





**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA DIGA DI GIUDEA
A GELLO NEL COMUNE DI PISTOIA (PT)**



PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato	Nome Elaborato:	Scala:
ET18b	TABULATI POZZETTI SCARICO DI FONDO	-
		Data:
		09/10/2020

Settore:  Sede Firenze Via de Sanctis, 49 Cod. Fiscale e P.I. 06111950488 <small>Organizzazione dotata di Sistema di Gestione Integrato certificato in conformità alla normativa ISO9001 – ISO14001 – OHSAS18001 – SA8000</small>	
PROGETTAZIONE : PROGETTISTA - PROJECT MANAGER : ING. GIOVANNI SIMONELLI GEOLOGO: DOTT. GEOL. FILIPPO LANDINI ESPROPRI: GEOM. ANDREA PATRIARCHI	COLLABORATORI : DOTT. GEOL. CARLO FERRI GEOM. MATTEO MASI
CONSULENTI TECNICI :  ING. DAVID SETTESOLDI  DOTT. GEOL. SIMONE FIASCHI  ING. GIOVANNI CANNATA	COMMESSA I.T. : INGT-TPLPD-PBAAC252 RESPONSABILE COMMITTENTE : ING. CRISTIANO AGOSTINI
DIRETTORE TECNICO INGEGNERIE TOSCANE : ING. ANDREA DE CATERINI	RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO : ING. LEONARDO ROSSI

Rev.	Data	Descrizione / Motivo della revisione	Redatto	Controllato / Approvato
01	09/10/2020	Prima Emissione	Pianigiani	Settesoldi

TABULATI GEOTECNICI
SISMICAD 12.14
DATI DI INPUT E DI OUTPUT
SCARICO DI FONDO

Sommario

Sommario	2
1 Descrizione delle opere in sito	3
Risposta sismica locale.....	3
Parametri di analisi	5
2 Problemi geotecnici e scelte tipologiche.....	9
Tipologia di fondazione.....	9
2.1 Elementi di fondazione	9
2.1.1 Fondazioni di piastre	9
3 Programma delle indagini e delle prove geotecniche.....	10
3.1 Sondaggi del sito.....	10
4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito	11
4.1 Terreni.....	11
5 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica	11
Modello di fondazione.....	11
6 Verifiche delle fondazioni	13
6.1 Verifiche piastre C.A. di fondazione	13
Platea a "Fondazione".....	13
Caratteristiche dei materiali	13
Sistema di riferimento e direzioni di armatura	13
Verifiche nei nodi.....	14
Verifiche geotecniche	14
Dati geometrici dell'impronta di calcolo	14
Verifica di scorrimento sul piano di posa	14
Verifica di capacità portante sul piano di posa.....	14
6.2 Pressioni terreno in SLU.....	14
6.3 Pressioni terreno in SLV/SLVf/SLUEcc.....	16
6.4 Pressioni terreno in SLE/SLD	17
6.5 Cedimenti fondazioni superficiali	18

1 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 3 - Costruzioni con livelli di prestazioni elevati. In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di $V_n=100$ anni per una classe d'uso IV, e quindi una vita di riferimento di 200 anni (NTC18 e NTC08 §2.4.3).

L'opera è edificata in località Pistoia, Fornace; Latitudine ED50 43,9601° (43° 57' 36"); Longitudine ED50 10,8837° (10° 53' 1"); Altitudine s.l.m. 153,24 m. (coordinate esatte: 43,960117 10,883661).

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_0 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	201	
Ag/g SLD	0.127	
Fo SLD	2.412	
Tc* SLD	0.278	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	1898.24	
Ag/g SLV	0.2759	
Fo SLV	2.402	
Tc* SLV	0.31	[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 S_S la caratterizzazione geotecnica condotta nel volume significativo consente di identificare il sottosuolo prevalente nella categoria Altro - Parametri da analisi di risposta sismica locale. Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (NTC18 e NTC08 Tab. 3.2.II).

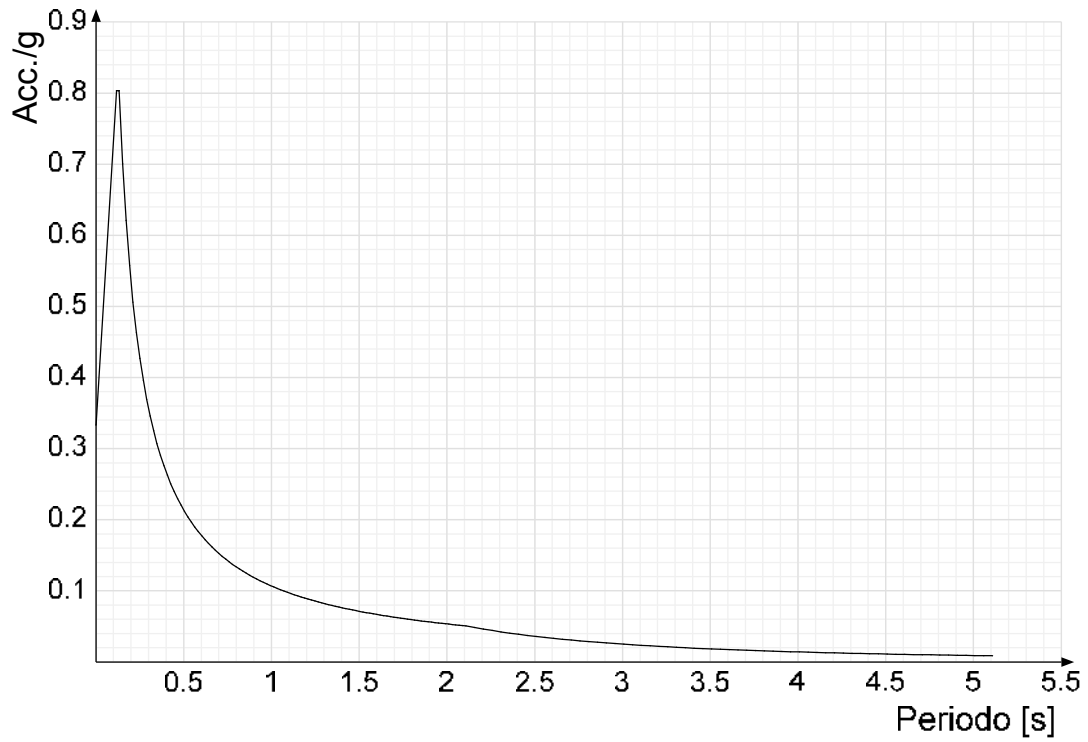
Categoria suolo Altro: Parametri da analisi di risposta sismica locale.

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

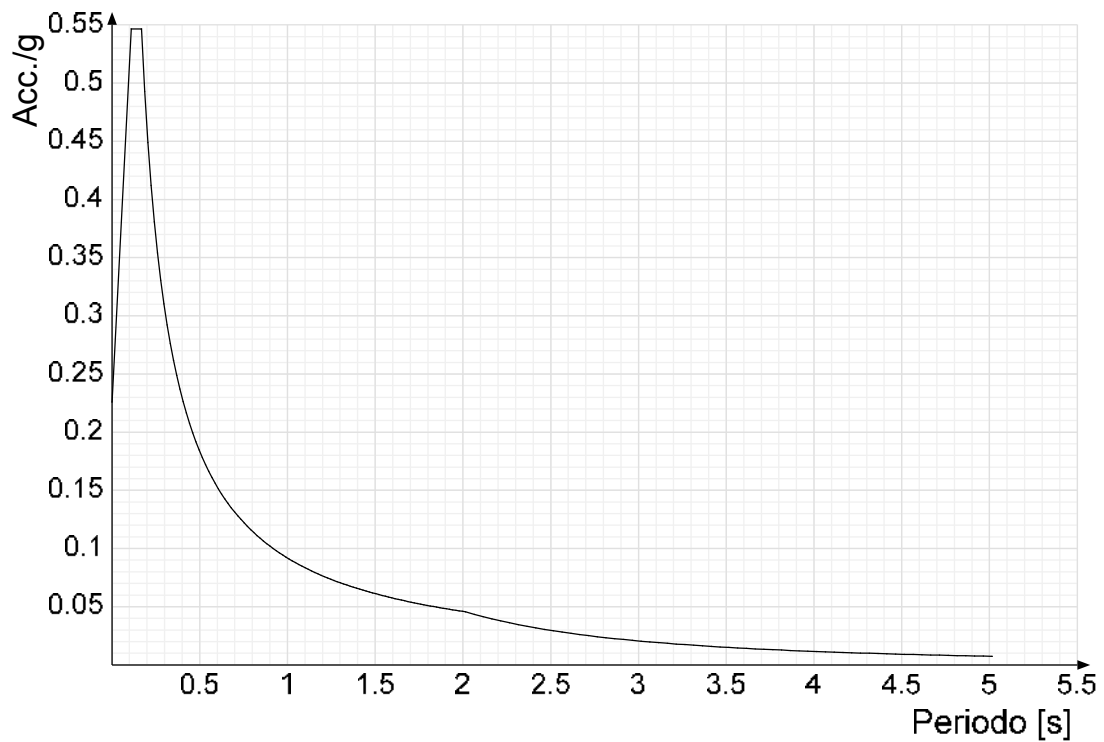
In base alle categorie scelte si sono infine adottati i seguenti coefficienti di amplificazione e spettrali:

