

PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO REGIONALE - (PAUR)

PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO

PROGETTISTI, OGNUNO NELL'AMBITO DELLE PROPRIE COMPETENZE

03			
02			
01			
00	02/04/26	PRIMA EMISSIONE	T.B.F. P.D. F.B.
REV	DATA	NOTE	PROD CONTR APPR

COMMITTENTE:



Via delle Serre 1
44020 - Ostellato (FE)
P.IVA:02116550381
+39 0471 324210

PROGETTISTA:



Geom. Fiorenzo Bergamaschi
Via P.G. Mazzetti, 7 - 43012 Fontanellato (PR)
f.bergamaschi@tbf-eng.it

Dott. Ing. Claudio Magnani
Strada dell'Isolaletta 7/c loc. Castell'Aicardi
43017 San Secondo P.se (PR)
ing.magnani@gmail.com

DENOMINAZIONE ELABORATO:

PERMESSO DI COSTRUIRE
RELAZIONE PRE-SISMICA PLATEA PERFORAZIONE

NUMERO DOCUMENTO: REL-CW-06	TAV: di	Scala: -	Commessa:
Ubicazione: San Giovanni di Ostellato (FE)	Revisione: 00	Data: 02/04/2026	

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	2di74

INDICE

1	ESTREMI DEI PROGETTISTI	3
2	CONTESTO	4
2.1	Individuazione del sito su cui sorge l'opera	4
2.2	Individuazione di eventuali documenti tecnici adottati integrativi alle vigenti norme tecniche per le costruzioni	4
2.3	Indicazioni delle caratteristiche del terreno su cui sorgerà l'opera	4
3	DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA	10
3.1	Indicazioni sulle prime ipotesi del sistema di fondazioni adottato	10
3.2	Indicazioni delle destinazioni d'uso previste per le costruzioni in progetto	10
3.3	Indicazione della vita nominale e classe d'uso delle costruzioni	11
3.4	Indicazioni della tipologia strutturale adottata	11
4	NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	12
4.1	Normativa emessa dallo stato italiano	12
4.2	Eurocodici	12
5	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI	13
6	DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	16
6.1	Calcestruzzo	16
6.2	Acciaio per c.a.	18
7	ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	19
7.1	Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018	19
7.2	Stati limite indagati	19
7.3	Combinazioni delle azioni	22
8	INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI	24
8.1	Premessa	24
8.2	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	24
8.3	Caratteristiche ed affidabilità del codice di calcolo	25
9	VERIFICA SOLETTA POSTAZIONE	27
9.1	Modellazione strutturale	27
9.2	Analisi dei carichi	27
9.3	Verifiche geotecniche	32
10	CANTINA	63
10.2	Analisi dei carichi	64
10.3	Casi di carico	66
10.4	Combinazioni	66
10.5	Verifiche geotecniche	67
10.6	Verifiche STRUTTURALI	68
10.7	Verifica piedritti	69
10.8	Verifica platea di fondazione	69
11	VERIFICA GALLEGGIAMENTO VASCA IMHOFF	70
11.1	Analisi dei carichi	70
11.2	Verifiche	70
12	VERIFICA GALLEGGIAMENTO VASCA DISOLEATORE	72
12.1	Analisi dei carichi	72
12.2	Verifiche	73

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	3di74

1 ESTREMI DEI PROGETTISTI

Progettista architettonico: Geom. Fiorenzo Bergamaschi
 Tecnostudio Bieffe srl
 Via P.G. Mazzetti 7 – Fontanellato (PR)
 f.bergamaschi@tbf-eng.it

Progettista opere strutturali: Ing. Claudio Magnani
 Strada Isoletta 7/c – Castellaicardi, San Secondo Parmense (PR)
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 2033 – A
 Ing.magnani@gmail.com

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 4di74

2 CONTESTO

2.1 Individuazione del sito su cui sorge l'opera

La presente relazione di calcolo strutturale riguarda la valutazione delle lavorazioni di nuova realizzazione del progetto "Geotermico di Ostellato", da realizzarsi in via Delle Serre a San Giovanni di Ostellato nel comune di Ostellato (FE).

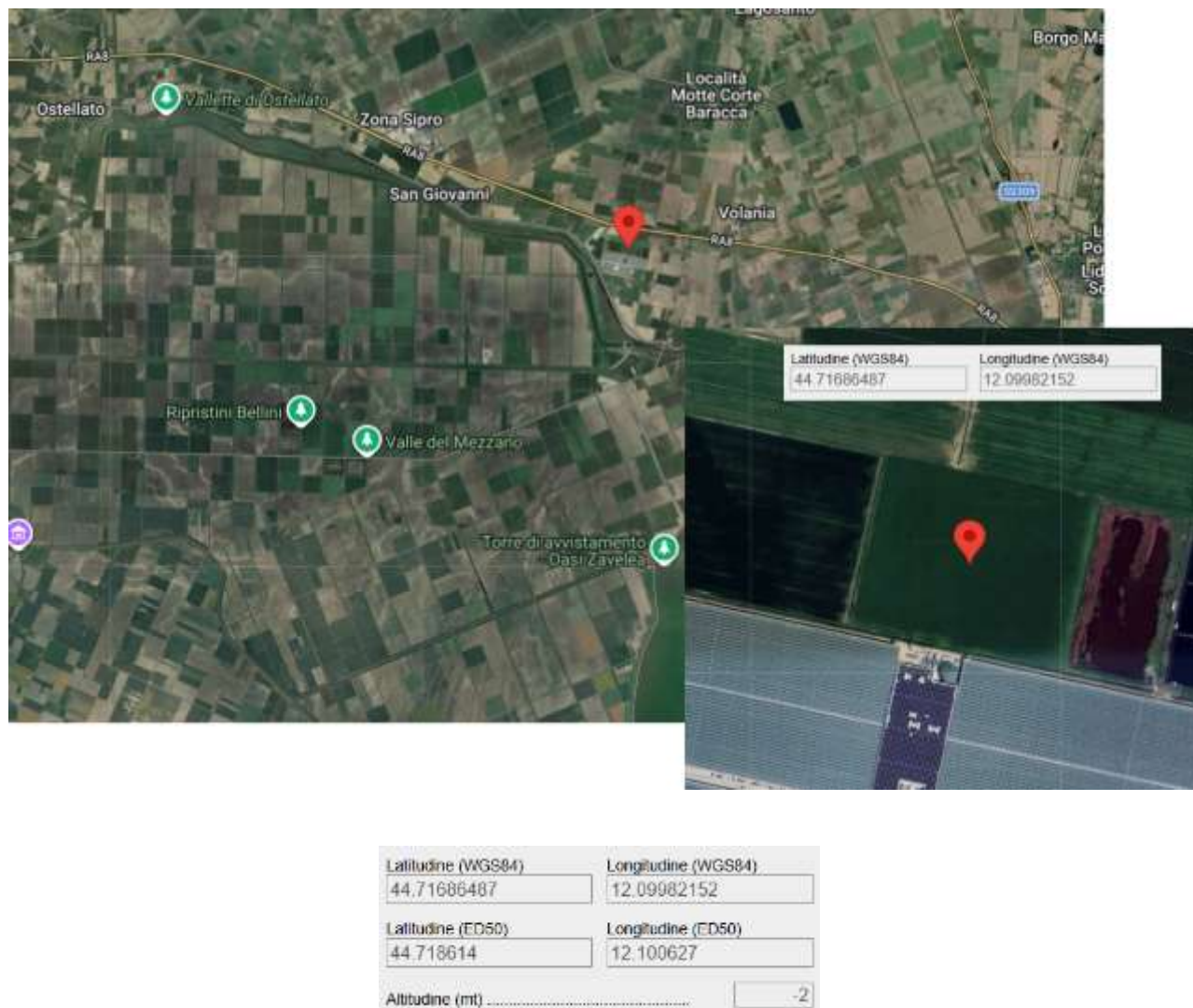


Figura 2-1- ortofoto con individuazione area di intervento

2.2 Individuazione di eventuali documenti tecnici adottati integrativi alle vigenti norme tecniche per le costruzioni

Non saranno utilizzati documenti tecnici integrativi rispetto alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni.

2.3 Indicazioni delle caratteristiche del terreno su cui sorgerà l'opera

Il contesto geologico del lotto su cui si interviene è stato analizzato e descritto all'interno della relazione geologica redatta dal dott. Geologo Thomas Veronese.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 5di74

2.3.1 Modellazione geotecnica

Si riporta un estratto della relazione redatta da:

dott. Geologo Thomas Veronese - tel. 335/5240380
via Roma 10 - 44021 Codigoro FE

4. MODELLAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI

Uno dei motivi di pericolosità geologica del territorio, deriva in questi luoghi, dall'interazione tra opere di fondazione e terreni compressibili, su cui le costruzioni in elevazione possono creare condizioni di instabilità del complesso opera-terreno.

Si rende quindi necessario fare alcune valutazioni per verificare le caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione, utilizzando in via indicativa, i dati derivabili dalle indagini specifiche eseguite per la modellazione geologica. Sono dunque state prese in considerazione le due indagini eseguite nel sito di intervento.

In **FIGURA 4.1** si riporta una ortofoto satellitare generale con l'ubicazione delle penetrometrie da cui si ricavano le valutazioni litologiche ed i parametri geotecnici per strati pseudomogenei.



Figura2-2 – ortofoto area di intervento con indicazione prove CPTU

Negli Allegati sono inserite, per le CPTU eseguite, le seguenti schede: a) valori di campagna, b) diagrammi di resistenza, b) valutazioni litologiche, c) tabelle parametri geotecnici.

Le valutazioni litologiche sono descritte nelle seguenti elaborazioni:

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data 02/04/2026	pag. 6di74

Dott. Geol. Thomas Veronese

Identificativo	U12-26
Emissione	mar-26
Pagina	1 di 0

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	FRIEL GEOPOWER	-Prova n°	SCPTU1
-Cantiere	via Delle Serre, San Giovanni (Fe)	-Data prova	04/03/2026
-Quota p.c.	0,00 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,00 m
-Livello di falda	1,00 m da p.c.	-Prof. finale	35,80 m

DA	A							MATERIALI COESIVI					MATERIALI GRANULARI									
		qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.		Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr (%)	F ₁₀₀ (°)	F _{100/20} (°)	F _{100/40} (°)	F _{100/60} (°)	F _{100/80} (°)	F _{100/100} (°)	E'25 MPa	M ₀ MPa
0,5	1,5	0,81	0,07	0,02	AI-La	18,00		47	18	9	3,22	7,566	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	2,5	0,26	0,03	0,07	T	13,00		14	4	5	0,48	1,322	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,5	8,2	6,95	0,06	0,05	S	20,00		-	-	-	-	-	-	66	37	33	37	39	41	43	17,66	28,16
8,2	9,1	3,45	0,06	0,00	SI	19,00		-	-	-	-	-	-	28	32	28	32	35	37	40	9,60	15,37
9,1	14,8	5,35	0,06	0,03	S	20,00		-	-	-	-	-	-	41	33	30	34	36	39	41	14,83	23,70
14,8	15,5	2,01	0,05	0,21	AI-La	18,00		56	2	5	4,33	28,45	0,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15,5	20,2	4,91	0,07	0,10	SI	19,00		-	-	-	-	-	-	36	31	28	33	35	38	41	15,98	25,48
20,2	24,3	1,37	0,05	0,21	AI-La	18,00		58	2	5	4,64	31,79	0,34	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24,3	25,0	2,94	0,07	0,00	SI	19,00		-	-	-	-	-	-	<20	26	24	28	32	35	38	8,70	13,92
25,0	26,0	0,91	0,04	0,28	A	17,50		31	1	3	3,77	18,67	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26,0	29,2	1,83	0,12	0,37	AI-La	18,00		81	2	5	5,73	44,02	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,2	30,1	4,09	0,10	0,06	SI	19,00		-	-	-	-	-	-	<20	27	25	30	33	36	39	12,01	19,21
30,1	35,4	1,69	0,07	0,42	AI-La	18,00		76	1	4	5,37	43,69	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35,4	35,8	6,50	0,08	-0,14	S	20,00		-	-	-	-	-	-	23	29	26	31	34	37	40	16,26	26,02

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 7di74

Dott. Geol. Thomas Veronese

Identificativo	U12-26
Emissione	mar-26
Pagina	1 di 0

PROVA PENETROMETRICA STATICA

PARAMETRI GEOTECNICI

-Committente	FRIEL GEOPOWER	-Prova n°	CPTU2
-Cantiere	via Delle Serre, San Giovanni (Fe)	-Data prova	04/03/2026
-Quota p.c.	0,00 m s.l.m.	-Prof. preforo	0,20 m
-Livello di falda	1,00 m da p.c.	-Prof. finale	30,00 m

							MATERIALI COESIVI						MATERIALI GRANULARI								
DA	A	qcm	fsm	deltaU	litol.	Peso Vol.	Cu (qc)	OCR (qc)	OCR (U)	M ₀	Eu50	CR	Dr	F _l DM	F _l Bottom	F _l Schm.				E'25	M ₀
m	m	MPa	MPa	MPa	(-)	kN/m3	KPa	(-)	(-)	MPa	MPa	(-)	(%)	(°)	(°)	(°)				MPa	MPa
0,5	1,7	0,77	0,06	0,04	Al-La	18,00	44	16	8	3,14	7,284	0,09	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,7	3,0	0,34	0,03	0,08	T	13,00	18	4	5	0,65	1,722	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,0	9,0	6,56	0,05	0,04	S	20,00	-	-	-	-	-	-	62	37	33	37	39	41	43	16,50	26,41
9,0	13,1	5,17	0,05	0,04	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	41	33	30	34	36	38	41	14,49	23,00
13,1	16,0	6,83	0,07	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	45	33	30	34	37	39	42	18,47	29,35
16,0	21,2	4,74	0,07	0,06	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	36	31	28	32	35	38	40	16,14	25,57
21,2	22,0	1,42	0,05	0,04	Al-La	18,00	62	2	9	4,70	33,78	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22,0	23,5	1,02	0,04	0,40	A	17,50	41	1	3	4,00	24,26	0,38	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23,5	25,0	3,30	0,06	0,04	SI	19,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	24	29	32	35	39	10,02	16,04
25,0	26,3	0,97	0,04	0,42	A	17,50	35	1	2	3,90	20,83	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26,3	29,5	1,93	0,12	0,27	Al-La	18,00	88	2	6	5,96	47,84	0,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29,5	30,0	4,05	0,10	0,03	S	20,00	-	-	-	-	-	-	<20	27	24	29	33	35	39	11,29	18,07

2.3.2 Profondità della falda

Si riporta un estratto della relazione redatta dal dott. Geologo Thomas Veronese:

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 8di74

Nell'area è stata rilevata la quota della superficie di falda all'interno del foro di esecuzione delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono CPTU con *rif. U20-18* e nelle prove bibliografiche della banca dati RER.

In **Tabella 2.1** si riportano i valori delle falde freatiche rilevate in sito.

Prova	Data	Falda (m da p.c.)
CPTU1A <i>U20-18</i>	08/05/2018	1,5m
CPTU9A <i>U20-18</i>	30/05/2018	1,5m
CPTU 205060U504	08/04/1997	1,35m
CPTU 205060U507	15/05/1997	1,3m
CPTU 205060U512		Non rilevata
SCPTu1 <i>rif. U12-26</i>	04/06/2026	-1,0m
CPTu2 <i>rif. U12-26</i>	04/06/2026	-1,0m

Tabella 2.1 – *Superficie di falda in m da p.c..*

Tale livello è soggetto ad oscillazioni, che dovrebbero contenersi tra -1m e -1,5m dal p.c., in quanto imposto dal sistema della bonifica.

La falda freatica non va considerata come un qualcosa di statico, ma influenzata da tanti elementi, tra cui la quota topografica e l'andamento delle precipitazioni meteorologiche.

2.3.3 Categoria di suolo di fondazione

La categoria di suolo dipende dal valore di Vs30. Il parametro Vs30 rappresenta la media ponderata dei valori delle velocità dell'onda di taglio "S" nei primi 30 m di sottosuolo indagato, matematicamente espressa da:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

Dove:
Vs30 : velocità media ponderata delle onde di taglio "S",
hi : spessore dello strato iesimo,
vi : velocità delle onde di taglio "S" nello strato iesimo.

Si riporta un estratto della relazione redatta da:

dott. Geologo Thomas Veronese - tel. 335/5240380
via Roma 10 - 44021 Codigoro FE

Il valore di Vs30 calcolato risulta: Vs30 = 175 m/s e quindi la Categoria di suolo è D.

Tale valore va assunto con uno scarto di ±10%, come per tutti i metodi di acquisizione di tale parametro.

