



COMUNE DI BORGETTO

Città Metropolitana di Palermo

Piazza Vittorio Emanuele Orlando 1 - cap 90042 Borgetto

TEL: 091/8982923 - www.comune.borgetto.pa.it

E-Mail: ufficio.manutenzioni@comune.borgetto.pa.it

Pec: ufficioprotocollo@pec.it - ufficiotecnico@pec.it

Cod. Fisc. 00518510821 - Part. IVA 00518510821

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

PON LEGALITÀ 2014-2020 - ASSE 3, AZIONE 3.1.1

PROGETTAZIONE DEFINITIVA-ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE ESECUTIVA, DIREZIONE LAVORI E CONTABILITÀ DEI "LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE E DI RICONVERSIONE DEL BENE CONFISCATO ALLA CRIMINALITÀ ORGANIZZATA SITO IN VIA MONTEGRAPPA, N. 20 ANGOLO VIA C. COLOMBO, DA DESTINARE A CENTRO PER DONNE VITTIME DI VIOLENZA" CUP: G36D18000150006 CIG: 83902659B4

PROGETTISTI: **RTP Morpheme S.r.l./ing. Vito Speciale**



MORPHEME S.r.l. (capogruppo)

Via Veneto 2b - sc.C - 89123 Reggio Calabria - Italy

P. IVA 02934660800 Tel.Fax +39 09651716586

info@morpheme.it - www.morpheme.it

Arch. **Ilario TASSONE** (P.M. - BIM manager - Architettura - Strutture - Impianti)

Arch. **Simona LABATE** (Architettura)

Ing. **Gabriele UCCELLATORE** (Strutture)

Ing. **Giacomo MAJORINI** (Imp. elettrici e speciali)

Arch. **Pasquale BRUNO** (Acustica)

Geol. **Antonio Tiberio PIZZONIA** (Geologia)

Mandante:

Ing. **Vito SPECIALE** (Impianti)

Consulenti:

Ing. **Bruno ARENA** (Impianti idrici e termici)

Collaboratori:

Arch. **Ilaria FIUMARA**

Arch. **Jannah HASSANEIN**

Ing. **Daniele FEDERICO**

RUP: ing. **Andrea SALAMONE**

COMMESSA: **25.P12.00.PE**

CONTROLLATO: **S. Labate** APPROVATO: **I. Tassone**

APRILE 2025

REV: 0

Elaborato: **ST.R.6**

Scala:

**RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE
FONDAZIONI - ASCENSORE**

Relazione geotecnica

1.1 Normativa di riferimento

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2018
Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI
Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare 21 gennaio 2019, n.7.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI NTC 2008
Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

NORMA TECNICA UNI EN 1997-1:2005 (EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA)

Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

EUROCODICE 8
Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

D.M. 11/03/1988
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione (norma possibile se si opera in Zona sismica 4, attuali Classi I e II).

1.2 Premessa

Premessa: contenente la descrizione dei lavori in progetto, i riferimenti normativi adottati, la localizzazione dei terreni interessati, i nominativi dei committenti, del progettista architettonico, del progettista strutturale, del redattore della relazione geologica, le indagini eseguite e le problematiche emerse in quest'ultima.

1.3 Descrizione delle opere in sito

Descrizione delle opere in sito: contiene la descrizione delle opere esistenti in sito e da edificare, la tipologia strutturale presente, la tipologia di intervento previsto, la localizzazione geografica e la pericolosità sismica di base.

La **struttura in oggetto** è stata analizzata secondo la norma D.M. 17-01-18 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari. In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di $V_n=50$ anni per una classe d'uso II, e quindi una vita di riferimento di 50 anni (NTC18 e NTC08 §2.4.3).
L'opera è edificata in località Palermo, Borgetto; Latitudine ED50 38,0456° (38° 2' 44"); Longitudine ED50 13,1388° (13° 8' 20"); Altitudine s.l.m. 250,26 m. (coordinate esatte: 38,045579 13,138778).

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo in condizioni ideali su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. I tre parametri fondamentali (accelerazione a_g , fattore di amplificazione F_o e periodo T^*C) si ricavano per ciascun nodo del del reticolo di riferimento in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica T_R previsto, espresso in anni; quest'ultimo è noto una volta fissate la vita di riferimento V_r della costruzione e la probabilità di superamento attesa nell'arco della vita di riferimento. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{Vr} cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella tabella 3.2.I del §3.2.1 della norma; i valori di P_{Vr} forniti in tabella possono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri sismici:

PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	50	
Ag/g SLD	0.0563	
Fo SLD	2.312	
Tc* SLD	0.243	
PVr SLV (%)	10	[s]
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.175	
Fo SLV	2.346	
Tc* SLV	0.29	[s]

Risposta sismica locale

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile focalizzazione delle onde sismiche in punti particolari (pendii, creste).

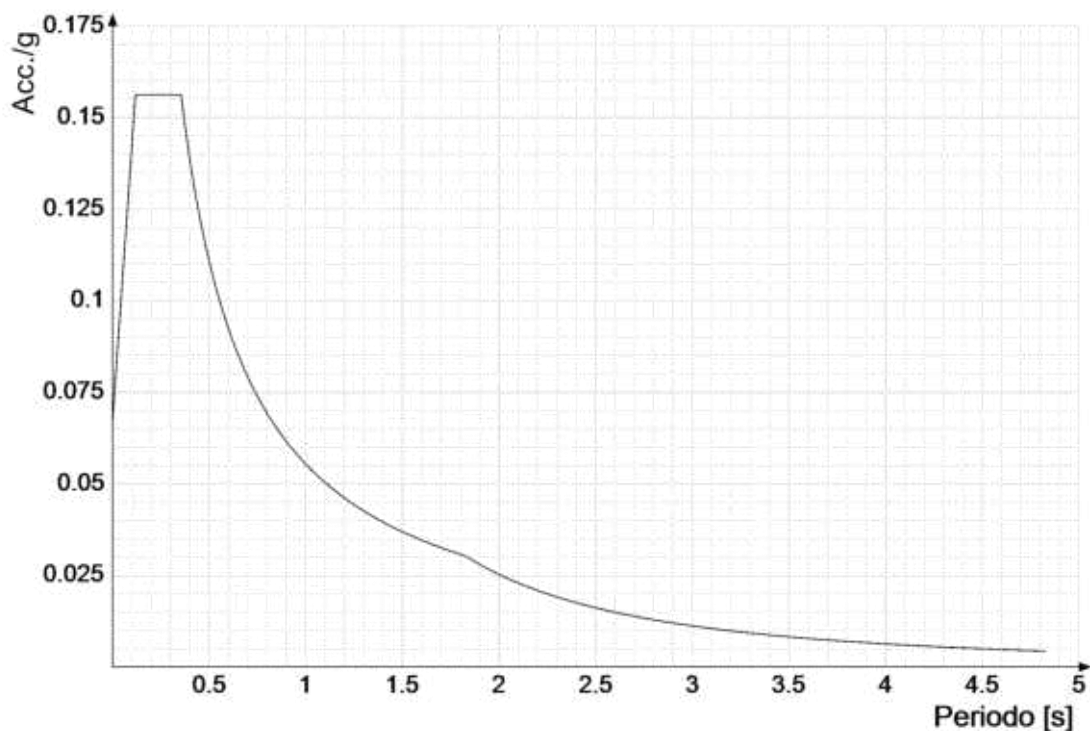
Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali (NTC18 e NTC08 §3.2.2). Per la valutazione del coefficiente di amplificazione stratigrafica SS la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo prevalente nella categoria B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (NTC18 e NTC08 Tab. 3.2.II).

Categoria suolo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

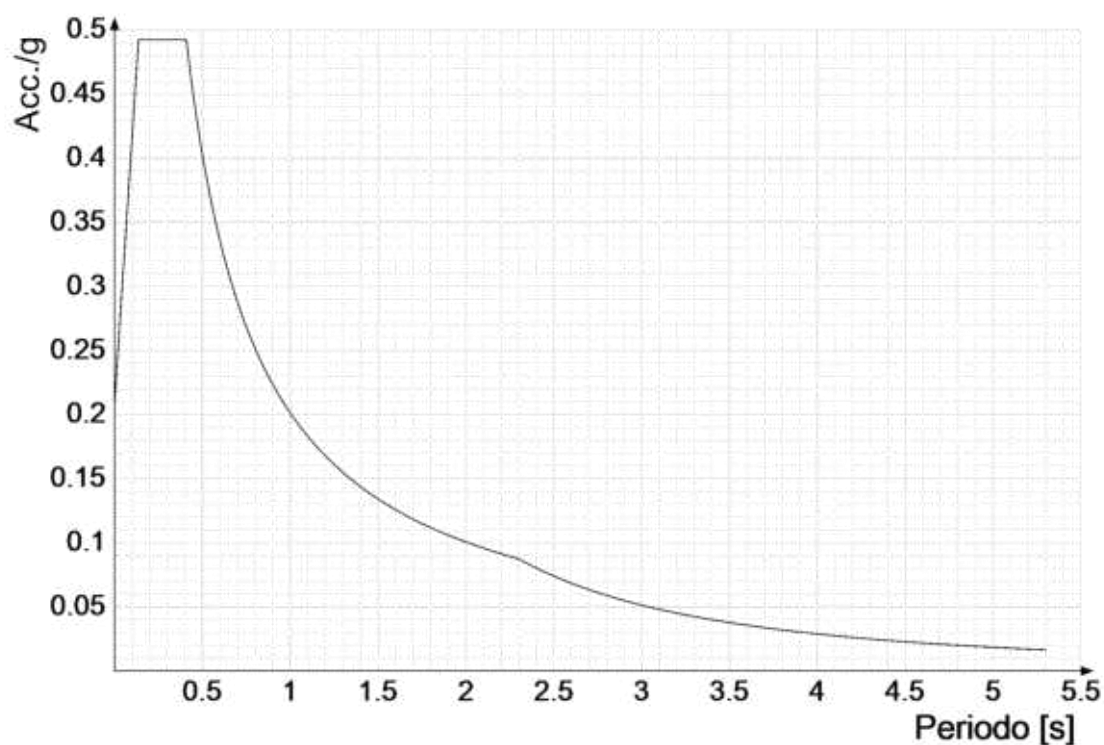
In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali:

Si riportano infine gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]".



Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]".



Parametri di analisi

Si è condotta una analisi di tipo Lineare dinamica su una costruzione di calcestruzzo.

Si è considerata una classe di duttilità CD"B", a cui corrispondono per la struttura in esame i seguenti fattori di struttura:

Fattore di comportamento per sisma SLD X	1
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.5

Altri parametri che influenzano l'azione sismica di progetto sono riassunti in questo prospetto:

Smorzamento viscoso (%)	5	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]

Nell'analisi dinamica modale si sono analizzati 12 modi di vibrare valutati secondo il metodo di Ritz.

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale, in aggiunta alla eccentricità naturale della costruzione, mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo.

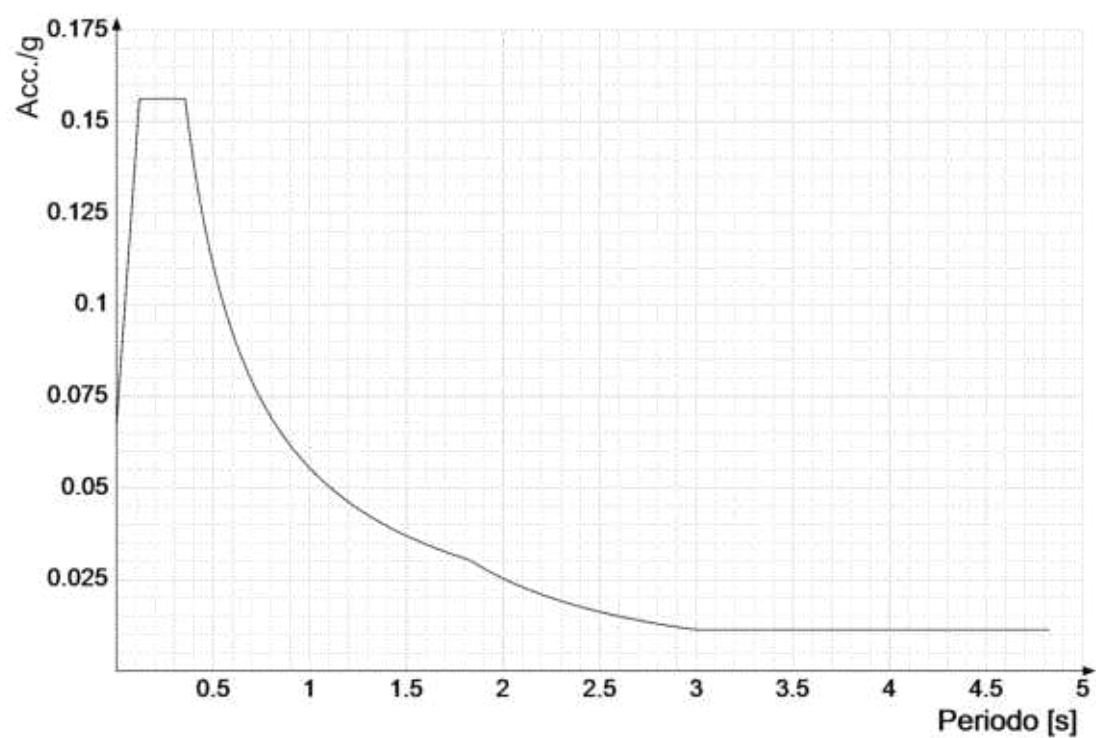
Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	20.5	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	20.5	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fossa"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fossa"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 1"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 1"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 2"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 2"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 3"	9.8	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 3"	9.3	[cm]

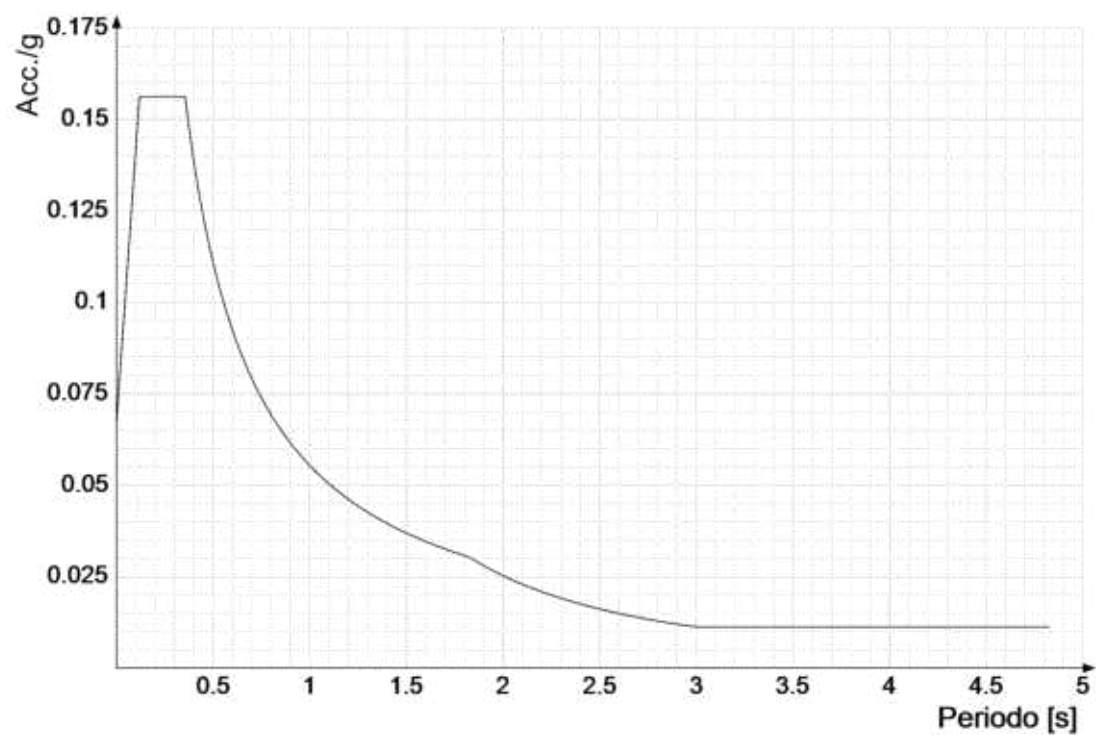
La torsione accidentale è stata applicata anche ai nodi della struttura appartenenti a piani flessibili, in aggiunta a quella sui piani dichiarati come infinitamente rigidi.

Si riportano infine gli spettri di risposta di progetto delle componenti orizzontali per gli stati limite considerati.

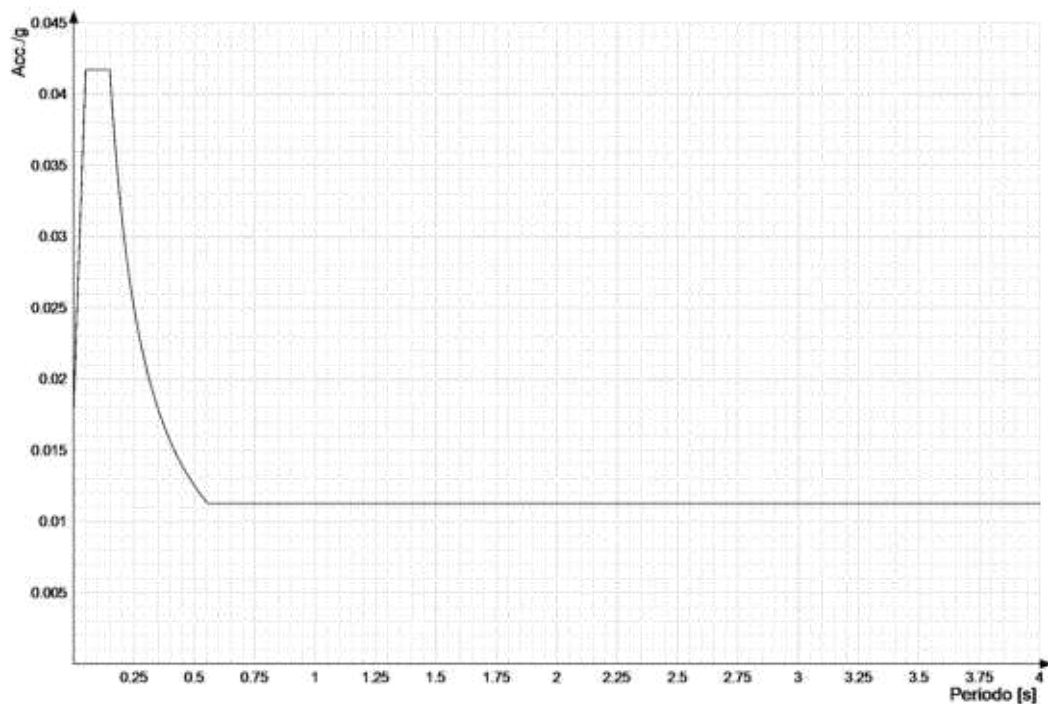
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5".



