

**REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA
COMUNE DI FALMENTA**

**DERIVAZIONE D'ACQUA DAL TORRENTE FALMENTA PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA IDROELETTRICA**

Committente:

Officine Lorenzina S.r.l.
via della Stazione 18 , MASERA (VB)

**PROCEDIMENTO UNICO
AI SENSI DELL'ART. 12 D.LGS 387/2003**

**Relazione con integrazioni richieste in sede di
prima conferenza dei servizi**

FEBBRAIO 2016

Aggiorn.

**Ing. LALOMIA DARIO
P.zza Mercato,32
28845 Domodossola**

INDICE

INDICE	1
Integrazioni richieste ai sensi del DPGR /07/2003 N° 10/R della L.R. 40/98 e del DLGS 387/2003	2
Integrazioni richieste dal servizio difesa del Suolo della Provincia del VCO ai sensi della LR 45/89 e smi	15
Integrazioni richieste dalla Soprintendenza archeologica del Piemonte.....	109
Integrazioni richieste dalla Commissione Locale per il Paesaggio del Comune di Cannobio	110
Integrazioni richieste da Arpa	111

**Integrazioni richieste ai sensi del DPGR /07/2003 N° 10/R della L.R. 40/98
e del DLGS 387/2003**

Punto 1)

In seguito alle modifiche apportate alle linee di consegna, sia da Enel distribuzione che dal produttore, non sono più previste a progetto linee elettriche di tipo aereo ed in particolare le linee di “potenziamento” previste nel Comune di Cannobio non verranno eseguite e la linea di proprietà del produttore per il collegamento elettrico tra la centrale e la cabina Enel sarà eseguita in modalità interrata seguendo il tracciato della cremagliera. Pertanto non è necessario la verifica secondo le procedure imposte da ENAC.

Punto 2)

Come richiesto sulle tavole sono stati indicati gli elementi tecnici di dettaglio

Punto 3)

Come richiesto sulla sezione D-D sono stati indicati i profili di corrente per le portate massime e minime così come calcolato nella scala delle portate riportata sulla relazione tecnica particolareggiata 16 marzo 2015.

Punto 4) e Punto 5)

È stata indicata l'impronta planimetrica dell'area che si crea a monte della traversa sulla tavola 3 planimetria generale aggiornamento febbraio 2016 ed è stata riportata anche sul profilo riportato all'interno della tavola 6.

Punto 6)

Non si è previsto di realizzare uno sfioratore sulla vasca di carico in quanto i livelli idrici di massimo funzionamento consentono di allontanare la portata in eccesso direttamente sugli sfioratori posti immediatamente a monte

Punto 7)

Le due turbine saranno gemelle ed ognuna avrà le seguenti caratteristiche:

- Turbina Pelton ad asse verticale a due getti
- Portata massima 340 l/sec
- Potenza 450 kW

Punto 8)

Per quanto riguarda la “relazione sulla Cantieristica” si confermano tutte le scelte relative alla metodologia di intervento ed all’ubicazione delle aree e piste di cantiere, l’unica variazione, dovuta alle limitazioni di carico sulle strade provinciali interessate dal transito degli automezzi di cantiere, riguarderà la tabella delle movimentazioni che è stata qui di seguito rivista.

MATERIALE	AUTOMEZZO	N° VIAGGI
Cls per opere in c.a.	Betoniera di piccole dimensioni	120
Pietra a vista	Autocarro	2
Tubazioni	Autocarro	60
Materiali vari	Autocarro	35
	TOTALE	217

Punto 9)

La sezione B-B dell’edificio centrale è stata aggiornata e si è provveduto ad indicare che gli sbancamenti saranno eseguiti in roccia e pertanto non necessitano di opere di sostegno degli stessi.

Punto 10)

All’interno degli elaborati di progetto è stata aggiunta la tavola 20 che riporta i dettagli e le sezioni di posa della monorotaia a cremagliera di collegamento tra l’edificio centrale ed il porticato sottostante la cabina elettrica.

Punto 11)

Come già indicato a pagina 8 della relazione tecnica particolareggiata (16 marzo 2015) il misuratore di portata sarà alloggiato in un apposito pozzetto posizionato appena al di fuori della vasca di carico e sarà del tipo a “sensore magnetico” con le caratteristiche riportate alle pagine 9,10 e 11 della relazione tecnica particolareggiata già citata in precedenza.

Punto 12)

Di seguito si riporta il computo metrico dettagliato delle opere in progetto rivisto anche a seguito del nuovo preventivo di allacciamento alla rete elettrica di enel distribuzione ricevuto in data 11 febbraio 2016

computo realizzato con i "Prezzi di riferimento per opere e lavori nella Regione Piemonte – edizione 2015

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
OPERA DI PRESA E VASCA DI CARICO								
Nr. 1	Approntamento cantiere, opere di protezione, recinzione, cartellonistica stradale e sicurezza compreso il taglio e l'asporto della vegetazione							
	a corpo							€ 1.500,00
Nr. 2	01.A01.A15.010 Scavo di sbancamento eseguito con escavatore di idonee dimensioni compreso il trasporto del materiale nell'ambito del cantiere (area vasca di carico) compreso inoltre l'onere del reinterro delle opere eseguite							
	Sommano				mc	76,00	€ 5,13	€ 389,88
Nr. 3	prezzo di mercato Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva ovvero con una concentrazione massima di 40 mg/l, situate in clima rigido, Classe di consistenza S4, Dmax aggregati 32 mm, aria inglobata 5±1%, CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25; fornitura a piè d'opera, escluso ogni altro onere: in Classe di esposizione ambientale XC4+XF3 (UNI 11104).Classe di resistenza a compressione minima C28/35, compreso il getto per mezzo di elicottero, compresi inoltre ferro d'armatura e casseri							
					mc	240,00	€ 450,00	€ 108.000,00
Nr. 4	prezzo di mercato rivestimento in pietra a vista paramento in beola spessore cm 20 con giunti stilati con malta di cemento dasata a 400 kg di cemento a metro cubo.							
	Sommano				mq	171,00	€ 200,00	€ 34.200,00

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 5	prezzo di mercato intonaco con malta di cemento per pareti interne dei manufatti di presa e della vasca di carico, compreso il trasporto dei materiali a piè d'opera con l'ausilio di elicottero							
	Sommano				mq	185,00	€ 28,00	€ 5.180,00
Nr. 6	prezzo di mercato fornitura e posa in opera di paratoie, sgrigliatore , griglia di presa ed altre opere in ferro							
	a corpo							€ 30.000,00
CONDOTTA FORZATA E CANALE DERIVATORE								
Nr. 7	01.A01.A30.005 scavo a sezione obbligata per la posa di condotta forzata e preparazione del piano di posa dei manufatti							
	Sommano				mc	1892,00	€ 11,40	€ 21.568,80
Nr. 8	prezzo di mercato Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva ovvero con una concentrazione massima di 40 mg/l, situate in clima rigido, Classe di consistenza S4, Dmax aggregati 32 mm, aria inglobata 5±1%, CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25; fornitura a piè d'opera, escluso ogni altro onere: in Classe di esposizione ambientale XC4+XF3 (UNI 11104).Classe di resistenza a compressione minima C28/35. compreso il getto per mezzo di elicottero, compresi inoltre ferro d'armatura e casseri. per il getto dei blocchi di ancoraggio							
	Sommano				mc	287,00	€ 400,00	€ 114.800,00
Nr. 9	fornitura e posa di tubazione in acciaio avente diametro DN 700 compresi pezzi speciali valvole e selle in acciaio							
	Sommano				ml	1567,00	€ 260,00	€ 407.420,00

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 10	opere di completamento in acciaio zincato per le porzioni di condotta forzata posata in esecuzione esterna							
	a corpo							€ 25.000,00
Nr. 11	Sistemazione superficiale delle aree oggetto di reinterro							
	a corpo							€ 1.500,00
EDIFICIO CENTRALE								
Nr. 12	Approntamento cantiere, opere di protezione, recinzione, cartellonistica stradale e sicurezza compreso il taglio e l'asporto della vegetazione							
	a corpo							€ 3.500,00
Nr. 13	01.A01.A17.010 Scavo generale, di sbancamento o splateamento a sezione aperta, in roccia compatta, misurato in sezione effettiva, compreso il carico sugli automezzi, trasporto e sistemazione entro l'area del cantiere. Senza l'uso di mine, ma con l'ausilio di mezzi di demolizione meccanica							
					mc	446,00	€ 28,09	€ 12.528,14
Nr. 14	prezzo di mercato Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva ovvero con una concentrazione massima di 40 mg/l, situate in clima rigido, Classe di consistenza S4, Dmax aggregati 32 mm, aria inglobata 5±1%, CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25; fornitura a piè d'opera, escluso ogni altro onere: in Classe di esposizione ambientale XC4+XF3 (UNI 11104).Classe di resistenza a compressione minima C28/35, compreso il getto per mezzo di elicottero, compresi inoltre ferro d'armatura e casseri.							
	Sommano				mc	241,80	€ 400,00	€ 96.720,00

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 15	01.A07.E48.010 Fornitura e posa in opera di solaio in lastre prefabbricate (predalles) in c.a.n. ipervibrato, spessore >= 5 cm, con alleggerimento realizzato con filoni di polistirolo incollato alla lastra, compreso l'impalcato di sostegno provvisorio, il getto di completamento in calcestruzzo C25/30, spessore >= 5 cm, l'acciaio d'armatura dei tralicci elettrosaldati e dei ferri aggiuntivi, la formazione di rompitratte ed ogni altra opera accessoria per la corretta posa in opera. Spessore totale cm 40 idoneo a sopportare un carico permanente ed accidentale di 1500 kg/mq compresa la formazione di gronde e muretti perimetrali							
	Sommano				mq	182,00	€ 76,52	€ 13.926,64
Nr. 16	prezzo di mercato Rivestimento in beola a spacco spessore cm 20, compresa la fornitura e la posa di contorni per aperture in serizzo bocciardato, misurato vuote per pieno a compenso di mazzette e voltini							
	Sommano				mq	95,00	€ 250,00	€ 23.750,00
Nr. 17	01.A09.B24.005+ 01.P10.F40.020 Fornitura e posa in opera di guaina in pvc tipo sarnafil spessore telo 1,5 mm compreso tessuto non tessuto e drenaggio con elementi in polistirolo per soletta inclinata edificio centrale							
	Sommano				mq	115,00	€ 38,08	€ 4.379,20
Nr. 18	01.A09.E40.005 Fornitura e posa in opera di guaina bituminosa spessore mm 4 armata con geotessile non tessuto di poliestere prodotto da filo continuo e flessibilità a freddo -10 °C compresa la fornitura e la posta di manto bugnato tipo delta per impermeabilizzazione pareti verticali contro terra							
	Sommano				mq	260,00	€ 15,32	€ 3.983,20

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 19	prezzo di mercato Fornitura e posa in opera di portoni con apertura verso l'esterno con specchiature finestate, rivestimento esterno in legno di larice e pannellatura esterna fonoassorbente							
	Sommano				mq	12,00	€ 450,00	€ 5.400,00
Nr. 20	prezzo di mercato Fornitura e posa in opera di serramenti in alluminio verniciato ad anta apribile completi di vetri antisfondamento 4+1+4							
	Sommano				mq	5,00	€ 400,00	€ 2.000,00
Nr. 21	prezzo di mercato Fornitura e posa in opera di carro ponte manuale portata 5 ton per movimentazione apparecchiature elettromeccaniche, compreso elementi verticali in acciaio per il sostegno dello stesso							
	a corpo							€ 25.000,00
Nr. 22	prezzo di mercato Formazione di muretti in pietra di beola a spacco spessore totale cm 40 per delimitazione area di accesso alla centrale con lastra di beola a spacco altezza media muratura 110 cm							
	Sommano				mq	9,35	€ 350,00	€ 3.272,50
Nr. 23	prezzo di mercato pavimentazione esterna in lastre di beola a spacco per formazione piazzale antistante l'edificio centrale compresa la fornitura e la posa di numero due botole in acciaio zincato complete di telaio eseguite per consentire l'accesso delle turbine nella sala macchine posta nell'interrato dell'edificio centrale							
	Sommano				mq	78,00	€ 200,00	€ 15.600,00
Nr. 24	prezzo di mercato realizzazione scala di accesso eseguita con pedate in pietra a spacco per il collegamento tra il piano della mulattiera crealla falmenta ed il piano del piazzale antistante l'edificio centrale, compreso scavo e regolarizzazione del terreno a lavori terminati							
	a corpo							€ 3.500,00

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 25	prezzo di mercato fornitura e posa in opera di barriera di protezione pedonale realizzata in ferro verniciato di colore grigio micaceo per la protezione della scala di accesso e del piazzale antistante l'edificio centrale							
	a corpo							€ 3.000,00
Nr. 26	prezzo di mercato fornitura e posa in opere di due gruppi generatori del tipo pelton ad asse verticale con due getti ed accoppiate ad alternatore trifase asincrono compreso valvolame di protezione e organi di regolazione							
	a corpo							€ 600.000,00
Nr. 27	prezzo di mercato fornitura e posa in opera di strumentazione elettrica di comando, regolazione , protezione, controllo e misura							
	a corpo							€ 230.000,00
OPERE ACCESSORIE								
Nr. 28	prezzo di mercato Fornitura e posa in opera di monorotaia a cremagliera in acciaio per consentire l'accesso all'edificio centrale							
	a corpo							€ 60.000,00
Nr. 29	opere di ripristino della mulattiera Crealla Falmenta per un adeguamento inserimento delle nuove opere nel contesto di quelle esistenti							
	a corpo							€ 25.000,00
ALLACCIAMENTO ELETTRICO								
Nr. 30	01.A01.A30.005 scavo a sezione obbligata per la posa di condotta forzata e preparazione del piano di posa della cabina elettrica							
	Sommano				mc	127,00	€ 11,40	€ 1.447,80

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 31	prezzo di mercato Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per strutture idrauliche in contatto con acque non contenenti anidride carbonica aggressiva ovvero con una concentrazione massima di 40 mg/l, situate in clima rigido, Classe di consistenza S4, Dmax aggregati 32 mm, aria inglobata 5±1%, CI 0.4, aggregati non gelivi F2 o MS25; fornitura a piè d'opera, escluso ogni altro onere: in Classe di esposizione ambientale XC4+XF3 (UNI 11104).Classe di resistenza a compressione minima C28/35, compreso il getto per mezzo di piccoli automezzi , compresi inoltre ferro d'armatura e casseri, per il getto dei blocchi di ancoraggio							
	Sommano				mc	125,00	€ 350,00	€ 43.750,00
Nr. 32	01.A07.E48.010 Fornitura e posa in opera di solaio in lastre prefabbricate (predalles) in c.a.n. ipervibrato, spessore >= 5 cm, con alleggerimento realizzato con filoni di polistirolo incollato alla lastra, compreso l'impalcato di sostegno provvisorio, il getto di completamento in calcestruzzo C25/30, spessore >= 5 cm, l'acciaio d'armatura dei tralicci elettrosaldati e dei ferri aggiuntivi, la formazione di rompitratte ed ogni altra opera accessoria per la corretta posa in opera. Spessore totale cm 30 idoneo a sopportare un carico permanente ed accidentale di 1500 kg/mq compresa la formazione di gronde e muretti perimetrali							
	Sommano				mq	24,00	€ 76,52	€ 1.836,48
Nr. 33	prezzo di mercato Rivestimento in beola a spacco spessore cm 20, compresa la fornitura e la posa di contorni per aperture in serizzo bocciardato, misurato vuote per pieno a compenso di mazzette e voltini							
	Sommano				mq	64,00	€ 350,00	€ 22.400,00

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 34	01.A09.B24.005+ 01.P10.F40.020 Fornitura e posa in opera di guaina in pvc tipo sarnafil spessore telo 1,5 mm compreso tessuto non tessuto soletta piana cabina elettrica							
	Sommano				mq	115,00	€ 38,08	€ 4.379,20
Nr. 35	01.A09.E40.005 Fornitura e posa in opera di guaina bituminosa spessore mm 4 armata con geotessile non tessuto di poliestere prodotto da filo continuo e flessibilità a freddo -10 °C compresa la fornitura e la posta di manto bugnato tipo delta per impermeabilizzazione pareti verticali contro terra							
	Sommano				mq	60,00	€ 15,32	€ 919,20
Nr. 36	prezzo di mercato fornitura e posa in opera di serramenti unificati enel ed in particolare di numero due porte DS919 misura 120 x 210 ed una porta DS 919 60 x 210 ; compreso inoltre la fornitura e la posa di griglie in vetroresina del tipo DS 927							
	a corpo							€ 4.250,00
Nr. 37	prezzo di mercato intonaco con malta di cemento per pareti interne della cabina elettrica completa di stabilitura							
	Sommano				mq	61,80	€ 28,00	€ 1.730,40
Nr. 38	01.A20.E35.005 Applicazione di pittura murale opacizzata a base di polimeri acrilici in soluzione, pigmenti coloranti selezionati e cariche silicee finissime, applicata con una prima mano di fissativo di preparazione e con almeno due riprese successive di pittura distanziate nel tempo, anche a pennellate incrociate con finiture a velatura, compresa ogni opera accessoria, eseguita a qualsiasi piano del fabbricato							
	Sommano				mq	61,80	€ 13,99	€ 864,58
Nr. 39	01.A10.B40.005 intonaco del tipo stollato con malta di cemento per pareti esterne della cabina elettrica							
						93,10	€ 31,52	€ 2.934,51

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 40	01.A20.E45.005 Trattamento decorativo e protettivo con pittura murale a base di farina di quarzo, resina copolimera, aggregati duri a granulometria differenziata quali mica e granito, pigmenti coloranti selezionati, speciali additivi per assicurare una perfetta adesione, data a pennello o rullo a due riprese intervallate diluite del 15% ad una o piu' tinte su fondi gia' preparati, previa applicazione di una ripresa di fissativo consolidante adatto a base di resine acriliche in solventi aromatici ed alifatici, esclusa la preparazione del supporto e il rifacimento di intonaci							
	Sommano				mq	93,10	€ 14,36	€ 1.336,92
Nr. 41	prezzo di mercato costruzione linea elettrica produttore interrata lungo il tracciato della cremagliera compreso la fornitura e la posa del passacavo in pead							
	Sommano				ml	500,00	€ 100,00	€ 50.000,00
Nr. 42	prezzo di mercato oneri di allacciamento alla rete GRTN come da preventivo enel codice di rintracciabilità 71960379							
	a corpo							€ 51.606,00
OPERE VARIE								
Nr. 43	prezzo di mercato manutenzione murature, sia di sottoscarpa che di controripa, della strada comunale che dall'abitato di falmenta si dirige verso quello di crealla al fine di consolidarla al successivo passaggio degli automezzi di cantiere. La manutenzione consiste nel consolidamento paramento esterno muri di sostegno mediante l'inserimento di tiranti in acciaio , posa di rete elettrosaldata diametro 10 mm maglia 20 x 20 per un'altezza di metri 2,00 compresa l'applicazione a spruzzo di miscela cementizia ad alta resistenza con silicati (sprit beton) per uno spessore di cm 5 minimo compresi inoltre ponteggi ed ogni altro onere							
	a corpo							€ 197.366,50

N° Ord	Indicazione dei lavori	dimensioni			unità di misura	Quantità	Importi	
							Unitario	Totale
Nr. 44	sistemazioni ambientali comprese le opere di compensazione forestale							
	a corpo							€ 15.000,00
Nr. 45	voli elicottero non compresi nelle voci precedenti							
	a corpo							€ 30.000,00
TOTALE COMPLESSIVO							€ 2.310.939,95	

Piano di rientro economico (aggiornato secondo le tariffe incentivanti attuali)

Per la predisposizione del piano finanziario si è utilizzato il prezzo corrente dell'energia con l'incentivazione che risulta essere pari a 0.219 €/kWh di energia prodotta (tariffa omnicomprensiva)

Utilizzando i seguenti dati caratteristici dell'impianto

- costo presunto dell'impianto:	2.310.939,95 €
- durata della costruzione impianto:	12 mesi
- durata della vita dell'impianto:	30 anni
- producibilità media annua netta:	2.838.332 kWh

Si ottiene che il ricavo della vendita con la tariffazione sopra riportata è pari a:
 $2.838.332 \times 0,195 = 553.474,65 \text{ €}$

Il costo annuo per un leasing, con durata di 12 anni e con un tasso medio del 5%, è pari a 284.712,00 €

I canoni da corrispondere agli enti interessati dalla realizzazione dell'opera sono:

- Canone Regione Piemonte:

$$27,41 \text{ €} \times 498,59 \text{ €/kW} = 13.666,34 \text{ €}$$

- Sovracanone Provincia VCO e Comune Falmenta:

$$5,53 \text{ €} \times 498,59 \text{ €/kW} = 2.757,20 \text{ €}$$

- Sovracanone BIM:

$$21,08 \times 498,59 \text{ €/kW} = 10.510,27 \text{ €}$$

I costi medi della manutenzione annui sono stati calcolati come percentuale sulla produzione (8 %) e quindi quantificabili in 44.277,97 €. Sommando tutte le voci di costo si ottiene che le uscite complessive sono pari a 355.923,78 €

Quindi ne deriva un bilancio economico tra entrate ed uscite positivo pari a 197.550,87 €

Integrazioni richieste dal servizio difesa del Suolo della Provincia del VCO ai sensi della LR 45/89 e smi

Punto 2) verifica di sicurezza delle fondazioni delle principali opere in progetto

CABINA ELETTRICA

INQUADRAMENTO DEL FABBRICATO

La presente relazione riguarda i lavori di costruzione di manufatti in cemento armato, ai sensi del capitolo 4, paragrafo 4.1 delle NTC08, per la nuova realizzazione di un impianto idroelettrico sfruttante le acque del Torrente Falmenta su proposta Soc. Officine Lorenzina S.r.l., con sede a Masera (VCO), via della Colonia, 127.

