



MARZO 2023

## SILQUA S.R.L.

IMPIANTO EOLICO "SILQUA WIND" DA 52,8 MW

LOCALITÀ TANCA ROMITA – SP 88 – SS 136 PER  
MUSEI

COMUNI DI SILQUA E MUSEI – SUD SARDEGNA

**ELABORATI TECNICI DI PROGETTO**

**ELABORATO R12**

**RELAZIONE STRUTTURE**

Montagna

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

**Coordinamento**

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

**Codice elaborato**

2995\_5110\_SIL\_PD\_R12\_Rev0\_RELAZIONE STRUTTURE.docx

## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5110_SIL_PD_R12_Rev0_RELAZIONE STRUTTURE.docx	03/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	L.Conti

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Alì Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Giancarlo Carboni	Geologo	Ord. Geologi Sardegna n. 497
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	



Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Davide Chiappari	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Simone De Monti	Esperto Ambientale e GIS Junior	
Riccardo Coronati	Pianificatore Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>9</b>
<b>3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>4. DATI DI BASE PER IL PREDIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 MATERIALI .....</b>	<b>14</b>
4.1.1 Cemento armato.....	14
4.1.2 Armature per cemento armato.....	14
<b>4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 DATI DI DEFINIZIONE.....</b>	<b>15</b>
4.3.1 Preferenze di normativa .....	15
4.3.2 Preferenze di verifica cemento armato.....	17
<b>5. CARICHI DI PROGETTO .....</b>	<b>18</b>
<b>6. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 VERIFICHE DI RESISTENZA .....</b>	<b>19</b>
<b>7. VERIFICHE GEOTECNICHE OPERE DI FONDAZIONE.....</b>	<b>21</b>
<b>7.1 MODELLO DI FONDAZIONE.....</b>	<b>21</b>
<b>7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>21</b>
7.2.1 Verifica di scorrimento .....	21
7.2.2 Verifica di capacità portante .....	22
7.2.3 Verifica di capacità portante pali .....	25
7.2.4 Risultati delle verifiche .....	26
<b>8. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE.....</b>	<b>27</b>
<b>8.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD.....</b>	<b>27</b>
<b>8.2 SPECIFICHE TECNICHE.....</b>	<b>27</b>
<b>8.3 SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....</b>	<b>27</b>
<b>8.4 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO.....</b>	<b>29</b>

## ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 Risultati verifiche strutturali opere di fondazione

ALLEGATO 02 Risultati verifiche geotecniche opere di fondazione



## 1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di potenza complessiva di 52,8 MW, che prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori da 6,6 MW da installarsi nel territorio comunale di Siliqua e relative opere di connessione nei comuni di Siliqua e Musei, ricadenti nella Provincia del Sud Sardegna.

Si precisa che l'attribuzione dei Comuni alla Provincia del Sud Sardegna fa riferimento alla situazione amministrativa attuale (L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna").

Con la LR n.7 del 12 aprile 2021 la Regione Sardegna viene riorganizzata in 8 Province: Città Metropolitana di Sassari, Città Metropolitana di Cagliari, Nord-Est Sardegna, Ogliastra, Sulcis Iglesiente, Medio Campidano, Nuoro e Oristano, pertanto, i Comuni interessati dalle opere ricadrebbero nella nuova Città Metropolitana di Cagliari (Siliqua) e nella Provincia di Sulcis Iglesiente (Musei). Tale legge è però stata impugnata dal governo italiano, che ha bloccato l'iter di attuazione in attesa del pronunciamento della Corte costituzionale e il 12 marzo 2022 la Consulta si è pronunciata a favore della Regione Autonoma della Sardegna, dando di fatto il via libera alla re-istituzione delle Province. Pertanto allo stato attuale dovrebbero essere attive le nuove Province, che di fatto non lo sono in quanto sono in attesa dei pronunciamenti referendari dei residenti dei Comuni di confine e il rinvio al 2025 della data per "l'effettiva operatività di Città metropolitane e Province", con un'ulteriore coda di sei mesi, necessaria per l'auspicata elezione diretta dei Consigli comunali e metropolitani<sup>1</sup>.

La Società Proponente è la Siliqua S.R.L., con sede legale in Via Carlo Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 150/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 150 kV Iglesias 2 Siliqua previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Villacidro-Villasor".

La configurazione preliminare impiantistica prevede la realizzazione di una cabina di raccolta esercita a 36 kV nei pressi dell'ampliamento della SE Terna, con all'interno tutti gli apparati di protezione e controllo utili alla connessione dell'impianto secondo quanto riportato nell'allegato A17 del Codice di rete Terna, e una seconda cabina di smistamento dalla quale si dipartono le 3 linee di alimentazione verso i 3 cluster di WTG identificati.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 8 aerogeneratori della potenza nominale di 6.6 MW ciascuno

---

<sup>1</sup> <https://www.lanuovasardegna.it/regione/2022/11/08/news/le-nuove-province-sarde-saranno-operative-solo-fra-quattro-anni-1.100139202>

- Dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti
- Dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche
- Dalle opere di collegamento alla rete elettrica
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco e dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche.
- Dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

A tal fine il presente documento costituisce la Relazione di Calcolo delle Strutture.

Si riportano nel seguito i calcoli di verifica per il basamento di fondazione; come riferimento sono stati utilizzati i dati relativi alla torre di sostegno modello T115-50 di altezza pari a 115 mt. Le azioni di progetto sono state desunte dallo specifico elaborato sui carichi in fondazione fornito dal costruttore SIEMENS GAMESA [rif. codice elaborato D2834343\_002 SGRE ON SG 6.6-170 Foundation loads T135-52A].

### 1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nei territori comunali di Siliqua e Musei al di fuori dei centri abitati, e prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori tutti collocati nel territorio comunale di Siliqua, mentre le opere di connessione alla RTN sono collocate anche nel territorio comunale di Musei (Figura 1.1).

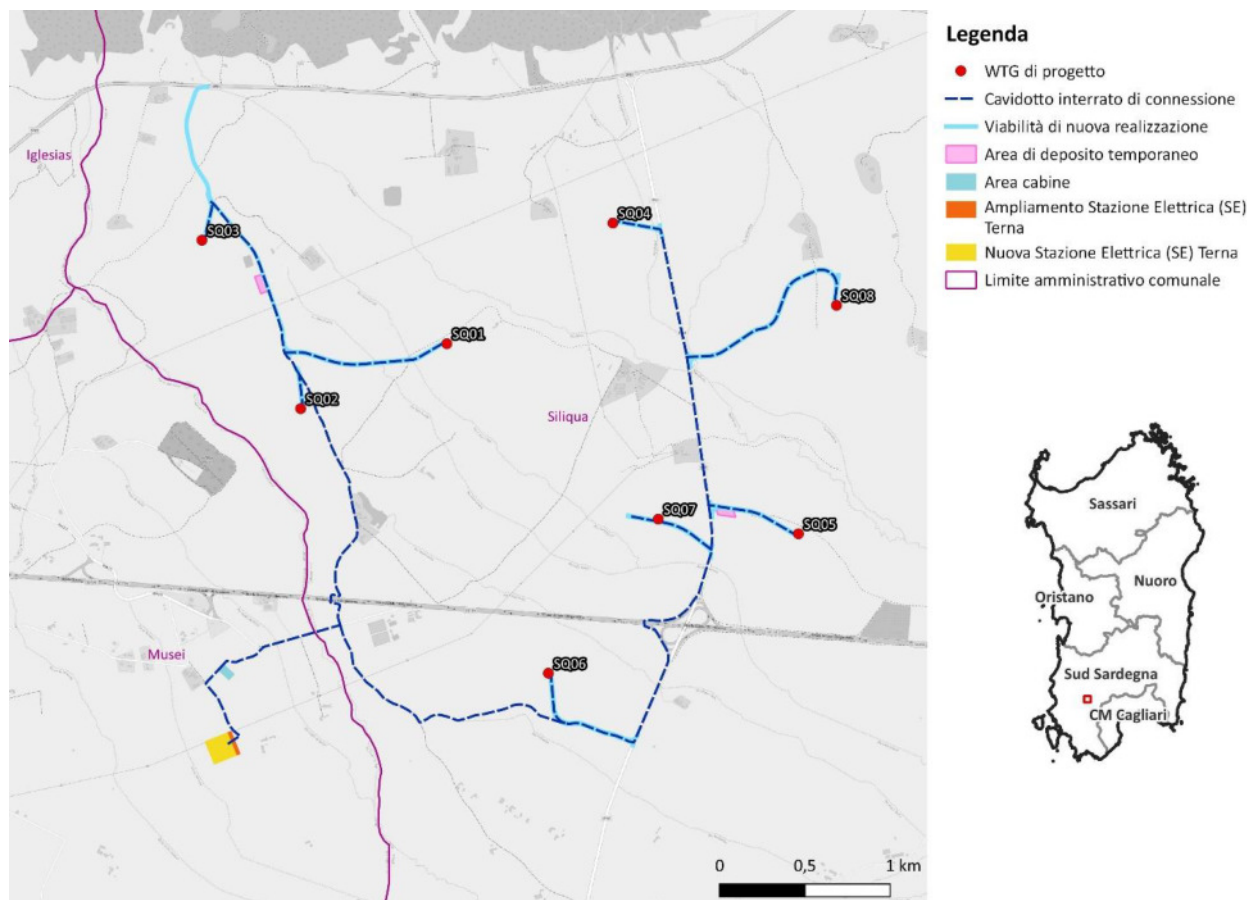


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

La realizzazione della Stazione Elettrica di condivisione MT/AT è prevista nel comune di Musei in prossimità della stazione elettrica TERNA di nuova realizzazione a circa 4 km est dal centro abitato. Il collegamento elettrico tra gli aerogeneratori e la sottostazione avverrà mediante un elettrodotto interrato che seguirà in gran parte il tracciato delle strade esistenti e in piccola parte il tracciato di quelle di nuova realizzazione (nuove strade di interconnessione degli aerogeneratori e strada di accesso alla sottostazione elettrica).

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1-1.

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori.

WTG	UTM – ZONA 32S		WGS 84 - GRADI-MIN-SEC	
	Nord	Est	Latitudine	Longitudine
SQ01	476461	4352118	39° 19' 10"	8° 43' 33"
SQ02	475519	4351869	39° 18' 57"	8° 42' 58"
SQ03	4749465	4352857	39° 19' 29"	8° 42' 33"
SQ04	477350	4352957	39° 19' 33"	8° 44' 14"
SQ05	478437	4351135	39° 18' 34"	8° 44' 59"
SQ06	476971	4350318	39° 18' 07"	8° 43' 58"
SQ07	477613	4351211	39° 18' 36"	8° 44' 25"
SQ08	478660	4352474	39° 19' 17"	8° 45' 09"

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal vicino porto industriale Cagliari o in alternativa da quello poco più distale di Portovesme.

Le principali vie di accesso e comunicazione dei due comuni interessati sono costituite dalla strada statale SS130 e dalle strade provinciali SP 88 ed SP89, all'interno del territorio sono poi presenti numerose strade comunali, asfaltate e sterrate che uniscono le diverse frazioni (Figura 1.2).

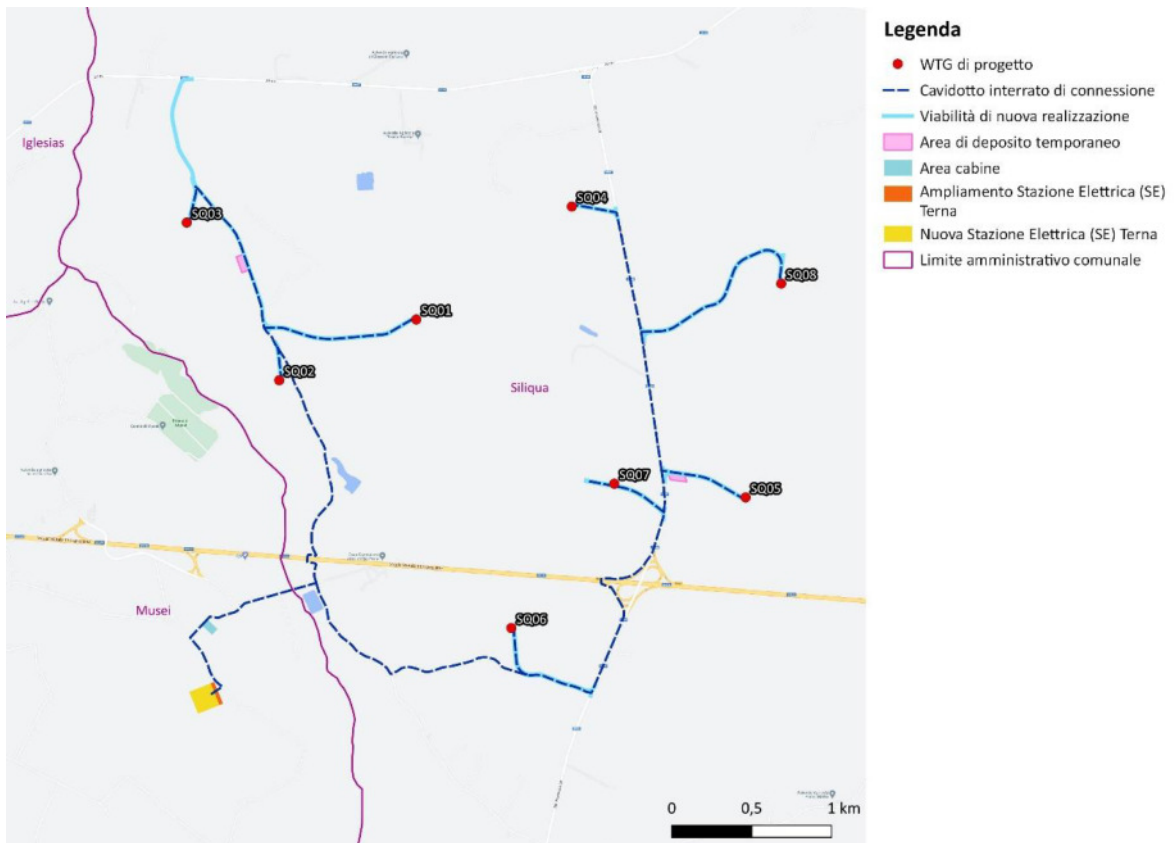


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto.



## 2. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico che prevede l'installazione di n. 8 aerogeneratori da 6,6 MW da installarsi nel territorio comunale di Siliqua.

Il basamento di fondazione è del tipo a plinto superficiale su fondazioni profonde costituite da pali trivellati, da realizzarsi in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro 23 metri [rif. Figura 2.1: Pianta e sezione tipologico fondazione – Figura 2.2: Tipologico fondazioni profonde].