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

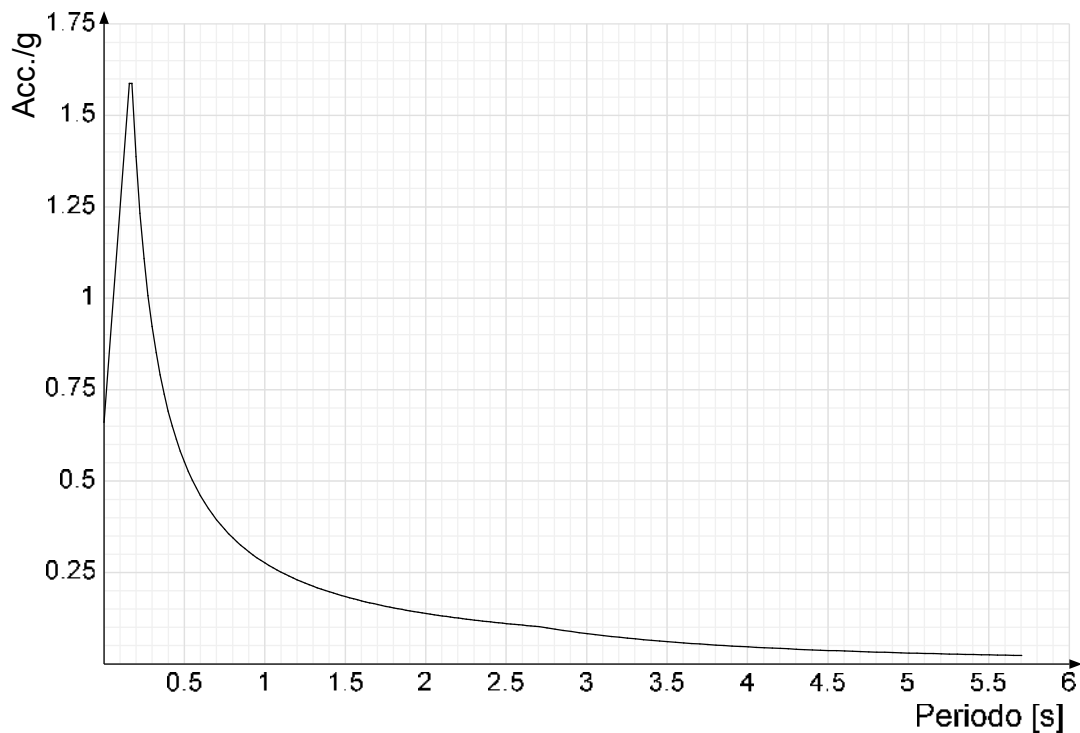
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]".



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

Le parti strutturali in c.a. sono inquadrabili nella tipologia , con rapporto $\alpha U/\alpha_1$ corrispondente a .

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

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 15 modi di vibrare valutati secondo il metodo di Ritz.

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nell'localizzazione delle masse, la normativa richiede di attribuire al centro di massa una eccentricità accidentale (NTC18 e NTC08 §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.

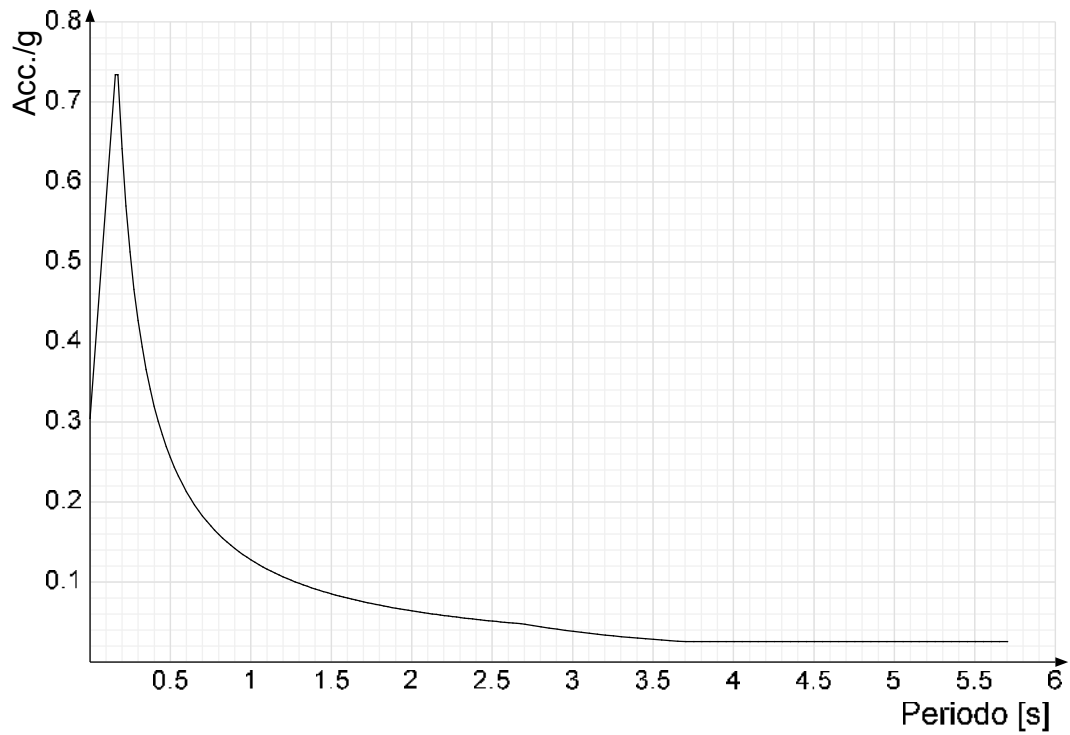
Nella struttura in oggetto si è applicata una eccentricità accidentale secondo il seguente prospetto:

Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	21	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	37	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano terreno"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano terreno"	0	[cm]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano testa pareti"	0	[cm]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano testa pareti"	0	[cm]

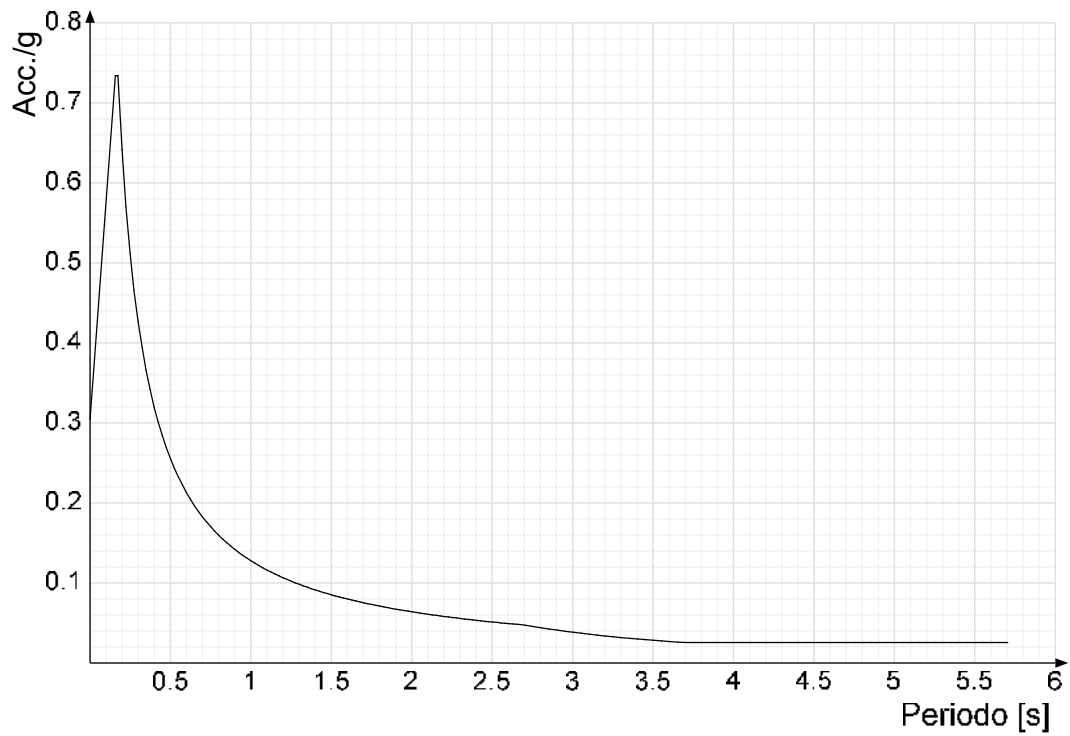
La torsione accidentale è stata applicata anche ai nodi della struttura appartenenti a piani flessibili, in aggiunta a quella sui piani dichiarati come infinitamente rigidi.