Il fabbricato oggetto dell'intervento in progetto si identifica con il manufatto che costituisce la cabina di consegna dell'energia prodotta, interamente in calcestruzzo.

TIPOLOGIA DI INTERVENTO

- nuova costruzione delle strutture della nuova CABINA DI CONSEGNA ai sensi del capitolo 4, paragrafo 4.1 delle NTC08

DESTINAZIONE D'USO

- Impianto per la produzione di energia idroelettrica

DATI GEOMETRICI PRINCIPALI

Le dimensioni massime in pianta 750 x 400 cm, sono indicate sugli allegati elaborati grafici esecutivi di progetto accanto agli altri elementi esecutivi.

QUALIFICAZIONE DELL' INTERVENTO (ai sensi del par. 8.4.2. delle NTC)

Intervento di nuova costruzione

Il progetto e la valutazione della sicurezza dovranno essere estesi alla struttura nel suo insieme.

TIPO DI COSTRUZIONE (ai sensi del par. 8.7.1. delle NTC)

- costruzioni in calcestruzzo armato

TIPOLOGIA STRUTTURALE

- Strutture a pareti e fondazioni continue e platea in cls

DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO

Trattasi di un intervento edilizio di nuova costruzione del manufatto di consegna dell'energia alla rete ENEL di impianto di nuova costruzione.

Le dimensioni massime in pianta, di forma regolare, sono pari a 750 x 400 cm, per un'altezza massima pari a m. 5,15 a livello strada comunale e porzione sottostrada di altezza 400 cm circa.

La nuova costruzione verrà realizzata con strutture verticali in conglomerato cementizio armato dello spessore variabile 25 – 50 cm con interposta armatura adeguata, e fondazione continua perimetrale; la parte presso la sede stradale è costituita da una platea di fondazione dello spessore di 30 cm, con interposta rete elettrosaldata avente maglia 20 x 20 cm e filo diametro 10 mm, pure in calcestruzzo. La fondazione della parte inferiore è pure a platea dello spessore di 50 cm.

Ai fini del calcolo il lato lungo coincide con l'asse orizzontale X del riferimento globale, il lato corto con l'asse Y, l'asse Z è verticale.

L'edificio sorge in zona sismica di classe 4 ad una quota di circa 715 m.s.l.

RIFERIMENTI NORMATIVI

D.M. 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” entrato in vigore il 01 luglio 2009 e denominate nel seguito NCT e prescrizioni della relativa **Circolare 2 febbraio 2009 n.617** “Istruzioni per l'applicazione delle NCT”

Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte 19 gennaio 2010, n.11-13058, “Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese”. Come modificata dalla **Deliberazione della Giunta Regionale 12 dicembre 2011, n. 4-3084** entrata in vigore a far data dal 01.01.2012 e come modificata con la **Deliberazione della Giunta Regionale 3 febbraio 2012, n. 7-3340** “Modifiche e integrazioni alle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011”.

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008

Secondo quanto previsto dal cap. 2 ed ai fini della definizione dei livelli di sicurezza e delle prestazioni attese, alla costruzione sono stati attribuiti i seguenti parametri.

Vita nominale della costruzione

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Si evidenzia nella tabella sottostante il nostro caso.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50

3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100
---	---	------------

Classe d'uso della costruzione

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica

Periodo di riferimento per la costruzione

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Risposta sismica locale

La risposta sismica in ambito strettamente locale viene valutata sulla base dei seguenti parametri: categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E, S1, S2); coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S , coefficiente di amplificazione topografica S_T .

Categoria di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si riportano le categorie di cui alle NTC

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

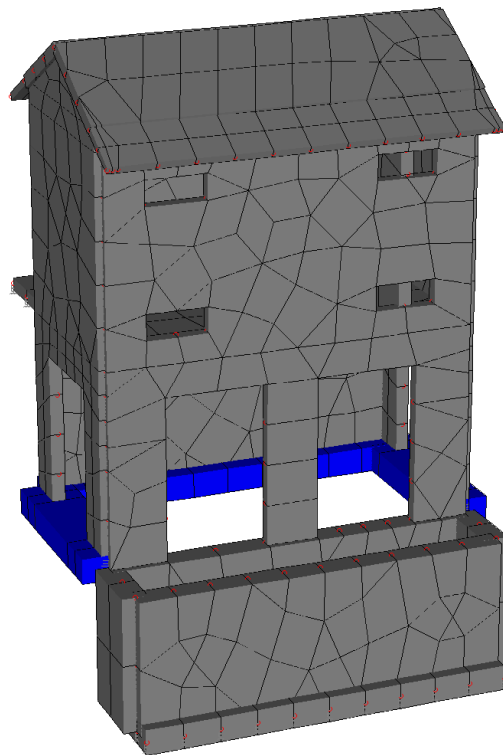
In riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale e regionale vigenti al momento della progettazione, il territorio del Comune interessato dall'intervento risulta ascritto alla Zona 3, caratterizzata dai parametri di sito appresso riportati.

Pertanto, secondo i criteri sopra elencati, si ritiene di poter identificare i terreni di fondazione in una categoria di suolo assimilabile alla **categoria E**, come risulta dalle conclusioni della relazione geologico tecnica. I dettagli della caratterizzazione geologica e tecnica del terreno di fondazione sono contenuti nella relazione suddetta.

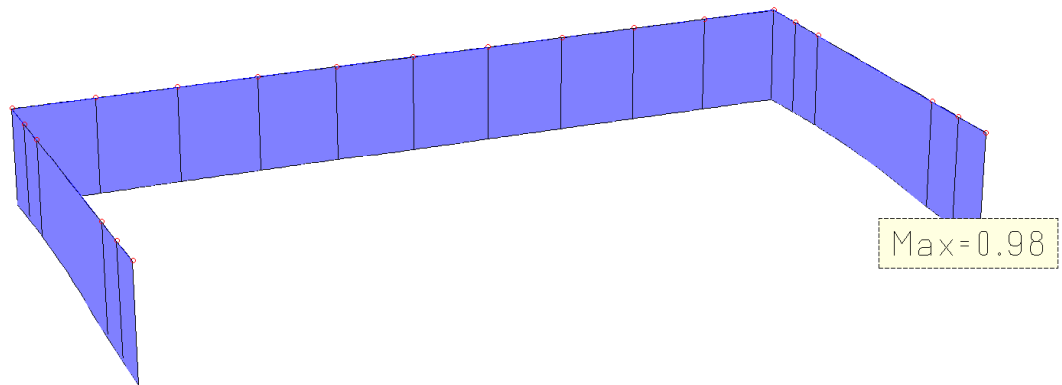
Le verifiche del sistema di fondazioni sono state eseguite attraverso l'amplificazione delle forze sismiche del 10 % secondo le prescrizioni normative

Vita nominale costruzione:	50	▼	anni
Classe d'uso costruzione:	IV	▼	
Vita di riferimento:	100		anni
Spettro di risposta:	Stato limite ultimo SLV ▼		
Probabilità superamento periodo riferimento:	10		%
Tempo di ritorno del sisma:	949		anni
Comune:	Falmenta - (VB)	Mappa...	...
ag/g:	0.059	F0:	2.7
		Tc*:	0.3
Categoria suolo:	E	▼	
Coeff.moltiplicativo sisma:	1	▼	
Coefficiente topografico:	1.2	▼	

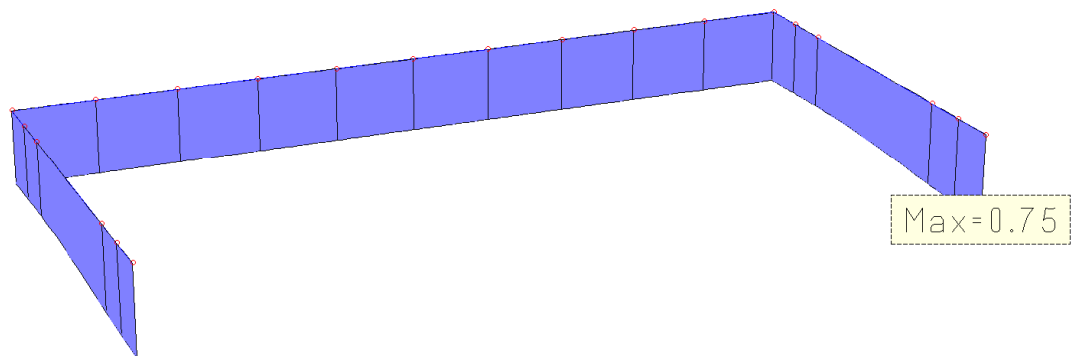
VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI CONTINUE



MAX pressione SLU



MAX pressione SLE



Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno:	1850 daN/m ³	Cu, coesione:	0.200 daN/cm ²
Angolo di attrito:	32.00 gradi	Profondità di posa:	50.0 cm
Angolo di attrito terreno-fondazione	19.80 gradi	Adesione terreno-fondazione:	0.132 daN/cm ²

Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: **Eurocodice7**

Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.087

Coefficiente sismico [khiY]: 0.087

Coefficiente sismico [khk]: 0.023

Tipo fondazione: **trave rovescia**

Base: 100 [cm]

Combinazione: 1 Descrizione: **Statica** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00

Coesione efficace: 1.00

Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00

Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:	
27.72					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt.	
inclinazione del carico [iyX]:	1.00				
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt.	
inclinazione del carico [iyY]:	1.00				
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di	
forma [sy]:	1.00				
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di	
profondità [dy]:	0.00				
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00		
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.00				

Verifica della capacità portante

QUlt: 11.806 daN/cm²

Max pressione suolo: 0.985 daN/cm²

Indice di resistenza: 0.08

Combinazione: 2 Descrizione: **Sisma 100%+X 30%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00

Coesione efficace: 1.00

Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00

Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:	
27.72					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.	
inclinazione del carico [iyX]:	0.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.	
inclinazione del carico [iyY]:	0.72				
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di	
forma [sy]:	1.00				
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di	
profondità [dy]:	0.00				
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.73		
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.73				

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²

QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²

Max pressione suolo: 0.709 daN/cm²

Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN

Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN

Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN

Forza resistente per attrito: 125827.04 daN

Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 3 Descrizione: Sisma 100%+X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.729 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.08

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 4 Descrizione: Sisma 100%-X 30%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.708 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 5 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.728 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 6 Descrizione: Sisma 30%+X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.86 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.85 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.682 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 7 Descrizione: Sisma 30%+X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di
profondita' [dy]:	0.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.73	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.73			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.749 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.08

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	295700.34 daN
Forza resistente per attrito:	125827.04 daN
Indice di resistenza:	0.20

Combinazione: 8 Descrizione: Sisma 30%-X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di
profondita' [dy]:	0.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.73	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.73			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.682 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	295700.34 daN
Forza resistente per attrito:	125827.04 daN
Indice di resistenza:	0.20

Combinazione: 9 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.747 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.08

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 10 Descrizione: Sisma 100%+X 30%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.709 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 11 Descrizione: Sisma 100%+X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			

Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **0.86** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **0.85** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **0.72**
 Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
 Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
 Coefficiente correttivo [eyk]: **0.98** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.73**
 Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.73**

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): **9.709** daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): **9.709** daN/cm²
 Max pressione suolo: **0.729** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.08**

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: **25625.16** daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: **25625.16** daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: **295700.34** daN
 Forza resistente per attrito: **125827.04** daN
 Indice di resistenza: **0.20**

Combinazione: **12** Descrizione: **Sisma 100%-X 30%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
 Coesione efficace: **1.00**
 Resistenza non drenata: **1.00**
 Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: **1.00**
 Scorrimento: **1.00**

Fattore Nq: **23.18** Fattore Nc: **35.49** Fattore Ny: **27.72**
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **0.86** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **0.85** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **0.72**
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **0.86** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **0.85** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **0.72**
 Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
 Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
 Coefficiente correttivo [eyk]: **0.98** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.73**
 Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.73**

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): **9.709** daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): **9.709** daN/cm²
 Max pressione suolo: **0.708** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.07**

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: **25625.16** daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: **25625.16** daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: **295700.34** daN
 Forza resistente per attrito: **125827.04** daN
 Indice di resistenza: **0.20**

Combinazione: **13** Descrizione: **Sisma 100%-X 30%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
 Coesione efficace: **1.00**
 Resistenza non drenata: **1.00**
 Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: **1.00**
 Scorrimento: **1.00**

Fattore Nq: **23.18** Fattore Nc: **35.49** Fattore Ny: **27.72**
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **0.86** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **0.85** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **0.72**
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **0.86** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **0.85** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **0.72**
 Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**

Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.728 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 14 Descrizione: Sisma 30%+X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.682 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 15 Descrizione: Sisma 30%+X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.749 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.08

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 16 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di
profondità [dy]:	0.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.73	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.682 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.07

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 17 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.86	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.85	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondità [dq]:	0.00	Fattore di profondità [dc]:	0.00	Fattore di
profondità [dy]:	0.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.98	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.73	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 9.709 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 9.709 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.747 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.08

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 125827.04 daN
 Indice di resistenza: 0.20

Combinazione: 18 Descrizione: Rara azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_m di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 11.806 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.752 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.19

Combinazione: 19 Descrizione: Frequente azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_m di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 11.806 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.721 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.18

Combinazione: 20 Descrizione: Quasi permanente azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_m di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00

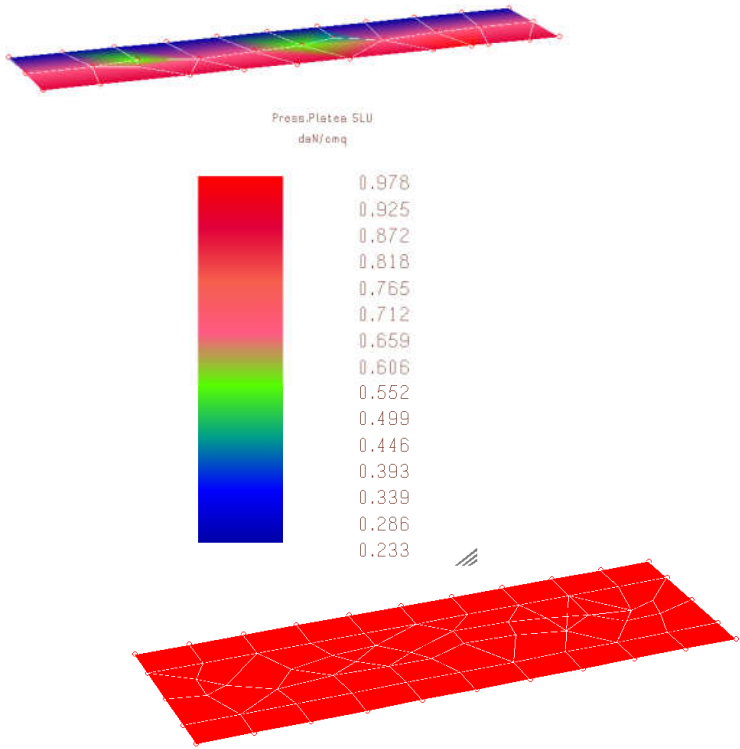
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

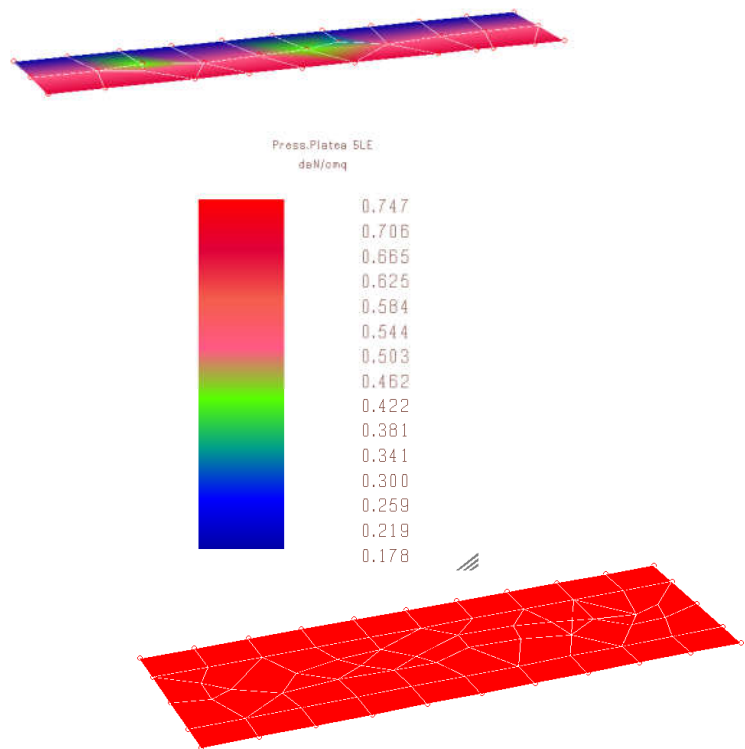
QUlt: 11.806 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.714 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.18

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PLATEA

Pressione SLU



Pressione SLE



Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno:	1850 daN/m³	Cu, coesione:	0.200 daN/cm²
Angolo di attrito:	32.00 gradi	Profondità di posa:	50.0 cm
Angolo di attrito terreno-fondazione	19.80 gradi	Adesione terreno-fondazione:	0.132 daN/cm²

Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Eurocodice7

Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.087
Coefficiente sismico [khiY]: 0.087
Coefficiente sismico [khk]: 0.023

Tipo fondazione: platea

Area: 309098 cm²

Lato medio: 556 cm

Fattore di riduzione (Bowles) r_f : 0.889, Base ridotta B': 494 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Statica azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00

Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di forma
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di profondita'
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.00	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.00	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.00			

Verifica della capacità portante

QUlt: 21.913 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.978 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.04

Combinazione: 2 Descrizione: **Sisma 100%+X 30%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.90	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.90	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di forma
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di profondita'
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.704 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
 Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 3 Descrizione: **Sisma 100%+X 30%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:
27.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.90	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.72			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.90	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.72			
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di forma
forma	[sy]: 1.00			
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di profondita'
profondita'	[dy]: 0.00			
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73	
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²

Max pressione suolo: 0.723 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 4 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.704 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 5 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.723 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
 Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 6 Descrizione: Sisma 30%X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
 27.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
 inclinazione del carico [iyX]: 0.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
 inclinazione del carico [iyY]: 0.72
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
 forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
 profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.677 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
 Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
 Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 7 Descrizione: Sisma 30%X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
 27.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
 inclinazione del carico [iyX]: 0.72
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
 inclinazione del carico [iyY]: 0.72
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
 forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
 profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.743 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN

Carico verticale agente sulla fondazione:	295700.34 daN
Forza resistente per attrito:	147259.65 daN
Indice di resistenza:	0.17

Combinazione: 8 Descrizione: Sisma 30%-X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio:	1.00
Coesione efficace:	1.00
Resistenza non drenata:	1.00
Peso dell'unita' di volume:	1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante:	1.00
Scorrimento:	1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:	
27.72					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.90	Fatt.	
inclinazione del carico [iyX]:	0.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.90	Fatt.	
inclinazione del carico [iyY]:	0.72				
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di	
forma	[sy]: 1.00				
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di	
profondita'	[dy]: 0.00				
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73		
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73				

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X):	17.440 daN/cm ²
QUlt (sisma in dir.Y):	17.440 daN/cm ²
Max pressione suolo:	0.678 daN/cm ²
Indice di resistenza:	0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	295700.34 daN
Forza resistente per attrito:	147259.65 daN
Indice di resistenza:	0.17

Combinazione: 9 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio:	1.00
Coesione efficace:	1.00
Resistenza non drenata:	1.00
Peso dell'unita' di volume:	1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante:	1.00
Scorrimento:	1.00

Fattore Nq:	23.18	Fattore Nc:	35.49	Fattore Ny:	
27.72					
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.90	Fatt.	
inclinazione del carico [iyX]:	0.72				
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.90	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.90	Fatt.	
inclinazione del carico [iyY]:	0.72				
Fattore di forma	[sq]: 1.00	Fattore di forma	[sc]: 1.00	Fattore di	
forma	[sy]: 1.00				
Fattore di profondita'	[dq]: 0.00	Fattore di profondita'	[dc]: 0.00	Fattore di	
profondita'	[dy]: 0.00				
Coefficiente correttivo	[eyk]: 0.98	Coefficiente correttivo	[eyiX]: 0.73		
Coefficiente correttivo	[eyiY]: 0.73				

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X):	17.440 daN/cm ²
QUlt (sisma in dir.Y):	17.440 daN/cm ²
Max pressione suolo:	0.742 daN/cm ²
Indice di resistenza:	0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	295700.34 daN
Forza resistente per attrito:	147259.65 daN
Indice di resistenza:	0.17

Combinazione: 10 Descrizione: **Sisma 100%+X 30%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.704 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 11 Descrizione: **Sisma 100%+X 30%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.723 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 12 Descrizione: **Sisma 100%-X 30%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.704 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 13 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny:
27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di
profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.723 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 14 Descrizione: Sisma 30%+X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00

Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore N_q : 23.18 Fattore N_c : 35.49 Fattore N_γ : 27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.677 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 15 Descrizione: Sisma 30%+X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore N_q : 23.18 Fattore N_c : 35.49 Fattore N_γ : 27.72
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.743 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 16 Descrizione: Sisma 30%-X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore N_q : 23.18 Fattore N_c : 35.49 Fattore N_γ : 27.72
Fatt. inclinazione del carico [i_qX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [i_cX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [$i_\gamma X$]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [i_qY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [i_cY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [$i_\gamma Y$]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità [dq]: 0.00 Fattore di profondità [dc]: 0.00 Fattore di profondità [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.678 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 17 Descrizione: Sisma 30%-X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore N_q : 23.18 Fattore N_c : 35.49 Fattore N_γ : 27.72
Fatt. inclinazione del carico [i_qX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [i_cX]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [$i_\gamma X$]: 0.72
Fatt. inclinazione del carico [i_qY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [i_cY]: 0.90 Fatt. inclinazione del carico [$i_\gamma Y$]: 0.72
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità [dq]: 0.00 Fattore di profondità [dc]: 0.00 Fattore di profondità [dy]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.98 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.73
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.73

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 17.440 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 17.440 daN/cm²
Max pressione suolo: 0.742 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.04

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 25625.16 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 295700.34 daN
Forza resistente per attrito: 147259.65 daN
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 18 Descrizione: Rara azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante
 QUlt: 21.913 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.747 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.10

Combinazione: 19 Descrizione: **Frequente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante
 QUlt: 21.913 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.716 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.10

Combinazione: 20 Descrizione: **Quasi permanente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 23.18 Fattore Nc: 35.49 Fattore Ny: 27.72

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante
 QUlt: 21.913 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.709 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.10

Coefficiente di amplificazione stratigrafica

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 sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_o e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni tabulate sotto e nelle quali “g” è l’accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Si evidenzia il nostro caso per il quale risulta: $S_s = 1.062$ $C_c = 1.6$

Coefficiente di amplificazione topografica

Per superfici topografiche semplici si deve adottare la seguente classificazione:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S_T
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.	-	1,00
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.	Sommità del pendio	1,20
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,20
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,40

Si evidenzia il coefficiente per il nostro caso.