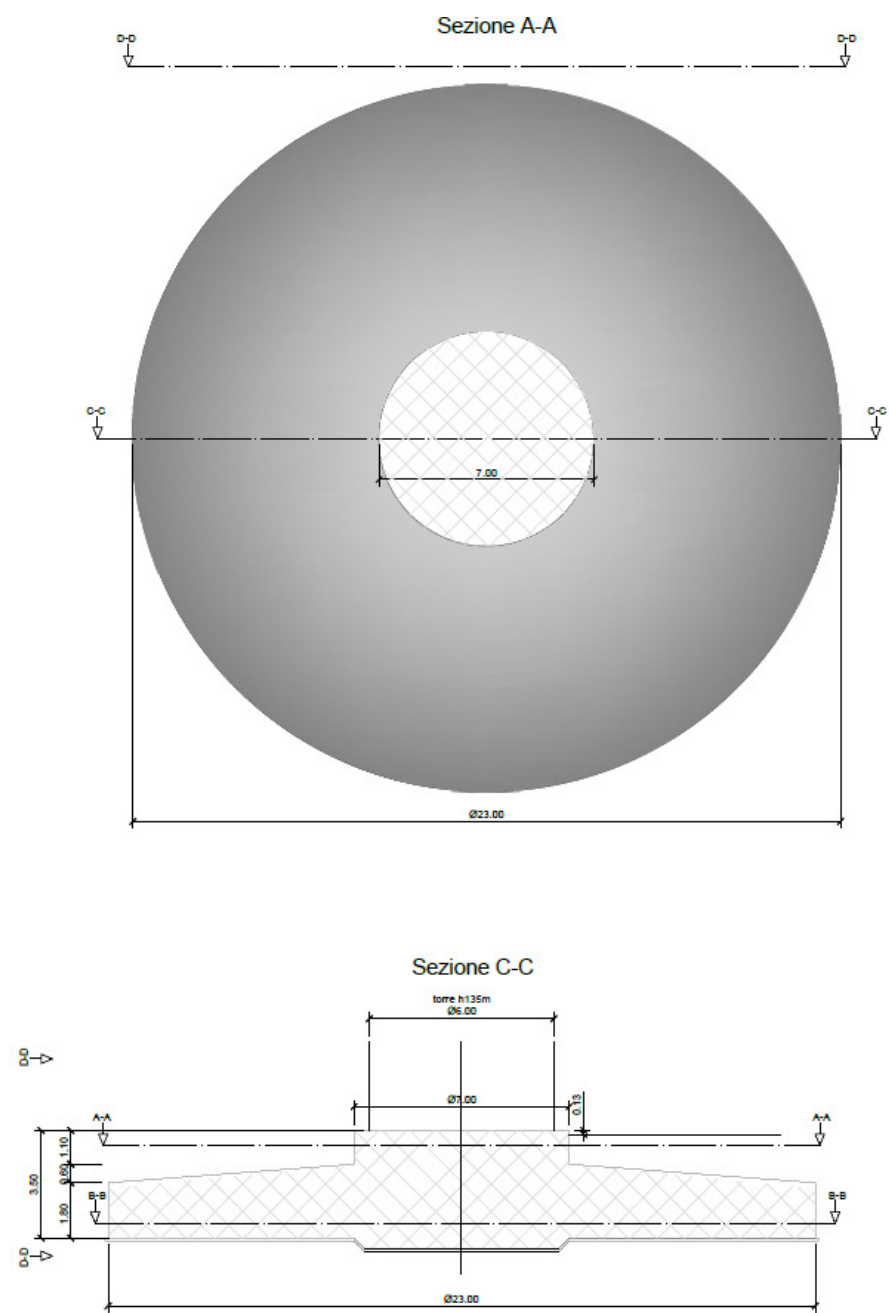


Figura 2.1: Pianta e sezione tipologico fondazione

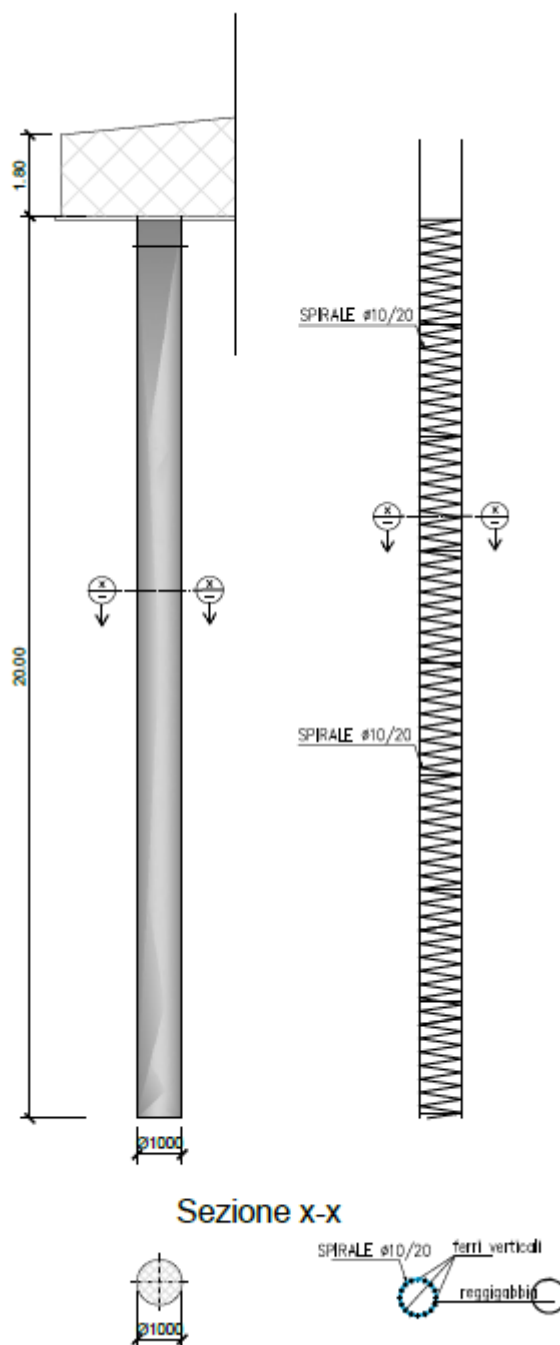


Figura 2.2: Tipologico fondazioni profonde

Le opere di fondazione in progetto hanno la funzione di scaricare sul terreno il peso proprio e quello del carico di vento dell'impianto di energia eolica. Ad opera ultimata la fondazione risulterà totalmente interrata con materiale di cava o terra di riporto proveniente dagli scavi opportunamente rullata e compattata se ritenuta idonea, sulla superficie della terra verrà disposto uno strato di ghiaietto che ne permetterà il drenaggio superficiale e quindi la carrabilità.

Nel dettaglio il basamento oggetto di verifica è una piastra circolare a sezione variabile con spessore massimo al centro pari a 240 cm e spessore minimo al bordo pari a 180 cm.

La porzione centrale, denominata “colletto”, presenta sezione costante per un diametro pari a 7,00 mt. Tale elemento è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica da realizzarsi con miscela tipo C45/55. Il restante settore circolare sarà realizzato con miscela tipo C35/45.

Al fine di contenere i cedimenti e garantire la stabilità dell’opera il manufatto di fondazione poggerà su fondazioni profonde costituite da pali trivellati del tipo gettato in opera con miscela tipo C25/30, diametro 100 cm e lunghezza 20 mt. [rif. Figura 2.3 – Planimetria tracciamento pali di fondazione]:

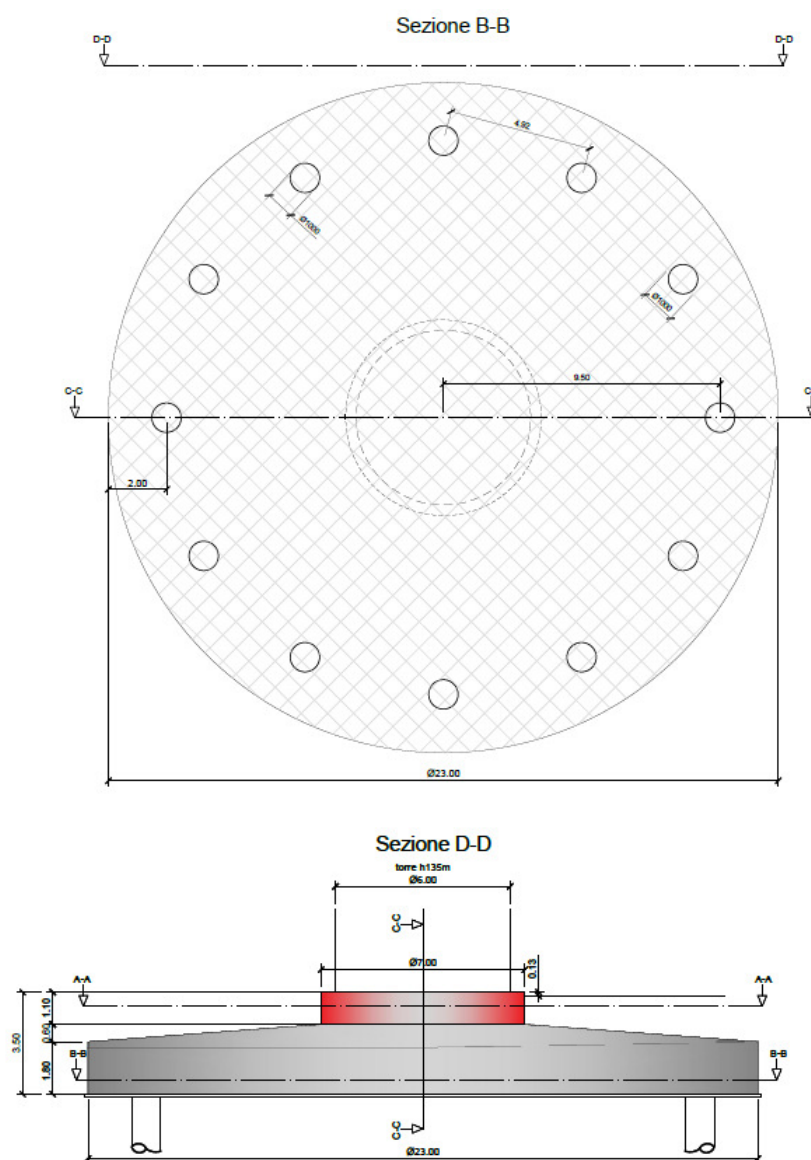


Figura 2.3: Planimetria tracciamento pali di fondazione

Nello specifico sono stati condotti i seguenti accertamenti: verifica di stabilità globale del manufatto, considerato come corpo rigido, verifiche di resistenza del manufatto in calcestruzzo, verifiche di resistenza del terreno nonché il calcolo dei cedimenti attesi, applicando i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica in corso di validità [D.M. 17/01/2018].



Le notevoli azioni orizzontali e flettenti, dovute alla significativa altezza delle torri in progetto, indirizzano il dimensionamento della fondazione ad un manufatto massivo tale da garantire anzitutto la stabilità globale oltre che a distribuire i carichi sul piano di posa.

Il dimensionamento eseguito ha carattere di verifica preliminare, la geometria e le dimensioni del plinto indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché delle ulteriori verifiche geotecniche da effettuarsi in corrispondenza di ogni basamento previsto a progetto.



### 3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

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

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

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

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

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

**NORMA TECNICA UNI EN 1997-1:2005 (EUROCODICE 7 - PROGETTAZIONE GEOTECNICA):** Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.

**NORMA TECNICA UNI EN 1998:2005 (EUROCODICE 8 - PROGETTAZIONE SISMICA):** 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).



## 4. DATI DI BASE PER IL PREDIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI FONDAZIONE

### 4.1 MATERIALI

#### 4.1.1 Cemento armato

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C25/30 [*]	300	314472	142941.64	0.1	0.0025	0.00001
C35/45 [**]	450	346255	157388.57	0.1	0.0025	0.00001
C45/55 [***]	550	364161	165527.79	0.1	0.0025	0.00001

[\*]: miscela cementizia per pali di fondazione

[\*\*]: miscela cementizia settore circolare basamento

[\*\*\*]: miscela cementizia per colletto basamento

#### 4.1.2 Armature per cemento armato

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σamm.:** tensione ammissibile. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo



## 4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

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

**Coesione (c'): coesione efficace del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]**

**Coesione non drenata (Cu): coesione non drenata (Cu), per terreni eminentemente coesivi (argille). [daN/cm<sup>2</sup>]**

**Angolo di attrito interno  $\phi$ :** angolo di attrito interno del terreno. [deg]

**Angolo di attrito di interfaccia  $\delta$ :** angolo di attrito all'interfaccia tra terreno-cl. [deg]

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

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

**$\gamma$  naturale:** peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

**$\gamma$  saturo:** peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

**E:** modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**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 $\phi$	Angolo di attrito di interfaccia $\delta$	Coeff. $\alpha$ di adesione e della coesione (0;1)	Coeff. di spinta K0	$\gamma$ naturale	$\gamma$ saturo	E	v	Qualità roccia RQD (0;1)
Alluvioni pleistoceniche	Granulare incoerente (Sabbie)	0	0	38	25	1	0.38	0.00173	0.00174	500	0.3	0
Formazioni dei Cixerri	Rocchia	0	0	40	20	1	0.36	0.00224	0.00224	12500	0.4	1
Piroclastiti addensate	Rocchia	0	0	33	17	1	0.46	0.00185	0.00185	426	0.3	0.8

## 4.3 DATI DI DEFINIZIONE

### 4.3.1 Preferenze di normativa

<b>Analisi Normativa</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
<b>Tipo di costruzione</b>	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
<b>Vn</b>	50
<b>Classe d'uso</b>	II
<b>Vr</b>	50
<b>Tipo di analisi</b>	Lineare statica
<b>Considera sisma Z</b>	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
<b>Località</b>	Sardegna; Latitudine ED50 39,3222° (39° 19' 20"); Longitudine ED50 8,7327° (8° 43' 58"); Altitudine s.l.m. 105,70 m.
<b>Categoria del suolo</b>	B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti
<b>Categoria topografica</b>	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>Ss orizzontale SLD</b>	1.2



<b>Tb orizzontale SLD</b>	0.138 [s]
<b>Tc orizzontale SLD</b>	0.415 [s]
<b>Td orizzontale SLD</b>	1.694 [s]
<b>Ss orizzontale SLV</b>	1.2
<b>Tb orizzontale SLV</b>	0.155 [s]
<b>Tc orizzontale SLV</b>	0.464 [s]
<b>Td orizzontale SLV</b>	1.80 [s]
<b>St</b>	1
<b>PVr SLD (%)</b>	63
<b>Tr SLD</b>	50
<b>Ag/g SLD</b>	0.05
<b>Fo SLD</b>	2.884
<b>Tc* SLD</b>	0.296 [s]
<b>PVr SLV (%)</b>	10
<b>Tr SLV</b>	475
<b>Ag/g SLV</b>	0.05
<b>Fo SLV</b>	2.8841
<b>Tc* SLV</b>	0.34 [s]
<b>Smorzamento viscoso (%)</b>	5
<b>Classe di duttilità</b>	Non dissipativa
<b>Rotazione del sisma</b>	0 [deg]
<b>Quota dello '0' sismico</b>	0 [cm]
<b>Regolarità in pianta</b>	Si
<b>Regolarità in elevazione</b>	Si
<b>Edificio C.A.</b>	Si
<b>Tipologia C.A.</b>	Strutture deformabili torsionalmente q0=2.0
<b>Kw</b>	0.5
<b>Edificio esistente</b>	No
<b>Altezza costruzione</b>	0 [cm]
<b>T1,x</b>	0.08574 [s]
<b>T1,y</b>	0.08574 [s]
<b>λSLD,x</b>	0.85
<b>λSLD,y</b>	0.85
<b>λSLV,x</b>	0.85
<b>λ SLV,y</b>	0.85
<b>Limite spostamenti interpiano SLD</b>	0.005
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD X</b>	1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD Y</b>	1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV X</b>	1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV Y</b>	1
<b>Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)</b>	2.3
<b>Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)</b>	1.1
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta</b>	1.35
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione</b>	1.15
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione</b>	1.25
<b>Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali</b>	1.3





<b>Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate</b>	1.7
<b>Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)</b>	1.15
<b>Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7</b>	Si

#### 4.3.2 Preferenze di verifica cemento armato

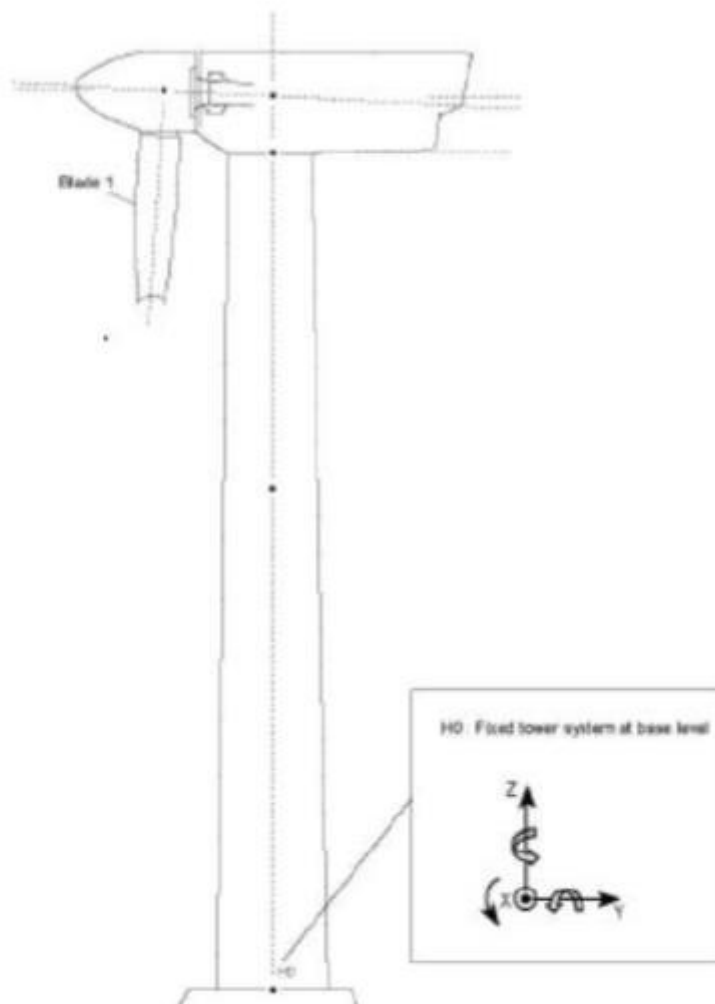
Le verifiche strutturali e di stabilità globale sono stati eseguiti utilizzando i metodi agli stati limite così come previsto dalle NTC 2018 [D.M. 17/01/2018]. Tutte le verifiche sono state svolte utilizzando il programma di calcolo agli elementi finiti SISMICAD [versione 12.20] della CONCRETE srl.

