

COMMITTENTE:

COMUNE DI GUARENE

OGGETTO:

Programma regionale FESR 2021/2027, Priorità V, Azione V.5i.1 Strategie Urbane d'Area (SUA) Aggregazione n. 3 "LANGHE".
Percorso ciclabile Alba-Piobesi d'Alba.
Tratto ciclabile nel Comune di Guarene



LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

COMUNE DI GUARENE

CODICE AREA:

STR

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

N° ELABORATO:

001

ARCHIVIO:

6202

422

STR

001

ESE

00

SCALA:

--

TITOLO ELABORATO:

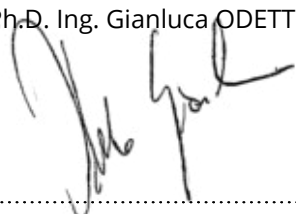
RELAZIONE DI CALCOLO

DATA:

Loranzè,
Settembre 2026

CONTROLLO QUALITA' ELABORATI

			REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO	APPROVATO	REV	DATA	NOTE
CODICE	AMBITO PROGETTUALE	RESPONSABILE D'AREA		RESP. AREA	COORDINATORE	RESP. PROG.	0	09/2026	EMISSIONE
ARC	ARCHITETTURA ED EDILIZIA	Arch. M. DI PERNA	.	.	D.S.	G.O.	1	.	.
GEO	AMBIENTE E TERRITORIO	Geol. P. CAMBULI	.	.			2	.	.
DLV	DIREZIONE LAVORI	Ing. C. PACE	.	.			3	.	.
ENE	ENERGETICA	Ing. A. BREGOLIN	.	.			4	.	.
IDR	IDRAULICA	Ing. M. VERNETTI ROSINA	.	.			5	.	.
IEL	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI	Dott. Ing. E. MERCADO	.	.			6	.	.
TFM	IMPIANTI TERMOFLUIDOMECCANICI	Ing. A. BREGOLIN	.	.			7	.	.
INF	INFRASTRUTTURE	Ing. A. VACCARONE	.	.			8	.	.
STR	STRUTTURE	Geom. F. TONINO	P.A.	F.T.			9	.	.
VVF	PREVENZIONE INCENDI	Ing. A. BREGOLIN	.	.			10	.	.
EXT	COLLABORATORI ESTERNI	.	.	.			11	.	.



PROGETTISTA:

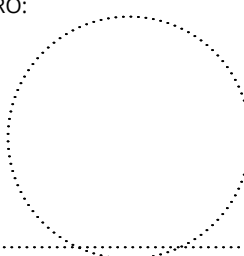
Ph.D. Ing. Gianluca ODETTO
N° 7269 J ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:





INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO.....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	METODO E CODICE DI CALCOLO	6
3.1	SOFTWARE	6
3.2	PARAMETRI GEOTECNICI	6
4	MODELLAZIONE E SCHEMA STATICO DELLE STRUTTURE.....	8
4.1	MURO.....	8
4.1.1	Modello	8
4.1.2	Coefficiente di sottofondo	9
5	CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI	10
5.1	CALCESTRUZZO ARMATO.....	10
5.1.1	Classe di esposizione	10
5.1.2	Classe di consistenza	12
5.1.3	Classe di contenuto in cloruri	13
5.1.4	Leggi costitutive dei materiali per calcestruzzo armato	13
5.1.5	Determinazione del copriferro	14
5.1.6	Stato limite di fessurazione	16
5.1.7	Riepilogo	17
6	CRITERIO DI PROGETTAZIONE E METODO DI VERIFICA	18
6.1	FATTORE DI COMPORTAMENTO	22
6.2	RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE	25
6.3	ANALISI SISMICA DINAMICA LINEARE	26
7	ANALISI DEI CARICHI	27
7.1	AZIONI PERMANENTI STRUTTURALI	27
7.2	AZIONI PERMANENTI NON STRUTTURALI	27
7.3	SOVRACCARICHI	27
8	COMBINAZIONI DI CARICO	28
9	RISULTATI DI CALCOLO	29
9.1	MURO.....	29
9.1.1	Analisi modale.....	29



9.1.2	Deformazione	31
9.1.3	Sollecitazioni interne	32
9.1.4	Tensioni terreno	38
10	VERIFICHE STRUTTURALI	39
10.1	MURO	39
10.1.1	Verifica elementi strutturali	39
11	VERIFICHE GEOTECNICHE	42
11.1	ELENCO UNITÀ GEOTECNICHE	42
11.2	ELENCO COLONNE STRATIGRAFICHE	43
11.3	VERIFICHE CAPACITÀ PORTANTE E CEDIMENTI	45
12	CONCLUSIONI	49
13	ALLEGATI DI CALCOLO	50

1 PREMESSA

L'oggetto della presente relazione di calcolo riguarda i criteri di dimensionamento ed i calcoli strutturali e geotecnici eseguiti nell'ambito del progetto denominato *"Programma regionale FESR 2021/2027, Priorità V, Azione V.5i.1 Strategie Urbane d'Area (SUA) Aggregazione n. 3 "LANGHE". Percorso ciclabile Alba-Piobesi d'Alba. Tratto ciclabile nel Comune di Guarene"*, da realizzarsi nel Comune di Guarene (CN).

L'intervento prevede la realizzazione di un manufatto di contenimento in calcestruzzo armato composto da due moduli speculari a pianta angolare. Ciascun modulo presenta un elevato con parete di spessore pari a 20cm ed altezza di 2.80m, fondato su una platea di dimensioni 2.45 m x 2.0 m e spessore 30cm.

Ai sensi dei capitoli 4, 6, 7 delle Norme Tecniche per le Costruzioni le opere in progetto sono considerate come interventi di nuova costruzione. Si è proceduto al dimensionamento delle opere adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite, secondo le disposizioni ed i livelli di sicurezza riportati nelle Norme Tecniche per le Costruzioni attualmente vigenti, D.M. 17/01/2018.

Si riportano di seguito gli elaborati grafici di riferimento dell'opera.



1.1 Elaborati grafici di riferimento

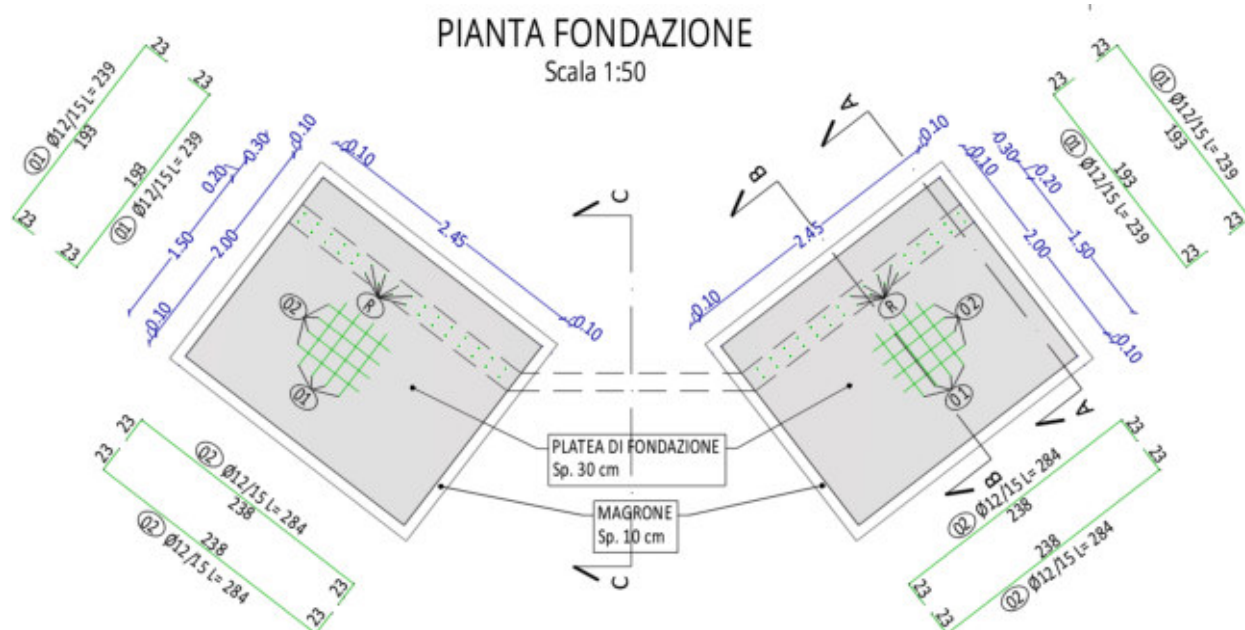


Figura 1 – Pianta fondazione

SEZIONE A-A

Scala 1:50

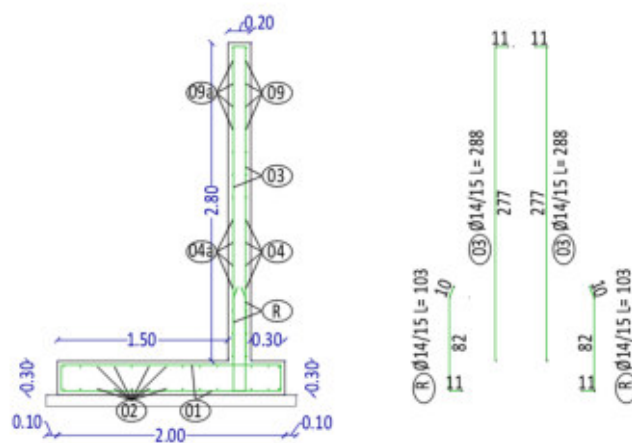


Figura 2 – Sezione A-A'

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento delle opere strutturali con le relative verifiche è stato condotto facendo riferimento al disposto delle seguenti normative:

- D.M. del 07/03/2017 – *“Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni”*;
- D.M. del 17/01/2018 – *“Norme tecniche per le Costruzioni”*;
- Circolare n°7 del 21/01/2019 – *“Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 17/01/2018”*.

Conformemente a quanto previsto dal capitolo 12 del D.M. 17/01/2018 si sono considerati anche i seguenti riferimenti tecnici che si intendono coerenti con i principi del D.M. stesso:

- UNI EN 1990 – *“Criteri generali di progettazione strutturale”* ed appendice nazionale;
- UNI EN 1991 – *“Azioni sulle strutture”* ed appendice nazionale;
- UNI EN 1992 – *“Progettazione delle strutture in calcestruzzo”* ed appendice nazionale;
- UNI EN 1997 – *“Progettazione geotecnica”* e appendice nazionale;
- UNI EN 1998 – *“Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”* ed appendice nazionale;
- Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici – *“Linee guida per la messa in sicurezza in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”*.



3 METODO E CODICE DI CALCOLO

I calcoli per il dimensionamento strutturale dell'edificio sono stati condotti adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite, verificando i requisiti di sicurezza allo stato limite ultimo ed allo stato limite di esercizio.

La schematizzazione della procedura progettuale adottata può essere sinteticamente così riassunta:

- Individuazione della classe d'uso delle opere e della loro vita utile
- Definizione delle azioni agenti in condizioni statiche e dinamiche attraverso l'individuazione delle condizioni di carico
- Predisposizione delle combinazioni di carico (con i relativi coefficienti di combinazione) allo SLU, SLE, SLV, SLD
- Analisi dell'involuppo delle azioni agenti
- Dimensionamento degli elementi strutturali e verifica della funzionalità delle strutture

L'analisi strutturale condotta è stata del tipo: **ANALISI SISMICA DINAMICA LINEARE**.

3.1 Software

I software utilizzati per la modellazione e il calcolo della struttura sono di seguito elencati.

- ModeSt ver. 8.37, sviluppato da Tecnisoft Harpaceas

3.2 Parametri geotecnici

Sulla base delle indicazioni fornite dalla relazione geotecnica, sono state create sul software di calcolo le corrispondenti unità geotecniche e colonne stratigrafiche riportate di seguito.

Strati																				
St	z [cm]	Unità geotecnica	Class.	Prove	γ [kN/m³]	γ_{sat} [kN/m³]	D_r [%]	I_p [%]	ϕ' [°]	c' [kN/m²]	c_u [kN/m²]	OCR	α	E [kN/m²]	G [kN/m²]	k_f	ν	E_{ed} [kN/m²]	E_d [kN/m²]	Crit.
1	0.1	Depositi alluvio	Incoerente		18	20			26	0		1	0.56	50000	19238.8	0.5	0.3	87367.7		1

Figura 3 – Colonna stratigrafica

1 Depositi alluvionali		
Classificazione	Incoerente	Fill
Pesi		
Peso specifico del terreno naturale (γ)	<kN/mc>	18
Peso specifico del terreno saturo (γ_{sat})	<kN/mc>	20
Proprietà indice		
☐ Usa le impostazioni seguenti:		
Densità relativa (D_r)	<%>	
Indice di plasticità (I_p)	<%>	
Parametri plastici		
Angolo di attrito efficace (ϕ')	<grad>	26
Coesione efficace (c')	<kN/mq>	0
Coesione non drenata (c_u)	<kN/mq>	
Caratteristiche litostatiche		
Grado di sovraconsolidazione (OCR)		1
Coeff. di spinta a riposo (κ_0)		0.56
Parametri elastici		
☒ Usa le impostazioni seguenti:		
Modulo elastico normale (E)	<kN/mq>	50000
Modulo elastico tangenziale (G)	<kN/mq>	19230.8
Esponente del parametro tensionale (k_j)		0.5
Coeff. di Poisson (ν)		0.3
Modulo edometrico (E_{ed})	<kN/mq>	67307.7
Modulo elastico non drenato (E_u)	<kN/mq>	
Commento	Depositi alluvionali	

Figura 4 – Unità geotecnica 1



4 MODELLAZIONE E SCHEMA STATICO DELLE STRUTTURE

Le strutture sono state modellate con il metodo degli elementi finiti, considerandole nella loro tridimensionalità. Si è quindi proceduto alla verifica delle opere con riferimento alle combinazioni di carico previste dalla normativa vigente. Per ciascuna delle opere oggetto di verifica si riporta lo schema statico adottato.

4.1 Muro

4.1.1 Modello

Gli elementi finiti utilizzati per la modellazione della struttura sono i seguenti:

Elementi strutturali				
#	Elemento	Sezione	Modellazione	Materiale
1	Platea	sp. = 30 cm	Bidimensionale	C32/40
2	Parete	sp. = 20 cm	Bidimensionale	C32/40

Tabella 1 –Elementi strutturali

Tutti i vincoli sono stati modellati come tipo incastro.

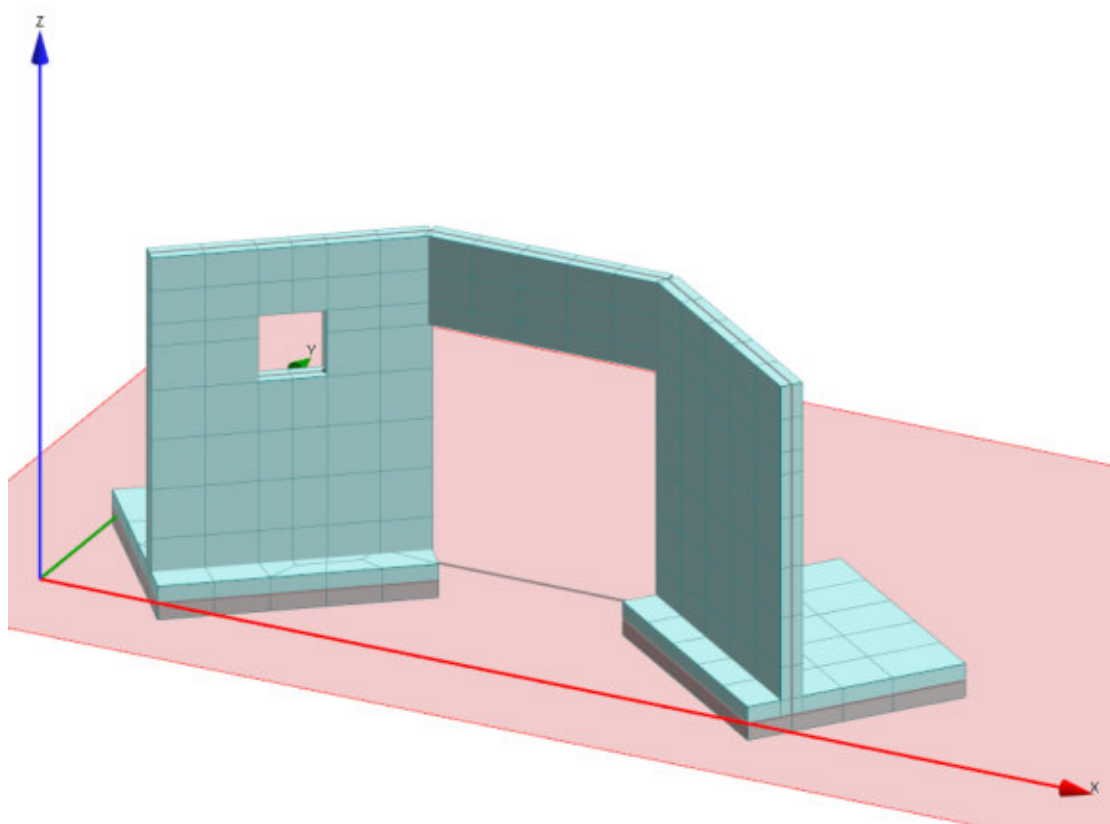


Figura 5 – Vista 3D software

4.1.2 Coefficiente di sottofondo

Ai fini della modellazione dell'interazione terreno-struttura, il comportamento del suolo di fondazione è stato rappresentato mediante vincoli elastici verticali caratterizzati dal coefficiente di sottofondo k , secondo il modello del suolo elastico alla Winkler.

Il sistema di fondazione è stato quindi schematizzato tramite molle equivalenti distribuite, la cui rigidezza è definita dal valore di k .

I parametri geotecnici di input, necessari per la caratterizzazione del terreno, sono riportati nei capitoli 11.1 e 11.2 del presente documento. Sulla base di tali parametri, il software geotecnico Aztec fornisce diversi valori del coefficiente di sottofondo k derivanti da differenti criteri di calcolo.