Individuazione della pericolosità sismica del sito

La pericolosità sismica di base del sito di intervento è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento P_{VR} nella vita di riferimento dell’opera VR.

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

In particolare, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori di alcuni parametri su sito di riferimento rigido orizzontale: a_g accelerazione massima sul sito; F_0 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.

Tali parametri sono forniti per i 10751 nodi del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano e per 9 valori del periodo di ritorno T_R .

I parametri sismici sono stati determinati attraverso apposito software "Spettri NTC", messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Si riporta nel seguito la maschera che individua il sito ed i parametri sismici (dal software MasterSap di AMV Srl).

Calcolo dei parametri sismici

Indirizzo: Falmenta

Informazioni
Calcolo dei parametri completato.

Messaggi
Calcolo eseguito con successo.

Parametri

Vita nominale:	50	(anni)
Classe di utilizzo:	Classe IV	
Vita di riferimento:	100	(anni)
Spettro:	SLV (10%)	
Probabilità di superamento della vita di riferimento:	10	%
Periodo di ritorno	949	(anni)
Latitudine:	46.07304	°
Longitudine:	8.58290	°

Risultati

a_g/g :	F_0 :	T_C :
0.0587	2.7	0.3

Amministrazione comunale più vicina
Falmenta
Powered by Geonames.org

AMV S.r.l. Via San Lorenzo, 106 - 34077 Ronchi d.L., Gorizia, Italy - Tel. +39.0481.779903 r.a. Fax +39.0481.777125 - p.IVA 00382470318

Determinazione dell'accelerazione massima di progetto

Avendo acquisito i parametri essenziali all'analisi della risposta sismica locale, è ora possibile definire l'accelerazione massima di progetto attesa al suolo a_{max} , valore che verrà adottato per i successivi calcoli di verifica analitica, mediante la seguente relazione:

$$a_{max} = a_g * S_s * S_T = [0,059 \text{ g} * 1,062 * 1,6] = 0,1 \text{ g}$$

Classificazione dell'azione sismica (riepilogo)

Di seguito si sintetizzano in maniera riassuntiva i principali parametri caratteristici considerati nelle valutazioni dell'azione sismica in accordo al DM 14.01.2008

1_ Vita nominale costruzione V_N	≥ 50 anni
2_ Tipo di costruzione	2
3_ Coefficiente d'uso C_U	2
4_ Classe d'uso	IV
5_ Periodo di riferimento $V_R = V_N * C_U$	100
6_ Spettro di risposta	SLV
7_ Latitudine	46,07304
8_ Longitudine	8,58290
9_ Accelerazione orizzontale massima al sito ($a_g \times g$)	0,575
10_ Fattore di amplificazione massimo spettro di accelerazione F_o	2,7
11_ Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione T_C^*	0,3
12_ Categoria sottosuolo	E
13_ Coefficiente di amplificazione topografica S_T	1.6
14_ Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S	1.062
15_ Accelerazione massima attesa al suolo $a_{max} = a_g * S_S * S_T$	0.01 g

MATERIALI UTILIZZATI NEL PROGETTO

Conglomerato cementizio

Di seguito sono riportati i valori nominali di calcolo:

Calcestruzzo per elementi in c.a. in opera ($\gamma_m = 1,6$): Classe C 25 / 30

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 0,83 \cdot 30 = 24,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = f_{ck} / \gamma_m = 24,9 / 1,6 = 15,56 \text{ N/mm}^2$$

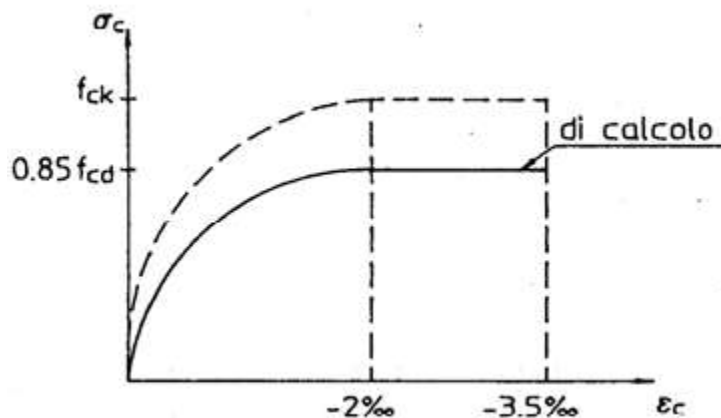
$$f'_{cd} = 0,85 \cdot f'_{cd} = 0,85 \cdot 15,56 = 13,22 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 0,27 \cdot (R_{ck})^{2/3} = 0,27 \cdot (30)^{2/3} = 5,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 0,7 \cdot f_{ctm} / \gamma_m = 0,7 \cdot 5,4 / 1,6 = 2,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Rd} = 0,25 \cdot f_{ctd} = 0,25 \cdot 2,53 = 0,63 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 5700 \cdot (R_{ck})^{0,5} = 5700 \cdot (30)^{0,5} = 85500 \text{ N/mm}^2$$



Acciaio

Acciaio ordinario per elementi in c.a. e c.a.p. ($\gamma_m = 1,15$) FeB44k (B450C)

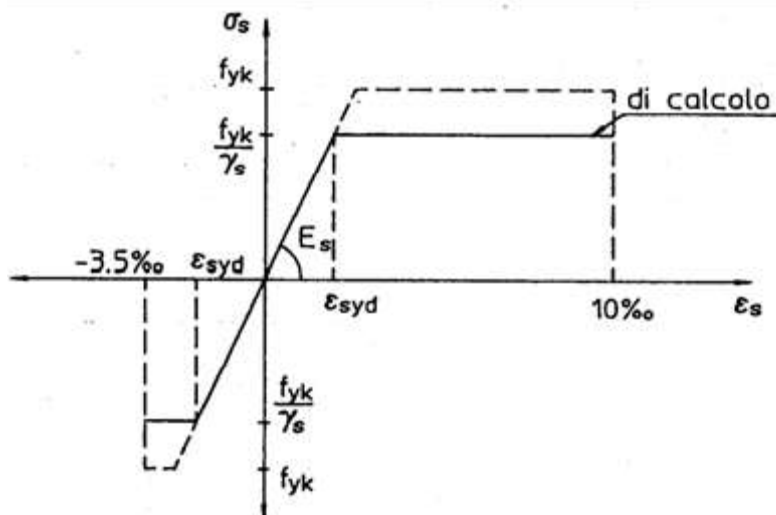
$$f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m = 430 / 1,15 = 374 \text{ N/mm}^2$$

Rete elettrosaldata per elementi in c.a. e c.a.p. ($\gamma_m = 1,15$)

$$f_{yk} = 390 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m = 390 / 1,15 = 339 \text{ N/mm}^2$$



CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE AI FINI DEL RISPETTO DEL PAR. 7.2.DELLE NTC 08

Classe di duttilità

Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi dissipativi, devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

- a) comportamento strutturale non dissipativo;
- b) comportamento strutturale dissipativo.

Nel comportamento strutturale non dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite di esercizio, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle non linearità di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti.

Nel comportamento strutturale dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite ultimi, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, in funzione della tipologia strutturale adottata, tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti e comunque sempre quando precisato).

Gli elementi strutturali delle fondazioni, che devono essere dimensionati sulla base delle sollecitazioni ad essi trasmesse dalla struttura sovrastante (v. § 7.2.5), devono avere comportamento non dissipativo, indipendentemente dal comportamento strutturale attribuito alla struttura su di esse gravante.

Nel caso la struttura abbia comportamento strutturale dissipativo, si distinguono due livelli di Capacità Dissipativa o Classi di Duttilità (CD):

- Classe di duttilità alta (CD"A");
- Classe di duttilità bassa (CD"B").

La differenza tra le due classi risiede nella entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisti, si fa ricorso ai procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze.

L'intervento in progetto è a bassa duttilità

VERIFICA DELLA REGOLARITA'

Regolarità in pianta

La regolarità in pianta è rispettata se sono verificate tutte le seguenti condizioni:

- a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze SI
- b) il rapporto tra i lati del rettangolo in cui l'edificio è inscritto è inferiore a 4; SI
- c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione; SI
- d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti. SI

L'EDIFICIO E' REGOLARE IN PIANTA

Regolarità in altezza

La regolarità in altezza è rispettata se sono verificate tutte le seguenti condizioni:

e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione; SI

f) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base; SI

g) nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti; SI

h) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento. SI

L'EDIFICIO E' REGOLARE IN ALTEZZA

FATTURE DI STRUTTURA q

Questo coefficiente tiene conto delle capacità dissipative della struttura attraverso la riduzione dello spettro di risposta elastico da applicare alla struttura. Per i sistemi non dissipativi (verifiche agli Stati Limite di Esercizio) il fattore di struttura è $q = 1$; questo corrisponde ad applicare alla struttura lo spettro di risposta elastico, senza alcuna riduzione.

Nel caso dei sistemi dissipativi (verifiche agli Stati Limite Ultimi) il fattore di struttura è > 1 ed il suo valore dipende dalla tipologia strutturale, dal tipo di costruzione, dalle capacità dissipative della struttura, e da altri parametri ancora.

Il DM 14.01.08 per il fattore di struttura propone la forma seguente:

$$q = q_0 K_R$$

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto α_u/α_1 , per esso possono essere adottati i valori indicati per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di α_u/α_1 pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è $q = 1$.

Strutture in calcestruzzo armato

I massimi valori di q_0 relativi alle diverse tipologie ed alle due classi di duttilità considerate (CD"A" e CD"B") sono contenuti nella tabella seguente.

Tabella 7.4.I – Valori di q_0

Tipologia	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0\alpha_u/\alpha_1$	$4,5\alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0\alpha_u/\alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Le strutture a pareti estese debolmente armate devono essere progettare in CD "B". Strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica composti, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD"B" a meno che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di α_u/α_1 :

a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai

- strutture a telaio di un piano $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a telaio con più piani ed una sola campata $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$
- strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$

b) Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti

- strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale $\alpha_u/\alpha_1 = 1,0$
- altre strutture a pareti non accoppiate $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$

K_R = costruzione regolare in altezza = 1

Fattore di struttura per la costruzione in progetto: $q = q_0 K_R = 3.0 \times 1.0 \times 1.0 = 3.00$

Spettro di risposta elastico in accelerazione orizzontale

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione orizzontale si determina attraverso le seguenti relazioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Nelle relazioni di cui sopra inoltre S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica già definiti;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C^* è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove T_C^* è definito sopra e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata.

Spettri di progetto per gli stati limite ultimi

Ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule dello spettro il termine η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Lo spettro applicato alla struttura è riportato nei precedenti paragrafi.

Distanza tra costruzioni contigue

Il caso specifico non richiede alcuna verifica da questo punto di vista.

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	CABINA DI CONSEGNA
Intestazione del lavoro	CABINA DI CONSEGNA
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unità' di misura delle forze	daN
Unità' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC/2008

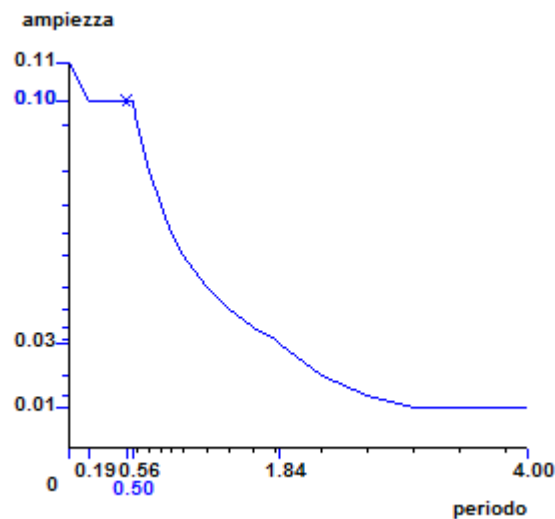
NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo
Probabilità' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	949 anni
Località'	Falmenta - (VB)
ag/g	0.059
F0	2.7
Tc	0.3
Categoria del suolo	E
Fattore topografico	1.2

DATI SPETTRO

Eccentricità' accidentale	5%
Periodo proprio T1	0.5000
λ	0.85
Fattore q di struttura	$q_{or} = 3$ [$q_{0X} = 3$ $q_{0Y} = 3$ $k_w = 1$ $K_r = 1$]
Duttilità'	Bassa Duttilità'
$S_d(T1)$	0.102 g
Coeff.globale accelerazione sismica	0.087

Grafico spettro SLU



CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO DELLA STRUTTURA

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali (travi di grande luce, sbalzi significativi, etc.).

Nella definizione del modello alcuni elementi strutturali, considerati "secondari", e gli elementi non strutturali autoportanti, possono essere rappresentati unicamente in termini di massa, considerando il loro contributo alla rigidezza e alla resistenza del sistema strutturale solo qualora essi possiedano rigidezza e resistenza tali da modificare significativamente il comportamento del modello.

Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano, a condizione che siano realizzati in cemento armato, oppure in latero-cemento con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in cemento armato di almeno 50 mm di spessore collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali in acciaio o in legno e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza.

Per rappresentare la rigidezza degli elementi strutturali si possono adottare modelli lineari, che trascurano le non linearità di materiale e geometriche, e modelli non lineari, che le considerano; in ambo i casi si deve tener conto della fessurazione dei materiali fragili. In caso non siano effettuate analisi specifiche, la rigidezza flessionale e a taglio di elementi in muratura, cemento armato, acciaio-calcestruzzo, può essere ridotta sino al 50% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati, tenendo debitamente conto dell'influenza della sollecitazione assiale permanente.

Nel caso di comportamento non dissipativo si adottano unicamente i modelli lineari.

Nel caso di comportamento dissipativo si possono adottare sia modelli lineari sia modelli non lineari. Il legame costitutivo utilizzato per modellare il comportamento non lineare della struttura dovuto alla non linearità di materiale deve essere giustificato, anche in relazione alla corretta rappresentazione dell'energia dissipata nei cicli di isteresi.

Le azioni conseguenti al moto sismico sono modellate sia direttamente, attraverso forze statiche equivalenti o spettri di risposta, sia indirettamente, attraverso accelerogrammi.

Nella definizione dell'azione sismica sulla struttura, è possibile tenere conto della modifica del moto sismico indotta dall'interazione fondazione-terreno. A meno di analisi numeriche avanzate, la fondazione può essere schematizzata con vincoli visco-elastici, caratterizzati da opportuna impedenza dinamica. Questa schematizzazione può rendersi necessaria per strutture alte e snelle, nelle quali gli effetti del secondo ordine non sono trascurabili, e per strutture fondate su terreni molto deformabili ($V_s < 100$ m/s). Conseguentemente, con i criteri di cui al § 7.11.2, nel calcolo dell'impedenza dinamica è necessario tener conto della dipendenza delle caratteristiche di rigidezza e smorzamento dal livello deformativo.

Per le fondazioni miste, come specificato al § 6.4.3., l'interazione fra il terreno, i pali e la struttura di collegamento deve essere studiata con appropriate modellazioni, allo scopo di pervenire alla determinazione dell'aliquota dell'azione di progetto trasferita al terreno direttamente dalla struttura di collegamento e dell'aliquota trasmessa ai pali. Nei casi in cui l'interazione sia considerata non significativa o, comunque, si ometta la relativa analisi, le verifiche SLV e SLD, condotte quindi con riferimento ai soli pali, devono soddisfare quanto riportato al punto § 7.11.5.3.2. Nei casi in cui si consideri significativa tale interazione e si svolga la relativa analisi, le verifiche SLV e SLD, condotte con riferimento ai soli pali, devono soddisfare quanto riportato ai §§ 6.4.3.3 e 6.4.3.4, ove le azioni e le resistenze di progetto ivi menzionate sono da intendersi determinate secondo quanto specificato.

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita una eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per i soli edifici ed in assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0,05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti.

PRECISAZIONE DEL METODO DI ANALISI E DI VERIFICA ADOTTATO, AL FINE DEL RISPETTO DEI LIMITI E DEI VINCOLI IMPOSTI DAL PAR. 7.3

Analisi lineare o non lineare

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, come avviene per gli stati limite di esercizio, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per essere utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura

q unitario. La resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole presentate nei capitoli precedenti, non essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità fissati nei paragrafi successivi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, come avviene per gli stati limite ultimi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q maggiore dell'unità. La resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole presentate nei capitoli precedenti, essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità fissati nei paragrafi successivi.

L'analisi non lineare si utilizza per sistemi dissipativi e tiene conto delle non linearità di materiale e geometriche; queste ultime possono essere trascurate nei casi precedentemente precisati. I legami costitutivi utilizzati devono includere la perdita di resistenza e la resistenza residua, se significativi.

Precisazione del fattore $\theta = P \cdot d_r / V \cdot h$

Le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ appresso definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1$$

dove:

P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame
 d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante;

V è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame;

h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

Quando θ è compreso tra 0,1 e 0,2 gli effetti delle non linearità geometriche possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a $1/(1-\theta)$; θ non può comunque superare il valore 0,3. Nel nostro caso il coeff. θ non supera mai il valore di 0,10.

Analisi statica o dinamica

Oltre che in relazione al fatto che l'analisi sia lineare o non lineare, i metodi d'analisi sono articolati anche in relazione al fatto che l'equilibrio sia trattato staticamente o dinamicamente. Il metodo d'analisi lineare di riferimento per determinare gli effetti dell'azione sismica, sia su sistemi dissipativi sia su sistemi non dissipativi, è l'analisi modale con spettro di risposta o "analisi lineare dinamica". In essa l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto definito per struttura non dissipativa o per struttura dissipativa. In alternativa all'analisi modale si può adottare una integrazione al

passo, modellando l'azione sismica attraverso accelerogrammi, ma in tal caso la struttura deve essere non dissipativa.

Per le sole costruzioni la cui risposta sismica, in ogni direzione principale, non dipenda significativamente dai modi di vibrare superiori, è possibile utilizzare, sia su sistemi dissipativi sia su sistemi non dissipativi, il metodo delle forze laterali o "analisi lineare statica". In essa l'equilibrio è trattato staticamente, l'analisi della struttura è lineare, si modella l'azione sismica direttamente attraverso lo spettro di progetto definito per struttura non dissipativa o per struttura dissipativa.

Infine, per determinare gli effetti dell'azione sismica su sistemi dissipativi, si possono effettuare analisi non lineari. In esse l'equilibrio è trattato staticamente ("analisi non lineare statica") modellando l'azione sismica direttamente mediante forze statiche fatte crescere monotonamente o dinamicamente ("analisi non lineare dinamica") modellando l'azione sismica indirettamente mediante accelerogrammi.

Analisi lineare statica

L'analisi statica lineare consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici riportati nei paragrafi successivi, a condizione che il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame (T_1) non superi 2,5 TC o TD e che la costruzione sia regolare in altezza.

Per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, T_1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

dove: H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione e C_1 vale 0,085 per costruzioni con struttura a telaio in acciaio, 0,075 per costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato e 0,050 per costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura.

L'entità delle forze si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T_1 e la loro distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame, valutata in modo approssimato.

La forza da applicare a ciascuna massa della costruzione è data dalla formula seguente:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / \sum_j z_j W_j$$

Dove:

$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda/g$$

F_i è la forza da applicare alla massa i -esima;

W_i e W_j sono i pesi, rispettivamente, della massa i e della massa j ;

z_i e z_j sono le quote, rispetto al piano di fondazione (v. § 3.2.3.1), delle masse i e j ;

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito al § 3.2.3.5;

W è il peso complessivo della costruzione;

λ è un coefficiente pari a 0,85 se la costruzione ha almeno tre orizzontamenti e se $T1 < 2T_c$, pari a 1,0 in tutti gli altri casi;
 g è l'accelerazione di gravità.

