- κ_0 = Coeff. di spinta a riposo
- Crit. = Criterio di progetto

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	1 Calcarenite	Roc.	1940.00	1940.00			30.00	200.00			0.50	1

Simbologia

- St. = Strato
- z = Profondità della superficie superiore dello strato
- Unità geotecnica = Unità geotecnica
- Class. = Classificazione
- Coes. = Coesivo
- Inc. = Incoerente
- Roc. = Roccia
- N. c. = Non classificato
- γ = Peso specifico del terreno naturale
- γ_{sat} = Peso specifico del terreno saturo
- D_r = Densità relativa
- I_p = Indice di plasticità
- ϕ' = Angolo di attrito efficace
- c' = Coesione efficace
- c_u = Coesione non drenata
- OCR = Grado di sovraconsolidazione
- κ_0 = Coeff. di spinta a riposo

Relazione di calcolo

Crit. = Criterio di progetto

St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k _j	v	E _{ed} <daN/mq>	E _u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	55000000.00	18970000.00	1.00	0.45	37930000.00	0.00	1

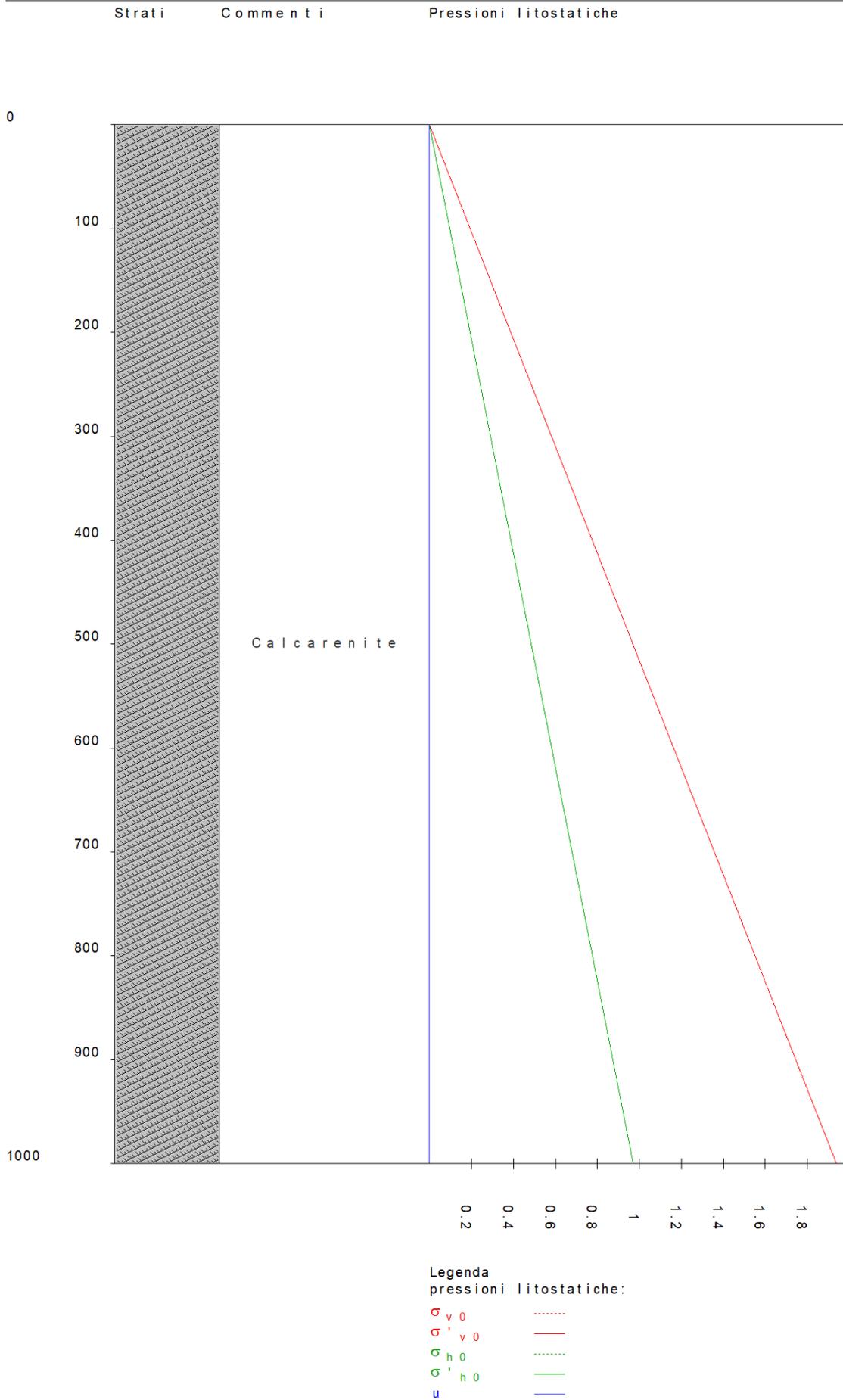


Figura numero 3: Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Relazione di calcolo

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 1.00;$
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.30;$
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00;$
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50;$
Variabili, sicurezza a favore	$\gamma_A = 0.00;$
Variabili, sicurezza a sfavore	$\gamma_A = 1.50.$

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_M = 1.00;$
Coesione efficace	$\gamma_M = 1.00;$
Coesione non drenata	$\gamma_M = 1.00;$

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante	$\gamma_R = 2.30;$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.10;$

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni profonde:

Per pali infissi:

Resistenza alla base	$\gamma_{R,b} = 1.15;$
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{R,s} = 1.15;$
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{R,t} = 1.25;$

Per pali trivellati:

Resistenza alla base	$\gamma_{R,b} = 1.35;$
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{R,s} = 1.15;$
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{R,t} = 1.25;$

Per pali ad elica continua:

Resistenza alla base	$\gamma_{R,b} = 1.30;$
Resistenza laterale in compressione	$\gamma_{R,s} = 1.15;$
Resistenza laterale in trazione	$\gamma_{R,t} = 1.25;$

Fattore di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica desumibile dai criteri di progetto.

Fondazioni superficiali

Simbologia

B	= Base della fondazione
L	= Lunghezza della fondazione ($L > B$)
D	= Profondità del piano di posa della fondazione
β	= Inclinazione del piano di campagna
η	= Inclinazione del piano di posa della fondazione
γ_z	= Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v0,f}$	= Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
φ'_x	= Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
c'_z	= Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