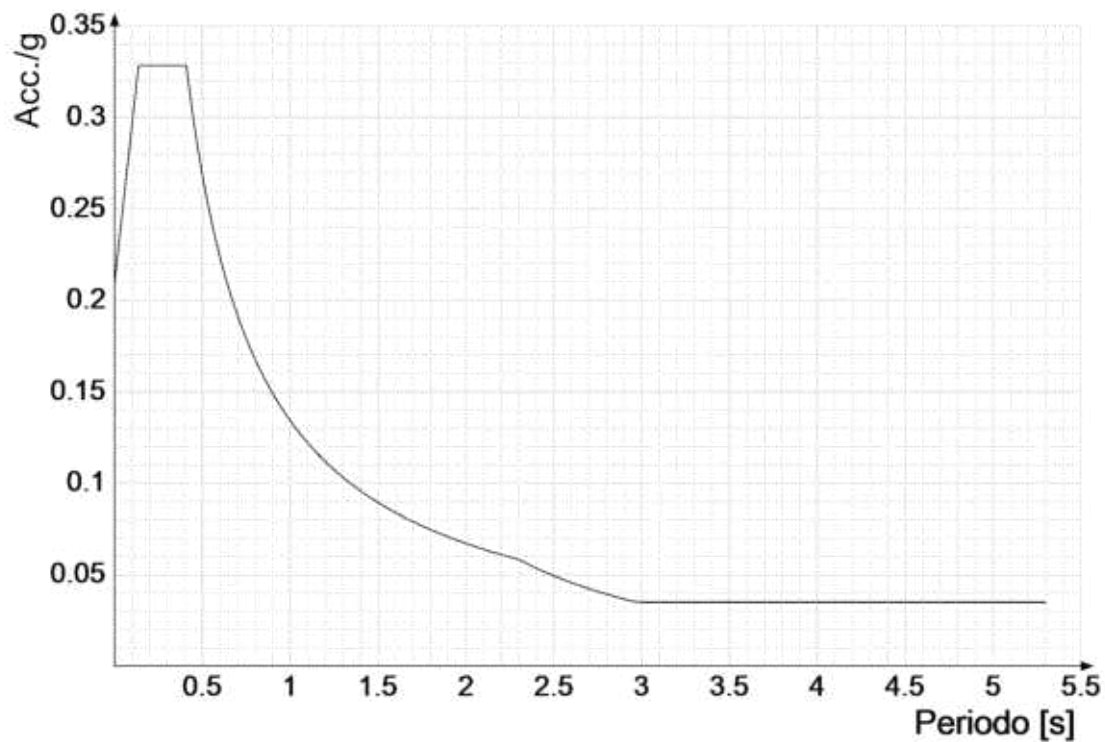
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5".



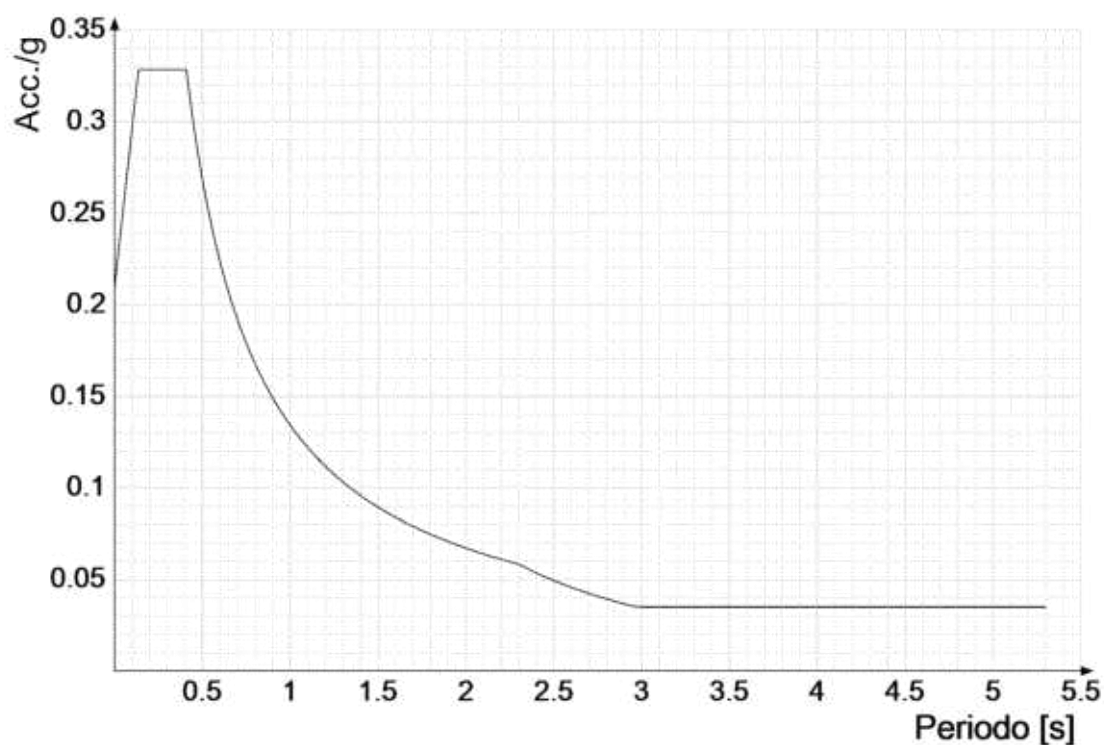
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5".



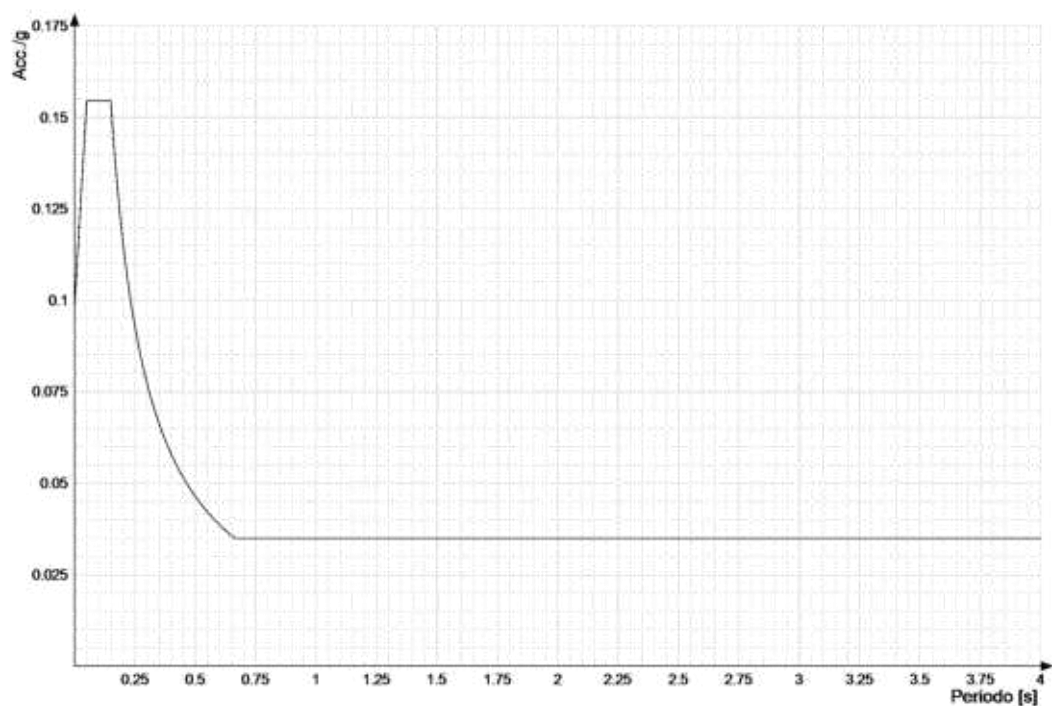
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5".



Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5".



Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5".



Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri geotecnici di verifica:

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15

1.4 Problemi geotecnici e scelte tipologiche

Problemi geotecnici e scelte tipologiche: contiene la valutazione eseguita dal progettista sulle problematiche geotecniche inerenti l'opera in oggetto, sulla base di quanto emerso dalle documentazioni esistenti, in particolare dalla relazione geologica del sito; a questo proposito è possibile richiamare i termini presenti nella carta geologica. Viene indicata la tipologia di fondazioni previste, le modalità costruttive, gli accertamenti preliminari necessari, gli eventuali interventi aggiuntivi richiesti (sbancamenti, consolidamenti, sistemi di drenaggio, abbassamento di falda, ecc.).

Tipologia di fondazione

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidezza. In direzione orizzontale si è considerata una rigidezza pari a 0.5 volte quella verticale, includendo nella determinazione delle azioni anche il peso sismico delle fondazioni.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:, includendo nella determinazione delle azioni anche il peso sismico delle fondazioni.

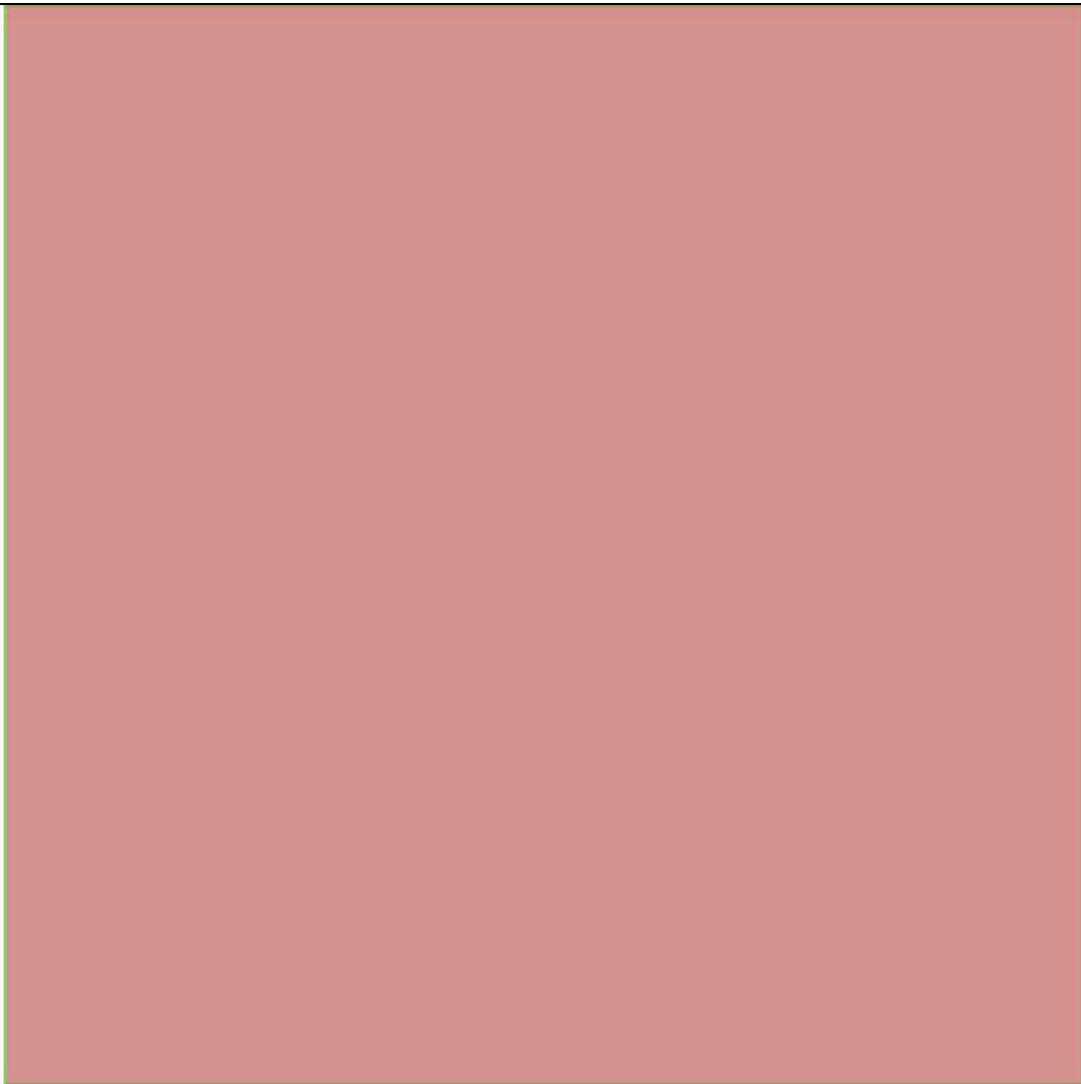
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3	[daN/cm³]
K punta palo (default)	4	[daN/cm³]
Pressione limite punta palo (default)	10	[daN/cm²]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Vesic
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7



Rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione.