Per gli edifici, se le rigidezze laterali e le masse sono distribuite simmetricamente in pianta, gli effetti torsionali accidentali possono essere considerati amplificando le sollecitazioni su ogni elemento resistente, calcolate con la distribuzione fornita dalla formula (7.3.6), attraverso il fattore (δ) risultante dalla seguente espressione:

$$\delta = 1 + 0,6 x / L_e$$

dove:

x è la distanza dell'elemento resistente verticale dal baricentro geometrico di piano, misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica considerata;

L_e è la distanza tra i due elementi resistenti più lontani, misurata allo stesso modo.

ANALISI DEI CARICHI

La corretta valutazione dei carichi è estremamente importante per i calcoli strutturali, sia statici che sismici, infatti da essa dipende la determinazione delle forze statiche e sismiche.

Le varie parti delle strutture delle opere in oggetto sono state calcolate in base ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni, indicati nelle NTC 2008 e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto delle norme vigenti in materia di costruzioni. In particolare si è tenuto conto delle seguenti azioni.

Carichi permanenti

- Peso proprio delle strutture in c.a. = 2,5 kN/m³

- Peso proprio soletta di copertura = 2,5 kN/m³ x 0,3 m = 0,75 kN/m²

- Pressione media terreno = 0,80 kN/m²

- Sovraccarico soletta piano strada = 0,50 kN/m²

Carichi da neve

L'effetto di questa azione è stato stabilito in 4,00 kN/m², valore superiore ai minimi stabiliti in termini di legge.

Carichi da vento

L'effetto di questa azione, nel caso specifico, non influenza il regime statico della struttura.

CARICHI SISMICI

Il modello della struttura è costituito da un involucro delimitato dai pannelli murari in calcestruzzo armato composto dagli ordini di muratura nelle due direzioni ortogonali. I calcoli sono stati eseguiti secondo analisi statica equivalente considerato il rispetto delle condizioni che ne consentono l'applicazione: costruzioni regolari in altezza aventi primo periodo di

vibrazione della struttura, nella direzione in esame, inferiore a 2,5 Tc. Nel nostro caso il primo periodo, calcolato con la relazione semplificata

$$T_1 = C H^{3/4} = 0,075 \times 5.5^{3/4} = 0,269 \text{ sec} < 1,015 \text{ sec} = 2,5 T_c = 2,5 \times 0.406$$

I carichi sismici vengono valutati come già indicato, ovvero applicando la relazione

$$G_k + \sum (\phi_{E,i} \cdot Q_{ki})$$

Combinazione delle componenti dell'azione sismica

Le componenti dell'azione sismica sono considerate agenti contemporaneamente, ovviamente non raggiungeranno contemporaneamente il valore massimo. Le analisi condotte considerano i valori massimi relativi alle azioni orizzontali applicate separatamente; per considerare l'effetto combinato si calcola la radice quadrata della somma dei quadrati per la singola componente della grandezza da verificare (valore istante per istante), oppure sommando i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLO FORZE SISMICHE

ELEMENTO FINITO: TRAVE - GRUPPO: 2 - DESCRIZIONE: FONDAZIONE MURO PORTICATO

Peso sismico	Coord. Z baricentrica.gruppo	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
18250.000	265.000	0.417	0.036	659.327

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 1 - DESCRIZIONE: MURO FONDAZIONE

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
65043.434	127.586	0.201	0.017	1131.354

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 2 - DESCRIZIONE: MURI PORTICATO

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
39921.250	470.526	0.740	0.064	2560.826

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 3 - DESCRIZIONE: SOLETTA PAVIMENTO ESTERNA

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
13770.000	650.000	1.023	0.089	1220.225

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 4 - DESCRIZIONE: MURI CABINA

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
49743.762	860.293	1.353	0.117	5834.151

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 5 - DESCRIZIONE: SOLETTA DI COPERTURA

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
19313.996	1055.000	1.660	0.144	2777.905

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 6 - DESCRIZIONE: MURI SOTTOTETTO

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
5450.000	1075.000	1.691	0.147	798.726

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 7 - DESCRIZIONE: TIMPANI

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
2428.126	1130.000	1.778	0.154	374.061

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 9 - DESCRIZIONE: SOLETTA PAVIMENTO

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
29970.002	650.000	1.023	0.089	2655.783

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 10 - DESCRIZIONE: TETTO DI COPERTURA

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
42444.152	1127.520	1.774	0.154	6524.310

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 11 - DESCRIZIONE: DIVISORIO

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
9365.625	852.500	1.341	0.116	1088.488

PROSPETTO RIASSUNTIVO CENTRI DELLE MASSE E DELLE RIGIDENZE

CENTRI DELLE MASSE				ECCENTRICITA' ACCIDENTALI		MOMENTO TORCENTE	
Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Nodi master automatici	EX	EY	Mz(FY)	Mz(FX)
365.669	381.495	1055.000	-3	36.000	18.500	51391.242	100004.578
366.608	349.612	650.001	-2	36.000	16.188	42990.496	95608.203

COMBINAZIONI DI CARICO

Stato limite ultimo (SLV) o (SLC)

Le verifiche agli stati limite ultimi possono svolgersi rispetto alla salvaguardia della vita (SLV) o, in alternativa, al collasso (SLC).

Per la situazione permanente e transitoria si verifica che l'azione sollecitante di calcolo S_d sia inferiore alla resistenza ultima di calcolo R_d .

Le azioni sollecitanti di calcolo vanno calcolate secondo la seguente combinazione fondamentale:

$$F_d = 'g \cdot G_k + 'p \cdot P_k + 'q \cdot [Q_{1k} + \sum (\phi_{0i} \cdot Q_{ik})]$$

G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P_k è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;

Q_{1k} è il valore caratteristico dell'azione base di ogni combinazione;

Q_{ki} i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

Questa relazione, resa esplicita, diventa:

$$F_d = 'G_1 \cdot G_1 + 'G_2 \cdot G_2 + 'p \cdot P + 'Q_1 \cdot Q_{k1} + 'Q_2 \cdot \phi_{02} \cdot Q_{kq2} + 'Q_3 \cdot \phi_{03} \cdot Q_{k3} \dots\dots\dots$$

dove:

$'G_1, 'G_2, 'Q_1$ = coefficienti parziali per effetto delle azioni (permanenti strutturali, permanenti non strutturali e variabili) nelle verifiche allo SLU;

ϕ_{0i} = coefficienti di combinazione allo stato limite (ultimo o di esercizio).

Le NTC, nelle verifiche agli SLU, distinguono lo stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione (STR) e lo stato limite di resistenza del terreno (GEO).

Le NTC definiscono anche una combinazione sismica, per le verifiche agli SLU ed agli SLE legati all'azione sismica unitamente alle altre azioni.

Le azioni sollecitanti di calcolo in questo caso vanno calcolate secondo la formulazione:

$$F_{d,su} = E_k + G_k + P_k + \sum(\phi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

Che resa esplicita diventa:

$$F_{d,SU} = E + G_1 + G_2 + P + \phi_{21} \cdot Q_{k1} + \phi_{22} \cdot Q_{k2} \dots\dots\dots$$

Dove le grandezze hanno il valore già definito.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_k + \sum(\phi_{E,i} \cdot Q_{ki})$$

$\phi_{E,i}$ è il coefficiente di combinazione dell'azione variabile Q_i che tiene conto che tutti i carichi $\phi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (SLU) siano presenti sull'intera struttura in occasione del sisma e si ottiene moltiplicando ϕ_{2i} per ϕ_i .

I valori di ϕ_{0i} , ϕ_{1i} , ϕ_{2i} , e ϕ_i sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella - Coefficienti ϕ_{0j} , ϕ_{1j} , ϕ_{2j}

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	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

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Stati limite di esercizio (SLO) e (SLD)

Le verifiche agli stati limite di esercizio possono svolgersi rispetto allo stato limite di operatività (SLO) o allo stato limite di danno (SLD).

Per le verifiche di stati limite di esercizio si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

- combinazione rara, per le verifiche agli SLE irreversibili e per le verifiche in caso di applicazione del metodo delle tensioni ammissibili (ancora possibile per costruzioni di tipo 1 o 2 e classe d'uso I e II per siti in zona 4).

$$F_r = G_k + P_k + Q_{1k} + \sum(\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

che resa esplicita diventa:

$$F_r = G_1 + G_2 + P + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione frequente, per le verifiche agli SLE reversibili

$$F_f = G_k + P_k + \psi_{1j} \cdot Q_{k1} + \sum(\psi_{1j} \cdot Q_{ki})$$

che resa esplicita diventa:

$$F_f = G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione quasi permanente, per le verifiche agli SLE per la stima degli effetti a lungo termine

$$F_p = G_k + P_k + \sum(\psi_{2j} \cdot Q_{ki})$$

che resa esplicita diventa:

$$F_p = G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

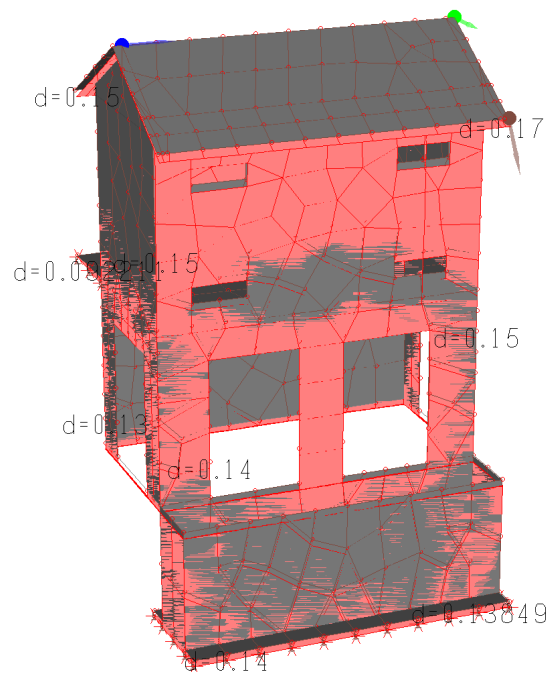
COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.300 1.300 1.500
2	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
3	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
4	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
5	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
6	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
7	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
8	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
9	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
10	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
11	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
12	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
13	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
14	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
15	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
16	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000
17	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio Permanente: Permanente portato Variabile: Neve	Condizione peso proprio Condizione 1 Condizione 2	1.000 1.000 0.000

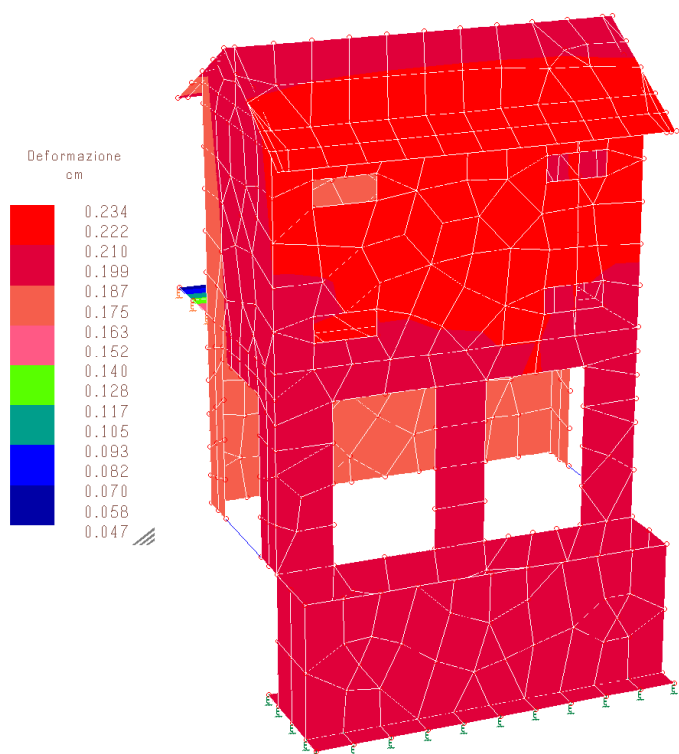
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
18	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
19	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.200
20	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

E' uno stato limite di esercizio teso a verificare che lo spostamento strutturale di interpiano sia limitato in modo da non provocare danni che rendano temporaneamente inagibile l'edificio; tale spostamento per un edificio con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura; deve essere: $d_r < 0.005 h_i$

Deformata stato limite ultimo



Deformazione elementi bidimensionali



CONDIZIONI SPECIFICHE PER GLI EDIFICI IN CALCESTRUZZO ARMATO

La costruzione di cui al presente intervento rientra nei casi di tipologia strutturale degli edifici in calcestruzzo di nuova costruzione.

Riportiamo nel seguito le condizioni specifiche per questo tipo di applicazione.

Conglomerato

Non è ammesso l'uso di conglomerati di classe inferiore a C20/25.

Acciaio

Per le strutture si deve utilizzare acciaio B450C. Si consente l'utilizzo di acciai di tipo B450A, con diametri compresi tra 5 e 10 mm, per le reti e i tralicci; se ne consente inoltre l'uso per l'armatura trasversale unicamente se è rispettata almeno una delle seguenti condizioni: elementi in cui è impedita la plasticizzazione mediante il rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze, elementi secondari, strutture poco dissipative con fattore di struttura $q \leq 1,5$.

Tipologie strutturali

Le strutture sismo-resistenti in cemento armato previste dalle presenti norme possono essere classificate nelle seguenti tipologie:

- *strutture a telaio*, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;
- *strutture a pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti, singole o accoppiate, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale ;
- *strutture miste telaio-pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti;
- *strutture deformabili torsionalmente*, composte da telai e/o pareti, la cui rigidezza torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione $r/l_s > 0,8$, nella quale:
 $r^2 =$ rapporto tra rigidezza torsionale e flessionale di piano
 $s l^2 = (L^2 + B^2)/12$ (L e B dimensioni in pianta del piano)
- *strutture a pendolo inverso*, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione o nelle quali la dissipazione d'energia avviene alla base di un singolo elemento strutturale

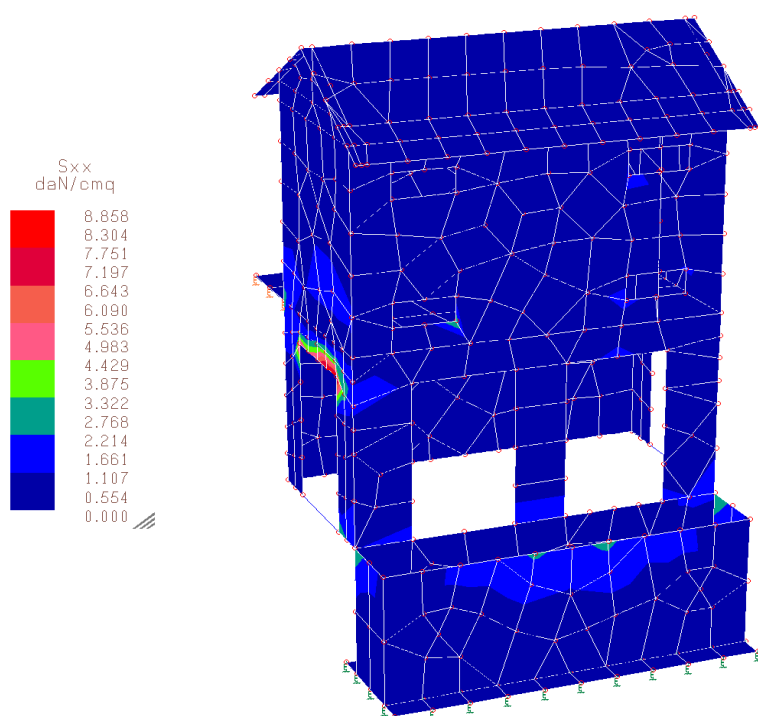
Le strutture delle costruzioni in calcestruzzo possono essere classificate come appartenenti ad una tipologia in una direzione orizzontale ed ad un'altra tipologia nella direzione orizzontale ortogonale alla precedente.

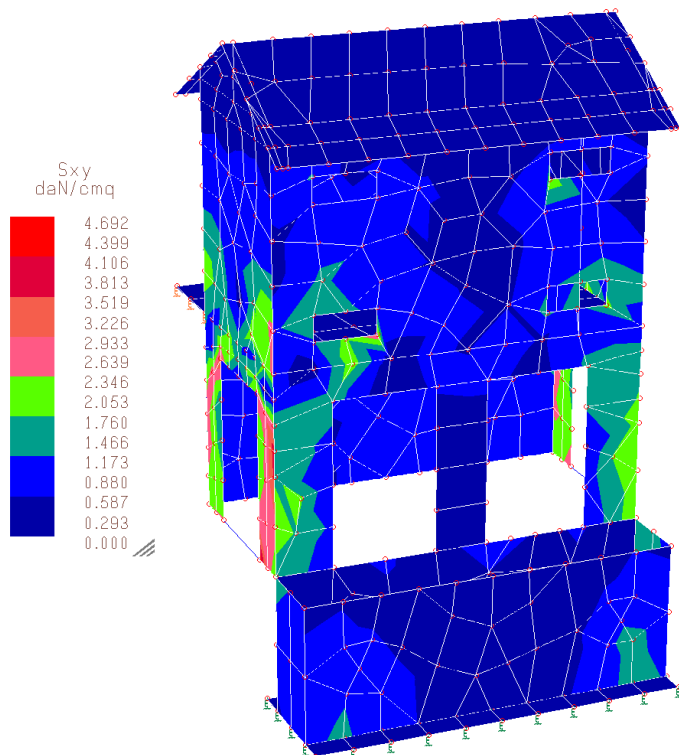
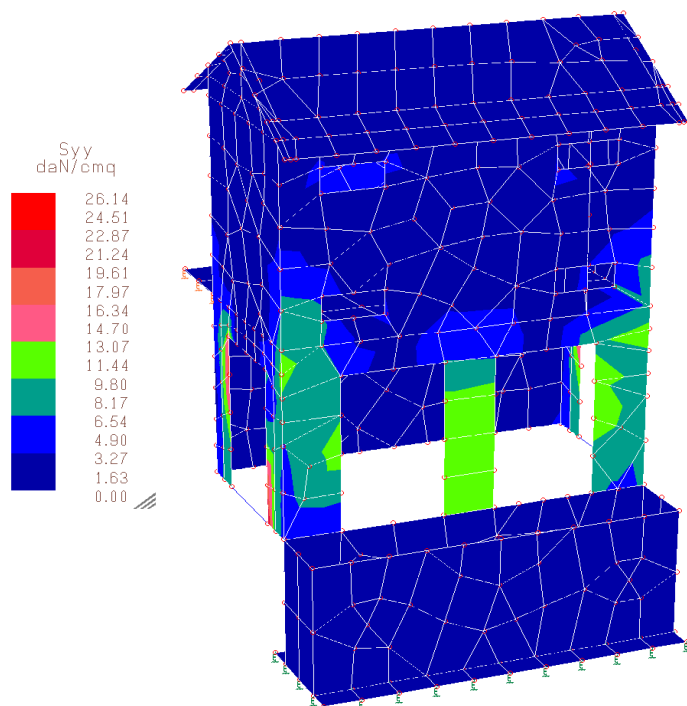
(Una parete è un elemento strutturale di supporto per altri elementi che ha una sezione trasversale caratterizzata da un rapporto tra dimensione massima e minima in pianta superiore a 4. Si definisce parete di forma composta l'insieme di pareti semplici collegate in

modo da formare sezioni a L, T, U, I ecc. Una parete accoppiata consiste di due o più pareti singole collegate tra loro da travi duttili (“travi di accoppiamento”) distribuite in modo regolare lungo l’altezza. Ai fini della determinazione del fattore di struttura q una parete si definisce accoppiata quando è verificata la condizione che il momento totale alla base prodotto dalle azioni orizzontali è equilibrato, per almeno il 20%, dalla coppia prodotta dagli sforzi verticali indotti nelle pareti dalla azione sismica.

Una struttura a pareti è da considerarsi come struttura a pareti estese debolmente armate se, nella direzione orizzontale d’interesse, essa ha un periodo fondamentale, calcolato nell’ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a T_C , e comprende almeno due pareti con una dimensione orizzontale non inferiore al minimo tra 4,0m ed i $2/3$ della loro altezza, che nella situazione sismica portano insieme almeno il 20% del carico gravitazionale. Se una struttura non è classificata come struttura a pareti estese debolmente armate, tutte le sue pareti devono essere progettate come duttili.

Sollecitazioni





Armatura elementi bidimensionali

EDIFICIO CENTRALE

INQUADRAMENTO DEL FABBRICATO

La presente relazione riguarda i lavori di costruzione di manufatti in cemento armato, ai sensi del capitolo 4, paragrafo 4.1 delle NTC08, per la nuova realizzazione di un impianto idroelettrico sfruttante le acque del Torrente Falmenta su proposta Soc. Officine Lorenzina S.r.l., con sede a Masera (VCO), via della Colonia, 127.

Il fabbricato oggetto dell'intervento in progetto si identifica con il manufatto che costituisce l'edificio centrale di produzione dell'energia, interamente in calcestruzzo.

TIPOLOGIA DI INTERVENTO

- nuova costruzione delle strutture del nuovo EDIFICIO CENTRALE ai sensi del capitolo 4, paragrafo 4.1 delle NTC08

DESTINAZIONE D'USO

- Impianto per la produzione di energia idroelettrica

DATI GEOMETRICI PRINCIPALI

Le dimensioni massime in pianta 1450 x 880 cm, sono indicate sugli allegati elaborati grafici esecutivi di progetto accanto agli altri elementi esecutivi.