I fini delle verifiche e della progettazione delle opere in cemento armato si sono adottati i seguenti parametri:

<b><math>\gamma_s</math> (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)</b>	1.15
<b><math>\gamma_c</math> (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)</b>	1.5
<b>Limite <math>\sigma_c/f_{ck}</math> in combinazione rara</b>	0.6
<b>Limite <math>\sigma_c/f_{ck}</math> in combinazione quasi permanente</b>	0.45
<b>Limite <math>\sigma_f/f_{yk}</math> in combinazione rara</b>	0.8
<b>Coefficiente di riduzione della <math>\tau</math> per cattiva aderenza</b>	0.7
<b>Dimensione limite fessure <math>w_1</math> §4.1.2.2.4</b>	0.02 [cm]
<b>Dimensione limite fessure <math>w_2</math> §4.1.2.2.4</b>	0.03 [cm]
<b>Dimensione limite fessure <math>w_3</math> §4.1.2.2.4</b>	0.04 [cm]
<b>Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore <math>q</math></b>	Si
<b>Copriferro secondo EC2</b>	No
<b><math>\alpha_{cc}</math> elementi nuovi nelle combinazioni sismiche</b>	0.85
<b><math>\alpha_{cc}</math> elementi esistenti</b>	0.85

## 5. CARICHI DI PROGETTO

Per la definizione delle azioni di progetto al piede della torre si è fatto riferimento ai dati contenuti nelle specifiche tecniche prodotte dalla SIEMENS GAMESA nel documento FOUNDATION LOADS T135-52 A.



Load case	Load factor	$F_z$ (kN)	$F_{xy}$ (kN)	$M_z$ (kNm)	$M_{xy}$ (kNm)
ULS with Psf	1.10	8,196	1,696	1,868	241,417
ULS without Psf	1.00	7,451	1,542	1,698	219,641

Table 3 SG 6.6-170 T135-52A Factored/Unfactored Extreme loads at tower bottom

Figura 5.1 – Carichi agenti sulla fondazione dell'aerogeneratore

Nella tabella precedente sono definite le azioni previste in condizioni eccezionali, tali valori verranno utilizzati per le verifiche allo stato ultimo.

## 6. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE

### 6.1 VERIFICHE DI RESISTENZA

In “Allegato 1 – Risultati verifiche strutturali opere di fondazione” si riportano i risultati di calcolo del modello strutturale rappresentato in Figura 6.1: Modello agli elementi finiti delle opere di fondazione, realizzato discretizzando il basamento in elementi finiti di sezione variabile e verificando le sezioni in c.a..

La fondazione è stata verificata con riferimento alla stratigrafia di progetto, considerando la Categoria di Sottosuolo B ed una costante di Winkler pari a 5 kg/cmc.

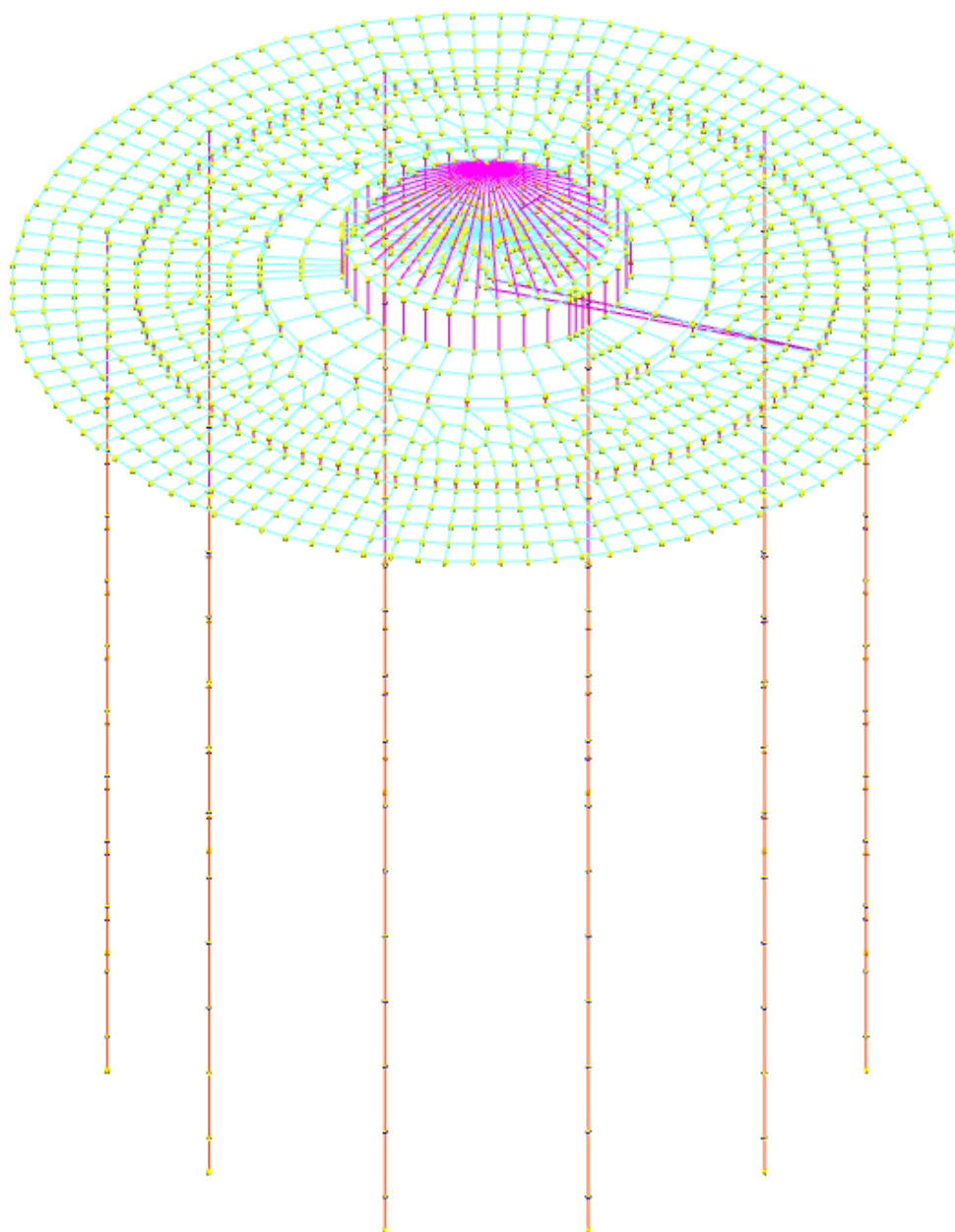


Figura 6.1: Modello agli elementi finiti delle opere di fondazione

Le verifiche strutturali del basamento di fondazione e delle opere di fondazione [pali trivellati] risultano soddisfatte, come risulta dalle figure seguenti estratte dal programma di calcolo [colore verde = verifiche soddisfatte]

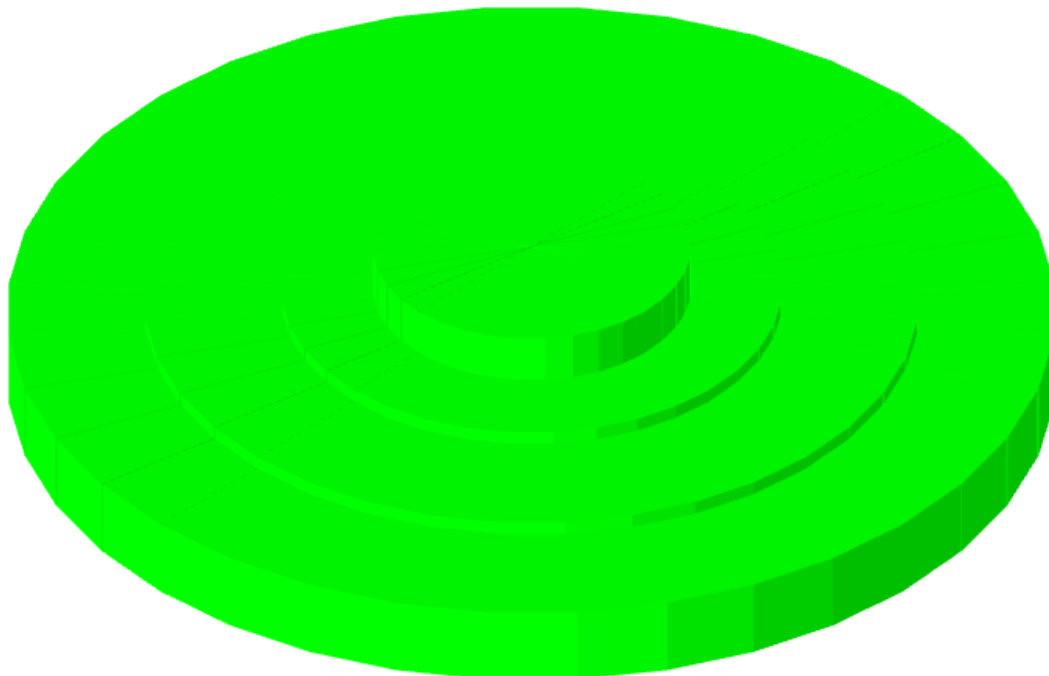


Figura 6.2: Colormap verifiche basamento di fondazione

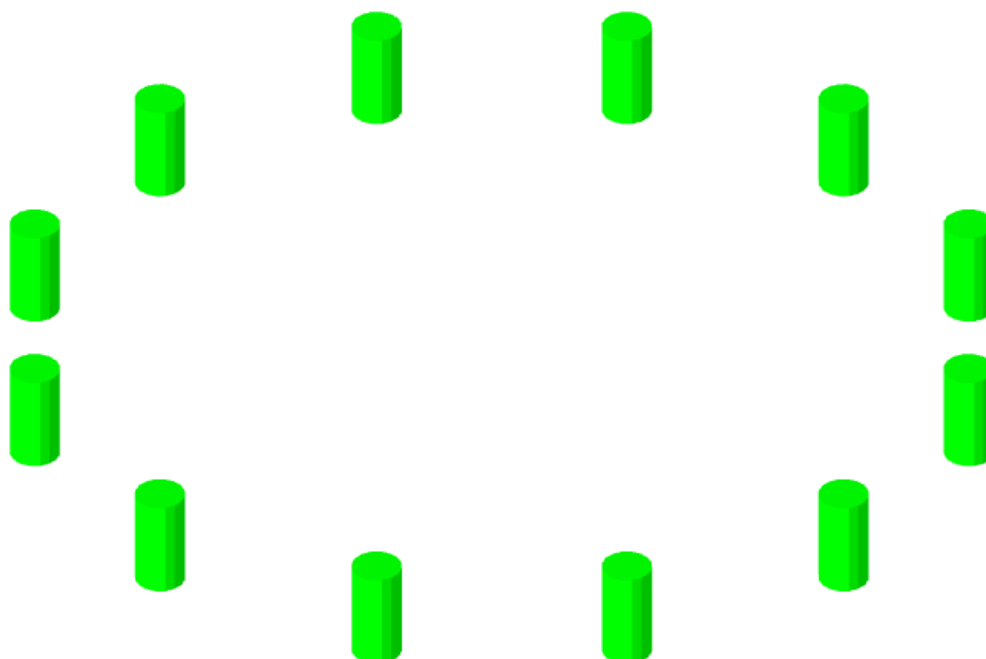


Figura 6.3: Colormap verifiche pali di fondazione

## 7. VERIFICHE GEOTECNICHE OPERE DI FONDAZIONE

### 7.1 MODELLO DI FONDAZIONE

Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastoplastiche agenti nei nodi della mesh. I valori di pressione verticale limite per abbassamento ed innalzamento servono per definire i confini di plasticità nel caso si adotti un suolo elastoplastico. Ponendo a zero la pressione verticale limite per innalzamento si gestisce la non reagenza della fondazione in caso di sollevamento.

Il palo di fondazione è stato modellato tramite il frazionamento in più aste verticali. Nei nodi di suddivisione vengono posizionate molle assialsimmetriche elastoplastiche denominate FLAT, che riproducono l'interazione con il terreno lungo la superficie laterale del palo. L'elemento finito denominato FLAT possiede 3 gradi di libertà, ovvero spostamento lungo l'asse del palo (verticale), spostamento planare (orizzontale), rotazione attorno all'asse (torcente). Il comportamento elastico degli elementi FLAT è dato dalle costanti elastiche orizzontali, verticali e rotazionali. Esse sono calcolate a partire dalle costanti elastiche orizzontali e verticali caratteristiche di ogni strato di terreno che compone la stratigrafia nella quale il palo è immerso. In punta al palo, in aggiunta all'elemento FLAT, viene inserita una molla elastoplastica verticale le cui caratteristiche sono ricavate dai dati di input del palo o dalla stratigrafia.

### 7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

#### 7.2.1 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 <sub>x</sub> , T <sub>y</sub>	componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
tan(phi)	coefficiente di attrito terreno-fondazione;
c <sub>a</sub>	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.

### 7.2.2 Verifica di capacità portante

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

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

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

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

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Vesic, nel seguito descritto.

#### Metodo di Vesic

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

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

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

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

dove:

gamma'	peso di volume efficace dello strato di fondazione;
B	larghezza efficace della fondazione ( $B = B_f - 2e$ );



L	lunghezza efficace della fondazione ( $L = L_f - 2e$ );
c	coesione dello strato di fondazione;
cu	coesione non drenata dello strato di fondazione;
q	sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
Nc, Nq, Ny	fattori di capacità portante;
sc, sq, sy	fattori di forma della fondazione;
dc, dq, dy	fattori di profondità del piano di posa della fondazione;
ic, iq, iy	fattori di inclinazione del carico;
bc, bq, by	fattori di inclinazione della base della fondazione;
gc, gq, gy	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

$$0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \quad \text{con } N_{\gamma} = -2 \cdot \tan \beta$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

phi	angolo di attrito dello strato di fondazione;
ca	aderenza alla base della fondazione;



nu	inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale (nu = 0 se orizzontale);
beta	inclinazione del pendio;
H	componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
V	componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;
D	profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;

#### Influenza degli strati sulla capacità portante

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

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

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<sub>ult</sub> 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<sub>h</sub>, 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**:





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

### 7.2.3 Verifica di capacità portante pali

La verifica di capacità portante del palo viene eseguita raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed), valutata come sforzo normale agente alla sommità del palo, compreso il peso proprio del palo. La portanza di progetto (Rd) è pari alla portanza verticale calcolata, mediante una formulazione analitica, divisa per opportuni fattori di sicurezza parziali.

La portanza verticale complessiva calcolata è data dalla somma del contributo laterale+punta, o del solo contributo laterale nel caso di palo in trazione.

La **capacità portante laterale** viene calcolata con una formulazione statica, in funzione della coesione e dell'attrito laterale dei terreni incontrati lungo il fusto del palo, valutata nel punto medio di ciascuno strato omogeneo presente. Il valore complessivo laterale è dato dalla sommatoria:

$$P_v = \sum_i (\alpha \cdot c + k_0 \cdot p_v \cdot \tan \phi) \cdot S_i$$

dove si sono indicati con:

$k_0$	il coefficiente di spinta a riposo dell'i-esimo terreno della stratigrafia
$p_v = \sum \gamma_i \cdot h_i$	la pressione litostatica verticale efficace nel punto di calcolo
$p_o = k_0 \cdot p_v$	la pressione litostatica orizzontale efficace nel punto di calcolo
$c, \phi$	la coesione e l'angolo di attrito interno dell'i-esimo terreno
$\alpha$	il coefficiente di adesione della coesione all'interfaccia terreno-pali (usualmente tra 0.5÷0.8)
$D$	il diametro di perforazione del palo
$S_i$	la superficie laterale dell'i-esimo tratto di calcolo ( $\pi \cdot D \cdot h_i$ )

La capacità portante di punta del palo viene presa pari al prodotto tra la pressione limite di rottura in punta palo, dichiarata espressamente o calcolata con formule analitiche di letteratura, e l'area della punta del palo. Nei pali in cui si è calcolata la pressione limite con formule analitiche in funzione della stratigrafia sottostante la punta del palo, questa viene calcolata utilizzando la formulazione proposta da Vesic per la capacità portante alla punta dei pali.

Con tale formulazione i fattori di capacità portante sono:

$$N'_q = \frac{3e^{(\pi/2 - \phi)\tan\phi}}{3 - \sin\phi} \cdot \left[ \text{tg} \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 \cdot I_{rr} \left[ \frac{4 \sin\phi}{3(1 + \sin\phi)} \right]$$

$$N'_c = (N'_q - 1) \cdot \cot\phi$$

L'indice di rigidezza ridotto  $I_{rr}$  tiene conto della deformazione volumetrica  $\epsilon_{s_v}$  raggiunta dal terreno in condizioni prossime alla rottura e riduce l'indice di rigidezza  $I_r$  teorico. Secondo la formulazione proposta da Vesic quest'ultimo è pari al rapporto tra modulo di elasticità tangenziale  $G$  e resistenza al taglio del terreno (Fondazioni, J.E.Bowles).



$$I_r = \frac{G}{c + q \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$
$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon \cdot I_r}$$

Il valore di portanza alla punta è quindi:

$$P_{pu} = A_p \cdot [c \cdot N'_c + \eta \cdot q \cdot (N'_q - 1)]$$

dove si sono indicati con:

- $A_p$  l'area della punta del palo  
 $c, \varphi$  la coesione e l'angolo di attrito interno del terreno sottostante la punta  
 $\eta$  coefficiente indicato da Vesic, dato da:  $(1 + 2 \cdot K_0)/3$   
 $q$  sforzo verticale efficace (pressione geostatica) agente alla profondità della punta

A favore di sicurezza tale formulazione trascura il termine  $N'_q$  e considera il peso proprio del palo.