Vs30 = 175 m/s Categoria di suolo D

Attraverso una prova ESAC eseguita in sito dalla ditta Teamgeofisica.ceg si è in grado di fare il calcolo della Vs30 anche attraverso il metodo di acquisizione in passivo. Il risultato che si ottiene è il seguente:

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	9di74

Attraverso una prova ESAC eseguita in sito dalla ditta Teamgeofisica.ceg si è in grado di fare il calcolo della Vs30 anche attraverso il metodo di acquisizione in passivo. Il risultato che si ottiene è il seguente:

da (m da pc)	a (m da pc)	hi	vsi	hi/vsi
0	5,1	5,1	153,5	0,0332248
5,1	10,5	5,4	167,1	0,032316
10,5	16,2	5,7	190,5	0,0299213
16,2	22,1	5,9	205,3	0,0287384
22,1	28,3	6,2	216,7	0,028611
28,3	30	1,7	224	0,0075893
			hi/vi=	0,1604007
$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{hi}{vi}} = 187 \quad \text{m/sec}$				

Nel grafico che segue si sovrappongono i profili di Vs ricavati con energizzazione attiva (prova in down hole con cono sismico) e con energizzazione in passivo attraverso registrazione dei microtremoni (prova ESAC di superficie). Come si può notare vi è una buona corrispondenza.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	10di74

3 DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

Le principali infrastrutture necessarie alla messa in opera della torre di perforazione di due nuovi pozzi per la ricerca di fluidi geotermici riguardano:

- Platea in c.a. di spessore 30cm (PIAZZALE)
- Platea in c.a. di spessore 100cm per il sostegno dell'impianto di perforazione (POSTAZIONE)
- Cantina avanpozzo in c.a., avente dimensioni interne 325x400cm, profondità 180cm e pareti di spessore 30cm (CANTINA)
- Vasche prefabbricate in c.a. (IMHOFF e DISOLEATORE)

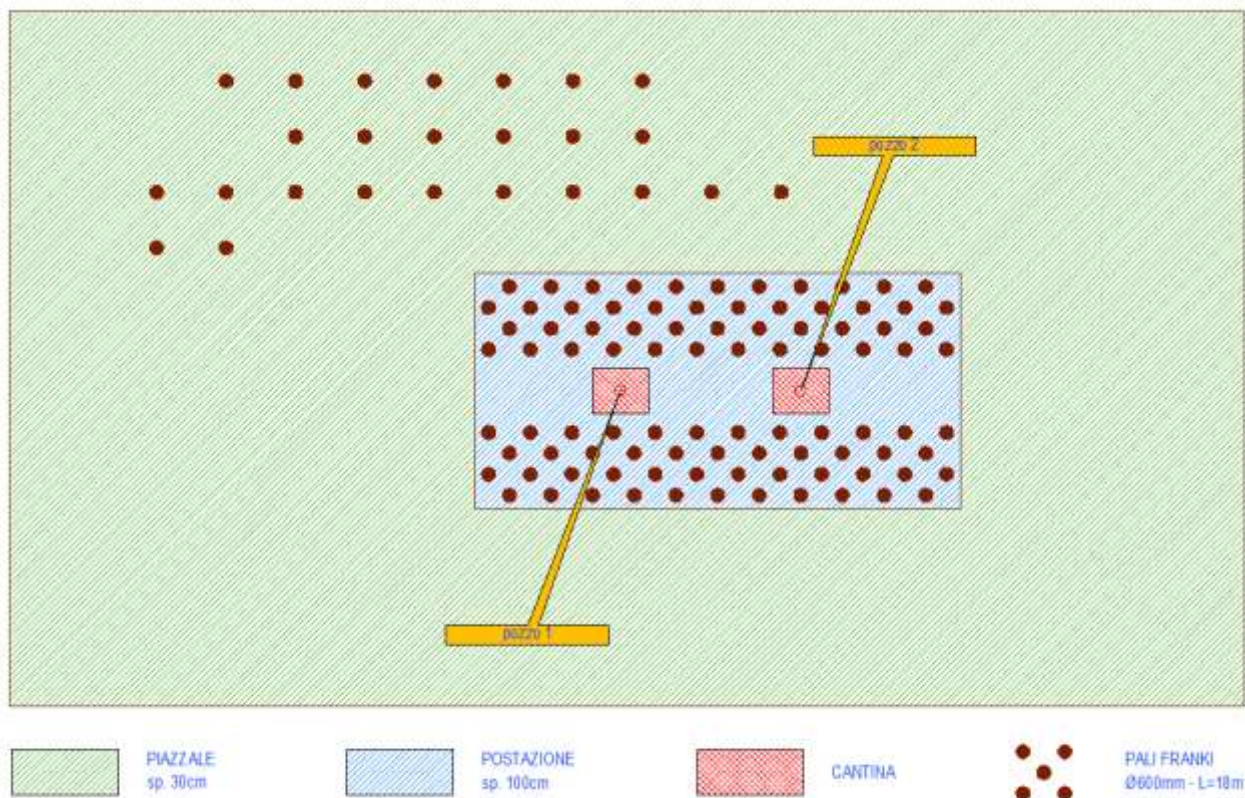


Figura3-1 – schema strutture di appoggio impianti

3.1 Indicazioni sulle prime ipotesi del sistema di fondazioni adottato

Si prevede la realizzazione di:

- Platea in c.a. di spessore 30cm (PIAZZALE) con fondazioni profonde (pali Franki diametro 600mm lunghezza 18m) in corrispondenza delle zone interessate dalle aree di seposito maggiormente sollecitate (silos cemento, silos barite, serbatoi);
- Platea in c.a. di spessore 100cm per il sostegno dell'impianto di perforazione (POSTAZIONE) con fondazioni profonde (pali Franki diametro 600mm lunghezza 18m) disposti a quinconce

Per quanto riguarda le vasche Imhoff e disoleatori si prevede fondazione diretta a platea dimensionata per contrastare la spinta della falda.

3.2 Indicazioni delle destinazioni d'uso previste per le costruzioni in progetto

Le strutture previste in progetto hanno destinazione PRODUTTIVA.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 11di74

3.3 Indicazione della vita nominale e classe d'uso delle costruzioni

3.3.1 Vita nominale

La vita nominale di progetto VN di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Ai sensi del DM 17.01.2018, per la struttura in oggetto è prevista una Vita Nominale di:
vita nominale **$V_n \geq 50$** anni

3.3.2 Classe d'uso

Ai sensi del DM 17.01.2018, in presenza di azioni sismiche la classe d'uso della struttura risulta:
classe d'uso = **Classe II** (Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.).

3.3.3 Periodo di riferimento

Il periodo di riferimento V_r della costruzione valutato moltiplicando la vita nominale per il coefficiente d'uso $C_u=1$ risulta: periodo di riferimento = **$V_r = 50$** anni

3.4 Indicazioni della tipologia strutturale adottata

Le infrastrutture necessarie alla messa in opera della torre di perforazione di due nuovi pozzi per la ricerca di fluidi geotermici sono costituite da platee in c.a. su fondazioni profonde.

L'impianto di perforazione stazionerà sulla platea POSTAZIONE per meno di 1 anno, pertanto ai sensi del § 2.4.1 delle NTC 2018 la massa dell'impianto di perforazione non parteciperà alla determinazione dell'azione sismica.

Nel modello strutturale che verrà utilizzato per le analisi e le verifiche degli elementi strutturali, saranno implementate analisi lineari dinamiche modali.

La combinazione dei modi utilizzata è la Combinazione Quadratica Completa.

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico al centro di massa di ogni impalcato sarà attribuita una eccentricità accidentale in ogni direzione pari al 5% delle dimensioni della struttura.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 12di74

4 NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI

4.1 Normativa emessa dallo stato italiano

- **Legge n.1086 del 05/11/1971:** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- **Legge n.64 del 02/02/1974:** "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- **Ministero delle Infrastrutture - D.M. 17/01/2018:** "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Circolare 21 gennaio 2019 n. 7**

4.2 Eurocodici

- **Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture**
 - UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- **Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo**
 - UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- **Eurocodice 7 –**
 - UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali
 - UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo
- **Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica**
 - UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
 - UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte
 - UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	13di74

5 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione). Per il sito in oggetto sono state assunte le seguenti coordinate geografiche:

L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	D	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, S_e , è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Dove per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo B, C, D, E i coefficienti S_s e C_c vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	14di74

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente Tabella

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

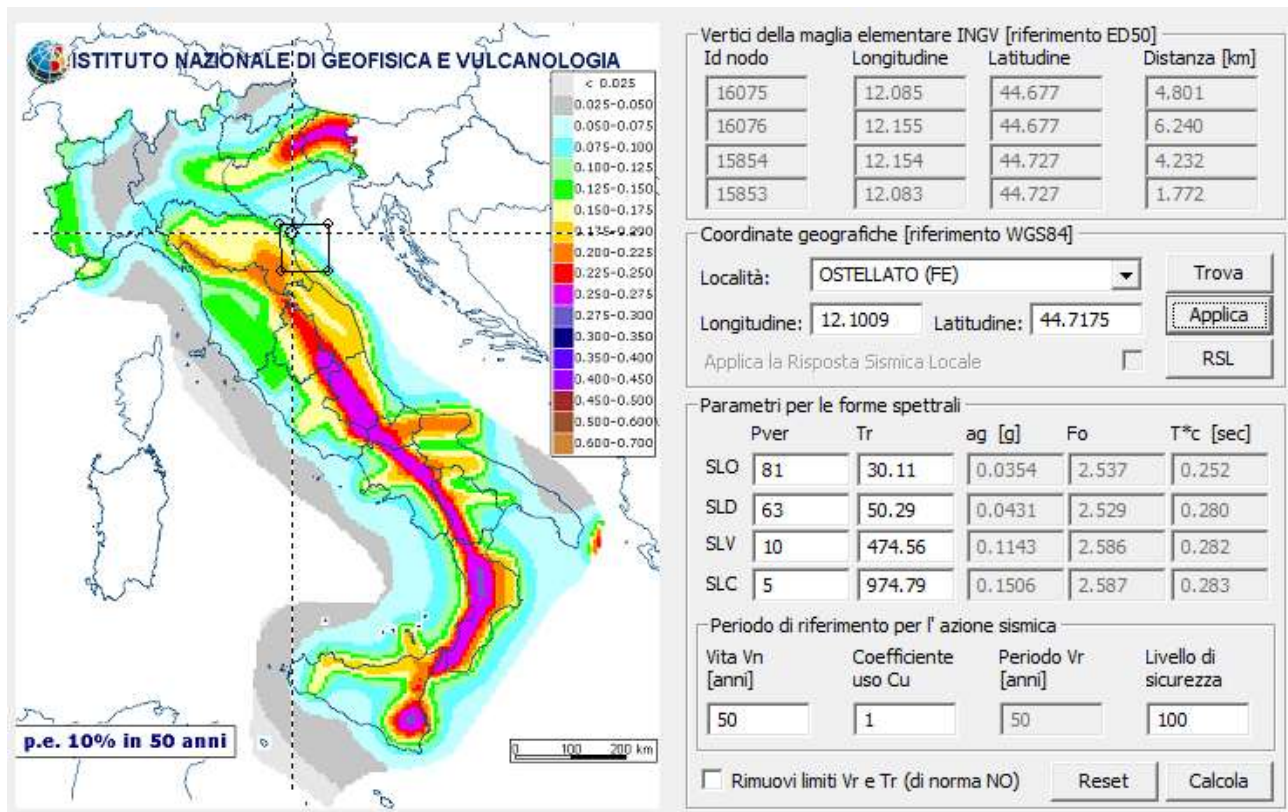
Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S_{ve} , è definito dalle espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_s} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

I valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data 02/04/2026	pag. 15di74



Sito in esame.

latitudine: 44,717532
longitudine: 12,100934

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 15853	Lat: 44,7266	Lon: 12,0834
Sito 2 ID: 15854	Lat: 44,7274	Lon: 12,1538
Sito 3 ID: 16076	Lat: 44,6774	Lon: 12,1549
Sito 4 ID: 16075	Lat: 44,6766	Lon: 12,0846

Distanza: 1710,828
Distanza: 4314,388
Distanza: 6173,995
Distanza: 4732,493

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	16di74

6 DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

6.1 Calcestruzzo

Tipologia strutturale:	Elevazione
Classe di resistenza necessaria ai fini statici:	30 N/mm ² (300 daN/cm ²)
Condizioni ambientali:	Strutture interne di edifici non industriali con umidità bassa.
Classe di esposizione:	XC1
Rapporto acqua/cemento max:	0.60
Classe di consistenza:	S4 (Fluida) con Additivo Superfluidificante
Diametro massimo aggregati:	16 mm

6.1.1 Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere Rck 300 (30) è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 325	350 kg/m ³

6.1.2 Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 16 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

6.1.3 Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

passante al vaglio di mm 16 = 100%	passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
passante al vaglio di mm 8 = 88-60%	passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
passante al vaglio di mm 4 = 78-36%	passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

6.1.4 Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni. Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

6.1.5 Provini da prelevarsi in cantiere

n° 2cubi di lato 15 cm;
un prelievo ogni 100 mc

$$s_{c28} \geq 3 \cdot s_{c \text{ adm}}$$

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 17di74

$$R_{ck} 28 = R_m - 35 \text{ kg/cm}^2;$$

$$R_{min} > R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

6.1.6 Parametri caratteristici e tensioni limite per il metodo degli stati limite

Tabella riassuntiva per vari R_{ck}

R_{ck}	f_{ck}	f_{cd}	f_{ctm}	u.m.
300	249.0	141.1	11.9	[kg/cm ²]

legenda:

f_{ck} (resistenza cilindrica a compressione);

$$f_{ck} = 0.83 R_{ck};$$

f_{cd} (resistenza di calcolo a compressione);

$$f_{cd} = a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

f_{ctd} (resistenza di calcolo a trazione);

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c;$$

$$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm};$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad \text{per classi} \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln[1 + f_{cm}/10] \quad \text{per classi} > C50/60$$

Valori indicativi di alcune caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi impiegati:

Ritiro (valori stimati): 0.25 mm/m (dopo 5 anni, strutture non armate);

0.10mm/m (strutture armate).

Rigonfiamento in acqua (valori stimati): 0.20 mm/m (dopo 5 anni in strutture armate).

Dilatazione termica: $10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Viscosità $j = 1.70$.

Classe di esposizione e composizione uni en 206-1 (uni 11104 marzo 2004)

Denom. della classe	Descrizione dell'ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione	UNI 9858	A/C MAX	R'ck min.	Dos. Min. Cem. KG.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	2a	0,60	30	300

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 18di74

6.2 Acciaio per c.a.

Acciaio per C.A. B450C	
f_{yk} tensione nominale di snervamento:	$\geq 4580 \text{ kg/cm}^2 (\geq 450 \text{ N/mm}^2)$
f_{tk} tensione nominale di rottura:	$\geq 5500 \text{ kg/cm}^2 (\geq 540 \text{ N/mm}^2)$
f_{td} tensione di progetto a rottura:	$f_{yk} / \gamma_S = f_{yk} / 1.15 = 3980 \text{ kg/cm}^2 (= 391 \text{ N/mm}^2)$

L'acciaio dovrà rispettare i seguenti rapporti:

$$f_y / f_{yk} < 1.35 \quad f_t / f_y \leq 1.15$$

Diametro delle barre: $6 \leq f \leq 40 \text{ mm}$.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri $\leq 16 \text{ mm}$.

Reti e tralicci con elementi base di diametro $6 \leq f \leq 16 \text{ mm}$.

Rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci: $f_{\min}/f_{\max} \geq 0.6$

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 19di74

7 ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

La struttura in progetto risulta progettata come NON DISSIPATIVA.

In primo luogo è stato determinato il valore del fattore di comportamento da applicare alla struttura.

7.1 Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018

Caratteristiche costruzione	
Tipologia	Nuova
Regolarità pianta	NO
Regolarità altezza	NO
Classe di duttilità	ND
Sistema costruttivo	Calcestruzzo
Tipologia strutturale	Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste
Definizione rapporto α_u/α_1	Media tra 1 e il valore da normativa
Riferimento normativo α_u/α_1	Strutture a telaio con più piani e più campate

Parametri	
α_u/α_1	1.150
$q_0 = 3.000 \alpha_u/\alpha_1$	3.450
k_w	1.000
K_R	0.8
$q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R$	2.760
$q_{ND} = 2/3 \cdot q_D$	1.500 (≤ 1.5)

Fattori di comportamento		
	Dissipativi	Non dissipativi
q SLU x	2.760	1.500
q SLU y	2.760	1.500
q SLU z	1.500	1.500

Fattore di comportamento adottato $q=1.50$

7.2 Stati limite indagati

Le verifiche agli stati limite vengono eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni di carico definite.

Sono stati indagati i seguenti stati limite:

Le verifiche agli stati limite vengono eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni di carico definite.

Sono stati indagati i seguenti stati limite:

7.2.1 Stato limite ultimo SLU

SLU STR stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione

SLU SLV stato limite di salvaguardia della Vita: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 20di74

7.2.1.1 Verifiche alle sollecitazioni flettenti

La verifica di resistenza (SLU) è stata condotta attraverso il calcolo dei domini di interazione N-M, ovvero il luogo dei punti rappresentativi di sollecitazioni che portano in crisi la sezione di verifica secondo i criteri di resistenza da normativa.