N_q	= Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
N_c	= Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_g	= Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
b_q	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
b_c	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_g	= Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N	= Sforzo normale
Tx	= Taglio in dir. X
Ty	= Taglio in dir. Y
Mx	= Momento intorno all'asse X
My	= Momento intorno all'asse Y
B'	= Base della fondazione reagente
L'	= Lunghezza della fondazione reagente
s_q	= Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale
s_c	= Fattore di forma relativo alla coesione
s_g	= Fattore di forma relativo al peso del terreno
i_q	= Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
i_c	= Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i_g	= Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
q_{lim}	= Pressione limite
R_d	= Resistenza di progetto (Carico limite)
Sic.	= Sicurezza a rottura

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Relazione di calcolo

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1939.99$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,f}=0.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_r=30.00$ <grad> $c'_r=200.00$ <daN/mq>
 $N_q=18.40$ $N_c=30.14$ $N_g=20.09$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
17	282577.00	-999849.00	3455440.00	284178.00	-820291.00	12.18	15.17	1.40	1.42	0.76	1.00	1.00	1.00	188821.00	15169500.00	53.68

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1939.99$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,f}=0.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_r=30.00$ <grad> $c'_r=200.00$ <daN/mq>
 $N_q=18.40$ $N_c=30.14$ $N_g=20.09$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	237534.00	-206458.00	-61833.40	49032.60	17645.90	16.77	17.84	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243671.00	31687800.00	133.40
3	237534.00	-206401.00	62024.40	50648.80	-12258.50	16.75	17.89	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243779.00	31756600.00	133.69
5	237534.00	206401.00	-62024.40	-50648.80	12258.50	16.75	17.89	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243779.00	31756600.00	133.69
7	237534.00	206458.00	61833.40	-49032.50	-17645.90	16.77	17.84	1.47	1.50	0.72	1.00	1.00	1.00	243671.00	31687800.00	133.40
9	237534.00	-62024.40	-206401.00	12258.50	50648.80	17.08	17.56	1.49	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244863.00	31925700.00	134.41
11	237534.00	61833.40	-206458.00	-17646.00	-49032.60	17.03	17.58	1.48	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244558.00	31825900.00	133.99
13	237534.00	-61833.40	206458.00	17646.00	49032.60	17.03	17.58	1.48	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244558.00	31825900.00	133.99
15	237534.00	62024.40	206401.00	-12258.40	-50648.80	17.08	17.56	1.49	1.51	0.71	1.00	1.00	1.00	244863.00	31925700.00	134.41