Come valore rappresentativo per la modellazione è stata assunta la media aritmetica dei valori di k restituiti da Aztec, pari a $k = 40000 \text{ kN/m}^3$.



5 CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI

Si riportano le caratteristiche dei materiali delle opere strutturali di nuova costruzione previste in progetto.

5.1 Calcestruzzo armato

5.1.1 Classe di esposizione

Le diverse superfici di calcestruzzo di un dato componente strutturale possono essere soggette a diverse azioni ambientali, classificate dalla norma UNI EN 206:2016 come **classi di esposizione**. Le classi di esposizione da scegliere dipendono dalle disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo, e tale classificazione non esclude considerazioni in merito a condizioni speciali che possano esistere nel luogo di impiego del calcestruzzo o di misure protettive come l'uso di acciaio inossidabile o altri metalli resistenti alla corrosione e l'uso di rivestimenti protettivi per il calcestruzzo o per l'armatura. Le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, al paragrafo 4.1.2.2.4.2, stabiliscono che le condizioni ambientali possano essere suddivise, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature metalliche, in condizioni ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato nella seguente tabella. La suddivisione fa riferimento alle classi di esposizione definite nelle Linee Guida per il calcestruzzo strutturale emesse dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 2 – Descrizione delle condizioni ambientali – Tab. 4.1.III D.M. 17/01/2018

La seguente tabella mostra le diverse classi di esposizione, tra le quali si è scelta la classe di esposizione per l'opera in c.a. in progetto.

Classe esposizione norma UNI 9858	Classe esposizione norma UNI 11104 UNI EN 206 -1	Descrizione dell'ambiente	Esempio	Massimo rapporto a/c	Minima Classe di resistenza	Contenuto minimo in aria (%)
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco						
1	X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo e attacco chimico.	-	C 12/15	

2 Corrosione indotta da carbonatazione

Nota - Le condizioni di umidità si riferiscono a quelle presenti nel coprifreno o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi su può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non essere il caso se c'è una barriera fra il calcestruzzo e il suo ambiente.

2 a	XC1	Asciutto o permanentemente bagnato.	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa o immerse in acqua.	0,60	C 25/30	
2 a	XC2	Bagnato, raramente asciutto.	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.	0,60	C 25/30	
5 a	XC3	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette a alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non comprese nella classe XC2.	0,50	C 32/40	

3 Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare

5 a	XD1	Umidità moderata.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenenti cloruri.	0,55	C 28/35	
4 a 5 b	XD2	Bagnato, raramente asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).	0,50	C 32/40	
5 c	XD3	Ciclicamente bagnato e asciutto.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.	0,45	C 35/45	

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare

4 a 5 b	XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	0,50	C 32/40	
	XS2	Permanentemente sommerso.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.	0,45	C 35/45	
	XS3	Zone esposte agli spruzzi o alle maree.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.	0,45	C 35/45	

5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo con o senza disgelanti *

2 b	XF1	Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici verticali di calcestruzzo come facciate e colonne esposte alla pioggia ed al gelo. Superfici non verticali e non soggette alla completa saturazione ma esposte al gelo, alla pioggia o all'acqua.	0,50	C 32/40	
3	XF2	Moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante.	Elementi come parti di ponti che in altro modo sarebbero classificati come XF1 ma che sono esposti direttamente o indirettamente agli agenti disgelanti.	0,50	C 25/30	3,0
2 b	XF3	Elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante.	Superfici orizzontali in edifici dove l'acqua può accumularsi e che possono essere soggetti ai fenomeni di gelo, elementi soggetti a frequenti bagnature ed esposti al gelo.	0,50	C 25/30	3,0
3	XF4	Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.	Superfici orizzontali quali strade o pavimentazioni esposte al gelo ed ai sali disgelanti in modo diretto o indiretto, elementi esposti al gelo e soggetti a frequenti bagnature in presenza di agenti disgelanti o di acqua di mare.	0,45	C 28/35	3,0



6 Attacco chimico**					
5 a	XA1	Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenitori di fanghi e vasche di decantazione. Contenitori e vasche per acque reflue.	0,55	C 28/35
4 a 5 b	XA2	Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	0,50	C 32/40
5 c	XA3	Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Elementi strutturali o pareti a contatto di acque industriali fortemente aggressive. Contenitori di foraggi, mangimi e liquame provenienti dall'allevamento animale. Torri di raffreddamento di fumi di gas di scarico industriali.	0,45	C 35/45

Tabella 3 - Classi di esposizione

In particolare, per le opere in c.a. in progetto si prevede una classe di esposizione pari a **XC2**.

5.1.2 Classe di consistenza

La classe di consistenza è una proprietà del calcestruzzo allo stato fresco che influenza fortemente le proprietà del calcestruzzo indurito e la si misura facilmente in cantiere con il cono di Abrams. La classe di consistenza è da considerarsi come un indice della lavorabilità del calcestruzzo, cioè la caratteristica che consente di confezionare, trasportare, gettare e compattare il materiale con una certa facilità. Si riportano nella seguente tabella i valori delle classi di abbassamento al cono (slump) in funzione del relativo abbassamento al cono. Il calcestruzzo scelto per la realizzazione dell'opera in c.a. in progetto possiede una classe di consistenza **S4**.

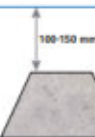
					
Classe di consistenza	S1	S2	S3	S4	S5
Denominazione corrente	umida	plastica	semifluida	fluida	superfluida

Figura 6 – Classi di consistenza

5.1.3 Classe di contenuto in cloruri

I cloruri presenti nella massa cementizia sono una delle cause più importanti del degrado delle armature d'acciaio. Questi possono penetrare dall'esterno, se presenti in massicce quantità sulla superficie dell'elemento strutturale in calcestruzzo armato, ma possono essere veicolati anche dalle materie componenti il calcestruzzo. Ad esempio, alcuni additivi acceleranti possono contenere una certa quantità di cloruri.

Il contenuto di cloruri nel calcestruzzo non deve eccedere il valore indicato della classe selezionata della seguente tabella (par. 5.2.8 UNI EN 206:2016).

Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo

Impiego del calcestruzzo	Classe di contenuto in cloruri ^{a)}	Massimo contenuto di Cl ⁻ rispetto alla massa del cemento ^{b)}
In assenza di armatura di acciaio o di altri inserti metallici (ad eccezione dei dispositivi di sollevamento resistenti alla corrosione)	Cl 1,0	1,0%
In presenza di armatura d'acciaio o di altri inserti metallici	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40	0,40%
In presenza di armatura d'acciaio da precompressione	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20	0,20%
a) La classe da applicare per uno specifico utilizzo del calcestruzzo dipende da disposizioni valide nel luogo d'impiego del calcestruzzo. b) Qualora siano impiegate aggiunte di tipo II e siano considerate nel computo del dosaggio di cemento, il contenuto in cloruri viene espresso come percentuale di ioni cloruro in massa rispetto al cemento + la massa totale delle aggiunte considerate.		

Tabella 4 - Contenuto massimo di cloruri nel calcestruzzo

5.1.4 Leggi costitutive dei materiali per calcestruzzo armato

Con riferimento ai paragrafi 4.1.2.1.2.1 e 4.1.2.1.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, per il calcestruzzo si è considerata la legge costitutiva di tipo parabola – rettangolo e per l'acciaio d'armatura il modello di tipo elastico perfettamente plastico.

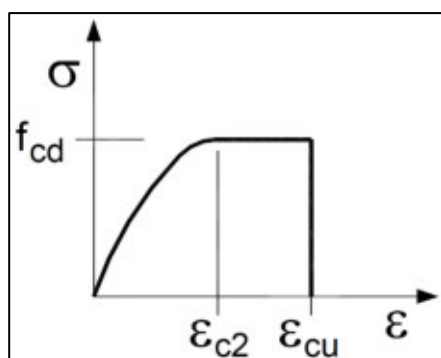


Figura 7 - Modello parabola-rettangolo per il calcestruzzo

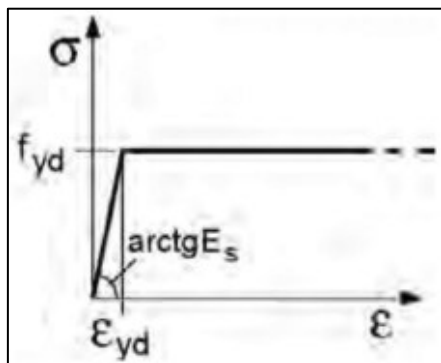


Figura 8 - Modello elastico-perfettamente plastico indefinito per l'acciaio

5.1.5 Determinazione del copriferro

Le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 al paragrafo 4.1.6.1.3 prescrivono che “al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento del calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo anche conto delle tolleranze di posa delle armature”.

A tal fine si può fare riferimento alla UNI EN 1992-1-1 per dimensionare correttamente i copriferri. Il valore nominale del copriferro è calcolato secondo l'espressione:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Dove:

$$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10mm\}$$

In cui:

- $\Delta c_{dur,\gamma} = \Delta c_{dur,st} = \Delta c_{dur,add} = 0$;
- $c_{min,b}$ è il copriferro minimo necessario per l'aderenza delle armature. Per armature ordinarie $c_{min,b}$ è pari al diametro della barra, nel caso di barre singole, ed al diametro equivalente, nel caso di barre raggruppate;
- $c_{min,dur}$ è il copriferro minimo correlato alle condizioni ambientali e si ricava dai prospetti seguenti in funzione della classe di esposizione, ricordando che la classe strutturale per un periodo di vita nominale presunta della struttura pari a 50 anni è la classe strutturale S4 (vedi prospetti seguenti);
- Δc_{dev} è la tolleranza ed è compresa tra 0 e 10 mm.

prospetto 4.4N Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

prospetto 4.5N Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, requisiti con riferimento alla durabilità per acciai da precompressione

Requisito ambientale per $c_{min,dur}$ (mm)							
Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1 / XS1	XD2 / XS2	XD3 / XS3
S1	10	15	20	25	30	35	40
S2	10	15	25	30	35	40	45
S3	10	20	30	35	40	45	50
S4	10	25	35	40	45	50	55
S5	15	30	40	45	50	55	60
S6	20	35	45	50	55	60	65

Tabella 5 - Valori del copriferro minimo, $c_{min,dur}$, in accordo alla EN 10080

A titolo cautelativo nei calcoli dell'opera in c.a. in progetto è stato adottato un valore di copriferro nominale pari a 35 mm.



5.1.6 Stato limite di fessurazione

Le Norme Tecniche per le Costruzioni, al par. 4.1.2.2.4.4, suddividono in due gruppi le armature:

- Armature sensibili;
- Armature poco sensibili.

Appartengono al primo gruppo gli acciai da precompressione, mentre appartengono al secondo gruppo gli acciai ordinari. Per gli acciai zincati e per quelli inossidabili si può tenere conto della loro minor sensibilità alla corrosione.

Sono ora indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione al fine della protezione contro la corrosione delle armature metalliche con riferimento alla tab. 4.1.IV D.M. 17/01/2018.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

Tabella 6 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Il paragrafo 4.1.2.2.4 delle NTC 2018 individua i seguenti valori di w_1 , w_2 e w_3 .

w_1	0,2 mm
w_2	0,3 mm
w_3	0,4 mm

Tabella 7 - Valori limite di apertura delle fessure

5.1.7 Riepilogo

Le seguenti tabelle riepilogative riassumono le prescrizioni relative al calcestruzzo armato dell'opera in progetto, con riferimento alle condizioni ambientali ed alla sensibilità delle armature alla corrosione.

Calcestruzzo	
Condizione ambientale (Tab. 4.1.III D.M. 17/01/2018)	Ordinaria
Classe di esposizione	XC2, XF1
Classe di consistenza	S4
Rapporto acqua / cemento massimo A/C max	0.50
Dimensione nominale degli aggregati massima D max	20 mm
Acciaio	
Acciaio da precompressione presente	No
Acciaio ordinario presente	Sì
Acciaio zincato presente	No
Acciaio inossidabile presente	No

Tabella 8 – Riepilogo materiali

5.1.7.1 Calcestruzzo C32/40

I parametri meccanici e fisici del calcestruzzo utilizzato sono riportati nella tabella seguente:

Calcestruzzo C32/40		
Tipo di calcestruzzo	-	C32/40
R_{ck} calcestruzzo	[daN/cm ²]	400
Modulo elastico	[daN/cm ²]	336428
Resistenza caratteristica cilindrica F_{ck}	[daN/cm ²]	332
Resistenza caratteristica a trazione F_{ctk}	[daN/cm ²]	21.7
Resistenza media F_{cm}	[daN/cm ²]	412
Resistenza media a trazione F_{ctm}	[daN/cm ²]	31

Tabella 9 - Caratteristiche calcestruzzo

5.1.7.2 Acciaio ordinario per calcestruzzo armato B450C

I parametri meccanici e fisici dell'acciaio utilizzato per il calcestruzzo armato sono riportati nella tabella seguente:

Acciaio B450C		
Tipo di acciaio	-	B450C
Modulo elastico	[daN/cm ²]	2 060 000
Tensione caratteristica di snervamento (F_{yk})	[daN/cm ²]	4500
Tensione media di snervamento (F_{ym})	[daN/cm ²]	4500

Tabella 10 - Caratteristiche acciaio ordinario per calcestruzzo armato



6 CRITERIO DI PROGETTAZIONE E METODO DI VERIFICA

Nella tabella seguente si riportano alcuni dati utili per le analisi eseguite.

Criteri di modellazione		
Regione		Piemonte
Provincia		Cuneo
Comune		Guarene
Coordinate geografiche		44°44'18.6"N 8°01'57.5"E
Altitudine		390 m s.l.m.
Zona sismica		Zona 4
Tipo di costruzione	(TAB. 2.4.I D.M. 17/01/2018)	Costruzioni ordinari
Vita nominale V_N	(P.to 2.4.I D.M. 17/01/2018)	50 anni
Classe d'uso	(P.to 2.4.II D.M. 17/01/2018)	II
Coefficiente d'uso C_U	(P.to 2.4.II D.M. 17/01/2018)	1.0
Periodo di riferimento V_R	(P.to 2.4.3 D.M. 17/01/2018)	50 anni
Categoria sottosuolo	(Tab. 3.2.II D.M. 17/01/2018)	D
Categoria topografica	(Tab. 3.2.III D.M. 17/01/2018)	T1

Tabella 11 – Criteri di modellazione dell'azione sismica.

Il periodo di riferimento V_R di una costruzione, valutato moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso della costruzione C_U , riveste una notevole importanza in quanto, assumendo che la legge di ricorrenza dell'azione sismica sia un processo poissoniano, è utilizzato per valutare, fissata la probabilità di superamento P_{VR} corrispondente allo stato limite considerato, il periodo di ritorno T_R dell'azione sismica cui fare riferimento per la verifica. La seguente tabella mostra i valori di V_R corrispondenti ai valori di V_N che individuano le frontiere tra i tre tipi di costruzione. Valori di V_N intermedi tra detti valori di frontiera sono consentiti ed i corrispondenti valori dei parametri necessari a definire l'azione sismica sono ricavati utilizzando le formule d'interpolazione fornite nelle norme tecniche.

VITA NOMINALE V_N	VALORI DI V_R			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
≤ 10	35	35	35	35
≥ 50	≥ 35	≥ 50	≥ 75	≥ 100
≥ 100	≥ 70	≥ 100	≥ 150	≥ 200

Tabella 12 – Intervalli di valori attribuiti a V_R al variare di V_N e di C_U

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al par. 3.2.2 delle NTC 2018), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente S_e .

(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} come definite nel par. 3.2.1 delle NTC 2018, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel par. 2.4 delle NTC 2018.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I calcoli sono stati realizzati facendo riferimento ai seguenti parametri:

	T_r	a_g	F_0	T_c^*
SLD	50	0.236	2.6	0.19
SLV	475	0.465	2.7	0.29

Tabella 13 - Parametri dello spettro per ciascuno stato limite

Per tenere conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale è necessario individuare il valore del coefficiente topografico S_T , dipendente dalle categorie topografiche illustrate nella seguente tabella.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 14 – Categorie topografiche

Il caso in studio appartiene alla categoria topografica T1, alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1,0 (tab. 3.2.V D.M. 17/01/2018).

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

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

Tabella 15 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario inoltre valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento illustrate nella seguente tabella.



Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 16 – Categorie di sottosuolo da Tabella 3.2.II D.M. 17/01/2018

Nel caso in progetto la categoria di sottosuolo è la D, alla quale corrisponde un valore di coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s pari a 1,80.

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$

Tabella 17 – Espressioni di S_s

Nelle costruzioni soggette all'azione sismica e non dotate di appositi dispositivi d'isolamento e/o dissipativi, si distinguono i seguenti comportamenti strutturali:

- Comportamento strutturale non dissipativo;
- Comportamento strutturale dissipativo.

Nel comportamento strutturale non dissipativo, nella valutazione della domanda tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico. La domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce, ma indipendentemente dalla tipologia strutturale e senza tenere conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico.

Nel comportamento strutturale dissipativo, nella valutazione della domanda un numero elevato di membrature e/o collegamenti evolvono in campo plastico, mentre la restante parte della struttura rimane in campo elastico o sostanzialmente elastico. La domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è

calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce e della tipologia strutturale, tenendo conto della capacità dissipativa legata alle non linearità di materiale. Se la capacità dissipativa è presa in conto implicitamente attraverso il fattore di comportamento q , si adotta un modello elastico.

Per l'opera in progetto è stato assunto un comportamento strutturale **non dissipativo**.



6.1 Fattore di comportamento

Il fattore di comportamento definisce lo spettro di progetto a partire dallo spettro di risposta elastica ed il suo limite superiore è calcolabile con la seguente relazione analitica:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

Dove:

- q_0 è il valore base del fattore di comportamento allo SLV;
- K_R è un fattore 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.

La tab. 7.3.I delle NTC 2018 specifica, in funzione del comportamento strutturale (dissipativo o non dissipativo) e dello stato limite considerato, quali sono i valori del fattore di comportamento da adottare.