Nel calcolo dei domini sono state mantenute le consuete ipotesi, tra cui:

- conservazione delle sezioni piane;
- legame costitutivo del calcestruzzo parabola-rettangolo non reagente a trazione, con plateau ad una deformazione pari a 0.002 e a rottura pari a 0.0035 ($\sigma_{\max} = 0.85 \times 0.83 \times R_{ck} / 1.5$);
- legame costitutivo dell'armatura d'acciaio elastico-perfettamente plastico con deformazione limite di rottura a 0.01 ($\sigma_{\max} = f_{yk} / 1.15$)

•

7.2.1.2 Verifiche alle sollecitazioni taglianti

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi sprovvisti di specifica armatura è stata calcolata sulla base della resistenza a trazione del calcestruzzo.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \right\}$$

con:

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove:

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \times d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0.02);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2.5$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con:

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" è stata calcolata con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" è stata calcolata con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

In cui:

d è l'altezza utile della sezione;

b_w è la larghezza minima della sezione;

σ_{cp} è la tensione media di compressione della sezione;

A_{sw} è l'area dell'armatura trasversale;

s è l'interasse tra due armature trasversali consecutive;

θ è l'angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

f_{cd} è la resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f_{cd} = 0.5 f_{cd}$);

α è un coefficiente maggiorativo, pari ad 1 per membrature non compresse.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 21di74

7.2.2 Stati limite di esercizio SLE

SLE RARA

SLE QUASI PERMANENTE

SLE FREQUENTE

SLE SLD stato limite di danno: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

7.2.2.1 Verifica a fessurazione

Le verifiche a fessurazione sono eseguite adottando i criteri definiti nel paragrafo 4.1.2.4.5 del NTC2018, tenendo inoltre conto delle ulteriori prescrizioni riportate nel "Manuale di progettazione delle opere civili". Con riferimento alle classi di esposizione delle varie parti della struttura (si veda il paragrafo relativo alle caratteristiche dei materiali impiegati), alle corrispondenti condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione (armature sensibili per gli acciai da precompresso; poco sensibili per gli acciai ordinari), si individua lo stato limite di fessurazione per assicurare la funzionalità e la durata delle strutture, in accordo con le norme NTC2018:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Si assume per tutti gli elementi strutturali a contatto con il terreno:

$$w_d \leq w_1 = 0.2 \text{ mm} - \text{combinazione di carico rara}$$

Per gli altri elementi strutturali, in condizioni ambientali ordinarie:

$$w_d \leq w_2 = 0.3 \text{ mm} - \text{combinazione di carico rara}$$

In accordo con la vigente normativa, il valore di calcolo di apertura delle fessure w_d è dato da:

$$w_d = 1,7 w_m$$

dove w_m rappresenta l'ampiezza media delle fessure calcolata come prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_m = \varepsilon_{sm} \Delta_{sm}$$

Per il calcolo di ε_{sm} e Δ_{sm} vanno utilizzati i criteri consolidati riportati nella letteratura tecnica.

7.2.2.2 Verifica delle tensioni in esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si verifica che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti, di seguito riportati.

Le prescrizioni riportate di seguito fanno riferimento alle norme tecniche NTC2018.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo σ_c , deve rispettare la limitazione seguente:

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	22di74

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente}$$

Per l'acciaio ordinario, la tensione massima σ_s per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk}$$

dove f_{yk} per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

7.3 Combinazioni delle azioni

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria E Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,00	0,90	0,80

Figura 7-1– NTC 2018 Tabella 2.5.I

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

		Coefficiente γf	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	$\gamma G2$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γQi	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 23di74

Figura 7-2– NTC 2018 Tabella 2.6.I

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	24di74

8 INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI

8.1 Premessa

Le analisi eseguite sono state condotte in impiegando un'analisi lineare dinamica modale, in quanto non risultava possibile applicare un'analisi lineare statica a causa della irregolarità in altezza della struttura. La combinazione dei modi utilizzata è la Combinazione Quadratica Completa. Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico al centro di massa di ogni impalcato è stata attribuita una eccentricità accidentale in ogni direzione pari al 5% delle dimensioni della struttura. E' stato eseguito un controllo sulle masse eccitate: il numero delle frequenze considerato nelle analisi risulta necessario per eccitare nelle due direzioni considerate X e Y l'85% delle masse. Il controllo riguarda ciascuna delle quattro analisi dinamiche eseguite per tenere conto della prescritta eccentricità del centro delle masse. Lo spettro di progetto dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV) è utilizzato per il dimensionamento delle strutture in elevazione, travi, pilastri e pareti nel caso in oggetto, assieme al dimensionamento statico, che viene realizzato in condizioni ultime (SLU) e di esercizio (SLE). Si riportano in seguito i vari spettri utilizzati nella modellazione separati per i vari stati limite considerati, per le strutture in elevazione e fondazione e per il sisma orizzontale e il sisma verticale.

Le azioni sono state schematizzate applicando i carichi previsti dalla norma. In particolare i carichi gravitazionali, derivanti dalle azioni permanenti o variabili, sono applicati in direzione verticale (ovvero – Z nel sistema globale di riferimento del modello). Le azioni del vento sono applicate prevalentemente nelle due direzioni orizzontali o ortogonalmente alla falda in copertura. Le azioni sismiche dinamiche, derivano dall'eccitazione delle masse assegnate alla struttura in proporzione ai carichi a cui sono associate per norma. I carichi sono suddivisi in più condizioni elementari di carico in modo da poter generare le combinazioni necessarie. Le combinazioni di carico s.l.u. statiche (in assenza di azioni sismiche) sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura. I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la sicurezza della struttura. Le azioni sismiche sono valutate in conformità a quanto stabilito dalle norme e specificato nel paragrafo sulle azioni. Vengono in particolare controllate le deformazioni allo stato limite ultimo, allo stato limite di danno e gli effetti del second'ordine. In sede di dimensionamento vengono analizzate tutte le combinazioni, anche sismiche, impostate ai fini della verifica s.l.u. Vengono anche processate le specifiche combinazioni di carico introdotte per valutare lo stato limite di esercizio (tensioni, fessurazione, deformabilità). Oltre all'impostazione spaziale delle situazioni di carico potenzialmente più critiche, in sede di dimensionamento vengono ulteriormente valutate, per le varie travate, tutte le condizioni di lavoro statico derivanti dall'alternanza dei carichi variabili, i cui effetti si sovrappongono a quelli dei pesi propri e dei carichi permanenti. Vengono anche imposte delle sollecitazioni flettenti di sicurezza in campata e risultano controllate le deformazioni in luce degli elementi.

8.2 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

La struttura e il suo comportamento sotto le azioni statiche e dinamiche sono stati adeguatamente valutati, interpretati e trasferiti nel modello che si caratterizza per la sua impostazione completamente tridimensionale. A tal fine ai nodi strutturali possono convergere diverse tipologie di elementi, che corrispondono nel codice numerico di calcolo in altrettante tipologie di elementi finiti. Travi e pilastri, ovvero componenti in cui una dimensione prevale sulle altre due, vengono modellati con elementi "beam", il cui comportamento può essere opportunamente perfezionato attraverso alcune opzioni quali quelle in grado di definire le modalità di connessione all'estremità. Le pareti, le piastre, le platee ovvero in generale i componenti strutturali bidimensionali, con due dimensioni prevalenti sulla terza (lo spessore), sono stati modellati con elementi "shell" a comportamento flessionale e membranale. I vincoli con il mondo esterno vengono rappresentati, nei casi più semplici (apparecchi d'appoggio, cerniere, carrelli), con elementi in grado di definire le modalità di vincolo e le rigidzze nello spazio. Il comportamento del terreno è sostanzialmente rappresentato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler, principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna costante di sottofondo, che può essere anche variata nella superficie di contatto fra struttura e terreno e quindi essere in grado di descrivere anche situazioni più complesse. I parametri dei materiali utilizzati per la modellazione riguardano il modulo di Young, il coefficiente di Poisson, ma sono disponibili anche opzioni per ridurre la rigidzza flessionale e tagliante dei materiali per considerare l'effetto di fenomeni fessurativi nei materiali. Il calcolo viene condotto mediante analisi lineare, ma vengono considerati gli effetti del secondo ordine. La presenza di diaframmi orizzontali rigidi nel piano viene gestita attraverso l'impostazione di un'apposita relazione fra i nodi strutturali coinvolti, che ne condiziona il movimento relativo. Si ritiene che il modello

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	25di74

utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati inoltre valutate tutti i possibili effetti o le azioni anche transitorie che possano essere significative e avere implicazione per la struttura.

8.3 Caratteristiche ed affidabilità del codice di calcolo

Il calcolo delle strutture viene condotto con il programma PRO_SAP (prodotto dalla 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l. P.tta Schiatti 8/b 44100 Ferrara) Ver. 25.06.1

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo BEAM (trave)
- Elemento tipo BOUNDARY (molla)
- Elemento tipo STIFFNESS (matrice di rigidità)

Il codice di calcolo adottato è ALGOR SUPERSAP prodotto dalla ALGOR INTERACTIVE SYSTEMS, Inc. Pittsburgh, PA, USA.

Il programma SUPERSAP applica il metodo degli elementi finiti a strutture di forma qualunque, diversamente caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse.

Si sottolinea che il solutore ALGOR SUPERSAP è stato sottoposto, con esito positivo e relativa certificazione, ai test NAFEMS (test di confronto della National Agency for Finite Element Methods and Standards in Inghilterra).

Inoltre, il solutore ALGOR SUPERSAP è soggetto ad attività di controllo ai sensi della QA (quality assurance), condizione essenziale per l'utilizzo dei codici di calcolo nell'ambito della progettazione nucleare ed off-shore.

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione: 23.6.1	PROFESSIONAL (build 2025.05.203)
Produttore-	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l.
Distributore:	Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE (Italy) Tel. +39 0532 200091 www.2si.it
Codice Licenza:	Licenza dsi4396

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati
2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	26di74



Dichiarazione affidabilità

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 14/01/2008 - Paragrafo 10.2)



Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico). Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento tipo TRUSS (asta)*

Elemento tipo BEAM (trave)*

Elemento tipo MEMBRANE (membrana)*

Elemento tipo PLATE (piastra-guscio)*

Elemento tipo BRICK (solido)*

Elemento tipo BOUNDARY (molla)*

Elemento tipo STIFFNESS

(matrice di rigidezza)

* anche non lineare

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:
"http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm"

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anormali.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;

- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;

- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del solutore fem 2S.I. implementa componenti sviluppati da Computing Objects SARL spin-off dell'Ecole Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilità/benchmarks_e_sap.zip

Ptta Schiatti, 8 - 44121 Ferrara (FE)
Tel. 0532/20.00.91 - Fax 0532/20.00.86 - www.2si.it - info@2si.it

Rev. n. 4 del 07/10/2010

PRO_SAP
PROfessional Structural Analysis Program

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 27di74

9 VERIFICA SOLETTA POSTAZIONE

9.1 Modellazione strutturale

Le figure seguenti mostrano il modello strutturale utilizzato per le verifiche e le relative caratteristiche:

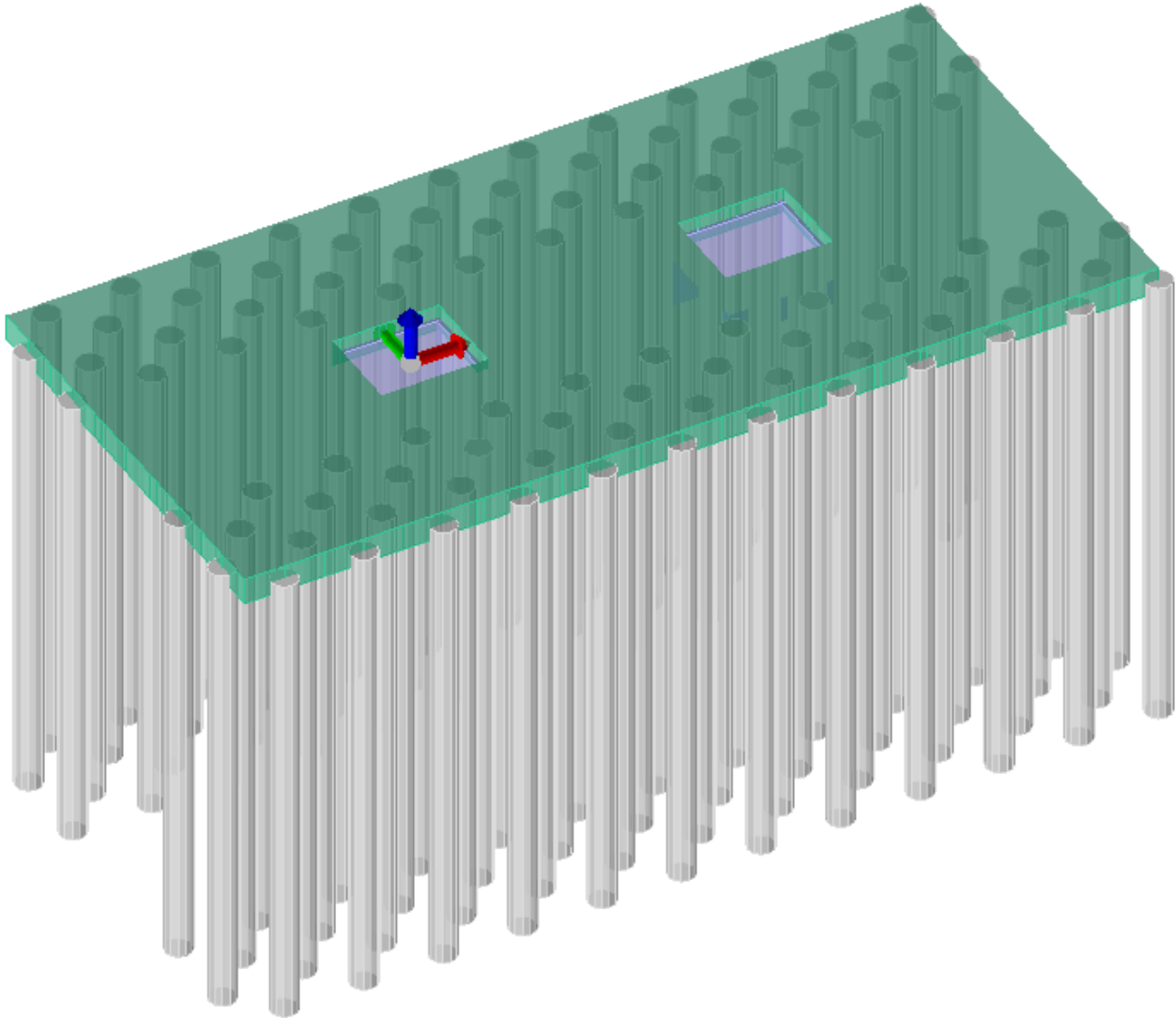


Figura 9-1– vista assonometriche del modello tridimensionale

9.2 Analisi dei carichi

9.2.1 Carichi permanenti e pesi propri: G_{k1}

Peso proprio calcestruzzo	2500 daN/mc
Peso proprio acciaio	7850 daN/mc

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 28di74

9.2.2 Scarichi impianto: Gk2

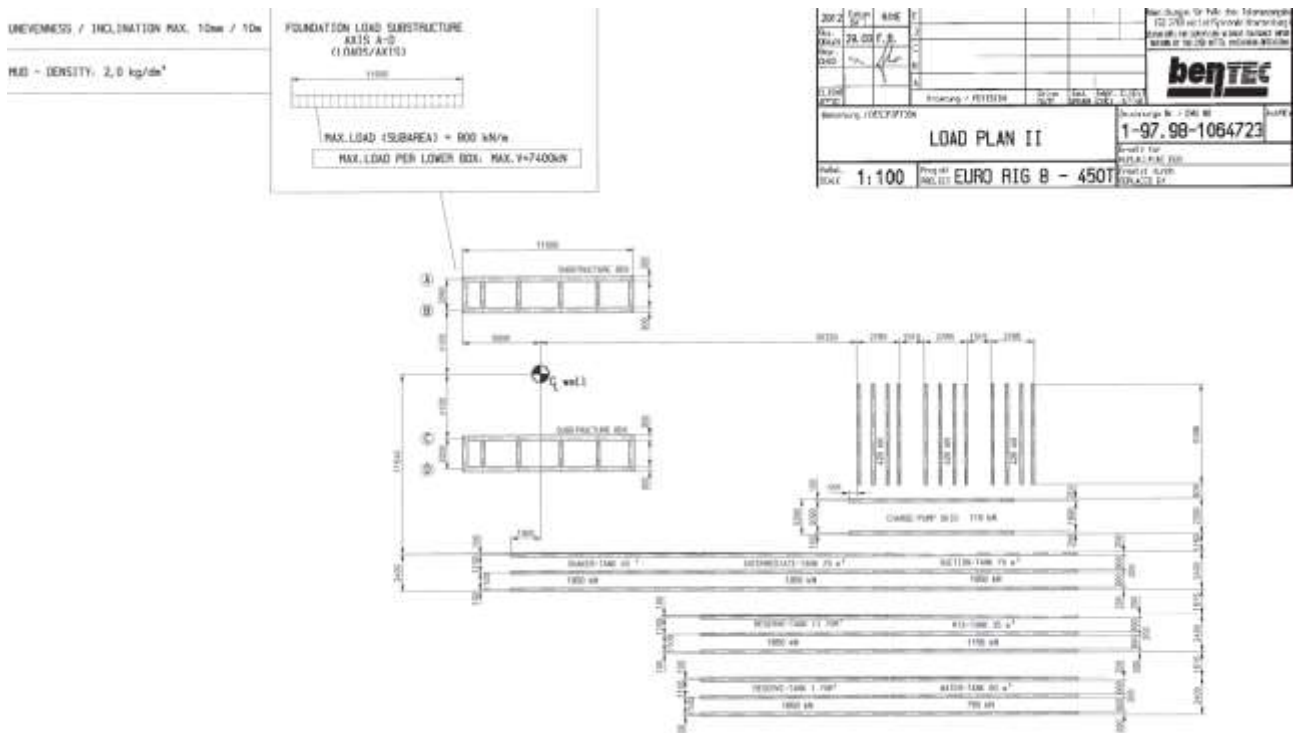


Figura9-2 – distribuzione dei carichi impianto di perforazione fornita dal produttore

L'impianto di perforazione stazionerà sulla platea POSTAZIONE per meno di 1 anno, pertanto ai sensi del § 2.4.1 delle NTC 2018 la massa dell'impianto di perforazione non parteciperà alla determinazione dell'azione sismica.