In condizioni non drenate ( $c=c_u$  e  $\varphi=0$ ) il termine  $N'_q$  diventa pari a 1, mentre il termine  $N'_c$  viene assunto pari all'usuale valore (9) utilizzato per pali. In tali condizioni la portanza alla punta si semplifica in:

$$P_{pu} = A_p \cdot [9 \cdot c_u]$$

#### 7.2.4 Risultati delle verifiche

In "Allegato 2 – Risultati verifiche geotecniche opere di fondazione" si riportano i risultati delle verifiche geotecniche delle opere di fondazione [superficiali e profonde] sviluppate sulla base dei parametri e delle condizioni sopra esposte.

Come risulta dalle verifiche riportate le opere risultano verificate e correttamente dimensionate.



## 8. VERIFICA OPERE DI FONDAZIONE

### 8.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

### 8.2 SPECIFICHE TECNICHE

Denominazione del software: Sismicad 12.20

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.20

Identificatore licenza: SW-8672175

Intestatario della licenza: AIRES ING. MAURO - VIA G. VERDI, 40 - COLLEGNO (TO)

Versione regolarmente licenziata

### 8.3 SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da



cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;
- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidezze alla traslazione verticale e, a richiesta, anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali

di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

#### **8.4 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO**

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o secondo Eurocodice 2.

Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione.

I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione.

Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8.

I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro.

Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione.

A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.



---

## **ALLEGATO 01 – RISULTATI VERIFICHE STRUTTURALI OPERE DI FONDAZIONE**

## VERIFICHE PIASTRE C.A.

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

**Nodo:** indice del nodo di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

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

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

**A. sup.:** area barre armatura superiori. [cm<sup>2</sup>]

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

**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [cm<sup>2</sup>]

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

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [daN\*cm]

**N:** sforzo normale. [daN]

**Mu:** momento flettente ultimo. [daN\*cm]

**Nu:** sforzo normale ultimo. [daN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**σc:** tensione nel calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σlim:** tensione limite. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.

**σf:** tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm<sup>2</sup>]

**ID:** indice della verifica di capacità portante.

**Comb.:** combinazione.

**Fx:** componente lungo x del carico. [daN]

**Fy:** componente lungo y del carico. [daN]

**Fz:** componente verticale del carico. [daN]

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

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

**ix:** inclinazione del carico in x. [deg]

**iy:** inclinazione del carico in y. [deg]

**ex:** eccentricità del carico in x. [cm]

**ey:** eccentricità del carico in y. [cm]

**B':** larghezza efficace. [cm]

**L':** lunghezza efficace. [cm]

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

**C:** coesione di progetto. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Phi:** angolo di attrito di progetto. [deg]

**Qs:** sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm<sup>2</sup>]

**γR:** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

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

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

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

**N:**

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

**Nc:** fattore di capacità portante per il termine coesivo.

**Ng:** fattore di capacità portante per il termine attritivo.

**S:**

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

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

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

**D:**

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

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



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

*I:*

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

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

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

*B:*

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

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

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

*G:*

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

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

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

*P:*

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

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

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

*E:*

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

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

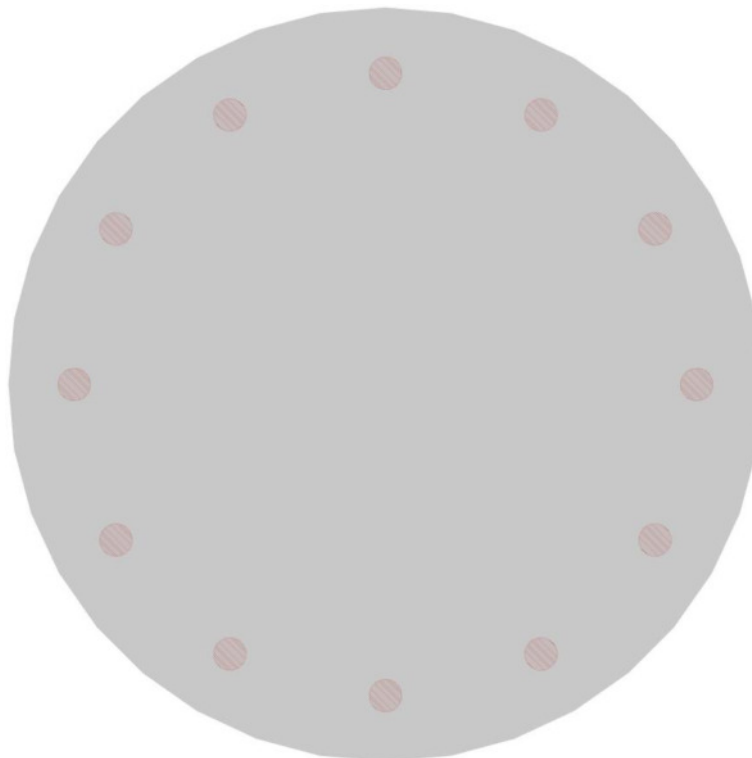
*Eg: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*



**TORRE DI ALTEZZA 135 MT – MODELLO T135-52 A**

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

Geometria



***Caratteristiche dei materiali***

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C35/45 Rck 450

Calcestruzzo: C45/55 Rck 550

***Sistema di riferimento e direzioni di armatura***

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-1150; -1150; -170), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.



## Verifiche nei nodi

### Verifiche SLU flessione nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1204	Y	100	240	70.69	7.5	70.69	7.5	SLU 4	28933661	0	62800990	0	2.1705	Si
1403	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLU 4	36996295	0	93308474	0	2.5221	Si
1358	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLU 4	36437543	0	93308474	0	2.5608	Si
1433	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLU 4	36400615	0	93308474	0	2.5634	Si
1390	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLU 4	36225685	0	93308474	0	2.5758	Si

### Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi

La struttura è stata dichiarata come non dissipativa pertanto la verifica a pressoflessione viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.1

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
1204	Y	100	240	70.69	7.5	70.69	7.5	SLD 15	20353716	0	60350414	0	2.9651	Si
1403	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLD 15	25004433	0	89992812	0	3.5991	Si
1358	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLD 13	24638047	0	89992812	0	3.6526	Si
1433	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLD 15	24614579	0	89992812	0	3.6561	Si
1390	Y	100	350	70.69	7.5	70.69	7.5	SLD 13	24483369	0	89992812	0	3.6757	Si

### Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	olim	Es/Ec	Verifica
1204	Y	100	240	70.69	7.5	70.69	7.5	SLE QP 1	19963028	0	-16.9	168.1	15	Si
1204	Y	100	240	70.69	7.5	70.69	7.5	SLE RA 1	19963028	0	-16.9	224.1	15	Si
1422	X	100	240	70.69	10.5	70.69	10.5	SLE QP 1	14482641	0	-12.4	168.1	15	Si
1158	X	100	240	70.69	10.5	70.69	10.5	SLE QP 1	14260892	0	-12.2	168.1	15	Si
1239	X	100	240	70.69	10.5	70.69	10.5	SLE QP 1	14251159	0	-12.2	168.1	15	Si

### Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	olim	Es/Ec	Verifica
1204	Y	100	240	70.69	7.5	70.69	7.5	SLE RA 1	19963028	0	237.2	3600	15	Si
1422	X	100	240	70.69	10.5	70.69	10.5	SLE RA 1	14482641	0	169.2	3600	15	Si
1158	X	100	240	70.69	10.5	70.69	10.5	SLE RA 1	14260892	0	166.6	3600	15	Si
1239	X	100	240	70.69	10.5	70.69	10.5	SLE RA 1	14251159	0	166.5	3600	15	Si
1178	Y	100	240	70.69	7.5	70.69	7.5	SLE RA 1	12618808	0	149.9	3600	15	Si

### Verifiche SLE fessurazione nei nodi

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

## VERIFICHE PALI TRIVELLATI

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

**Quota:** quota sezione. [cm]

**Filo:** numero del filo (se assegnato).

**Ind.:** indice del palo.

**Xp:** coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

**Yp:** coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

**As:** area complessiva delle armature verticali. [cm<sup>2</sup>]

**Cop.:** distanza baricentrica minima delle barre dal lembo esterno. [cm]

**N:** sforzo normale. [daN]

**|M|:** momento agente in valore assoluto. [daN\*cm]

**Mu:** momento ultimo. [daN\*cm]

**Dom.:** tipo di dominio utilizzato in questa sezione (P=plastico; SE=sostanzialmente elastico NTC18 §7.4.1).

**SnmFcd:** tensione normale media su Fcd (minore di 0.45, NTC18 §7.2.5).

**MultM:** fattore di sovraresistenza sul momento flettente (NTC18 §7.2.5).

**Comb.:** combinazione peggiore.

**C.S.:** coefficiente sicurezza minimo.

**Verifica:** stato di verifica.

**Mx:** momento Mx. [daN\*cm]

**My:** momento My. [daN\*cm]

**Sc,max:** tensione massima sul calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Sf,max:** tensione massima sull'acciaio. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fess:** sezione fessurata.

**Wka,mm:** apertura delle fessure ammissibile, in [mm].

**Wk,mm:** apertura delle fessure, in [mm].

**Sm,cm:** distanza media fra le fessure, in [cm].

**Tx:** taglio Tx. [daN]

**Ty:** taglio Ty. [daN]

**MultT:** fattore di sovraresistenza sul taglio.

**Vrd,4.1.23:** resistenza calcestruzzo non staffato. [daN]

**VRsd,4.1.27:** resistenza staffe. [daN]

**VRcd,4.1.28:** resistenza delle bielle compresse. [daN]

**Cotg:** cotagente delle bielle.

**γR laterale:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale.

**γR punta:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta.

**Pl,d:** portanza laterale di progetto. [daN]

**Pp,d:** portanza di punta di progetto. [daN]

**Def.vol:** deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic).

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

**N:** sforzo normale in testa. [daN]



*Ed*: azione totale di progetto. [daN]

*Rd*: resistenza totale di progetto. [daN]

*C.S.*: coefficiente di sicurezza.

**TORRE DI ALTEZZA 135 MT – MODELLO T135-52 A**

***Verifiche Gruppo pali di sottofondazione – n° 12 pali "Trivellato D100"***

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Geometria



***Pali coinvolti***

Palo a coordinate x,y: (-950, 0);(-822.7, -475);(-475, -822.7);(0, -950);(475, -822.7);(822.7, -475);(950, 0);(822.7, 475);(475, 822.7);(0, 950);(-475, 822.7);(-822.7, 475);