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

B = Base della fondazione
L = Lunghezza della fondazione (L>B)
D = Profondità del piano di posa della fondazione
H = Spessore del terreno responsabile del cedimento
 E_r = Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
 ν_r = Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione
 I_s = Coefficiente di influenza
 I_f = Coefficiente di profondità
kw = Costante di sottofondo
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N = Sforzo normale
 q_{es} = Pressione di esercizio
Ced = Cedimento calcolato

Platea n. 4501

B=17.18 <m> L=17.99 <m> D=0.00 <m> H=85.89 <m> $E_r=7113000.00$ <daN/mq> $\nu_r=0.45$
 $I_s=0.51$ $I_f=1.00$ kw=508144.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q_{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	237534.00	768.68	0.15
2	237534.00	768.68	0.15
3	237534.00	768.68	0.15
4	237534.00	768.68	0.15
5	237534.00	768.67	0.15
6	237534.00	768.68	0.15
7	237534.00	768.68	0.15
8	237534.00	768.68	0.15
9	237534.00	768.68	0.15
10	237534.00	768.68	0.15
11	237534.00	768.68	0.15
12	237534.00	768.68	0.15
13	237534.00	768.68	0.15
14	237534.00	768.68	0.15
15	237534.00	768.67	0.15
16	237534.00	768.68	0.15

Relazione di calcolo

17	282577.00	914.44	0.18
18	216121.00	699.38	0.14
19	215976.00	698.91	0.14
20	215940.00	698.80	0.14

Fondazioni profonde

Simbologia

- Dp = Diametro pali
- Lp = Lunghezza pali
- Wp = Peso del palo
- D = Profondità della testa del palo
- QS_{lim} = Resistenza laterale di progetto per compressione
- QS_{lim,t} = Resistenza laterale di progetto per trazione
- q_p = Pressione limite alla base del palo
- QP_{lim} = Resistenza di progetto alla base del palo
- k_p = Risposta elastica alla base del palo
- Zp = Profondità del tratto di integrazione
- τ_s = Attrito laterale limite per compressione
- τ_{s,t} = Attrito laterale limite per trazione
- k_s = Risposta elastica laterale per compressione
- k_{s,t} = Risposta elastica laterale per trazione
- σ_h = Pressione limite per carichi orizzontali
- k_h = Risposta elastica per carichi orizzontali
- Caso = Caso di verifica
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- N = Sforzo normale
- Ced = Cedimento calcolato
- SicV = Sicurezza a rottura verticale
- T = Taglio in testa
- M = Momento flettente
- Sps = Spostamento
- SicO = Sicurezza a rottura orizzontale

Verifiche capacità portante e cedimenti

Palo n. 341

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ _s <daN/cm²>	τ _{s,t} <daN/cm²>	k _s <daN/cm²>	k _{s,t} <daN/cm²>	σ _h <daN/cm²>	k _h <daN/cm²>
0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	0.91	28.62	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 QS_{lim,t}=486979.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm²>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm²>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-353489.00	0.15	2.78	0.00	8767.81	0.02	>1
2	2	-358723.00	0.15	--	0.00	8521.62	0.01	--
3	3	-339733.00	0.14	2.89	0.00	9134.11	0.02	>1
4	4	-352324.00	0.14	--	0.00	8707.81	0.02	--
5	5	-386814.00	0.16	2.54	0.00	7668.71	0.01	>1
6	6	-374223.00	0.16	--	0.00	8023.29	0.01	--
7	7	-373057.00	0.16	2.64	0.00	8163.12	0.01	>1
8	8	-367824.00	0.15	--	0.00	8237.47	0.01	--
9	9	-381203.00	0.16	2.58	0.00	7878.42	0.01	>1
10	10	-371613.00	0.15	--	0.00	8112.32	0.01	--
11	11	-391200.00	0.17	2.51	0.00	7497.04	0.01	>1
12	12	-376263.00	0.16	--	0.00	7952.36	0.01	--
13	13	-335346.00	0.14	2.93	0.00	9241.73	0.02	>1
14	14	-350284.00	0.14	--	0.00	8764.91	0.02	--