1.4.1 Elementi di fondazione

1.4.1.1 Fondazioni di piastre

Descrizione breve: descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

Stratigrafia: stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [cm]

Deformazione volumetrica: valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

Angolo pendio: angolo del pendio rispetto l'orizzontale; il valore deve essere positivo per opere in sommità di un pendio mentre deve essere negativo per opere al piede di un pendio. [deg]

K verticale: coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [daN/cm³]

Limite compressione: pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [daN/cm²]

Limite trazione: pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [daN/cm²]

Descrizione breve	Sondaggio	Stratigrafia Estradosso	Deformazione volumetrica	Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
FS1	Piu' vicino in sito	0		0	0,210610798397176	8,74529065901614	0,0001

1.5 Programma delle indagini e delle prove geotecniche

Programma delle indagini e delle prove geotecniche: contiene il programma delle indagini e delle prove geotecniche, definito dal progettista in base alle caratteristiche dell'opera in progetto e alle presumibili caratteristiche del sottosuolo. Le indagini geotecniche devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. La posizione dei punti di indagine e la loro quota assoluta devono essere rilevate topograficamente e riportate in planimetria. I risultati delle indagini e prove geotecniche in sito devono essere documentati con indicazioni sui tipi di indagine condotte e le caratteristiche delle attrezzature impiegate:

1.5.1 Sondaggi del sito

Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale falda acquifera.

Nome attribuito al sondaggio: Sondaggio
Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 1900, -500
Quota della sommità del sondaggio (P.C.) nel sistema globale scelto: 0

I valori sono espressi in cm

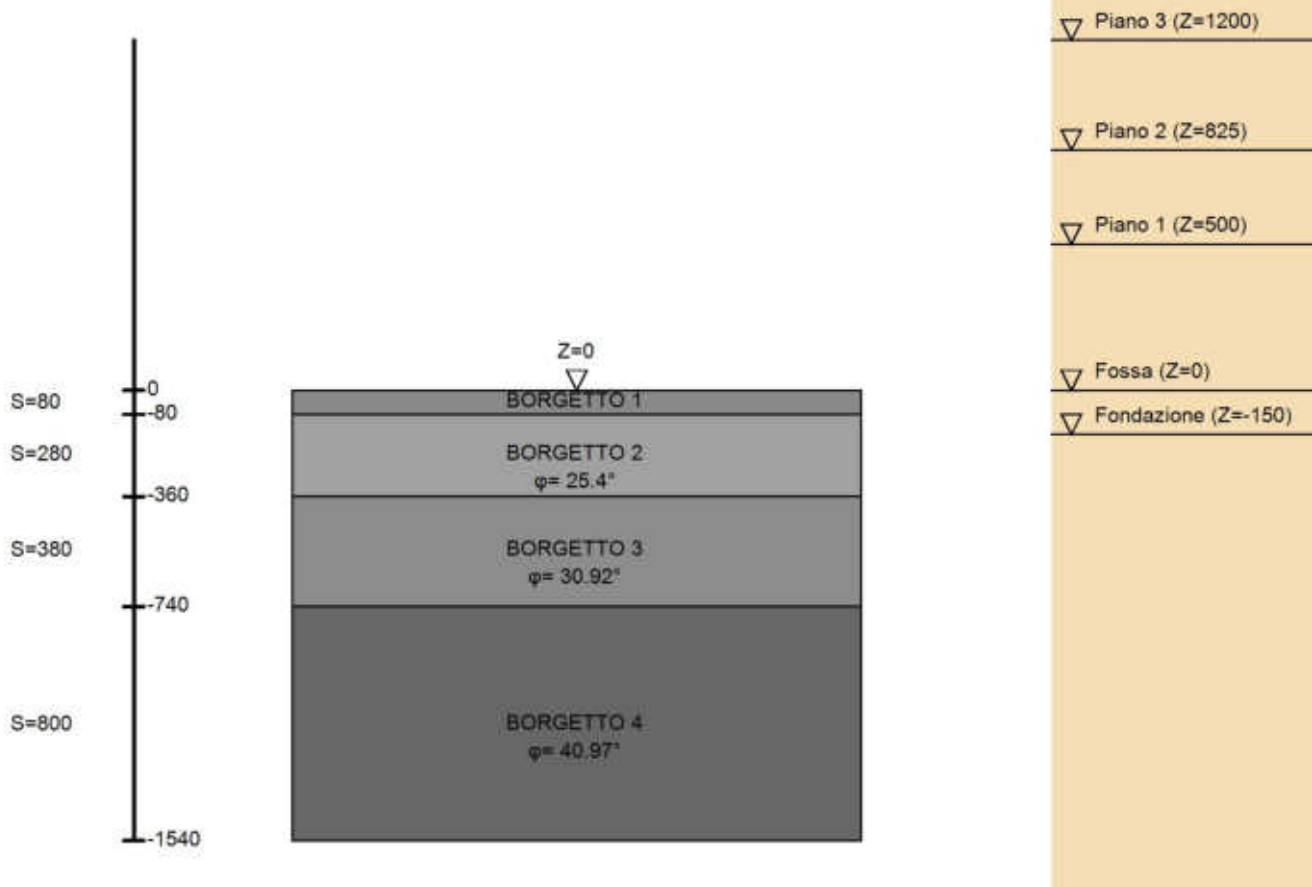


Immagine: Sondaggio

Stratigrafie

Terreno: terreno mediamente uniforme presente nello strato.
Sp.: spessore dello strato. [cm]
Liqf: indica se considerare lo strato come liquefacibile nelle combinazioni sismiche. Con 'Da verifica' viene considerato quanto risulta dalla verifica condotta a fine calcolo solutore.
Kor,i: coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]
Kor,s: coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]
Kve,i: coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]
Kve,s: coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]
Eel,s: modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]
Eel,i: modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]
Eed,s: modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]
Eed,i: modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]
CC,s: coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.
CC,i: coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.
CR,s: coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.
CR,i: coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.
E0,s: indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.
E0,i: indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.
OCR,s: indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.
OCR,i: indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

Terreno	Sp.	Liqf	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
BORGETTO 1	80	No	1	1	1	1	413	413	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
BORGETTO 2	280	No	1	1	1	1	43	43	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
BORGETTO 3	380	No	1	1	1	1	275	275	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
BORGETTO 4	800	No	1	1	1	1	433	433	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

1.6 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito

Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito: contiene i profili geotecnici, cioè la successione stratigrafica considerata per la progettazione (sezioni geotecniche), il regime delle pressioni interstiziali, le caratteristiche meccaniche dei terreni e tutti gli elementi significativi del sottosuolo. L'insieme di questi dati deve permettere la determinazione dei parametri geotecnici caratteristici.

1.6.1 Terreni

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Natura geologica: natura geologica del terreno (granulare, coesivo, roccia).

Coesione (c): coesione efficace del terreno. [daN/cm²]

Coesione non drenata (Cu): coesione non drenata (Cu) del terreno, per terreni eminentemente coesivi. [daN/cm²]

Angolo di attrito interno φ: angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Angolo di attrito di interfaccia δ: angolo di attrito all'interfaccia tra terreno-cl. [deg]

Coeff. α di adesione della coesione (0;1): coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cl. compreso tra 0 ed 1. Il valore è adimensionale.

Coeff. di spinta K0: coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

γ naturale: peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm³]

γ saturo: peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm³]

E: modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm²]

v: coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Qualità roccia RQD (0;1): rock quality degree. Indice di qualità della roccia, assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore è adimensionale.

Descrizione	Natura geologica	Coesione (c')	Coesione non drenata (Cu)	Angolo di attrito interno φ	Angolo di attrito di interfaccia δ	Coeff. α di adesione della coesione (0;1)	Coeff. di spinta K0	γ naturale	γ saturo	E	v	Qualità roccia RQD (0;1)
BORGETTO 1	Generico	0	0	32	21	1	0.47	0.00171	0.00206	413	0.29	0
BORGETTO 2	Generico	0	0	25	17	1	0.57	0.00142	0.00188	43	0.34	0
BORGETTO 3	Generico	0	0	31	21	1	0.49	0.00151	0.00194	275	0.33	0
BORGETTO 4	Generico	0	0	41	27	1	0.34	0.00173	0.00208	433	0.29	0

1.7 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica

Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica: contiene la descrizione del modello di calcolo adottato per il suolo, con i relativi parametri di modellazione; sono indicati anche gli eventuali metodi adottati per ricavare i parametri di modellazione ed i metodi e le condizioni con cui sono condotte le verifiche geotecniche.

Modello di fondazione

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale. Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastiche agenti nei nodi delle mesh.

