



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



COMUNE DI CALASCIBETTA

OGGETTO:

**PNRR AVVISO M2 C1.1 I1.1 LINEA A
REALIZZAZIONE DI UN
CENTRO COMUNALE PER LA RACCOLTA
DIFFERENZIATA DEI RIFIUTI**

CUP J32F23000020001

UBICAZIONE:

CONTRADA PIANOLONGUILLO

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO:

**RELAZIONE GEOTECNICA E
DELLE FONDAZIONI**

TAVOLA:

R.9

SCALA:

I PROGETTISTI:

RTP

- ING. DARIO ACCORSO
- ING. LUIGI SOTERA
- ARCH. MARIELLA RINALDI

IL R.U.P.

ARCH. NICOLÒ MAZZA

REV. 03

NOVEMBRE 2023

SPAZIO RISERVATO PER LE VIDIMAZIONI:

Sommario

1 Normativa di riferimento	4
2 Premessa	5
3 Descrizione delle opere in sito	6
4 Problemi geotecnici e scelte tipologiche	11
Tipologia di fondazione	11
4.1 Elementi di fondazione	12
4.1.1 Fondazioni di travi	12
5 Programma delle indagini e delle prove geotecniche	13
5.1 Sondaggi del sito	13
6 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito	15
6.1 Terreni	15
7 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica	16
Modello di fondazione	16
8 Verifiche delle fondazioni	19
8.1 Pressioni terreno in SLU	19
8.2 Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc	21
8.3 Pressioni terreno in SLE/SLD	23
8.4 Cedimenti fondazioni	25

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 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).

2 Premessa

Il progetto "Centro Comunale di Raccolta Rifiuti Differenziati" ha come obiettivo quello di offrire, al territorio comunale, un'area adeguatamente attrezzata per il conferimento temporaneo di rifiuti urbani o loro frazioni, senza prevedere l'installazione di strutture tecnologiche o processi di trattamento. Nella struttura è prevista la presenza obbligatoria di uno o più addetti al fine di controllare l'effettivo conferimento dei rifiuti, da parte dei privati, oltre che per permettere un più agevole e razionale raggruppamento dei materiali, prima che gli stessi vengano prelevati ed avviati al recupero o allo smaltimento. Il servizio di controllo e assistenza potrà essere svolto da dipendenti comunali e/o degli operatori appartenenti al gestore del servizio pubblico di igiene urbana.

L'area, dotata di attrezzature per il ricevimento dei rifiuti delle diverse tipologie, è stata ideata per facilitare, in particolar modo, il conferimento dei rifiuti ingombranti e di difficile conferimento a domicilio.

L'area è da considerarsi, con buona approssimazione, pianeggiante e su terreno con caratteristiche geotecniche medio-buone e comunque idoneo a sopportare i carichi delle platee in calcestruzzo realizzate e degli strati a conglomerato bituminoso per l'impermeabilizzazione dell'area nonché dei contenitori utilizzati per il conferimento dei rifiuti e degli automezzi pesanti utilizzati per il loro trasporto.

La struttura dell'Ecocentro presenta, nel suo complesso, una forma rettangolare; essa verrà recintata sul lato di accesso da un muro in conci di tufo di altezza pari a 0,80 m con sovrapposta recinzione in grigliato elettrofuso tipo "Orsogril" di altezza pari a 1,20 m, e nei restanti tre lati di recinzione con una struttura in conci di tufo per un'altezza complessiva della di 2,00 m.

Inoltre, una cerchia di alberi ad alto fusto delimiterà ulteriormente il confine di separazione con le restanti funzioni circostanti.

Il progetto dell'Ecocentro prevede la realizzazione di:

- un'area containers destinata ai rifiuti non pericolosi che alloggia carrelli scarrabili adibiti al conferimento di pneumatici, ingombranti e legno, inerti, sfalci e potature, vetro, metalli, carta, plastica su una superficie impermeabilizzata in conglomerato bituminoso;
- un'area Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (R.A.E.E.) e Rifiuti Urbani Pericolosi (R.U.P.) quali, farmaci scaduti, accumulatori a batteria, toner, oli e grassi vegetali ed oli e grassi minerali posta sotto una tettoia delle dimensioni di 20,00 m x 8,90 m su superficie impermeabilizzata in conglomerato cementizio. Al di sotto della tettoia sono alloggiati carrelli scarrabili tipo containers per elettrodomestici quali frigoriferi e congelatori, lavatrici e lavastoviglie, oltre che appositi contenitori per Tv e monitor, apparecchiature elettroniche di piccole dimensioni e sorgenti luminose ed appositi contenitori per i rifiuti R.U.P. Sotto la copertura, trova collocazione anche un prefabbricato ad uso Guardiania/Accettazione per il personale in servizio e per gli utenti del centro di raccolta.
- un'area parcheggio interna alla struttura, di circa 80 m².

Dalla descrizione delle sue componenti, si evince che il progetto risulta composto, nel suo complesso, solo da tettoie, le cui altezze totali non interferiscono con il paesaggio urbano in cui si inserisce il progetto. D'altra parte, il progetto è modulare nella sua essenza onde favorire successive ed eventuali riconfigurazioni.

All'interno dell'Ecocentro è prevista la costruzione di una tettoia metallica di copertura delle dimensioni di 20,00 m x 8,90 m (in proiezione sul piano orizzontale) per un'altezza da 4,30 a 4,50 m sotto cui verranno collocati gli appositi containers/contenitori per le varie tipologie di rifiuti R.A.E.E. e R.U.P., nonché per il prefabbricato ad uso Guardiania/Accettazione. La tettoia sarà dotata di una lieve pendenza necessaria allo scolo delle acque meteoriche.

Nel dettaglio, si tratta di una struttura in carpenteria metallica costituita dagli elementi di seguito elencati:

- Fondazioni - Plinti in c.a.:
 - ✓ trave rovescia base di dimensione: 0,90x0,30x21,40(lunghezza) m;
 - ✓ trave rovescia altezza di dimensione: 0,50x0,40 m;
 - ✓ n. 5 travi di collegamento trave rovescia di dimensioni: 0,80x0,30x7,60 m;
- Pilastri: HEA 180, n. 10;
- Travi principali: IPE 220, n. 5;
- Travi secondarie: IPE 140, n. 4;
- Correnti superiori – Omega 150x80x40x2,5 cm, n. 6.

Le colonne in acciaio saranno rese solidali ai plinti di fondazione attraverso delle opportune piastre di ancoraggio di forma quadrata e dimensioni 300x300x15 mm (con tirafondi in acciaio).

La struttura ricade nel Tipo di Costruzione 2 e nella Classe d'Uso II di cui ai § 2.4.1 e 2.4.2. delle NTC 18. Le azioni agenti sulla struttura sono rappresentate, oltre che dal peso proprio delle membrature strutturali, dai permanenti portati (pannello di copertura), dal carico dovuto alla neve, dal vento e dalle azioni sismiche determinate ai sensi delle NTC 18.