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1,0$ § 3.2.3.4	$q = 1,0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Tabella 18 - Fattore di comportamento

Come previsto al par. 7.3.1 delle NTC 2018, si è considerato un fattore di comportamento q pari a 1,50 per comportamento strutturale non dissipativo.

Di seguito si riportano gli spettri utilizzati nei calcoli strutturali.

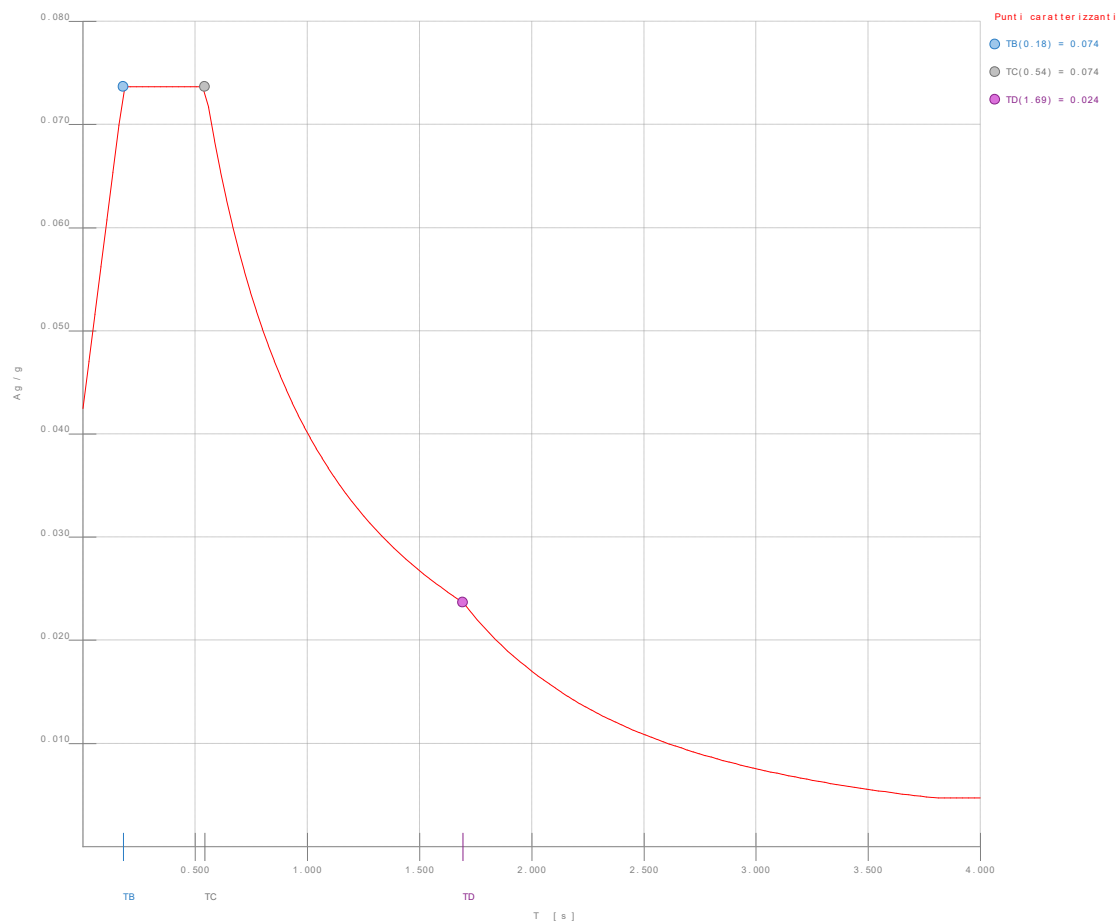


Figura 9 - Spettro SLD

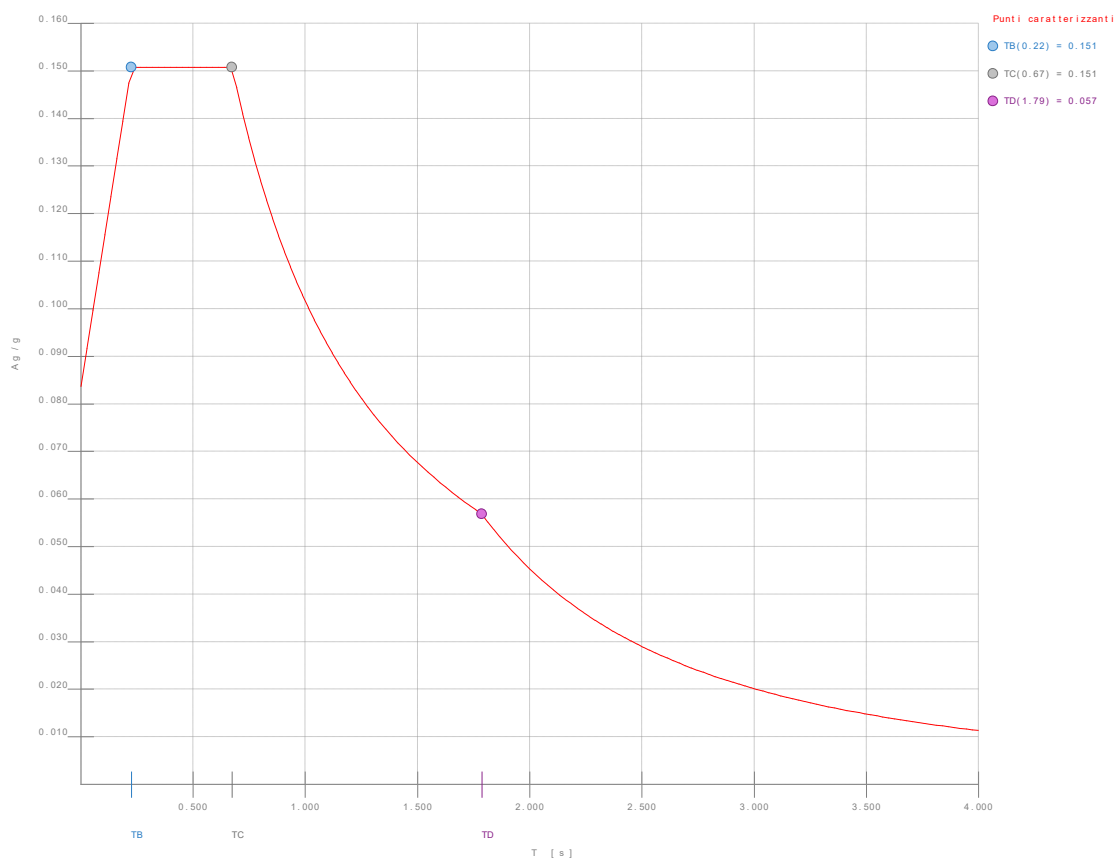


Figura 10 - Spettro SLV

6.2 Rispetto dei requisiti nei confronti degli stati limite

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tab. 7.3.III delle Norme Tecniche per le Costruzioni, in dipendenza della classe d'uso (CU).

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Tabella 19 - Verifiche nei confronti dei vari Stati Limite secondo NTC 2018

La condizione in termini di rigidità sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Al fine di soddisfare le verifiche di resistenza (RES) si deve verificare che i singoli elementi strutturali e la struttura nel suo insieme possiedano una capacità in resistenza sufficiente a soddisfare la domanda allo SLV.

Per le strutture a comportamento non dissipativo, la capacità delle membrature è calcolata con riferimento al loro comportamento elastico o sostanzialmente elastico.

Per le strutture a comportamento dissipativo, la capacità delle membrature è calcolata con riferimento al loro comportamento ultimo.



6.3 Analisi sismica dinamica lineare

L'analisi sismica dinamica lineare consiste:

- Nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale)
- Nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati
- Nella combinazione di questi effetti

Devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% ed un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore allo 85%.

Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo, quale quella indicata di seguito:

$$E = \sqrt{\sum_j \sum_i \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

Con:

- E_j valore dell'effetto relativo al modo j ;
- ρ_{ij} coefficiente di correlazione tra il modo i ed il modo j , calcolato con formule di comprovata validità quale:

$$\rho_{ij} = \frac{8 \cdot \sqrt{\xi_i \cdot \xi_j} \cdot (\beta_{ij} \cdot \xi_i + \xi_j) \cdot \beta_{ij}^{3/2}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4 \cdot \xi_i \cdot \xi_j \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2) + 4 \cdot (\xi_i^2 + \xi_j^2) \cdot \beta_{ij}^2}$$

- $\xi_{i,j}$ smorzamento viscoso dei modi i e j ;
- β_{ij} rapporto tra l'inverso dei periodi di ciascuna coppia i - j di modi ($\beta_{ij} = T_j/T_i$).

Nel caso di uguale smorzamento ξ dei modi i e j si ha:

$$\rho_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij}^{3/2}}{(1 + \beta_{ij}) \cdot [(1 - \beta_{ij})^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot \beta_{ij}]}$$

7 ANALISI DEI CARICHI

Si elencano qui le azioni considerate per le analisi strutturali.

7.1 Azioni permanenti strutturali

Le azioni permanenti strutturali considerate sono quelle date dal peso proprio di ciascun elemento strutturale:

- Peso dell'unità di volume del calcestruzzo armato, pari a 25.00 kN/m³

7.2 Azioni permanenti non strutturali

Le azioni permanenti non strutturali considerate sono:

- Peso terreno sulla platea, pari a 56 kN/m²
- Spinta idrostatica terreno:
per h = 2.8m -> 31.5 kN/m²

7.3 Sovraccarichi

Si è tenuto conto della spinta orizzontale provocata dalla pista ciclabile con un valore pari a:

$$q_{hk} = K_0 * q_{vk} = 0.56 * 10 = 5.60 \text{ kN/m}^2$$



8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico utilizzate sono quelle previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Si elencano di seguito i coefficienti parziali di sicurezza con riferimento alla tabella 2.6.I delle NTC 2018 e le relative combinazioni delle azioni:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 20 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche a SLU

Ai fini delle verifiche agli stati limite, con riferimento al par. 2.5.3 si sono definite le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

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

$$E + G_1 + G_2 + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

9 RISULTATI DI CALCOLO

9.1 Muro

9.1.1 Analisi modale

L'analisi modale ha permesso di calcolare le percentuali di massa movimentata ed i periodi di oscillazione della struttura.

Le percentuali di massa movimentata nelle due direzioni sono:

- In direzione x maggiore/uguale a 85.00%;
- In direzione y maggiore/uguale a 85.00%;

Si riportano di seguito le deformate modali per i primi modi di vibrare della struttura.

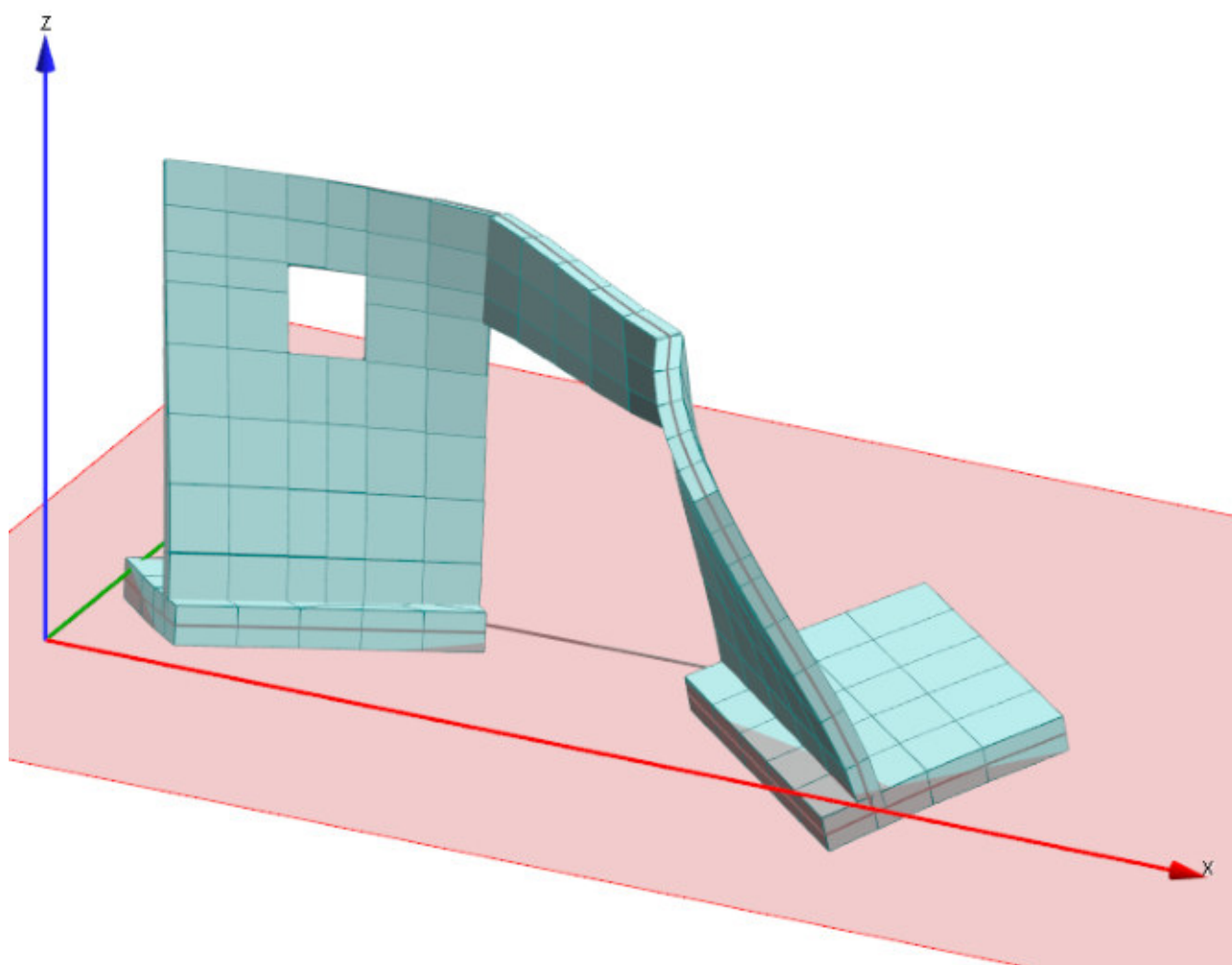


Figura 11 – Modo di vibrare in direzione x

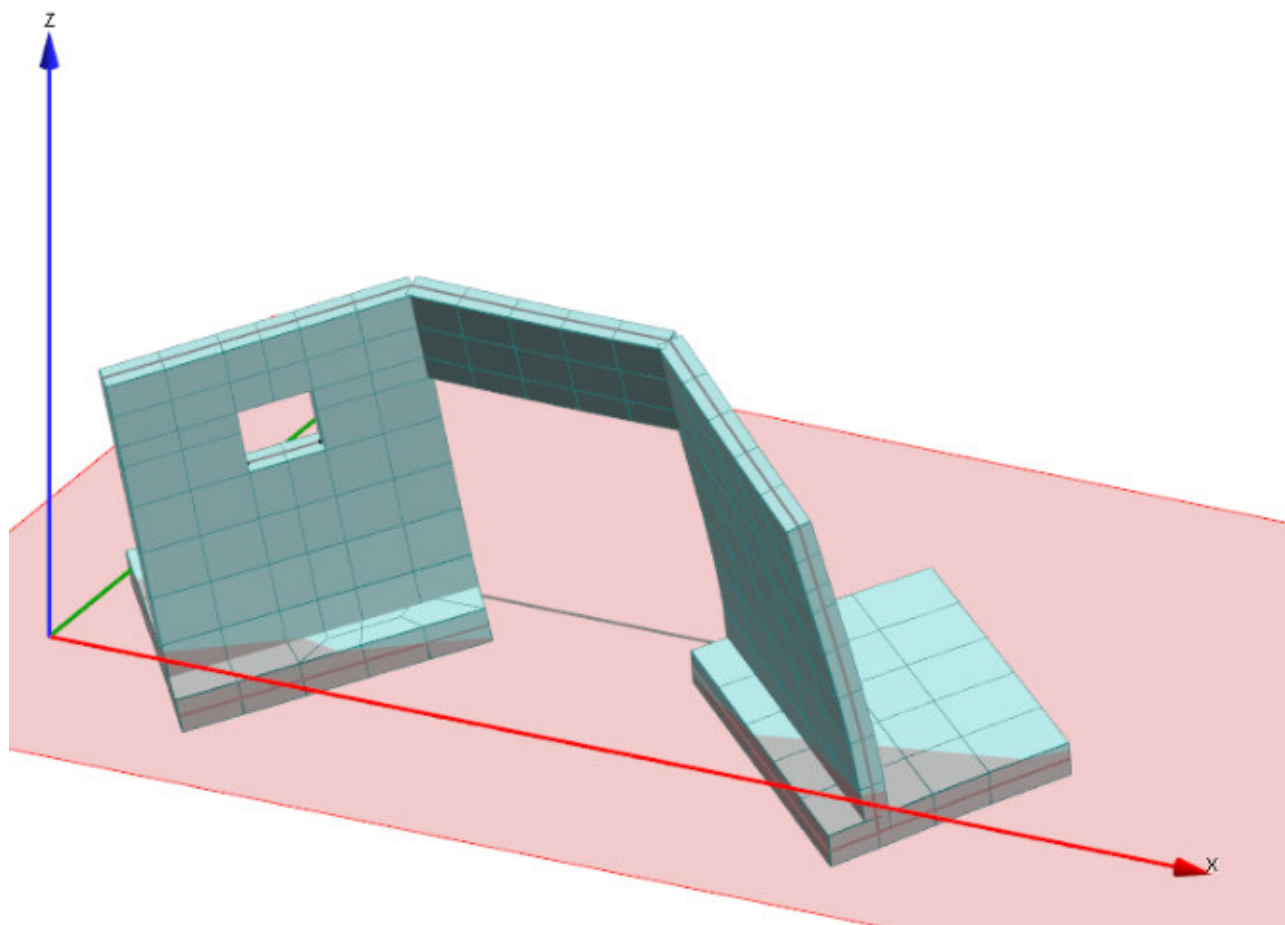


Figura 12 - Modo di vibrare in direzione y

9.1.2 Deformazione

Si riporta la deformazione della struttura per la combinazione di carico a SLE. Il valore massimo di spostamento risulta pari a 10 mm (SLE).