***Caratteristiche geometriche***

Diametro 100  
Lunghezza 2000

***Caratteristiche dei materiali***

Calcestruzzo C25/30 Rck 300  
Acciaio B450C fyk,m: 4500













**Verifiche delle tensioni nella famiglia Rara**

Tensione limite del calcestruzzo: 149.4

Tensione limite dell'acciaio: 3600

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato:  $E_s / E_c = 6.55$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-180	-	-	474.99	822.71	-403369	154198	-59258	SLE RA 1	-11.7	-403369	154198	-59258	SLE RA 1	-24.1	Si
-180	-	-	822.71	474.99	-260708	362537	-64486	SLE RA 1	-12.5	-260708	362537	-64486	SLE RA 1	-27.6	Si
-180	-	-	949.98	0	-11942	450743	-66422	SLE RA 1	-12.8	-11942	450743	-66422	SLE RA 1	-28.9	Si
-180	-	-	0	-949.98	400177	-53772	-52228	SLE RA 1	-10.6	400177	-53772	-52228	SLE RA 1	-19.9	Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	301556	-226644	-45134	SLE RA 1	-9.4	301556	-226644	-45134	SLE RA 1	-15.6	Si
-180	-	-	474.99	-822.71	391230	173468	-59329	SLE RA 1	-11.7	391230	173468	-59329	SLE RA 1	-24.4	Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-291130	-246611	-45060	SLE RA 1	-9.5	-291130	-246611	-45060	SLE RA 1	-15.3	Si
-180	-	-	822.71	-474.99	240529	373731	-64534	SLE RA 1	-12.5	240529	373731	-64534	SLE RA 1	-27.7	Si
-180	-	-	0	949.98	-400852	-76332	-52157	SLE RA 1	-10.6	-400852	-76332	-52157	SLE RA 1	-19.6	Si
-180	-	-	-949.98	0	10810	-350848	-37949	SLE RA 1	-8.3	10810	-350848	-37949	SLE RA 1	-11.2	Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-140455	-331656	-39847	SLE RA 1	-8.6	-140455	-331656	-39847	SLE RA 1	-12.3	Si
-180	-	-	-822.71	-474.99	158904	-320254	-39896	SLE RA 1	-8.6	158904	-320254	-39896	SLE RA 1	-12.4	Si
-366	-	-	-949.98	0	111	-190962	-33364	SLE RA 1	-6.1	111	-190962	-33364	SLE RA 1	-16.5	Si
-366	-	-	822.71	474.99	-112507	129962	-56786	SLE RA 1	-8.8	-112507	129962	-56786	SLE RA 1	-36.9	Si
-366	-	-	822.71	-474.99	111632	130253	-56828	SLE RA 1	-8.8	111632	130253	-56828	SLE RA 1	-36.9	Si
-366	-	-	0	-949.98	178731	-63256	-45967	SLE RA 1	-7.7	178731	-63256	-45967	SLE RA 1	-27	Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	66755	-179723	-35082	SLE RA 1	-6.3	66755	-179723	-35082	SLE RA 1	-17.9	Si
-366	-	-	-474.99	-822.71	132201	-139771	-39706	SLE RA 1	-6.9	132201	-139771	-39706	SLE RA 1	-21.7	Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-66690	-180110	-35039	SLE RA 1	-6.3	-66690	-180110	-35039	SLE RA 1	-17.9	Si
-366	-	-	474.99	-822.71	177216	38936	-52235	SLE RA 1	-8.4	177216	38936	-52235	SLE RA 1	-32.6	Si
-366	-	-	474.99	822.71	-177953	38488	-52171	SLE RA 1	-8.4	-177953	38488	-52171	SLE RA 1	-32.5	Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-132270	-140542	-39640	SLE RA 1	-6.9	-132270	-140542	-39640	SLE RA 1	-21.6	Si
-366	-	-	949.98	0	-641	167078	-58494	SLE RA 1	-9	-641	167078	-58494	SLE RA 1	-38.5	Si
-366	-	-	0	949.98	-179053	-63918	-45904	SLE RA 1	-7.7	-179053	-63918	-45904	SLE RA 1	-26.9	Si
-553	-	-	0	949.98	-39766	-45601	-39877	SLE RA 1	-5.6	-39766	-45601	-39877	SLE RA 1	-29.3	Si
-553	-	-	474.99	822.71	-37180	-23454	-45340	SLE RA 1	-6.1	-37180	-23454	-45340	SLE RA 1	-34.7	Si
-553	-	-	822.71	474.99	-20831	-4810	-49363	SLE RA 1	-6.4	-20831	-4810	-49363	SLE RA 1	-39.3	Si
-553	-	-	474.99	-822.71	41950	-31948	-45395	SLE RA 1	-6.2	41950	-31948	-45395	SLE RA 1	-34.3	Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-31722	-63212	-34417	SLE RA 1	-5	-31722	-63212	-34417	SLE RA 1	-24.2	Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	26730	-71620	-34474	SLE RA 1	-5.1	26730	-71620	-34474	SLE RA 1	-24	Si
-553	-	-	949.98	0	4800	1028	-50852	SLE RA 1	-6.4	4800	1028	-50852	SLE RA 1	-41.5	Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	10377	-78533	-30443	SLE RA 1	-4.6	10377	-78533	-30443	SLE RA 1	-20.5	Si
-553	-	-	-949.98	0	-4943	-78473	-28945	SLE RA 1	-4.4	-4943	-78473	-28945	SLE RA 1	-19.3	Si
-553	-	-	822.71	-474.99	29207	-9705	-49400	SLE RA 1	-6.5	29207	-9705	-49400	SLE RA 1	-38.8	Si
-553	-	-	0	-949.98	39673	-55369	-39932	SLE RA 1	-5.7	39673	-55369	-39932	SLE RA 1	-28.9	Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18973	-73664	-30406	SLE RA 1	-4.6	-18973	-73664	-30406	SLE RA 1	-20.6	Si
-739	-	-	0	949.98	31492	-28282	-43535	SLE RA 1	-5.9	31492	-28282	-43535	SLE RA 1	-33.4	Si
-739	-	-	474.99	822.71	34246	-47045	-48999	SLE RA 1	-6.7	34246	-47045	-48999	SLE RA 1	-36.9	Si
-739	-	-	822.71	474.99	25018	-65236	-53021	SLE RA 1	-7.3	25018	-65236	-53021	SLE RA 1	-39.6	Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-27907	-57938	-49054	SLE RA 1	-6.8	-27907	-57938	-49054	SLE RA 1	-36.6	Si
-739	-	-	-474.99	822.71	20311	-15553	-38075	SLE RA 1	-5	20311	-15553	-38075	SLE RA 1	-29.8	Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-26562	-26486	-38132	SLE RA 1	-5.2	-26562	-26486	-38132	SLE RA 1	-29.2	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-739	-	-	949.98	0	6333	-74791	-54511	SLE RA 1	-7.6	6333	-74791	-54511	SLE RA 1	-40.5	Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-17339	-16993	-34102	SLE RA 1	-4.5	-17339	-16993	-34102	SLE RA 1	-26.6	Si
-739	-	-	-949.98	0	-6272	-11799	-32604	SLE RA 1	-4.2	-6272	-11799	-32604	SLE RA 1	-26	Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-14077	-71529	-53058	SLE RA 1	-7.4	-14077	-71529	-53058	SLE RA 1	-39.4	Si
-739	-	-	0	-949.98	-31462	-40877	-43590	SLE RA 1	-6	-31462	-40877	-43590	SLE RA 1	-32.9	Si
-739	-	-	-822.71	474.99	6492	-10688	-34064	SLE RA 1	-4.4	6492	-10688	-34064	SLE RA 1	-27.3	Si
-925	-	-	949.98	0	5821	-95189	-47118	SLE RA 1	-6.9	5821	-95189	-47118	SLE RA 1	-33.3	Si
-925	-	-	0	-949.98	-58020	-26401	-37753	SLE RA 1	-5.4	-58020	-26401	-37753	SLE RA 1	-27.4	Si
-925	-	-	0	949.98	58100	-14926	-37706	SLE RA 1	-5.3	58100	-14926	-37706	SLE RA 1	-27.6	Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-45885	-731	-33072	SLE RA 1	-4.6	-45885	-731	-33072	SLE RA 1	-24.6	Si
-925	-	-	822.71	-474.99	-31209	-86140	-45873	SLE RA 1	-6.7	-31209	-86140	-45873	SLE RA 1	-32.5	Si
-925	-	-	-822.71	-474.99	-26713	14459	-29616	SLE RA 1	-4	-26713	14459	-29616	SLE RA 1	-22.6	Si
-925	-	-	474.99	822.71	60403	-48834	-42391	SLE RA 1	-6.1	60403	-48834	-42391	SLE RA 1	-30.4	Si
-925	-	-	474.99	-822.71	-54560	-58738	-42439	SLE RA 1	-6.1	-54560	-58738	-42439	SLE RA 1	-30.3	Si
-925	-	-	-822.71	474.99	16914	20213	-29584	SLE RA 1	-4	16914	20213	-29584	SLE RA 1	-22.8	Si
-925	-	-	-474.99	822.71	40256	9263	-33023	SLE RA 1	-4.6	40256	9263	-33023	SLE RA 1	-24.8	Si
-925	-	-	822.71	474.99	41227	-80414	-45841	SLE RA 1	-6.6	41227	-80414	-45841	SLE RA 1	-32.5	Si
-925	-	-	-949.98	0	-5678	21009	-28331	SLE RA 1	-3.8	-5678	21009	-28331	SLE RA 1	-22	Si
-1205	-	-	474.99	822.71	53483	-33727	-27897	SLE RA 1	-4.1	53483	-33727	-27897	SLE RA 1	-19.3	Si
-1205	-	-	-822.71	474.99	16498	28779	-19171	SLE RA 1	-2.7	16498	28779	-19171	SLE RA 1	-13.9	Si
-1205	-	-	-474.99	822.71	36878	18424	-21515	SLE RA 1	-3.1	36878	18424	-21515	SLE RA 1	-15.3	Si
-1205	-	-	-822.71	-474.99	-22575	25179	-19193	SLE RA 1	-2.7	-22575	25179	-19193	SLE RA 1	-13.8	Si
-1205	-	-	822.71	-474.99	-29410	-65122	-30269	SLE RA 1	-4.5	-29410	-65122	-30269	SLE RA 1	-20.8	Si
-1205	-	-	0	949.98	52155	-3478	-24705	SLE RA 1	-3.6	52155	-3478	-24705	SLE RA 1	-17.3	Si
-1205	-	-	949.98	0	3664	-74051	-31118	SLE RA 1	-4.6	3664	-74051	-31118	SLE RA 1	-21.3	Si
-1205	-	-	-474.99	-822.71	-40359	12163	-21548	SLE RA 1	-3.1	-40359	12163	-21548	SLE RA 1	-15.3	Si
-1205	-	-	-949.98	0	-3528	30251	-18318	SLE RA 1	-2.6	-3528	30251	-18318	SLE RA 1	-13.3	Si
-1205	-	-	822.71	474.99	35695	-61548	-30248	SLE RA 1	-4.5	35695	-61548	-30248	SLE RA 1	-20.8	Si
-1205	-	-	474.99	-822.71	-49796	-39903	-27929	SLE RA 1	-4.1	-49796	-39903	-27929	SLE RA 1	-19.3	Si
-1205	-	-	0	-949.98	-52077	-10647	-24737	SLE RA 1	-3.6	-52077	-10647	-24737	SLE RA 1	-17.3	Si
-1391	-	-	-474.99	822.71	26021	15272	-16842	SLE RA 1	-2.4	26021	15272	-16842	SLE RA 1	-12.1	Si
-1391	-	-	-949.98	0	-2106	23862	-14368	SLE RA 1	-2	-2106	23862	-14368	SLE RA 1	-10.4	Si
-1391	-	-	0	949.98	36556	-122	-19311	SLE RA 1	-2.8	36556	-122	-19311	SLE RA 1	-13.8	Si
-1391	-	-	822.71	474.99	24713	-40657	-23600	SLE RA 1	-3.4	24713	-40657	-23600	SLE RA 1	-16.7	Si
-1391	-	-	-822.71	474.99	11870	22653	-15028	SLE RA 1	-2.1	11870	22653	-15028	SLE RA 1	-10.9	Si
-1391	-	-	949.98	0	2204	-49243	-24273	SLE RA 1	-3.5	2204	-49243	-24273	SLE RA 1	-17.1	Si
-1391	-	-	474.99	-822.71	-35094	-24976	-21806	SLE RA 1	-3.2	-35094	-24976	-21806	SLE RA 1	-15.5	Si
-1391	-	-	0	-949.98	-36499	-4416	-19335	SLE RA 1	-2.8	-36499	-4416	-19335	SLE RA 1	-13.8	Si
-1391	-	-	474.99	822.71	37314	-21280	-21781	SLE RA 1	-3.2	37314	-21280	-21781	SLE RA 1	-15.4	Si
-1391	-	-	-474.99	-822.71	-28094	11516	-16868	SLE RA 1	-2.4	-28094	11516	-16868	SLE RA 1	-12.1	Si
-1391	-	-	-822.71	-474.99	-15495	20495	-15045	SLE RA 1	-2.1	-15495	20495	-15045	SLE RA 1	-10.9	Si
-1391	-	-	822.71	-474.99	-20939	-42796	-23616	SLE RA 1	-3.4	-20939	-42796	-23616	SLE RA 1	-16.7	Si
-1577	-	-	474.99	822.71	20157	-10629	-15770	SLE RA 1	-2.2	20157	-10629	-15770	SLE RA 1	-11.7	Si
-1577	-	-	-822.71	474.99	6551	13229	-10960	SLE RA 1	-1.5	6551	13229	-10960	SLE RA 1	-8.2	Si
-1577	-	-	-949.98	0	-1001	13952	-10489	SLE RA 1	-1.5	-1001	13952	-10489	SLE RA 1	-7.8	Si
-1577	-	-	0	949.98	19813	821	-14011	SLE RA 1	-2	19813	821	-14011	SLE RA 1	-10.4	Si
-1577	-	-	-474.99	822.71	14169	9182	-12252	SLE RA 1	-1.7	14169	9182	-12252	SLE RA 1	-9.1	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Mx	My	N	Comb.	Sf,max	Verifica
-1577	-	-	-474.99	-822.71	-15152	7388	-12270	SLE RA 1	-1.7	-15152	7388	-12270	SLE RA 1	-9.1	Si
-1577	-	-	474.99	-822.71	-19093	-12389	-15788	SLE RA 1	-2.2	-19093	-12389	-15788	SLE RA 1	-11.7	Si
-1577	-	-	949.98	0	1055	-25669	-17546	SLE RA 1	-2.5	1055	-25669	-17546	SLE RA 1	-13	Si
-1577	-	-	822.71	-474.99	-11473	-22103	-17078	SLE RA 1	-2.4	-11473	-22103	-17078	SLE RA 1	-12.6	Si
-1577	-	-	822.71	474.99	13276	-21084	-17066	SLE RA 1	-2.4	13276	-21084	-17066	SLE RA 1	-12.6	Si
-1577	-	-	0	-949.98	-19781	-1226	-14028	SLE RA 1	-2	-19781	-1226	-14028	SLE RA 1	-10.4	Si
-1577	-	-	-822.71	-474.99	-8272	12199	-10972	SLE RA 1	-1.5	-8272	12199	-10972	SLE RA 1	-8.2	Si
-1764	-	-	0	949.98	6609	498	-8780	SLE RA 1	-1.2	6609	498	-8780	SLE RA 1	-6.8	Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-6387	-3844	-9849	SLE RA 1	-1.3	-6387	-3844	-9849	SLE RA 1	-7.7	Si
-1764	-	-	822.71	474.99	4399	-6793	-10617	SLE RA 1	-1.4	4399	-6793	-10617	SLE RA 1	-8.3	Si
-1764	-	-	-474.99	822.71	4743	3291	-7723	SLE RA 1	-1	4743	3291	-7723	SLE RA 1	-6	Si
-1764	-	-	0	-949.98	-6598	-115	-8791	SLE RA 1	-1.2	-6598	-115	-8791	SLE RA 1	-6.8	Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-2728	4344	-6954	SLE RA 1	-0.9	-2728	4344	-6954	SLE RA 1	-5.4	Si
-1764	-	-	-949.98	0	-299	4911	-6664	SLE RA 1	-0.9	-299	4911	-6664	SLE RA 1	-5.2	Si
-1764	-	-	949.98	0	317	-8306	-10905	SLE RA 1	-1.5	317	-8306	-10905	SLE RA 1	-8.5	Si
-1764	-	-	-822.71	474.99	2215	4652	-6947	SLE RA 1	-0.9	2215	4652	-6947	SLE RA 1	-5.4	Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3859	-7098	-10624	SLE RA 1	-1.4	-3859	-7098	-10624	SLE RA 1	-8.3	Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-5036	2753	-7734	SLE RA 1	-1	-5036	2753	-7734	SLE RA 1	-6	Si
-1764	-	-	474.99	822.71	6707	-3318	-9838	SLE RA 1	-1.3	6707	-3318	-9838	SLE RA 1	-7.7	Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-2973	SLE RA 1	-0.4	0	0	-2973	SLE RA 1	-2.4	Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-2874	SLE RA 1	-0.4	0	0	-2874	SLE RA 1	-2.4	Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-3239	SLE RA 1	-0.4	0	0	-3239	SLE RA 1	-2.7	Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-4224	SLE RA 1	-0.5	0	0	-4224	SLE RA 1	-3.5	Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-4320	SLE RA 1	-0.5	0	0	-4320	SLE RA 1	-3.6	Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-3960	SLE RA 1	-0.5	0	0	-3960	SLE RA 1	-3.3	Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-3235	SLE RA 1	-0.4	0	0	-3235	SLE RA 1	-2.7	Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-3599	SLE RA 1	-0.5	0	0	-3599	SLE RA 1	-3	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-2970	SLE RA 1	-0.4	0	0	-2970	SLE RA 1	-2.4	Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-3596	SLE RA 1	-0.5	0	0	-3596	SLE RA 1	-3	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-4222	SLE RA 1	-0.5	0	0	-4222	SLE RA 1	-3.5	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-3956	SLE RA 1	-0.5	0	0	-3956	SLE RA 1	-3.3	Si

### Verifiche delle tensioni nella famiglia Quasi permanenti

Tensione limite del calcestruzzo: 112.1

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato:  $E_s * (1 + \phi) / E_c = 6.55$