Infine, su ogni struttura è prevista l'installazione dei canali di gronda in lamiera zincata, ossia di un adeguato sistema per lo smaltimento e la raccolta delle acque piovane, che saranno poi convogliate tramite apposita canalizzazione nella vasca di raccolta delle acque meteoriche ed, in caso di troppo pieno, nella trincea drenante.

3 Descrizione delle opere in sito

La **struttura in oggetto** è stata analizzata secondo la norma D.M. 17-01-18 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione 2. 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 (§2.4.3).

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, come previsto nell'allegato A della norma. 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 (cfr. anche il §C3.2.1).

Nella presente progettazione si sono considerati i seguenti parametri sismici:

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 (§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 . Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III).

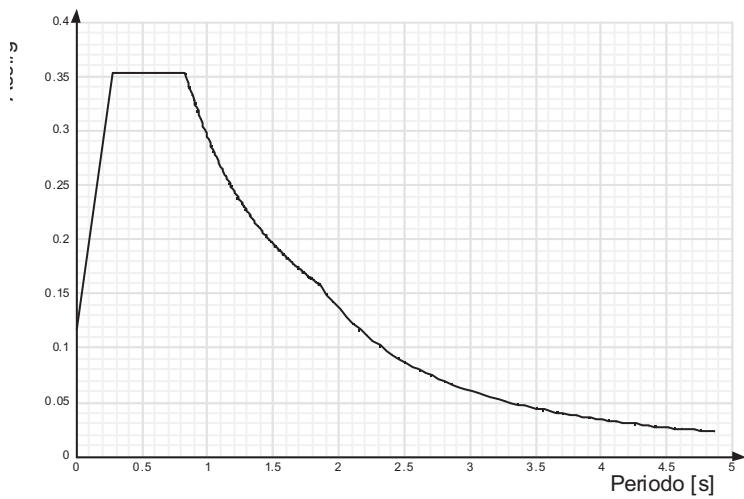
Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica ST , viste le condizioni in sito e l'orografia della zona, si è attribuita la categoria topografica . Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (Tab. 3.2.IV).

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

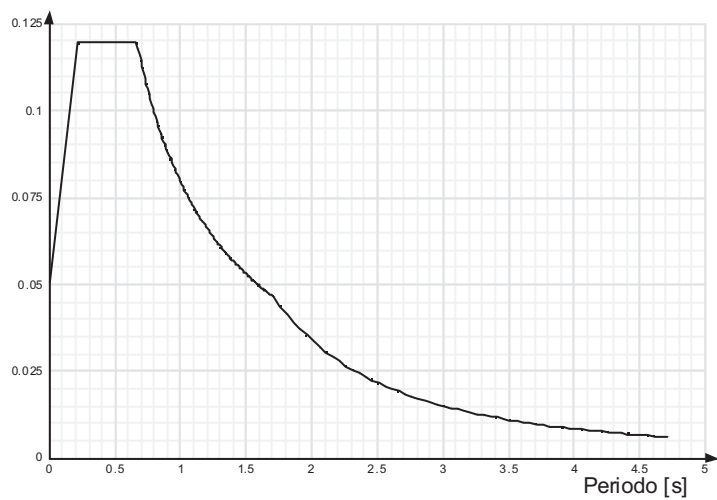
In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali:

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

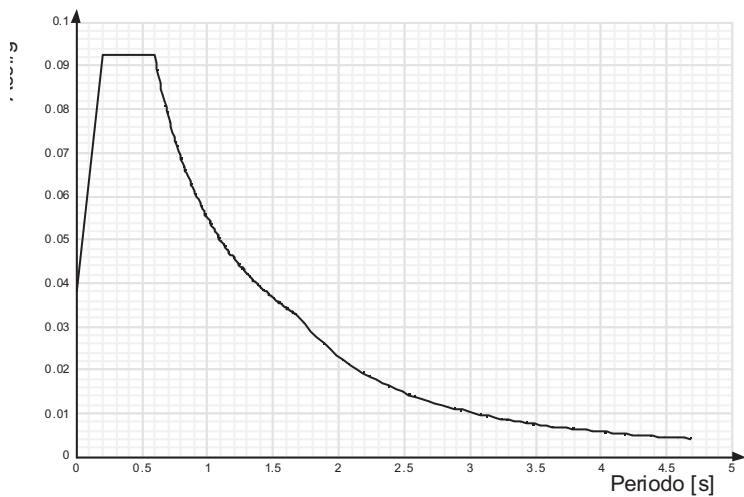
Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLC § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



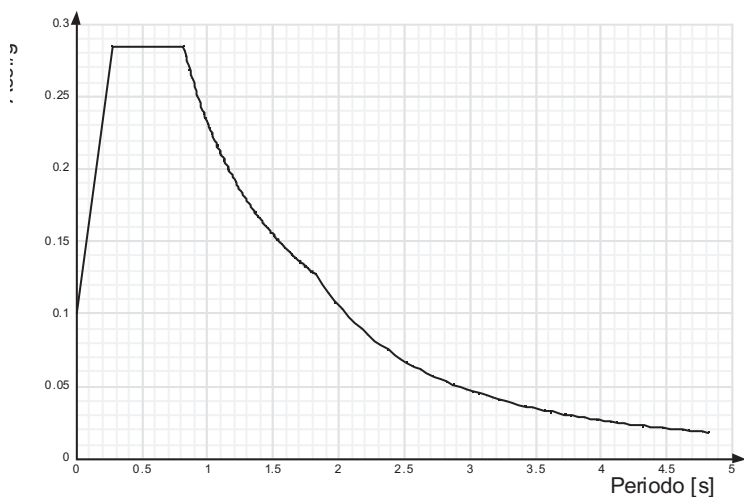
Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Viene mostrato lo spettro di risposta elastico " Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 (3.2.4)".



Parametri di analisi

Si è condotta una analisi di tipo Analisi semplificata (§ 7 comma 2) su una costruzione di acciaio regolare in piantaregolare in altezza.

Le parti strutturali in acciaio sono inquadrabili nella tipologia a) Strutture intelaiate $q_0=4.0$, con rapporto $\alpha U/\alpha 1$ corrispondente a .

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

Fattore di struttura per sisma X	2.15
Fattore di struttura per sisma Y	2.15
Fattore di struttura per sisma Z	1.5

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

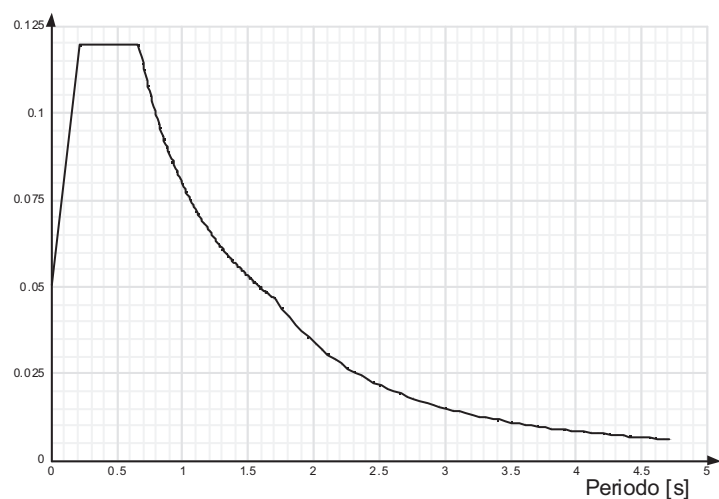
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	1	
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	1	

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 (§7.2.6), 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.