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

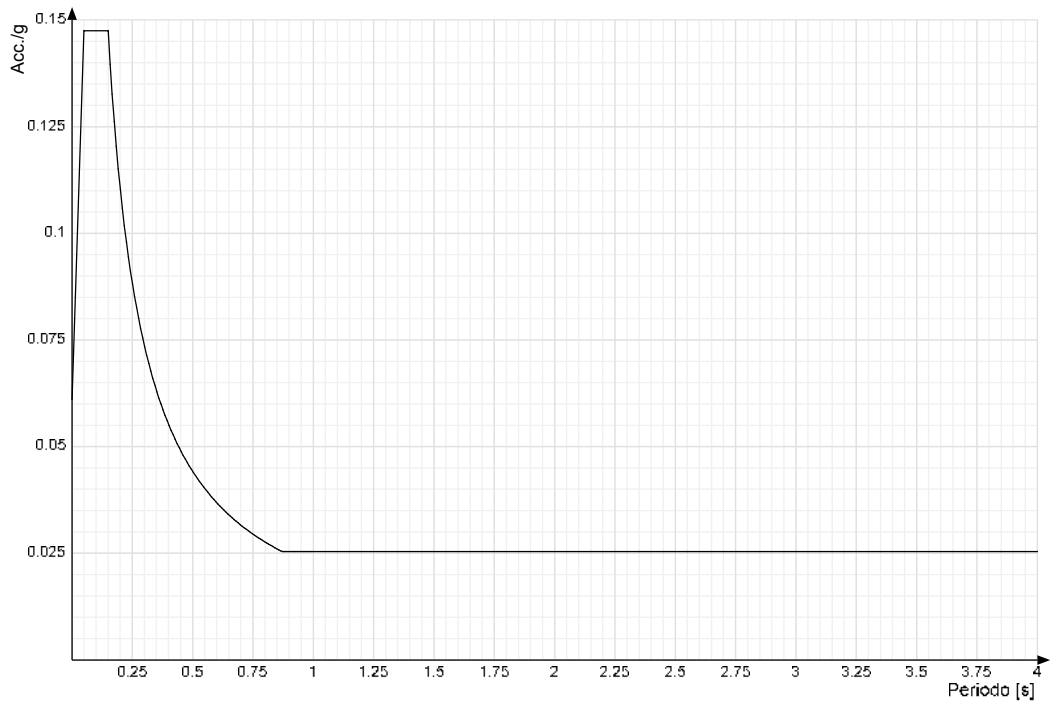
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5".



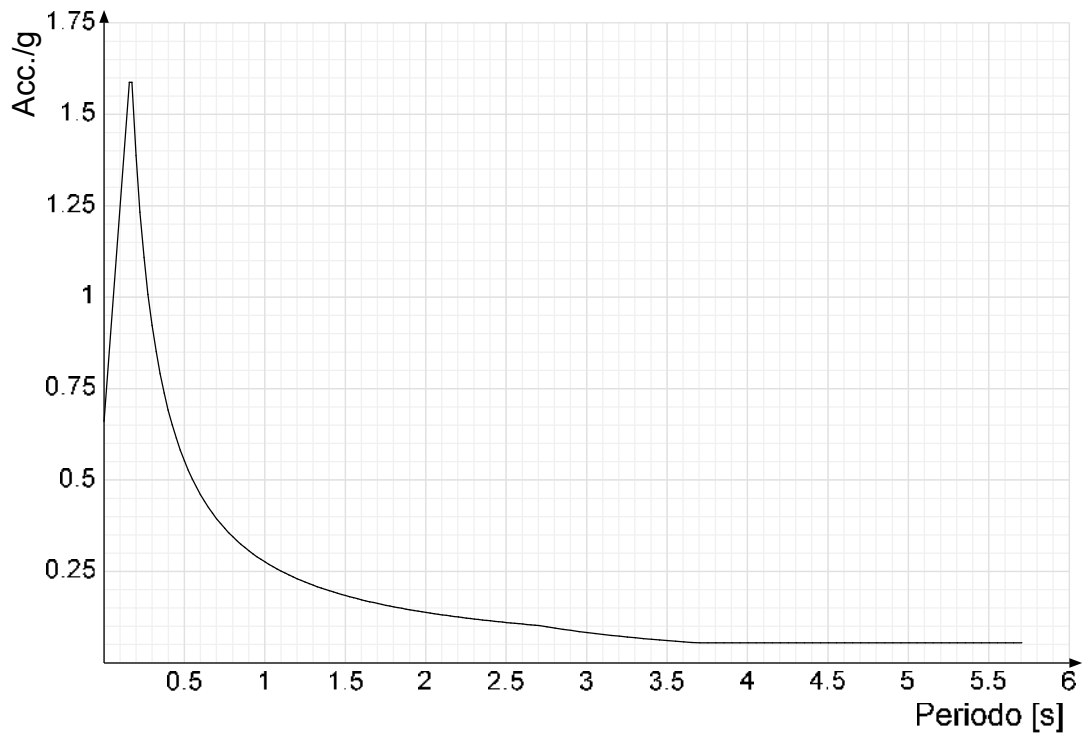
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5".



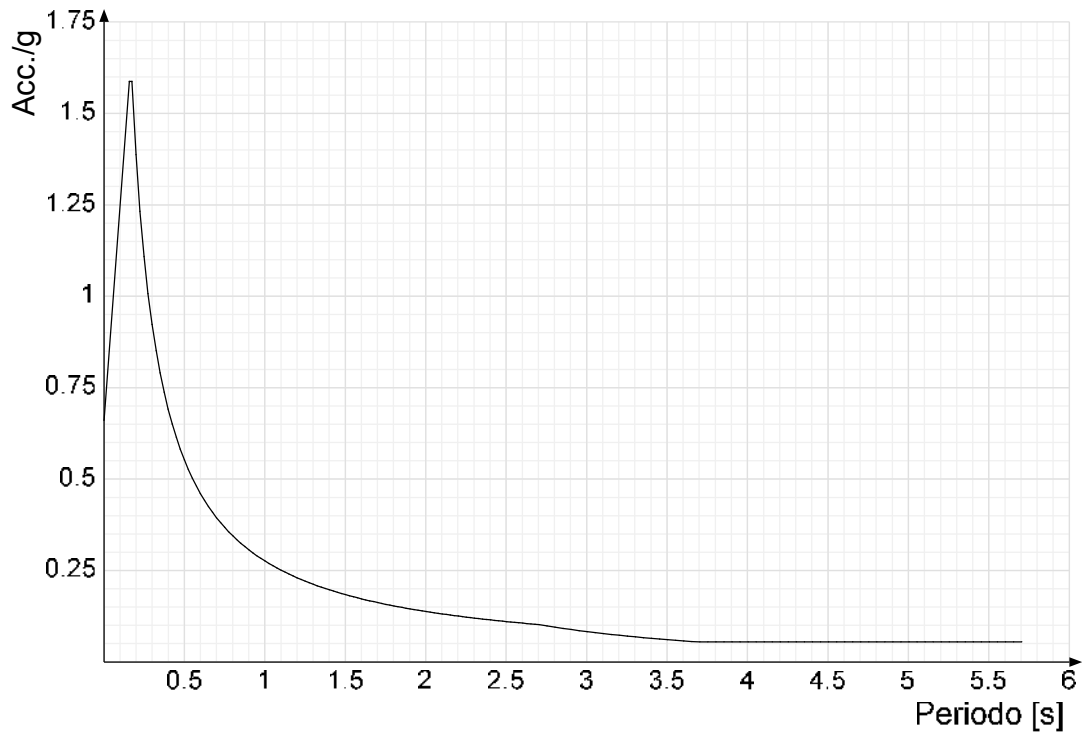
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5".



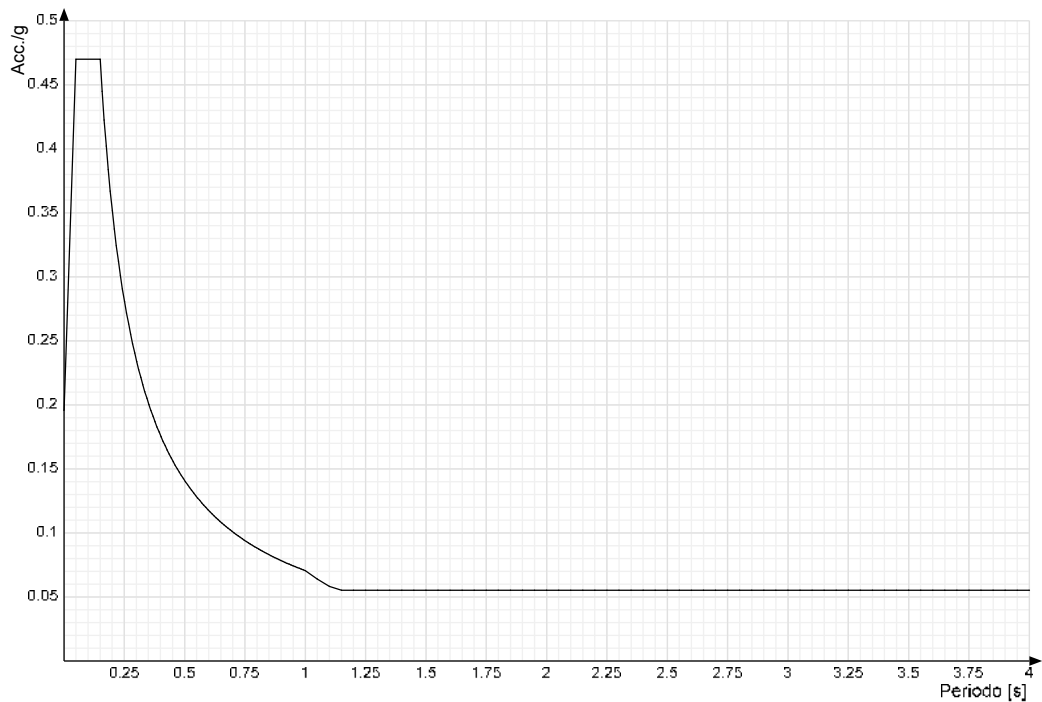
Viene mostrato lo spettro "Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5".