Relazione di calcolo

15	15	-345344.00	0.14	2.85	0.00	8989.74	0.02	>1
16	16	-354934.00	0.15	--	0.00	8633.01	0.02	--
17	17	31459.30	-0.01	7.28	0.00	25838.20	0.05	>1
18	18	-21652.10	0.01	--	0.00	18116.40	0.03	--
19	19	-268529.00	0.10	--	0.00	9593.91	0.02	--
20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 353

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-387604.00	0.16	2.54	0.00	7638.31	0.01	>1
2	2	-374590.00	0.16	--	0.00	8010.60	0.01	--
3	3	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.08	0.01	>1
4	4	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.14	0.01	--
5	5	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.43	0.02	>1
6	6	-349513.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
7	7	-338943.00	0.14	2.90	0.00	9153.80	0.02	>1
8	8	-351957.00	0.14	--	0.00	8718.17	0.02	--
9	9	-362605.00	0.15	2.71	0.00	8499.02	0.01	>1
10	10	-362963.00	0.15	--	0.00	8392.04	0.01	--
11	11	-346431.00	0.14	2.84	0.00	8960.97	0.02	>1
12	12	-355440.00	0.15	--	0.00	8618.33	0.02	--
13	13	-380116.00	0.16	2.59	0.00	7917.71	0.01	>1
14	14	-371108.00	0.15	--	0.00	8129.28	0.01	--
15	15	-363942.00	0.15	2.70	0.00	8458.17	0.01	>1
16	16	-363584.00	0.15	--	0.00	8372.82	0.01	--
17	17	-707520.00	0.38	1.39	0.00	19917.20	0.04	>1
18	18	-514305.00	0.24	--	0.00	13375.80	0.02	--
19	19	-367060.00	0.15	--	0.00	6971.45	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 337

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-386810.00	0.16	2.54	0.00	7669.09	0.01	>1
2	2	-374221.00	0.16	--	0.00	8023.46	0.01	--
3	3	-373051.00	0.16	2.64	0.00	8163.68	0.01	>1
4	4	-367821.00	0.15	--	0.00	8237.74	0.01	--

Relazione di calcolo

5	5	-353496.00	0.15	2.78	0.00	8767.27	0.02	>1
6	6	-358725.00	0.15	--	0.00	8521.36	0.01	--
7	7	-339737.00	0.14	2.89	0.00	9133.78	0.02	>1
8	8	-352326.00	0.14	--	0.00	8707.65	0.02	--
9	9	-391202.00	0.17	2.51	0.00	7496.82	0.01	>1
10	10	-376264.00	0.16	--	0.00	7952.27	0.01	--
11	11	-381208.00	0.16	2.58	0.00	7877.94	0.01	>1
12	12	-371615.00	0.15	--	0.00	8112.09	0.01	--
13	13	-345338.00	0.14	2.85	0.00	8990.18	0.02	>1
14	14	-354931.00	0.15	--	0.00	8633.22	0.02	--
15	15	-335344.00	0.14	2.93	0.00	9241.91	0.02	>1
16	16	-350283.00	0.14	--	0.00	8765.00	0.02	--
17	17	-128358.00	0.05	7.66	0.00	27153.00	0.05	>1
18	18	-128197.00	0.05	--	0.00	18786.30	0.03	--
19	19	-289838.00	0.11	--	0.00	9215.78	0.02	--
20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 345