Verifica di scorrimento

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale. Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (Rd) e quelle instabilizzanti (Ed):

$$Rd = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$Ed = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
Tx, Ty = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
ca = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
B, L = dimensioni della fondazione;
alpha = fattore di riduzione della spinta passiva;
Sp = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
gamma rs= fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento FS=Rd/Ed sia non minore di un prefissato limite.

Verifica di capacità portante

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastriforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, che viene descritto nei paragrafi successivi.

Metodo di Vesic

La capacità portante valutata attraverso la formula di Vesic risulta, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

gamma'	= peso di volume efficace dello strato di fondazione;
B	= larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$);
L	= lunghezza efficace della fondazione ($L = L_f - 2e$);
c	= coesione dello strato di fondazione;
c _u	= coesione non drenata dello strato di fondazione;
q	= sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
N _c , N _q , N _γ	= fattori di capacità portante;
s _c , s _q , s _γ	= fattori di forma della fondazione;
d _c , d _q , d _γ	= fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
i _c , i _q , i _γ	= fattori di inclinazione del carico;
b _c , b _q , b _γ	= fattori di inclinazione della base della fondazione;
g _c , g _q , g _γ	= fattori di inclinazione del piano campagna;

Nel caso di piano di campagna inclinato ($\beta > 0$) e $\phi = 0$, Vesic propone l'aggiunta, nella formula sopra definita, del termine $0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma}$ con $N_{\gamma} = -2 \cdot \tan \beta$

Per la teoria di Vesic i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$\begin{aligned}
N_c &= (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg} \phi; \quad N_q = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \operatorname{tg} \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \operatorname{tg} \phi \\
s_c &= 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \operatorname{tg} \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \\
d_c &= 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \operatorname{tg} \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1 \\
i_c &= i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg} \phi} \right)^m; \\
i_\gamma &= \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \operatorname{ctg} \phi} \right)^{m+1} \\
g_c &= 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - \operatorname{tg} \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q \\
b_c &= 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \operatorname{tg} \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q \\
k &= \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = \operatorname{arctg} \left(\frac{D}{B_f} \right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}
\end{aligned}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

phi = angolo di attrito dello strato di fondazione;

ca = aderenza alla base della fondazione;

nu = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (nu = 0 se orizzontale);

beta = inclinazione del pendio;

H = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

V = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

Influenza degli strati sulla capacità portante

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \operatorname{Tan}(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione qult per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

Influenza del sisma sulla capacità portante

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'effetto inerziale prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'effetto cinematico si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale kh, cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\lg \phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_7 = e_q$$

1.8 Verifiche delle fondazioni

Verifiche delle fondazioni: contiene la descrizione degli stati limite considerati, gli approcci e le combinazioni di calcolo adottate; vengono poi elencate le pressioni e gli spostamenti massimi e minimi raggiunti nei diversi SL e le verifiche condotte sulle fondazioni presenti, superficiali e profonde.

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) sono state effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'approccio 2:

DA1.2 - Approccio 2:
- Combinazione 1:(A1+M1+R3)

Le verifiche strutturali delle fondazioni in combinazioni sismiche sono state condotte in campo sostanzialmente elastico.

1.8.1 Verifiche piastre C.A. di fondazione

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Nodo: indice del nodo di verifica.

Dir.: direzione della sezione di verifica.

B: base della sezione rettangolare di verifica. [cm]

H: altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]

A. sup.: area barre armatura superiori. [cm²]

C. sup.: distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]

A. inf.: area barre armatura inferiori. [cm²]

C. inf.: distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]

Comb.: combinazione di verifica.

M: momento flettente. [daN*cm]

N: sforzo normale. [daN]

Mu: momento flettente ultimo. [daN*cm]

Nu: sforzo normale ultimo. [daN]

c.s.: coefficiente di sicurezza.

Verifica: stato di verifica.

σc: tensione nel calcestruzzo. [daN/cm²]

σlim: tensione limite. [daN/cm²]

Es/Ec: coefficiente di omogenizzazione.

σf: tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm²]

Comb.: combinazione.

Fh: componente orizzontale del carico. [daN]

Fv: componente verticale del carico. [daN]

Cnd: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).

Ad: adesione di progetto. [daN/cm²]

Phi: angolo di attrito di progetto. [deg]

RPI: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [daN/cm²]

γR: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

Rd: resistenza alla traslazione di progetto. [daN]

Ed: azione di progetto. [daN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

ID: indice della verifica di capacità portante.

Fx: componente lungo x del carico. [daN]

Fy: componente lungo y del carico. [daN]

Fz: componente verticale del carico. [daN]

Mx: componente lungo x del momento. [daN*cm]

My: componente lungo y del momento. [daN*cm]

ix: inclinazione del carico in x. [deg]

iy: inclinazione del carico in y. [deg]

ex: eccentricità del carico in x. [cm]

ey: eccentricità del carico in y. [cm]

B': larghezza efficace. [cm]

L': lunghezza efficace. [cm]

Cnd: resistenza valutata per condizione a breve o lungo termine (BT - LT).

C: coesione di progetto. [daN/cm²]

Qs: sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm²]

Rd: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]

Ed: azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

N:

Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.

Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo.

Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo.

S:

Sq: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.

Sc: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.

Sg: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.

D:

Dq: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.

Dc: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.

Dg: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.

I:

Iq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.

Ic: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.

Ig: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.

B:

Bq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.

Bc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.

Bg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.

G:

Gq: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.

Gc: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.

Gg: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.

P:

Pq: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.

Pc: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.

Pg: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.

E:

Eq: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.

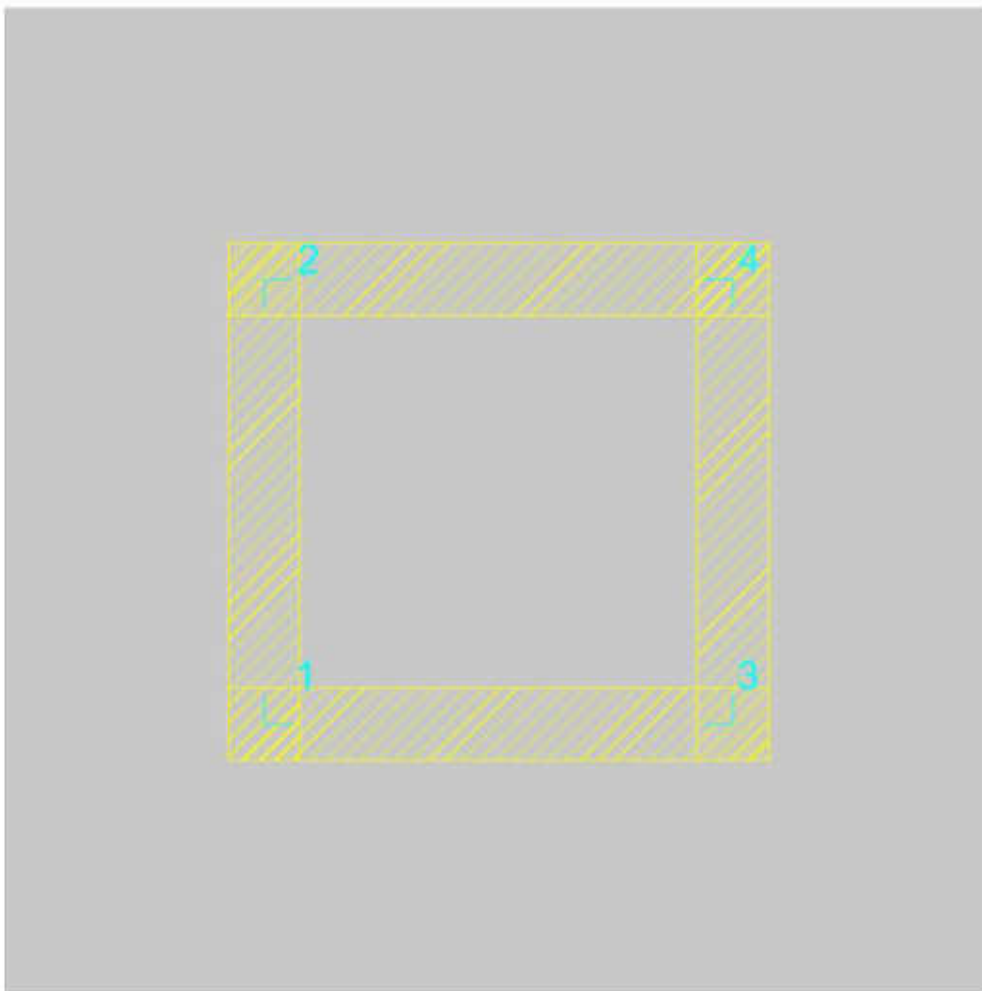
Ec: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.

Eg: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.