I carichi trasmessi dall'impianto di perforazione verranno utilizzati per le verifiche delle strutture di fondazione in campo statico.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data 02/04/2026	pag. 29di74

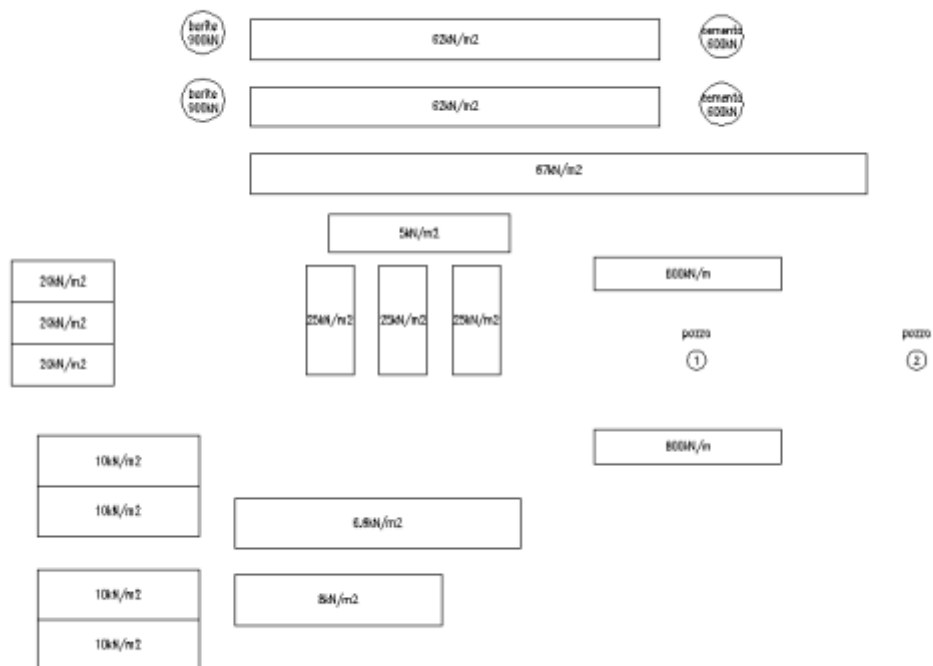


Figura9-3 – distribuzione dei carichi impianto perforazione pozzo 1

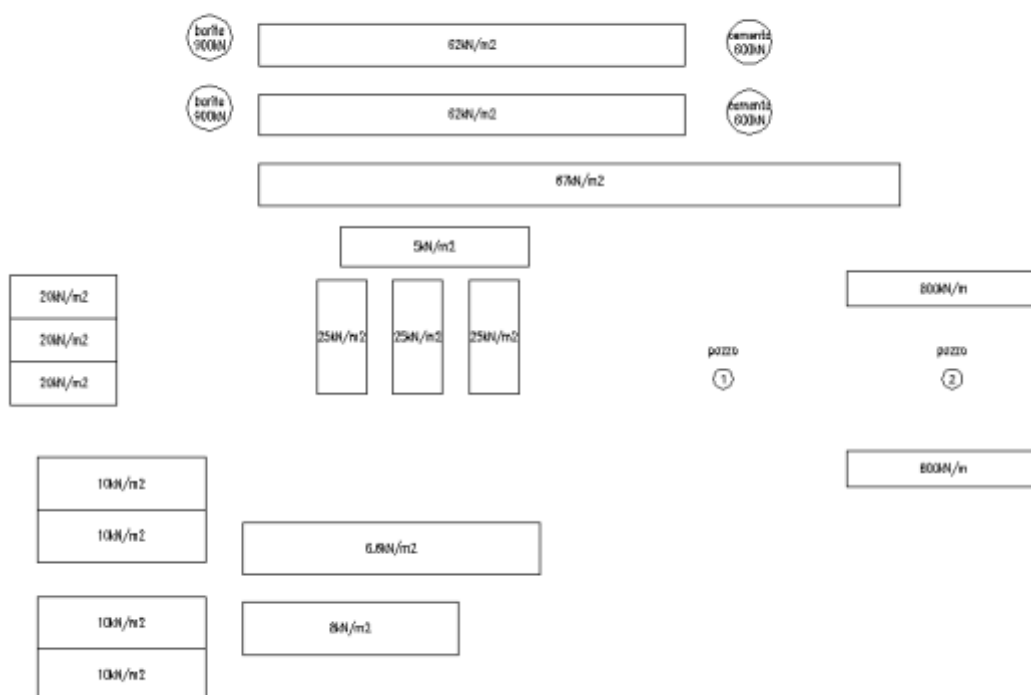


Figura9-4 – distribuzione dei carichi impianto perforazione pozzo 2

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 30di74

9.2.3 Sovraccarichi: Qk1

Per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio delle strutture in condizioni sismiche si considera un sovraccarico di cat. E di 6kN/m² uniformemente distribuito sulle solette del piazzale.

Cat.	Ambienti	q _k [kN/m ²]	Q _k [kN]	H _k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		

Figura 9-5– NTC 2018 Tabella 3.1.II

9.2.4 Casi di carico

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono stati utilizzati i seguenti tipi di casi di carico:

	Sigla	Tipo	Descrizione
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:
1-Ggk

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	31di74

CDC	Tipo	Sigla Id	Note	Per non automatici:
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)		
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
			partecipazione:1.00 per 12 CDC=Qk1.2 (TRAFFICO)	
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico	
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico	
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico	
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico	
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico	
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico	
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico	
10	Gk	CDC=G2k (POZZO_1)	Azioni applicate:	Ad elementi:
11	Gk	CDC=G2k (POZZO_2)	Azioni applicate:	Ad elementi:
12	Qk	CDC=Qk1 (PIAZZALE)	Azioni applicate:	Ad elementi:
			PIAZZALE - QV:unif - Qz - Area	D3: 1 # 8, 10 # 15, 17 # 22, 24 # 148, 151 # 230, 233 # 282, 375 # 376, 390 # 440

9.2.5 Combinazioni

Cmb	Tipo	Sigla Id
1	SLU	Comb. SLU A1 1
2	SLU	Comb. SLU A1 2
3	SLU	Comb. SLU A1 3
4	SLU	Comb. SLU A1 4
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8
9	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9
10	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36
25	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37
26	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38
27	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39
28	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40
29	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41
30	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42
31	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43
32	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44
33	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45
34	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46
35	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47
36	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48
37	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49
38	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50
39	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51
40	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52
41	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53
42	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54
43	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55
44	SLE(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56

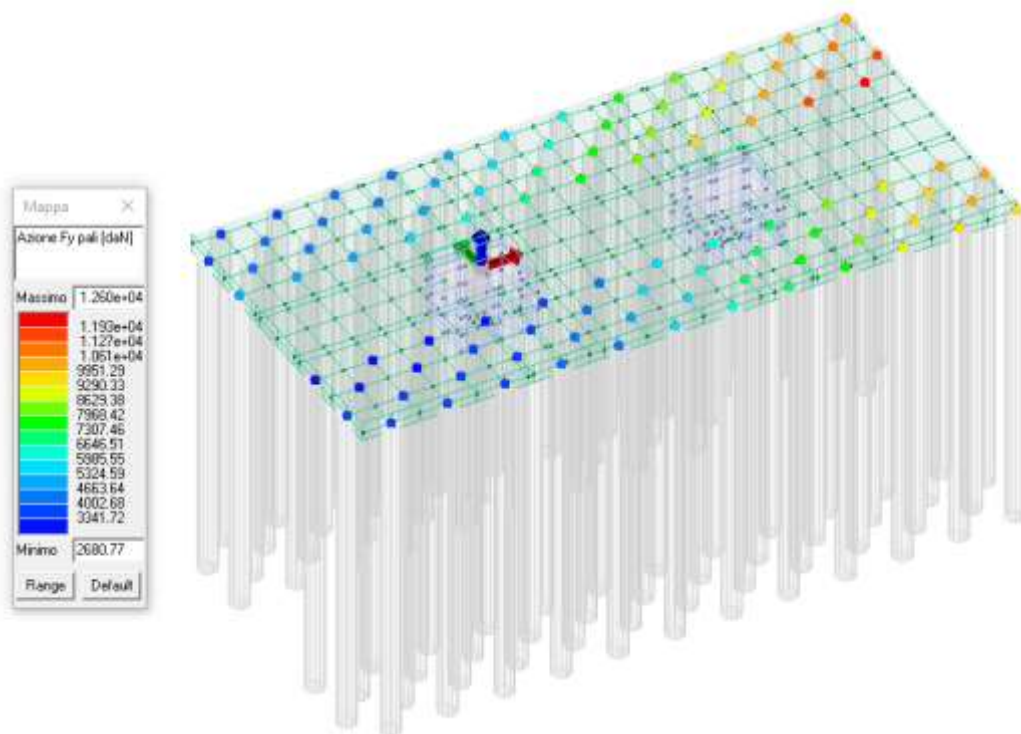
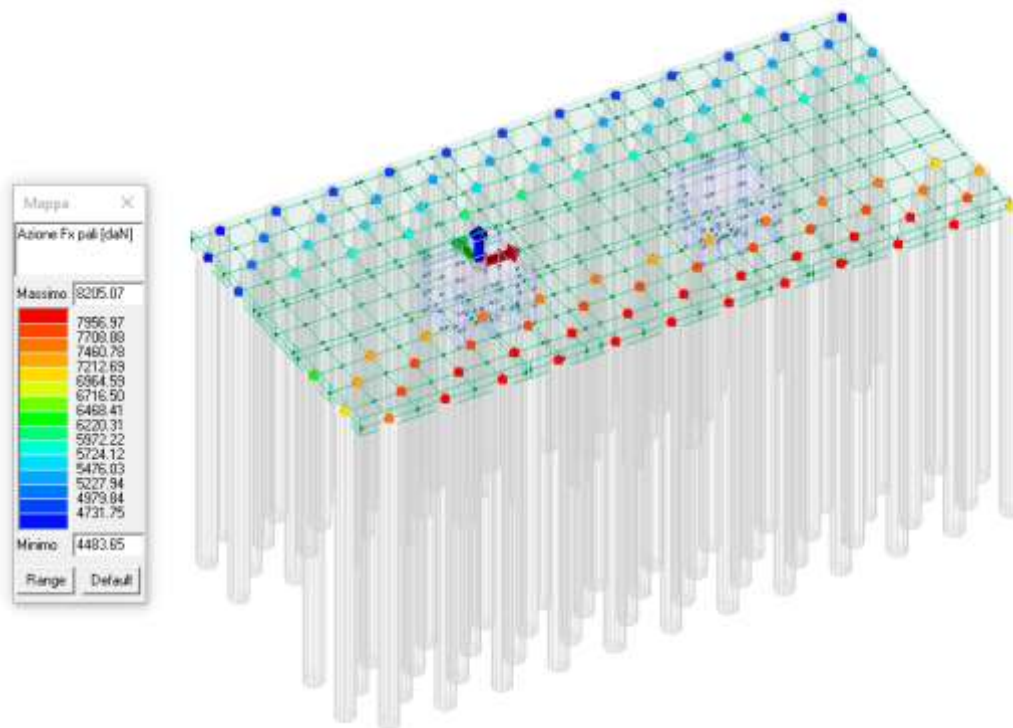
Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.		rev.
	R S P . V D S . S T L		0
	data 02/04/2026		pag. 32di74

Cmb	Tipo	Sigla Id													
Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...	
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	0.0			
2	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.30	1.30	1.50			
3	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0			
4	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	1.50			
5	1.00	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
6	1.00	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
7	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
8	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
9	1.00	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
10	1.00	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
11	1.00	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
12	1.00	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
13	1.00	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
14	1.00	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
15	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
16	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
17	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
18	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
19	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
20	1.00	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
21	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
22	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
23	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
24	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.80			
25	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
26	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
27	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
28	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
29	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.80			
30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	1.00	0.80			
31	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.80			
32	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	1.00	0.80			
33	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
34	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
35	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
36	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	1.00	1.00	0.80			
37	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.80			
38	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	1.00	1.00	0.80			
39	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	1.00	1.00	0.80			
40	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	1.00	1.00	0.80			
41	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	1.00	0.80			
42	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.80			
43	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	1.00	1.00	0.80			
44	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	1.00	1.00	0.80			

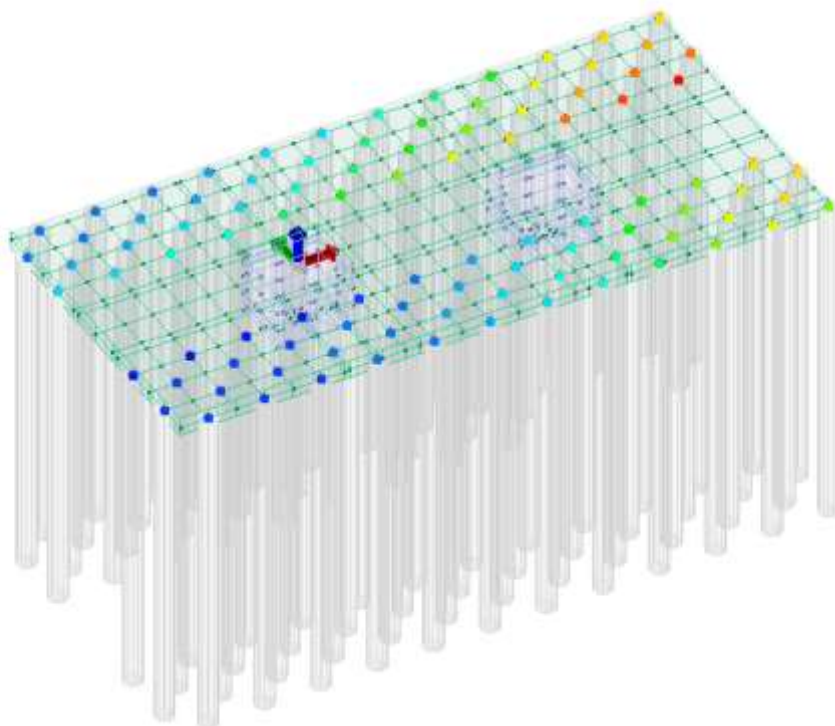
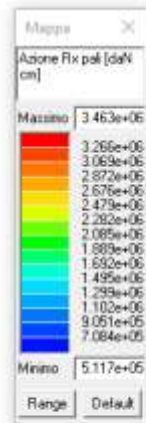
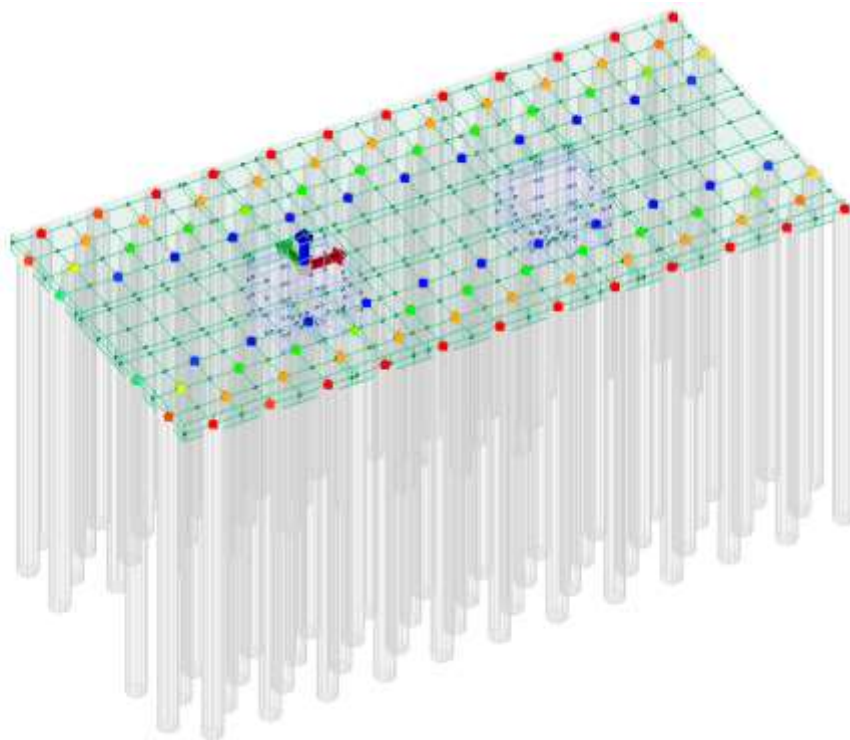
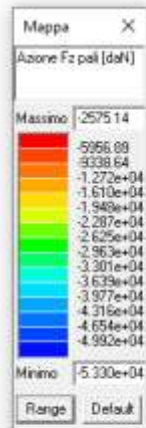
9.3 Verifiche geotecniche