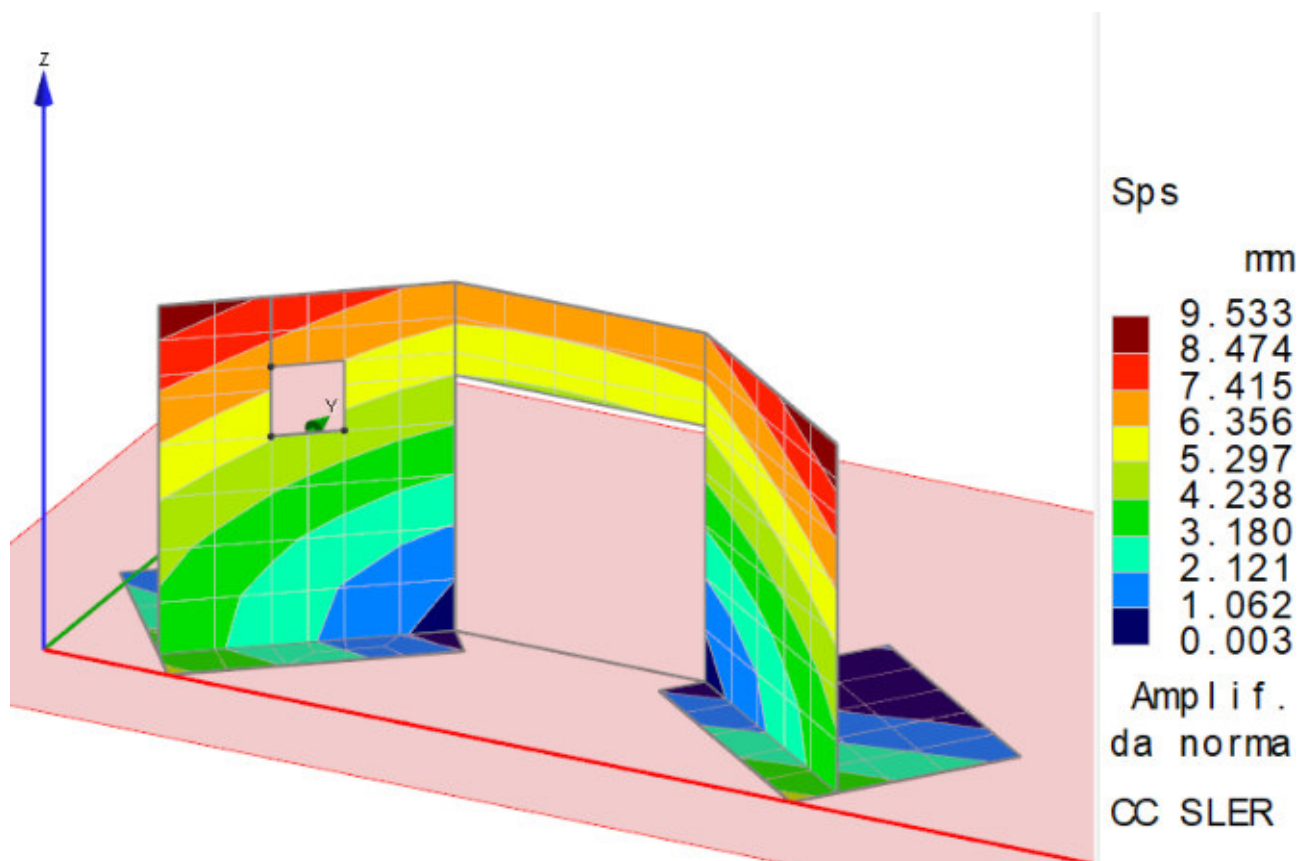


Figura 13 – Deformazione a SLE



9.1.3 Sollecitazioni interne

Si riporta di seguito le diagrammi delle sollecitazioni interne nella struttura per la combinazione di carico a SLU e SLV.