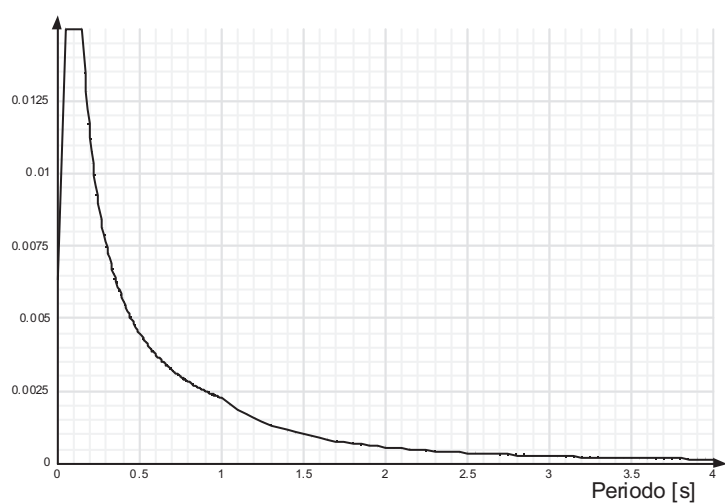
Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo la procedura semplificata, amplificando le sollecitazioni su ogni elemento resistente, calcolate con la distribuzione fornita dalla formula (7.3.6), attraverso il fattore (d) descritto dalla formula (7.3.7). Ai fini di tale valutazione si è considerato un baricentro della struttura posto a -457,538355786; 965,3518975428.

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

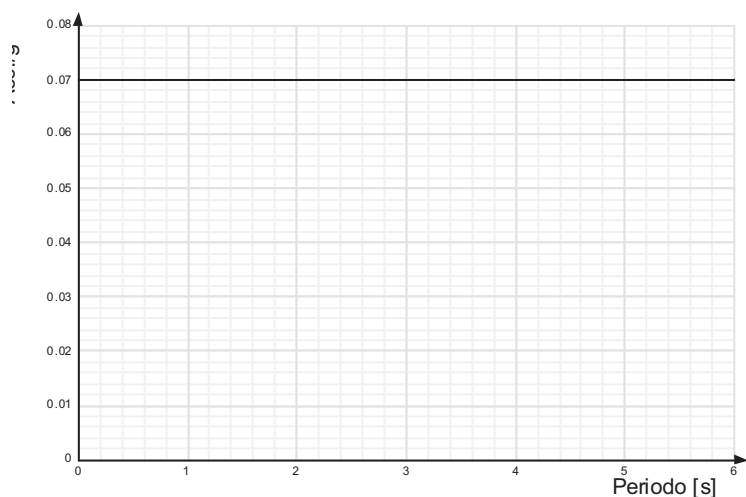
Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.4".



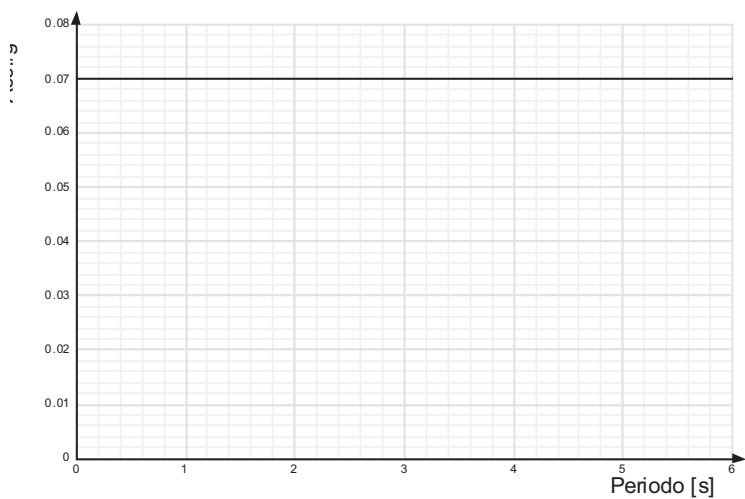
Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.4".



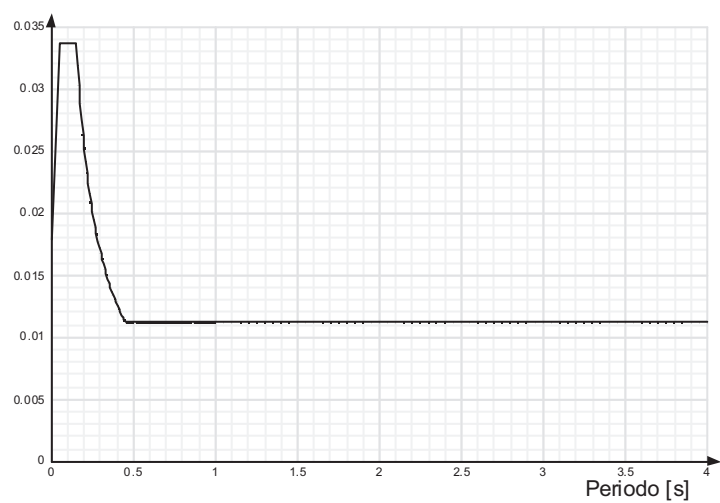
Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 7.0, comma 2, pt 3".



Viene mostrato lo spettro di progetto " Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 7.0, comma 2, pt 3".



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



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 rigidità. In direzione orizzontale si è considerata la struttura bloccata.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	5	[daN/cm ³]
K punta palo (default)	4	[daN/cm ³]
Pressione limite punta palo (default)	10	[daN/cm ²]

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 portanza fondazioni superficiali	2.3
Coefficiente di sicurezza 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

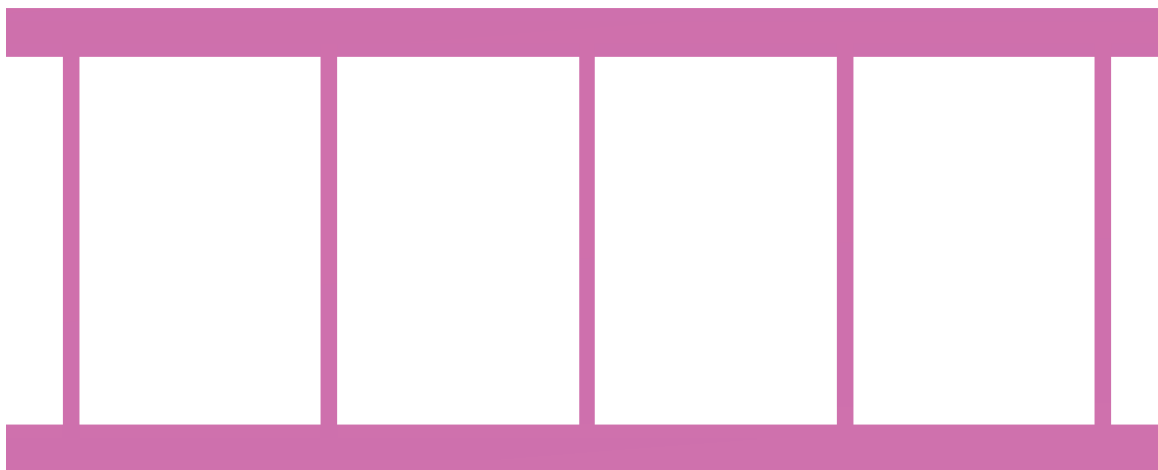


Immagine: rappresentazione in pianta di tutti gli elementi strutturali di fondazione.