QUALIFICAZIONE DELL' INTERVENTO (ai sensi del par. 8.4.2. delle NTC)

Intervento di nuova costruzione

Il progetto e la valutazione della sicurezza dovranno essere estesi alla struttura nel suo insieme.

TIPO DI COSTRUZIONE (ai sensi del par. 8.7.1. delle NTC)

- costruzioni in calcestruzzo armato

TIPOLOGIA STRUTTURALE

- Strutture a pareti e fondazioni continue e platea in cls

DESCRIZIONE GENERALE DELL' INTERVENTO

Trattasi di un intervento edilizio di nuova costruzione del manufatto di produzione dell'energia (edificio centrale) di impianto di nuova costruzione.

Le dimensioni massime in pianta, di forma regolare, sono pari a 1450 x 880 cm, per un'altezza massima pari a m. 10,80 dal piano della sala macchine fino in copertura.

La nuova costruzione verrà realizzata con strutture verticali in conglomerato cementizio armato dello spessore variabile 25 – 50 cm con interposta armatura adeguata, e fondazione continua perimetrale; la parte presso la sede stradale è costituita da una platea di fondazione dello spessore di 30 cm, con interposta rete elettrosaldata avente maglia 20 x 20 cm e filo diametro 10 mm, pure in calcestruzzo.

Ai fini del calcolo il lato lungo coincide con l'asse orizzontale X del riferimento globale, il lato corto con l'asse Y, l'asse Z è verticale.

L'edificio sorge in zona sismica di classe 4 ad una quota di circa 715 m.s.l.

DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO AI SENSI DEL D.M. 14/01/2008

Secondo quanto previsto dal cap. 2 ed ai fini della definizione dei livelli di sicurezza e delle prestazioni attese, alla costruzione sono stati attribuiti i seguenti parametri.

Vita nominale della costruzione

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Si evidenzia nella tabella sottostante il nostro caso.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Classe d'uso della costruzione

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica

Periodo di riferimento per la costruzione

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

Risposta sismica locale

La risposta sismica in ambito strettamente locale viene valutata sulla base dei seguenti parametri: categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E, S1, S2); coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s , coefficiente di amplificazione topografica S_t .

Categoria di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica di progetto si riportano le categorie di cui alle NTC

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

In riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale e regionale vigenti al momento della progettazione, il territorio del Comune interessato dall'intervento risulta ascritto alla Zona 3, caratterizzata dai parametri di sito appresso riportati.

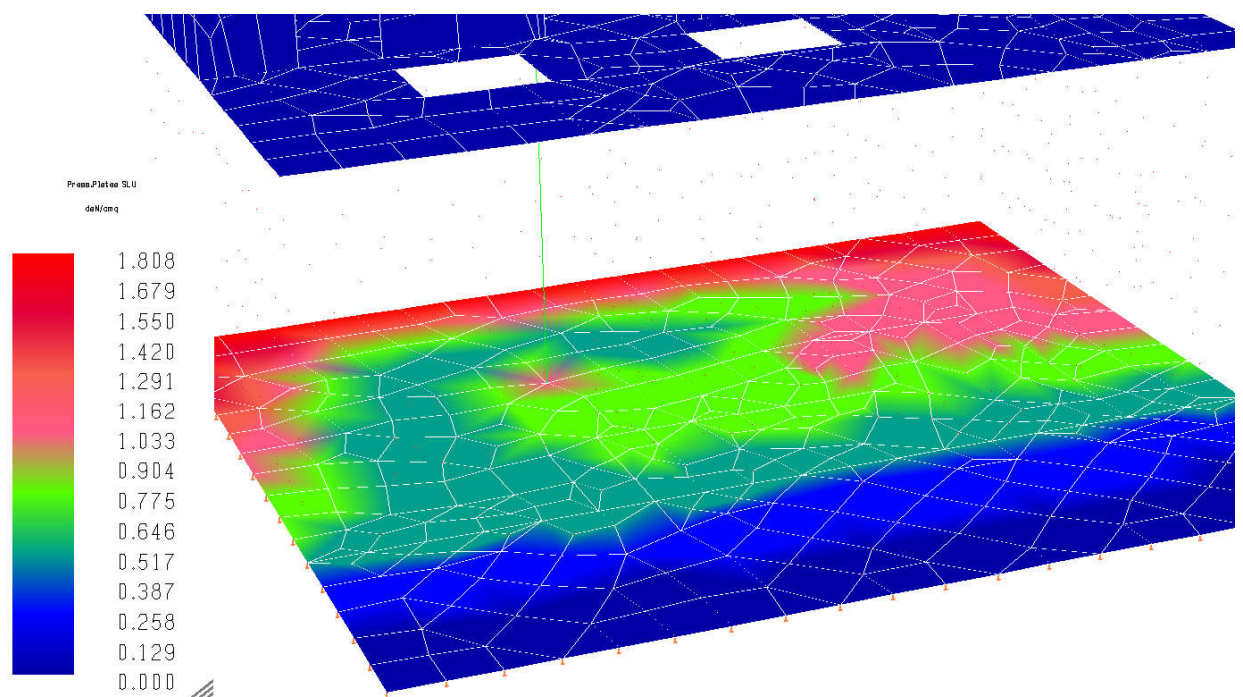
Pertanto, secondo i criteri sopra elencati, si ritiene di poter identificare i terreni di fondazione in una categoria di suolo assimilabile alla **categoria A**, come risulta dalle conclusioni della relazione geologico tecnica. I dettagli della caratterizzazione geologica e tecnica del terreno di fondazione sono contenuti nella relazione suddetta.

Le verifiche del sistema di fondazioni sono state eseguite attraverso l'amplificazione delle forze sismiche del 10 % secondo le prescrizioni normative

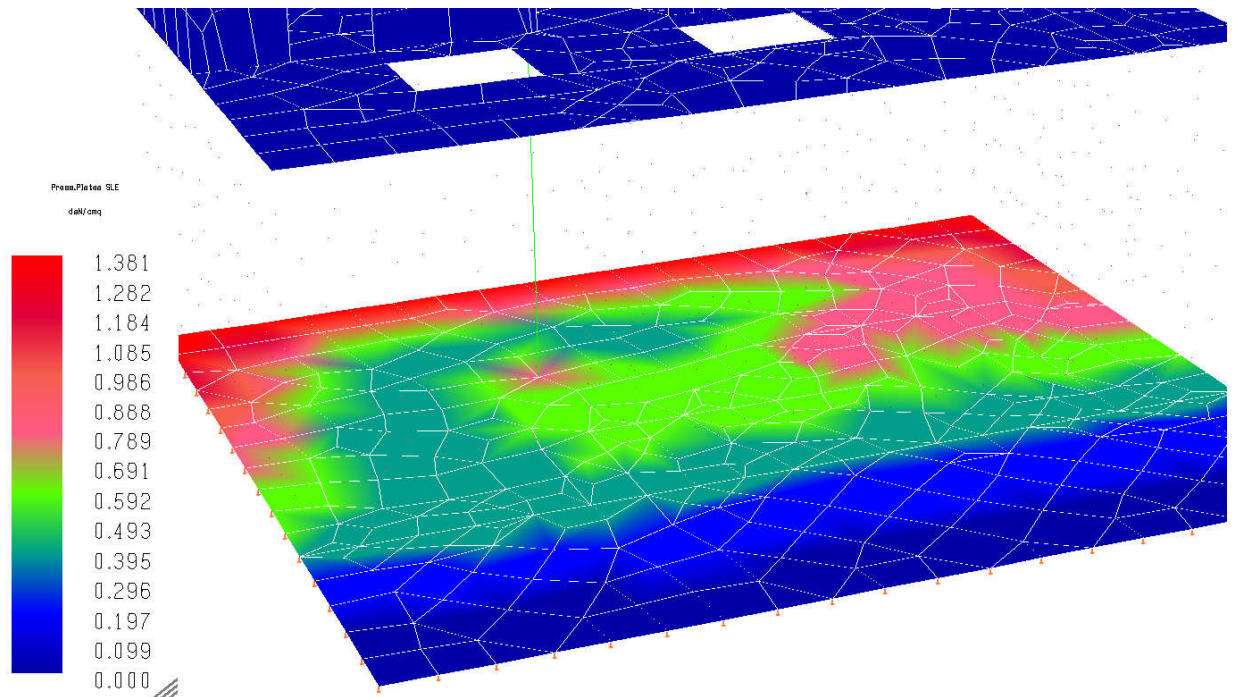
Vita nominale costruzione:	50	▼	anni
Classe d'uso costruzione:	IV	▼	
Vita di riferimento:	100		anni
Spettro di risposta:	Stato limite ultimo SLV ▼		
Probabilità superamento periodo riferimento:	10		%
Tempo di ritorno del sisma:	949		anni
Comune:	Falmenta - (VB)	Mappa...	...
ag/g:	0.059	F0:	2.7
		Tc*:	0.3
Categoria suolo:	A	▼	
Coeff.multiplicativo sisma:	1	▼	
Coefficiente topografico:	1.2	▼	

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PLATEA

Pressione SLU



Pressione SLE



Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno: 2600 daN/m³
Angolo di attrito: 43.00 gradi
Angolo di attrito terreno-fondazione 19.80 gradi
Cu, coesione: 0.300 daN/cm²
Profondità di posa: 50.0 cm
Adesione terreno-fondazione: 0.132 daN/cm²

Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Vesic

Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.032
Coefficiente sismico [khiY]: 0.032
Coefficiente sismico [khk]: 0.014

Tipo fondazione: platea

Area: 1694000 cm²

Lato medio: 1302 cm

Fattore di riduzione (Bowles) ry: 0.532, Base ridotta B': 692 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Statica azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny:
206.50
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt.
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00 Fattore di profondità [dq]: 1.01 Fattore di profondità [dc]: 1.03 Fattore di
profondità [dy]: 1.00 Fattore di profondità [dc]: 1.03 Fattore di
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 233.880 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.808 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Combinazione: 2 Descrizione: Sisma 100%+X 30%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondità [dq]:	1.01	Fattore di profondità [dc]:	1.03	Fattore di
profondità [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.333 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 3 Descrizione: Sisma 100%+X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondità [dq]:	1.01	Fattore di profondità [dc]:	1.03	Fattore di
profondità [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.287 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN

Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 4 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny: 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.97 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.89
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.97 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.89
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità [dq]: 1.01 Fattore di profondità [dc]: 1.03 Fattore di
profondità [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.99 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.89
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.89

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.398 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 5 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny: 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.97 Fatt.
inclinazione del carico [iyX]: 0.89
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.97 Fatt.
inclinazione del carico [iyY]: 0.89
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità [dq]: 1.01 Fattore di profondità [dc]: 1.03 Fattore di
profondità [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.99 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.89
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.89

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.349 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 6 Descrizione: **Sisma 30%X 100%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore N_q :	106.46	Fattore N_c :	110.34	Fattore N_y :
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.382 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	684411.38 daN
Forza resistente per attrito:	470011.30 daN
Indice di resistenza:	0.05

Combinazione: 7 Descrizione: **Sisma 30%X 100%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore N_q :	106.46	Fattore N_c :	110.34	Fattore N_y :
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.220 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	684411.38 daN
Forza resistente per attrito:	470011.30 daN
Indice di resistenza:	0.05

Combinazione: 8 Descrizione: **Sisma 30%-X 100%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny: 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.89
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.89
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di profondita' [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.99 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.89
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.89

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.415 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 9 Descrizione: **Sisma 30%-X 100%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny: 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.89
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.89
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di profondita' [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.99 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.89
Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.89

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.254 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 10 Descrizione: **Sisma 100%+X 30%+Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.333 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	684411.38 daN
Forza resistente per attrito:	470011.30 daN
Indice di resistenza:	0.05

Combinazione: 11 Descrizione: Sisma 100%+X 30%-Y azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.287 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	684411.38 daN
Forza resistente per attrito:	470011.30 daN
Indice di resistenza:	0.05

Combinazione: 12 Descrizione: Sisma 100%-X 30%+Y azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00

Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.398 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	684411.38 daN
Forza resistente per attrito:	470011.30 daN
Indice di resistenza:	0.05

Combinazione: 13 Descrizione: Sisma 100%-X 30%-Y azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
Max pressione suolo: 1.349 daN/cm²
Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione:	22241.46 daN
Carico verticale agente sulla fondazione:	684411.38 daN
Forza resistente per attrito:	470011.30 daN
Indice di resistenza:	0.05

Combinazione: 14 Descrizione: Sisma 30%+X 100%+Y azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny: 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.89
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.89
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di profondita' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.99 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.89
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.89

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.382 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
 Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
 Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 15 Descrizione: Sisma 30%+X 100%-Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny: 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.89
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.97 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.89
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di profondita' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.99 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.89
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.89

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 211.244 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 211.244 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.220 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.01

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 22241.46 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 22241.46 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 684411.38 daN
 Forza resistente per attrito: 470011.30 daN
 Indice di resistenza: 0.05

Combinazione: 16 Descrizione: Sisma 30%-X 100%+Y azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 1.00
 Scorrimento: 1.00

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): **211.244** daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): **211.244** daN/cm²
 Max pressione suolo: **1.416** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.01**

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: **22241.46** daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: **22241.46** daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: **684411.38** daN
 Forza resistente per attrito: **470011.30** daN
 Indice di resistenza: **0.05**

Combinazione: **17** Descrizione: **Sisma 30%-X 100%-Y** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
 Coesione efficace: **1.00**
 Resistenza non drenata: **1.00**
 Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: **1.00**
 Scorrimento: **1.00**

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	0.89			
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.97	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.97	Fatt.
inclinazione del carico [iyY]:	0.89			
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di
forma [sy]:	1.00			
Fattore di profondita' [dq]:	1.01	Fattore di profondita' [dc]:	1.03	Fattore di
profondita' [dy]:	1.00			
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.99	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.89	
Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.89			

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): **211.244** daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): **211.244** daN/cm²
 Max pressione suolo: **1.254** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.01**

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: **22241.46** daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: **22241.46** daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: **684411.38** daN
 Forza resistente per attrito: **470011.30** daN
 Indice di resistenza: **0.05**

Combinazione: **18** Descrizione: **Rara** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
 Coesione efficace: **1.00**
 Resistenza non drenata: **1.00**
 Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coeff. sicurezza SLE: **3.0**

Fattore Nq:	106.46	Fattore Nc:	110.34	Fattore Ny:
206.50				
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt.
inclinazione del carico [iyX]:	1.00			

Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt.
 inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
 forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di
 profondita' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 233.880 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.381 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.02

Combinazione: 19 Descrizione: **Frequente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unità di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny:
 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt.
 inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt.
 inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
 forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di
 profondita' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 233.880 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.331 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.02

Combinazione: 20 Descrizione: **Quasi permanente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unità di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 106.46 Fattore Nc: 110.34 Fattore Ny:
 206.50

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt.
 inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt.
 inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di
 forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 1.01 Fattore di profondita' [dc]: 1.03 Fattore di
 profondita' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 233.880 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.318 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.02

Coefficiente di amplificazione stratigrafica

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 sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_o e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni tabulate sotto e nelle quali "g" è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Si evidenzia il nostro caso per il quale risulta: $S_s = 1$ $C_c = 1$

Coefficiente di amplificazione topografica

Per superfici topografiche semplici si deve adottare la seguente classificazione:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S_T
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.	-	1,00
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.	Sommità del pendio	1,20
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,20
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,40

Si evidenzia il coefficiente per il nostro caso.

Individuazione della pericolosità sismica del sito

La pericolosità sismica di base del sito di intervento è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento P_{VR} nella vita di riferimento dell'opera VR.

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

In particolare, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori di alcuni parametri su sito di riferimento rigido orizzontale: a_g accelerazione massima sul sito; F_0 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.

Tali parametri sono forniti per i 10751 nodi del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano e per 9 valori del periodo di ritorno T_R .

I parametri sismici sono stati determinati attraverso apposito software "Spettri NTC", messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Si riporta nel seguito la maschera che individua il sito ed i parametri sismici (dal software MasterSap di AMV Srl).

Indirizzo:

Mappa Satellite

Informazioni
Calcolo dei parametri completato.

Messaggi
Calcolo eseguito con successo.

Parametri
Vita nominale: (anni)
Classe di utilizzo:
Vita di riferimento: (anni)
Spettro:
Probabilità di superamento della vita di riferimento: %
Periodo di ritorno: (anni)
Latitudine: °
Longitudine: °

Risultati

a_g/g :	F_0 :	T_C :
0.0587	2.7	0.3

Amministrazione comunale più vicina
Falmenta
Powered by Geonames.org

Determinazione dell'accelerazione massima di progetto

Avendo acquisito i parametri essenziali all'analisi della risposta sismica locale, è ora possibile definire l'accelerazione massima di progetto attesa al suolo a_{max} , valore che verrà adottato per i successivi calcoli di verifica analitica, mediante la seguente relazione:

$$a_{max} = a_g * S_S * S_T = [0,059 \text{ g} * 1,003 * 1,2] = 0,0591 \text{ g}$$

Classificazione dell'azione sismica (riepilogo)

Di seguito si sintetizzano in maniera riassuntiva i principali parametri caratteristici considerati nelle valutazioni dell'azione sismica in accordo al DM 14.01.2008

1_ Vita nominale costruzione V_N	≥ 50 anni
2_ Tipo di costruzione	2
3_ Coefficiente d'uso C_U	2
4_ Classe d'uso	IV
5_ Periodo di riferimento $V_R = V_N * C_U$	100
6_ Spettro di risposta	SLV
7_ Latitudine	46,07304
8_ Longitudine	8,58290
9_ Accelerazione orizzontale massima al sito ($a_g \times g$)	0,575
10_ Fattore di amplificazione massimo spettro di accelerazione F_0	2,7
11_ Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione T_C^*	0,3
12_ Categoria sottosuolo	A
13_ Coefficiente di amplificazione topografica S_T	1.6
14_ Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S	1.00
15_ Accelerazione massima attesa al suolo $a_{max} = a_g * S_S * S_T$	0.059 g

MATERIALI UTILIZZATI NEL PROGETTO

Conglomerato cementizio

Di seguito sono riportati i valori nominali di calcolo:

Calcestruzzo per elementi in c.a. in opera ($\gamma_m = 1,6$): Classe C 25 / 30

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 0,83 \cdot 30 = 24,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f'_{cd} = f_{ck} / \gamma_m = 24,9 / 1,6 = 15,56 \text{ N/mm}^2$$

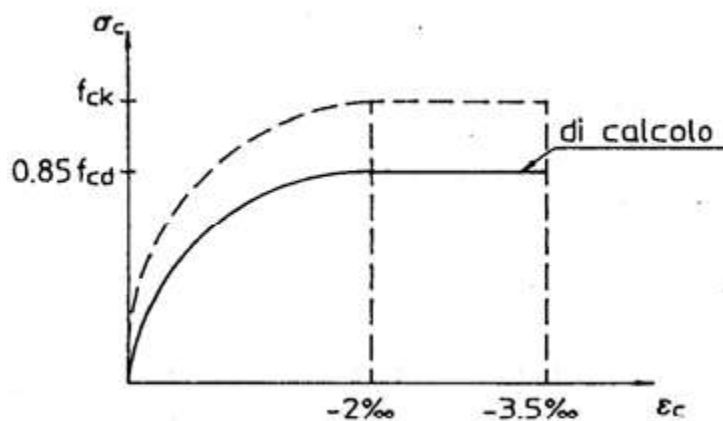
$$f_{cd} = 0,85 \cdot f'_{cd} = 0,85 \cdot 15,56 = 13,22 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 0,27 \cdot (R_{ck})^{2/3} = 0,27 \cdot (30)^{2/3} = 5,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = 0,7 \cdot f_{ctm} / \gamma_m = 0,7 \cdot 5,4 / 1,6 = 2,53 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{Rd} = 0,25 \cdot f_{ctd} = 0,25 \cdot 2,53 = 0,63 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 5700 \cdot (R_{ck})^{0,5} = 5700 \cdot (30)^{0,5} = 85500 \text{ N/mm}^2$$



Acciaio

Acciaio ordinario per elementi in c.a. e c.a.p. ($\gamma_m = 1,15$) FeB44k (B450C)

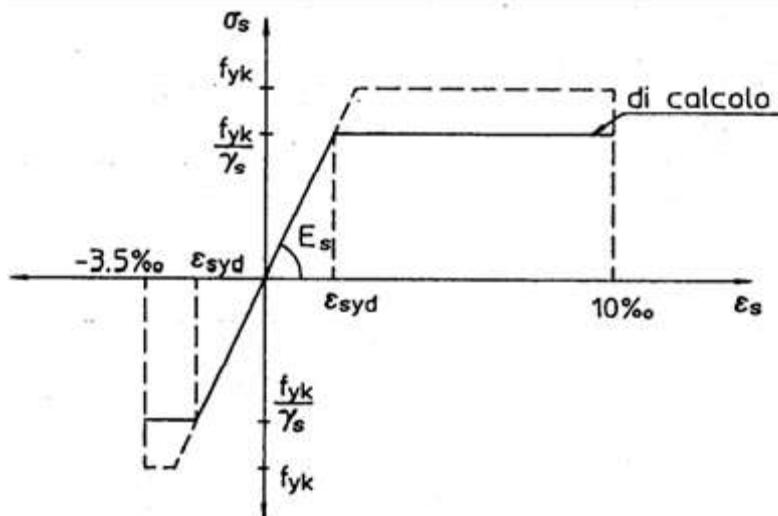
$$f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m = 430 / 1,15 = 374 \text{ N/mm}^2$$

Rete elettrosaldata per elementi in c.a. e c.a.p. ($\gamma_m = 1,15$)

$$f_{yk} = 390 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_m = 390 / 1,15 = 339 \text{ N/mm}^2$$



CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE AI FINI DEL RISPETTO DEL PAR. 7.2.DELLE NTC 08

Classe di duttilità

Le costruzioni soggette all'azione sismica, non dotate di appositi dispositivi dissipativi, devono essere progettate in accordo con i seguenti comportamenti strutturali:

- a) comportamento strutturale non dissipativo;
- b) comportamento strutturale dissipativo.