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	33di74

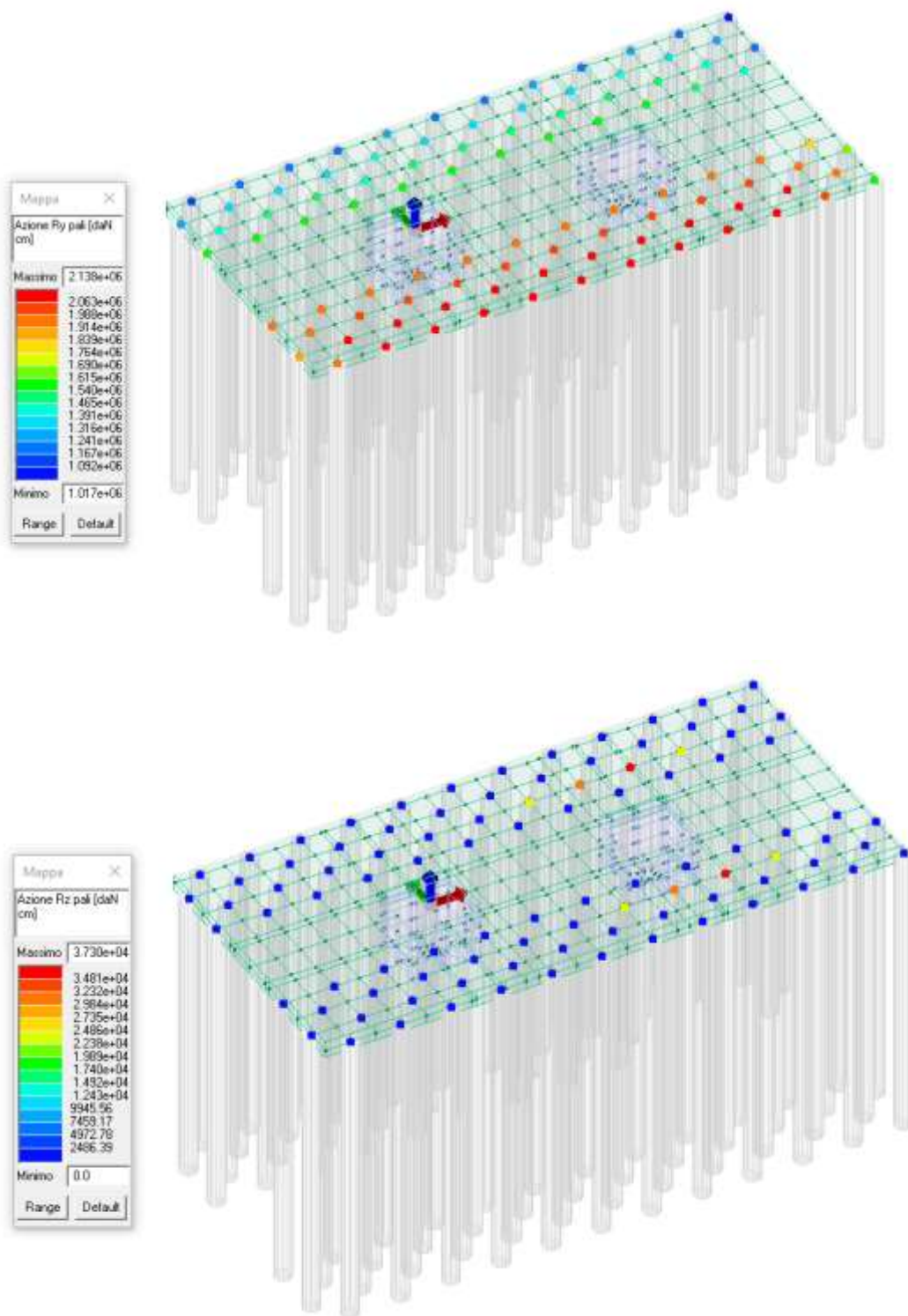
9.3.1 Sollecitazioni agenti sui pali di fondazione



Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	34di74



Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	35di74



9.3.2 Determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde

Per la determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde si fa riferimento a due contributi: la "portanza di punta" e la "portanza per attrito laterale". Queste due componenti in genere sono calcolate in maniera autonoma dato che risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico è assorbita dall'attrito laterale e quanta dalla resistenza alla punta. Nel seguito, ai fini del calcolo della portanza verticale, si assumeranno le seguenti espressioni generali valide per il caso di palo soggetto a

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	36di74

compressione e per il caso di palo soggetto a trazione (nel calcolo della portanza verticale è possibile tenere in conto tutti o solo uno dei contributi su definiti):

$$Q_c = \frac{Q_P}{\eta_P} + \frac{Q_L}{\eta_L} - W_{ATT.NEG.} - W_P \quad (\text{caso di palo in compressione}) \quad Q_T$$

$$= \frac{Q_L}{\eta_L} + W_P \quad (\text{caso di palo in trazione})$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- Q_C resistenza a compressione del palo
- Q_T resistenza a trazione del palo
- Q_P carico limite verticale alla punta del palo
- Q_L carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo
- $W_{ATT.NEG.}$ attrito negativo agente sul palo
- W_P peso totale del palo
- η_{II} coefficiente di sicurezza per carico limite verticale alla punta del palo
- η_I coefficiente di sicurezza per carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

I valori del carico limite verticale alla punta del palo " Q_P " e del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo " Q_L " sono determinati con le note "formule statiche". Queste esprimono i valori di cui sopra in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche geotecniche del terreno in cui è immerso, della modalità esecutiva e dell'interfaccia palo-terreno.

Di seguito si illustrano le metodologie con le quali saranno determinati i valori prima citati; è necessario tenere presente che tali metodi sono riferiti al calcolo del "singolo palo" e per estendere tale modalità computazione al caso di "pali in gruppo" si farà ricorso ai "coefficienti d'efficienza", in questo modo si potrà tenere in debito conto l'interferenza reciproca che i pali esercitano.

9.3.3 Carico limite verticale alla punta del palo

Il valore del carico limite verticale alla punta del palo, indipendentemente dal metodo utilizzato per la sua determinazione, è condizionato dalla modalità esecutiva. Esso varia notevolmente a seconda che il palo sia del tipo "infisso" o "trivellato" poiché le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno circostante il palo variano in seguito alle operazioni d'installazione. Di conseguenza, per tenere conto della modalità esecutiva nel calcolo dei coefficienti di portanza, si propone di modificare il valore dell'angolo di resistenza a taglio secondo quanto suggerito da Kishida (1967):

$$\phi_{cor} = \frac{\phi + 40}{2} \quad (\text{per pali infissi}) \quad \phi_{cor} = \phi - 3^\circ \quad (\text{per pali trivellati})$$

Con la correzione di cui sopra si determineranno i fattori adimensionali di portanza che sono presenti nella relazione per la determinazione del carico limite verticale alla punta che assume la seguente espressione:

$$Q_P = A_P \cdot (q_P \cdot N_q^* + c \cdot N_c^*)$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- A_P superficie portante efficace della punta del palo
- q_P pressione del terreno presente alla punta del palo
- c coesione del terreno alla punta del palo (nel caso di condizione non drenata $c = c_u$)
- N_q^*, N_c^* fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno ϕ_{XOP} del terreno già corretti

In letteratura esistono diverse formulazioni per il calcolo dei fattori adimensionali di portanza, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Vesic per base poggianti su terreni sciolti (1975)

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{3}{3 - \sin(\phi)} \cdot \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \cdot I_{rr}^{\frac{4 \cdot \sin(\phi)}{3 \cdot (1 + \sin(\phi))}} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} - \phi \right) \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon_v \cdot I_r} \quad \varepsilon_v = \frac{q_P \cdot \alpha}{E_t} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}{(1 - \nu)} \quad I_r = \frac{E_t}{2 \cdot (1 + \nu) \cdot (c + q_P \cdot \alpha \cdot \text{tg}(\phi))}$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELEATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	37di74

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = \frac{4}{3} \cdot (\log_n(I_{tr}) + 1) + \frac{\pi}{2} + 1$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- E_t modulo elastico del terreno alla profondità della punta del palo
- ν coefficiente di Poisson del terreno alla profondità della punta del palo
- α coefficiente di riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo

Nel caso in cui si scelga di effettuare la riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo (cioè $\alpha \neq 1$) il coefficiente di riduzione " α " assume la seguente espressione:

$$\alpha = \frac{1 + 2 \cdot K_0}{3} \quad \text{dove: se } \phi \neq 0 \Rightarrow K_0 = 1 - \sin(\phi); \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

Formulazione di Janbu per base poggianti su terreni sciolti (1976)

se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = (\text{tg}(\phi) + \sqrt{1 + \text{tg}^2(\phi)})^2 \cdot e^{2 \cdot \vartheta \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$\vartheta = 60 + 0.45 \cdot Dr \quad \text{dove "Dr" è la densità relativa del terreno.}$$

se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 5.74$$

Formulazione di Terzaghi per base poggianti su roccia (1943)

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice RQD (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di RQD è molto basso la roccia è molto fratturata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.

$$N_q = \frac{e^{2 \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \text{tg}(\phi)}}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow N_c = \frac{3}{2} \cdot \pi + 1$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

Formulazione di Stagg-Zienkiewicz per base poggianti su roccia (1968)

$$N_q = \text{tg}^6\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right) \quad N_c = 5 \cdot \text{tg}^4\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

9.3.4 Carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

Il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo è dato dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali che si sviluppano all'interfaccia palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int_L \tau_{\text{lim}} \cdot d\Gamma = \int_0^L (c_a + \sigma_h \cdot \text{tg}(\delta)) \cdot P_{\text{lat}} \cdot dz$$

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	38di74

- χ_α adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- σ_η tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- δ angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- $\Pi_{\lambda\alpha\tau}$ perimetro della sezione trasversale del palo alla generica profondità "z"
- Λ sviluppo longitudinale del palo

Analogamente al carico limite alla punta, anche il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo varia notevolmente a seconda che esso sia del tipo "infisso" o "trivellato" a causa del diverso comportamento del terreno circostante in palo. Conseguentemente i parametri sopra riportati possono essere correlati da leggi diverse in funzione delle modalità di esecuzione del palo. Di seguito si descrivono quelle che sono state implementate.

L'adesione " c_a " è correlata alla coesione " c " nel caso di condizioni drenate; oppure alla coesione non drenata " c_u " nel caso di condizioni non drenate, per mezzo del coefficiente d'adesione " ψ " secondo la seguente relazione:

$$c_a = c_* \cdot \psi \quad \text{dove: } c_* = c \text{ (in condizione drenata);}$$

$$c_* = c_u \text{ (in condizione non drenata).}$$

Esprimendo il valore di " c " in N/cm², il coefficiente d'adesione " ψ " può assumere i seguenti valori:

Caquot-Kerisel (consigliato per pali trivellati)

$$\psi = \frac{100 + c_*^2}{100 + 7 \cdot c_*^2}$$

Meyerhof-Murdock (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_*$$

$$\text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_*$$

Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 2.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.90$$

$$\text{se } 2.50 < c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.80$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 7.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.60$$

$$\text{se } c_* > 7.50 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

Woodward (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 4.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.90$$

$$\text{se } 4.00 < c_* \leq 8.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.60$$

$$\text{se } 8.00 < c_* \leq 12.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.50$$

$$\text{se } 12.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.30$$

Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 1.00$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 10.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.70$$

$$\text{se } 10.00 < c_* \leq 15.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.50$$

$$\text{se } 15.00 < c_* \leq 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.40$$

$$\text{se } c_* > 20.00 \text{ N/cm}^2 \Rightarrow \psi = 0.30$$

Il valore della tensione orizzontale " σ_η " è correlato al valore della pressione verticale " σ_v " per mezzo del coefficiente di spinta orizzontale " K_s " secondo la seguente relazione:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K_s$$

Il valore di " K_s " dipende essenzialmente dal tipo di terreno e dal suo stato d'addensamento nonché dalla tecnologia utilizzata per l'installazione.

Il programma permette di scegliere tra differenti teorie per il calcolo di K_s .

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 39di74

Opzione 1:

Metodo "Tomlinson (1971)"

K_s può variare da un limite inferiore pari al coefficiente di spinta a riposo " K_0 " fino a valori prossimi al coefficiente di spinta passiva " K_p "; i valori proposti sono:

pali trivellati: $K_s = K_0 = 1 - \sin(\phi)$

pali infissi: K_s = variabile da: $K_p = 1 + \tan^2(\phi)$ in sommità fino a $K_0 = 1 - \sin(\phi)$ alla punta

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio all'interfaccia terreno-palo " δ " è funzione della scabrezza della superficie del palo e quindi della modalità esecutiva; i valori proposti sono:

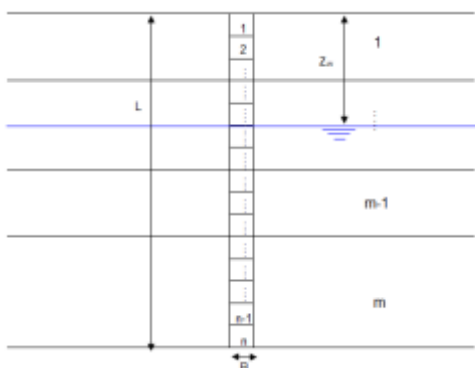
$$\delta = \arctg(\tan(\phi)) \quad (\text{per pali trivellati}) \quad \delta = \arctg\left(\frac{3}{4} \cdot \tan(\phi)\right) \quad (\text{per pali infissi})$$

9.3.5 Determinazione dei cedimenti di fondazioni profonde

Per la determinazione del comportamento del palo singolo sottoposto a carichi applicati alla sommità, si fa riferimento all'approccio semiempirico delle curve di trasferimento (Coyle e Reese (1966)). Il metodo delle curve di trasferimento è basato su dati provenienti da prove di carico su pali strumentati; elaborando tali dati è possibile costruire le curve di trasferimento che legano la tensione tangenziale mobilitata all'interfaccia palo-terreno lungo un concio del palo con lo spostamento relativo.

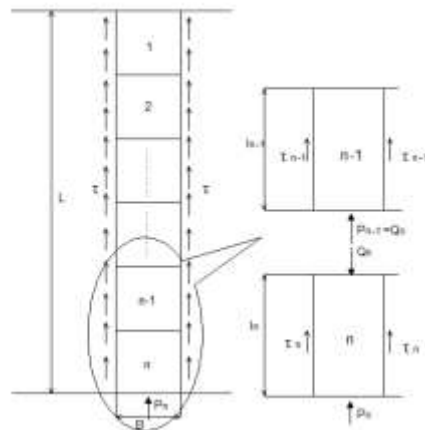
La curva di trasferimento si ottiene con una procedura che prevede i seguenti passi:

1. Suddivisione del palo in n conci



2. Definizione della resistenza limite del palo sulla base delle caratteristiche geometriche e delle caratteristiche del terreno. In presenza di terreno stratificato la resistenza sarà uguale alla sommatoria delle resistenze limite di ogni strato di terreno attraversato dal palo.
3. Si assegna all'estremità inferiore del palo (concio n) un cedimento W_p .
4. Si considera la curva di trasferimento appropriata (carico alla punta-cedimento) in base alla tecnologia costruttiva e al tipo di terreno presente e, noto il cedimento W_p , si ricava il carico alla punta P_n .

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 40di74



- Si ipotizza che il cedimento alla base del concio W_p sia uguale al cedimento W_n che si verifica a metà del concio ($W_p = W_n$).
- Con il valore di W_n si entra nell'appropriata curva di trasferimento (carico laterale-cedimento) e, nota la resistenza tangenziale limite, si ricava la tensione tangenziale mobilitata.
- Il carico Q_n agente sulla sommità del concio n-esimo è dato da:

$$Q_n = P_n + \tau_n \pi B l$$

Dove:

$$l = \frac{L}{n}$$

- Si calcola l'abbassamento elastico in corrispondenza della metà del concio n

$$V_n = \frac{Q_n + P_n}{2} \frac{2l}{\pi B^2 E_p}$$

- Si somma il valore calcolato di V_n con il valore di cedimento W_p ipotizzato inizialmente:

$$W_n' = V_n + W_p$$

- Se il valore W_n' differisce in maniera significativa dal valore di W_n si riparte da passo 3 entrando nella curva di trasferimento con il valore di W_n' .
- Quando si ottiene la giusta convergenza si passa a considerare il concio (n-1) e così via fino ad arrivare alla testa del palo.

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	41di74

Il risultato di questa procedura è una curva carico-cedimento con la quale è possibile ricavare i cedimenti sulla base del carico applicato.