Coefficiente di viscosità:  $\phi = 0$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Verifica
-180	-	-	474.99	822.71	-403369	154198	-59258	SLE QP 1	-11.7	Si
-180	-	-	822.71	474.99	-260708	362537	-64486	SLE QP 1	-12.5	Si
-180	-	-	949.98	0	-11942	450743	-66422	SLE QP 1	-12.8	Si
-180	-	-	0	-949.98	400177	-53772	-52228	SLE QP 1	-10.6	Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	301556	-226644	-45134	SLE QP 1	-9.4	Si
-180	-	-	474.99	-822.71	391230	173468	-59329	SLE QP 1	-11.7	Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-291130	-246611	-45060	SLE QP 1	-9.5	Si
-180	-	-	822.71	-474.99	240529	373731	-64534	SLE QP 1	-12.5	Si
-180	-	-	0	949.98	-400852	-76332	-52157	SLE QP 1	-10.6	Si
-180	-	-	-949.98	0	10810	-350848	-37949	SLE QP 1	-8.3	Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-140455	-331656	-39847	SLE QP 1	-8.6	Si
-180	-	-	-822.71	-474.99	158904	-320254	-39896	SLE QP 1	-8.6	Si
-366	-	-	-949.98	0	111	-190962	-33364	SLE QP 1	-6.1	Si
-366	-	-	822.71	474.99	-112507	129962	-56786	SLE QP 1	-8.8	Si
-366	-	-	822.71	-474.99	111632	130253	-56828	SLE QP 1	-8.8	Si
-366	-	-	0	-949.98	178731	-63256	-45967	SLE QP 1	-7.7	Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	66755	-179723	-35082	SLE QP 1	-6.3	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Verifica
-366	-	-	-474.99	-822.71	132201	-139771	-39706	SLE QP 1	-6.9	Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-66690	-180110	-35039	SLE QP 1	-6.3	Si
-366	-	-	474.99	-822.71	177216	38936	-52235	SLE QP 1	-8.4	Si
-366	-	-	474.99	822.71	-177953	38488	-52171	SLE QP 1	-8.4	Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-132270	-140542	-39640	SLE QP 1	-6.9	Si
-366	-	-	949.98	0	-641	167078	-58494	SLE QP 1	-9	Si
-366	-	-	0	949.98	-179053	-63918	-45904	SLE QP 1	-7.7	Si
-553	-	-	0	949.98	-39766	-45601	-39877	SLE QP 1	-5.6	Si
-553	-	-	474.99	822.71	-37180	-23454	-45340	SLE QP 1	-6.1	Si
-553	-	-	822.71	474.99	-20831	-4810	-49363	SLE QP 1	-6.4	Si
-553	-	-	474.99	-822.71	41950	-31948	-45395	SLE QP 1	-6.2	Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-31722	-63212	-34417	SLE QP 1	-5	Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	26730	-71620	-34474	SLE QP 1	-5.1	Si
-553	-	-	949.98	0	4800	1028	-50852	SLE QP 1	-6.4	Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	10377	-78533	-30443	SLE QP 1	-4.6	Si
-553	-	-	-949.98	0	-4943	-78473	-28945	SLE QP 1	-4.4	Si
-553	-	-	822.71	-474.99	29207	-9705	-49400	SLE QP 1	-6.5	Si
-553	-	-	0	-949.98	39673	-55369	-39932	SLE QP 1	-5.7	Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18973	-73664	-30406	SLE QP 1	-4.6	Si
-739	-	-	0	949.98	31492	-28282	-43535	SLE QP 1	-5.9	Si
-739	-	-	474.99	822.71	34246	-47045	-48999	SLE QP 1	-6.7	Si
-739	-	-	822.71	474.99	25018	-65236	-53021	SLE QP 1	-7.3	Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-27907	-57938	-49054	SLE QP 1	-6.8	Si
-739	-	-	-474.99	822.71	20311	-15553	-38075	SLE QP 1	-5	Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-26562	-26486	-38132	SLE QP 1	-5.2	Si
-739	-	-	949.98	0	6333	-74791	-54511	SLE QP 1	-7.6	Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-17339	-16993	-34102	SLE QP 1	-4.5	Si
-739	-	-	-949.98	0	-6272	-11799	-32604	SLE QP 1	-4.2	Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-14077	-71529	-53058	SLE QP 1	-7.4	Si
-739	-	-	0	-949.98	-31462	-40877	-43590	SLE QP 1	-6	Si
-739	-	-	-822.71	474.99	6492	-10688	-34064	SLE QP 1	-4.4	Si
-925	-	-	949.98	0	5821	-95189	-47118	SLE QP 1	-6.9	Si
-925	-	-	0	-949.98	-58020	-26401	-37753	SLE QP 1	-5.4	Si
-925	-	-	0	949.98	58100	-14926	-37706	SLE QP 1	-5.3	Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-45885	-731	-33072	SLE QP 1	-4.6	Si
-925	-	-	822.71	-474.99	-31209	-86140	-45873	SLE QP 1	-6.7	Si
-925	-	-	-822.71	-474.99	-26713	14459	-29616	SLE QP 1	-4	Si
-925	-	-	474.99	822.71	60403	-48834	-42391	SLE QP 1	-6.1	Si
-925	-	-	474.99	-822.71	-54560	-58738	-42439	SLE QP 1	-6.1	Si
-925	-	-	-822.71	474.99	16914	20213	-29584	SLE QP 1	-4	Si
-925	-	-	-474.99	822.71	40256	9263	-33023	SLE QP 1	-4.6	Si
-925	-	-	822.71	474.99	41227	-80414	-45841	SLE QP 1	-6.6	Si
-925	-	-	-949.98	0	-5678	21009	-28331	SLE QP 1	-3.8	Si
-1205	-	-	474.99	822.71	53483	-33727	-27897	SLE QP 1	-4.1	Si
-1205	-	-	-822.71	474.99	16498	28779	-19171	SLE QP 1	-2.7	Si
-1205	-	-	-474.99	822.71	36878	18424	-21515	SLE QP 1	-3.1	Si
-1205	-	-	-822.71	-474.99	-22575	25179	-19193	SLE QP 1	-2.7	Si
-1205	-	-	822.71	-474.99	-29410	-65122	-30269	SLE QP 1	-4.5	Si
-1205	-	-	0	949.98	52155	-3478	-24705	SLE QP 1	-3.6	Si
-1205	-	-	949.98	0	3664	-74051	-31118	SLE QP 1	-4.6	Si
-1205	-	-	-474.99	-822.71	-40359	12163	-21548	SLE QP 1	-3.1	Si
-1205	-	-	-949.98	0	-3528	30251	-18318	SLE QP 1	-2.6	Si
-1205	-	-	822.71	474.99	35695	-61548	-30248	SLE QP 1	-4.5	Si
-1205	-	-	474.99	-822.71	-49796	-39903	-27929	SLE QP 1	-4.1	Si
-1205	-	-	0	-949.98	-52077	-10647	-24737	SLE QP 1	-3.6	Si
-1391	-	-	-474.99	822.71	26021	15272	-16842	SLE QP 1	-2.4	Si
-1391	-	-	-949.98	0	-2106	23862	-14368	SLE QP 1	-2	Si
-1391	-	-	0	949.98	36556	-122	-19311	SLE QP 1	-2.8	Si
-1391	-	-	822.71	474.99	24713	-40657	-23600	SLE QP 1	-3.4	Si
-1391	-	-	-822.71	474.99	11870	22653	-15028	SLE QP 1	-2.1	Si
-1391	-	-	949.98	0	2204	-49243	-24273	SLE QP 1	-3.5	Si
-1391	-	-	474.99	-822.71	-35094	-24976	-21806	SLE QP 1	-3.2	Si
-1391	-	-	0	-949.98	-36499	-4416	-19335	SLE QP 1	-2.8	Si
-1391	-	-	474.99	822.71	37314	-21280	-21781	SLE QP 1	-3.2	Si
-1391	-	-	-474.99	-822.71	-28094	11516	-16868	SLE QP 1	-2.4	Si
-1391	-	-	-822.71	-474.99	-15495	20495	-15045	SLE QP 1	-2.1	Si
-1391	-	-	822.71	-474.99	-20939	-42796	-23616	SLE QP 1	-3.4	Si
-1577	-	-	474.99	822.71	20157	-10629	-15770	SLE QP 1	-2.2	Si
-1577	-	-	-822.71	474.99	6551	13229	-10960	SLE QP 1	-1.5	Si
-1577	-	-	-949.98	0	-1001	13952	-10489	SLE QP 1	-1.5	Si
-1577	-	-	0	949.98	19813	821	-14011	SLE QP 1	-2	Si
-1577	-	-	-474.99	822.71	14169	9182	-12252	SLE QP 1	-1.7	Si
-1577	-	-	-474.99	-822.71	-15152	7388	-12270	SLE QP 1	-1.7	Si
-1577	-	-	474.99	-822.71	-19093	-12389	-15788	SLE QP 1	-2.2	Si
-1577	-	-	949.98	0	1055	-25669	-17546	SLE QP 1	-2.5	Si
-1577	-	-	822.71	-474.99	-11473	-22103	-17078	SLE QP 1	-2.4	Si
-1577	-	-	822.71	474.99	13276	-21084	-17066	SLE QP 1	-2.4	Si
-1577	-	-	0	-949.98	-19781	-1226	-14028	SLE QP 1	-2	Si
-1577	-	-	-822.71	-474.99	-8272	12199	-10972	SLE QP 1	-1.5	Si
-1764	-	-	0	949.98	6609	498	-8780	SLE QP 1	-1.2	Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-6387	-3844	-9849	SLE QP 1	-1.3	Si
-1764	-	-	822.71	474.99	4399	-6793	-10617	SLE QP 1	-1.4	Si
-1764	-	-	-474.99	822.71	4743	3291	-7723	SLE QP 1	-1	Si
-1764	-	-	0	-949.98	-6598	-115	-8791	SLE QP 1	-1.2	Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-2728	4344	-6954	SLE QP 1	-0.9	Si
-1764	-	-	-949.98	0	-299	4911	-6664	SLE QP 1	-0.9	Si
-1764	-	-	949.98	0	317	-8306	-10905	SLE QP 1	-1.5	Si
-1764	-	-	-822.71	474.99	2215	4652	-6947	SLE QP 1	-0.9	Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3859	-7098	-10624	SLE QP 1	-1.4	Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-5036	2753	-7734	SLE QP 1	-1	Si
-1764	-	-	474.99	822.71	6707	-3318	-9838	SLE QP 1	-1.3	Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-2973	SLE QP 1	-0.4	Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Sc,max	Verifica
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-2874	SLE QP 1	-0.4	Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-3239	SLE QP 1	-0.4	Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-4224	SLE QP 1	-0.5	Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-4320	SLE QP 1	-0.5	Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-3960	SLE QP 1	-0.5	Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-3235	SLE QP 1	-0.4	Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-3599	SLE QP 1	-0.5	Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-2970	SLE QP 1	-0.4	Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-3596	SLE QP 1	-0.5	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-4222	SLE QP 1	-0.5	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-3956	SLE QP 1	-0.5	Si

### Verifiche delle fessure nella famiglia Esercizio frequente

Valore limite di controllo: 0.4 mm

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato:  $E_s / E_c = 6.55$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-180	-	-	474.99	822.71	-403369	154198	-59258	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	822.71	474.99	-260708	362537	-64486	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	949.98	0	-11942	450743	-66422	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	0	-949.98	400177	-53772	-52228	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	301556	-226644	-45134	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	474.99	-822.71	391230	173468	-59329	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-291130	-246611	-45060	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	822.71	-474.99	240529	373731	-64534	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	0	949.98	-400852	-76332	-52157	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-949.98	0	10810	-350848	-37949	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-140455	-331656	-39847	SLE FR 1	No				Si
-180	-	-	-822.71	-474.99	158904	-320254	-39896	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-949.98	0	111	-190962	-33364	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	822.71	474.99	-112507	129962	-56786	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	822.71	-474.99	111632	130253	-56828	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	0	-949.98	178731	-63256	-45967	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	66755	-179723	-35082	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-474.99	-822.71	132201	-139771	-39706	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-66690	-180110	-35039	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	474.99	-822.71	177216	38936	-52235	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	474.99	822.71	-177953	38488	-52171	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-132270	-140542	-39640	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	949.98	0	-641	167078	-58494	SLE FR 1	No				Si
-366	-	-	0	949.98	-179053	-63918	-45904	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	0	949.98	-39766	-45601	-39877	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	474.99	822.71	-37180	-23454	-45340	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	822.71	474.99	-20831	-4810	-49363	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	474.99	-822.71	41950	-31948	-45395	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-31722	-63212	-34417	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	26730	-71620	-34474	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	949.98	0	4800	1028	-50852	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	10377	-78533	-30443	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	-949.98	0	-4943	-78473	-28945	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	822.71	-474.99	29207	-9705	-49400	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	0	-949.98	39673	-55369	-39932	SLE FR 1	No				Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18973	-73664	-30406	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	0	949.98	31492	-28282	-43535	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	474.99	822.71	34246	-47045	-48999	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	822.71	474.99	25018	-65236	-53021	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-27907	-57938	-49054	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	-474.99	822.71	20311	-15553	-38075	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-26562	-26486	-38132	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	949.98	0	6333	-74791	-54511	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-17339	-16993	-34102	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	-949.98	0	-6272	-11799	-32604	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-14077	-71529	-53058	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	0	-949.98	-31462	-40877	-43590	SLE FR 1	No				Si
-739	-	-	-822.71	474.99	6492	-10688	-34064	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	949.98	0	5821	-95189	-47118	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	0	-949.98	-58020	-26401	-37753	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	0	949.98	58100	-14926	-37706	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-45885	-731	-33072	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	822.71	-474.99	-31209	-86140	-45873	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	-822.71	-474.99	-26713	14459	-29616	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	474.99	822.71	60403	-48834	-42391	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	474.99	-822.71	-54560	-58738	-42439	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	-822.71	474.99	16914	20213	-29584	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	-474.99	822.71	40256	9263	-33023	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	822.71	474.99	41227	-80414	-45841	SLE FR 1	No				Si
-925	-	-	-949.98	0	-5678	21009	-28331	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	474.99	822.71	53483	-33727	-27897	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	-822.71	474.99	16498	28779	-19171	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	-474.99	822.71	36878	18424	-21515	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	-822.71	-474.99	-22575	25179	-19193	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	822.71	-474.99	-29410	-65122	-30269	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	0	949.98	52155	-3478	-24705	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	949.98	0	3664	-74051	-31118	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	-474.99	-822.71	-40359	12163	-21548	SLE FR 1	No				Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-1205	-	-	-949.98	0	-3528	30251	-18318	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	822.71	474.99	35695	-61548	-30248	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	474.99	-822.71	-49796	-39903	-27929	SLE FR 1	No				Si
-1205	-	-	0	-949.98	-52077	-10647	-24737	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	-474.99	822.71	26021	15272	-16842	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	-949.98	0	-2106	23862	-14368	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	0	949.98	36556	-122	-19311	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	822.71	474.99	24713	-40657	-23600	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	-822.71	474.99	11870	22653	-15028	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	949.98	0	2204	-49243	-24273	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	474.99	-822.71	-35094	-24976	-21806	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	0	-949.98	-36499	-4416	-19335	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	474.99	822.71	37314	-21280	-21781	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	-474.99	-822.71	-28094	11516	-16868	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	-822.71	-474.99	-15495	20495	-15045	SLE FR 1	No				Si
-1391	-	-	822.71	-474.99	-20939	-42796	-23616	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	474.99	822.71	20157	-10629	-15770	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	-822.71	474.99	6551	13229	-10960	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	-949.98	0	-1001	13952	-10489	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	0	949.98	19813	821	-14011	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	-474.99	822.71	14169	9182	-12252	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	-474.99	-822.71	-15152	7388	-12270	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	474.99	-822.71	-19093	-12389	-15788	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	949.98	0	1055	-25669	-17546	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	822.71	-474.99	-11473	-22103	-17078	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	822.71	474.99	13276	-21084	-17066	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	0	-949.98	-19781	-1226	-14028	SLE FR 1	No				Si
-1577	-	-	-822.71	-474.99	-8272	12199	-10972	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	0	949.98	6609	498	-8780	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-6387	-3844	-9849	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	822.71	474.99	4399	-6793	-10617	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-474.99	822.71	4743	3291	-7723	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	0	-949.98	-6598	-115	-8791	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-2728	4344	-6954	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-949.98	0	-299	4911	-6664	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	949.98	0	317	-8306	-10905	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-822.71	474.99	2215	4652	-6947	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3859	-7098	-10624	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-5036	2753	-7734	SLE FR 1	No				Si
-1764	-	-	474.99	822.71	6707	-3318	-9838	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-2973	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-2874	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-3239	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-4224	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-4320	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-3960	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-3235	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-3599	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-2970	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-3596	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-4222	SLE FR 1	No				Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-3956	SLE FR 1	No				Si

### Verifiche delle fessure nella famiglia Esercizio quasi permanente

Valore limite di controllo: 0.3 mm

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato:  $E_s * (1 + \phi) / E_c = 6.55$

Coefficiente di viscosità:  $\phi = 0$

Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-180	-	-	474.99	822.71	-403369	154198	-59258	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	822.71	474.99	-260708	362537	-64486	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	949.98	0	-11942	450743	-66422	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	0	-949.98	400177	-53772	-52228	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	-822.71	301556	-226644	-45134	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	474.99	-822.71	391230	173468	-59329	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-474.99	822.71	-291130	-246611	-45060	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	822.71	-474.99	240529	373731	-64534	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	0	949.98	-400852	-76332	-52157	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-949.98	0	10810	-350848	-37949	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-822.71	474.99	-140455	-331656	-39847	SLE QP 1	No				Si
-180	-	-	-822.71	-474.99	158904	-320254	-39896	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-949.98	0	111	-190962	-33364	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	822.71	474.99	-112507	129962	-56786	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	822.71	-474.99	111632	130253	-56828	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	0	-949.98	178731	-63256	-45967	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	-474.99	66755	-179723	-35082	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-474.99	-822.71	132201	-139771	-39706	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-822.71	474.99	-66690	-180110	-35039	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	474.99	-822.71	177216	38936	-52235	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	474.99	822.71	-177953	38488	-52171	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	-474.99	822.71	-132270	-140542	-39640	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	949.98	0	-641	167078	-58494	SLE QP 1	No				Si
-366	-	-	0	949.98	-179053	-63918	-45904	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	0	949.98	-39766	-45601	-39877	SLE QP 1	No				Si



Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Mx	My	N	Comb.	Fess	Wka,mm	Wk,mm	Sm,cm	Verifica
-553	-	-	474.99	822.71	-37180	-23454	-45340	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	822.71	474.99	-20831	-4810	-49363	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	474.99	-822.71	41950	-31948	-45395	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-474.99	822.71	-31722	-63212	-34417	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-474.99	-822.71	26730	-71620	-34474	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	949.98	0	4800	1028	-50852	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-822.71	-474.99	10377	-78533	-30443	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-949.98	0	-4943	-78473	-28945	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	822.71	-474.99	29207	-9705	-49400	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	0	-949.98	39673	-55369	-39932	SLE QP 1	No				Si
-553	-	-	-822.71	474.99	-18973	-73664	-30406	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	0	949.98	31492	-28282	-43535	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	474.99	822.71	34246	-47045	-48999	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	822.71	474.99	25018	-65236	-53021	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	474.99	-822.71	-27907	-57938	-49054	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-474.99	822.71	20311	-15553	-38075	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-474.99	-822.71	-26562	-26486	-38132	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	949.98	0	6333	-74791	-54511	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-822.71	-474.99	-17339	-16993	-34102	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-949.98	0	-6272	-11799	-32604	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	822.71	-474.99	-14077	-71529	-53058	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	0	-949.98	-31462	-40877	-43590	SLE QP 1	No				Si
-739	-	-	-822.71	474.99	6492	-10688	-34064	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	949.98	0	5821	-95189	-47118	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	0	-949.98	-58020	-26401	-37753	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	0	949.98	58100	-14926	-37706	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-474.99	-822.71	-45885	-731	-33072	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	822.71	-474.99	-31209	-86140	-45873	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-822.71	-474.99	-26713	14459	-29616	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	474.99	822.71	60403	-48834	-42391	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	474.99	-822.71	-54560	-58738	-42439	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-822.71	474.99	16914	20213	-29584	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-474.99	822.71	40256	9263	-33023	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	822.71	474.99	41227	-80414	-45841	SLE QP 1	No				Si
-925	-	-	-949.98	0	-5678	21009	-28331	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	474.99	822.71	53483	-33727	-27897	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	-822.71	474.99	16498	28779	-19171	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	-474.99	822.71	36878	18424	-21515	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	-822.71	-474.99	-22575	25179	-19193	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	822.71	-474.99	-29410	-65122	-30269	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	0	949.98	52155	-3478	-24705	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	949.98	0	3664	-74051	-31118	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	-474.99	-822.71	-40359	12163	-21548	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	-949.98	0	-3528	30251	-18318	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	822.71	474.99	35695	-61548	-30248	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	474.99	-822.71	-49796	-39903	-27929	SLE QP 1	No				Si
-1205	-	-	0	-949.98	-52077	-10647	-24737	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	-474.99	822.71	26021	15272	-16842	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	-949.98	0	-2106	23862	-14368	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	0	949.98	36556	-122	-19311	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	822.71	474.99	24713	-40657	-23600	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	-822.71	474.99	11870	22653	-15028	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	949.98	0	2204	-49243	-24273	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	474.99	-822.71	-35094	-24976	-21806	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	0	-949.98	-36499	-4416	-19335	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	474.99	822.71	37314	-21280	-21781	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	-474.99	-822.71	-28094	11516	-16868	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	-822.71	-474.99	-15495	20495	-15045	SLE QP 1	No				Si
-1391	-	-	822.71	-474.99	-20939	-42796	-23616	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	474.99	822.71	20157	-10629	-15770	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	-822.71	474.99	6551	13229	-10960	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	-949.98	0	-1001	13952	-10489	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	0	949.98	19813	821	-14011	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	-474.99	822.71	14169	9182	-12252	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	-474.99	-822.71	-15152	7388	-12270	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	474.99	-822.71	-19093	-12389	-15788	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	949.98	0	1055	-25669	-17546	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	822.71	-474.99	-11473	-22103	-17078	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	822.71	474.99	13276	-21084	-17066	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	0	-949.98	-19781	-1226	-14028	SLE QP 1	No				Si
-1577	-	-	-822.71	-474.99	-8272	12199	-10972	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	0	949.98	6609	498	-8780	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	474.99	-822.71	-6387	-3844	-9849	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	822.71	474.99	4399	-6793	-10617	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	-474.99	822.71	4743	3291	-7723	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	0	-949.98	-6598	-115	-8791	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	-822.71	-474.99	-2728	4344	-6954	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	-949.98	0	-299	4911	-6664	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	949.98	0	317	-8306	-10905	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	-822.71	474.99	2215	4652	-6947	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	822.71	-474.99	-3859	-7098	-10624	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	-474.99	-822.71	-5036	2753	-7734	SLE QP 1	No				Si
-1764	-	-	474.99	822.71	6707	-3318	-9838	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	-822.71	-474.99	0	0	-2973	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	-949.98	0	0	0	-2874	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	-474.99	-822.71	0	0	-3239	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	822.71	-474.99	0	0	-4224	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	949.98	0	0	0	-4320	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	474.99	-822.71	0	0	-3960	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	-474.99	822.71	0	0	-3235	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	0	-949.98	0	0	-3599	SLE QP 1	No				Si
-1950	-	-	-822.71	474.99	0	0	-2970	SLE QP 1	No				Si













Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	N	MultT	Vrd.4.1.23	VRsd,4.1.27	VRcd,4.1.28	Cotg	Comb.	C.S.	Verifica
-1950	-	-	0	949.98	0	0	-2653		23579	26447	231746	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	822.71	474.99	0	0	-3210		23656	26447	231862	1	SLV 1	100	Si
-1950	-	-	474.99	822.71	0	0	-2969		23623	26447	231811	1	SLV 1	100	Si



---

## **ALLEGATO 02 – RISULTATI VERIFICHE GEOTECNICHE OPERE DI FONDAZIONE**

## VERIFICHE PIASTRE C.A.

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

**Nodo:** indice del nodo di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

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

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

**A. sup.:** area barre armatura superiori. [cm<sup>2</sup>]

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

**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [cm<sup>2</sup>]

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

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [daN\*cm]

**N:** sforzo normale. [daN]

**Mu:** momento flettente ultimo. [daN\*cm]

**Nu:** sforzo normale ultimo. [daN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**σc:** tensione nel calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σlim:** tensione limite. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.

**σf:** tensione nell'acciaio d'armatura. [daN/cm<sup>2</sup>]

**ID:** indice della verifica di capacità portante.

**Comb.:** combinazione.

**Fx:** componente lungo x del carico. [daN]

**Fy:** componente lungo y del carico. [daN]

**Fz:** componente verticale del carico. [daN]

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

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

**ix:** inclinazione del carico in x. [deg]

**iy:** inclinazione del carico in y. [deg]

**ex:** eccentricità del carico in x. [cm]

**ey:** eccentricità del carico in y. [cm]

**B':** larghezza efficace. [cm]

**L':** lunghezza efficace. [cm]

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

**C:** coesione di progetto. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Phi:** angolo di attrito di progetto. [deg]

**Qs:** sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm<sup>2</sup>]

**γR:** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

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

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

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

**N:**

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

**Nc:** fattore di capacità portante per il termine coesivo.

**Ng:** fattore di capacità portante per il termine attritivo.

**S:**

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

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

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

**D:**

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

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



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

*I:*

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

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

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

*B:*

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

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

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

*G:*

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

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

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

*P:*

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

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

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

*E:*

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

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

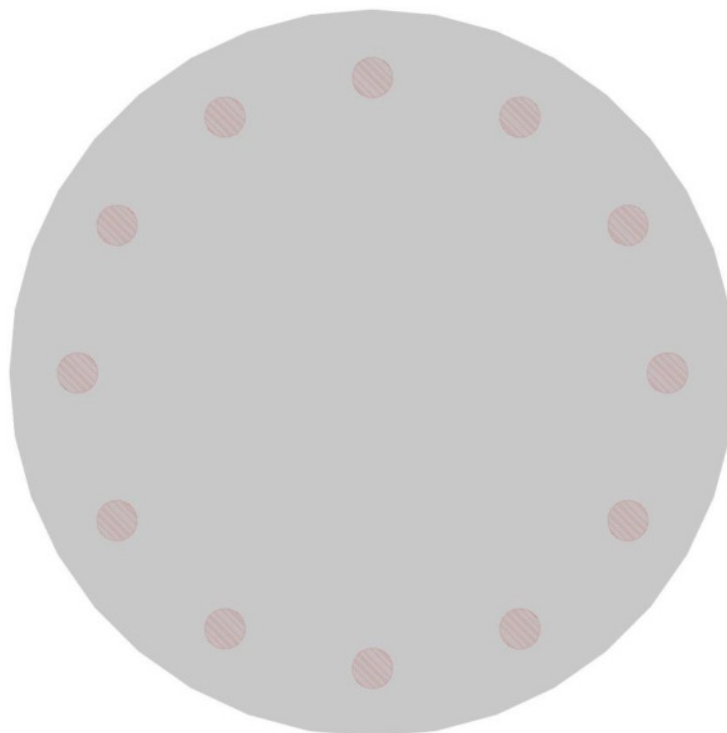
*Eg: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*



**TORRE DI ALTEZZA 135 MT – MODELLO T135-52 A**

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

Geometria



***Caratteristiche dei materiali***

Acciaio: B450C Fyk 4500

Calcestruzzo: C35/45 Rck 450

Calcestruzzo: C45/55 Rck 550

***Sistema di riferimento e direzioni di armatura***

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-1070; -1070; -205), 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 geotecniche

### Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Area di ingombro esterno minore: 4133694.9

Angolo di rotazione corrispondente all'ingombro minore: 15

Rapporto di forma trovato (area ingombro esterno/area fondazione): 1.27

Centro impronta, nel sistema globale: 0; 0; -350

Lato minore B dell'impronta: 2033.1

Lato maggiore L dell'impronta: 2033.1

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 4133694.9

### Verifica di scorrimento sul piano di posa

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 5.18

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 2	170771	-2573615	LT	0	25	0	1.1	1090997	170771	6.39	Si
SLV 13	188133	-2298989	LT	0	25	0	1.1	974578	188133	5.18	Si

### Verifiche geotecniche di capacità portante sul piano di posa

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 21.79 m

Peso specifico efficace del terreno di progetto  $\gamma_s$ : 2233 daN/m<sup>3</sup>

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo  $A_{max}$  per verifiche in SLD: 0.008

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo  $A_{max}$  per verifiche in SLV: 0.018

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 64.68

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 4	165110	-44267	-	62554337	234681785	3	-1	75	20	1883	1993	LT	0	40	0	2.3	201644351	3117671	64.68	Si	
				3117671																		
2	SLV 13	174807	-69545	-	59621881	184532692	4	-2	80	26	1873	1981	LT	0	40	0	2.3	182977681	2298989	79.59	Si	
				2298989																		
3	SLD 13	140265	-48216	-	49823044	168666042	3	-1	73	22	1886	1990	LT	0	40	0	2.3	195863723	2298987	85.2	Si	
				2298987																		

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

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	64	75	109	1.79	1.8	0.62	1	1	1	0.92	0.92	0.87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	64	75	109	1.79	1.8	0.62	1	1	1	0.88	0.88	0.81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.99	0.99	0.99
3	64	75	109	1.79	1.81	0.62	1	1	1	0.9	0.9	0.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

## VERIFICHE PALI TRIVELLATI

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

**Quota:** quota sezione. [cm]

**Filo:** numero del filo (se assegnato).

**Ind.:** indice del palo.

**Xp:** coordinata x del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

**Yp:** coordinata y del palo che ha prodotto la verifica peggiore. [cm]

**As:** area complessiva delle armature verticali. [cm<sup>2</sup>]

**Cop.:** distanza baricentrica minima delle barre dal lembo esterno. [cm]

**N:** sforzo normale. [daN]

**|M|:** momento agente in valore assoluto. [daN\*cm]

**Mu:** momento ultimo. [daN\*cm]

**Dom.:** tipo di dominio utilizzato in questa sezione (P=plastico; SE=sostanzialmente elastico NTC18 §7.4.1).

**SnmFcd:** tensione normale media su Fcd (minore di 0.45, NTC18 §7.2.5).

**MultM:** fattore di sovraresistenza sul momento flettente (NTC18 §7.2.5).

**Comb.:** combinazione peggiore.

**C.S.:** coefficiente sicurezza minimo.

**Verifica:** stato di verifica.

**Mx:** momento Mx. [daN\*cm]

**My:** momento My. [daN\*cm]

**Sc,max:** tensione massima sul calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Sf,max:** tensione massima sull'acciaio. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fess:** sezione fessurata.

**Wka,mm:** apertura delle fessure ammissibile, in [mm].

**Wk,mm:** apertura delle fessure, in [mm].

**Sm,cm:** distanza media fra le fessure, in [cm].

**Tx:** taglio Tx. [daN]

**Ty:** taglio Ty. [daN]

**MultT:** fattore di sovraresistenza sul taglio.

**Vrd,4.1.23:** resistenza calcestruzzo non staffato. [daN]

**VRsd,4.1.27:** resistenza staffe. [daN]

**VRcd,4.1.28:** resistenza delle bielle compresse. [daN]

**Cotg:** cotagente delle bielle.

**γR laterale:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza laterale.

**γR punta:** coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza alla punta.

**Pl,d:** portanza laterale di progetto. [daN]

**Pp,d:** portanza di punta di progetto. [daN]

**Def.vol:** deformazione volumetrica (usata per formula portanza punta secondo Vesic).

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

**N:** sforzo normale in testa. [daN]



*Ed*: azione totale di progetto. [daN]

*Rd*: resistenza totale di progetto. [daN]

*C.S.*: coefficiente di sicurezza.

**TORRE DI ALTEZZA 135 MT – MODELLO T135-52 A**

Verifiche effettuate secondo D.M. 17-01-18, Circolare 7 21-01-19

Geometria



***Pali coinvolti***

Palo a coordinate x,y: (-950, 0);(-822.7, -475);(-475, -822.7);(0, -950);(475, -822.7);(822.7, -475);(950, 0);(822.7, 475);(475, 822.7);(0, 950);(-475, 822.7);(-822.7, 475);

***Caratteristiche geometriche***

Diametro 100  
Lunghezza 2000

***Caratteristiche dei materiali***

Calcestruzzo C25/30 Rck 300  
Acciaio B450C fyk,m: 4500



**Verifica di capacità portante per la famiglia SLU**

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 39269.9 \* 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	$\gamma R$ laterale	$\gamma R$ punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-52513	-103564	248282	2.4	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-55443	-106494	248282	2.33	Si
-	-	-822.71	474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-55378	-106429	248282	2.33	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-63350	-114400	248282	2.17	Si
-	-	-474.99	822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-63250	-114301	248282	2.17	Si
-	-	0	-949.98	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-74102	-125153	248282	1.98	Si
-	-	0	949.98	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-74005	-125056	248282	1.99	Si
-	-	474.99	-822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-84398	-135449	248282	1.83	Si
-	-	474.99	822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-84310	-135361	248282	1.83	Si
-	-	822.71	-474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-91506	-142557	248282	1.74	Si
-	-	822.71	474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-91446	-142497	248282	1.74	Si
-	-	949.98	0	1.15	1.35	214060	34222		SLU 4	LT	-94095	-145146	248282	1.71	Si

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Filo	Ind.	Xp	Yp	$\gamma R$ trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.3	1	SLU 4	D	28420.7	1476.4	19.25	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.3	1	SLU 4	D	28680.1	1642.6	17.46	Si
-	-	-822.71	474.99	1.3	1	SLU 4	D	28674.4	1612.1	17.79	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.3	1	SLU 4	D	29371.7	2041.4	14.39	Si
-	-	-474.99	822.71	1.3	1	SLU 4	D	29363	2011.9	14.59	Si
-	-	0	-949.98	1.3	1	SLU 4	D	30283.5	2552.5	11.86	Si
-	-	0	949.98	1.3	1	SLU 4	D	30275.4	2523.3	12	Si
-	-	474.99	-822.71	1.3	1	SLU 4	D	31143.7	3043	10.23	Si
-	-	474.99	822.71	1.3	1	SLU 4	D	31136.2	3024.6	10.29	Si
-	-	822.71	-474.99	1.3	1	SLU 4	D	31739.3	3391.7	9.36	Si
-	-	822.71	474.99	1.3	1	SLU 4	D	31734.3	3382.2	9.38	Si
-	-	949.98	0	1.3	1	SLU 4	D	31952.2	3515.1	9.09	Si

Parametri utilizzati nel calcolo

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.frs.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.coll.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
-	-	-	0	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	62810	PLV	5950957	-310	-53394	5920852	-568.2	-52530
-	-	949.98	-	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	63383	PLV	6050496	-310	-56324	6022326	-569.3	-55491
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	63370	PLV	6048288	-310	-56259	6020096	-569.3	-55425
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	64911	PLV	6317580	-310	-64230	6292090	-572.4	-63476
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	64892	PLV	6314223	-310	-64131	6288700	-572.4	-63376
-	-	474.99	-822.71	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	66926	PLV	6672210	-310	-74983	6650805	-576.5	-74332
-	-	0	-949.98	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	66909	PLV	6669030	-310	-74886	6647595	-576.4	-74234
-	-	0	949.98	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	68828	PLV	7004899	-310	-85279	6987046	-580.2	-84724
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	68811	PLV	7002051	-310	-85191	6984171	-580.2	-84634
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	70144	PLV	7230768	-310	-92387	7215733	-582.8	-91906
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	70133	PLV	7228880	-310	-92327	7213844	-582.8	-91846
-	-	949.98	0	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	70614	PLV	7311701	-310	-94976	7296665	-583.7	-94495

**Verifica di capacità portante per la famiglia SLD**

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 39269.9 \* 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	$\gamma R$ laterale	$\gamma R$ punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	214060	34222		SLD 1	LT	-41884	-81154	248282	3.06	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLD 1	LT	-43846	-83115	248282	2.99	Si
-	-	-822.71	474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLD 3	LT	-43796	-83066	248282	2.99	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLD 5	LT	-49084	-88354	248282	2.81	Si
-	-	-474.99	822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLD 7	LT	-49010	-88280	248282	2.81	Si
-	-	0	-949.98	1.15	1.35	214060	34222		SLD 5	LT	-56162	-95432	248282	2.6	Si
-	-	0	949.98	1.15	1.35	214060	34222		SLD 11	LT	-56091	-95361	248282	2.6	Si
-	-	474.99	-822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLD 9	LT	-63278	-102548	248282	2.42	Si
-	-	474.99	822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLD 11	LT	-63206	-102476	248282	2.42	Si
-	-	822.71	-474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLD 13	LT	-68482	-107752	248282	2.3	Si
-	-	822.71	474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLD 15	LT	-68434	-107704	248282	2.31	Si
-	-	949.98	0	1.15	1.35	214060	34222		SLD 13	LT	-70356	-109626	248282	2.26	Si



**Verifica di capacità portante per la famiglia SLV**

Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 39269.9 \* 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.15	1.35	214060	34222		SLV 1	LT	-42903	-82173	248282	3.02	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLV 1	LT	-44882	-84152	248282	2.95	Si
-	-	-822.71	474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLV 3	LT	-44832	-84102	248282	2.95	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLV 5	LT	-50120	-89390	248282	2.78	Si
-	-	-474.99	822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLV 7	LT	-50045	-89315	248282	2.78	Si
-	-	0	-949.98	1.15	1.35	214060	34222		SLV 5	LT	-57181	-96451	248282	2.57	Si
-	-	0	949.98	1.15	1.35	214060	34222		SLV 11	LT	-57110	-96380	248282	2.58	Si
-	-	474.99	-822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLV 9	LT	-64312	-103582	248282	2.4	Si
-	-	474.99	822.71	1.15	1.35	214060	34222		SLV 11	LT	-64240	-103510	248282	2.4	Si
-	-	822.71	-474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLV 13	LT	-69517	-108787	248282	2.28	Si
-	-	822.71	474.99	1.15	1.35	214060	34222		SLV 15	LT	-69469	-108738	248282	2.28	Si
-	-	949.98	0	1.15	1.35	214060	34222		SLV 13	LT	-71375	-110644	248282	2.24	Si