Nel comportamento strutturale non dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite di esercizio, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, indipendentemente dalla tipologia strutturale adottata, senza tener conto delle non linearità di comportamento (di materiale e geometriche) se non rilevanti.

Nel comportamento strutturale dissipativo, cui ci si riferisce quando si progetta per gli stati limite ultimi, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati, in funzione della tipologia strutturale adottata, tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti e comunque sempre quando precisato).

Gli elementi strutturali delle fondazioni, che devono essere dimensionati sulla base delle sollecitazioni ad essi trasmesse dalla struttura sovrastante (v. § 7.2.5), devono avere comportamento non dissipativo, indipendentemente dal comportamento strutturale attribuito alla struttura su di esse gravante.

Nel caso la struttura abbia comportamento strutturale dissipativo, si distinguono due livelli di Capacità Dissipativa o Classi di Duttilità (CD):

- Classe di duttilità alta (CD"A");
- Classe di duttilità bassa (CD"B").

La differenza tra le due classi risiede nella entità delle plasticizzazioni cui ci si riconduce in fase di progettazione; per ambedue le classi, onde assicurare alla struttura un comportamento dissipativo e duttile evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili imprevisi, si fa ricorso ai procedimenti tipici della gerarchia delle resistenze.

L'intervento in progetto è a bassa duttilità

VERIFICA DELLA REGOLARITA'

Regolarità in pianta

La regolarità in pianta è rispettata se sono verificate tutte le seguenti condizioni:

- a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze SI
- b) il rapporto tra i lati del rettangolo in cui l'edificio è inscritto è inferiore a 4; SI
- c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione; SI

d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti. SI

L'EDIFICIO E' REGOLARE IN PIANTA

Regolarità in altezza

La regolarità in altezza è rispettata se sono verificate tutte le seguenti condizioni:

e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione; SI

f) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base; SI

g) nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti; SI

h) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento. SI

L'EDIFICIO E' REGOLARE IN ALTEZZA

FATTURE DI STRUTTURA q

Questo coefficiente tiene conto delle capacità dissipative della struttura attraverso la riduzione dello spettro di risposta elastico da applicare alla struttura. Per i sistemi non dissipativi (verifiche agli Stati Limite di Esercizio) il fattore di struttura è $q = 1$; questo corrisponde ad applicare alla struttura lo spettro di risposta elastico, senza alcuna riduzione.

Nel caso dei sistemi dissipativi (verifiche agli Stati Limite Ultimi) il fattore di struttura è > 1 ed il suo valore dipende dalla tipologia strutturale, dal tipo di costruzione, dalle capacità dissipative della struttura, e da altri parametri ancora.

Il DM 14.01.08 per il fattore di struttura propone la forma seguente:

$$q = q_0 K_R$$

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla

tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

K_R è un fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza.

Per le costruzioni regolari in pianta, qualora non si proceda ad un'analisi non lineare finalizzata alla valutazione del rapporto α_u/α_1 , per esso possono essere adottati i valori indicati per le diverse tipologie costruttive.

Per le costruzioni non regolari in pianta, si possono adottare valori di α_u/α_1 pari alla media tra 1,0 ed i valori di volta in volta forniti per le diverse tipologie costruttive.

Per la componente verticale dell'azione sismica il valore di q utilizzato, a meno di adeguate analisi giustificative, è $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali è $q = 1$.

Strutture in calcestruzzo armato

I massimi valori di q_0 relativi alle diverse tipologie ed alle due classi di duttilità considerate (CD"A" e CD"B") sono contenuti nella tabella seguente.

Tabella 7.4.I – Valori di q_0

Tipologia	q_0	
	CD"B"	CD"A"
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0\alpha_u/\alpha_1$	$4,5\alpha_u/\alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0\alpha_u/\alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Le strutture a pareti estese debolmente armate devono essere progettate in CD "B". Strutture aventi i telai resistenti all'azione sismica composti, anche in una sola delle direzioni principali, con travi a spessore devono essere progettate in CD"B" a meno che tali travi non si possano considerare elementi strutturali "secondari".

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di α_u/α_1 :

a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai

- strutture a telaio di un piano $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a telaio con più piani ed una sola campata $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$
- strutture a telaio con più piani e più campate $\alpha_u/\alpha_1 = 1,3$

b) Strutture a pareti o miste equivalenti a pareti

- strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale $\alpha_u/\alpha_1 = 1,0$
- altre strutture a pareti non accoppiate $\alpha_u/\alpha_1 = 1,1$
- strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\alpha_u/\alpha_1 = 1,2$

K_R = costruzione regolare in altezza = 1

Fattore di struttura per la costruzione in progetto: $q = q_0 K_R = 3.0 \times 1.0 \times 1.0 = 3.00$

Spettro di risposta elastico in accelerazione orizzontale

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione orizzontale si determina attraverso le seguenti relazioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T ed Se sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Nelle relazioni di cui sopra inoltre S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica e S_T il coefficiente di amplificazione topografica già definiti;

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C^* è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove T_C^* è definito sopra e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio

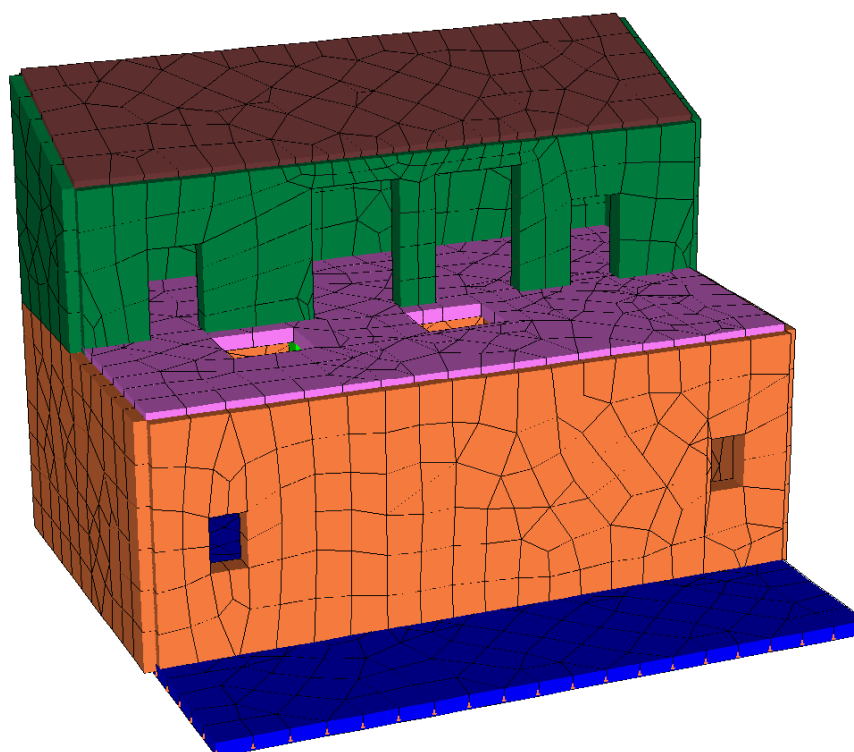
Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata.

Spettri di progetto per gli stati limite ultimi

Ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule dello spettro il termine η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Lo spettro applicato alla struttura è riportato nei precedenti paragrafi.

Distanza tra costruzioni contigue

Il caso specifico non richiede alcuna verifica da questo punto di vista.



STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	EDIFICIO CENTRALE
Intestazione del lavoro	EDIFICIO CENTRALE
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica sismica equivalente
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC/2008

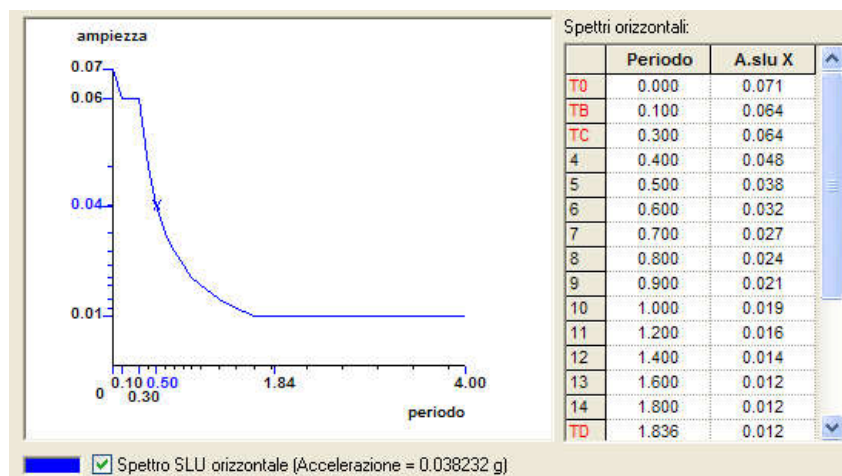
NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	100 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo
Probabilita' di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	949 anni
Localita'	Falmenta - (VB)
ag/g	0.059
F0	2.7
Tc	0.3
Categoria del suolo	A
Fattore topografico	1.2

DATI SPETTRO

Eccentricita' accidentale	5%
Periodo proprio T1	0.5000
λ	0.85
Fattore q di struttura	$q_{or} = 3$ [$q_{0X} = 3$ $q_{0Y} = 3$ $k_w = 1$ $K_r = 1$]
Duttilita'	Bassa Duttilita'
Sd (T1)	0.038 g
Coeff.globale accelerazione sismica	0.032

Grafico spettro SLU



CRITERI ADOTTATI PER LA DEFINIZIONE DEL MODELLO DELLA STRUTTURA

Il modello della struttura deve essere tridimensionale e rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza, con particolare attenzione alle situazioni nelle quali componenti orizzontali dell'azione sismica possono produrre forze d'inerzia verticali (travi di grande luce, sbalzi significativi, etc.).

Nella definizione del modello alcuni elementi strutturali, considerati "secondari", e gli elementi non strutturali autoportanti, possono essere rappresentati unicamente in termini di massa, considerando il loro contributo alla rigidezza e alla resistenza del sistema strutturale solo qualora essi possiedano rigidezza e resistenza tali da modificare significativamente il comportamento del modello.

Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano, a condizione che siano realizzati in cemento armato, oppure in latero-cemento con soletta in c.a. di almeno 40 mm di spessore, o in struttura mista con soletta in cemento armato di almeno 50 mm di spessore collegata da connettori a taglio opportunamente dimensionati agli elementi strutturali in acciaio o in legno e purché le aperture presenti non ne riducano significativamente la rigidezza.

Per rappresentare la rigidezza degli elementi strutturali si possono adottare modelli lineari, che trascurano le non linearità di materiale e geometriche, e modelli non lineari, che le considerano; in ambo i casi si deve tener conto della fessurazione dei materiali fragili. In caso non siano effettuate analisi specifiche, la rigidezza flessionale e a taglio di elementi in muratura, cemento armato, acciaio-calcestruzzo, può essere ridotta sino al 50% della rigidezza dei corrispondenti elementi non fessurati, tenendo debitamente conto dell'influenza della sollecitazione assiale permanente.

Nel caso di comportamento non dissipativo si adottano unicamente i modelli lineari.

Nel caso di comportamento dissipativo si possono adottare sia modelli lineari sia modelli non lineari. Il legame costitutivo utilizzato per modellare il comportamento non lineare della struttura dovuto alla non linearità di materiale deve essere giustificato, anche in relazione alla corretta rappresentazione dell'energia dissipata nei cicli di isteresi.

Le azioni conseguenti al moto sismico sono modellate sia direttamente, attraverso forze statiche equivalenti o spettri di risposta, sia indirettamente, attraverso accelerogrammi.

Nella definizione dell'azione sismica sulla struttura, è possibile tenere conto della modifica del moto sismico indotta dall'interazione fondazione-terreno. A meno di analisi numeriche avanzate, la fondazione può essere schematizzata con vincoli visco-elastici, caratterizzati da opportuna impedenza dinamica. Questa schematizzazione può rendersi necessaria per strutture alte e snelle, nelle quali gli effetti del secondo ordine non sono trascurabili, e per strutture fondate su terreni molto deformabili ($V_s < 100$ m/s). Conseguentemente, con i criteri di cui al § 7.11.2, nel calcolo dell'impedenza dinamica è necessario tener conto della dipendenza delle caratteristiche di rigidezza e smorzamento dal livello deformativo.

Per le fondazioni miste, come specificato al § 6.4.3., l'interazione fra il terreno, i pali e la struttura di collegamento deve essere studiata con appropriate modellazioni, allo scopo di pervenire alla determinazione dell'aliquota dell'azione di progetto trasferita al terreno direttamente dalla struttura di collegamento e dell'aliquota trasmessa ai pali. Nei casi in cui l'interazione sia considerata non significativa o, comunque, si ometta la relativa analisi, le verifiche SLV e SLD, condotte quindi con riferimento ai soli pali, devono soddisfare quanto riportato al punto § 7.11.5.3.2. Nei casi in cui si consideri significativa tale interazione e si svolga la relativa analisi, le verifiche SLV e SLD, condotte con riferimento ai soli pali, devono soddisfare quanto riportato ai §§ 6.4.3.3 e 6.4.3.4, ove le azioni e le resistenze di progetto ivi menzionate sono da intendersi determinate secondo quanto specificato.

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita una eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per i soli edifici ed in assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0,05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti.

PRECISAZIONE DEL METODO DI ANALISI E DI VERIFICA ADOTTATO, AL FINE DEL RISPETTO DEI LIMITI E DEI VINCOLI IMPOSTI DAL PAR. 7.3

Analisi lineare o non lineare

L'analisi lineare può essere utilizzata per calcolare gli effetti delle azioni sismiche sia nel caso di sistemi dissipativi sia nel caso di sistemi non dissipativi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi non dissipativi, come avviene per gli stati limite di esercizio, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per essere utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q unitario. La resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole presentate nei capitoli precedenti, non essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità fissati nei paragrafi successivi.

Quando si utilizza l'analisi lineare per sistemi dissipativi, come avviene per gli stati limite ultimi, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati, quale che sia la modellazione per esse utilizzata, riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura q maggiore dell'unità. La resistenza delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole presentate nei capitoli precedenti, essendo necessario soddisfare i requisiti di duttilità fissati nei paragrafi successivi.

L'analisi non lineare si utilizza per sistemi dissipativi e tiene conto delle non linearità di materiale e geometriche; queste ultime possono essere trascurate nei casi precedentemente precisati. I legami costitutivi utilizzati devono includere la perdita di resistenza e la resistenza residua, se significativi.

Precisazione del fattore $\theta = P d / V \cdot h$

Le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ appresso definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1$$

dove:

P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame

d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante;

V è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame;

h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

Quando θ è compreso tra 0,1 e 0,2 gli effetti delle non linearità geometriche possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a $1/(1-\theta)$; θ non può comunque superare il valore 0,3. Nel nostro caso il coeff. θ non supera mai il valore di 0,10.

Analisi statica o dinamica

Oltre che in relazione al fatto che l'analisi sia lineare o non lineare, i metodi d'analisi sono articolati anche in relazione al fatto che l'equilibrio sia trattato staticamente o dinamicamente. Il metodo d'analisi lineare di riferimento per determinare gli effetti dell'azione sismica, sia su sistemi dissipativi sia su sistemi non dissipativi, è l'analisi modale con spettro di risposta o "analisi lineare dinamica". In essa l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto definito per struttura non dissipativa o per struttura dissipativa. In alternativa all'analisi modale si può adottare una integrazione al passo, modellando l'azione sismica attraverso accelerogrammi, ma in tal caso la struttura deve essere non dissipativa.

Per le sole costruzioni la cui risposta sismica, in ogni direzione principale, non dipenda significativamente dai modi di vibrare superiori, è possibile utilizzare, sia su sistemi dissipativi sia su sistemi non dissipativi, il metodo delle forze laterali o "analisi lineare statica". In essa l'equilibrio è trattato staticamente, l'analisi della struttura è lineare, si modella l'azione sismica direttamente attraverso lo spettro di progetto definito per struttura non dissipativa o per struttura dissipativa.

Infine, per determinare gli effetti dell'azione sismica su sistemi dissipativi, si possono effettuare analisi non lineari. In esse l'equilibrio è trattato staticamente ("analisi non lineare statica") modellando l'azione sismica direttamente mediante forze statiche fatte crescere monotonamente o dinamicamente ("analisi non lineare dinamica") modellando l'azione sismica indirettamente mediante accelerogrammi.

Analisi lineare statica

L'analisi statica lineare consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici riportati nei paragrafi successivi, a condizione che il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame (T_1) non superi 2,5 T_C o T_D e che la costruzione sia regolare in altezza.

Per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza, T_1 può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente:

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

dove: H è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione e C_1 vale 0,085 per costruzioni con struttura a telaio in acciaio, 0,075 per costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato e 0,050 per costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura.

L'entità delle forze si ottiene dall'ordinata dello spettro di progetto corrispondente al periodo T_1 e la loro distribuzione sulla struttura segue la forma del modo di vibrare principale nella direzione in esame, valutata in modo approssimato.

La forza da applicare a ciascuna massa della costruzione è data dalla formula seguente:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / \sum_j z_j W_j$$

Dove:

$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

F_i è la forza da applicare alla massa i -esima;

W_i e W_j sono i pesi, rispettivamente, della massa i e della massa j ;

z_i e z_j sono le quote, rispetto al piano di fondazione (v. § 3.2.3.1), delle masse i e j ;

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito al § 3.2.3.5;

W è il peso complessivo della costruzione;

λ è un coefficiente pari a 0,85 se la costruzione ha almeno tre orizzontamenti e se $T_1 < 2T_C$, pari a 1,0 in tutti gli altri casi;

g è l'accelerazione di gravità.

Per gli edifici, se le rigidità laterali e le masse sono distribuite simmetricamente in pianta, gli effetti torsionali accidentali possono essere considerati amplificando le sollecitazioni su ogni elemento resistente, calcolate con la distribuzione fornita dalla formula (7.3.6), attraverso il fattore (δ) risultante dalla seguente espressione:

$$\delta = 1 + 0,6 x / L_e$$

dove:

x è la distanza dell'elemento resistente verticale dal baricentro geometrico di piano, misurata perpendicolarmente alla direzione dell'azione sismica considerata;

Le è la distanza tra i due elementi resistenti più lontani, misurata allo stesso modo.

ANALISI DEI CARICHI

La corretta valutazione dei carichi è estremamente importante per i calcoli strutturali, sia statici che sismici, infatti da essa dipende la determinazione delle forze statiche e sismiche.

Le varie parti delle strutture delle opere in oggetto sono state calcolate in base ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni, indicati nelle NTC 2008 e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto delle norme vigenti in materia di costruzioni. In particolare si è tenuto conto delle seguenti azioni.

Carichi permanenti

- Peso proprio delle strutture in c.a. = 2,5 kN/m³
- Peso proprio soletta di copertura = 2,5 kN/m³ x 0,3 m = 0,75 kN/m²
- Peso terreno = 0,2 kN/m²
- Sovraccarico soletta piano strada = 0,50 kN/m²

Carichi da neve

L'effetto di questa azione è stato stabilito in 4,00 kN/m², valore superiore ai minimi stabiliti in termini di legge.

Carichi da vento

L'effetto di questa azione, nel caso specifico, non influenza il regime statico della struttura.

CARICHI SISMICI

Il modello della struttura è costituito da un involucro delimitato dai pannelli murari in calcestruzzo armato composto dagli ordini di muratura nelle due direzioni ortogonali. I calcoli sono stati eseguiti secondo analisi statica equivalente considerato il rispetto delle condizioni che ne consentono l'applicazione: costruzioni regolari in altezza aventi primo periodo di vibrazione della struttura, nella direzione in esame, inferiore a 2,5 T_c. Nel nostro caso il primo periodo, calcolato con la relazione semplificata (la costruzione è comunque interrata ed in roccia)

$$T_1 = C H^{3/4} = 0,075 \times 5.5^{3/4} = 0,269 \text{ sec} < 1,015 \text{ sec} = 2,5 T_c = 2,5 \times 0.406$$

I carichi sismici vengono valutati come già indicato, ovvero applicando la relazione

$$G_k + \sum (\psi_{E,i} \cdot Q_{ki})$$

Combinazione delle componenti dell'azione sismica

Le componenti dell'azione sismica sono considerate agenti contemporaneamente, ovviamente non raggiungeranno contemporaneamente il valore massimo. Le analisi condotte considerano i valori massimi relativi alle azioni orizzontali applicate separatamente; per considerare l'effetto combinato si calcola la radice quadrata della somma dei quadrati per la singola componente

della grandezza da verificare (valore istante per istante), oppure sommando i massimi ottenuti in una direzione con il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLO FORZE SISMICHE

ELEMENTO FINITO: TRAVE - GRUPPO: 1 - DESCRIZIONE: PILASTRO

Peso sismico	Coord. Z baricentrica.gruppo	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
3312.500	265.000	0.539	0.018	58.066

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 2 - DESCRIZIONE: MURI SALA MACCHINE

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
331570.656	265.036	0.539	0.018	5813.030

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 3 - DESCRIZIONE: MURI SALA QUADRI

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
133189.938	753.059	1.533	0.050	6634.707

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 4 - DESCRIZIONE: SOLETTA COPERTURA SALA MACCHINE

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
139825.000	530.000	1.079	0.035	4902.101

ELEMENTO FINITO: PIASTRA - GRUPPO: 5 - DESCRIZIONE: FALDA COPERTURA

Peso sismico	Coord.Z baric	Coeff.distrib. Gamma	Coeff. accel.sismica.gruppo	Forza sismica
76514.094	955.000	1.944	0.063	4833.551

PROSPETTO RIASSUNTIVO CENTRI DELLE MASSE E DELLE RIGIDEZZE

CENTRI DELLE MASSE				ECCENTRICITA' ACCIDENTALI		MOMENTO TORCENTE	
Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Nodi master automatici	EX	EY	Mz(FY)	Mz(FX)
709.906	-410.892	530.000	-2	70.000	41.750	204662.703	343147.031

COMBINAZIONI DI CARICO

Stato limite ultimo (SLV) o (SLC)

Le verifiche agli stati limite ultimi possono svolgersi rispetto alla salvaguardia della vita (SLV) o, in alternativa, al collasso (SLC).