9.3.6 Simbologia adottata nei tabulati di calcolo

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde

- X elem. ascissa nel riferimento globale dell'elemento
- Y elem. ordinata nel riferimento globale dell'elemento
- Profon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lungh. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Altez. altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Rotaz. rotazione dell'elemento rispetto al suo baricentro
- Grup. ap. nel caso cui l'elemento faccia parte di una palificata, rappresenta il numero identificativo della stessa
- Ind. Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Tip. iniez. tipologia d'iniezione dei micropali ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (No iniez. = assenza d'iniezione, Iniez.uni. = iniezione unica, Iniez.rip. = iniezione ripetuta)
- Tip. ter. tipologia di terreno ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (Coes. = coesivo, Inc. = incoerente)
- Dia. P. diametro fusto del palo
- Lun. P. lunghezza totale del palo
- Lun. L. lunghezza tratto del palo senza contributo di terreno
- Dis. P. distanza del baricentro del palo dal bordo del plinto
- In. Px interasse principale del palo
- In. Py interasse secondario del palo
- Dia. B. diametro bulbo del palo
- Lun. B. lunghezza della sbulbatura del palo
- E.C.V. coefficiente d'efficienza per carico limite verticale del singolo palo
- E.C.C. coefficiente d'efficienza per carico critico verticale del singolo palo
- E.C.T. coefficiente d'efficienza per carico limite trasversale del singolo palo
- Svin. testa codice di svincolo alla rotazione in testa al palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Vin. piede codici di vincolo rispettivamente alla rotazione orizzontale, traslazione orizzontale e traslazione verticale applicabili al piede del palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Asc. X' ascissa del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Asc. Y' ordinata del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Peso spec. peso specifico del palo
- Mod. El. Pa. modulo elastico normale del palo

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni profonde

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- S. Normale sollecitazione normale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Tagliante X' sollecitazione tagliante lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	42di74

- S. Tagliante Y' dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
sollecitazione tagliante lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale X' sollecitazione flessionale lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale Y' sollecitazione flessionale lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Torsionale sollecitazione torsionale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)

Valori di calcolo per le fondazioni profonde

- Port. punta carico limite verticale alla punta del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Port. lat. carico limite verticale lungo la superficie laterale del fusto del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Port. bulbo carico limite verticale lungo la superficie laterale del bulbo del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- C. Critico carico critico per l'instabilità del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Attr. Neg. attrito negativo agente sul palo (valore su singolo palo)
- Peso Palo peso totale del singolo palo
- Cmb numero e tipologia della combinazione di carico
- S. Norm. sollecitazione normale agente alla testa del palo in esame
- V. V. Com. resistenza a compressione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- V. V. Tra. resistenza a trazione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Com. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a compressione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a trazione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- S. Tagl. sollecitazione tagliante agente alla testa del palo
- S. Fles. sollecitazione flessionale agente alla testa del palo
- V. V. Trs. resistenza trasversale del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione tagliante agente alla testa del palo e la sua resistenza trasversale (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ced. V. cedimento verticale in corrispondenza della testa del palo
- Ced. H. cedimento orizzontale in corrispondenza della testa del palo

9.3.7 Parametri di calcolo

Modalità di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde:

Per elementi con pali: Portanza di punta e laterale

Metodi di calcolo della portanza di punta per fondazioni profonde:

Per terreni sciolti: Vesic

Riduzione della tensione litostatica: No

Riduzione di Kishida per pali battuti o trivellati: Si

Metodo di calcolo del coefficiente di spinta orizzontale Ks: Tomlinson

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per S.L.E. nel calcolo della portanza per fondazioni profonde:

Coeff. di sicurezza alla punta: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il fusto: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il bulbo: 2,50

Coeff. di sicurezza per palo in trazione: 2,50

Combinazioni di carico:

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 43di74
--	---	-----------------------------

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per S.L.U. nel calcolo della portanza per pali trivellati:

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per Tan ϕ (statico): 1
- Coeff. M1 per c' (statico): 1,00
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1,00
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1,00
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1,00
- Coeff. M1 per Cu sismico): 1,00
- Coeff. R3 base: 1,35
- Coeff. R3 laterale in compressione: 1,15
- Coeff. R3 laterale in trazione: 1,25
- Coeff. R3 trasversale: 1,30

Fattore di correlazione Verticale: 1,70

Fattore di correlazione Trasversale: 1,70

9.3.8 Archivio stratigrafie

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 14

Profondità falda: 100,00 cm

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito Neg.
1	da 0,0 a -100,0 cm	100,0 cm	008 / Limo argilloso	Assente
2	da -100,0 a -200,0 cm	100,0 cm	009 / Argilla molle	Assente
3	da -200,0 a -750,0 cm	550,0 cm	006 / Ghiaia e sabbia compatta	Assente
4	da -750,0 a -850,0 cm	100,0 cm	004 / Sabbia argillosa compatta	Assente
5	da -850,0 a -1450,0 cm	600,0 cm	005 / Ghiaia e sabbia sciolta	Assente
6	da -1450,0 a -1550,0 cm	100,0 cm	007 / Limo	Assente
7	da -1550,0 a -2000,0 cm	450,0 cm	004 / Sabbia argillosa compatta	Assente
8	da -2000,0 a -2400,0 cm	400,0 cm	010 / Argilla media	Assente
9	da -2400,0 a -2500,0 cm	100,0 cm	001 / Sabbia sciolta	Assente
10	da -2500,0 a -2600,0 cm	100,0 cm	011 / Argilla dura	Assente
11	da -2600,0 a -2900,0 cm	300,0 cm	012 / Argilla marnosa	Assente
12	da -2900,0 a -3000,0 cm	100,0 cm	002 / Sabbia compatta	Assente
13	da -3000,0 a -3500,0 cm	500,0 cm	012 / Argilla marnosa	Assente
14	da -3500,0 a -3600,0 cm	100,0 cm	003 / Sabbia limosa compatta	Assente

9.3.9 Archivio terreni

Indice / Descrizione terreno: **008 / Limo argilloso**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Cu	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00180	0.00200	0.470	16.703	32.200	10.0	0.385	0.50

Indice / Descrizione terreno: **009 / Argilla molle**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Cu	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00130	0.00190	0.140	100.000	4.800	21.0	0.500	0.75

Indice / Descrizione terreno: **006 / Ghiaia e sabbia compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00200	0.00210	33.000	0.000	214.515	281.600	66.0	0.313	1.00

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	44di74

Indice / Descrizione terreno: **004 / Sabbia argillosa compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00190	0.00200	28.000	0.000	94.831	153.700	28.0	0.347	0.90

Indice / Descrizione terreno: **005 / Ghiaia e sabbia sciolta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00200	0.00210	30.000	0.000	133.333	237.000	41.0	0.333	1.00

Indice / Descrizione terreno: **007 / Limo**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00180	0.00190	0.000	0.560	0.898	43.300	30.0	0.500	1.00

Indice / Descrizione terreno: **010 / Argilla media**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Cu	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00180	0.00200	0.580	150.000	46.400	34.0	0.500	0.50

Indice / Descrizione terreno: **001 / Sabbia sciolta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00190	0.00190	24.000	0.000	55.929	139.200	20.0	0.372	1.00

Indice / Descrizione terreno: **011 / Argilla dura**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Cu	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00175	0.00210	0.310	200.000	37.700	40.0	0.500	0.45

Indice / Descrizione terreno: **012 / Argilla marnosa**

Comportamento del terreno: condizione non drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Cu	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00180	0.00200	0.760	250.000	53.700	35.0	0.500	0.40

Indice / Descrizione terreno: **002 / Sabbia compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00190	0.00200	25.000	0.000	115.463	192.100	20.0	0.366	1.00

Indice / Descrizione terreno: **003 / Sabbia limosa compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cmc	daN/cmc	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
0.00200	0.00200	26.000	0.000	89.404	260.200	23.0	0.360	0.95

9.3.10 Valori di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde

Elemento: 2 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26440.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26440.0	4.3	899.5	369200.0	283.0	342.8

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 45di74
--	---	-----------------------------

Elemento: 3 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26440.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26440.0	4.3	-899.5	-369200.0	283.0	-342.8

Elemento: 4 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-36980.0	-174096.9	0.212	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-36980.0	-3759.4	-10580.0	-2586000.0	1061000.0	0.0

Elemento: 5 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
008 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-17660.0	-174096.9	0.101	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
008 SLV A1 Sism	-17660.0	-7461.6	1732.1	402000.0	1869000.0	0.0

Elemento: 12 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13320.0	-174096.9	0.077	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13320.0	11.9	464.2	192500.0	-2273.1	0.0

Elemento: 15 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
013 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-17660.0	-174096.9	0.101	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
013 SLV A1 Sism	-17660.0	-7461.6	-1732.1	-402000.0	1869000.0	0.0

Elemento: 17 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 46di74
--	---	-----------------------------

002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52760.0	-174096.9	0.303	Ok
-------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52760.0	19.8	1644.6	672300.0	-5696.4	0.0

Elemento: 18 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13260.0	-174096.9	0.076	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13260.0	14.6	-453.9	-188500.0	-3791.8	0.0

Elemento: 19 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13260.0	-174096.9	0.076	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13260.0	14.6	453.9	188500.0	-3791.8	0.0

Elemento: 20 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52760.0	-174096.9	0.303	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52760.0	19.8	-1644.6	-672300.0	-5696.4	0.0

Elemento: 21 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26180.0	-174096.9	0.150	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26180.0	26.5	897.7	368800.0	-8005.4	0.0

Elemento: 22 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26730.0	-174096.9	0.154	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26730.0	30.2	914.8	375500.0	-9756.6	-175.8

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 47di74

Elemento: 23 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26730.0	-174096.9	0.154	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26730.0	30.2	-914.8	-375500.0	-9756.6	175.8

Elemento: 30 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26180.0	-174096.9	0.150	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26180.0	26.5	-897.7	-368800.0	-8005.4	0.0

Elemento: 35 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-53220.0	-174096.9	0.306	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-53220.0	-19.1	1639.8	669100.0	10560.0	0.0

Elemento: 36 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13490.0	-174096.9	0.077	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13490.0	19.9	-469.3	-194200.0	-5518.5	0.0

Elemento: 37 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13490.0	-174096.9	0.077	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13490.0	19.9	469.3	194200.0	-5518.5	0.0

Elemento: 38 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 48di74

002 SLU STR	1	0.000	0.000	-53220.0	-174096.9	0.306	Ok
-------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-53220.0	-19.1	-1639.8	-669100.0	10560.0	0.0

Elemento: 40 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26500.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26500.0	11.7	909.1	372000.0	-2111.7	-132.8

Elemento: 41 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26500.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26500.0	11.7	-909.1	-372000.0	-2111.7	132.8

Elemento: 42 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-23640.0	-174096.9	0.136	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-23640.0	738.4	-10350.0	-2568000.0	-186600.0	0.0

Elemento: 53 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-51850.0	-174096.9	0.298	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-51850.0	0.8	1547.4	630300.0	2225.2	0.0

Elemento: 54 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13390.0	-174096.9	0.077	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13390.0	17.3	-470.9	-194000.0	-4490.0	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	49di74

Elemento: 55 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13390.0	-174096.9	0.077	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13390.0	17.3	470.9	194000.0	-4490.0	0.0

Elemento: 56 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-51850.0	-174096.9	0.298	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-51850.0	0.8	-1547.4	-630300.0	2225.2	0.0

Elemento: 57 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-53010.0	-174096.9	0.304	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-53010.0	18.6	-1650.5	-674500.0	-5235.6	0.0

Elemento: 58 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26380.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26380.0	18.7	898.4	367400.0	-5188.7	0.0

Elemento: 59 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26380.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26380.0	18.7	-898.4	-367400.0	-5188.7	0.0

Elemento: 60 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 50di74

002 SLU STR	1	0.000	0.000	-48770.0	-174096.9	0.280	Ok
-------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-48770.0	76.0	1572.6	639600.0	-28360.0	0.0

Elemento: 61 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
012 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-12040.0	-174096.9	0.069	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
012 SLV A1 Sism	-12040.0	5178.3	-6383.4	-1663000.0	-1337000.0	0.0

Elemento: 69 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
005 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-12040.0	-174096.9	0.069	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
005 SLV A1 Sism	-12040.0	5178.3	6383.4	1663000.0	-1337000.0	0.0

Elemento: 70 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-49730.0	-174096.9	0.286	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	-49730.0	3120.3	10180.0	2481000.0	-792100.0	0.0

Elemento: 71 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52390.0	-174096.9	0.301	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52390.0	59.9	1583.2	645300.0	-22020.0	0.0

Elemento: 72 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13310.0	-174096.9	0.076	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13310.0	13.4	-469.2	-193700.0	-3084.0	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 51di74

Elemento: 73 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13310.0	-174096.9	0.076	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13310.0	13.4	469.2	193700.0	-3084.0	0.0

Elemento: 74 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52390.0	-174096.9	0.301	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52390.0	59.9	-1583.2	-645300.0	-22020.0	0.0

Elemento: 76 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26610.0	-174096.9	0.153	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26610.0	11.5	919.3	376800.0	-2332.0	0.0

Elemento: 77 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26610.0	-174096.9	0.153	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26610.0	11.5	-919.3	-376800.0	-2332.0	0.0

Elemento: 78 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
012 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-30400.0	-174096.9	0.175	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
012 SLV A1 Sism	-30400.0	7305.9	-5725.0	-1338000.0	-1847000.0	0.0

Elemento: 79 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 52di74

005 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-30400.0	-174096.9	0.175	Ok
-----------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
005 SLV A1 Sism	-30400.0	7305.9	5725.0	1338000.0	-1847000.0	0.0

Elemento: 89 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-53010.0	-174096.9	0.304	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-53010.0	18.6	1650.5	674500.0	-5235.6	0.0

Elemento: 90 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13320.0	-174096.9	0.077	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13320.0	11.9	-464.2	-192500.0	-2273.1	0.0

Elemento: 97 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-53300.0	-174096.9	0.306	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-53300.0	18.6	-1661.8	-678800.0	-4615.9	0.0

Elemento: 102 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-53300.0	-174096.9	0.306	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-53300.0	18.6	1661.8	678800.0	-4615.9	0.0

Elemento: 103 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13280.0	-174096.9	0.076	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13280.0	33.8	-454.2	-188300.0	-10580.0	0.0

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	53di74

Elemento: 104 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13280.0	-174096.9	0.076	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13280.0	33.8	454.2	188300.0	-10580.0	0.0

Elemento: 106 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26920.0	-174096.9	0.155	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26920.0	35.1	921.3	377300.0	-11120.0	0.0

Elemento: 107 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26920.0	-174096.9	0.155	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26920.0	35.1	-921.3	-377300.0	-11120.0	0.0

Elemento: 113 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52140.0	-174096.9	0.299	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52140.0	-50.8	-1534.7	-625200.0	23420.0	0.0

Elemento: 118 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52140.0	-174096.9	0.299	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52140.0	-50.8	1534.7	625200.0	23420.0	0.0

Elemento: 119 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 54di74
--	---	-----------------------------

002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13990.0	-174096.9	0.080	Ok
-------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13990.0	39.5	-465.6	-191800.0	-12600.0	0.0

Elemento: 120 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13990.0	-174096.9	0.080	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13990.0	39.5	465.6	191800.0	-12600.0	0.0

Elemento: 122 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26470.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26470.0	-22.8	852.6	348100.0	12340.0	0.0

Elemento: 123 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26470.0	-174096.9	0.152	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26470.0	-22.8	-852.6	-348100.0	12340.0	0.0

Elemento: 133 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52940.0	-174096.9	0.304	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52940.0	62.0	1608.9	656300.0	-23110.0	0.0

Elemento: 134 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13590.0	-174096.9	0.078	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13590.0	-0.9	-468.6	-193600.0	2079.9	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELEATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 55di74

Elemento: 135 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13590.0	-174096.9	0.078	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13590.0	-0.9	468.6	193600.0	2079.9	0.0

Elemento: 136 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-52940.0	-174096.9	0.304	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-52940.0	62.0	-1608.9	-656300.0	-23110.0	0.0

Elemento: 137 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26580.0	-174096.9	0.153	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26580.0	24.7	892.5	364900.0	-8075.4	179.7

Elemento: 138 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-26580.0	-174096.9	0.153	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-26580.0	24.7	-892.5	-364900.0	-8075.4	-179.7

Elemento: 149 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-50920.0	-174096.9	0.292	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-50920.0	62.0	1504.5	612500.0	-22740.0	0.0

Elemento: 150 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 56di74
--	---	-----------------------------

002 SLU STR	1	0.000	0.000	-13660.0	-174096.9	0.078	Ok
-------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-13660.0	20.3	-458.1	-188200.0	-6664.2	0.0

Elemento: 151 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
018 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-13990.0	-174096.9	0.080	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
018 SLV A1 Sism	-13990.0	-3878.2	8646.8	2240000.0	1016000.0	0.0

Elemento: 152 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-50920.0	-174096.9	0.292	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-50920.0	62.0	-1504.5	-612500.0	-22740.0	0.0

Elemento: 153 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-25520.0	-174096.9	0.147	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-25520.0	64.4	863.1	352000.0	-24110.0	0.0

Elemento: 154 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-25520.0	-174096.9	0.147	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-25520.0	64.4	-863.1	-352000.0	-24110.0	0.0

Elemento: 155 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
008 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	11270.0	118976.4	0.095	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
008 SLV A1 Sism	11270.0	-4283.6	-7055.0	-1873000.0	1017000.0	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 57di74

Elemento: 156 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	14970.0	118976.4	0.126	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	14970.0	4721.4	9536.4	2296000.0	-1215000.0	0.0

Elemento: 251 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
021 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-22190.0	-174096.9	0.127	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
021 SLV A1 Sism	-22190.0	4715.8	9590.1	2402000.0	-1217000.0	0.0

Elemento: 270 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
021 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-19690.0	-174096.9	0.113	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
021 SLV A1 Sism	-19690.0	4740.0	8708.4	2185000.0	-1224000.0	0.0

Elemento: 273 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-20880.0	-174096.9	0.120	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	-20880.0	-865.4	9210.8	2312000.0	230300.0	0.0

Elemento: 280 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-36980.0	-174096.9	0.212	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-36980.0	-3759.4	10580.0	2586000.0	1061000.0	0.0

Elemento: 324 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 58di74
--	---	-----------------------------

002 SLU STR	1	0.000	0.000	-48010.0	-174096.9	0.276	Ok
-------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-48010.0	-161.2	-1405.6	-571900.0	68120.0	0.0

Elemento: 329 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
002 SLU STR	1	0.000	0.000	-48010.0	-174096.9	0.276	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
002 SLU STR	-48010.0	-161.2	1405.6	571900.0	68120.0	0.0

Elemento: 330 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-13730.0	-174096.9	0.079	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-13730.0	267.1	-10530.0	-2710000.0	-67080.0	0.0

Elemento: 331 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-13730.0	-174096.9	0.079	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-13730.0	267.1	10530.0	2710000.0	-67080.0	0.0

Elemento: 436 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
018 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	11770.0	118976.4	0.099	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
018 SLV A1 Sism	11770.0	22.6	8029.4	1855000.0	28670.0	0.0

Elemento: 439 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-22830.0	-174096.9	0.131	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	-22830.0	-803.2	10050.0	2508000.0	207500.0	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 59di74

Elemento: 440 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-21640.0	-174096.9	0.124	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-21640.0	-3807.9	-10440.0	-2603000.0	1006000.0	0.0

Elemento: 443 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-21640.0	-174096.9	0.124	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-21640.0	-3807.9	10440.0	2603000.0	1006000.0	0.0

Elemento: 445 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-18530.0	-174096.9	0.106	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	-18530.0	-869.8	8197.8	2045000.0	230700.0	0.0