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

2 Problemi geotecnici e scelte tipologiche

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 la struttura bloccata.

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

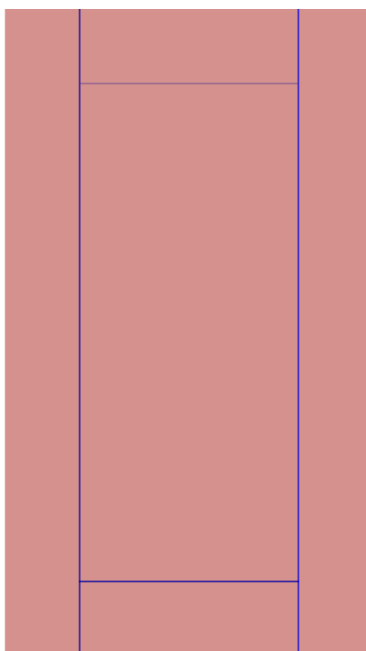
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	2.45	[daN/cm ³]
K punta palo (default)	4	[daN/cm ³]
Pressione limite punta palo (default)	10	[daN/cm ²]

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	Terzaghi
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.

2.1 Elementi di fondazione

2.1.1 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	Stratigrafia			Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica				
FS1	Piu' vicino in sito	0		0	Default (2.45)	Default (1)	Default (1)

3 Programma delle indagini e delle prove geotecniche

3.1 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: 0, 0

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

I valori sono espressi in cm

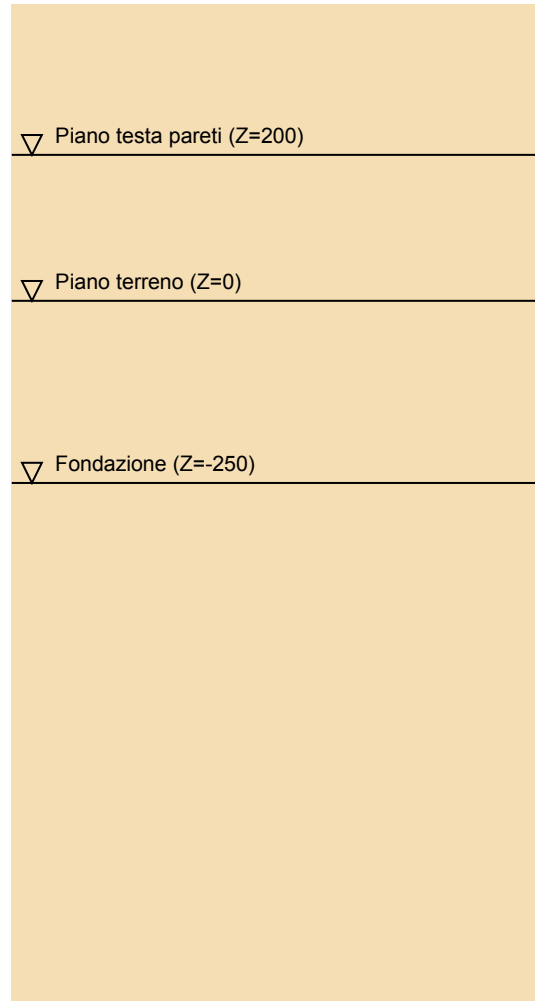
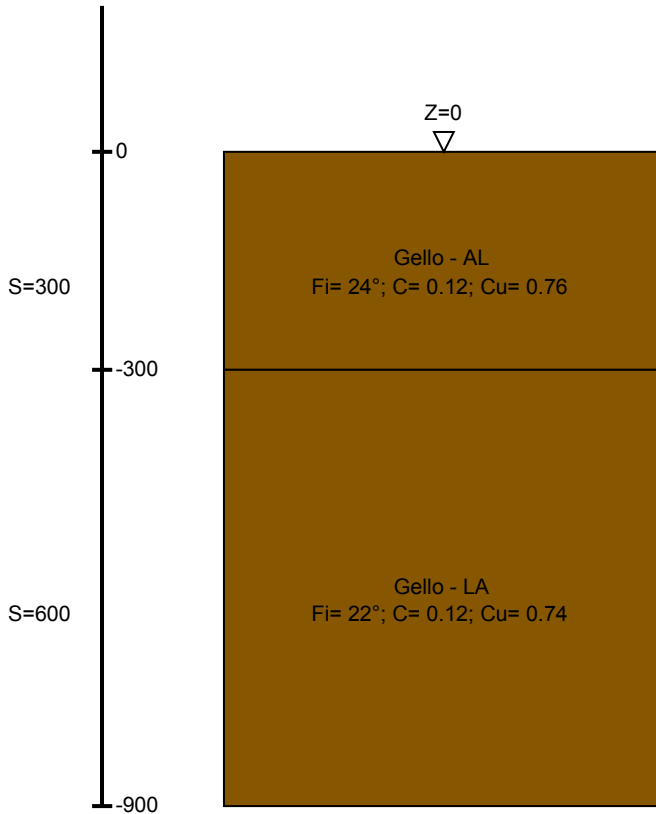


Immagine: Sondaggio

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
Gello - AL	300	No	1.5	1	1	1	4000	4000	3478	3478	0	0	0	0	0	0	1	1
Gello - LA	600	No	1.5	1	1	1	2315	2315	2013	2013	0	0	0	0	0	0	1	1

4 Caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito

4.1 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-cls. [deg]

Coeff. α di adesione della coesione (0;1): coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls, 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)
Gello - AL	Generico	0.12	0.76	24	16	0.75	0.59	0.00193	0.00203	4000	0.46	0
Gello - LA	Generico	0.12	0.74	22	14	0.75	0.63	0.00204	0.00214	2315	0.46	0

5 Modellazione del sottosuolo e metodi di analisi e di verifica

Modello di fondazione

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a pinto 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 Terzaghi, che viene descritto nei paragrafi successivi.

Metodo di Terzaghi

La capacità portante, attraverso la formula di Terzaghi, risulta:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi; \quad N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)tg\phi}}{2 \cdot \cos^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}; \quad N_\gamma = \frac{tg\phi}{2} \cdot \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1\right)$$

dove:

- c = coesione dello strato di fondazione;
- q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
- gamma' = peso di volume efficace dello strato di fondazione;
- B = larghezza efficace della fondazione (B = Bf - 2e);
- Nc, Nq, Nγ = fattori di capacità portante;
- sc, s_gamma = fattori di forma della fondazione;

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

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

phi = angolo di attrito dello strato di fondazione;

Kpy è un valore interpolato linearmente dalla seguente tabella (phi/ Kpy), ricavata da Bowles interpretando i fattori di capacità portante di Terzaghi a ritroso: 0°/10.8; 5°/12.2; 10°/14.7; 15°/18.6; 20°/25; 25°/35; 30°/52; 35°/82; 40°/141; 45°/298; 50°/800;

I fattori di forma sc ed s_gamma valgono 1 per la fondazione nastriforme.

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 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:

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

6 Verifiche delle fondazioni

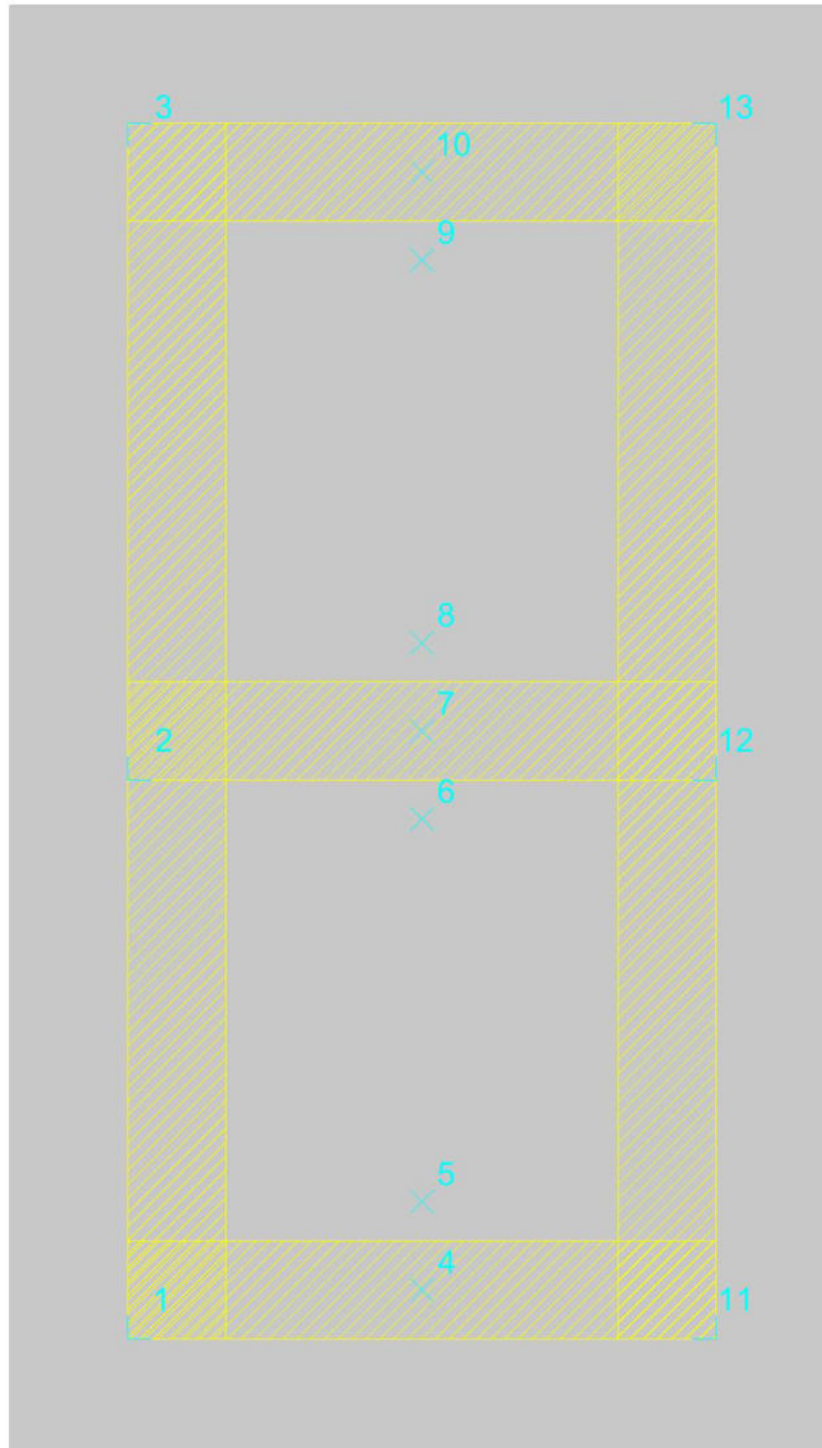
6.1 Verifiche piastre C.A. di fondazione

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

Platea a "Fondazione"

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

Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C32/40 Rck 400

Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (269.8; 123.5; -250), 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 geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: 479.8; 493.5; -275

Lato minore B dell'impronta: 420

Lato maggiore L dell'impronta: 740

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 310800

Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 1.76

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 18	24458	-214135	LT	0	14	160.94	1.1	111431	24458	4.56	Si
SLV 7	70942	-157117	LT	0	14	160.94	1.1	125163	70942	1.76	Si

Verifica di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato (per condizione non drenata): 2.1 m

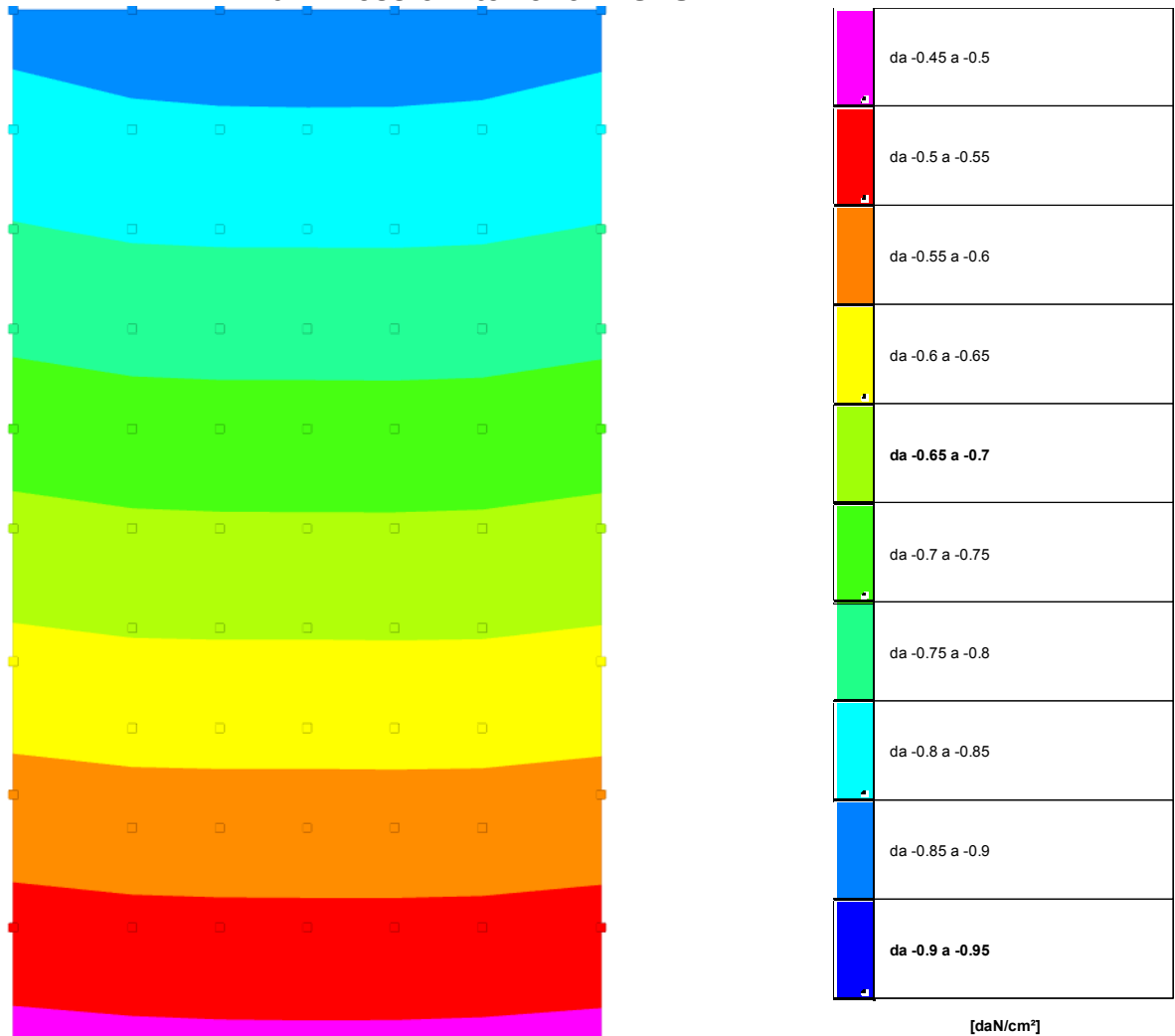
Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.1

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.198

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 3.77

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 18	0	24458	-214135	-	-2628	0	7	0	-36	420	668	BT	0.74	0	0.48	2.3	807785	-214135	3.77	Si
2	SLV 13	64079	232	-157118	586208	25061897	22	0	160	4	101	733	BT	0.74	0	0.48	2.3	807785	-157118	5.14	Si
3	SLD 13	30735	8395	-157118	-	12008475	11	3	76	-17	267	707	BT	0.74	0	0.48	2.3	807785	-157118	5.14	Si

6.2 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]