Platea a "Fondazione"

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C25/30 Rck 300

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (4298.9; -287.9; -150), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).
Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

Verifiche nei nodi

Verifiche SLU flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione, per le combinazioni SLV, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
30	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLV FO 11	374719	0	2750791	0	7.3409	Si
11	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLV FO 10	374718	0	2750791	0	7.341	Si
29	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLV FO 8	367190	0	2750791	0	7.4915	Si
10	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLV FO 5	367190	0	2750791	0	7.4915	Si
25	Y	100	80	10.05	3.8	10.05	3.8	SLV FO 15	364084	0	2822448	0	7.7522	Si

Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

Piastra di fondazione con comportamento non dissipativo pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
30	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLD 11	254148	0	2750791	0	10.8236	Si
11	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLD 10	254147	0	2750791	0	10.8236	Si
29	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLD 8	243857	0	2750791	0	11.2804	Si
10	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLD 5	243857	0	2750791	0	11.2804	Si
25	Y	100	80	10.05	3.8	10.05	3.8	SLD 15	248393	0	2822448	0	11.3629	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
30	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLE QP 1	181712	0	-1.6	112.1	15	Si
11	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLE QP 1	181712	0	-1.6	112.1	15	Si
18	Y	100	80	10.05	3.8	10.05	3.8	SLE QP 1	180187	0	-1.5	112.1	15	Si
25	Y	100	80	10.05	3.8	10.05	3.8	SLE QP 1	180187	0	-1.5	112.1	15	Si
10	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLE QP 1	173561	0	-1.5	112.1	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
18	Y	100	80	10.05	3.8	10.05	3.8	SLE RA 1	180187	0	21	3600	15	Si
25	Y	100	80	10.05	3.8	10.05	3.8	SLE RA 1	180187	0	21	3600	15	Si
30	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLE RA 1	181712	0	20.4	3600	15	Si
11	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLE RA 1	181712	0	20.4	3600	15	Si
10	X	100	80	10.05	5.4	10.05	5.4	SLE RA 1	173561	0	19.5	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente
Centro impronta, nel sistema globale: 4503.9; -82.9; -180
Lato minore B dell'impronta: 410
Lato maggiore L dell'impronta: 410
Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 168100

Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 11.62

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 5	0	-144553	LT	0	17	0	1.1	40001	0	1047912244660.14	Si
SLV FO 5	3196	-134211	LT	0	17	0	1.1	37139	3196	11.62	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 3.46 m
Peso specifico efficace del terreno di progetto γs: 1476 daN/m3
Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.02
Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.063

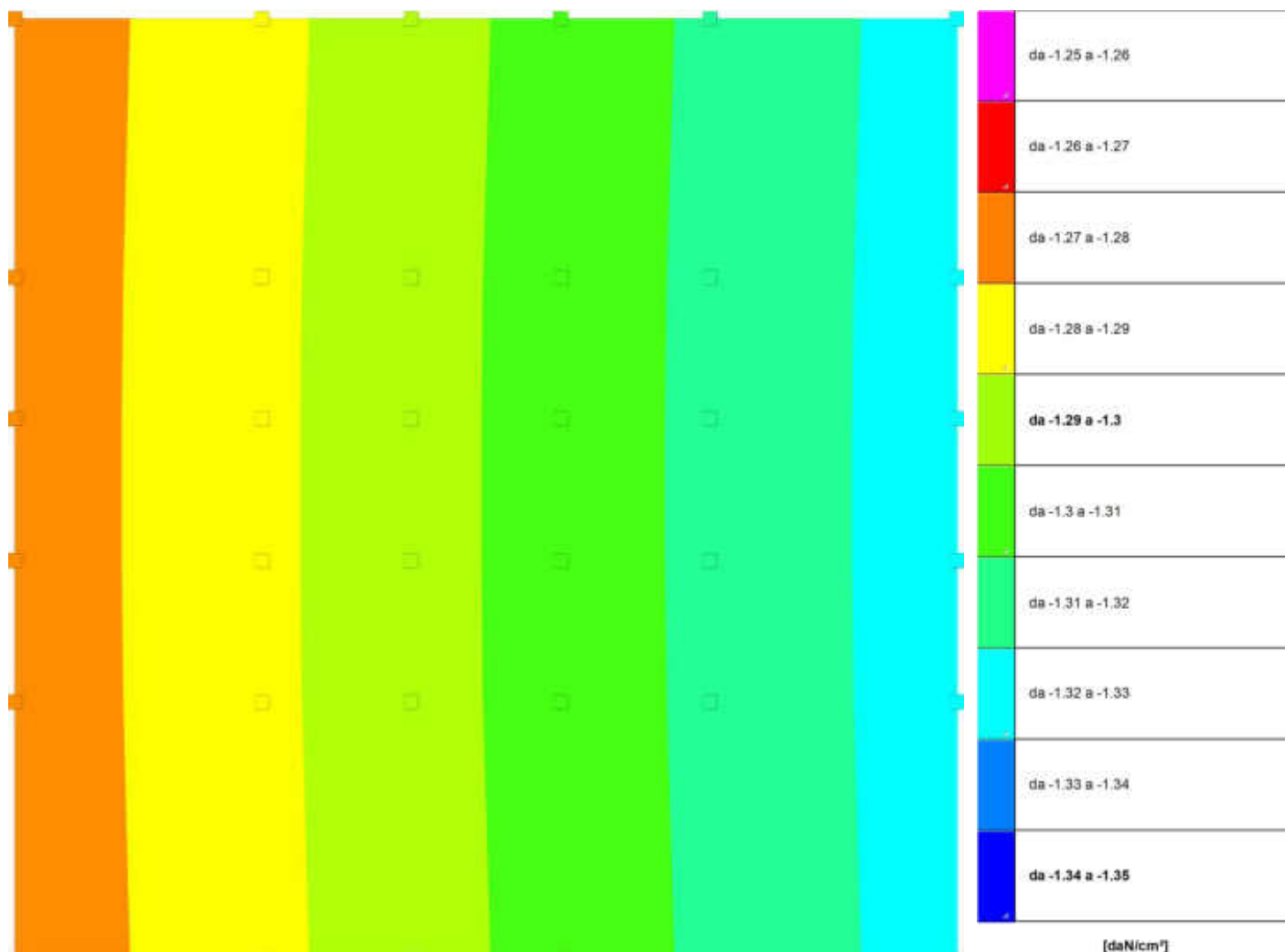
Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1.15

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 8	0	0	-218517	0	324675	0	0	1	0	407	410	LT	0	29	0	2.3	251033	218517	1.15	Si
2	SLV FO 12	916	3062	-134211	-2650324	1043010	0	1	8	-20	371	394	LT	0	29	0	2.3	186947	134211	1.39	Si
3	SLD 11	356	1192	-134211	-994359	547370	0	1	4	-7	395	402	LT	0	29	0	2.3	225019	134211	1.68	Si

Verifiche geotecniche di capacità portante - Fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	16	28	19	1.55	1.58	0.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	16	28	19	1.52	1.55	0.62	1	1	1	0.96	0.96	0.94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96	0.98	0.96
3	16	28	19	1.54	1.58	0.61	1	1	1	0.99	0.99	0.98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99

1.8.2 Pressioni terreno in SLU



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: indice del nodo.

Pressione minima: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Pressione massima: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -1.32559 al nodo di indice 19, di coordinate x = 4709, y = -114, z = -180, nel contesto SLU 8.

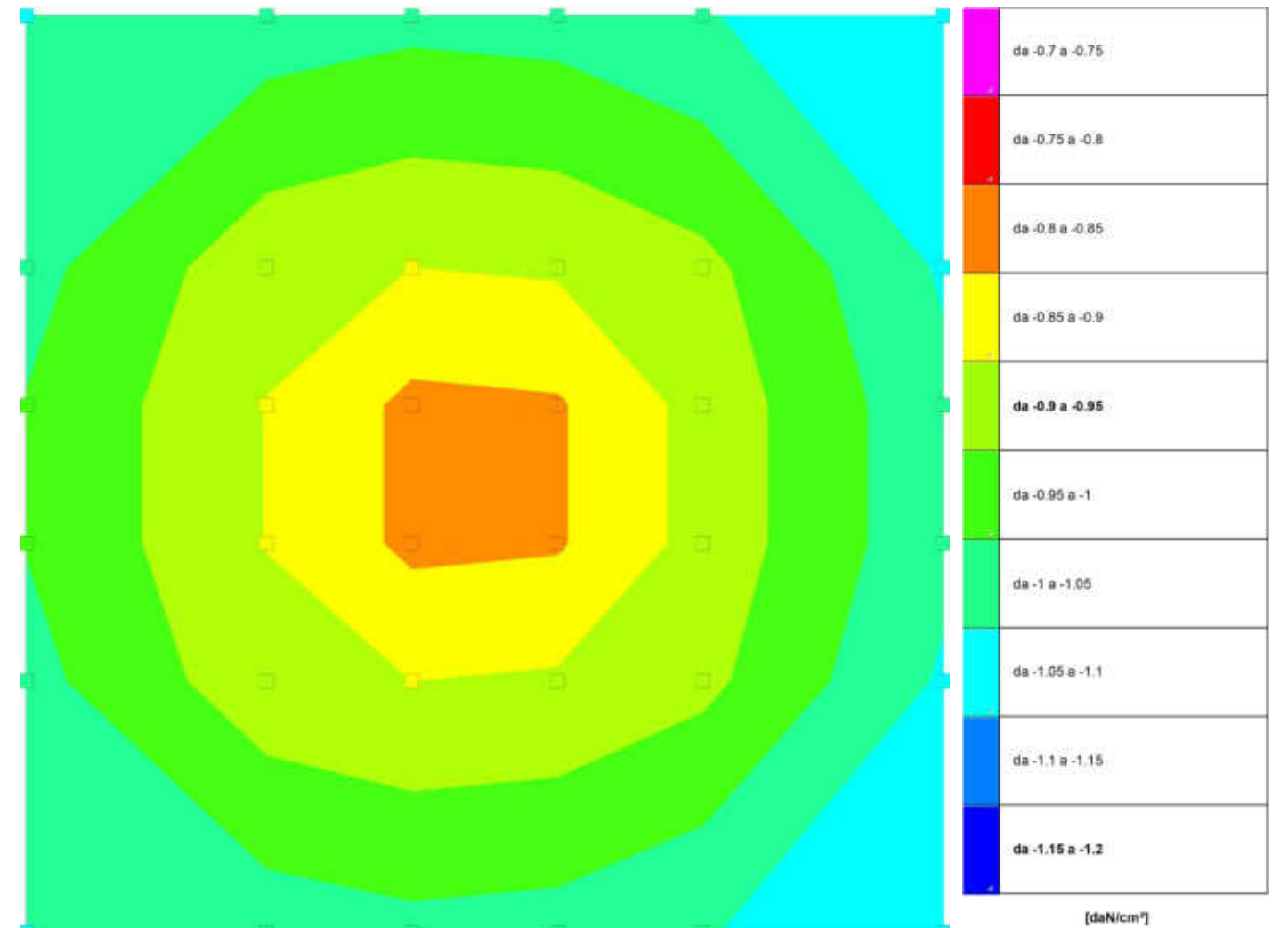
Spostamento estremo minimo -6.29401 al nodo di indice 19, di coordinate x = 4709, y = -114, z = -180, nel contesto SLU 8.