4.1 Elementi di fondazione

4.1.1 Fondazioni di travi

Descrizione breve: Descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle travi 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.

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]

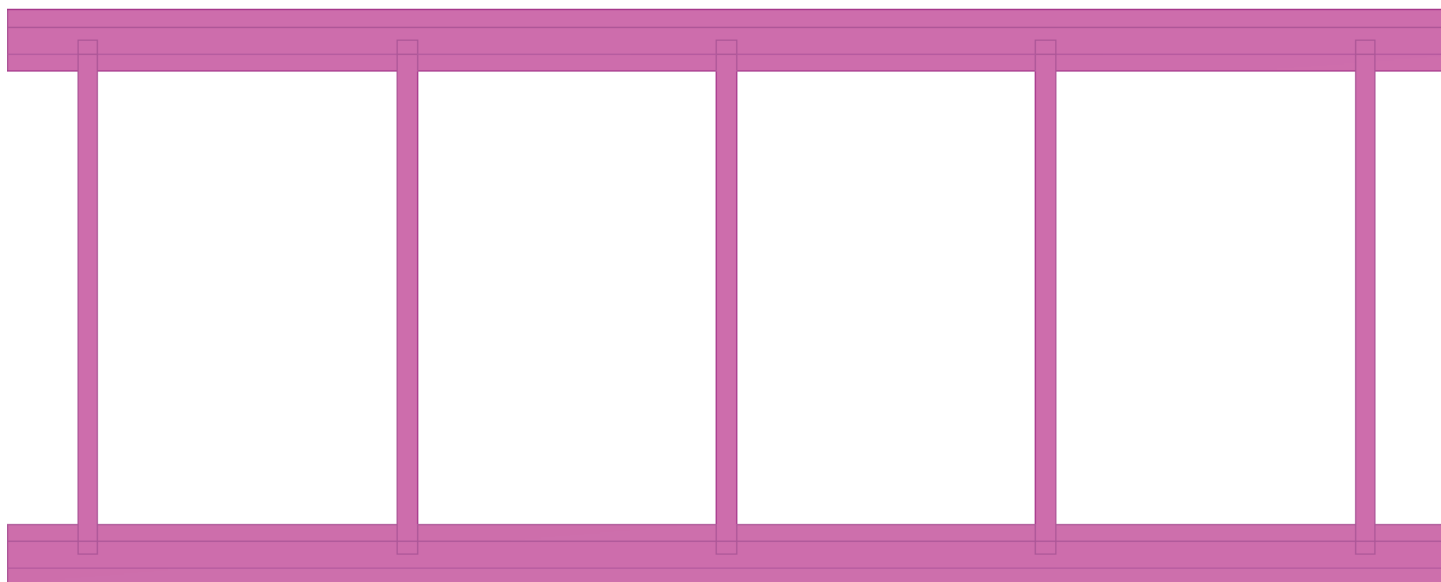
Sbordo magrone: Allargamento dell'impronta della trave dovuta al magrone: nel calcolare la reazione del terreno la larghezza della trave sarà incrementata del doppio dello sbordo. [cm]

Terreno riporto: Caratteristiche dell'eventuale terreno di riporto presente lateralmente all'elemento di fondazione. Esso costituisce un sovraccarico agente sul piano di posa.

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione	Sbordo magrone	Terreno riporto
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica					
FT1	Piu' vicino in sito	0		Default (5)	Default (1)	Default (1)	0	Default (calcarenite compatta); Default (80); 0

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:



TETTOIA

Immagine: planimetria della zona con indicate le posizioni delle verticali di indagine

5.1 Sondaggi del sito

Con riferimento alla relazione geologica redatta dal dott. geol. Salvatore Palillo, 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: TETTOIA

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

Quota della sommità del sondaggio (P.C.) nel sistema globale scelto: 0

.
. .
Coltre superficiale (0,00-0,50 m)
PESO DI VOLUME Y= 1.60 t/mc
ANGOLO DI ATTRITO Ø'=19°
COESIONE DRENATA C'=0
COEFF. DI POISSON P=0,34
. . .
Sabbie limose di colore bruno (0,50 m - 4,00 m)
PESO DI VOLUME Y= 1,80 t/mc
ANGOLO DI ATTR Ø= 28°
COESIONE DRENATA C'=0
MODULO EDOM. Med=50 Kg/cm²
MODULO DI YOUNG My=125 Kg/cm²
COEFF. DI POISSON P=0,31
COEFF. DI WINKLER Ko=3 Kg/cm³
. . .
Sabbie rossastre ben addensate (4,00 m - 30 m)
PESO DI VOLUME Y= 1,80 t/mc
ANGOLO DI ATTR Ø= 32°
COESIONE DRENATA C'=0
MODULO EDOM. Med=65 Kg/cm²
MODULO DI YOUNG My=145 Kg/cm²
COEFF. DI POISSON P=0,30
COEFF. DI WINKLER Ko=5,5 Kg/cm³

Stratigrafie

Terreno: Terreno mediamente uniforme presente nello strato.
Sp.: Spessore dello strato. [cm]
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.	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
sabbie limose	1000	0.3	0.25	0.6	0.5	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	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.

6.1 Terreni

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Coesione: Coesione del terreno. [daN/cm²]

Coesione non drenata: Coesione non drenata (C_u) del terreno. [daN/cm²]

Attrito interno: Angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cla. [deg]

Adesione: Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cla. Il valore è adimensionale.

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

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

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

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

Poisson: Coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K ₀	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson
sabbie limose	0.0	0.45	28	0	1	0.38	0.0018	0.00185	2000	0.3

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 (R_d) e quelle instabilizzanti (E_d):

$$R_d = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$
$$E_d = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

- N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
- T_x, T_y = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
- $\tan(\varphi)$ = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
- c_a = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
- B, L = dimensioni della fondazione;
- α = fattore di riduzione della spinta passiva;
- S_p = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
- γ_{rs} = fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento $FS = R_d / E_d$ 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 (R_d) con la sollecitazione di progetto (E_d); 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 (R_d) ed il carico agente (E_d), 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:

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

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

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

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 $0.5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma'} \cdot \sin \beta$ con $N_{\gamma'} = -2 \cdot \tan \beta$

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

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi; \quad N_q = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi)}; \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_a \cdot N_c}; \quad i_q = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \tan \phi} \right)^m;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot \tan \phi} \right)^{m+1}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - \tan \beta)^2; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = (1 - \eta \cdot \tan \phi)^2; \quad b_\gamma = b_q$$

$$k = \frac{D}{B_f} \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1 \right); \quad k = \arctan \left(\frac{D}{B_f} \right) \quad \left(\text{se } \frac{D}{B_f} > 1 \right); \quad m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

c_a = aderenza alla base della fondazione;

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

β = 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:

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

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 q_{ult} 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 k_h , 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**:

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

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.