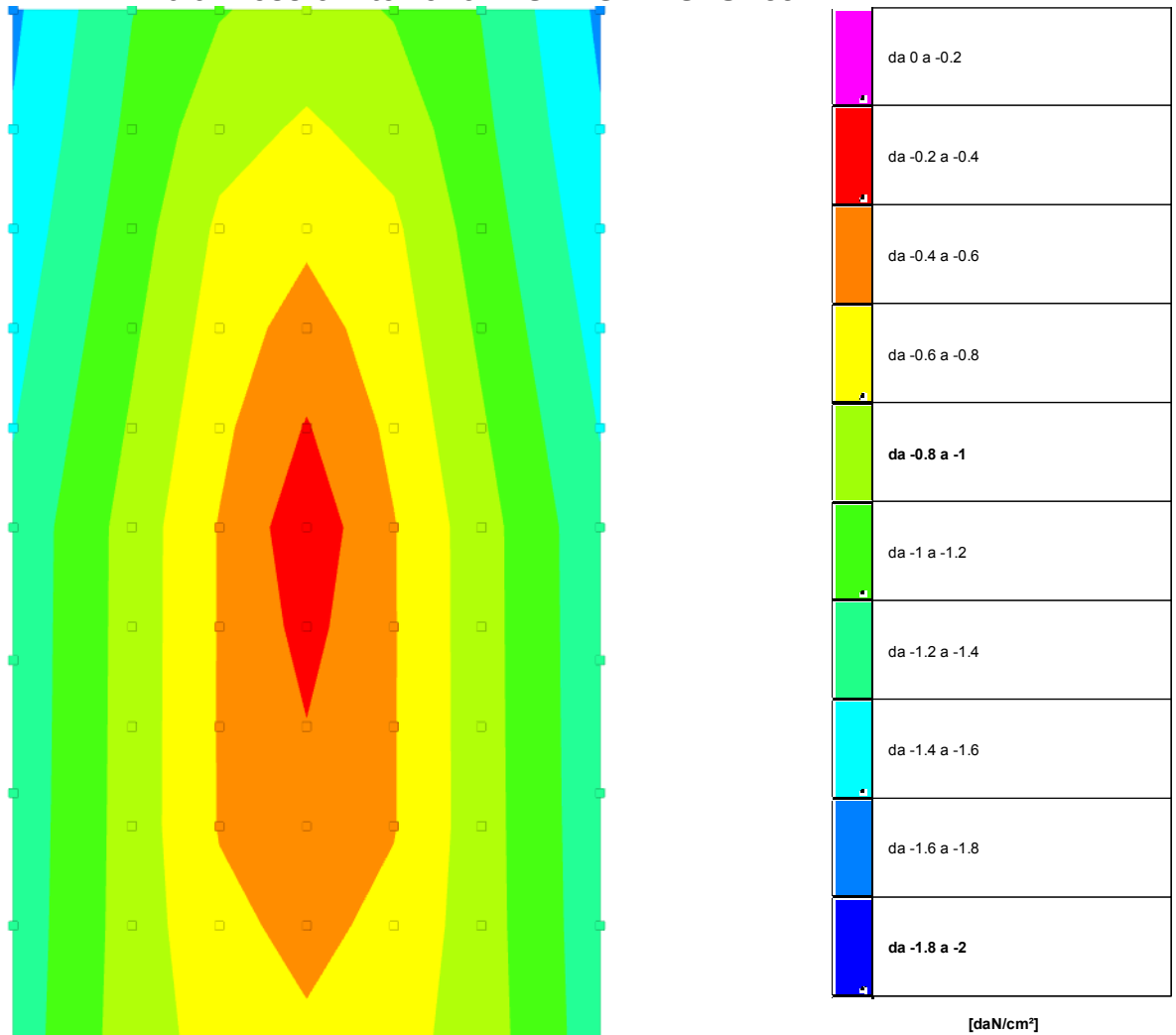
Compressione estrema massima -0.88018 al nodo di indice 73, di coordinate x = 480, y = 863, z = -275, nel contesto SLU 18.

Spostamento estremo minimo -0.35926 al nodo di indice 73, di coordinate x = 480, y = 863, z = -275, nel contesto SLU 18.

Spostamento estremo massimo 0.14267 al nodo di indice 2, di coordinate x = 270, y = 123, z = -275, nel contesto SLU 2.

Nodo	Pressione minima			Pressione massima			
	Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	SLU 18		-0.19721	-0.48316	SLU 2	0.14267	0.34955
3	SLU 18		-0.19885	-0.48718	SLU 2	0.14147	0.3466
4	SLU 18		-0.19947	-0.48869	SLU 2	0.14102	0.3455
5	SLU 18		-0.19965	-0.48915	SLU 2	0.14088	0.34516
6	SLU 18		-0.19957	-0.48894	SLU 2	0.14094	0.3453
7	SLU 18		-0.19906	-0.4877	SLU 2	0.14131	0.3462
8	SLU 18		-0.19758	-0.48407	SLU 2	0.14238	0.34883
9	SLU 18		-0.21723	-0.5322	SLU 2	0.13039	0.31946
10	SLU 18		-0.21916	-0.53695	SLU 2	0.12902	0.3161
11	SLU 18		-0.21963	-0.53809	SLU 2	0.12873	0.31539
12	SLU 18		-0.21974	-0.53836	SLU 2	0.12867	0.31525
13	SLU 18		-0.21973	-0.53835	SLU 2	0.12865	0.3152
14	SLU 18		-0.21938	-0.53748	SLU 2	0.12885	0.31569
15	SLU 18		-0.21762	-0.53316	SLU 2	0.13009	0.31871
16	SLU 18		-0.23528	-0.57643	SLU 2	0.11932	0.29234
17	SLU 18		-0.23564	-0.57732	SLU 2	0.11918	0.29198
18	SLU 18		-0.23566	-0.57737	SLU 2	0.1192	0.29203
19	SLU 18		-0.23574	-0.57756	SLU 2	0.1191	0.29179
20	SLU 18		-0.23549	-0.57694	SLU 2	0.11916	0.29194
21	SLU 18		-0.23852	-0.58438	SLU 2	0.11747	0.28781
22	SLU 18		-0.23895	-0.58542	SLU 2	0.11714	0.287
23	SLU 18		-0.25106	-0.61509	SLU 2	0.10984	0.26911
24	SLU 18		-0.25134	-0.61579	SLU 2	0.10978	0.26895
25	SLU 18		-0.25128	-0.61563	SLU 2	0.10986	0.26916
26	SLU 18		-0.25144	-0.61603	SLU 2	0.1097	0.26877
27	SLU 18		-0.25127	-0.6156	SLU 2	0.10968	0.26871
28	SLU 18		-0.25928	-0.63523	SLU 2	0.10499	0.25722
29	SLU 18		-0.25968	-0.63621	SLU 2	0.10467	0.25645
30	SLU 18		-0.26682	-0.65371	SLU 2	0.10034	0.24584
31	SLU 18		-0.26713	-0.65447	SLU 2	0.10023	0.24555
32	SLU 18		-0.26709	-0.65437	SLU 2	0.10028	0.24568
33	SLU 18		-0.26723	-0.65472	SLU 2	0.10015	0.24536
34	SLU 18		-0.26703	-0.65423	SLU 2	0.10018	0.24544
35	SLU 18		-0.28002	-0.68604	SLU 2	0.09252	0.22668
36	SLU 18		-0.28259	-0.69234	SLU 2	0.09084	0.22256
37	SLU 18		-0.28311	-0.69362	SLU 2	0.09055	0.22184
38	SLU 18		-0.2832	-0.69385	SLU 2	0.09051	0.22174
39	SLU 18		-0.28322	-0.69388	SLU 2	0.09047	0.22164
40	SLU 18		-0.2828	-0.69285	SLU 2	0.09068	0.22216
41	SLU 18		-0.28034	-0.68683	SLU 2	0.09227	0.22606
42	SLU 18		-0.29528	-0.72344	SLU 2	0.08335	0.20422
43	SLU 18		-0.29809	-0.73031	SLU 2	0.08152	0.19973
44	SLU 18		-0.29865	-0.73169	SLU 2	0.08124	0.19903
45	SLU 18		-0.2987	-0.73181	SLU 2	0.08124	0.19903
46	SLU 18		-0.29875	-0.73194	SLU 2	0.08116	0.19883
47	SLU 18		-0.29829	-0.73081	SLU 2	0.08136	0.19934
48	SLU 18		-0.2956	-0.72422	SLU 2	0.0831	0.2036
49	SLU 18		-0.31043	-0.76056	SLU 2	0.07424	0.1819
50	SLU 18		-0.31343	-0.76789	SLU 2	0.07229	0.1771
51	SLU 18		-0.31398	-0.76925	SLU 2	0.07201	0.17643
52	SLU 18		-0.31396	-0.7692	SLU 2	0.07206	0.17655
53	SLU 18		-0.31408	-0.7695	SLU 2	0.07193	0.17623
54	SLU 18		-0.31363	-0.76839	SLU 2	0.07213	0.17671
55	SLU 18		-0.31076	-0.76137	SLU 2	0.07399	0.18127
56	SLU 18		-0.32542	-0.79728	SLU 2	0.06525	0.15985
57	SLU 18		-0.3287	-0.80531	SLU 2	0.06307	0.15452
58	SLU 18		-0.32934	-0.80688	SLU 2	0.06271	0.15363
59	SLU 18		-0.3294	-0.80702	SLU 2	0.06269	0.15359
60	SLU 18		-0.32944	-0.80713	SLU 2	0.06263	0.15343
61	SLU 18		-0.3289	-0.80581	SLU 2	0.06291	0.15413
62	SLU 18		-0.32575	-0.79809	SLU 2	0.06499	0.15921
63	SLU 18		-0.33943	-0.83161	SLU 2	0.05692	0.13944
64	SLU 18		-0.3432	-0.84084	SLU 2	0.05436	0.13319
65	SLU 18		-0.34403	-0.84288	SLU 2	0.05382	0.13185
66	SLU 18		-0.34418	-0.84324	SLU 2	0.05372	0.13161
67	SLU 18		-0.34413	-0.84313	SLU 2	0.05374	0.13166
68	SLU 18		-0.3434	-0.84134	SLU 2	0.0542	0.1328
69	SLU 18		-0.33976	-0.83242	SLU 2	0.05665	0.1388
70	SLU 18		-0.35439	-0.86825	SLU 2	0.04818	0.11803
71	SLU 18		-0.35768	-0.87632	SLU 2	0.04592	0.1125
72	SLU 18		-0.35892	-0.87936	SLU 2	0.04507	0.11042
73	SLU 18		-0.35926	-0.88018	SLU 2	0.04483	0.10984
74	SLU 18		-0.35902	-0.8796	SLU 2	0.04499	0.11023
75	SLU 18		-0.35788	-0.87681	SLU 2	0.04577	0.11212
76	SLU 18		-0.35472	-0.86905	SLU 2	0.04792	0.1174

6.3 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]