Elemento: 454 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	11000.0	118976.4	0.092	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	11000.0	4774.8	7700.9	1837000.0	-1230000.0	0.0

Elemento: 457 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-17580.0	-174096.9	0.101	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-17580.0	812.4	7742.7	1932000.0	-212400.0	0.0

Elemento: 458 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 60di74

017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	9389.4	118976.4	0.079	Ok
-----------------	---	-------	-------	--------	----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	9389.4	4796.6	6849.7	1631000.0	-1237000.0	0.0

Elemento: 459 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-17020.0	-174096.9	0.098	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	-17020.0	-852.2	7368.2	1847000.0	223900.0	0.0

Elemento: 460 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-17580.0	-174096.9	0.101	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-17580.0	812.4	-7742.7	-1932000.0	-212400.0	0.0

Elemento: 463 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
022 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-14100.0	-174096.9	0.081	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
022 SLV A1 Sism	-14100.0	4177.1	-5817.9	-1477000.0	-1076000.0	0.0

Elemento: 467 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-14900.0	-174096.9	0.086	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-14900.0	811.6	-6261.5	-1585000.0	-213900.0	0.0

Elemento: 468 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-15580.0	-174096.9	0.089	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	-15580.0	-843.4	6627.5	1677000.0	221400.0	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L data 02/04/2026	rev. 0 pag. 61di74
--	---	-----------------------------

Elemento: 472 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-16240.0	-174096.9	0.093	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-16240.0	819.3	-6981.6	-1755000.0	-216000.0	0.0

Elemento: 475 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-14900.0	-174096.9	0.086	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-14900.0	811.6	6261.5	1585000.0	-213900.0	0.0

Elemento: 478 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-19640.0	-174096.9	0.113	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-19640.0	826.8	-8710.3	-2186000.0	-218700.0	0.0

Elemento: 482 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
024 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-21970.0	-174096.9	0.126	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
024 SLV A1 Sism	-21970.0	821.5	-9592.1	-2402000.0	-218400.0	0.0

Elemento: 483 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-16240.0	-174096.9	0.093	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-16240.0	819.3	6981.6	1755000.0	-216000.0	0.0

Elemento: 485 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	62di74

019 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	-23640.0	-174096.9	0.136	Ok
-----------------	---	-------	-------	----------	-----------	-------	----

Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
019 SLV A1 Sism	-23640.0	738.4	10350.0	2568000.0	-186600.0	0.0

Elemento: 486 - Palo singolo

$N_q = 17.538$, $\sigma_{punta} = 1.975$, $\phi = 25.0$, $N_c = 35.465$, $c_{punta} = 0.000$

Port. lat. = 177721.2 daN, Port. punta = 272035.2 daN, P.P.Palo = 35342.9 daN

Cmb.	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
Num. e tipo	n.	cm	cm	daN	daN	Ok < 1	
017 SLV A1 Sism	1	0.000	0.000	12880.0	118976.4	0.108	Ok

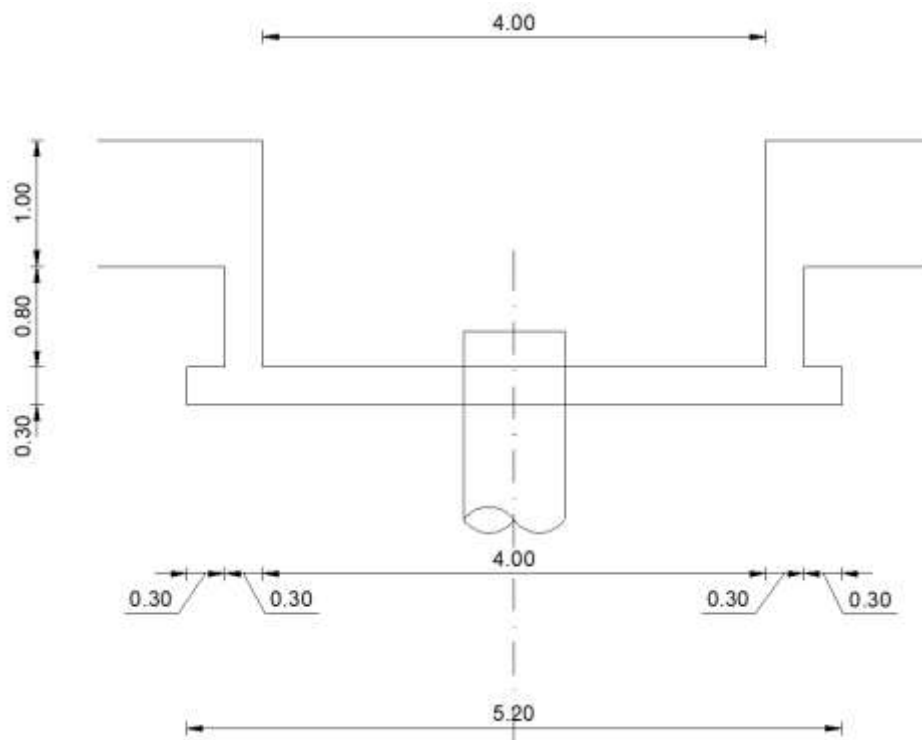
Sollecitazioni:

Cmb	N	Tx	Ty	Mx	My	Mz
Num. e tipo	daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
017 SLV A1 Sism	12880.0	4772.1	8678.2	2091000.0	-1232000.0	0.0

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	63di74

10 CANTINA

La cantina presenta una struttura in conglomerato cementizio armato gettato in opera, avente le seguenti caratteristiche dimensionali:



Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 64di74

10.2 Analisi dei carichi

10.2.1 Peso proprio G_{k1}

Il peso proprio della struttura è calcolato in automatico dal codice di calcolo

10.2.2 Spinta in condizioni statiche G_{k3}

Si assume che la tipologia dell'opera sia tale da non consentire deformazioni tali da instaurare un regime di spinte attive e pertanto verranno considerate solamente spinte "a riposo" del terreno, da calcolarsi come segue (con ovvio significato dei simboli):

$$g_{k3} = k_0 \cdot \gamma'_t \cdot H_{muro} + \gamma_w \cdot H_w$$

Il coefficiente di spinta a riposo (k_0) viene valutato ricorrendo sulla teoria di Coulomb e riferita a superfici di rottura piane. In questo caso l'approssimazione (rispetto a quanto si sarebbe ottenuto considerando superfici di rottura di geometria complessa) risulta molto contenuta e a favore di sicurezza.

$$k_0 = 1 - \sin(\varphi)$$

Approccio 2 (A1+M1+R3) cmb SLU STR

M1=1.00

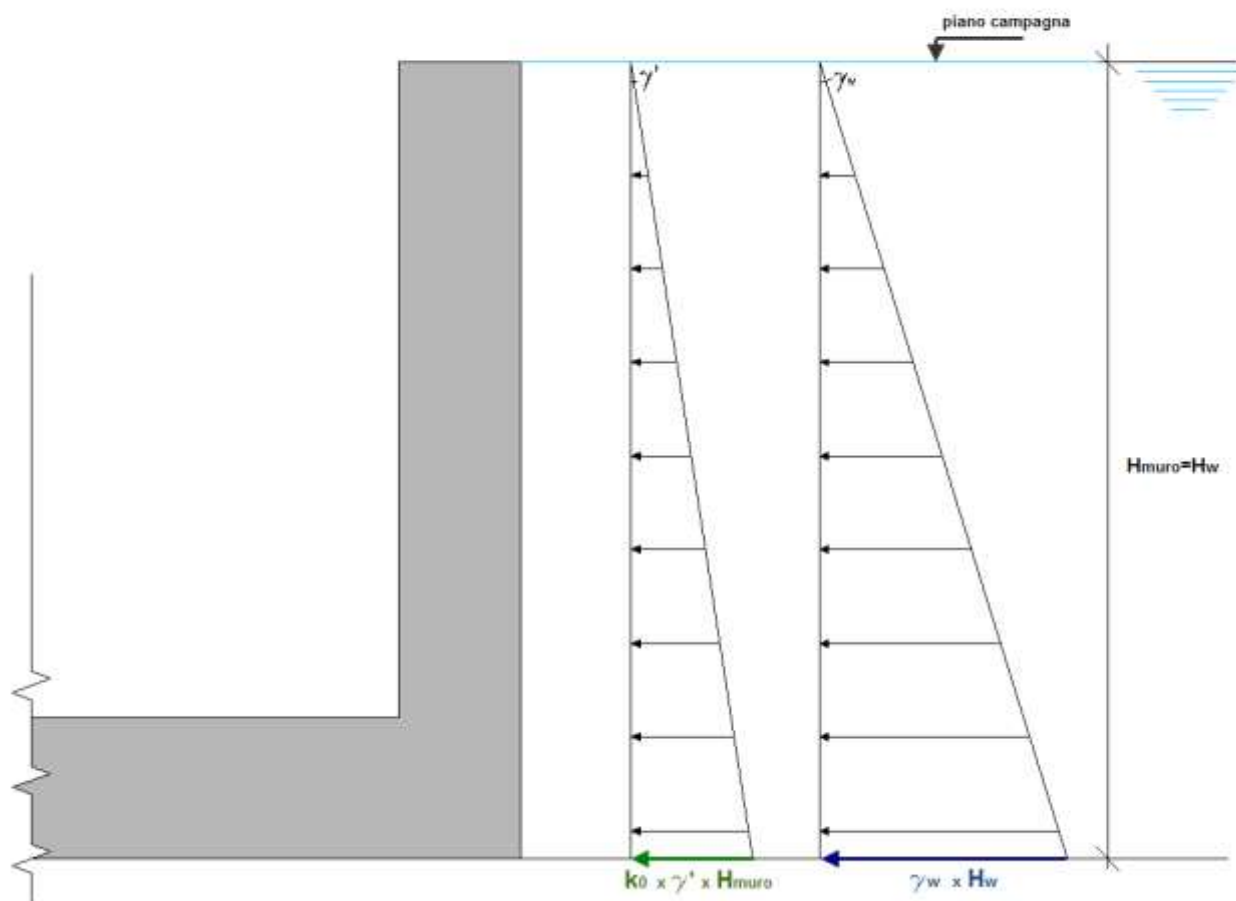
φ = angolo d'attrito del terreno laterali di riempimento = 25°

da cui si ricavano i valori della spinta in corrispondenza della sommità e alla base:

$$g_{k3somm} = 0 \text{ kPa}$$

$$g_{k3base} = 0.577 \cdot 20 \cdot 2.1 = 27.70 \text{ kPa}$$

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 65di74



10.2.3 Spinta in condizioni sismiche E_{st}

In accordo con le NTC2008 (cfr. par. 7.11.6.2.1) l'analisi della sicurezza in condizioni sismiche viene eseguita mediante il metodo pseudostatico.

L'analisi pseudostatica si effettua mediante i metodi dell'equilibrio limite. Il modello di calcolo comprende l'opera di sostegno, il cuneo di terreno a tergo dell'opera, che si suppone in stato di equilibrio limite attivo, e gli eventuali sovraccarichi agenti sul cuneo suddetto (in questo caso trascurabili).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

10.2.3.1 FORZE INERZIALI (E_{sh})

Sono calcolate in automatico dal programma di calcolo utilizzato

10.2.3.2 SPINTA DEL TERRENO (E_{st})

La quota parte della spinta sismica viene valutata, poiché ci troviamo in una situazione di spostamenti impediti ovvero deformazioni molto contenute tali da potere assumere che il terreno si trovi in fase elastica sia in condizioni statiche che durante il sisma, con la teoria di Wood (1973):

$$\Delta P_d = \frac{a_g}{g} \cdot \gamma \cdot S \cdot (H_s + H_r) \cdot H_s = a_{\max} \cdot \gamma \cdot (H_s + H_r) \cdot H_s$$

dove

H_s = altezza cantina=2.40m

Oggetto	cod.	rev.
RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE	R S P . V D S . S T L	0
PROGETTO GEOTERMICO OSTELEATO	data	pag.
via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	02/04/2026	66di74

Hr=altezza ricoprimento=0.00m

Il punto di applicazione dell'azione si trova a metà altezza del muro, il che equivale ad applicare una pressione uniforme pari a:

$$E_{st} = a_{\max} \cdot \gamma \cdot (H_s + H_r)$$

In corrispondenza della sommità e del piede scatolare la spinta sismica, riferita ad elementi di larghezza unitaria, vale quindi:

E_{st} = 5.54 kPa

10.3 Casi di carico

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:0.80 per 10 CDC=Qk (variabile generico)
			partecipazione:1.00 per 11 CDC=G1k (SPINTA TERRENO)
			partecipazione:1.00 per 12 CDC=G1k (SPINTA IDROSTATICA)
3	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
4	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
5	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
6	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Qk	CDC=Qk (variabile generico)	Nodo: 3 Azione : Re=Rf-CN:Fz=-5.400e+04
			Nodo: 6 Azione : Re=Rf-CN:Fz=-5.400e+04
			Nodo:da 13 a 14 Azione : Rc=Rd-CN:Fz=-2.500e+04
			Nodo: 18 Azione : Rc=Rd-CN:Fz=-2.500e+04
			Nodo: 19 Azione : Ra=Rb-CN:Fz=-7.920e+04

10.4 Combinazioni

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 67di74

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

10.5 Verifiche geotecniche

10.5.1 Calcolo della portata limite

Il CARICO LIMITE allo SLV calcolata con l'approccio 2 è risultata pari a circa 100 kPa (TERZAGHI).

Le espressioni per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo il terreno sia puramente coesivo ($\phi=0$) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

in cui d_c , d_q , d_γ , sono i fattori di profondità; s_c , s_q , s_γ , sono i fattori di forma; i_c , i_q , i_γ , sono i fattori di inclinazione del carico; b_c , b_q , b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa; g_c , g_q , g_γ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c , N_q , N_γ sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \phi$$

10.5.2 Verifica in condizioni statiche

Le verifiche vengono svolte seguendo l'Approccio 2 (A1+M1+R3) come indicato nel par. 6.4.2.1 delle NTC2018, dove:

A1: coefficienti parziali per le azioni (combinazione SLU STR)

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 68di74

M1: coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno ($\gamma_\phi = 1$; $\gamma_c = 1$; $\gamma_{cu} = 1$; $\gamma_\gamma = 1$)

R3: coefficiente parziale capacità portante ($\gamma_R = 1.40$)

La sollecitazione massima vale 71.92kN/m2, pertanto la verifica è soddisfatta.

10.6 Verifiche STRUTTURALI

10.6.1 Verifiche di resistenza

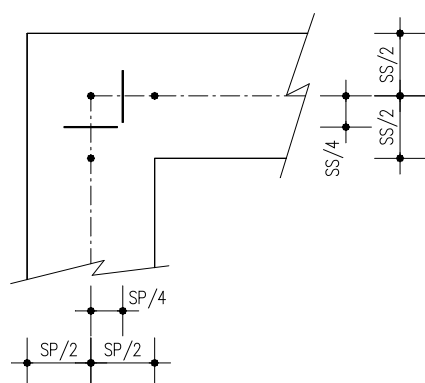
Il dimensionamento e la verifica delle strutture viene condotto con riferimento al criterio degli stati limite considerando le caratteristiche di resistenza dei materiali di norma secondo le classi definite negli elaborati grafici di progetto.

Nel caso delle analisi statiche gli effetti delle azioni (calcolate con riferimento ai parametri caratteristici ed a coefficienti parziali unitari sui carichi) vengono moltiplicati per un coefficiente amplificativo pari a 1.4.

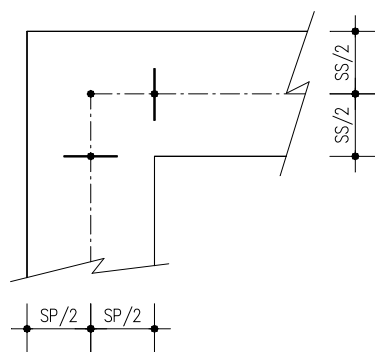
Le verifiche a flessione nelle sezioni di incastro piedritto-soletta vengono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a taglio vengono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



VERIFICA A FLESSIONE



VERIFICA A TAGLIO

10.6.2 Verifica a taglio

Gli elementi bidimensionali (platee, solette e pareti) sono privi di specifica armatura a taglio. Si procede pertanto come previsto al par. 4.1.2.1.3.1 delle NTC2008 per cui la resistenza a taglio di progetto per tali elementi è data da:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

10.6.3 Copriferro

Si adotta un copriferro minimo netto di 4cm.