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

DA1.1 - Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Le seguenti verifiche delle fondazioni sono state condotte secondo l'approccio [2].

8.1 Pressioni terreno in SLU

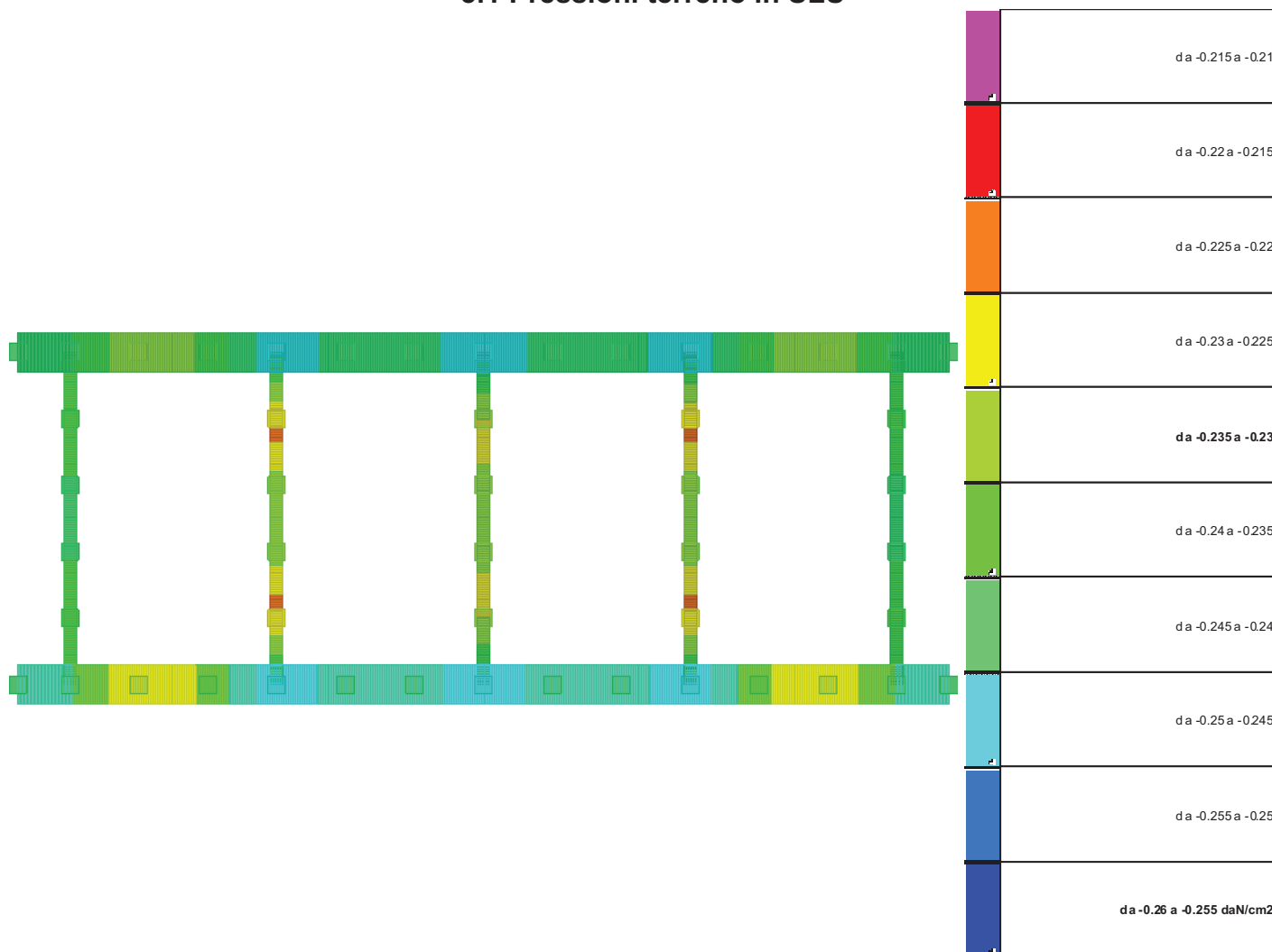


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

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 -0.2485 al nodo di indice 44, di coordinate x = -458, y = 1347, z = -50, nel contesto SLU 4.

Spostamento estremo minimo -0.0497 al nodo di indice 44, di coordinate x = -458, y = 1347, z = -50, nel contesto SLU 4.

Spostamento estremo massimo -0.0306 al nodo di indice 13, di coordinate x = 175, y = 582, z = -50, nel contesto SLU 1.

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLU 4	-0.04886	-0.24431	SLU 1	-0.0323	-0.16151
3	SLU 4	-0.04805	-0.24023	SLU 1	-0.03175	-0.15873
4	SLU 4	-0.04645	-0.23227	SLU 1	-0.03073	-0.15363
5	SLU 4	-0.04729	-0.23646	SLU 1	-0.0306	-0.15299
6	SLU 4	-0.04944	-0.24722	SLU 1	-0.03108	-0.15542
7	SLU 4	-0.0485	-0.2425	SLU 1	-0.03071	-0.15356
8	SLU 4	-0.04847	-0.24236	SLU 1	-0.03073	-0.15363
9	SLU 4	-0.04966	-0.24832	SLU 1	-0.03115	-0.15574
10	SLU 4	-0.04847	-0.24236	SLU 1	-0.03073	-0.15363
11	SLU 4	-0.0485	-0.2425	SLU 1	-0.03071	-0.15356
12	SLU 4	-0.04944	-0.24721	SLU 1	-0.03108	-0.15542
13	SLU 4	-0.04729	-0.23645	SLU 1	-0.0306	-0.15299
14	SLU 4	-0.04645	-0.23227	SLU 1	-0.03073	-0.15363
15	SLU 4	-0.04804	-0.24022	SLU 1	-0.03175	-0.15873
16	SLU 4	-0.04886	-0.24429	SLU 1	-0.0323	-0.16151
17	SLU 4	-0.04775	-0.23876	SLU 1	-0.03479	-0.17396
18	SLU 4	-0.04527	-0.22635	SLU 1	-0.03379	-0.16897
19	SLU 4	-0.04603	-0.23013	SLU 1	-0.03394	-0.16968
20	SLU 4	-0.04527	-0.22635	SLU 1	-0.03379	-0.16897
21	SLU 4	-0.04775	-0.23875	SLU 1	-0.03479	-0.17396
22	SLU 4	-0.04802	-0.2401	SLU 1	-0.03668	-0.1834
23	SLU 3	-0.04631	-0.23154	SLU 2	-0.03331	-0.16654
24	SLU 3	-0.04652	-0.23262	SLU 2	-0.03419	-0.17095
25	SLU 3	-0.04631	-0.23154	SLU 2	-0.03331	-0.16655
26	SLU 4	-0.04802	-0.24012	SLU 1	-0.03668	-0.1834
27	SLU 4	-0.04802	-0.2401	SLU 1	-0.03668	-0.1834
28	SLU 3	-0.04631	-0.23154	SLU 2	-0.03331	-0.16655
29	SLU 3	-0.04652	-0.23262	SLU 2	-0.0342	-0.17098
30	SLU 3	-0.04631	-0.23155	SLU 2	-0.03332	-0.16659
31	SLU 4	-0.04803	-0.24017	SLU 1	-0.03668	-0.18341
32	SLU 4	-0.04775	-0.23877	SLU 1	-0.03479	-0.17396
33	SLU 4	-0.04528	-0.2264	SLU 1	-0.0338	-0.16898
34	SLU 4	-0.04605	-0.23023	SLU 1	-0.03394	-0.1697
35	SLU 4	-0.0453	-0.22648	SLU 1	-0.0338	-0.16899
36	SLU 4	-0.04778	-0.23891	SLU 1	-0.0348	-0.17398
37	SLU 4	-0.04887	-0.24433	SLU 1	-0.0323	-0.16151
38	SLU 4	-0.04805	-0.24025	SLU 1	-0.03175	-0.15873
39	SLU 4	-0.04646	-0.23231	SLU 1	-0.03073	-0.15363
40	SLU 4	-0.0473	-0.23652	SLU 1	-0.0306	-0.153
41	SLU 4	-0.04946	-0.24731	SLU 1	-0.03109	-0.15544
42	SLU 4	-0.04852	-0.24261	SLU 1	-0.03071	-0.15357
43	SLU 4	-0.0485	-0.2425	SLU 1	-0.03073	-0.15365
44	SLU 4	-0.0497	-0.2485	SLU 1	-0.03115	-0.15576