V_x

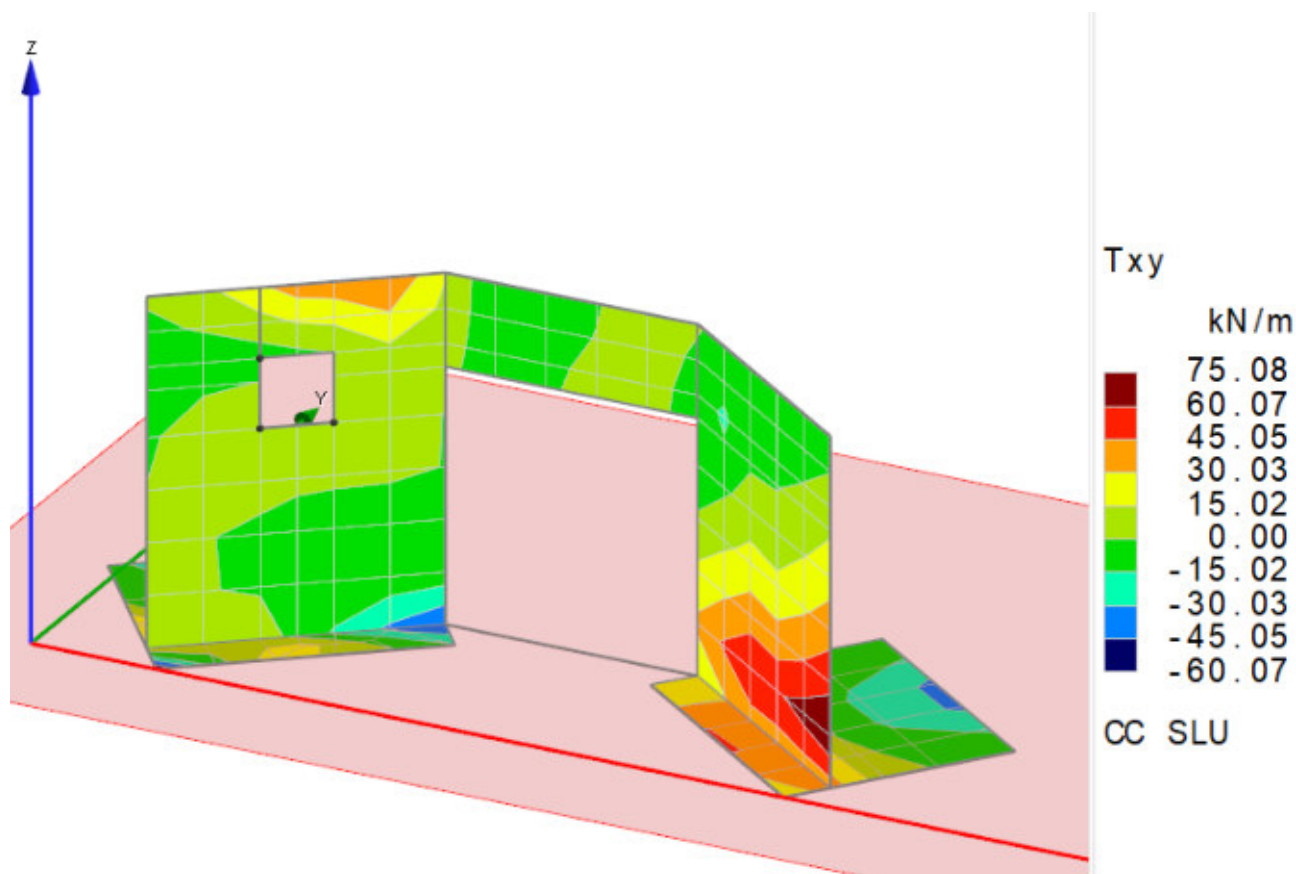


Figura 14 - Taglio in dir. X a SLU

V_x

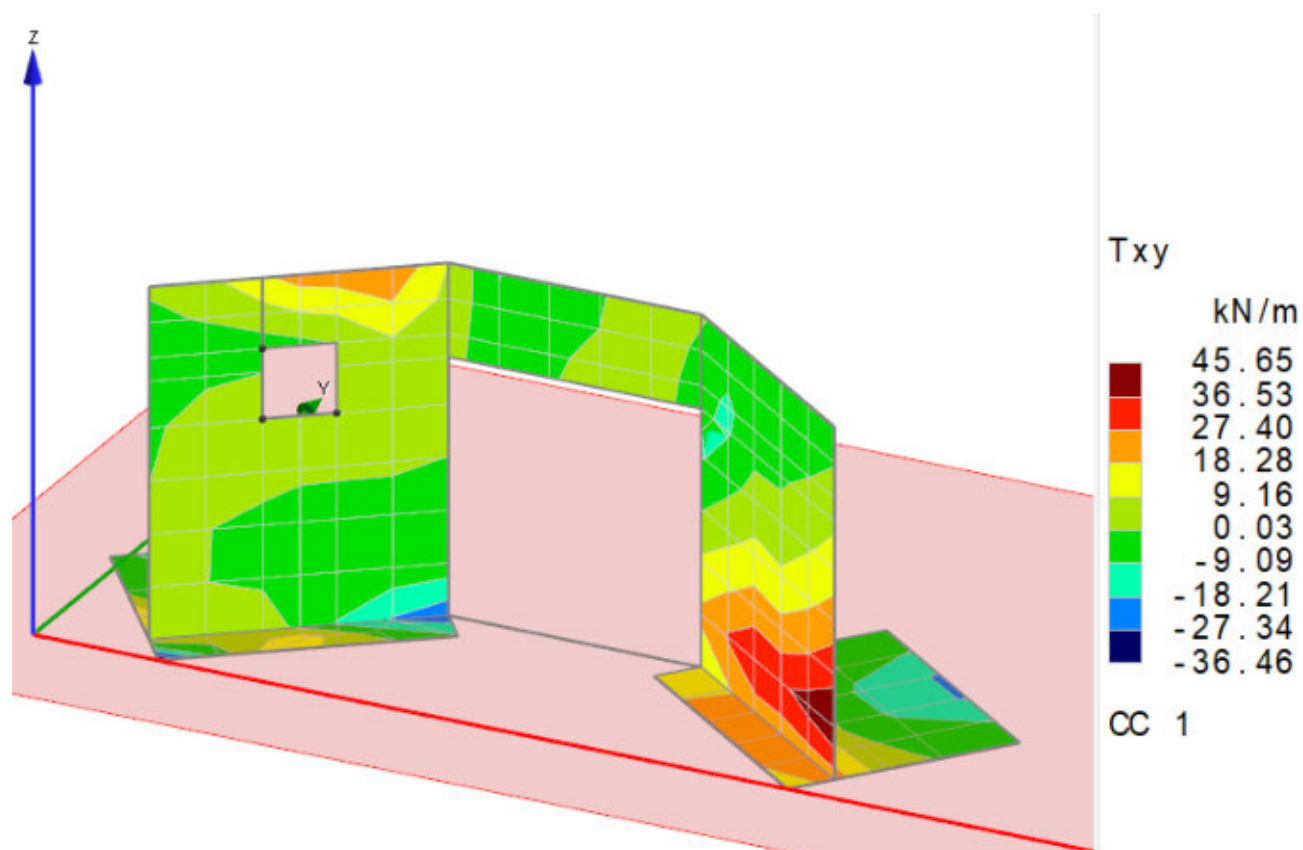


Figura 15 - Taglio in dir. X a SLV



V_z

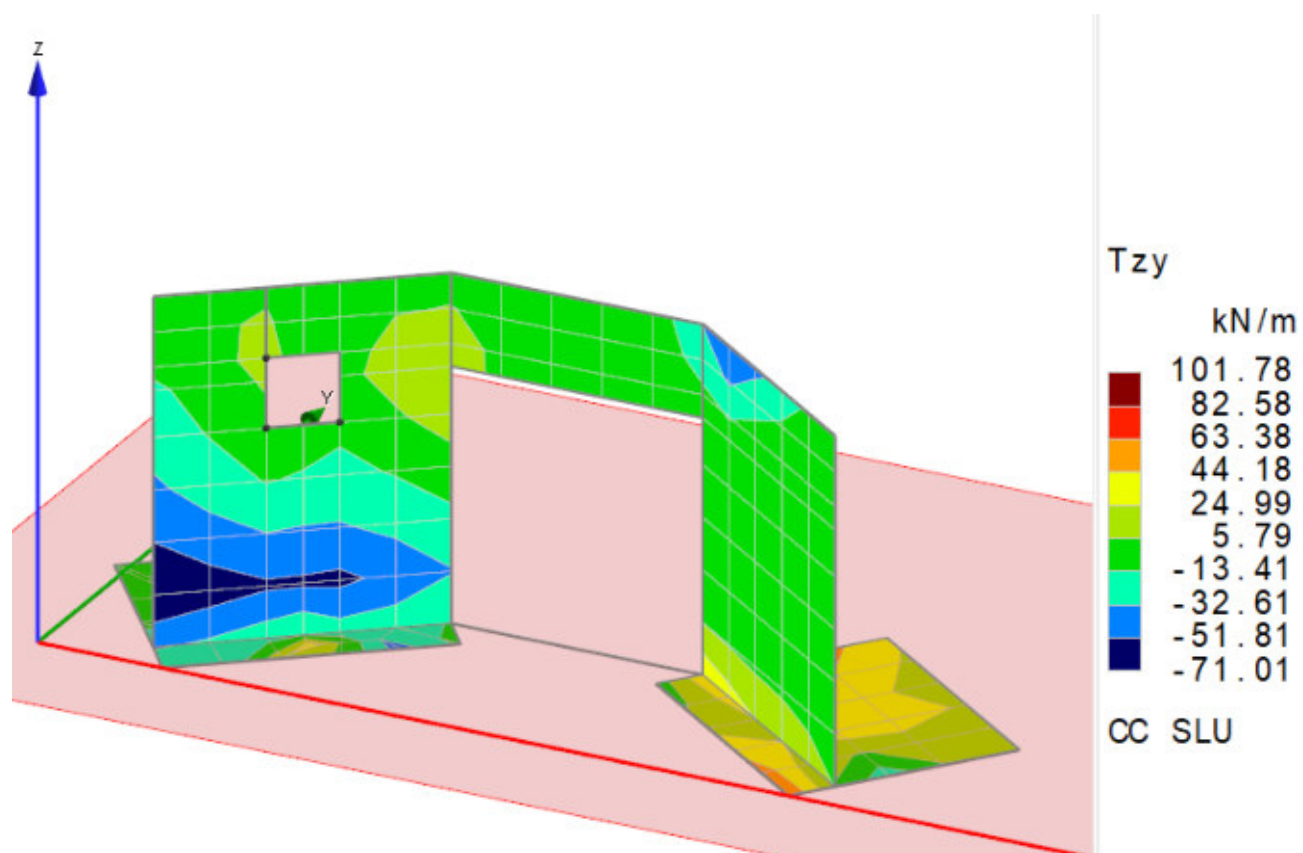


Figura 16 - Taglio in dir. Z a SLU

V_z

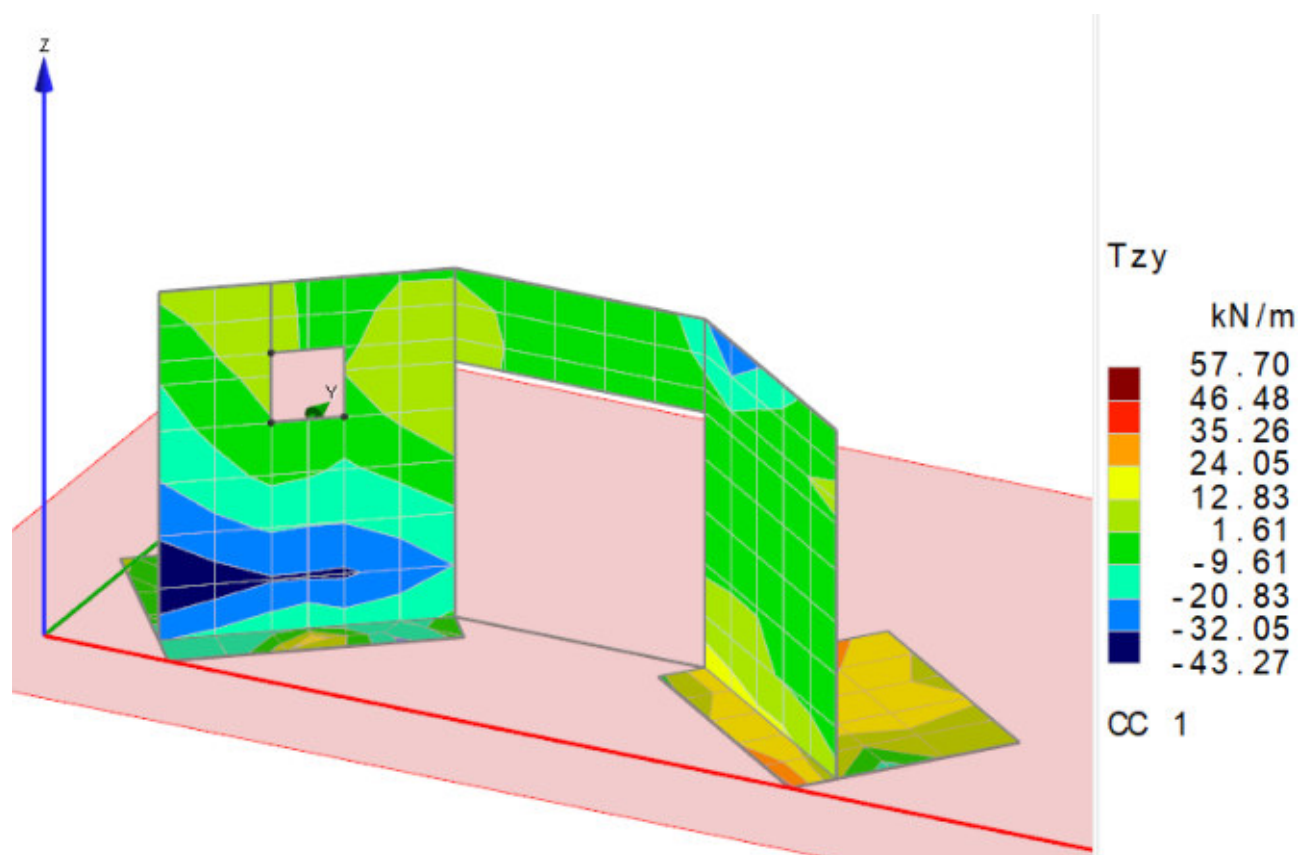


Figura 17 - Taglio in dir. Z a SLV



$M_{p,max}$

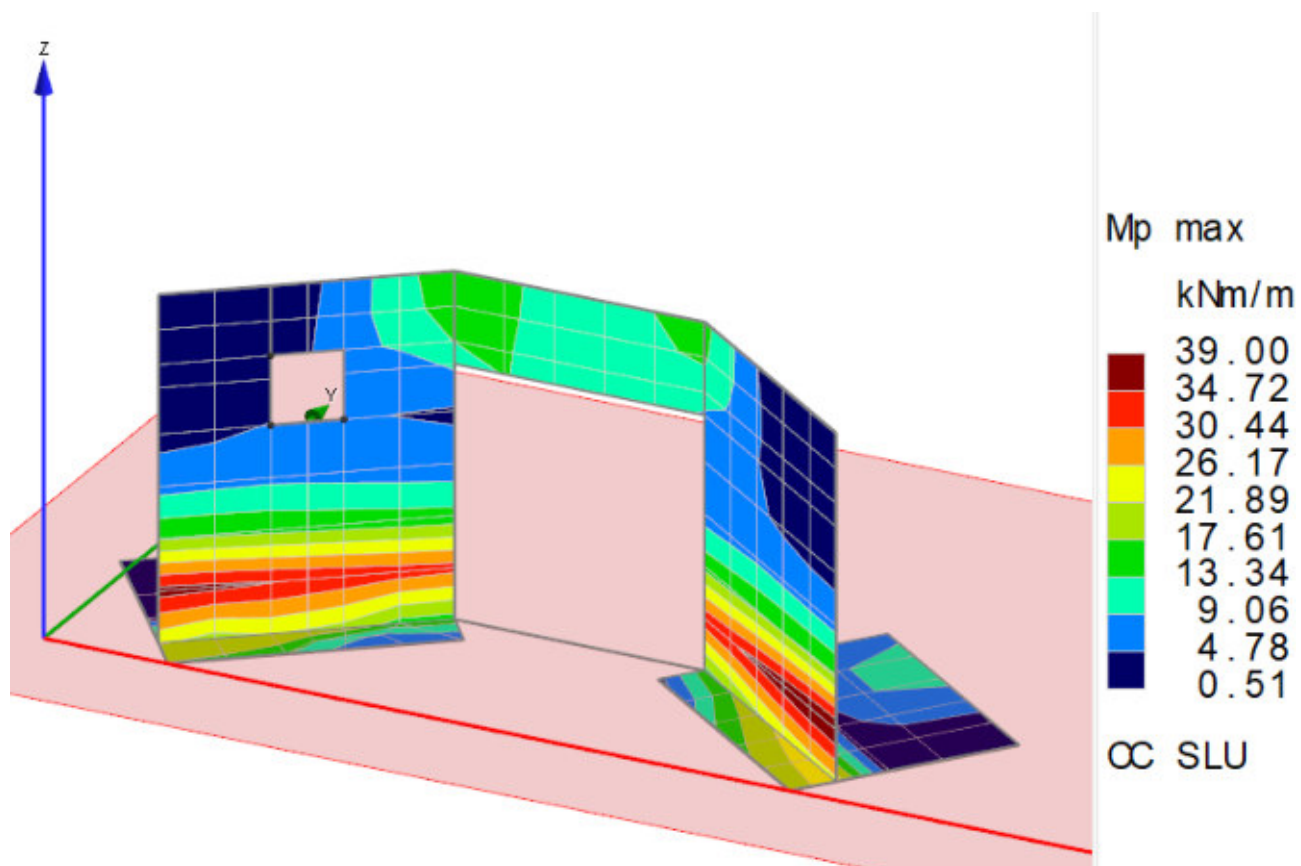


Figura 18 - Momento principale massimo a SLU

$M_{p,max}$

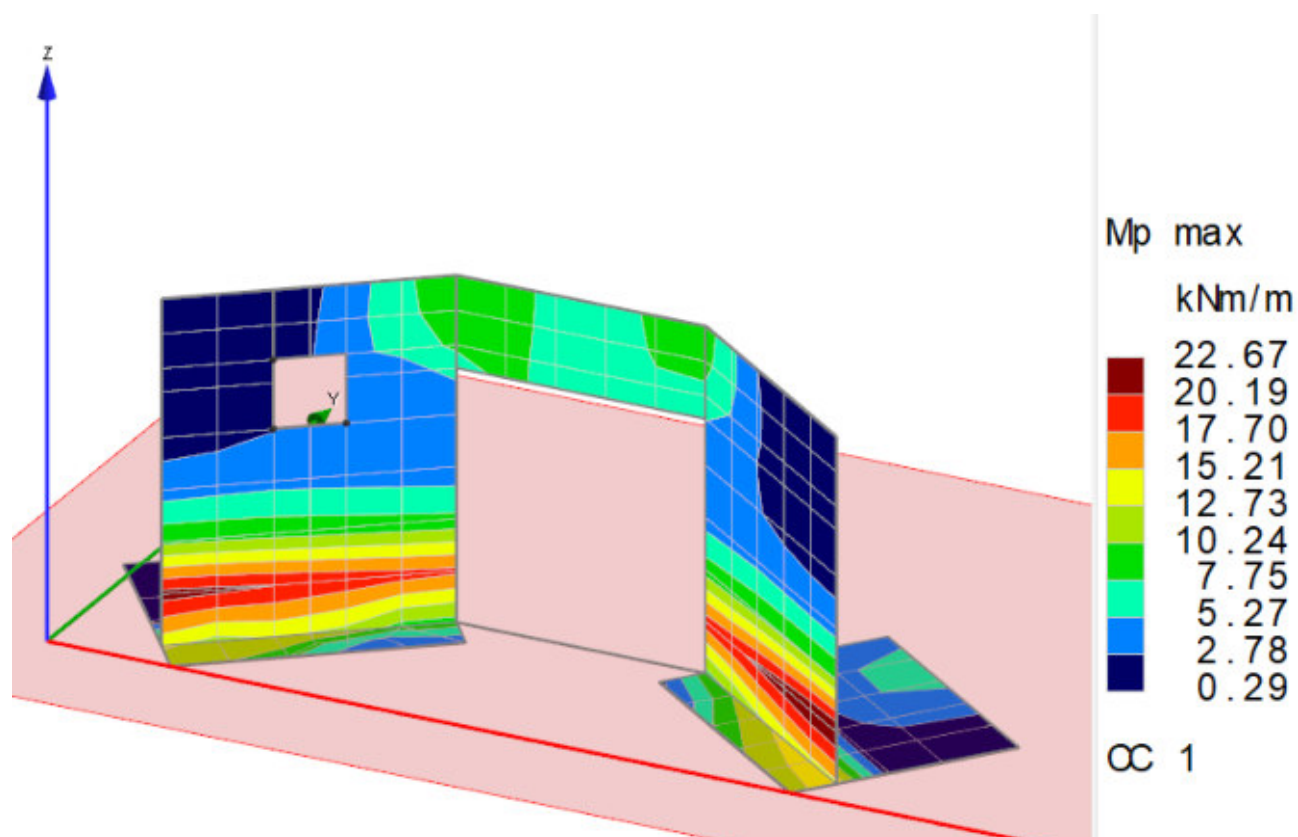


Figura 19 - Momento principale massimo a SLV



9.1.4 Tensioni terreno

Si riporta di seguito il diagramma delle tensioni del terreno per la combinazione di carico a SLU e SLV.

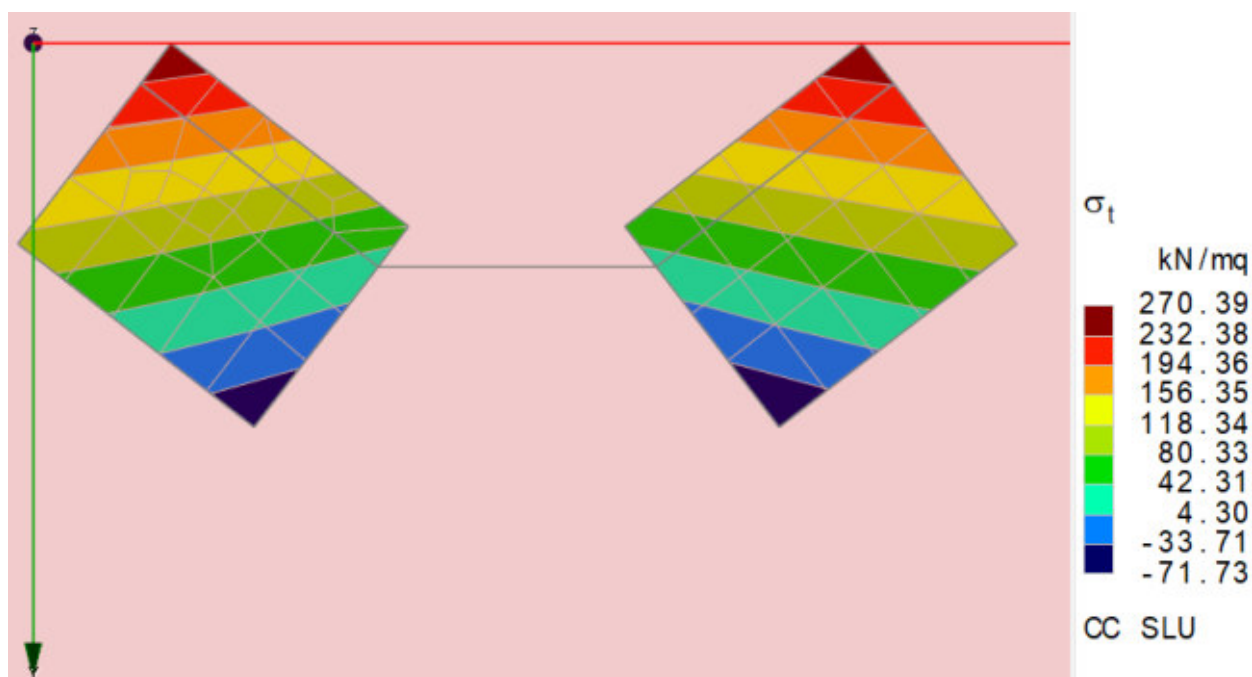


Figura 20 – Tensioni terreno a SLU

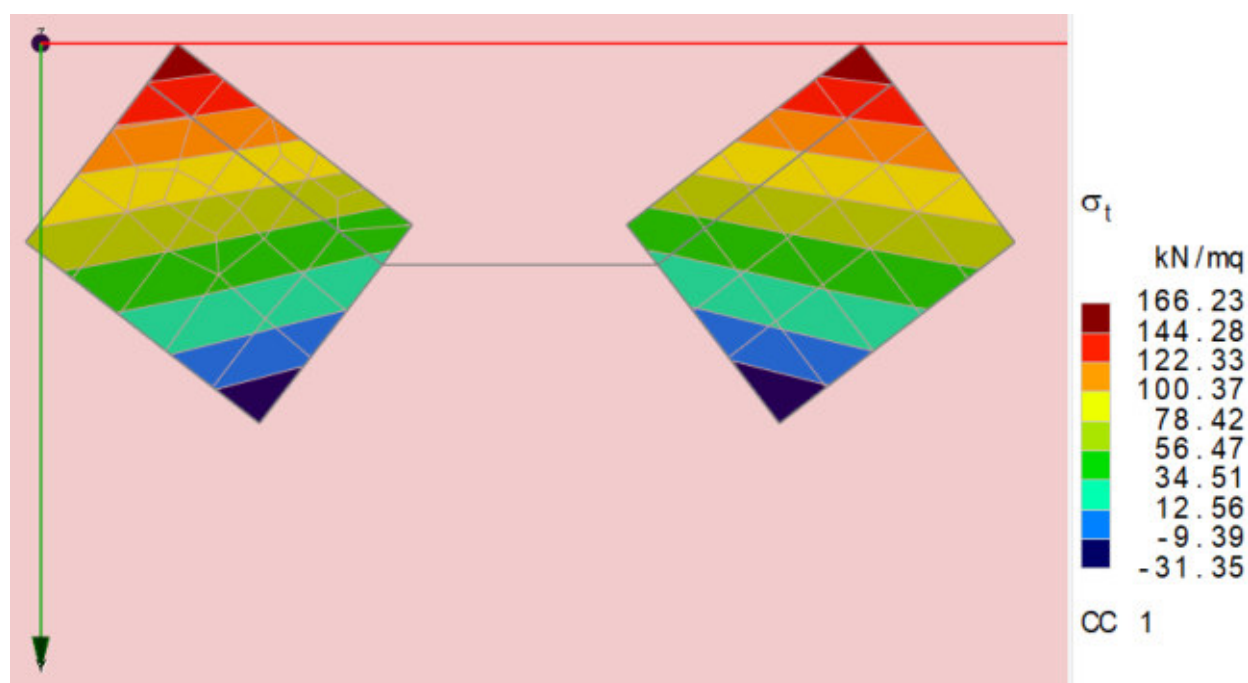


Figura 21 – Tensioni terreno a SLV

10 VERIFICHE STRUTTURALI

Nel presente capitolo si riportano le verifiche strutturali degli elementi strutturali in progetto.

10.1 Muro

10.1.1 Verifica elementi strutturali

Nel presente capitolo si riportano, a titolo esemplificativo, le verifiche strutturali svolte per un elemento rappresentativo in calcestruzzo armato.

Le verifiche complete di tutti gli elementi della struttura sono state eseguite e sono raccolte nell'allegato di calcolo al presente documento.

Gli esempi riportati di seguito illustrano le modalità di verifica adottate e i risultati ottenuti, conformemente alle prescrizioni normative vigenti.



10.1.1.1 Platea a quota 0.0

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess. <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
30.00	3.50	3.50	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
-161	1.47	0.29	XX	9	SLU	7.54	7.54	1394.70	7781.13	5.579
-142	6.18	0.29	XX	9	SLU	7.54	7.54	1528.03	7781.13	5.092
-10	4.93	1.77	XX	9	SLU	7.54	7.54	-118.32	-7781.13	65.764
-9	2.73	1.77	XX	9	SLU	7.54	7.54	-105.85	-7781.13	73.509
-174	1.35	1.15	YY	9	SLU	7.54	7.54	-3673.68	-7781.13	2.118
-153	6.34	1.27	YY	9	SLU	7.54	7.54	-3420.81	-7781.13	2.275
-2	6.56	-0.00	YY	9	SLU	7.54	7.54	596.42	7781.13	13.046
-1	1.09	-0.00	YY	9	SLU	7.54	7.54	590.30	7781.13	13.182

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
-161	1.47	0.29	XX	5	SND	7.54	7.54	815.28	7185.86	8.814
-142	6.18	0.29	XX	5	SND	7.54	7.54	924.40	7185.86	7.774
-10	4.93	1.77	XX	5	SND	7.54	7.54	-114.22	-7185.86	62.914
-9	2.73	1.77	XX	5	SND	7.54	7.54	-99.57	-7185.86	72.166
-174	1.35	1.15	YY	5	SND	7.54	7.54	-2124.34	-7185.86	3.383
-153	6.34	1.27	YY	1	SND	7.54	7.54	-1922.08	-7185.86	3.739
-2	6.56	-0.00	YY	5	SND	7.54	7.54	373.08	7185.86	19.261
-1	1.09	-0.00	YY	5	SND	7.54	7.54	368.64	7185.86	19.493

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfE St. <cmq/m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRcd <daN>	VRsd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.
-165	2.44	2.14	XX	9	SLU	7.54	7.54		6303.42				13652.40	2.166
-162	1.84	0.58	XX	5	SND	7.54	7.54		3561.45				13652.40	3.833
-150	5.21	2.14	XX	9	SLU	7.54	7.54		6130.74				13652.40	2.227
-141	5.81	0.58	XX	5	SND	7.54	7.54		3744.42				13652.40	3.646
-165	2.44	2.14	YY	9	SLU	7.54	7.54		7860.15				13652.40	1.737
-165	2.44	2.14	YY	7	SND	7.54	7.54		4412.57				13652.40	3.094
-150	5.21	2.14	YY	9	SLU	7.54	7.54		7980.06				13652.40	1.711
-150	5.21	2.14	YY	5	SND	7.54	7.54		4698.48				13652.40	2.906

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	Mom <daNm>	σ _c <daN/cm²>	σ _t <daN/cm²>	Sic.
-161	1.47	0.29	XX	10	SLE R	7.54	7.54	939.32	10.65	514.52	6.997
-161	1.47	0.29	XX	12	SLE Q	7.54	7.54	804.47	9.13	440.65	16.372
-142	6.18	0.29	XX	10	SLE R	7.54	7.54	1029.83	11.68	564.10	6.382
-142	6.18	0.29	XX	12	SLE Q	7.54	7.54	880.61	9.99	482.36	14.957
-10	4.93	1.77	XX	10	SLE R	7.54	7.54	-64.28	0.73	35.21	>100
-10	4.93	1.77	XX	12	SLE Q	7.54	7.54	-47.42	0.54	25.97	>100
-9	2.73	1.77	XX	10	SLE R	7.54	7.54	-55.00	0.62	30.13	>100
-9	2.73	1.77	XX	12	SLE Q	7.54	7.54	-33.88	0.38	18.56	>100
-174	1.35	1.15	YY	10	SLE R	7.54	7.54	-2436.51	27.64	1334.62	2.697
-174	1.35	1.15	YY	12	SLE Q	7.54	7.54	-2056.53	23.33	1126.48	6.404
-153	6.34	1.27	YY	10	SLE R	7.54	7.54	-2271.47	25.77	1244.22	2.893
-153	6.34	1.27	YY	12	SLE Q	7.54	7.54	-1913.40	21.70	1048.08	6.884
-2	6.56	-0.00	YY	10	SLE R	7.54	7.54	403.76	4.58	221.16	16.277
-2	6.56	-0.00	YY	12	SLE Q	7.54	7.54	357.74	4.06	195.95	36.818
-1	1.09	-0.00	YY	10	SLE R	7.54	7.54	399.55	4.53	218.85	16.449
-1	1.09	-0.00	YY	12	SLE Q	7.54	7.54	353.72	4.01	193.75	37.236