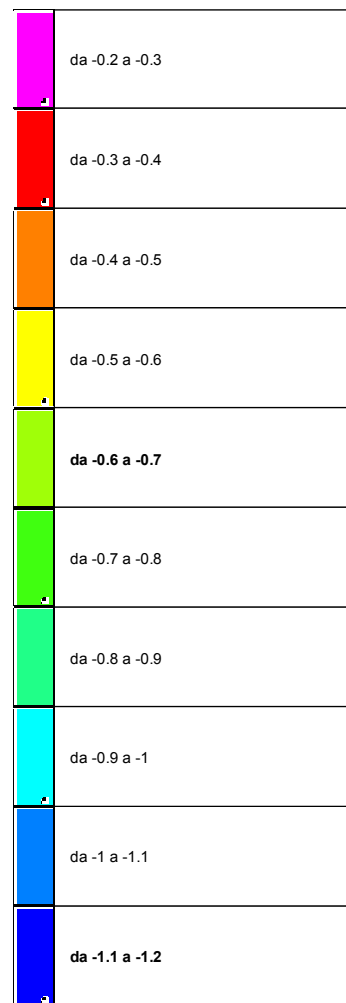
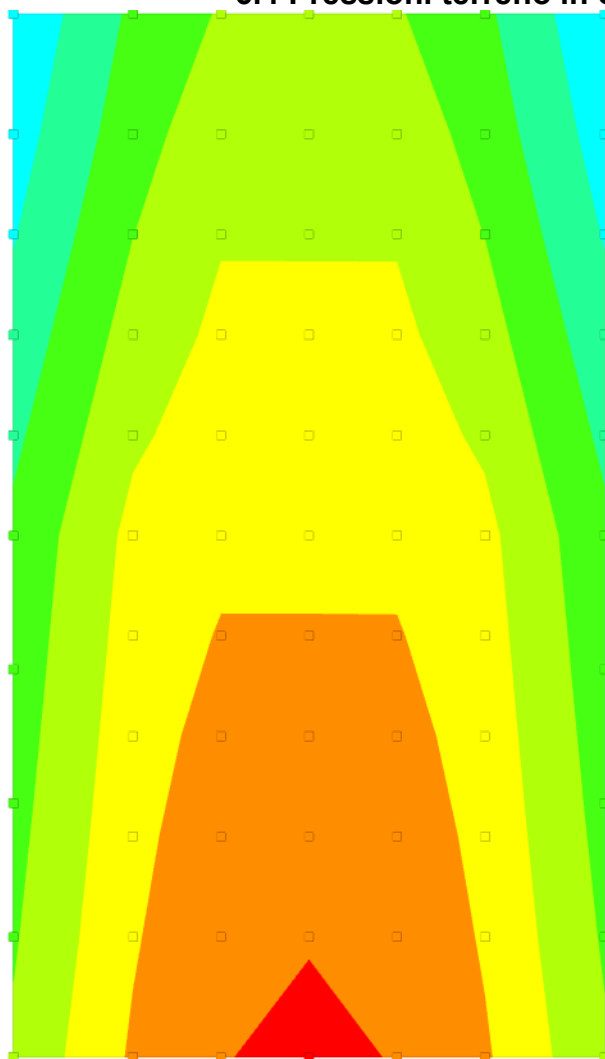
Compressione estrema massima 0 al nodo di indice 2, di coordinate x = 270, y = 123, z = -275, nel contesto .

Spostamento estremo minimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate x = 270, y = 123, z = -275, nel contesto .

Spostamento estremo massimo 0 al nodo di indice 2, di coordinate x = 270, y = 123, z = -275, nel contesto .

Nodo	Pressione minima			Pressione massima		
Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore

6.4 Pressioni terreno in SLE/SLD



[daN/cm²]

Representazione 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 -0.98524 al nodo di indice 76, di coordinate x = 690, y = 863, z = -275, nel contesto SLD 31.

Spostamento estremo minimo -0.40214 al nodo di indice 76, di coordinate x = 690, y = 863, z = -275, nel contesto SLD 31.

Spostamento estremo massimo 0.27367 al nodo di indice 8, di coordinate x = 690, y = 123, z = -275, nel contesto SLD 3.

Nodo	Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
			uz	Valore	uz	Valore	
	2	SLD 17	-0.27967	-0.68518	SLD 15	0.27355	0.6702
	3	SLD 17	-0.19843	-0.48616	SLD 15	0.18983	0.46508
	4	SLD 21	-0.16552	-0.40553	SLD 11	0.15599	0.38217
	5	SLE RA 6	-0.15105	-0.37008	SLD 7	0.13749	0.33686
	6	SLD 25	-0.16573	-0.40603	SLD 7	0.15603	0.38228
	7	SLD 29	-0.19896	-0.48746	SLD 3	0.19003	0.46558
	8	SLD 29	-0.28036	-0.68688	SLD 3	0.27367	0.67048
	9	SLD 17	-0.28977	-0.70992	SLD 15	0.25476	0.62417
	10	SLD 17	-0.20842	-0.51062	SLD 15	0.17051	0.41774
	11	SLE RA 6	-0.16599	-0.40668	SLD 11	0.11932	0.29234
	12	SLE RA 6	-0.16607	-0.40687	SLD 7	0.1005	0.24622
	13	SLE RA 6	-0.16607	-0.40687	SLD 7	0.11935	0.29241
	14	SLD 29	-0.20891	-0.51182	SLD 3	0.17067	0.41814
	15	SLD 29	-0.29044	-0.71159	SLD 3	0.25484	0.62436
	16	SLD 17	-0.21511	-0.52703	SLD 15	0.15407	0.37748
	17	SLE RA 6	-0.17794	-0.43595	SLD 15	0.09096	0.22286
	18	SLE RA 6	-0.17795	-0.43598	SLD 7	0.0695	0.17027
	19	SLE RA 6	-0.17801	-0.43614	SLD 3	0.09115	0.22331
	20	SLD 29	-0.21556	-0.52811	SLD 3	0.15419	0.37777
	21	SLD 17	-0.29954	-0.73388	SLD 15	0.2339	0.57307
	22	SLD 29	-0.30023	-0.73557	SLD 3	0.23394	0.57315
	23	SLD 17	-0.22141	-0.54245	SLD 15	0.13772	0.3374
	24	SLE RA 6	-0.18966	-0.46467	SLD 15	0.07422	0.18185
	25	SLE RA 6	-0.18961	-0.46453	SLD 7	0.03865	0.09468
	26	SLE RA 6	-0.18973	-0.46485	SLD 3	0.07436	0.18219
	27	SLD 29	-0.2218	-0.54342	SLD 3	0.13779	0.33759

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	uz	Valore	
28	SLD 17	-0.30858	-0.75601	SLD 15	0.21314	0.5222
29	SLD 29	-0.30916	-0.75745	SLD 3	0.21311	0.52211
30	SLD 17	-0.22774	-0.55796	SLD 15	0.12141	0.29745
31	SLE RA 6	-0.20146	-0.49357	SLD 15	0.05744	0.14074
32	SLE RA 6	-0.20142	-0.49349	SLE RA 2	0.00844	0.02068
33	SLE RA 6	-0.20154	-0.49377	SLD 3	0.05754	0.14098
34	SLD 29	-0.22809	-0.55882	SLD 3	0.12144	0.29752
35	SLD 17	-0.31749	-0.77784	SLD 15	0.19228	0.47109
36	SLD 17	-0.23399	-0.57328	SLD 15	0.10502	0.25729
37	SLE RA 6	-0.2134	-0.52284	SLD 15	0.04049	0.09919
38	SLE RA 6	-0.21347	-0.523	SLE RA 2	-0.00133	-0.00326
39	SLE RA 6	-0.21348	-0.52304	SLD 3	0.04054	0.09933
40	SLD 29	-0.2343	-0.57403	SLD 3	0.105	0.25724
41	SLD 29	-0.31787	-0.77877	SLD 3	0.19216	0.4708
42	SLD 19	-0.3351	-0.821	SLD 13	0.18799	0.46059
43	SLD 19	-0.25135	-0.61581	SLD 13	0.10013	0.24531
44	SLE RA 6	-0.225	-0.55125	SLD 13	0.0353	0.08648
45	SLE RA 6	-0.22504	-0.55134	SLE RA 2	-0.0106	-0.02597
46	SLE RA 6	-0.22508	-0.55145	SLD 1	0.03531	0.08651
47	SLD 31	-0.25159	-0.6164	SLD 1	0.10006	0.24514
48	SLD 31	-0.33541	-0.82175	SLD 1	0.18781	0.46013
49	SLD 19	-0.35268	-0.86406	SLD 13	0.18382	0.45035
50	SLD 19	-0.26884	-0.65865	SLD 13	0.09559	0.23419
51	SLE RA 6	-0.23645	-0.57931	SLD 13	0.03056	0.07486
52	SLE RA 6	-0.23643	-0.57926	SLD 5	-0.00678	-0.01662
53	SLE RA 6	-0.23653	-0.5795	SLD 1	0.03052	0.07478
54	SLD 31	-0.26904	-0.65914	SLD 1	0.09547	0.2339
55	SLD 31	-0.35296	-0.86474	SLD 1	0.18359	0.4498
56	SLD 19	-0.36988	-0.90621	SLD 13	0.17952	0.43982
57	SLD 19	-0.2863	-0.70144	SLD 13	0.09111	0.22322
58	SLE RA 6	-0.24793	-0.60743	SLD 13	0.02582	0.06326
59	SLE RA 6	-0.24797	-0.60754	SLD 5	0.00227	0.00556
60	SLE RA 6	-0.24801	-0.60763	SLD 1	0.02574	0.06307
61	SLD 31	-0.28646	-0.70182	SLD 1	0.09095	0.22283
62	SLD 31	-0.37013	-0.90681	SLD 1	0.17925	0.43917
63	SLD 19	-0.38562	-0.94476	SLD 13	0.1752	0.42924
64	SLD 19	-0.30281	-0.74188	SLD 13	0.0868	0.21267
65	SLE RA 6	-0.25891	-0.63434	SLD 9	0.03137	0.07685
66	SLE RA 6	-0.25903	-0.63461	SLD 9	0.01168	0.0286
67	SLE RA 6	-0.25899	-0.63453	SLD 5	0.03127	0.07661
68	SLD 31	-0.30292	-0.74215	SLD 1	0.0866	0.21217
69	SLD 31	-0.38582	-0.94527	SLD 1	0.17489	0.42848
70	SLD 19	-0.40198	-0.98486	SLD 13	0.17025	0.41712
71	SLD 19	-0.31873	-0.78089	SLD 13	0.0821	0.20115
72	SLD 23	-0.28192	-0.6907	SLD 9	0.04345	0.10644
73	SLE RA 6	-0.27026	-0.66214	SLD 9	0.02385	0.05843
74	SLD 27	-0.28196	-0.69081	SLD 5	0.04334	0.10617
75	SLD 31	-0.31879	-0.78103	SLD 1	0.08185	0.20053
76	SLD 31	-0.40214	-0.98524	SLD 1	0.1699	0.41625