Nodo		Pressione minima		Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
45	SLU 4	-0.04851	-0.24255	SLU 1	-0.03073	-0.15366
46	SLU 4	-0.04854	-0.24271	SLU 1	-0.03072	-0.15359
47	SLU 4	-0.04949	-0.24746	SLU 1	-0.03109	-0.15546
48	SLU 4	-0.04734	-0.23668	SLU 1	-0.0306	-0.15302
49	SLU 4	-0.0465	-0.23249	SLU 1	-0.03073	-0.15366
50	SLU 4	-0.0481	-0.24051	SLU 1	-0.03175	-0.15876
51	SLU 4	-0.04893	-0.24463	SLU 1	-0.03231	-0.16155

8.2 Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc

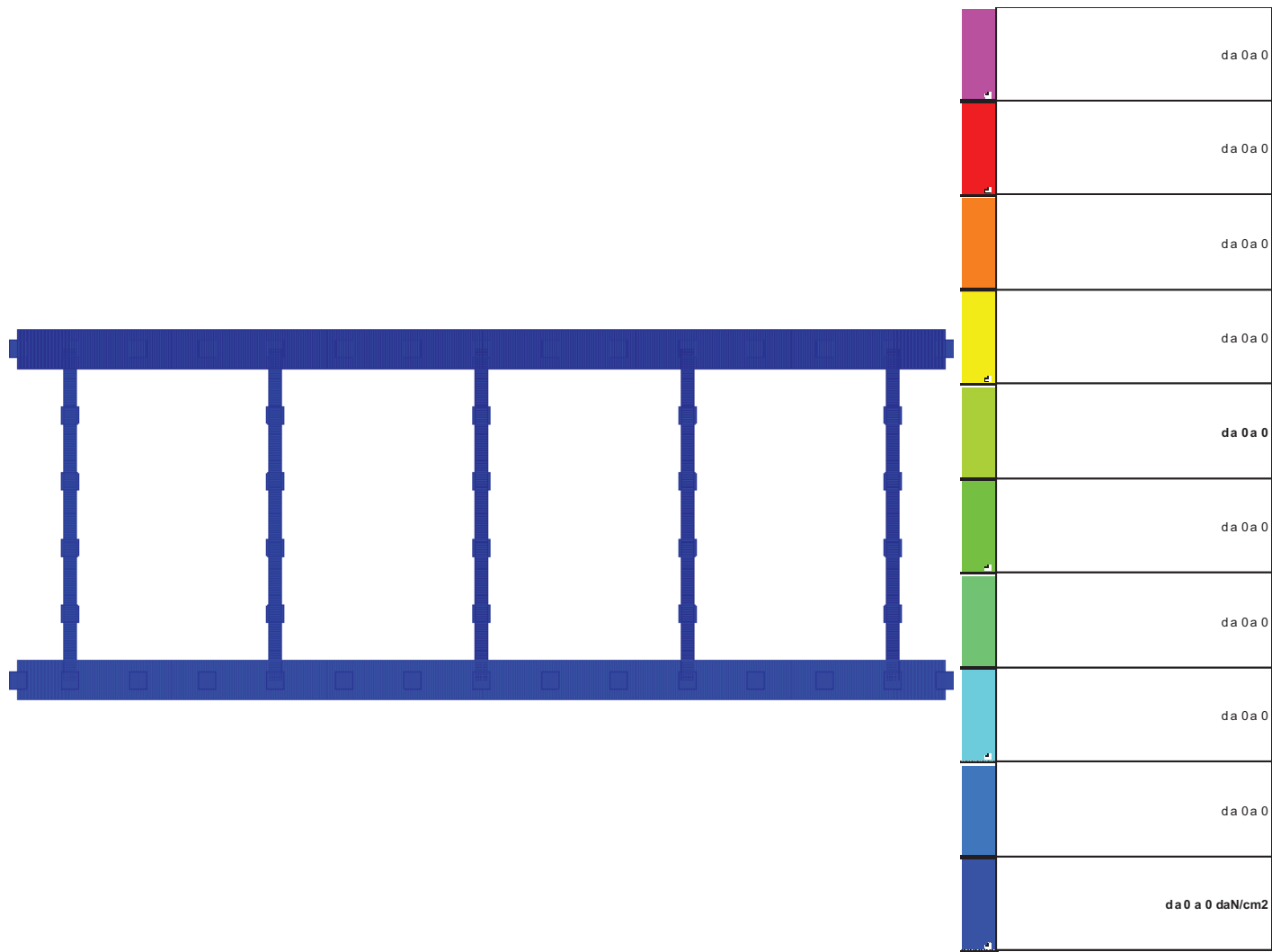


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLVf/SLUEcc.

- 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]

Spostamento estremo massimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate $x = -1528$, $y = 582$, $z = -50$, nel contesto.