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm ² >	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm ² >
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>

q_p=122.95 <daN/cm²>

QP_{lim}=1390480.00 <daN>

k_p=265.05 <daN/cm²>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.42	0.02	>1
2	2	-349514.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
3	3	-338947.00	0.14	2.90	0.00	9153.49	0.02	>1
4	4	-351959.00	0.14	--	0.00	8718.02	0.02	--
5	5	-387600.00	0.16	2.54	0.00	7638.67	0.01	>1
6	6	-374588.00	0.16	--	0.00	8010.76	0.01	--
7	7	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.09	0.01	>1
8	8	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.15	0.01	--
9	9	-346426.00	0.14	2.84	0.00	8961.43	0.02	>1
10	10	-355437.00	0.15	--	0.00	8618.55	0.02	--
11	11	-362598.00	0.15	2.71	0.00	8499.60	0.01	>1
12	12	-362960.00	0.15	--	0.00	8392.31	0.01	--
13	13	-363949.00	0.15	2.70	0.00	8457.59	0.01	>1
14	14	-363588.00	0.15	--	0.00	8372.55	0.01	--
15	15	-380122.00	0.16	2.59	0.00	7917.21	0.01	>1
16	16	-371110.00	0.15	--	0.00	8129.05	0.01	--
17	17	-448930.00	0.20	2.19	0.00	25759.00	0.05	>1
18	18	-341912.00	0.14	--	0.00	17538.80	0.03	--
19	19	-332581.00	0.13	--	0.00	8176.62	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 347

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm ² >	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm ² >
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>

q_p=122.95 <daN/cm²>

QP_{lim}=1390480.00 <daN>

k_p=265.05 <daN/cm²>

Relazione di calcolo

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-339737.00	0.14	2.89	0.00	9133.78	0.02	>1
2	2	-352326.00	0.14	--	0.00	8707.65	0.02	--
3	3	-353496.00	0.15	2.78	0.00	8767.27	0.02	>1
4	4	-358725.00	0.15	--	0.00	8521.36	0.01	--
5	5	-373051.00	0.16	2.64	0.00	8163.68	0.01	>1
6	6	-367821.00	0.15	--	0.00	8237.74	0.01	--
7	7	-386810.00	0.16	2.54	0.00	7669.09	0.01	>1
8	8	-374221.00	0.16	--	0.00	8023.46	0.01	--
9	9	-335344.00	0.14	2.93	0.00	9241.91	0.02	>1
10	10	-350283.00	0.14	--	0.00	8765.00	0.02	--
11	11	-345338.00	0.14	2.85	0.00	8990.18	0.02	>1
12	12	-354931.00	0.15	--	0.00	8633.22	0.02	--
13	13	-381208.00	0.16	2.58	0.00	7877.94	0.01	>1
14	14	-371615.00	0.15	--	0.00	8112.09	0.01	--
15	15	-391202.00	0.17	2.51	0.00	7496.82	0.01	>1
16	16	-376264.00	0.16	--	0.00	7952.27	0.01	--
17	17	-735238.00	0.40	1.34	0.00	18897.20	0.03	>1
18	18	-532784.00	0.25	--	0.00	12658.20	0.02	--
19	19	-370755.00	0.15	--	0.00	6814.99	0.01	--
20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 335

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>

q_p=122.95 <daN/cm>

QP_{lim}=1390480.00 <daN>

k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.09	0.01	>1
2	2	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.15	0.01	--
3	3	-387600.00	0.16	2.54	0.00	7638.67	0.01	>1
4	4	-374588.00	0.16	--	0.00	8010.76	0.01	--
5	5	-338947.00	0.14	2.90	0.00	9153.49	0.02	>1
6	6	-351959.00	0.14	--	0.00	8718.02	0.02	--
7	7	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.41	0.02	>1
8	8	-349514.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
9	9	-380122.00	0.16	2.59	0.00	7917.21	0.01	>1
10	10	-371110.00	0.15	--	0.00	8129.05	0.01	--
11	11	-363949.00	0.15	2.70	0.00	8457.59	0.01	>1
12	12	-363588.00	0.15	--	0.00	8372.55	0.01	--
13	13	-362598.00	0.15	2.71	0.00	8499.60	0.01	>1
14	14	-362960.00	0.15	--	0.00	8392.31	0.01	--
15	15	-346426.00	0.14	2.84	0.00	8961.43	0.02	>1
16	16	-355437.00	0.15	--	0.00	8618.55	0.02	--
17	17	-414667.00	0.18	2.37	0.00	26173.40	0.05	>1
18	18	-319070.00	0.13	--	0.00	17847.00	0.03	--
19	19	-328013.00	0.13	--	0.00	8308.80	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 343