Per la situazione permanente e transitoria si verifica che l'azione sollecitante di calcolo Sd sia inferiore alla resistenza ultima di calcolo Rd.

Le azioni sollecitanti di calcolo vanno calcolate secondo la seguente combinazione fondamentale:

$$F_d = 'g \cdot G_k + 'p \cdot P_k + 'q \cdot [Q_{1k} + \sum (\phi_{0i} \cdot Q_{ik})]$$

G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P_k è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;

Q_{1k} è il valore caratteristico dell'azione base di ogni combinazione;

Q_{ki} i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

Questa relazione, resa esplicita, diventa:

$$F_d = 'G_1 \cdot G_1 + 'G_2 \cdot G_2 + 'p \cdot P + 'Q_1 \cdot Q_{k1} + 'Q_2 \cdot \phi_{02} \cdot Q_{kq2} + 'Q_3 \cdot \phi_{03} \cdot Q_{k3} \dots \dots \dots \text{dove:}$$

γ_{G1} , γ_{G2} , γ_{Q1} = coefficienti parziali per effetto delle azioni (permanenti strutturali, permanenti non strutturali e variabili) nelle verifiche allo SLU;

ϕ_{0i} = coefficienti di combinazione allo stato limite (ultimo o di esercizio).

Le NTC, nelle verifiche agli SLU, distinguono lo stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU), lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione (STR) e lo stato limite di resistenza del terreno (GEO).

Le NTC definiscono anche una combinazione sismica, per le verifiche agli SLU ed agli SLE legati all'azione sismica unitamente alle altre azioni.

Le azioni sollecitanti di calcolo in questo caso vanno calcolate secondo la formulazione:

$$F_{d,su} = E_k + G_k + P_k + \sum(\phi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

Che resa esplicita diventa:

$$F_{d,SU} = E + G_1 + G_2 + P + \phi_{21} \cdot Q_{k1} + \phi_{22} \cdot Q_{k2} \dots\dots\dots$$

Dove le grandezze hanno il valore già definito.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_k + \sum(\phi_{E,i} \cdot Q_{ki})$$

$\phi_{E,i}$ è il coefficiente di combinazione dell'azione variabile Q_i che tiene conto che tutti i carichi $\phi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (SLU) siano presenti sull'intera struttura in occasione del sisma e si ottiene moltiplicando ϕ_{2i} per γ_i .

I valori di ϕ_{0i} , ϕ_{1i} , ϕ_{2i} , e γ_i sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella - Coefficienti ϕ_{0j} , ϕ_{1j} , ϕ_{2j}

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	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

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Stati limite di esercizio (SLO) e (SLD)

Le verifiche agli stati limite di esercizio possono svolgersi rispetto allo stato limite di operatività (SLO) o allo stato limite di danno (SLD).

Per le verifiche di stati limite di esercizio si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

- combinazione rara, per le verifiche agli SLE irreversibili e per le verifiche in caso di applicazione del metodo delle tensioni ammissibili (ancora possibile per costruzioni di tipo 1 o 2 e classe d'uso I e II per siti in zona 4).

$$F_r = G_k + P_k + Q_{1k} + \sum(\phi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

che resa esplicita diventa:

$$F_r = G_1 + G_2 + P + \phi_{02} \cdot Q_{k2} + \phi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione frequente, per le verifiche agli SLE reversibili

$$F_f = G_k + P_k + \phi_{1j} \cdot Q_{k1} + \sum(\phi_{1j} \cdot Q_{ki})$$

che resa esplicita diventa:

$$F_f = G_1 + G_2 + P + \phi_{11} \cdot Q_{k1} + \phi_{22} \cdot Q_{k2} + \phi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione quasi permanente, per le verifiche agli SLE per la stima degli effetti a lungo termine

$$F_p = G_k + P_k + \sum(\phi_{2j} \cdot Q_{ki})$$

che resa esplicita diventa:

$$F_p = G_1 + G_2 + P + \phi_{21} \cdot Q_{k1} + \phi_{22} \cdot Q_{k2} + \phi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica: Sisma assente Torsione: Assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
2	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
3	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
4	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
5	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
6	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
7	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
8	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
9	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
10	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
11	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
12	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
13	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
14	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
15	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
16	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
17	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
18	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
19	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.200
20	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

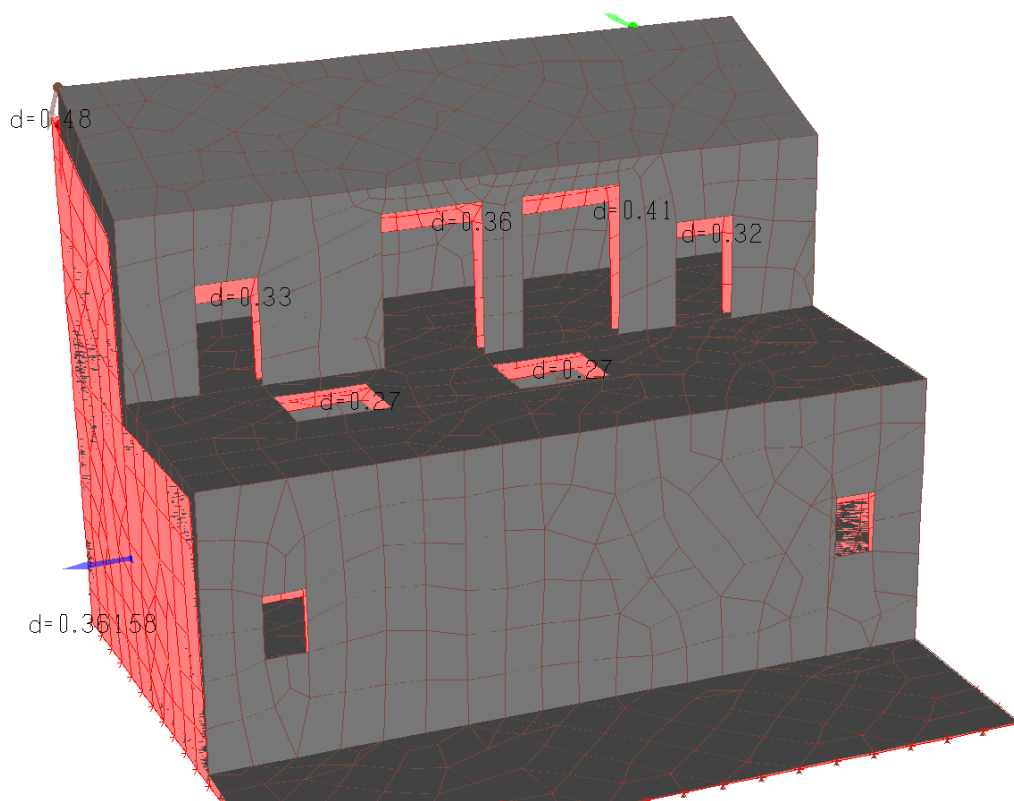
Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
21	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
22	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
23	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
24	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
25	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
26	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
27	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
28	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Antioraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
29	Sisma 100%+X 30%+Y	Azione sismica: +EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
30	Sisma 100%+X 30%-Y	Azione sismica: +EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
31	Sisma 100%-X 30%+Y	Azione sismica: -EX+03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
32	Sisma 100%-X 30%-Y	Azione sismica: -EX-03EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
33	Sisma 30%+X 100%+Y	Azione sismica: +03EX+EY Torsione: Oraria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
34	Sisma 30%+X 100%-Y	Azione sismica: +03EX-EY Torsione: Oria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
35	Sisma 30%-X 100%+Y	Azione sismica: -03EX+EY Torsione: Oria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000
36	Sisma 30%-X 100%-Y	Azione sismica: -03EX-EY Torsione: Oria	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

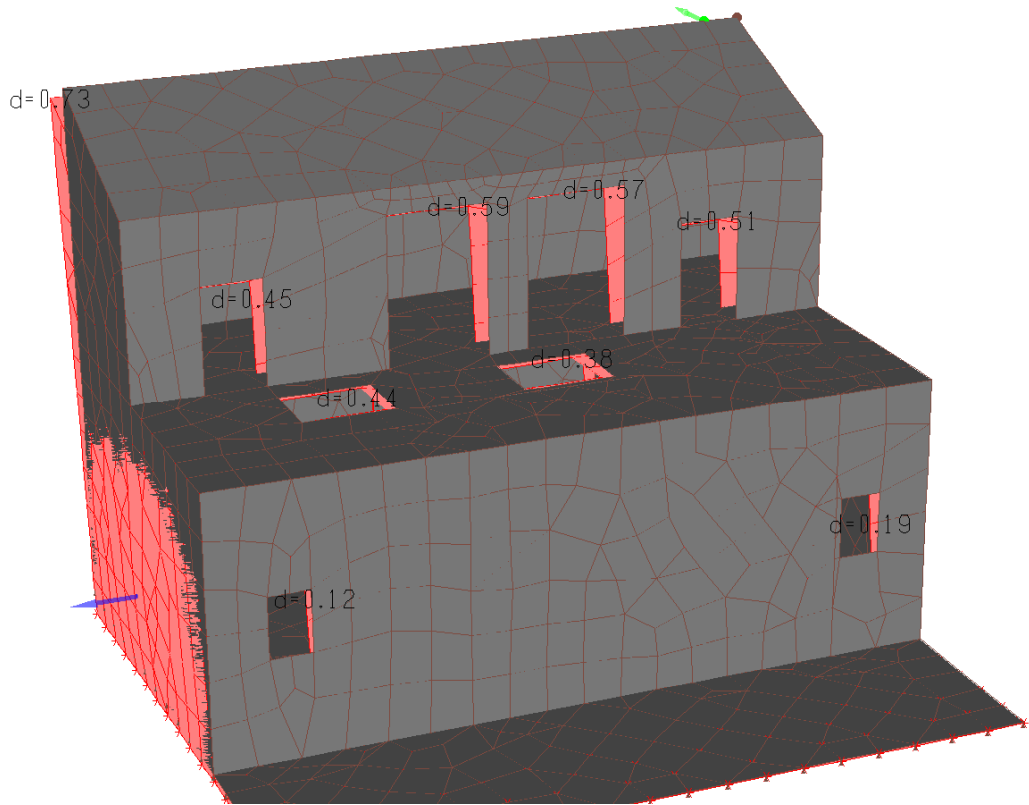
Spostamento massimo ammesso in esercizio - Stato limite di danno

E' uno stato limite di esercizio teso a verificare che lo spostamento strutturale di interpiano sia limitato in modo da non provocare danni che rendano temporaneamente inagibile l'edificio; tale spostamento per un edificio con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura; deve essere: $d_r < 0.005 h_i$

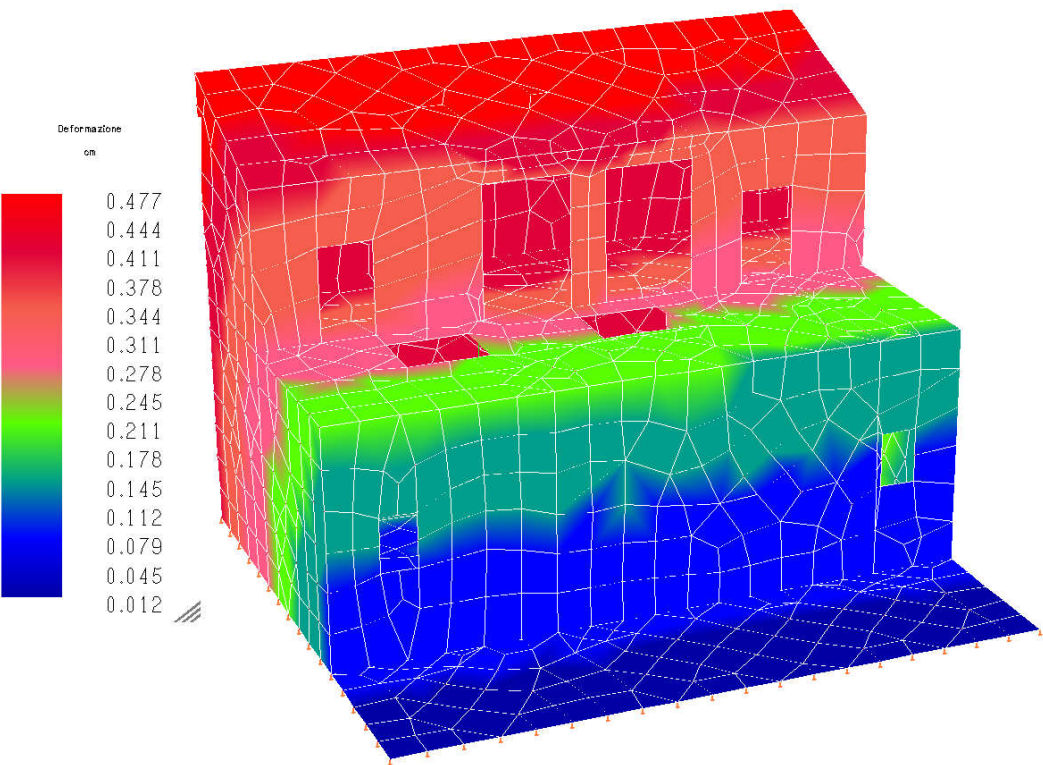
Deformata statica



Deformata stato limite ultimo



Deformazione elementi bidimensionali



CONDIZIONI SPECIFICHE PER GLI EDIFICI IN CALCESTRUZZO ARMATO

La costruzione di cui al presente intervento rientra nei casi di tipologia strutturale degli edifici in calcestruzzo di nuova costruzione.

Riportiamo nel seguito le condizioni specifiche per questo tipo di applicazione.

Conglomerato

Non è ammesso l'uso di conglomerati di classe inferiore a C20/25.

Acciaio

Per le strutture si deve utilizzare acciaio B450C. Si consente l'utilizzo di acciai di tipo B450A, con diametri compresi tra 5 e 10 mm, per le reti e i tralicci; se ne consente inoltre l'uso per l'armatura trasversale unicamente se è rispettata almeno una delle seguenti condizioni: elementi in cui è impedita la plasticizzazione mediante il rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze, elementi secondari, strutture poco dissipative con fattore di struttura $q \leq 1,5$.

Tipologie strutturali

Le strutture sismo-resistenti in cemento armato previste dalle presenti norme possono essere classificate nelle seguenti tipologie:

- *strutture a telaio*, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a telai spaziali, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale;
- *strutture a pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni sia verticali che orizzontali è affidata principalmente a pareti, singole o accoppiate, aventi resistenza a taglio alla base $\geq 65\%$ della resistenza a taglio totale ;
- *strutture miste telaio-pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti;
- *strutture deformabili torsionalmente*, composte da telai e/o pareti, la cui rigidezza torsionale non soddisfa ad ogni piano la condizione $r/l_s > 0,8$, nella quale:
 $r^2 =$ rapporto tra rigidezza torsionale e flessionale di piano
 $s I^2 = (L^2 + B^2)/12$ (L e B dimensioni in pianta del piano)
- *strutture a pendolo inverso*, nelle quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione o nelle quali la dissipazione d'energia avviene alla base di un singolo elemento strutturale

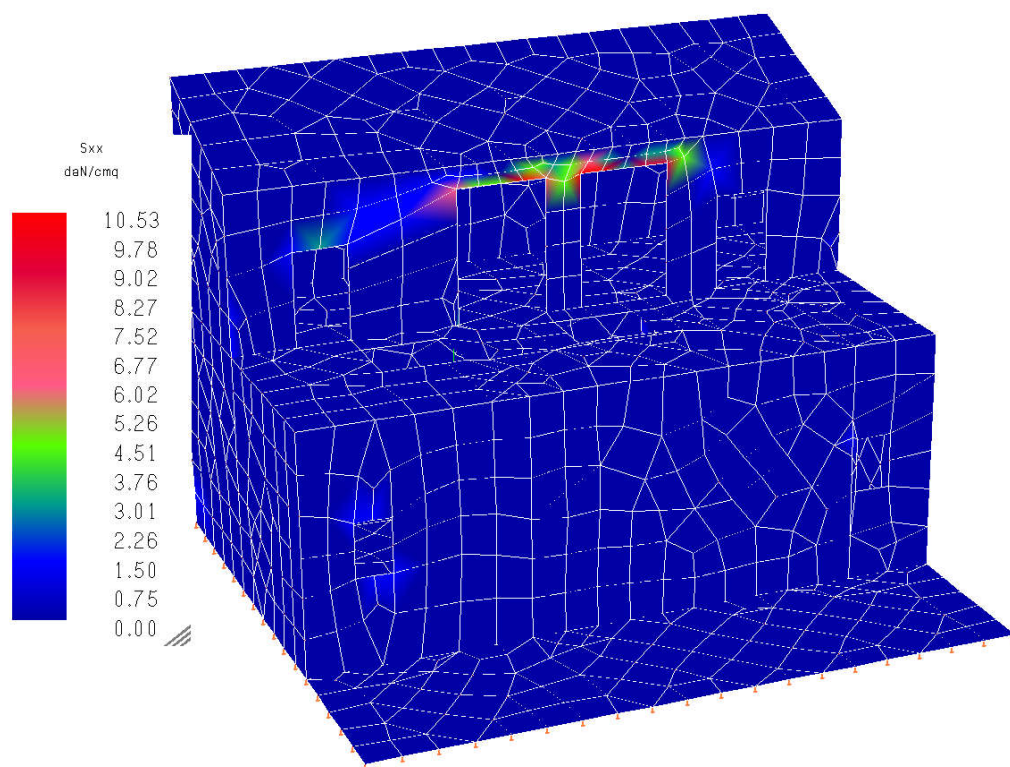
Le strutture delle costruzioni in calcestruzzo possono essere classificate come appartenenti ad una tipologia in una direzione orizzontale ed ad un'altra tipologia nella direzione orizzontale ortogonale alla precedente.