[illegible]

8.3 Pressioni terreno in SLE/SLD

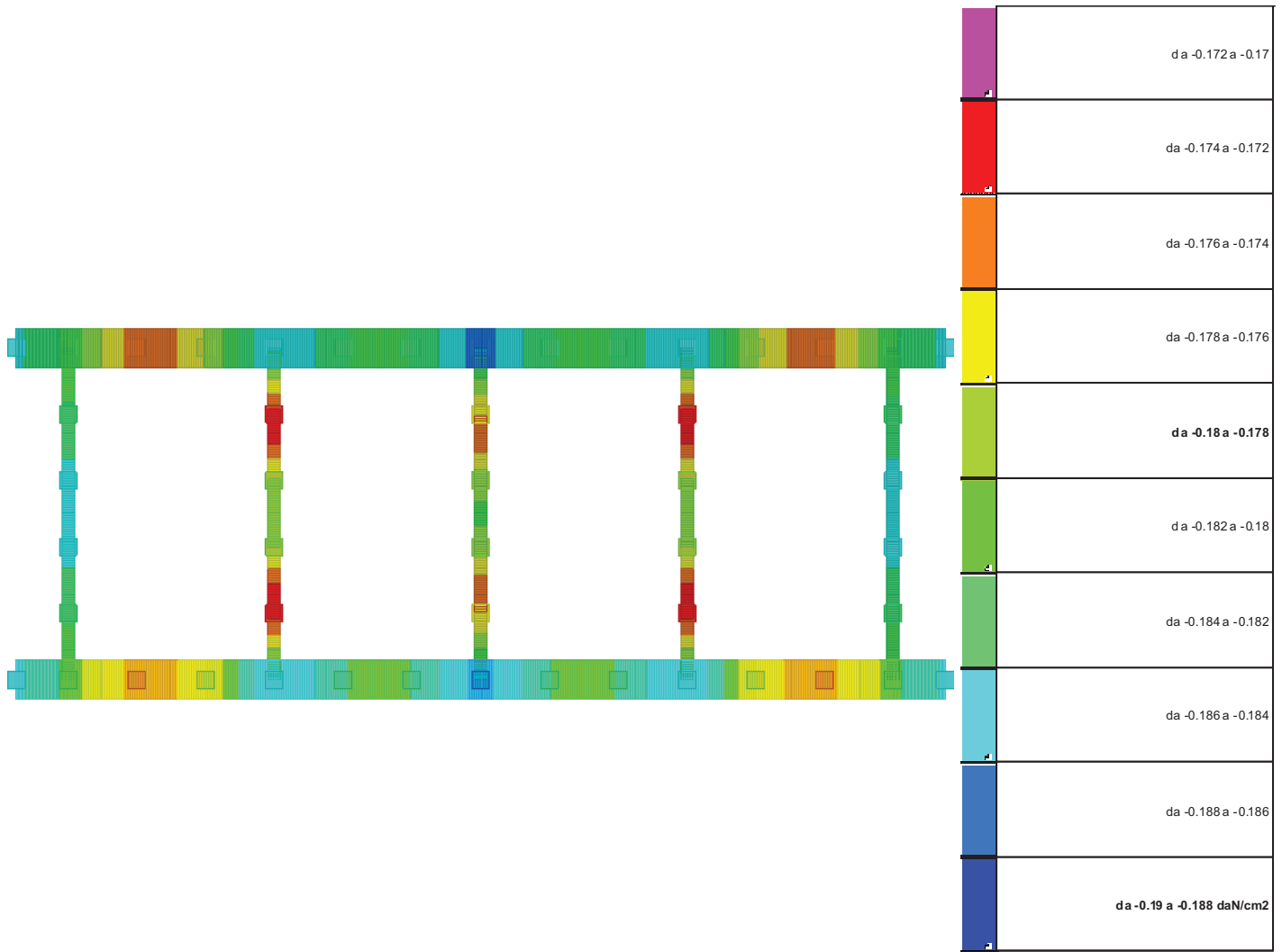


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

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 -0.18643 al nodo di indice 44, di coordinate x = -458, y = 1347, z = -50, nel contesto SLE rara 2.

Spostamento estremo minimo -0.03729 al nodo di indice 44, di coordinate x = -458, y = 1347, z = -50, nel contesto SLE rara 2.

Spostamento estremo massimo -0.0306 al nodo di indice 13, di coordinate x = 175, y = 582, z = -50, nel contesto SLE rara 1.

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLE RA 2	-0.03688	-0.18441	SLE RA 1	-0.0323	-0.16151
3	SLE RA 2	-0.03626	-0.18132	SLE RA 1	-0.03175	-0.15873
4	SLE RA 2	-0.03507	-0.17533	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363
5	SLE RA 2	-0.03561	-0.17804	SLE RA 1	-0.0306	-0.15299
6	SLE RA 2	-0.03711	-0.18553	SLE RA 1	-0.03108	-0.15542
7	SLE RA 2	-0.03643	-0.18214	SLE RA 1	-0.03071	-0.15356

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
8	SLE RA 2	-0.03641	-0.18206	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363
9	SLE RA 2	-0.03726	-0.18631	SLE RA 1	-0.03115	-0.15574
10	SLE RA 2	-0.03641	-0.18206	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363
11	SLE RA 2	-0.03643	-0.18214	SLE RA 1	-0.03071	-0.15356
12	SLE RA 2	-0.03711	-0.18553	SLE RA 1	-0.03108	-0.15542
13	SLE RA 2	-0.03561	-0.17803	SLE RA 1	-0.0306	-0.15299
14	SLE RA 2	-0.03507	-0.17533	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363
15	SLE RA 2	-0.03626	-0.18131	SLE RA 1	-0.03175	-0.15873
16	SLE RA 2	-0.03688	-0.1844	SLE RA 1	-0.0323	-0.16151
17	SLE RA 2	-0.03647	-0.18237	SLE RA 1	-0.03479	-0.17396
18	SLE RA 2	-0.03469	-0.17343	SLE RA 1	-0.03379	-0.16897
19	SLE RA 2	-0.03521	-0.17604	SLE RA 1	-0.03394	-0.16968
20	SLE RA 2	-0.03469	-0.17343	SLE RA 1	-0.03379	-0.16897
21	SLE RA 2	-0.03647	-0.18236	SLE RA 1	-0.03479	-0.17396
22	SLE RA 2	-0.0369	-0.18452	SLE RA 1	-0.03668	-0.1834
23	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811	SLE RA 2	-0.03408	-0.17039
24	SLE RA 1	-0.03579	-0.17894	SLE RA 2	-0.03472	-0.17362
25	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811	SLE RA 2	-0.03408	-0.1704
26	SLE RA 2	-0.03691	-0.18453	SLE RA 1	-0.03668	-0.1834
27	SLE RA 2	-0.0369	-0.18452	SLE RA 1	-0.03668	-0.1834
28	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811	SLE RA 2	-0.03408	-0.17041
29	SLE RA 1	-0.03579	-0.17894	SLE RA 2	-0.03473	-0.17364
30	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811	SLE RA 2	-0.03409	-0.17043
31	SLE RA 2	-0.03691	-0.18456	SLE RA 1	-0.03668	-0.18341
32	SLE RA 2	-0.03647	-0.18237	SLE RA 1	-0.03479	-0.17396
33	SLE RA 2	-0.03469	-0.17346	SLE RA 1	-0.0338	-0.16898
34	SLE RA 2	-0.03522	-0.17611	SLE RA 1	-0.03394	-0.1697
35	SLE RA 2	-0.0347	-0.17352	SLE RA 1	-0.0338	-0.16899
36	SLE RA 2	-0.03649	-0.18247	SLE RA 1	-0.0348	-0.17398
37	SLE RA 2	-0.03688	-0.18442	SLE RA 1	-0.0323	-0.16151
38	SLE RA 2	-0.03627	-0.18133	SLE RA 1	-0.03175	-0.15873
39	SLE RA 2	-0.03507	-0.17536	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363
40	SLE RA 2	-0.03562	-0.17808	SLE RA 1	-0.0306	-0.153
41	SLE RA 2	-0.03712	-0.1856	SLE RA 1	-0.03109	-0.15544
42	SLE RA 2	-0.03644	-0.18221	SLE RA 1	-0.03071	-0.15357
43	SLE RA 2	-0.03643	-0.18215	SLE RA 1	-0.03073	-0.15365
44	SLE RA 2	-0.03729	-0.18643	SLE RA 1	-0.03115	-0.15576
45	SLE RA 2	-0.03644	-0.18219	SLE RA 1	-0.03073	-0.15366
46	SLE RA 2	-0.03646	-0.18228	SLE RA 1	-0.03072	-0.15359
47	SLE RA 2	-0.03714	-0.1857	SLE RA 1	-0.03109	-0.15546
48	SLE RA 2	-0.03564	-0.17819	SLE RA 1	-0.0306	-0.15302
49	SLE RA 2	-0.0351	-0.17548	SLE RA 1	-0.03073	-0.15366
50	SLE RA 2	-0.0363	-0.18151	SLE RA 1	-0.03175	-0.15876
51	SLE RA 2	-0.03692	-0.18462	SLE RA 1	-0.03231	-0.16155