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Nodo	X <m>	Y <m>	DV	CC	TCC	c <mm>	s <mm>	K ₂	Φ _{eq}	Δ _{sm} <mm>	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ _s <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>	Sic.
-161	1.47	0.29	XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	440.65	0.13	0.04	7.479
-161	1.47	0.29	XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	459.12	0.13	0.04	9.571
-142	6.18	0.29	XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	482.36	0.14	0.04	6.833
-142	6.18	0.29	XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	502.80	0.15	0.05	8.740
-10	4.93	1.77	XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	25.97	0.01	0.00	>100
-10	4.93	1.77	XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	28.28	0.01	0.00	>100
-9	2.73	1.77	XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	18.56	0.01	0.00	>100
-9	2.73	1.77	XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	21.45	0.01	0.00	>100
-174	1.35	1.15	YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1126.48	0.33	0.10	2.926
-174	1.35	1.15	YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1178.52	0.34	0.11	3.729
-153	6.34	1.27	YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1048.08	0.31	0.10	3.145
-153	6.34	1.27	YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1097.11	0.32	0.10	4.005
-2	6.56	-0.00	YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	195.95	0.06	0.02	16.819
-2	6.56	-0.00	YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	202.26	0.06	0.02	21.727
-1	1.09	-0.00	YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	193.75	0.06	0.02	17.010
-1	1.09	-0.00	YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	200.03	0.06	0.02	21.969



11 VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano di seguito i parametri geotecnici utilizzati e le verifiche geotecniche eseguite sugli elementi di fondazione in c.a.:

11.1 Elenco unità geotecniche

Elenco unità geotecniche

1 Depositi alluvionali:

Classificazione: Incoerente

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 2000.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 26.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: $OCR = 1.00$
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.56$

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5000000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 1923080.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.50$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.30$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 6730770.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

11.2 Elenco colonne stratigrafiche

Elenco colonne stratigrafiche

Colonna stratigrafica numero 1

Posizione: X=0.00 <m> Y=0.00 <m> Z=3.00 <m>

Falda non presente

Simbologia

ϕ'	=Angolo di attrito efficace
γ	=Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	=Peso specifico del terreno saturo
κ_0	=Coeff. di spinta a riposo
Class.	=Classificazione Inc. = Incoerente
Crit.	=Criterio di progetto
D_r	=Densità relativa
I_p	=Indice di plasticità
OCR	=Grado di sovraconsolidazione
St.	=Strato
Unità geotecnica	=Unità geotecnica
c_u	=Coesione non drenata
c'	=Coesione efficace
z	=Profondità della superficie superiore dello strato

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	1 Depositi alluvionali	Inc.	1800.00	2000.00			26.00	0.00		1.00	0.56	1

Simbologia

ν	=Coeff. di Poisson
Crit.	=Criterio di progetto
E	=Modulo elastico normale
E_{ed}	=Modulo edometrico
E_u	=Modulo elastico non drenato
G	=Modulo elastico tangenziale
St.	=Strato
k_j	=Esponente del parametro tensionale
z	=Profondità della superficie superiore dello strato

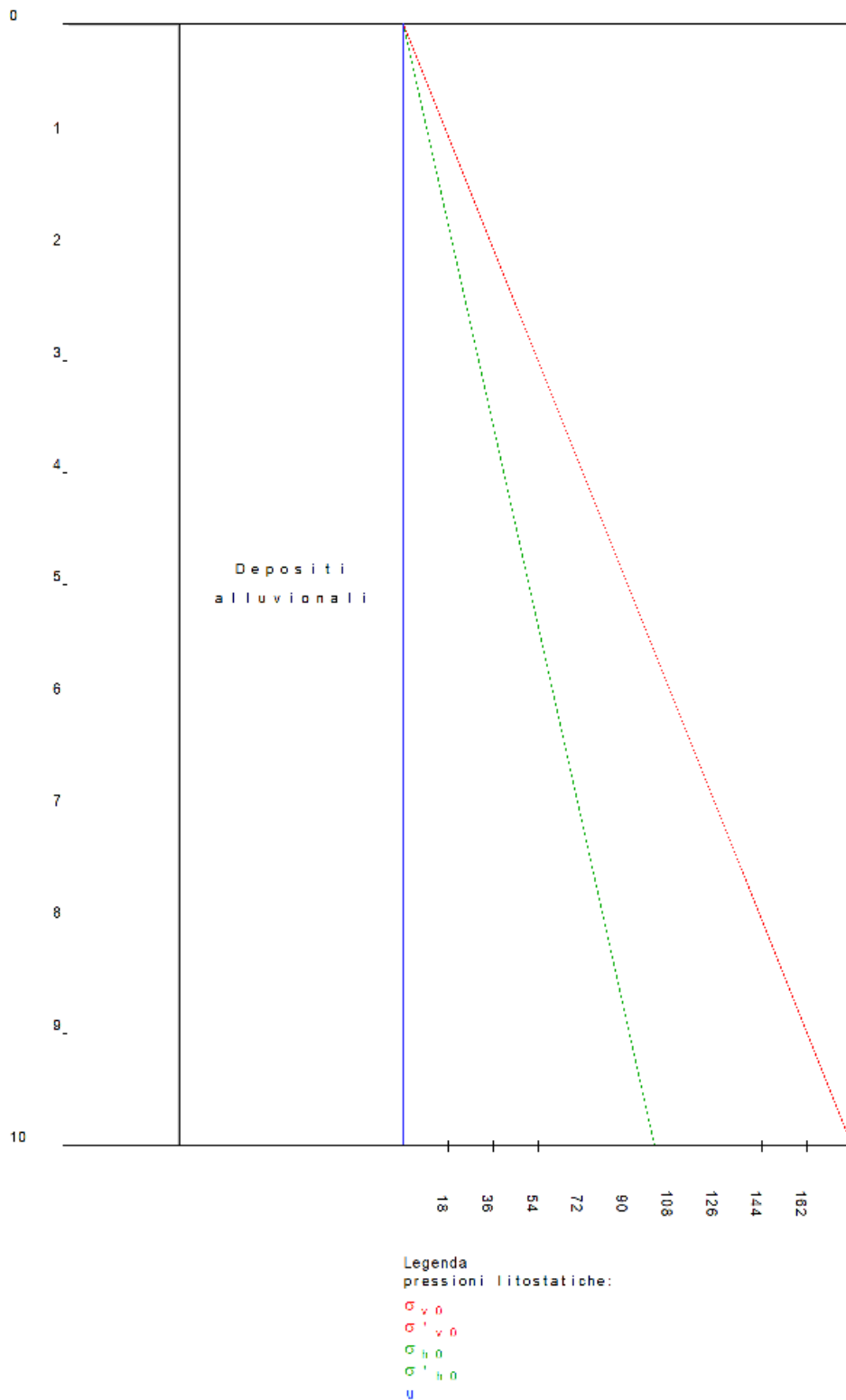
St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k_j	ν	E_{ed} <daN/mq>	E_u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	5000000.00	1923080.00	0.50	0.30	6730770.00	0.00	1



Strati

Commenti

Pressioni litostatiche



11.3 Verifiche capacità portante e cedimenti

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 1.00$;
 Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.30$;
 Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
 Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$;
 Variabili, sicurezza a favore $\gamma_A = 0.00$;
 Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_A = 1.50$.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_M = 1.00$;
 Coesione efficace $\gamma_M = 1.00$;
 Coesione non drenata $\gamma_M = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_R = 2.30$;
 Scorrimento $\gamma_R = 1.10$;

Tabelle riassuntive verifiche geotecniche

Elem.	Sic.
Platea 403	2.11
Platea 404	2.05

Fondazioni superficiali

Simbologia

β = Inclinazione del piano di campagna
 γ_r = Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
 η = Inclinazione del piano di posa della fondazione
 ϕ'_r = Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
 $\sigma_{v0,r}$ = Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
 B = Base della fondazione
 B' = Base della fondazione reagente
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
 D = Profondità del piano di posa della fondazione
 L = Lunghezza della fondazione ($L > B$)
 L' = Lunghezza della fondazione reagente
 M_x = Momento intorno all'asse X
 M_y = Momento intorno all'asse Y
 N = Sforzo normale
 N_c = Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
 N_q = Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
 N_q = Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
 R_d = Resistenza di progetto (Carico limite)
 Sic. = Sicurezza
 T_x = Taglio in dir. X
 T_y = Taglio in dir. Y
 b_c = Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
 b_g = Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
 b_q = Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
 c'_r = Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
 i_c = Fattore di inclinazione relativo alla coesione
 i_g = Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno



i_q = Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
 q_{lim} = Pressione limite
 s_c = Fattore di forma relativo alla coesione
 s_g = Fattore di forma relativo al peso del terreno
 s_q = Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Platea 403

$B=1.80$ <m> $L=2.37$ <m> $D=3.15$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>
 $N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_g=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
9	37215.50	-5024.75	18856.70	-10007.50	18278.70	1.26	1.39	1.40	1.44	0.73	1.00	1.00	1.00	102760.00	78387.40	2.106

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

$B=1.80$ <m> $L=2.37$ <m> $D=3.15$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>
 $N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_g=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
1	25914.10	-3462.61	11374.60	-5853.79	10446.50	1.35	1.57	1.38	1.41	0.74	1.00	1.00	1.00	102144.00	93774.50	3.619
3	25911.80	-3397.07	11180.30	-5664.97	10032.70	1.36	1.60	1.37	1.41	0.74	1.00	1.00	1.00	102040.00	96615.70	3.729
5	25789.20	-3375.46	11519.80	-6010.98	10850.80	1.33	1.53	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102311.00	90832.90	3.522
7	25679.80	-3235.22	11449.90	-5956.90	10783.60	1.34	1.53	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102340.00	91108.20	3.548

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Platea 404

$B=1.80$ <m> $L=2.37$ <m> $D=3.15$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>
 $N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_g=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s_q	s_c	s_g	i_q	i_c	i_g	q_{lim} <daN/mq>	R_d <daN>	Sic.
9	37050.80	5510.42	19225.00	-10426.30	-18527.50	1.24	1.37	1.40	1.43	0.73	1.00	1.00	1.00	102453.00	75980.30	2.051

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>
 $\sigma_{v0,r}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\phi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>
 $N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_g=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_g=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _g	i _q	i _c	i _g	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	25865.60	3746.64	11583.20	-6092.88	-10595.50	1.33	1.55	1.38	1.41	0.74	1.00	1.00	1.00	101907.00	91839.40	3.551
3	25863.00	3684.34	11374.90	-5890.23	-10171.30	1.35	1.59	1.37	1.41	0.75	1.00	1.00	1.00	101818.00	94787.30	3.665
5	25741.10	3648.66	11748.70	-6271.67	-11014.10	1.32	1.52	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102049.00	88719.00	3.447
7	25631.70	3502.39	11682.30	-6222.27	-10948.70	1.32	1.52	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102070.00	88942.00	3.470

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

v_r =Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione
B =Base della fondazione
CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Ced=Cedimento calcolato
D =Profondità del piano di posa della fondazione
 E_r =Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
H =Spessore del terreno responsabile del cedimento
 I_r =Coefficiente di profondità
 I_s =Coefficiente di influenza
L =Lunghezza della fondazione (L>B)
N =Sforzo normale
kw =Costante di sottofondo
 q_{es} =Pressione di esercizio

Platea 403

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> H=9.00 <m> $E_r=1783000.00$ <daN/mq> $v_r=0.30$
 $I_s=0.57$ $I_r=0.58$ kw=1660040.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q _{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	25914.10	6068.03	0.37
2	25825.30	6047.23	0.36
3	25911.80	6067.49	0.37
4	25824.10	6046.95	0.36
5	25789.20	6038.78	0.36
6	25760.90	6032.14	0.36
7	25679.80	6013.16	0.36
8	25704.50	6018.93	0.36
9	37215.50	8714.34	0.52
10	25748.50	6029.25	0.36
11	25735.10	6026.12	0.36
12	25730.70	6025.07	0.36

Platea 404

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> H=9.02 <m> $E_r=1783000.00$ <daN/mq> $v_r=0.30$
 $I_s=0.57$ $I_r=0.58$ kw=1656890.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q _{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	25865.60	6038.57	0.36
2	25776.70	6017.81	0.36
3	25863.00	6037.96	0.36
4	25775.30	6017.49	0.36
5	25741.10	6009.50	0.36



6	25712.50	6002.82	0.36
7	25631.70	5983.96	0.36
8	25656.10	5989.65	0.36
9	37050.80	8649.87	0.52
10	25661.10	5990.84	0.36
11	25676.80	5994.49	0.36
12	25682.00	5995.70	0.36

12 CONCLUSIONI

La presente relazione ha descritto la metodologia e le procedure di calcolo utilizzate per il dimensionamento e le verifiche strutturali e geotecniche degli elementi costituenti il progetto denominato *“Programma regionale FESR 2021/2027, Priorità V, Azione V.5i.1 Strategie Urbane d'Area (SUA) Aggregazione n. 3 "LANGHE". Percorso ciclabile Alba-Piobesi d'Alba. Tratto ciclabile nel Comune di Guarene”*, da realizzarsi nel Comune di Guarene (CN).

La struttura è stata modellata e verificata mediante l'ausilio del programma di calcolo ModeSt, prodotto da Tecnisoft Harpaceas, implementando un'analisi sismica dinamica lineare.

Le verifiche hanno fatto riferimento all'attuale normativa vigente, il D.M. 17/01/2018.

Dai risultati ottenuti risulta che tutte le verifiche effettuate sugli elementi strutturali in progetto risultano **SODDISFATTE**.

Si precisa che i calcoli e le verifiche sugli elementi strutturali sono stati eseguiti secondo le condizioni descritte nei capitoli precedenti, pertanto, a seguito di specifiche modifiche, sarà necessario effettuare nuovamente i calcoli con le condizioni aggiornate.

Si rimanda agli allegati di calcolo delle opere strutturali per le verifiche puntuali di ciascun elemento strutturale.



13 ALLEGATI DI CALCOLO

Sommario

Introduzione.....	2
Sistemi di riferimento.....	2
Rotazioni e momenti.....	2
Normativa di riferimento.....	2
Unità di misura.....	3
Geometria.....	4
Elenco vincoli nodi.....	4
Elenco materiali.....	4
Elenco tipi elementi bidimensionali.....	4
Carichi.....	5
Condizioni di carico elementari.....	5
Risultati del calcolo.....	6
Parametri di calcolo.....	6
Fig. 1: Spettro SLD.....	8
Fig. 2: Spettro SND.....	8
Criteri di progetto utilizzati.....	12
Pareti.....	12
Solette/Platee.....	14
Verifiche e armature solette/platee.....	17
Platea a quota 0.00.....	17
Verifiche e armature pareti.....	19
Fig. 3: Riferimenti sezione.....	20
Parete n. 106.....	20
Parete n. 107.....	21
Parete n. 108.....	22
Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni.....	24
Fondazioni superficiali.....	24
Caratterizzazione.....	24
Fondazioni profonde.....	26
Geotecnica.....	28
Elenco unità geotecniche.....	28
Elenco colonne stratigrafiche.....	28
Fig. 4: Colonna stratigrafica numero 1 C.S.	30
Fondazioni superficiali.....	30
Verifiche capacità portante.....	30
Cedimenti.....	31
Sintesi.....	33

Relazione di calcolo

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto. I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio

2



Relazione di calcolo

-
- Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
 - Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
 - DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.
 - D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
 - Circolare n. 7 del 21/1/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
 - Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
 - Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.
 - Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessagesimali o radianti

Relazione di calcolo

Geometria

Elenco vincoli nodi

Simbologia

Comm. = Commento
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler
Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
Lz = Larghezza (dir. Z locale)
RL = Rotazione libera
Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Vn = Numero del vincolo nodo

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly	Lz	Kt
									<m>	<m>	<daN/cm<
1	Libero	L	L	L	L	L	L				
3	Per fondazioni superficiali	B	B	L	L	L	B				

Elenco materiali

Simbologia

α = Coeff. di dilatazione termica
 ν = Coeff. di Poisson
Comm. = Commento
E = Modulo elastico
G = Modulo elastico tangenziale
Mat. = Materiale
P = Peso specifico

Mat.	Comm.	P	E	G	ν	α
		<daN/mc>	<daN/cm<	<daN/cm<		
8	Calcestruzzo classe C32/40	2500	336428.00	152922.00	0.1	1.00E-05

Elenco tipi elementi bidimensionali

Simbologia

φ = Angolo di attrito
 ψ = Angolo di dilatanza
Comm. = Commento
Crit. = Numero del criterio di progetto
DP = Drucker-Prager
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler
Mat. = Materiale
Spess. = Spessore
Tb = Numero del tipo muro/elemento bidimensionale
Tipo = Tipologia
F = Membranale e Flessionale
M = Membranale
W-RC = Winkler resistente solo a compressione
W-RTC = Winkler resistente a trazione e a compressione
Utilizzo = Utilizzo
P = Parete
S = Soletta/Platea
c = Coesione

Tb	Comm.	Tipo	Utilizzo	Spess.	Kt	DP	φ	c	ψ	Crit.	Mat.
				<cm>	<daN/cm<		<grad>	<daN/mq>	<grad>		
1	Pa 20cm	F	P	20.00		N	0.00	0.00	0.00	1	8
2	Platea 30cm	W-RTC	S	30.00	4.00N		0.00	0.00	0.00	1	8



Relazione di calcolo

Carichi

Elenco tipi CCE

Simbologia

γ_{max} = Coeff. γ_{max}
 γ_{min} = Coeff. γ_{min}
 ψ_0 = Coeff. ψ_0
 $\psi_{0,s}$ = Coeff. ψ_0 sismico (D.M. 96)
 ψ_1 = Coeff. ψ_1
 ψ_2 = Coeff. ψ_2
 Comm. = Commento
 Durata = Durata del carico
 P = Permanente
 L = Lunga
 M = Media
 Tipo = Tipologia
 G = Permanente
 Qv = Variabile vento
 Q = Variabile
 Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	γ_{min}	γ_{max}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{0,s}$
1	D.M. 18 Permanenti strutturali	G	P	1.00	1.30				
2	D.M. 18 Permanenti non strutturali	G	L	0.80	1.00				
3	D.M. 18 Variabili Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	Q	M	0.60	1.50	0.78	0.78	0.60	0.05