Tipo palo=Trivellato

Rotazione testa libera

Coefficiente di efficienza=1.00

Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>

Colonna stratigrafica numero 1 str_01

Verifiche in condizioni drenate

Relazione di calcolo

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm²>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-338943.00	0.14	2.90	0.00	9153.80	0.02	>1
2	2	-351957.00	0.14	--	0.00	8718.17	0.02	--
3	3	-333690.00	0.13	2.95	0.00	9281.43	0.02	>1
4	4	-349513.00	0.14	--	0.00	8786.26	0.02	--
5	5	-392857.00	0.17	2.50	0.00	7430.08	0.01	>1
6	6	-377034.00	0.16	--	0.00	7925.14	0.01	--
7	7	-387604.00	0.16	2.54	0.00	7638.31	0.01	>1
8	8	-374590.00	0.16	--	0.00	8010.60	0.01	--
9	9	-363942.00	0.15	2.70	0.00	8458.17	0.01	>1
10	10	-363584.00	0.15	--	0.00	8372.82	0.01	--
11	11	-380116.00	0.16	2.59	0.00	7917.71	0.01	>1
12	12	-371108.00	0.15	--	0.00	8129.28	0.01	--
13	13	-346431.00	0.14	2.84	0.00	8960.97	0.02	>1
14	14	-355440.00	0.15	--	0.00	8618.33	0.02	--
15	15	-362605.00	0.15	2.71	0.00	8499.02	0.01	>1
16	16	-362963.00	0.15	--	0.00	8392.04	0.01	--
17	17	-156077.00	0.06	6.30	0.00	27240.70	0.05	>1
18	18	-146676.00	0.05	--	0.00	18813.80	0.03	--
19	19	-293534.00	0.11	--	0.00	9141.23	0.02	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.08	0.01	--

Palo n. 351

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 D_p=1.200000 <m> L_p=28.000000 <m> W_p=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm ² >	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm ² >	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{lim}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm²>
 QP_{lim}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-373057.00	0.16	2.64	0.00	8163.12	0.01	>1
2	2	-367824.00	0.15	--	0.00	8237.47	0.01	--
3	3	-386814.00	0.16	2.54	0.00	7668.71	0.01	>1
4	4	-374223.00	0.16	--	0.00	8023.29	0.01	--
5	5	-339733.00	0.14	2.89	0.00	9134.11	0.02	>1
6	6	-352324.00	0.14	--	0.00	8707.81	0.02	--
7	7	-353489.00	0.15	2.78	0.00	8767.81	0.02	>1
8	8	-358723.00	0.15	--	0.00	8521.62	0.01	--
9	9	-345344.00	0.14	2.85	0.00	8989.74	0.02	>1
10	10	-354934.00	0.15	--	0.00	8633.01	0.02	--
11	11	-335346.00	0.14	2.93	0.00	9241.73	0.02	>1
12	12	-350284.00	0.14	--	0.00	8764.91	0.02	--
13	13	-391200.00	0.17	2.51	0.00	7497.04	0.01	>1
14	14	-376263.00	0.16	--	0.00	7952.36	0.01	--
15	15	-381203.00	0.16	2.58	0.00	7878.42	0.01	>1
16	16	-371613.00	0.15	--	0.00	8112.32	0.01	--
17	17	-895055.00	0.54	1.10	0.00	9342.80	0.02	>1
18	18	-639329.00	0.32	--	0.00	5836.66	0.01	--
19	19	-392064.00	0.17	--	0.00	5770.30	0.01	--

Relazione di calcolo

20	20	-330248.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--
----	----	------------	------	----	------	---------	------	----

Palo n. 339

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cmq>	$\tau_{s,t}$ <daN/cmq>	k_s <daN/cm>	$k_{s,t}$ <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	0.91	28.62	28.62	49.17	331.96