8.4 Cedimenti fondazioni

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 -0.03729 al nodo di indice 44, di coordinate x = -458, y = 1347, z = -50, nel contesto SLE rara 2.

Spostamento estremo massimo -0.0306 al nodo di indice 13, di coordinate x = 175, y = 582, z = -50, nel contesto SLE rara 1.

Nodo	Spostamento nodale massimo			Spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione	
Ind.	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
2	SLE RA 1	-0.0323	-0.16151	SLE RA 2	-0.03688	-0.18441						
3	SLE RA 1	-0.03175	-0.15873	SLE RA 2	-0.03626	-0.18132						
4	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363	SLE RA 2	-0.03507	-0.17533						
5	SLE RA 1	-0.0306	-0.15299	SLE RA 2	-0.03561	-0.17804						
6	SLE RA 1	-0.03108	-0.15542	SLE RA 2	-0.03711	-0.18553						
7	SLE RA 1	-0.03071	-0.15356	SLE RA 2	-0.03643	-0.18214						
8	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363	SLE RA 2	-0.03641	-0.18206						
9	SLE RA 1	-0.03115	-0.15574	SLE RA 2	-0.03726	-0.18631						
10	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363	SLE RA 2	-0.03641	-0.18206						
11	SLE RA 1	-0.03071	-0.15356	SLE RA 2	-0.03643	-0.18214						
12	SLE RA 1	-0.03108	-0.15542	SLE RA 2	-0.03711	-0.18553						
13	SLE RA 1	-0.0306	-0.15299	SLE RA 2	-0.03561	-0.17803						
14	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363	SLE RA 2	-0.03507	-0.17533						
15	SLE RA 1	-0.03175	-0.15873	SLE RA 2	-0.03626	-0.18131						
16	SLE RA 1	-0.0323	-0.16151	SLE RA 2	-0.03688	-0.1844						
17	SLE RA 1	-0.03479	-0.17396	SLE RA 2	-0.03647	-0.18237						
18	SLE RA 1	-0.03379	-0.16897	SLE RA 2	-0.03469	-0.17343						
19	SLE RA 1	-0.03394	-0.16968	SLE RA 2	-0.03521	-0.17604						
20	SLE RA 1	-0.03379	-0.16897	SLE RA 2	-0.03469	-0.17343						
21	SLE RA 1	-0.03479	-0.17396	SLE RA 2	-0.03647	-0.18236						
22	SLE RA 1	-0.03668	-0.1834	SLE RA 2	-0.0369	-0.18452						
23	SLE RA 2	-0.03408	-0.17039	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811						
24	SLE RA 2	-0.03472	-0.17362	SLE RA 1	-0.03579	-0.17894						
25	SLE RA 2	-0.03408	-0.1704	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811						
26	SLE RA 1	-0.03668	-0.1834	SLE RA 2	-0.03691	-0.18453						
27	SLE RA 1	-0.03668	-0.1834	SLE RA 2	-0.0369	-0.18452						
28	SLE RA 2	-0.03408	-0.17041	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811						
29	SLE RA 2	-0.03473	-0.17364	SLE RA 1	-0.03579	-0.17894						
30	SLE RA 2	-0.03409	-0.17043	SLE RA 1	-0.03562	-0.17811						
31	SLE RA 1	-0.03668	-0.18341	SLE RA 2	-0.03691	-0.18456						

Nodo	Spostamento nodale massimo			Spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione	
Ind.	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
32	SLE RA 1	-0.03479	-0.17396	SLE RA 2	-0.03647	-0.18237						
33	SLE RA 1	-0.0338	-0.16898	SLE RA 2	-0.03469	-0.17346						
34	SLE RA 1	-0.03394	-0.1697	SLE RA 2	-0.03522	-0.17611						
35	SLE RA 1	-0.0338	-0.16899	SLE RA 2	-0.0347	-0.17352						
36	SLE RA 1	-0.0348	-0.17398	SLE RA 2	-0.03649	-0.18247						
37	SLE RA 1	-0.0323	-0.16151	SLE RA 2	-0.03688	-0.18442						
38	SLE RA 1	-0.03175	-0.15873	SLE RA 2	-0.03627	-0.18133						
39	SLE RA 1	-0.03073	-0.15363	SLE RA 2	-0.03507	-0.17536						
40	SLE RA 1	-0.0306	-0.153	SLE RA 2	-0.03562	-0.17808						
41	SLE RA 1	-0.03109	-0.15544	SLE RA 2	-0.03712	-0.1856						
42	SLE RA 1	-0.03071	-0.15357	SLE RA 2	-0.03644	-0.18221						
43	SLE RA 1	-0.03073	-0.15365	SLE RA 2	-0.03643	-0.18215						
44	SLE RA 1	-0.03115	-0.15576	SLE RA 2	-0.03729	-0.18643						
45	SLE RA 1	-0.03073	-0.15366	SLE RA 2	-0.03644	-0.18219						
46	SLE RA 1	-0.03072	-0.15359	SLE RA 2	-0.03646	-0.18228						
47	SLE RA 1	-0.03109	-0.15546	SLE RA 2	-0.03714	-0.1857						
48	SLE RA 1	-0.0306	-0.15302	SLE RA 2	-0.03564	-0.17819						
49	SLE RA 1	-0.03073	-0.15366	SLE RA 2	-0.0351	-0.17548						
50	SLE RA 1	-0.03175	-0.15876	SLE RA 2	-0.0363	-0.18151						
51	SLE RA 1	-0.03231	-0.16155	SLE RA 2	-0.03692	-0.18462						