Verifica di capacità portante trasversale riferita al palo singolo

Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

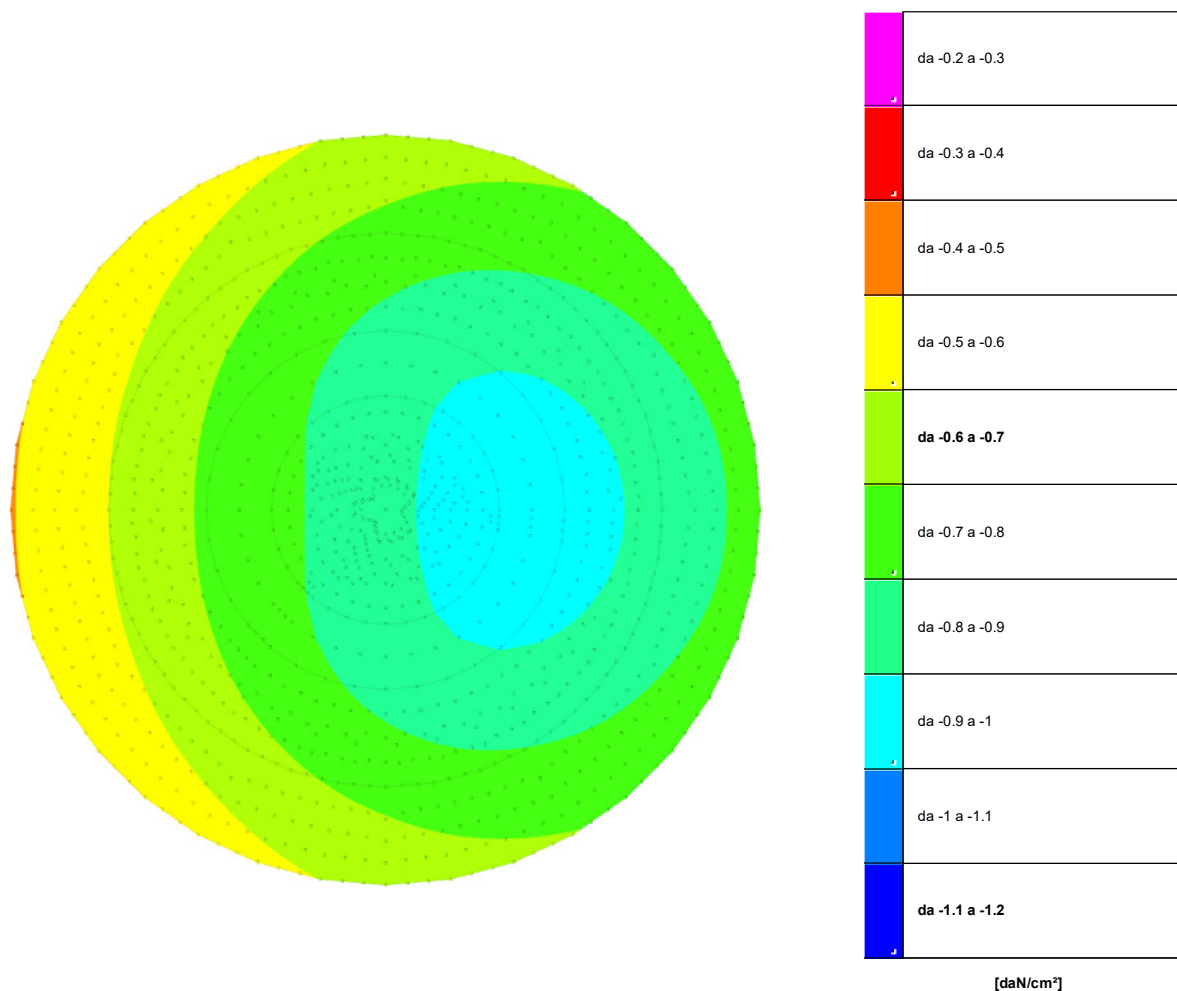
Filo	Ind.	Xp	Yp	yR trasversale	LRF	Comb.	Cnd	Rd	Ed (T)	C.S.	Verifica
-	-	-949.98	0	1.3	1	SLV 1	D	22605.1	1612.8	14.02	Si
-	-	-822.71	-474.99	1.3	1	SLV 1	D	22788.1	1698.1	13.42	Si
-	-	-822.71	474.99	1.3	1	SLV 3	D	22783.6	1702.1	13.39	Si
-	-	-474.99	-822.71	1.3	1	SLV 5	D	23256.4	1975.1	11.77	Si
-	-	-474.99	822.71	1.3	1	SLV 7	D	23249.9	1950	11.92	Si
-	-	0	-949.98	1.3	1	SLV 9	D	23864.4	2311.9	10.32	Si
-	-	0	949.98	1.3	1	SLV 11	D	23858.3	2284.4	10.44	Si
-	-	474.99	-822.71	1.3	1	SLV 9	D	24470.6	2624.7	9.32	Si
-	-	474.99	822.71	1.3	1	SLV 11	D	24464.5	2624.4	9.32	Si
-	-	822.71	-474.99	1.3	1	SLV 13	D	24908.4	2882.9	8.64	Si
-	-	822.71	474.99	1.3	1	SLV 15	D	24904.4	2869.3	8.68	Si
-	-	949.98	0	1.3	1	SLV 15	D	25063.7	2959.9	8.47	Si

Parametri utilizzati nel calcolo

Filo	Ind.	Xp	Yp	Tipo	L.frs.	L.tr.lib.	L.tr.inf.	Coes.	Fi	P.spec	T max	Mecc.coll.	M.plast.sup.	Quota sup.	N sup.	M.plast.inf.	Quota inf.	N inf.
-	-	-	0	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	49957	PLV	4245915	-310	-43490	4160052	-540.2	-40851
-	-	949.98	-	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	50362	PLV	4310303	-310	-45468	4225036	-541.2	-42848
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	50352	PLV	4308694	-310	-45419	4223411	-541.1	-42798
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	51397	PLV	4474115	-310	-50706	4396655	-543.5	-48133
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	51382	PLV	4471862	-310	-50632	4394382	-543.5	-48057
-	-	474.99	-822.71	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	52740	PLV	4686635	-310	-57767	4610967	-546.6	-55253
-	-	0	949.98	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	52727	PLV	4684491	-310	-57696	4608805	-546.5	-55182
-	-	0	-949.98	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	54080	PLV	4901271	-310	-64899	4827367	-549.5	-62443
-	-	474.99	822.71	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	54067	PLV	4899095	-310	-64826	4825174	-549.5	-62370
-	-	822.71	-474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	55048	PLV	5057926	-310	-70104	4985284	-551.7	-67690
-	-	822.71	474.99	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	55039	PLV	5056463	-310	-70055	4983809	-551.7	-67641
-	-	949.98	0	TI	100	0	2000	0	33	0.0019	55391	PLV	5113822	-310	-71961	5041624	-552.4	-69562

## VERIFICHE PRESSIONI TERRENO

### PRESSIONI TERRENO IN SLU



*Rappresentazione in pianta delle massime compressioni allo SLU*

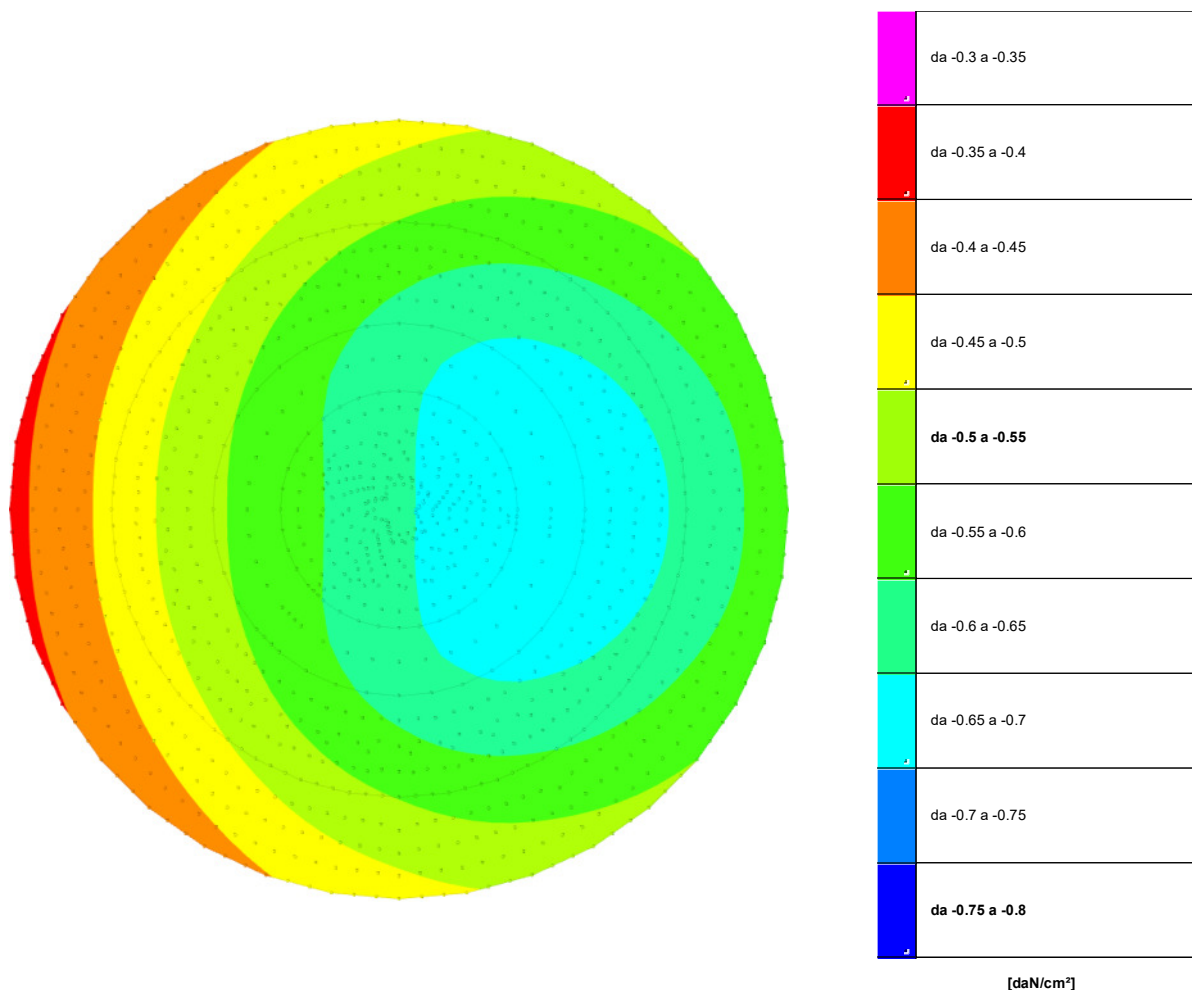
Compressione estrema massima -0.95278 al nodo di indice 1205, di coordinate  $x = 450$ ,  $y = 0$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLU 4.

Spostamento estremo minimo -0.31759 al nodo di indice 1205, di coordinate  $x = 450$ ,  $y = 0$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLU 4.

Spostamento estremo massimo -0.12118 al nodo di indice 423, di coordinate  $x = -1150$ ,  $y = 0$ ,  $z = -170$ , nel contesto SLU 2.



*PRESSIONI TERRENO IN SLV/SLVf/SLUEcc*



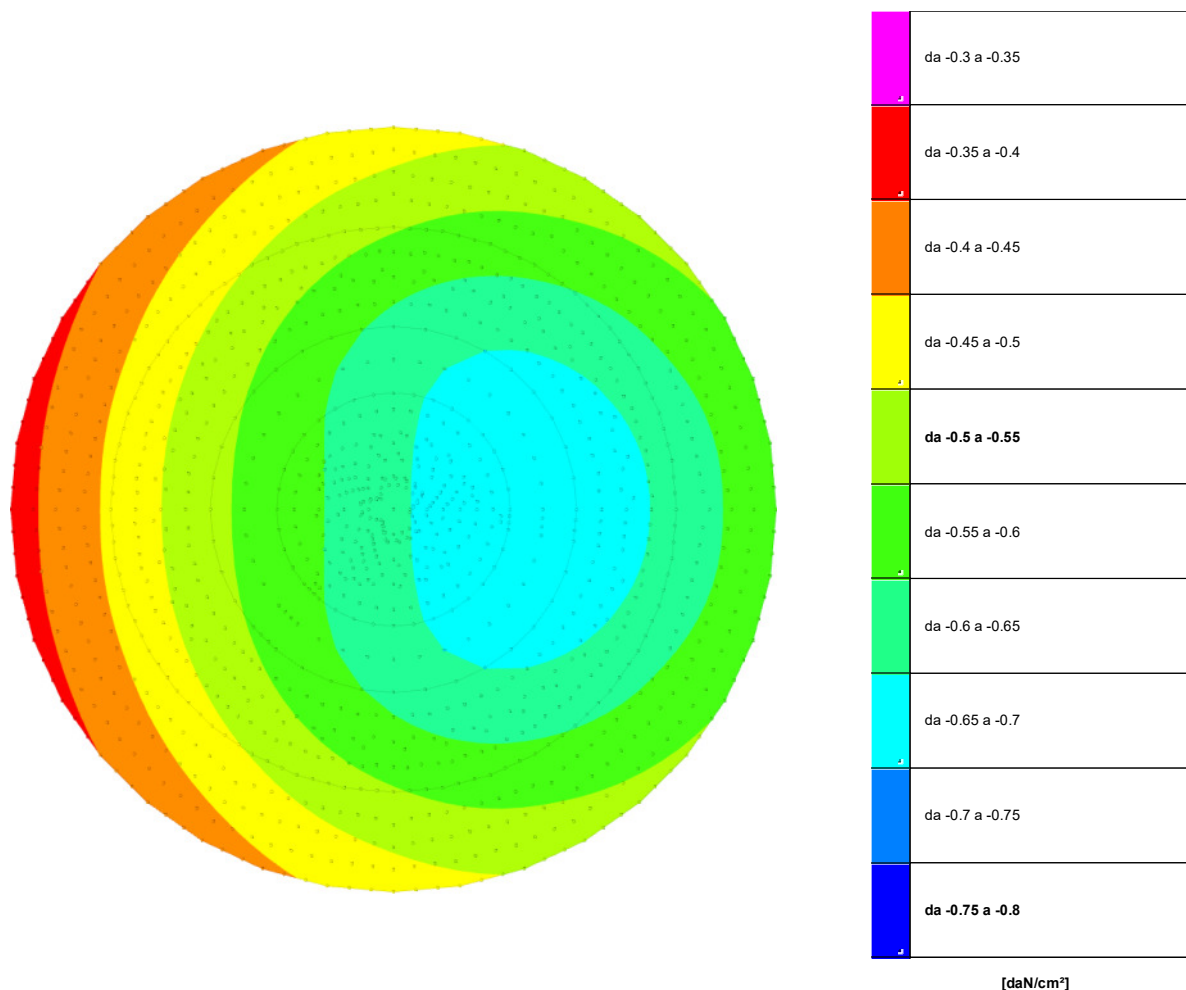
*Rappresentazione in pianta delle massime compressioni allo SLV/SLVf/SLUEcc*

Compressione estrema massima -0.69928 al nodo di indice 1199, di coordinate  $x = 448$ ,  $y = -26$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLV 13.

Spostamento estremo minimo -0.23309 al nodo di indice 1199, di coordinate  $x = 448$ ,  $y = -26$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLV 13.

Spostamento estremo massimo -0.1196 al nodo di indice 423, di coordinate  $x = -1150$ ,  $y = 0$ ,  $z = -170$ , nel contesto SLV 15.

*PRESSIONI TERRENO IN SLE/SLD*



*Rappresentazione in pianta delle massime compressioni allo SLE/SLD*

Compressione estrema massima -0.695 al nodo di indice 1205, di coordinate  $x = 450$ ,  $y = 0$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLD 13.

Spostamento estremo minimo -0.23167 al nodo di indice 1205, di coordinate  $x = 450$ ,  $y = 0$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLD 13.

Spostamento estremo massimo -0.12195 al nodo di indice 423, di coordinate  $x = -1150$ ,  $y = 0$ ,  $z = -170$ , nel contesto SLD 15.



### ***CEDIMENTI FONDAZIONI SUPERFICIALI***

Spostamento estremo minimo -0.23167 al nodo di indice 1205, di coordinate  $x = 450$ ,  $y = 0$ ,  $z = -110$ , nel contesto SLD 13.

Spostamento estremo massimo -0.12195 al nodo di indice 423, di coordinate  $x = -1150$ ,  $y = 0$ ,  $z = -170$ , nel contesto SLD 15.

Cedimento elastico estremo massimo 0.11639 al nodo di indice 1372, di coordinate  $x = 323$ ,  $y = -19$ ,  $z = 0$ , nel contesto SLE rara 1.

Cedimento edometrico estremo massimo 0.16267 al nodo di indice 1372, di coordinate  $x = 323$ ,  $y = -19$ ,  $z = 0$ , nel contesto SLE rara 1.