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	69di74

10.7 Verifica piedritti

- [-] Stato di progetto e verifica
 - [-] Stato parete N-M :OK (verifica)
 - [-] Stato parete V :OK (verifica)
 - [-] Stato sezione :OK (verifica)
 - [-] Stato sezione V :OK (verifica)
- [-] Armatura verticale
 - [-] Af: num. 44 d12/zona, 1+1d16/20.00 (ro cnf = 1.00, ro std = 0.50)
- [-] Verifica 7.4.4.5 per compressione
 - [-] Ver. N : 1.360e-02 in cmb: 30 per N = -1.903e+04 (N add = 0.0)
- [-] Verifica 7.4.4.5 per pressoflessione
 - [-] Ver. N/M : 1.393e-02 in cmb: 34 per N = -1.902e+04 M = 2.583e+06 (N add = 0.0)
- [-] Armatura orizzontale
 - [-] Af: 1+1d10/15.71 (ro = 0.25; Af/m = 0.0 da calcolo)
- [-] Verifica 7.4.4.5 per taglio (compressione)
 - [-] Ver. V1 : 0.11 in cmb: 20 per V = 2.968e+04 N = -1.337e+04 M = 1.376e+06 (N add = 0.0)
 - [-] Vrcd = 2.794e+05 Vrsd = 2.968e+04 ctgT = 1.00
- [-] Verifica 7.4.4.5 per taglio (trazione)
 - [-] Ver. V2 : 0.0 in cmb: 0 per V = 0.0 N = 0.0 M = 0.0 (N add = 0.0)
 - [-] Vrcd = 0.0 Vrsd = 0.0 ctgT = 0.0
- [-] Verifica 7.4.4.5 per taglio (scorrimento)
 - [-] Ver. V3 : 0.12 in cmb: 20 per V = 2.968e+04 N = -1.337e+04 M = 1.376e+06 (N add = 0.0)
 - [-] Vdd = 1.661e+05 Vid = 1.484e+04 Vfd = 6.134e+04

10.8 Verifica platea di fondazione

- [-] Stato di progetto e verifica
 - [-] Stato D3 :OK (verifica)
 - [-] Stato D3 V :OK (verifica)
 - [-] Stato nodo :OK (verifica)
 - [-] Stato nodo V :OK (armatura non richiesta)
- [-] Armatura longitudinale
 - [-] Af princ. 3+ = 10.05 (d16/20 + d 0/0)
 - [-] Af princ. 3- = 10.05 (d16/20 + d 0/0)
 - [-] Af sec. 3+ = 10.05 (d16/20 + d 0/0)
 - [-] Af sec. 3- = 10.05 (d16/20 + d 0/0)
- [-] Tensioni normali (verifica s.l.u.)
 - [-] Verifica: 0.11 in cmb: 2
 - [-] Verifica (compress.): 8.143e-04 in cmb: 35
 - [-] Rapporto x/d = 7.792e-02 (rottura lato acciaio < 0.26)
- [-] Tensioni tangenziali (verifica s.l.u.)
 - [-] Max tau3 : 23.56 in cmb: 2
 - [-] Ver. princ: 0.0 in cmb: 0 V=0.0 Av pr=0.0
 - [-] Ver. sec : 0.0 in cmb: 0 V=0.0 Av sec=0.0
 - [-] Check punz: 0.0 in cmb: 0 N=0.0
- [-] Stati limite di esercizio (verifica s.l.e.)
 - [-] Tens cls: 3.654e-02 4.248e-02 (valori normalizzati per rare/perm.)
 - [-] Tens acc.: 0.12 (valore normalizzato per rare)
 - [-] Fess. wk [mm] : 0.0 0.0 0.0 (rare/freq./perm.)

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod. R S P . V D S . S T L	rev. 0
	data 02/04/2026	pag. 70di74

11 VERIFICA GALLEGGIAMENTO VASCA IMHOFF

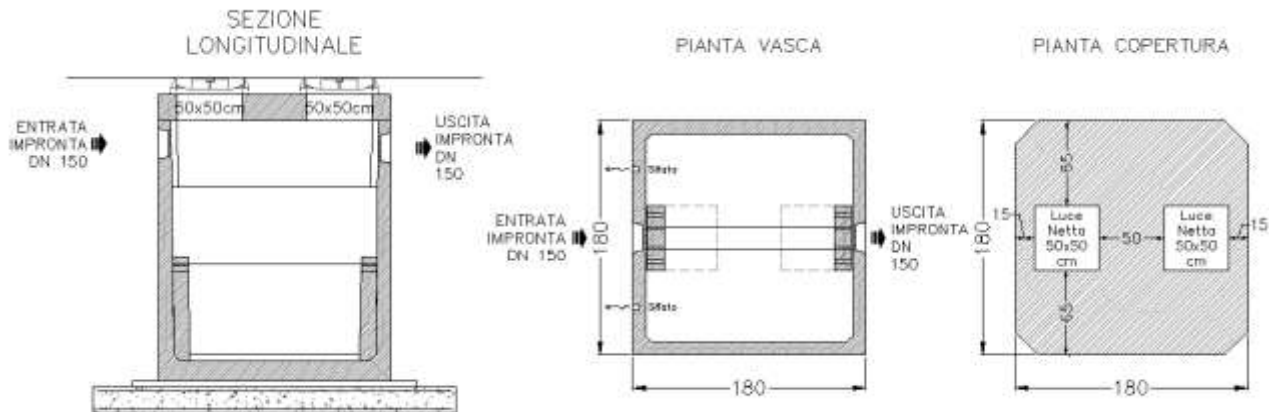


Figura 11-1– caratteristiche geometriche fornite dal produttore

11.1 Analisi dei carichi

11.1.1 Carichi permanenti e pesi propri: G_{k1}

Peso proprio calcestruzzo	2500 daN/mc
Peso proprio acciaio	7850 daN/mc

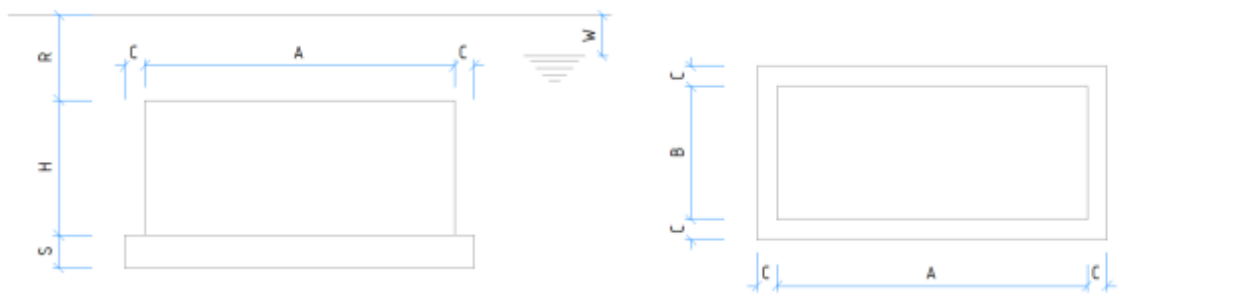
11.1.2 Peso vasca: G_{k2}

DESCRIZIONI TECNICHE							PESO			
DIMENSIONAMENTO (lt x A.E.)	lt 185 x A.E.	lt 200 x A.E.	lt 250 x A.E.	DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (ql)	LASTRA DI COPERTURA (ql)		
ABITANTI EQUIVALENTI (n°)	21	20	16							
VOL. SEDIMENTAZIONE (lt)	1.050	1.000	800	Largh.	Lungh.	Altezza		h10cm Ø125	h15cm C250	h20cm D400
VOL. DIGESTIONE (lt)	2.950	3.000	3.200							
VOL. UTILE (Sed. + Dig.) (lt)	4.000			180	180	200	52,4	8,0	12,1	16,1

Figura11-2 – distribuzione dei carichi impianto di perforazione fornita dal produttore

11.2 Verifiche

Con riferimento allo schema seguente:



Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	71di74

A =	1.80	m	larghezza
B =	1.80	m	lunghezza
H =	2.25	m	altezza vasca + coperchio
P _v =	52.40	kN	peso vasca
P _{cop} =	8.00	kN	peso coperchio
C =	0.30	m	sbordo platea
R =	0.00	m	spessore ricoprimento
S =	0.30	m	spessore platea
D =	5.76	m ²	superficie platea
E =	2.34	m ²	superficie rinterro
F =	2.05	m	battente d'acqua
W =	0.50	m	profondità falda da p.c.
γ _w =	10.00	kN/m ³	peso acqua
γ _t	18.00	kN/m ³	peso terreno asciutto
γ _t ' =	8.00	kN/m ³	peso terreno sommerso

P= peso totale vasca c.a. 166.62 kN

Sw= spinta idrostatica 118.08 kN

verifica equilibrio OK 0.9 x P= 149.95 kN
0.9 x P > 1.1 x Sw 1.1 x Sw= 129.89 kN

Dove:

vasca monoblocco pref. c.a.v.	60.40 kN
peso soletta c.a	43.2 kN
area	5.76 m ²
spessore	0.30 m
volume	1.73 m ³
peso riempimento	63.02 kN
ricoprimento	0.00 m
sbordo	0.30 m
area	2.34 m ²
peso terreno secco	21.06 kN/m ³
peso terreno sommerso	38.38 kN/m ³
peso secco	24.64 m
spinta falda	118.08 kN
profondità falda da p.c.	0.50 m
area	5.76 m ²
battente	2.05 m
volume	11.81 m ³

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data 02/04/2026	pag. 72di74

12 VERIFICA GALLEGGIAMENTO VASCA DISOLEATORE

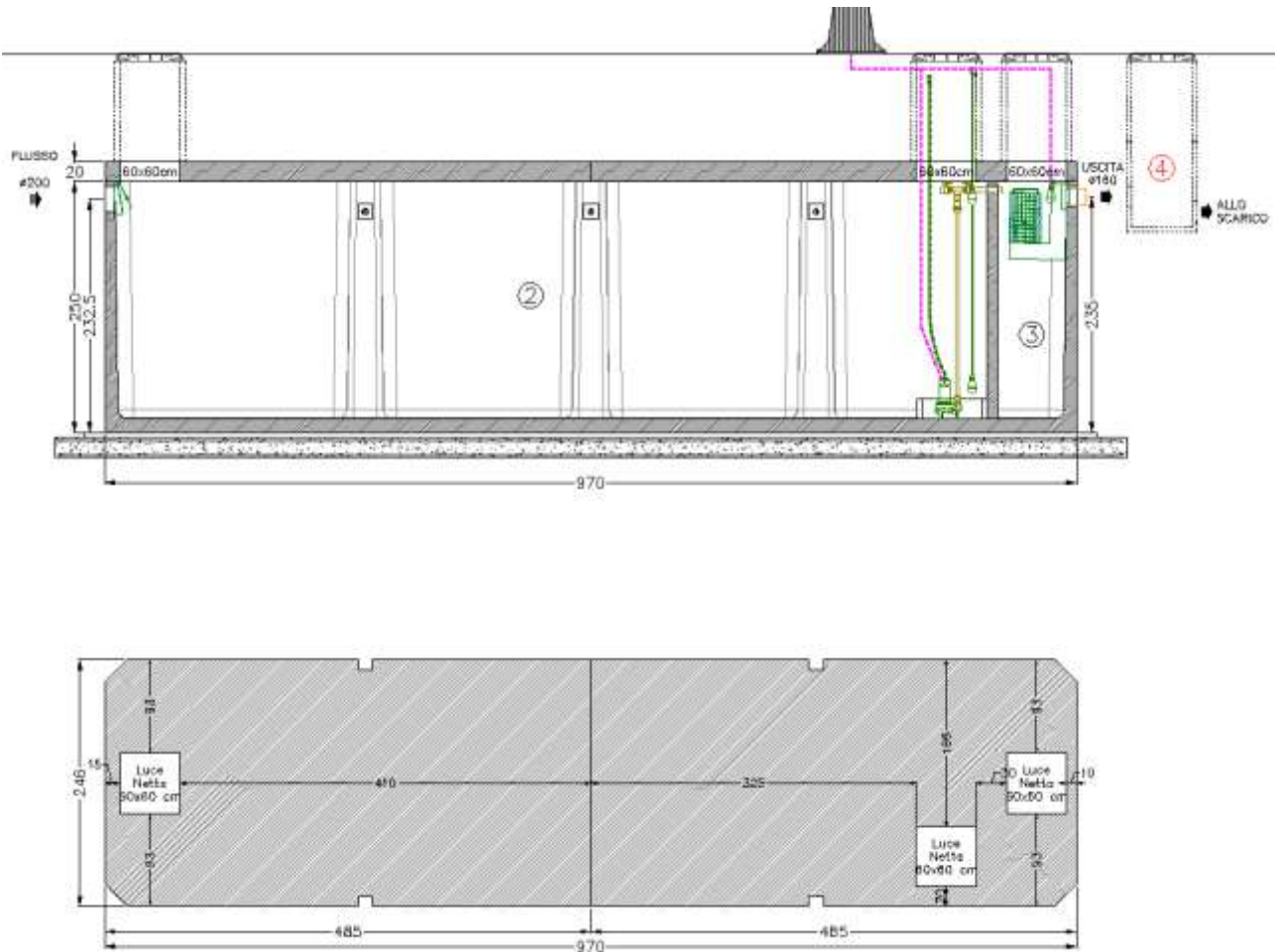


Figura 12-1– caratteristiche geometriche fornite dal produttore

12.1 Analisi dei carichi

12.1.1 Carichi permanenti e pesi propri: G_{k1}

Peso proprio calcestruzzo 2500 daN/mc

Peso proprio acciaio 7850 daN/mc

12.1.2 Peso vasca: G_{k2}

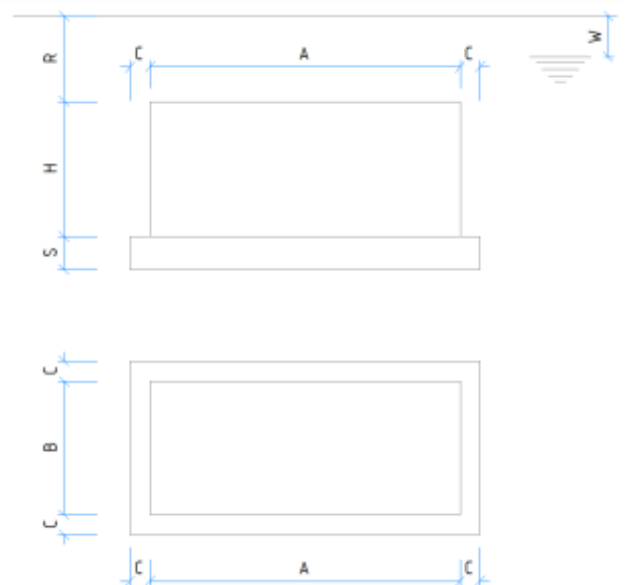
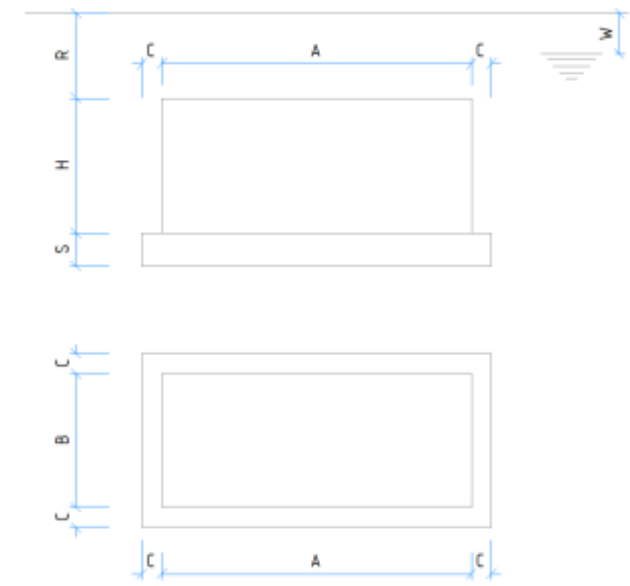
DESCRIZIONI TECNICHE							PESO			
DIMENSIONAMENTO (lt x A.E.)	lt 185 x A.E.	lt 200 x A.E.	lt 250 x A.E.	DIMENSIONI ESTERNE (cm)			VASCA (ql)	LASTRA DI COPERTURA (ql)		
ABITANTI EQUIVALENTI (n°)	21	20	16					h10cm Ø125	h15cm C250	h20cm D400
VOL. SEDIMENTAZIONE (lt)	1.050	1.000	800	Largh.	Lungh.	Altezza				
VOL. DIGESTIONE (lt)	2.950	3.000	3.200							
VOL. UTILE (Sed. + Dig.) (lt)	4.000			180	180	200	52,4	8,0	12,1	16,1

Figura12-2 – distribuzione dei carichi impianto di perforazione fornita dal produttore

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data 02/04/2026	pag. 73di74

12.2 Verifiche

Con riferimento allo schema seguente:



Si individuano i seguenti dati:

A =	2.46	m	larghezza
B =	9.70	m	lunghezza
H =	2.75	m	altezza vasca + coperchio
P _v =	279.90	kN	peso vasca
P _{cop} =	118.50	kN	peso coperchio
C =	0.50	m	sbordo platea
R =	0.70	m	spessore ricoprimento
S =	0.30	m	spessore platea
D =	37.02	m ²	superficie platea
E =	12.66	m ²	superficie rinterro
F =	3.25	m	battente d'acqua
W =	0.50	m	profondità falda da p.c.
γ _w =	10.00	kN/m ³	peso acqua
γ _t =	18.00	kN/m ³	peso terreno asciutto
γ _t ' =	8.00	kN/m ³	peso terreno sommerso

P= peso totale vasca c.a. 1726.47 kN

Sw= spinta idrostatica 1203.215 kN

verifica equilibrio OK 0.9 x P= 1553.82 kN
0.9 x P > 1.1 x Sw 1.1 x Sw= 1323.54 kN

Dove:

Oggetto RELAZIONE SISMICA PRELIMINARE PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO via Delle Serre - San Giovanni di Ostellato (FE).	cod.	rev.
	R S P . V D S . S T L	0
	data	pag.
	02/04/2026	74di74

vasca monoblocco pref. c.a.v.	398.40 KN
peso soletta c.a	277.665 KN
area	37.02 m2
spessore	0.30 m
volume	11.11 m3
peso riempimento	1050.40 KN
ricoprimento	0.70 m
sbordo	0.50 m
area	12.66 m2
peso terreno secco	113.94 kN/m3
peso terreno sommerso	329.16 kN/m3
peso secco	721.24 m
spinta falda	1203.215 KN
profondità falda da p.c.	0.50 m
area	37.02 m2
battente	3.25 m
volume	120.32 m3