Spostamento estremo massimo -3.21979 al nodo di indice 2, di coordinate x = 4299, y = -288, z = -180, nel contesto SLU 1.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima	
		uz	Valore	uz	Valore
2	SLU 8	-6.04698	-1.27356	SLU 1	-3.21979
3	SLU 8	-6.11266	-1.28739	SLU 1	-3.27032
4	SLU 8	-6.15194	-1.29567	SLU 1	-3.30053
5	SLU 8	-6.19076	-1.30384	SLU 1	-3.33039
6	SLU 8	-6.22911	-1.31192	SLU 1	-3.35989
7	SLU 8	-6.29174	-1.32511	SLU 1	-3.40807
8	SLU 8	-6.04866	-1.27391	SLU 1	-3.22108
9	SLU 8	-6.11459	-1.2878	SLU 1	-3.2718
10	SLU 8	-6.15389	-1.29608	SLU 1	-3.30203
11	SLU 8	-6.19275	-1.30426	SLU 1	-3.33192
12	SLU 8	-6.23114	-1.31235	SLU 1	-3.36145
13	SLU 8	-6.29353	-1.32549	SLU 1	-3.40945
14	SLU 8	-6.0491	-1.27401	SLU 1	-3.22142
15	SLU 8	-6.11502	-1.28789	SLU 1	-3.27213
16	SLU 8	-6.1543	-1.29616	SLU 1	-3.30234
17	SLU 8	-6.19317	-1.30435	SLU 1	-3.33224
18	SLU 8	-6.2316	-1.31244	SLU 1	-3.3618
19	SLU 8	-6.29401	-1.32559	SLU 1	-3.40981
21	SLU 8	-6.0491	-1.27401	SLU 1	-3.22142
22	SLU 8	-6.11502	-1.28789	SLU 1	-3.27213
23	SLU 8	-6.1543	-1.29616	SLU 1	-3.30234
24	SLU 8	-6.19317	-1.30435	SLU 1	-3.33224
25	SLU 8	-6.2316	-1.31244	SLU 1	-3.3618
26	SLU 8	-6.29401	-1.32559	SLU 1	-3.40981

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima	
		uz	Valore	uz	Valore
27	SLU 8	-6.04866	-1.27391	SLU 1	-3.22108
28	SLU 8	-6.11459	-1.2878	SLU 1	-3.2718
29	SLU 8	-6.15389	-1.29608	SLU 1	-3.30203
30	SLU 8	-6.19275	-1.30426	SLU 1	-3.33192
31	SLU 8	-6.23114	-1.31235	SLU 1	-3.36145
32	SLU 8	-6.29353	-1.32549	SLU 1	-3.40945
33	SLU 8	-6.04698	-1.27356	SLU 1	-3.21979
34	SLU 8	-6.11266	-1.28739	SLU 1	-3.27032
35	SLU 8	-6.15194	-1.29567	SLU 1	-3.30053
36	SLU 8	-6.19076	-1.30384	SLU 1	-3.33039
37	SLU 8	-6.22911	-1.31192	SLU 1	-3.35989
38	SLU 8	-6.29174	-1.32511	SLU 1	-3.40807

1.8.3 Pressioni terreno in SLV/SLVf/SLUEcc



Rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLV/SLVf/SLUEcc.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: indice del nodo.

Pressione minima: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Pressione massima: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -1.09042 al nodo di indice 38, di coordinate x = 4709, y = 122, z = -180, nel contesto SLV fondazioni 16.

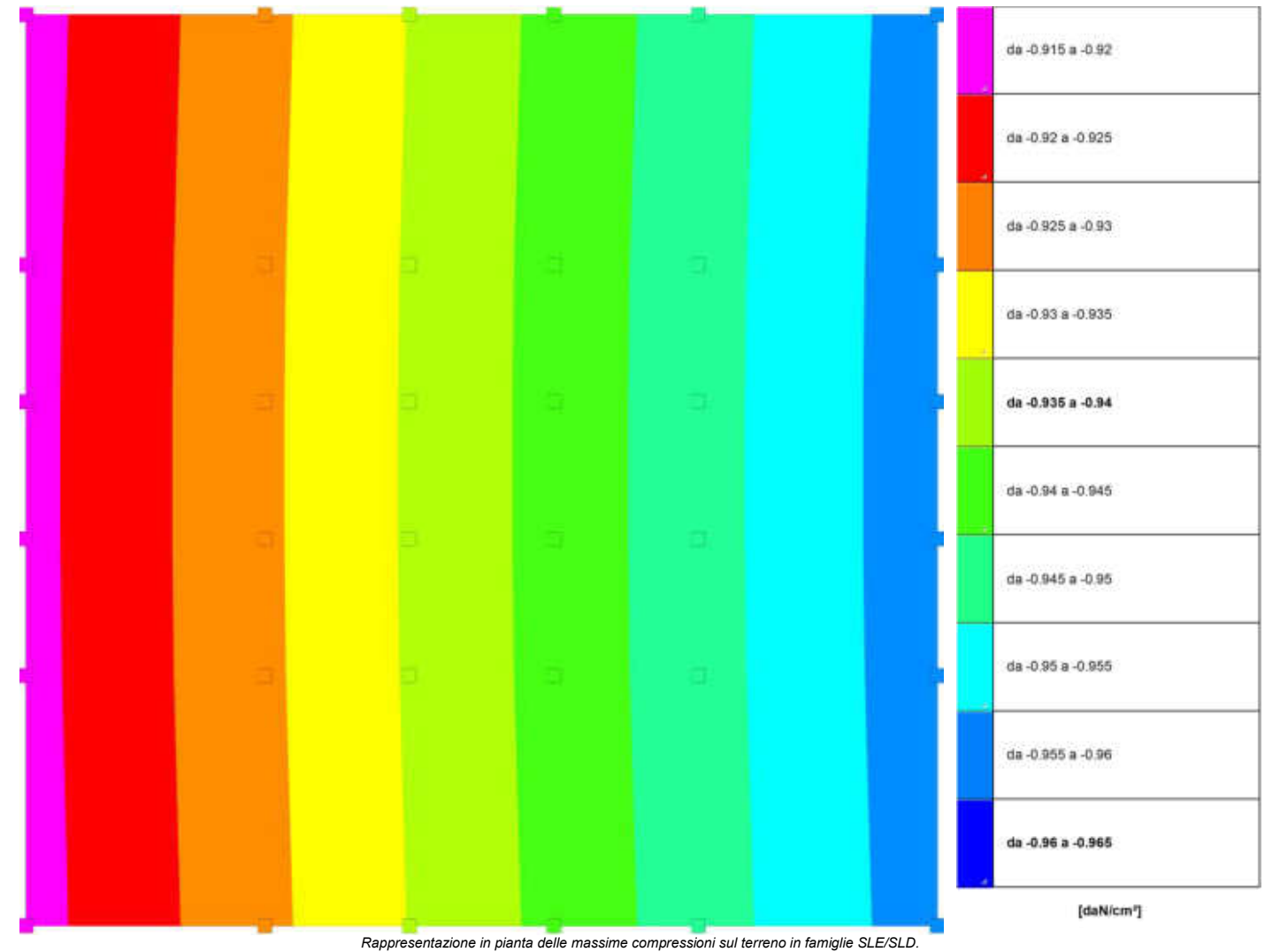
Spostamento estremo minimo -5.17743 al nodo di indice 38, di coordinate x = 4709, y = 122, z = -180, nel contesto SLV fondazioni 16.

Spostamento estremo massimo -2.40022 al nodo di indice 2, di coordinate x = 4299, y = -288, z = -180, nel contesto SLV fondazioni 15.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima	
		uz	Valore	uz	Valore
2	SLV FO 2	-4.98899	-1.05073	SLV FO 15	-2.40022
3	SLV FO 6	-4.88026	-1.02784	SLV FO 11	-2.60998
4	SLV FO 6	-4.8159	-1.01428	SLV FO 11	-2.73478
5	SLV FO 9	-4.84587	-1.02059	SLV FO 8	-2.76454
6	SLV FO 9	-4.97014	-1.04677	SLV FO 8	-2.69925
7	SLV FO 13	-5.17743	-1.09042	SLV FO 4	-2.58833
8	SLV FO 2	-4.82739	-1.0167	SLV FO 15	-2.56439
9	SLV FO 2	-4.35571	-0.91736	SLV FO 15	-3.13751
10	SLV FO 6	-4.27283	-0.8999	SLV FO 11	-3.28085

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
11	SLV FO 9	-4.3028	-0.90622	SLV FO 8	-3.31066	-0.69726
12	SLV FO 13	-4.44542	-0.93625	SLV FO 4	-3.2271	-0.67966
13	SLV FO 13	-5.01587	-1.0564	SLV FO 4	-2.75264	-0.57973
14	SLV FO 2	-4.73829	-0.99794	SLV FO 15	-2.65417	-0.559
15	SLV FO 2	-4.26649	-0.89857	SLV FO 15	-3.22739	-0.67972
16	SLV FO 2	-3.9803	-0.83829	SLV FO 15	-3.574	-0.75272
17	SLV FO 13	-4.0102	-0.84459	SLV FO 4	-3.6039	-0.75902
18	SLV FO 13	-4.35619	-0.91746	SLV FO 4	-3.31703	-0.6986
19	SLV FO 13	-4.92675	-1.03763	SLV FO 4	-2.84249	-0.59866
21	SLV FO 3	-4.73829	-0.99794	SLV FO 14	-2.65417	-0.559
22	SLV FO 3	-4.26649	-0.89857	SLV FO 14	-3.22739	-0.67972
23	SLV FO 3	-3.9803	-0.83829	SLV FO 14	-3.574	-0.75272
24	SLV FO 16	-4.0102	-0.84459	SLV FO 1	-3.6039	-0.75902
25	SLV FO 16	-4.35619	-0.91746	SLV FO 1	-3.31703	-0.6986
26	SLV FO 16	-4.92675	-1.03763	SLV FO 1	-2.84249	-0.59866
27	SLV FO 3	-4.82739	-1.0167	SLV FO 14	-2.56439	-0.54009
28	SLV FO 3	-4.35571	-0.91736	SLV FO 14	-3.13751	-0.66079
29	SLV FO 7	-4.27283	-0.8999	SLV FO 10	-3.28085	-0.69098
30	SLV FO 12	-4.3028	-0.90622	SLV FO 5	-3.31066	-0.69726
31	SLV FO 16	-4.44542	-0.93625	SLV FO 1	-3.2271	-0.67966
32	SLV FO 16	-5.01587	-1.0564	SLV FO 1	-2.75264	-0.57973
33	SLV FO 3	-4.98899	-1.05073	SLV FO 14	-2.40022	-0.50551
34	SLV FO 7	-4.88026	-1.02784	SLV FO 10	-2.60998	-0.54969
35	SLV FO 7	-4.8159	-1.01428	SLV FO 10	-2.73478	-0.57597
36	SLV FO 12	-4.84587	-1.02059	SLV FO 5	-2.76454	-0.58224
37	SLV FO 12	-4.97014	-1.04677	SLV FO 5	-2.69925	-0.56849
38	SLV FO 16	-5.17743	-1.09042	SLV FO 1	-2.58833	-0.54513