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare
 Comm. = Commento
 Dir. = Direzione del vento
 Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
 Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z
 Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
 My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
 Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
 Sic. = Contributo alla sicurezza
 S = a sfavore
 Tipo = Tipologia di pressione vento
 M = Massimizzata
 E = Esterna
 I = Interna
 Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
 Var. = Tipo di variabilità
 B = di base
 A = ambigua
 s = Coeff. di riduzione (T.A. o S.L. D.M. 96)

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	s	Dir.	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1DL		1S	--	1.00	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2PNS		2S	--	1.00	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3Variabile		3S	A	1.00	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Relazione di calcolo

Risultati del calcolo

Parametri di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:
ModeSt ver. 8.37, licenza n. 6381, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato
La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:
Xfinest ver. 9.8.0, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
Tipo di calcolo: sismica dinamica
Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido
Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Tipo di analisi: Lineare
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente
- Modalità di combinazione momento torcente: disaccoppiare le azioni

Opzioni del solutore

- Opzioni generali:
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
 - Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Si
 - Ricerca autovettori aggiuntivi nel metodo di Ritz-vectors: Si
 - Check sequenza di Sturm: Si
 - Usa formulazione secante per buckling: No
 - Trascura buckling torsionale: No

- Tipo di elemento bidimensionale: QF46
- Calcolo sforzo nei nodi: No

- Opzioni per analisi P-Delta:
- Numero massimo di iterazioni: 15
 - Valore della norma euclidea degli spostamenti: 1.0000E-04

- Opzioni per analisi pushover:
- Esegui analisi in regime di piccoli spostamenti: Si

- Opzioni per analisi pushover murature:
- Interrompi analisi nel caso di plasticizzazione per carichi statici: Si
 - Utilizza sforzo normale medio: Si

- Metodo di convergenza:
- Forze e momenti residui (F)
 - Valore della norma euclidea delle forze: 1.0000E-03
 - Valore della norma euclidea dei momenti: 1.0000E-02

- Opzioni aggiuntive per analisi non lineari in presenza di elementi bidimensionali con comportamento Drucker-Prager:
OPTION PARAM AUTO_INCREMENT=YES
OPTION PARAM LINE_SEARCHES=YES
OPTION PARAM BGINCRS=1.0
OPTION PARAM AVINCRS=1.0

Dati struttura

- Sito di costruzione: Guarene LON. 8.03358 LAT. 44.73760
Contenuto tra ID reticolo: 15129 15130 15351 15352

Simbologia

- Ag =Accelerazione orizzontale massima al sito
- Cc =Coefficiente funzione della categoria del suolo
- Fo =Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- Ss =Coefficiente di amplificazione stratigrafica
- Ts =Periodo di ritorno <anni>
- TCC=Tipo di combinazione di carico
- SLU = Stato limite ultimo

6



Relazione di calcolo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
 SLD = Stato limite di danno
 SMD = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
 Tc* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>

TCC	T _h	A _g <g>	F _o	T _c *	S _s	C _o
SLD	50	0.0236	2.60	0.19	1.80	2.87
SLV	475	0.0465	2.70	0.29	1.80	2.32

- Edificio esistente: No
- Spettri: Automatici da normativa
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_n: 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- SL Esercizio: SLOPvr No, SLDPvr 63.00
- SL Ultimi: SLVPvr 10.00, SLCPvr No
- Struttura dissipativa: No
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Quota max della struttura: 3.00 <m>
- Altezza della struttura: 3.00 <m>
- Numero piani edificio: 0
- Coefficiente θ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: No
- Edificio regolare in pianta: No
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

Dati di calcolo

- Categoria del suolo di fondazione: D
- Tipologia strutturale: c.a. o prefabbricata a telaio a più piani e più campate

Periodo T ₁	0.10795
Coeff. λ SLD	1.00
Coeff. λ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza (α_s/α_1)	1.15
Valore di riferimento del fattore di comportamento (q_1)	3.45
Fattore riduttivo (R_w)	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza (KR)	0.80
Fattore di comportamento dissipativo (q)	2.76
Fattore di comportamento non dissipativo (qND)	1.50
Fattore di comportamento per SLD (qD)	1.50

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica S_s: 1.00
- Fattore di comportamento per sisma verticale (qv): 1.50
- Modalità di calcolo modi di vibrare: Autovalori
- Numero modi: 10
- Modi da considerare: Tutti i modi calcolati
- Smorzamento spettro: 5.00%

Relazione di calcolo

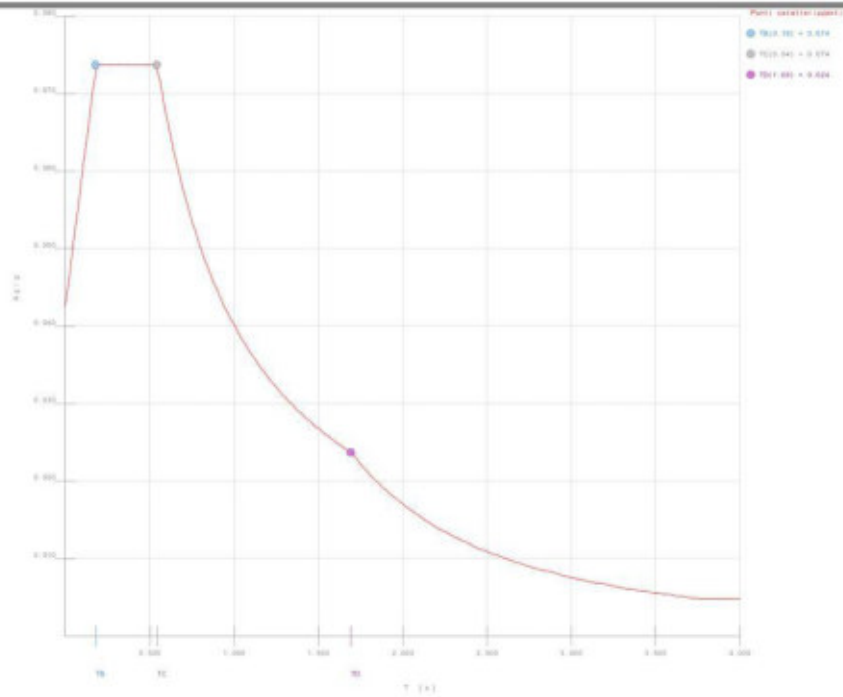


Fig. 1: Spettro SLD

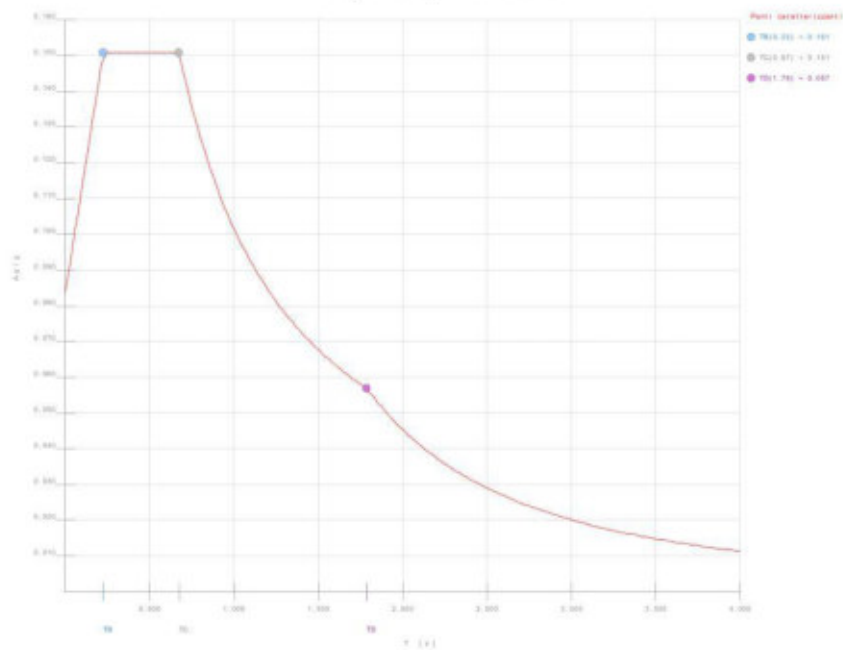


Fig. 2: Spettro SND



Relazione di calcolo

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>

Ambienti di carico

Simbologia

N. = Numero

Comm. = Commento

1 = DL

2 = PNS

3 = Variabile

F = azioni orizzontali convenzionali

SLU = Stato limite ultimo

SLR = Stato limite per combinazioni rare

SLF = Stato limite per combinazioni frequenti

SLQ/D = Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno

S = Si

N = No

N.	Comm.	1	2	3	S	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo sismico	S	S	S	S	N	N	N	N
2	Calcolo statico	S	S	S	N	S	S	S	S

Elenco combinazioni di carico simboliche

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Comm. = Commento

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

CC	Comm.	TCC	1	2	3	±S
1	Amb. 1 (Sisma)	SLU S	1		ψ ₂	1
2	Amb. 2 (SLU)	SLU	γ max	γ max	γ max	-----
3	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	1	1	1	-----
4	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	1	1	ψ ₁	-----
5	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	1	1	ψ ₂	-----

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: Si

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

Combinazioni delle CCE

Simbologia

An. = Tipo di analisi

L = Lineare

NL = Non lineare

PD = P-Delta

Bk = Buckling

S = Si

N = No

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Comm. = Commento

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3	±S X	±S Y
1	Amb. 1 (SLU S) S +X+0.3Y	SND	L	N	1.00	1.00	0.60	1.00	0.30
2	Amb. 1 (SLE) S +X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.60	1.00	0.30
3	Amb. 1 (SLU S) S +X-0.3Y	SND	L	N	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.30
4	Amb. 1 (SLE) S +X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.60	1.00	-0.30
5	Amb. 1 (SLU S) S +0.3X+Y	SND	L	N	1.00	1.00	0.60	0.30	1.00
6	Amb. 1 (SLE) S +0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.60	0.30	1.00
7	Amb. 1 (SLU S) S -0.3X+Y	SND	L	N	1.00	1.00	0.60	-0.30	1.00
8	Amb. 1 (SLE) S -0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	0.60	-0.30	1.00
9	Amb. 2 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00
10	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
11	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	0.70	0.00	0.00
12	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00

Relazione di calcolo

Elenco masse nodi

Simbologia

Mo = Massa orizzontale
Nodo = Numero del nodo

Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>	Nodo	Mo <kg>
-138	44.89	-137	67.82	-136	68.81	-135	67.33	-134	67.33	-133	67.33	-132	101.73	-131	101.73	-130	101.73
-129	103.21	-128	103.21	-127	103.21	-126	56.52	-125	57.34	-124	67.82	-122	68.81	-121	96.08	-120	97.48
-119	56.35	-118	84.53	-117	84.53	-116	84.53	-115	85.27	-114	85.27	-113	85.27	-112	33.66	-111	34.40
-110	33.91	-109	22.44	-108	56.85	-107	51.61	-106	51.61	-105	51.61	-104	48.74	-103	34.40	-102	28.67
-101	34.40	-100	34.40	-99	22.44	-98	28.18	-97	33.91	-96	48.04	-95	50.87	-94	50.87	-93	50.87
-87	67.28	-86	67.28	-85	67.28	-84	67.28	-83	56.07	-82	56.07	-81	56.07	-80	56.07	-79	56.29
-78	67.55	-77	33.64	-76	33.64	-75	33.64	-74	33.64	-73	22.43	-72	22.43	-71	22.43	-70	22.43
-69	72.61	-68	72.61	-67	72.61	-66	72.61	-65	108.91	-64	108.91	-63	108.91	-62	108.91	-61	108.91
-60	108.91	-59	108.91	-58	108.91	-57	108.91	-56	108.91	-55	108.91	-54	108.91	-53	60.51	-52	60.51
-51	60.51	-50	60.51	-49	72.61	-48	72.61	-47	72.61	-46	72.61	-45	102.86	-44	102.86	-43	102.86
-42	102.86	-41	36.30	-40	36.30	-39	36.30	-38	36.30	-37	36.30	-36	30.25	-35	36.30	-34	51.43
-33	54.45	-32	54.45	-31	54.45	-26	54.45	-25	54.45	-24	54.45	-23	51.43	-22	58.29	-21	69.94
-20	34.97	-19	33.77	-18	28.42	-17	18.15	-16	17.20	-15	39.48	-14	47.52	-13	45.12	-12	65.57
102	64.87	201	39.89														

Totali masse nodi

Mo <kg>
7433.55

Elenco modi di vibrare, masse partecipanti e coefficienti di partecipazione

Simbologia

Φ_x = Coefficiente di partecipazione in dir. X
 Φ_y = Coefficiente di partecipazione in dir. Y
 Φ_z = Coefficiente di partecipazione in dir. Z
 $\%Jp_z$ = Percentuale momento d'inerzia polare partecipante intorno all'asse Z
 $\%M_x$ = Percentuale massa partecipante in dir. X
 $\%M_y$ = Percentuale massa partecipante in dir. Y
 $\%M_z$ = Percentuale massa partecipante in dir. Z
C = * indica che il modo è stato considerato
Diff. = Minima differenza percentuale dagli altri periodi
Modo = Numero del modo di vibrare
T = Periodo

Modo	C	T	Diff.	Φ_x	Φ_y	Φ_z	$\%M_x$	$\%M_y$	$\%M_z$	$\%Jp_z$
1*	0.11	43.07	-0.23	-24.23	0.00	0.01	79.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.08	43.07	-10.21	0.61	0.00	14.02	0.05	0.00	0.00	0.00
3*	0.04	2.43	-21.82	-0.35	0.00	64.02	0.02	0.00	0.00	0.00
4*	0.04	2.43	5.16	-1.36	0.00	3.58	0.25	0.00	0.00	0.00
5*	0.02	36.79	-1.52	-0.13	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
6*	0.01	5.95	5.00	-1.46	0.00	3.36	0.29	0.00	0.00	0.00
7*	0.01	5.95	-0.94	-8.26	0.00	0.12	9.19	0.00	0.00	0.00
8*	0.01	26.00	-0.14	-0.24	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
9*	0.01	4.22	-0.06	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10*	0.01	4.22	0.11	0.36	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Tot.cons.							85.44	88.82	0.00	0.00

Elenco coefficienti di risposta

Simbologia

Modo = Numero del modo di vibrare
 S_x = Coefficiente di risposta (*100) in dir. X
 S_y = Coefficiente di risposta (*100) in dir. Y

Stato limite di danno

Modo	S_x	S_y
1	6.10	6.10
2	5.54	5.54
3	4.89	4.89
4	4.88	4.88
5	4.60	4.60
6	4.51	4.51
7	4.49	4.49
8	4.44	4.44
9	4.39	4.39
10	4.38	4.38



Relazione di calcolo

Stato limite di salvaguardia della vita

Modo	Sx	Sy
1	8.29	8.29
2	8.31	8.31
3	8.34	8.34
4	8.34	8.34
5	8.36	8.36
6	8.36	8.36
7	8.36	8.36
8	8.36	8.36
9	8.37	8.37
10	8.37	8.37

Domanda in duttilità di curvatura

Direzione X $\mu_{cur}=54.98$

Direzione Y $\mu_{cur}=38.79$

Relazione di calcolo

Criteri di progetto utilizzati

Pareti

Generali	
Parametri di progetto	
Verifiche a fessurazione secondo Circolare n. 252 del 15/10/1996	No
Parametri di disegno	
Scala disegno pareti	50.00
Campitura disegno parete	Rada
Disegno armatura diffusa	No
Disegno prospetto e pianta	Sempre
Stampe	
Tipo di relazione	Sintetica

Specifici		1
Materiali		
-Considera come elemento esistente		No
-Calcestruzzo		
-Livello di conoscenza		LC2
-Fattore di confidenza		1.20
-Tipo di calcestruzzo		C32/40
-Rck calcestruzzo		400.00
-Modulo elastico <daN/cm ² >		336428.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)		332.00
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)		21.69
-Resistenza media (Fcm) <daN/cm ² >		412.00
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cm ² >		30.99
-σ amm. calcestruzzo <daN/cm ² >		122.50
-tc0 <daN/cm ² >		7.30
-tc1 <daN/cm ² >		21.10
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18		SI
-γ _s per stati limite ultimi		
-Automatico		x
-Pari a		
-Acciaio		
-Livello di conoscenza		LC2
-Fattore di confidenza		1.20
-Tipo di acciaio		B450C
-Modulo elastico <daN/cm ² >		2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cm ² >		4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cm ² >		4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cm ² >		2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cm ² >		2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Δgt) <‰>		4.00
-γ _s per stati limite ultimi		
-Automatico		x
-Pari a		
-Coeff. di omogeneizzazione		15.00
Parametri per analisi pushover		
Considera la parete nel telaio equivalente		SI
-Non sismo-resistente		No
Parametri di calcolo		
Elemento dissipativo		No
Copriferro <cm>		3.50
Fattore moltiplicativo per calcolo τ _l		1.00
Fattore moltiplicativo per calcolo τ _t		1.00
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri		1.00
Lunghezza ancoraggi armature		
-Calcolata in funzione della σ _f		
-Imposta come multiplo del diametro		20.00
Lunghezza minima pari a <m>		0.50
-Inserire solo armatura al centro della parete		No
Modalità di progettazione e verifica armatura verticale		
-In funzione delle zone di incidenza elementi		
-In funzione delle sollecitazioni globali		x
-Inserisci armatura di rinforzo nelle zone di incidenza elementi		SI
-Dimensione minima zone di incidenza elementi		SI
-Pari a multiplo dello spessore		1.00
-Passo di verifica		1.50
-Trascura zone con pilastro inglobato		SI
-Effettuare verifiche nel piano della parete		No