6.5 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 -0.40214 al nodo di indice 76, di coordinate x = 690, y = 863, z = -275, nel contesto SLD 31.

Spostamento estremo massimo 0.27367 al nodo di indice 8, di coordinate x = 690, y = 123, z = -275, nel contesto SLD 3.

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.
2	SLD 15	0.27355	0.6702	SLD 17	-0.27967	-0.68518				
3	SLD 15	0.18983	0.46508	SLD 17	-0.19843	-0.48616				
4	SLD 11	0.15599	0.38217	SLD 21	-0.16552	-0.40553				
5	SLD 7	0.13749	0.33686	SLE RA 6	-0.15105	-0.37008				
6	SLD 7	0.15603	0.38228	SLD 25	-0.16573	-0.40603				
7	SLD 3	0.19003	0.46558	SLD 29	-0.19896	-0.48746				
8	SLD 3	0.27367	0.67048	SLD 29	-0.28036	-0.68688				
9	SLD 15	0.25476	0.62417	SLD 17	-0.28977	-0.70992				
10	SLD 15	0.17051	0.41774	SLD 17	-0.20842	-0.51062				
11	SLD 11	0.11932	0.29234	SLE RA 6	-0.16599	-0.40668				
12	SLD 7	0.1005	0.24622	SLE RA 6	-0.16607	-0.40687				
13	SLD 7	0.11935	0.29241	SLE RA 6	-0.16607	-0.40687				
14	SLD 3	0.17067	0.41814	SLD 29	-0.20891	-0.51182				
15	SLD 3	0.25484	0.62436	SLD 29	-0.29044	-0.71159				
16	SLD 15	0.15407	0.37748	SLD 17	-0.21511	-0.52703				
17	SLD 15	0.09096	0.22286	SLE RA 6	-0.17794	-0.43595				
18	SLD 7	0.0695	0.17027	SLE RA 6	-0.17795	-0.43598				

Tabulati geotecnici – Scarico di fondo

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.
19	SLD 3	0.09115	0.22331	SLE RA 6	-0.17801	-0.43614						
20	SLD 3	0.15419	0.37777	SLD 29	-0.21556	-0.52811						
21	SLD 15	0.2339	0.57307	SLD 17	-0.29954	-0.73388						
22	SLD 3	0.23394	0.57315	SLD 29	-0.30023	-0.73557						
23	SLD 15	0.13772	0.3374	SLD 17	-0.22141	-0.54245						
24	SLD 15	0.07422	0.18185	SLE RA 6	-0.18966	-0.46467						
25	SLD 7	0.03865	0.09468	SLE RA 6	-0.18961	-0.46453						
26	SLD 3	0.07436	0.18219	SLE RA 6	-0.18973	-0.46485						
27	SLD 3	0.13779	0.33759	SLD 29	-0.2218	-0.54342						
28	SLD 15	0.21314	0.5222	SLD 17	-0.30858	-0.75601						
29	SLD 3	0.21311	0.52211	SLD 29	-0.30916	-0.75745						
30	SLD 15	0.12141	0.29745	SLD 17	-0.22774	-0.55796						
31	SLD 15	0.05744	0.14074	SLE RA 6	-0.20146	-0.49357						
32	SLE RA 2	0.00844	0.02068	SLE RA 6	-0.20142	-0.49349						
33	SLD 3	0.05754	0.14098	SLE RA 6	-0.20154	-0.49377						
34	SLD 3	0.12144	0.29752	SLD 29	-0.22809	-0.55882						
35	SLD 15	0.19228	0.47109	SLD 17	-0.31749	-0.77784						
36	SLD 15	0.10502	0.25729	SLD 17	-0.23399	-0.57328						
37	SLD 15	0.04049	0.09919	SLE RA 6	-0.2134	-0.52284						
38	SLE RA 2	-0.00133	-0.00326	SLE RA 6	-0.21347	-0.523						
39	SLD 3	0.04054	0.09933	SLE RA 6	-0.21348	-0.52304						
40	SLD 3	0.105	0.25724	SLD 29	-0.2343	-0.57403						
41	SLD 3	0.19216	0.4708	SLD 29	-0.31787	-0.77877						
42	SLD 13	0.18799	0.46059	SLD 19	-0.3351	-0.821						
43	SLD 13	0.10013	0.24531	SLD 19	-0.25135	-0.61581						
44	SLD 13	0.0353	0.08648	SLE RA 6	-0.225	-0.55125						
45	SLE RA 2	-0.0106	-0.02597	SLE RA 6	-0.22504	-0.55134						
46	SLD 1	0.03531	0.08651	SLE RA 6	-0.22508	-0.55145						
47	SLD 1	0.10006	0.24514	SLD 31	-0.25159	-0.6164						
48	SLD 1	0.18781	0.46013	SLD 31	-0.33541	-0.82175						
49	SLD 13	0.18382	0.45035	SLD 19	-0.35268	-0.86406						
50	SLD 13	0.09559	0.23419	SLD 19	-0.26884	-0.65865						
51	SLD 13	0.03056	0.07486	SLE RA 6	-0.23645	-0.57931						
52	SLD 5	-0.00678	-0.01662	SLE RA 6	-0.23643	-0.57926						
53	SLD 1	0.03052	0.07478	SLE RA 6	-0.23653	-0.5795						
54	SLD 1	0.09547	0.2339	SLD 31	-0.26904	-0.65914						
55	SLD 1	0.18359	0.4498	SLD 31	-0.35296	-0.86474						
56	SLD 13	0.17952	0.43982	SLD 19	-0.36988	-0.90621						
57	SLD 13	0.09111	0.22322	SLD 19	-0.2863	-0.70144						
58	SLD 13	0.02582	0.06326	SLE RA 6	-0.24793	-0.60743						
59	SLD 5	0.00227	0.00556	SLE RA 6	-0.24797	-0.60754						
60	SLD 1	0.02574	0.06307	SLE RA 6	-0.24801	-0.60763						
61	SLD 1	0.09095	0.22283	SLD 31	-0.28646	-0.70182						
62	SLD 1	0.17925	0.43917	SLD 31	-0.37013	-0.90681						
63	SLD 13	0.1752	0.42924	SLD 19	-0.38562	-0.94476						
64	SLD 13	0.0868	0.21267	SLD 19	-0.30281	-0.74188						
65	SLD 9	0.03137	0.07685	SLE RA 6	-0.25891	-0.63434						
66	SLD 9	0.01168	0.0286	SLE RA 6	-0.25903	-0.63461						
67	SLD 5	0.03127	0.07661	SLE RA 6	-0.25899	-0.63453						
68	SLD 1	0.0866	0.21217	SLD 31	-0.30292	-0.74215						
69	SLD 1	0.17489	0.42848	SLD 31	-0.38582	-0.94527						
70	SLD 13	0.17025	0.41712	SLD 19	-0.40198	-0.98486						
71	SLD 13	0.0821	0.20115	SLD 19	-0.31873	-0.78089						
72	SLD 9	0.04345	0.10644	SLD 23	-0.28192	-0.6907						
73	SLD 9	0.02385	0.05843	SLE RA 6	-0.27026	-0.66214						
74	SLD 5	0.04334	0.10617	SLD 27	-0.28196	-0.69081						
75	SLD 1	0.08185	0.20053	SLD 31	-0.31879	-0.78103						
76	SLD 1	0.1699	0.41625	SLD 31	-0.40214	-0.98524						