1.8.4 Pressioni terreno in SLE/SLD



Nodo: Nodo che interagisce col terreno.
Ind.: indice del nodo.
Pressione minima: situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.
Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.
uz: spostamento massimo verticale del nodo. [cm]
Valore: pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]
Pressione massima: situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.
Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.
uz: spostamento minimo verticale del nodo. [cm]
Valore: pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -0.95814 al nodo di indice 19, di coordinate x = 4709, y = -114, z = -180, nel contesto SLE rara 2.
 Spostamento estremo minimo -4.54936 al nodo di indice 19, di coordinate x = 4709, y = -114, z = -180, nel contesto SLE rara 2.
 Spostamento estremo massimo -3.20897 al nodo di indice 2, di coordinate x = 4299, y = -288, z = -180, nel contesto SLD 15.

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLE RA 2	-4.35933	-0.91812	SLD 15	-3.20897	-0.67584
3	SLE RA 2	-4.40986	-0.92876	SLD 11	-3.31924	-0.69907
4	SLE RA 2	-4.44007	-0.93513	SLD 11	-3.38494	-0.7129
5	SLE RA 2	-4.46993	-0.94142	SLD 8	-3.41476	-0.71919
6	SLE RA 2	-4.49943	-0.94763	SLD 8	-3.40869	-0.71791
7	SLE RA 2	-4.54761	-0.95778	SLD 4	-3.39718	-0.71548
8	SLE RA 2	-4.36062	-0.91839	SLD 15	-3.27137	-0.68899
9	SLE RA 2	-4.41134	-0.92908	SLE RA 1	-3.46172	-0.72908
10	SLE RA 2	-4.44157	-0.93544	SLE RA 1	-3.49195	-0.73544
11	SLE RA 2	-4.47146	-0.94174	SLE RA 1	-3.52184	-0.74174
12	SLE RA 2	-4.501	-0.94796	SLE RA 1	-3.55138	-0.74796
13	SLE RA 2	-4.54899	-0.95807	SLD 4	-3.45969	-0.72865
14	SLE RA 2	-4.36097	-0.91847	SLD 15	-3.30527	-0.69612
15	SLE RA 2	-4.41167	-0.92915	SLE RA 1	-3.46205	-0.72915
16	SLE RA 2	-4.44188	-0.93551	SLE RA 1	-3.49226	-0.73551
17	SLE RA 2	-4.47178	-0.94181	SLE RA 1	-3.52216	-0.74181
18	SLE RA 2	-4.50135	-0.94803	SLE RA 1	-3.55173	-0.74803
19	SLE RA 2	-4.54936	-0.95814	SLD 4	-3.49363	-0.7358
21	SLE RA 2	-4.36097	-0.91847	SLD 14	-3.30527	-0.69612
22	SLE RA 2	-4.41167	-0.92915	SLE RA 1	-3.46205	-0.72915
23	SLE RA 2	-4.44188	-0.93551	SLE RA 1	-3.49226	-0.73551
24	SLE RA 2	-4.47178	-0.94181	SLE RA 1	-3.52216	-0.74181
25	SLE RA 2	-4.50135	-0.94803	SLE RA 1	-3.55173	-0.74803
26	SLE RA 2	-4.54936	-0.95814	SLD 1	-3.49363	-0.7358
27	SLE RA 2	-4.36062	-0.91839	SLD 14	-3.27137	-0.68899
28	SLE RA 2	-4.41134	-0.92908	SLE RA 1	-3.46172	-0.72908
29	SLE RA 2	-4.44157	-0.93544	SLE RA 1	-3.49195	-0.73544
30	SLE RA 2	-4.47146	-0.94174	SLE RA 1	-3.52184	-0.74174
31	SLE RA 2	-4.501	-0.94796	SLE RA 1	-3.55138	-0.74796
32	SLE RA 2	-4.54899	-0.95807	SLD 1	-3.45969	-0.72865
33	SLE RA 2	-4.35933	-0.91812	SLD 14	-3.20897	-0.67584
34	SLE RA 2	-4.40986	-0.92876	SLD 10	-3.31924	-0.69907
35	SLE RA 2	-4.44007	-0.93513	SLD 10	-3.38494	-0.7129
36	SLE RA 2	-4.46993	-0.94142	SLD 5	-3.41476	-0.71919
37	SLE RA 2	-4.49943	-0.94763	SLD 5	-3.40869	-0.71791
38	SLE RA 2	-4.54761	-0.95778	SLD 1	-3.39718	-0.71548

1.8.5 Cedimenti fondazioni superficiali

Nodo: nodo che interagisce col terreno.

Ind.: indice del nodo.

spostamento nodale massimo: situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale nel nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

spostamento nodale minimo: situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso.

Cont.: nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

Cedimento elastico: cedimento teorico elastico massimo.

Cont.: nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico elastico massimo.

v.: valore del cedimento teorico elastico massimo. [cm]

Cedimento edometrico: cedimento teorico edometrico massimo.

Cont.: nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico edometrico massimo.

v.: valore del cedimento teorico edometrico massimo. [cm]

Cedimento di consolidazione: cedimento teorico di consolidazione massimo.

Cont.: nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico di consolidazione massimo.

v.: valore del cedimento teorico di consolidazione massimo. [cm]

Spostamento estremo minimo -4.54936 al nodo di indice 19, di coordinate x = 4709, y = -114, z = -180, nel contesto SLE rara 2.

Spostamento estremo massimo -3.20897 al nodo di indice 2, di coordinate x = 4299, y = -288, z = -180, nel contesto SLD 15.

Nodo Ind.	spostamento nodale massimo			spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione	
	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
2	SLD 15	-3.20897	-0.67584	SLE RA 2	-4.35933	-0.91812						
3	SLD 11	-3.31924	-0.69907	SLE RA 2	-4.40986	-0.92876						
4	SLD 11	-3.38494	-0.7129	SLE RA 2	-4.44007	-0.93513						
5	SLD 8	-3.41476	-0.71919	SLE RA 2	-4.46993	-0.94142						
6	SLD 8	-3.40869	-0.71791	SLE RA 2	-4.49943	-0.94763						
7	SLD 4	-3.39718	-0.71548	SLE RA 2	-4.54761	-0.95778						
8	SLD 15	-3.27137	-0.68899	SLE RA 2	-4.36062	-0.91839						
9	SLE RA 1	-3.46172	-0.72908	SLE RA 2	-4.41134	-0.92908						
10	SLE RA 1	-3.49195	-0.73544	SLE RA 2	-4.44157	-0.93544						
11	SLE RA 1	-3.52184	-0.74174	SLE RA 2	-4.47146	-0.94174						
12	SLE RA 1	-3.55138	-0.74796	SLE RA 2	-4.501	-0.94796						
13	SLD 4	-3.45969	-0.72865	SLE RA 2	-4.54899	-0.95807						
14	SLD 15	-3.30527	-0.69612	SLE RA 2	-4.36097	-0.91847						
15	SLE RA 1	-3.46205	-0.72915	SLE RA 2	-4.41167	-0.92915						
16	SLE RA 1	-3.49226	-0.73551	SLE RA 2	-4.44188	-0.93551						
17	SLE RA 1	-3.52216	-0.74181	SLE RA 2	-4.47178	-0.94181						
18	SLE RA 1	-3.55173	-0.74803	SLE RA 2	-4.50135	-0.94803						
19	SLD 4	-3.49363	-0.7358	SLE RA 2	-4.54936	-0.95814						
21	SLD 14	-3.30527	-0.69612	SLE RA 2	-4.36097	-0.91847						
22	SLE RA 1	-3.46205	-0.72915	SLE RA 2	-4.41167	-0.92915						
23	SLE RA 1	-3.49226	-0.73551	SLE RA 2	-4.44188	-0.93551						
24	SLE RA 1	-3.52216	-0.74181	SLE RA 2	-4.47178	-0.94181						
25	SLE RA 1	-3.55173	-0.74803	SLE RA 2	-4.50135	-0.94803						
26	SLD 1	-3.49363	-0.7358	SLE RA 2	-4.54936	-0.95814						

Nodo Ind.	spostamento nodale massimo			spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione	
	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
27	SLD 14	-3.27137	-0.68899	SLE RA 2	-4.36062	-0.91839						
28	SLE RA 1	-3.46172	-0.72908	SLE RA 2	-4.41134	-0.92908						
29	SLE RA 1	-3.49195	-0.73544	SLE RA 2	-4.44157	-0.93544						
30	SLE RA 1	-3.52184	-0.74174	SLE RA 2	-4.47146	-0.94174						
31	SLE RA 1	-3.55138	-0.74796	SLE RA 2	-4.501	-0.94796						
32	SLD 1	-3.45969	-0.72865	SLE RA 2	-4.54899	-0.95807						
33	SLD 14	-3.20897	-0.67584	SLE RA 2	-4.35933	-0.91812						
34	SLD 10	-3.31924	-0.69907	SLE RA 2	-4.40986	-0.92876						
35	SLD 10	-3.38494	-0.7129	SLE RA 2	-4.44007	-0.93513						
36	SLD 5	-3.41476	-0.71919	SLE RA 2	-4.46993	-0.94142						
37	SLD 5	-3.40869	-0.71791	SLE RA 2	-4.49943	-0.94763						
38	SLD 1	-3.39718	-0.71548	SLE RA 2	-4.54761	-0.95778						