QS_{im}=737847.00 <daN>
 QS_{im,t}=486979.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{im}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-371773.00	0.15	2.64	0.00	8206.47	0.01	>1
2	2	-367227.00	0.15	--	0.00	8257.00	0.01	--
3	3	-354767.00	0.15	2.77	0.00	8731.48	0.02	>1
4	4	-359317.00	0.15	--	0.00	8503.77	0.01	--
5	5	-371780.00	0.15	2.64	0.00	8205.90	0.01	>1
6	6	-367230.00	0.15	--	0.00	8256.73	0.01	--
7	7	-354774.00	0.15	2.77	0.00	8730.93	0.02	>1
8	8	-359320.00	0.15	--	0.00	8503.52	0.01	--
9	9	-391615.00	0.17	2.51	0.00	7480.36	0.01	>1
10	10	-376456.00	0.16	--	0.00	7945.56	0.01	--
11	11	-391617.00	0.17	2.51	0.00	7480.18	0.01	>1
12	12	-376457.00	0.16	--	0.00	7945.48	0.01	--
13	13	-334929.00	0.14	2.94	0.00	9251.88	0.02	>1
14	14	-350090.00	0.14	--	0.00	8770.35	0.02	--
15	15	-334931.00	0.14	2.94	0.00	9251.73	0.02	>1
16	16	-350091.00	0.14	--	0.00	8770.28	0.02	--
17	17	42046.60	-0.02	5.45	0.00	25701.20	0.05	>1
18	18	-14593.90	0.01	--	0.00	18041.10	0.03	--
19	19	-267118.00	0.10	--	0.00	9616.27	0.02	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--

Palo n. 349

Tipo palo=Trivellato
 Rotazione testa libera
 Coefficiente di efficienza=1.00
 Dp=1.200000 <m> Lp=28.000000 <m> Wp=79168.10 <daN> D=0.00 <m>
 Colonna stratigrafica numero 1 str_01
 Verifiche in condizioni drenate

Zp <m>	τ_s <daN/cm>	k_s <daN/cm>	σ_h <daN/cm>	k_h <daN/cm>
0.00	0.02	0.00	0.28	0.00
28.00	1.38	28.62	49.17	331.96

QS_{im}=737847.00 <daN>
 q_p=122.95 <daN/cm>
 QP_{im}=1390480.00 <daN>
 k_p=265.05 <daN/cm>

Verifiche in condizioni drenate

Caso	CC	N <daN>	Ced <cm>	SicV	T <daN>	M <daNm>	Sps <cm>	SicO
1	1	-354774.00	0.15	2.77	0.00	8730.93	0.02	>1
2	2	-359320.00	0.15	--	0.00	8503.52	0.01	--
3	3	-371780.00	0.15	2.64	0.00	8205.90	0.01	>1
4	4	-367230.00	0.15	--	0.00	8256.73	0.01	--
5	5	-354767.00	0.15	2.77	0.00	8731.48	0.02	>1
6	6	-359317.00	0.15	--	0.00	8503.77	0.01	--
7	7	-371773.00	0.15	2.64	0.00	8206.47	0.01	>1
8	8	-367227.00	0.15	--	0.00	8257.00	0.01	--

Relazione di calcolo

9	9	-334931.00	0.14	2.94	0.00	9251.73	0.02	>1
10	10	-350091.00	0.14	--	0.00	8770.28	0.02	--
11	11	-334929.00	0.14	2.94	0.00	9251.88	0.02	>1
12	12	-350090.00	0.14	--	0.00	8770.35	0.02	--
13	13	-391617.00	0.17	2.51	0.00	7480.18	0.01	>1
14	14	-376457.00	0.16	--	0.00	7945.48	0.01	--
15	15	-391615.00	0.17	2.51	0.00	7480.36	0.01	>1
16	16	-376456.00	0.16	--	0.00	7945.56	0.01	--
17	17	-905643.00	0.55	1.09	0.00	8180.94	0.01	>1
18	18	-646387.00	0.33	--	0.00	4960.09	0.01	--
19	19	-393476.00	0.17	--	0.00	5690.27	0.01	--
20	20	-330249.00	0.13	--	0.00	7596.09	0.01	--