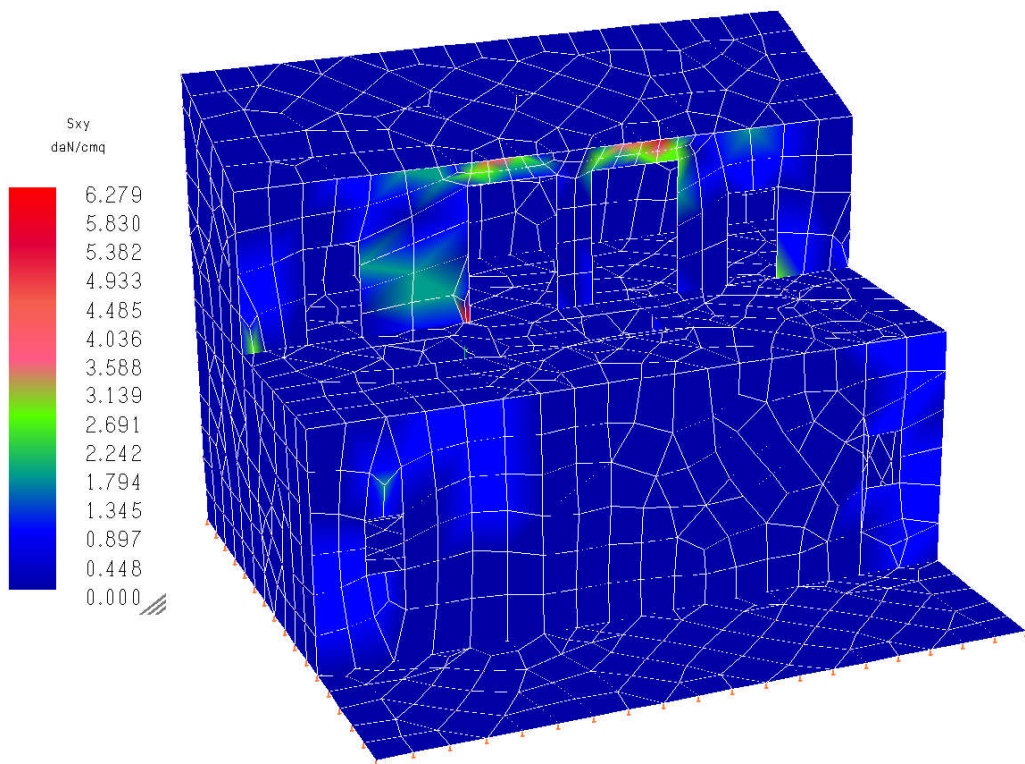
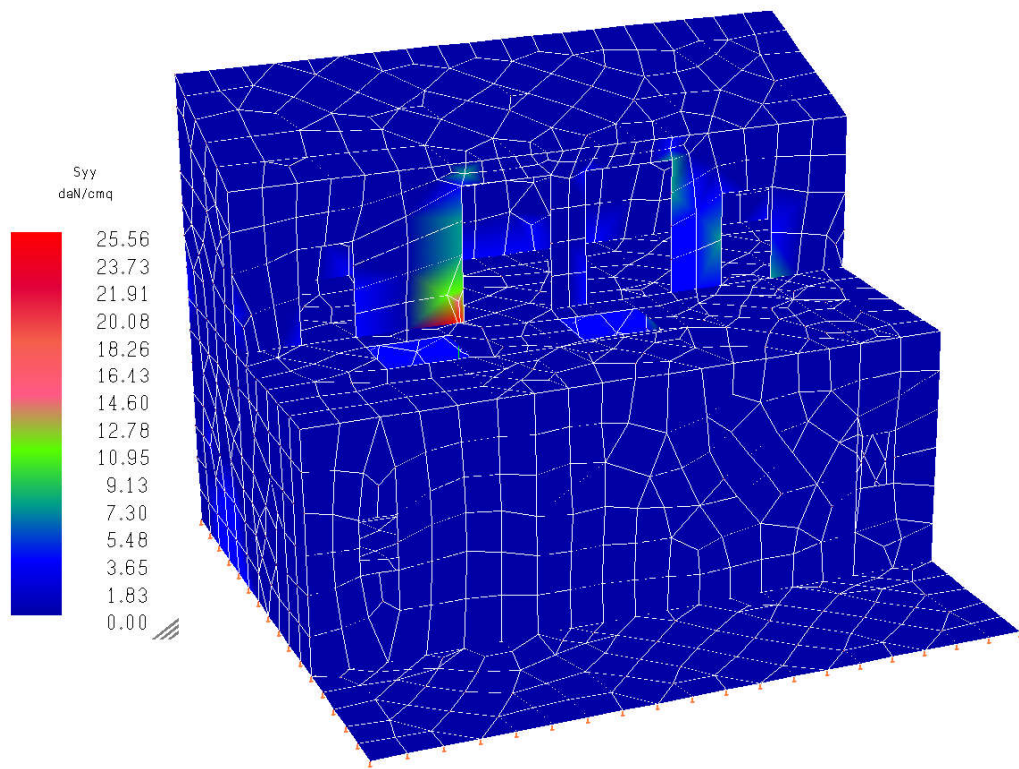
(Una parete è un elemento strutturale di supporto per altri elementi che ha una sezione trasversale caratterizzata da un rapporto tra dimensione massima e minima in pianta superiore a 4. Si definisce parete di forma composta l'insieme di pareti semplici collegate in modo da formare sezioni a L, T, U, I ecc. Una parete accoppiata consiste di due o più pareti

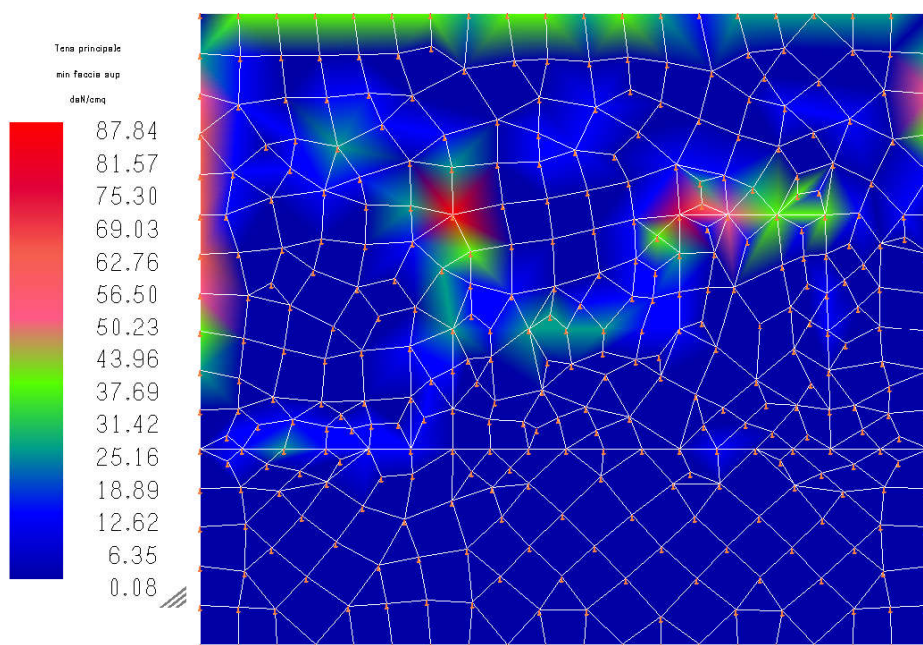
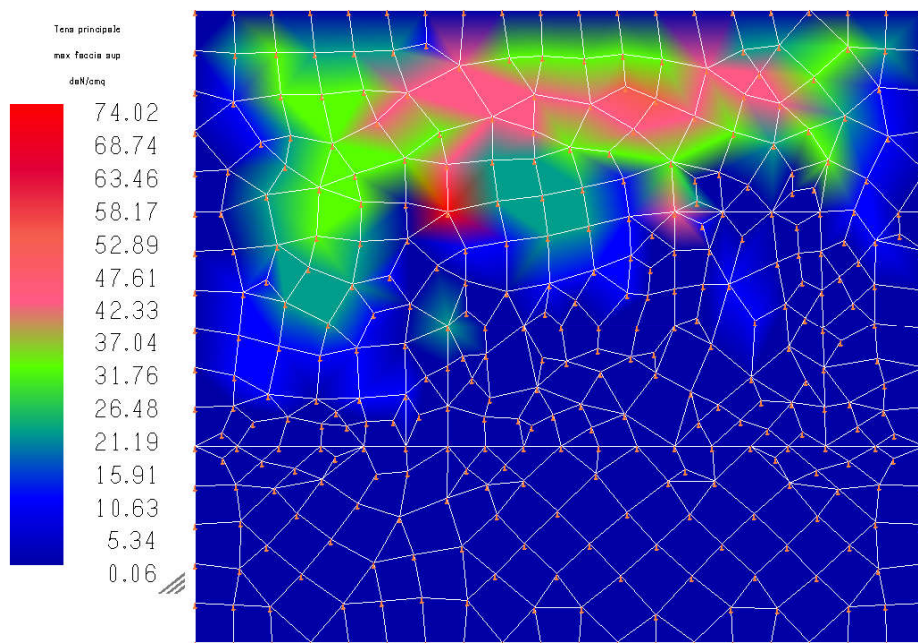
singole collegate tra loro da travi duttili ("travi di accoppiamento") distribuite in modo regolare lungo l'altezza. Ai fini della determinazione del fattore di struttura q una parete si definisce accoppiata quando è verificata la condizione che il momento totale alla base prodotto dalle azioni orizzontali è equilibrato, per almeno il 20%, dalla coppia prodotta dagli sforzi verticali indotti nelle pareti dalla azione sismica.

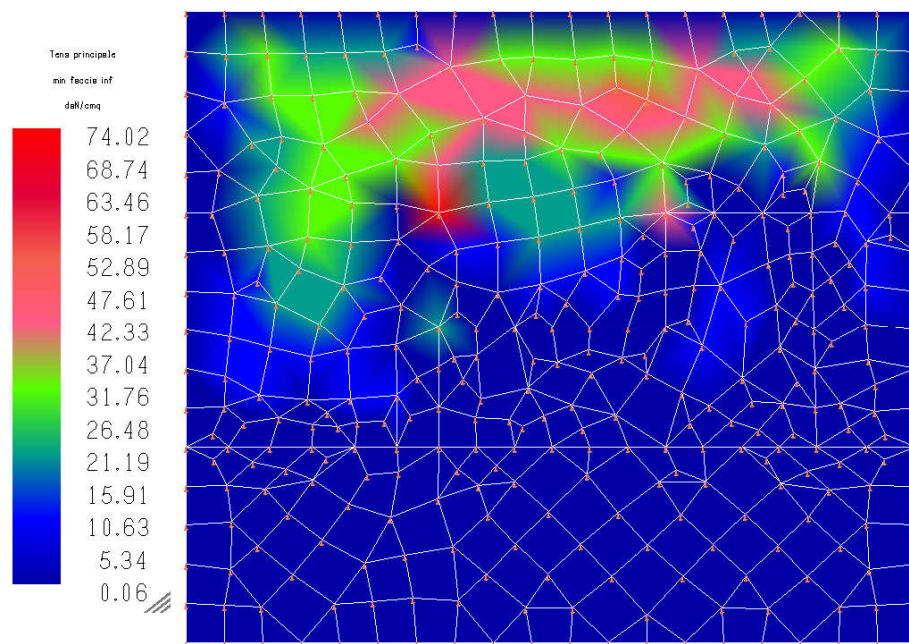
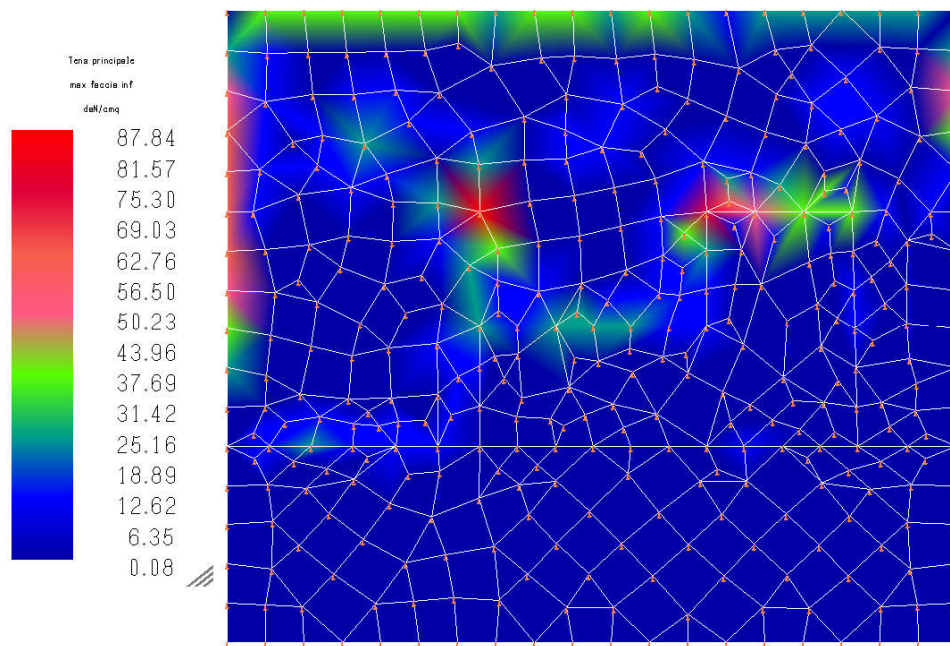
Una struttura a pareti è da considerarsi come struttura a pareti estese debolmente armate se, nella direzione orizzontale d'interesse, essa ha un periodo fondamentale, calcolato nell'ipotesi di assenza di rotazioni alla base, non superiore a T_C , e comprende almeno due pareti con una dimensione orizzontale non inferiore al minimo tra 4,0m ed i $2/3$ della loro altezza, che nella situazione sismica portano insieme almeno il 20% del carico gravitazionale. Se una struttura non è classificata come struttura a pareti estese debolmente armate, tutte le sue pareti devono essere progettate come duttili.

Sollecitazioni









CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO, SOLUTORE E AFFIDABILITÀ DEI RISULTATI

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Studio Software AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene pertanto sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di *Lanczos* noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria *LAPACK*.

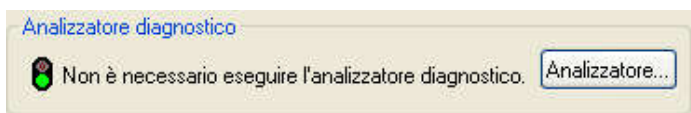
L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it. E' importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in

campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

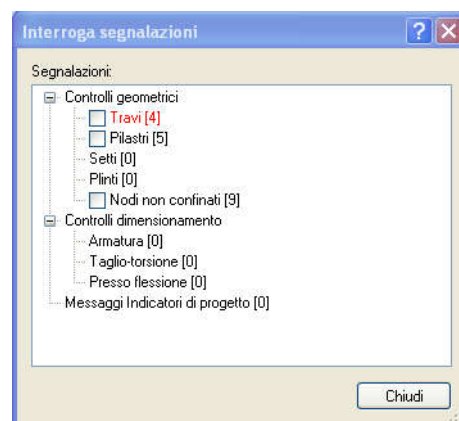
In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione.



Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc.

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione.



Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidità del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire delle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Controlli ed accettabilità dei risultati

Tutti i risultati sono stati oggetto di controllo. In particolare in questa fase di progettazione si è posta attenzione alla correttezza del modello ad elementi finiti, della rappresentazione dell'analisi sismica. Le sollecitazioni risultanti sono state oggetto di verifica utilizzando sia software di calcolo diversi sia con calcoli semplici fatti a mano al fine di identificare, se non il valore preciso, almeno la correttezza dell'ordine di grandezza.

A conforto dei controlli effettuati si aggiunge anche il fatto che il programma di calcolo utilizzato è sul mercato da molti anni risultando pertanto sufficientemente testato.

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste. Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati. Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.

Integrazioni richieste dalla Soprintendenza archeologica del Piemonte

A seguito della richiesta effettuata con nota prot. 5019 -04.04.19/281.4 del 18 giugno 2015 è stata prodotta apposita relazione a firma della dott.ssa Archeologa Elena Poletti che si allega alla presente ed alla quale si rimanda.

Integrazioni richieste dalla Commissione Locale per il Paesaggio del Comune di Cannobio

A seguito delle prescrizioni della Commissione Locale per il Paesaggio è stato inoltrato ad Enel Distribuzione la richiesta di una nuova soluzione tecnica di allacciamento; il panorama complessivo delle connessioni in essere sulla linea 15 kV esistente che attraversa l'intera Valle Cannobina è mutato e ci ha consentito di ottenere una connessione molto più semplice e vantaggiosa, sia dal punto di vista ambientale che economico. La nuova soluzione di allacciamento proposta prevede la non realizzazione di linee aggiuntive sul territorio del Comune di Cannobio ma solamente un collegamento in esecuzione interrata di circa 80 metri tra la cabina elettrica di nuova realizzazione edificata nell'abitato di Falmenta ed il palo esistente della linea 15 kV. Questa nuova soluzione progettuale esonera il Comune di Cannobio dall'esprimere il parere ambientale.

Integrazioni richieste da Arpa

Punto 1)

Nello studio di impatto ambientale al paragrafo **2 - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO** - sono state inserite le seguenti integrazioni:

Integrazioni al paragrafo "Quadro programmatico"

In riferimento alle richieste di integrazioni emerse dall'istruttoria Arpa sono stati esaminati i seguenti strumenti di pianificazione sovraordinata ed in particolare sono emerse le seguenti considerazioni:

PIANO TERRITORIALE REGIONALE

Esaminati i contenuti dello strumento di programmazione ed in particolare il capitolo 8.4 "L'ambiente" non si sono ravvisati elementi di incompatibilità con le opere in progetto.

PIANO PAESSAGGISTICO REGIONALE

Analizzati i contenuti delle norme tecniche di attuazione e la tavola di piano 4.3 che rappresenta il territorio interessato dalle opere in progetto si rileva la compatibilità dei manufatti con particolare attenzione per quelli più prossimi ai nuclei abitati.

PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

Analizzati i contenuti delle norme tecniche di attuazione e la tavola di piano non vi sono norme che contrastano con quanto previsto in progetto.

QUADRO DELLA RETE ECOLOGICA PROVINCIALE allegato al PTCP

Dai riscontri effettuati sulla documentazione presente sul sito della Provincia del VCO non si sono rilevate criticità di alcun tipo rispetto alle opere in progetto.

Punto 2)

Non si è trovato riscontro con il capitolo citato nella richiesta di integrazioni in quanto le argomentazioni trattate all'interno del punto 2) fanno riferimento non al capitolo 4.1.2 bensì al capitolo 3.5.3 MOTIVAZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI ED ALTERNATIVE CONSIDERATE; all'interno del nostro capitolo viene chiaramente spiegato che non vi sono alternative valide e meno impattanti alle scelte progettuali previste.

Punto 3)

È già stato dibattuto ampiamente che per impianti idroelettrici su piccoli corsi d'acqua paragonabili a questo la scelta di prevedere il rilascio del DMV sul canale di derivazione risulta dare maggiori garanzie di funzionalità e continuità idrica del rio.

Punto 4)

Anche in questo caso non si sono trovati i riscontri delle integrazioni richieste con i capitoli della relazione ambientale; in ogni caso si è provveduto a:

- In merito alla Direttiva 2000/60/CE sono state eseguite delle campagne di monitoraggio sia in periodo di magra che in periodi di morbida al fine di disporre dei dati sulla qualità delle acque nelle condizioni ante operam; tali risultati sono contenuti nella relazione a firma del dott. Biologo Bazzoni .
- In merito alle stime idrologiche sono state riviste le portate caratteristiche in termini di curva di durata che si riportano di seguito:

Portate teoriche disponibili

La stima delle portate medie annue sono state ricostruite a partire dalle simulazioni sui deflussi naturali non essendo disponibili dati storici. Come richiesto si è operato utilizzando le portate caratteristiche facendo riferimento alla formulazioni utilizzate per ricavare la curva caratteristica del bacino del torrente Falmenta ed i particolare utilizzando i seguenti dati in ingresso

Superficie bacino = 8,90 kmq

A afflusso = 2080.92 mm

H calcolata con il metodo ipsografico = 1250,10 m

Da cui deriva q meda = 57,27 l/s kmq

Le formule con la quale si costruisce la curva delle portate sono del tipo

$$1) \quad q_{10} = 5.06749 * S^{-0.057871} * q_{MEDA}^{0.965037} = 286 \text{ l/sec} * \text{kmq}$$

$$2) \quad q_{91} = 1.29772 * S^{0.009539} * q_{MEDA}^{0.976926} = 69 \text{ l/sec} * \text{kmq}$$

$$3) \quad q_{182} = 0.54425 * S^{0.049132} * q_{MEDA}^{0.980135} = 32 \text{ l/sec} * \text{kmq}$$

$$4) \quad q_{274} = 0.18670 * S^{0.069105} * q_{MEDA}^{1.108675} = 19 \text{ l/sec} * \text{kmq}$$

$$5) \quad q_{355} = 0.07560 * S^{0.068232} * q_{MEDA}^{1.234733} = 13 \text{ l/sec} * \text{kmq}$$

da cui si ricavano le seguenti portate caratteristiche

$$1) \quad q_{0-10} = 286 \text{ l/sec} * \text{kmq} \times 8,90 \text{ kmq} = 2544 \text{ l/sec}$$

$$2) \quad q_{11-91} = 69 \text{ l/sec} * \text{kmq} \times 8,90 \text{ kmq} = 615 \text{ l/sec}$$

$$3) \quad q_{92-181} = 32 \text{ l/sec} * \text{kmq} \times 8,90 \text{ kmq} = 285 \text{ l/sec}$$

$$4) \quad q_{182-274} = 19 \text{ l/sec} * \text{kmq} \times 8,90 \text{ kmq} = 172 \text{ l/sec}$$

$$5) \quad q_{275-355} = 13 \text{ l/sec} * \text{kmq} \times 8,90 \text{ kmq} = 116 \text{ l/sec}$$

si può quindi definire il quadro complessivo delle portate mediamente disponibili per l'impianto in progetto analizzando la seguente tabella riassuntiva

	Portate caratteristiche (l/sec)	Portate medie nel periodo (l/sec)	portate derivate (l/sec)	portate rilasciate (l/sec)
Q 0-10	2544	2544	679	1865
Q 11-91	615	1298	679	619
Q 92-181	285	451	322	129
Q 182- 274	172	230	140	90
Q 275-355	116	145	61	84
medie		934	376	

In conclusione si ritiene utile riportare i dati di concessione:

Portate naturali:

Media = 934 l/sec

Massima = 2544 l/sec

Portate derivate:

Media = 376 l/sec (pari a 3,76 moduli)

Massima = 679 l/sec (pari a 6,79 moduli)

Quantitativo medio annuo d'acqua derivato = 11.857.536 mc

Salto geodetico= 135,10 m

Potenza nominale media (potenza di concessione) = 498,59 kW

Potenza nominale massima = 901,23 kW

Energia netta producibile (teorica annua considerando 8040 ore di funzionamento) =
2.838.332 kWh/anno

- mentre per quanto riguarda la lacustrizzazione indotta dall'opera di presa si rimanda alla relazione integrativa a firma del Dott. Agronomo Gian Mauro Mottini;

Punto 5)

Anche per questa richiesta di integrazioni si rimanda a quanto riportato nella relazione integrativa a firma del Dott. Agronomo Gian Mauro Mottini;

Punto 6) , punto 7) e punto 8)

La richiesta di integrazioni è stata esaminata all'interno della relazione integrativa a firma del dott. Geologo Paolo Marangon;

Punto 9)

Per questa richiesta di integrazioni si rimanda al capitolo sulla lacustrizzazione indotta dall'opera di presa esaminata dal Dott. Agronomo Gian Mauro Mottini

Punto 10) e punto 11)

La richiesta di integrazioni è stata esaminata all'interno della relazione integrativa a firma del dott. Geologo Paolo Marangon;