12



Relazione di calcolo

-Elimina armatura diffusa nelle zone di rinforzo	Si
Elimina armatura diffusa nell'architrave	Si
-Effettuare verifiche su sezioni verticali	Si
-Passo di verifica	1.00
Controllare resistenza a taglio trasversale come sezione priva di armatura a taglio	No
Min. Af armatura diffusa <cmq/m>	3.00
Considera come parete debolmente armata ai sensi D.M. 18	No
-Modalità di valutazione parametri nel caso di sisma diverso per X e Y	
-Usa valore massimo	X
-Componi in direzione parete	
-Incremento del 50% delle forze assiali	
Sempre	X
-Solo per analisi sismiche statiche	
-Mai	
Coeff. β per controllo snellezza <n>	1.00
Armatura diffusa	
Considera armatura con rete elettrosaldata	No
Armatura verticale o rete	
Elenco diametri utilizzabili 1 <mm>	10
Elenco diametri utilizzabili 2 <mm>	12
Elenco diametri utilizzabili 3 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 4 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 5 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 6 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 7 <mm>	
Passi utilizzabili	
-Minimo <cm>	15.00
-Massimo <cm>	30.00
-Incremento <cm>	5.00
-Modalità di completamento armatura	
-Adattata	X
-Terminata	
-Nessuna	
Armatura orizzontale	
Elenco diametri utilizzabili 1 <mm>	8
Elenco diametri utilizzabili 2 <mm>	10
Elenco diametri utilizzabili 3 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 4 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 5 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 6 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 7 <mm>	
Passi utilizzabili	
-Minimo <cm>	10.00
-Massimo <cm>	30.00
-Incremento <cm>	5.00
Tipo di armatura orizzontale	
-Dritta	X
-Con risvolti di estremità	
-Modalità di chiusura orizzontale	
-Nessuna chiusura	
-Chiusura con ferri ad U	X
-Chiusura con staffe	
-Lunghezza armatura di chiusura	
-Multiplo dello spessore pari a	
-Lunghezza fissa pari a <cm>	0.50
-Tipo di ottimizzazione armatura	
-Minimizza il peso complessivo dei ferri	X
-Minimizza il numero dei ferri	
Armatura di rinforzo	
Elenco diametri utilizzabili 1 <mm>	16
Elenco diametri utilizzabili 2 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 3 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 4 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 5 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 6 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 7 <mm>	
Numero minimo ferri	2.00
Interferro minimo sotto il quale non è possibile aggiungere ferri <cm>	10.00
-Aggiungi staffe chiuse	Si
-Stesso diametro armatura diffusa orizzontale	X
-Diametro imposto	
-Stesso passo armatura diffusa orizzontale	X
-Passo imposto	
Armatura secondaria	
Diametro ferri di collegamento <mm>	6.00
Numero ferri di collegamento (a mq)	9.00

Relazione di calcolo

Lunghezza ancoraggio ferri di collegamento <cm>	10.00
Dati per progettazione agli stati limite	
Condizioni ambientali	
-Ordinarie	X
-Aggressive	
-Molto aggressive	
Controllo rapporto X/D	No
Classificazione barre tese/comprese	
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa/compressa non inferiore a <%>	30.00
-In funzione della deformazione	

Solette/Plates

Generali	
Parametri di progetto	
Progetto e verifica con metodo d'integrazione	No
-Massima dimensione della linea d'integrazione	1.00
Calcolo armature con metodo di Wood	No
Verifiche a fessurazione secondo Circolare n. 252 del 15/10/1996	No
Accoppia pilastri per calcolo punzonamento	Si
-Massima distanza come un moltiplicatore dello spessore	1.50
Armatura a taglio	
Controllo resistenza a taglio allo S.L.U. DM 96	No
Verifica con taglio totale	No
Progetta a taglio con traliccio ad inclinazione variabile	Si
-In Classe A limita ctg θ a	2.50
-In Classe B limita ctg θ a	2.50
Parametri di disegno	
Disposizione disegno	2A
Particolari nel disegno principale	
-Eliminare le quotature	No
-Eliminare le campiture	No
-Eliminare la numerazione dei pilastri	No
-Eliminare la numerazione delle travi e dei muri	No
Particolari nei disegni secondari	
-Eliminare le quotature	Si
-Eliminare le campiture	Si
-Eliminare la numerazione dei pilastri	Si
-Eliminare la numerazione delle travi e dei muri	Si
Disegno armatura diffusa	No
Posizione particolari punzonamento	In automatico
Copriferro per calcolo lunghezza ferri <cm>	3.50
Risvoltare al bordo i ferri	
-Inferiori	Si
-Superiori	Si
Lunghezza risvolti ferri al bordo	Pari all'altezza meno due volte il copriferro
Disegno particolare ferri al bordo	Si
Scala disegno particolare ferri al bordo	20.00
Calcolo lunghezza ferri semplificato	No
Stampe	
Tipo di relazione	Sintetica

Specifici		1
Materiali		
-Considera come elemento esistente	No	
-Calcestruzzo		
-Livello di conoscenza	LC2	
-Fattore di confidenza	1.20	
-Tipo di calcestruzzo	C32/40	
-Rck calcestruzzo	400.00	
-Modulo elastico <daN/cm²>	336428.00	
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	332.00	
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	21.69	
-Resistenza media (Fcm) <daN/cm²>	412.00	
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cm²>	30.99	
-σ amm. calcestruzzo <daN/cm²>	122.50	
-σ _{td} <daN/cm²>	7.30	
-σ _{cl} <daN/cm²>	21.10	
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si	
-γ _c per stati limite ultimi		
-Automatico	X	
-Pari a		

14



Relazione di calcolo

-Acciaio	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di acciaio	B450C
-Modulo elastico <daN/cm²>	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cm²>	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cm²>	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cm²>	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cm²>	2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00
-γs per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00
Parametri di calcolo	
Parametri di progetto secondo il D.M. 18	
-Elemento dissipativo	No
-Sollecitazioni dissipative amplificate per elementi di fondazione	Si
Angolo d'armatura <grad>	0.00
Copri ferro teorico superiore <cm>	3.50
Copri ferro teorico inferiore <cm>	3.50
Tipo di progetto in doppia armatura	
-Tensione pari ai valori amm.	
-Tensione pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa minore o pari a	1.00
-Tensione pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa pari a	
Min. percentuale di regolamento	
-Platee di fondazione su suolo elastico	Si
-Solette di elevazione	No
Controlla min. armatura di ripartizione	No
Armatura a flessione	
Elenco diametri utilizzabili 1 <mm>	10
Elenco diametri utilizzabili 2 <mm>	12
Elenco diametri utilizzabili 3 <mm>	14
Elenco diametri utilizzabili 4 <mm>	16
Elenco diametri utilizzabili 5 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 6 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 7 <mm>	
Passi utilizzabili	
-Minimo <cm>	15.00
-Massimo <cm>	30.00
-Incremento <cm>	5.00
Uniformizzazione interassi armatura	No
-Sempre	
-Nella stessa direzione	
-Nella stessa posizione	
Uniformizzazione diametri armatura	No
-Sempre	
-Nella stessa direzione	
-Nella stessa posizione	
Tipo di ottimizzazione armatura a flessione	
-Minimizza il numero dei ferri	
-Minimizza il peso complessivo dei ferri	x
Verifiche a taglio	
-Escludi punti di verifica sotto piramidi di punzonamento	No
-Escludi punti di verifica sotto muri/bidimensionali	No
Ancoraggi	
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri	1.00
Lunghezza ancoraggi armature	
-Calcolata in funzione della Sigmaf	x
-Imposta come multiplo del diametro	
Lunghezza ancoraggi ferri punzonamento	
-Calcolata in funzione della Sigmaf	x
-Imposta come multiplo del diametro	
Armatura a punzonamento	
Fattore di riduzione altezza soletta/platea	0.90
Modifica altezza soletta/platea	Si
Allargamento piastra pilastri in acciaio <cm>	5.00
Distanza dal bordo libero (D.M. 92/96)	
-Distanza come un moltiplicatore dello spessore	1.00
-Distanza imposta a <cm>	
Tipo di armatura a punzonamento	
-Solo un ferro piegato	
-Serie di barre verticali disposte radialmente	x
-Controlla prescrizioni EC2	No

Relazione di calcolo

Moltiplicatore altezza utile per valutare perimetro efficace (D.M. 18)	2.00
Tolleranza di posizionamento barre	
-Distanza come un moltiplicatore dello spessore	0.10
-Distanza imposta a <cm>	
Elenco diametri utilizzabili 1 <mm>	12
Elenco diametri utilizzabili 2 <mm>	14
Elenco diametri utilizzabili 3 <mm>	16
Elenco diametri utilizzabili 4 <mm>	18
Elenco diametri utilizzabili 5 <mm>	20
Elenco diametri utilizzabili 6 <mm>	
Elenco diametri utilizzabili 7 <mm>	
Passi utilizzabili	
-Minimo <cm>	10.00
-Massimo <cm>	20.00
-Incremento <cm>	2.00
Tipo di ottimizzazione armatura a punzonamento	
-Minimizza il numero dei ferri	x
-Minimizza il peso complessivo dei ferri	
Dati per progettazione agli stati limite	
Condizioni ambientali	
-Ordinarie	x
-Aggressive	
-Molto aggressive	
Controllo rapporto X/D	No
Classificazione barre tese/comprese	
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa/compressa non inferiore a <%>	30.00
-In funzione della deformazione	



Relazione di calcolo

Verifiche e armature solette/platee

Simbologia

Δ_{m0}	= Distanza media tra le fessure
Φ_{eq}	= Diametro equivalente delle barre
ϵ_{sm}	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo
σ_s	= Tensione nel ferro
σ_{se}	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_{ce,eff}$	= Area di calcestruzzo efficace
A_{cs}	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
Afe I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
Afe S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
Afe St.	= Area di ferro effettiva della staffatura
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cf inf	= Copriferro inferiore
Cf sup	= Copriferro superiore
Cls	= Tipo di calcestruzzo
DV	= Direzione di verifica XX = Verifica per momento Mxx YY = Verifica per momento Myy
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
K _s	= Coefficiente per distribuzione deformazioni
M ^{xydy}	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Mom	= Momento flettente
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
Nodo	= Numero del nodo
Sic.	= Sicurezza
Spess.	= Spessore
TCC	= Tipo di combinazione di carico SLU = Stato limite ultimo SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente SLD = Stato limite di danno SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tp	= Tipo di acciaio
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Vrdu	= Taglio ultimo resistente
Vadu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
Wk	= Ampiezza caratteristica delle fessure
X	= Coordinata X del nodo
Y	= Coordinata Y del nodo
c	= Ricoprimento dell'armatura
ctg θ	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
s	= Distanza massima tra le barre

Platea a quota 0.00

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Spess.	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >
30.00	3.50	3.50	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Nodo	X	Y	DV	TCC	Afe S	Afe I	My	MRdy	Sic.
	<m>	<m>			<cm ² >	<cm ² >	<daNm>	<daNm>	
-161	1.47	0.29	XX	9	SLU	7.54	1394.70	7781.13	5.579
-142	6.18	0.29	XX	9	SLU	7.54	1528.03	7781.13	5.092
-10	4.93	1.77	XX	9	SLU	7.54	-118.32	-7781.13	65.764
-9	2.73	1.77	XX	9	SLU	7.54	-105.85	-7781.13	73.509
-174	1.35	1.15	YY	9	SLU	7.54	-3673.68	-7781.13	2.118
-153	6.34	1.27	YY	9	SLU	7.54	-3420.81	-7781.13	2.275
-2	6.56	-0.00	YY	9	SLU	7.54	596.42	7781.13	13.046
-1	1.09	-0.00	YY	9	SLU	7.54	590.30	7781.13	13.182

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

17

Relazione di calcolo

Nodo	X	Y	DVCC	TCC	Afe	Safe	I	My	M' ydy	Sic.
	<m>	<m>			<cmq>	<cmq>		<daNm>	<daNm>	
-161	1.47	0.29XX	5	SND	7.54	7.54		815.28	7185.86	8.814
-142	6.18	0.29XX	5	SND	7.54	7.54		924.40	7185.86	7.774
-10	4.93	1.77XX	5	SND	7.54	7.54		-114.22	-7185.86	62.914
-9	2.73	1.77XX	5	SND	7.54	7.54		-99.57	-7185.86	72.166
-174	1.35	1.15YY	5	SND	7.54	7.54		-2124.34	-7185.86	3.383
-153	6.34	1.27YY	1	SND	7.54	7.54		-1922.08	-7185.86	3.739
-2	6.56	-0.00YY	5	SND	7.54	7.54		373.08	7185.86	19.261
-1	1.09	-0.00YY	5	SND	7.54	7.54		368.64	7185.86	19.493

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

Nodo	X	Y	DVCC	TCC	Afe	Safe	I	Vsdu	ctgθ	VRcd	VRsd	Vrdu	Sic.
	<m>	<m>			<cmq>	<cmq>	<cmq/m>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	
-165	2.44	2.14XX	9	SLU	7.54	7.54		6303.42				13652.40	2.166
-162	1.84	0.58XX	5	SND	7.54	7.54		3561.45				13652.40	3.833
-150	5.21	2.14XX	9	SLU	7.54	7.54		6130.74				13652.40	2.227
-141	5.81	0.58XX	5	SND	7.54	7.54		3744.42				13652.40	3.646
-165	2.44	2.14YY	9	SLU	7.54	7.54		7860.15				13652.40	1.737
-165	2.44	2.14YY	7	SND	7.54	7.54		4412.57				13652.40	3.094
-150	5.21	2.14YY	9	SLU	7.54	7.54		7980.06				13652.40	1.711
-150	5.21	2.14YY	5	SND	7.54	7.54		4698.48				13652.40	2.906

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Nodo	X	Y	DVCC	TCC	Afe	Safe	I	Mom	σ _c	σ _t	Sic.
	<m>	<m>			<cmq>	<cmq>		<daNm>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	
-161	1.47	0.29XX	10	SLE R	7.54	7.54		939.32	10.65	514.52	6.997
-161	1.47	0.29XX	12	SLE Q	7.54	7.54		804.47	9.13	440.65	16.372
-142	6.18	0.29XX	10	SLE R	7.54	7.54		1029.83	11.68	564.10	6.382
-142	6.18	0.29XX	12	SLE Q	7.54	7.54		880.61	9.99	482.36	14.957
-10	4.93	1.77XX	10	SLE R	7.54	7.54		-64.28	0.73	35.21	>100
-10	4.93	1.77XX	12	SLE Q	7.54	7.54		-47.42	0.54	25.97	>100
-9	2.73	1.77XX	10	SLE R	7.54	7.54		-55.00	0.62	30.13	>100
-9	2.73	1.77XX	12	SLE Q	7.54	7.54		-33.88	0.38	18.56	>100
-174	1.35	1.15YY	10	SLE R	7.54	7.54		-2436.51	27.64	1334.62	2.697
-174	1.35	1.15YY	12	SLE Q	7.54	7.54		-2056.53	23.33	1126.48	6.404
-153	6.34	1.27YY	10	SLE R	7.54	7.54		-2271.47	25.77	1244.22	2.893
-153	6.34	1.27YY	12	SLE Q	7.54	7.54		-1913.40	21.70	1048.08	6.884
-2	6.56	-0.00YY	10	SLE R	7.54	7.54		403.76	4.58	221.16	16.277
-2	6.56	-0.00YY	12	SLE Q	7.54	7.54		357.74	4.06	195.95	36.818
-1	1.09	-0.00YY	10	SLE R	7.54	7.54		399.55	4.53	218.85	16.449
-1	1.09	-0.00YY	12	SLE Q	7.54	7.54		353.72	4.01	193.75	37.236

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Nodo	X	Y	DVCC	TCC	c	s	K _f	Φ _{eq}	Δ _{sm}	A _s	A _{s, att}	σ _s	ε _{sm}	Wk	Sic.
	<m>	<m>			<mm>	<mm>			<mm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cm²>		<mm>	
-161	1.47	0.29XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	440.65	0.13	0.04	7.479
-161	1.47	0.29XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	459.12	0.13	0.04	9.571
-142	6.18	0.29XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	482.36	0.14	0.04	6.833
-142	6.18	0.29XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	502.80	0.15	0.05	8.740
-10	4.93	1.77XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	25.97	0.01	0.00	>100
-10	4.93	1.77XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	28.28	0.01	0.00	>100
-9	2.73	1.77XX	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	18.56	0.01	0.00	>100
-9	2.73	1.77XX	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	21.45	0.01	0.00	>100
-174	1.35	1.15YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1126.48	0.33	0.10	2.926
-174	1.35	1.15YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1178.52	0.34	0.11	3.729
-153	6.34	1.27YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1048.08	0.31	0.10	3.145
-153	6.34	1.27YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	1097.11	0.32	0.10	4.005
-2	6.56	-0.00YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	195.95	0.06	0.02	16.819
-2	6.56	-0.00YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	202.26	0.06	0.02	21.727
-1	1.09	-0.00YY	12	SLE Q	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	193.75	0.06	0.02	17.010
-1	1.09	-0.00YY	11	SLE F	29.00	150.00	0.50	12.00	183.84	7.54	790.65	200.03	0.06	0.02	21.969



Relazione di calcolo

Verifiche e armature pareti

Simbologia

Δ_m	= Distanza media tra le fessure
Φ_{eq}	= Diametro equivalente delle barre
ϵ_{sm}	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
σ_c	= Tensione nel calcestruzzo
σ_s	= Tensione nel ferro
σ_{sf}	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$A_{s,eff}$	= Area di calcestruzzo efficace
A_s	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Cf	= Copriferro
Cls	= Tipo di calcestruzzo
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
K_ϵ	= Coefficiente per distribuzione deformazioni
M _{ydy}	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
M _{Rdy}	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
M _y	= Momento flettente intorno all'asse Y
N	= Sforzo normale
N _u	= Sforzo normale ultimo
Sez.	= Sezione di verifica
Sic.	= Sicurezza
Spess.	= Spessore
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SND	= Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
Tp	= Tipo di acciaio
Ty	= Taglio in dir. Y
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Vrdu	= Taglio ultimo resistente
Vadu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
Wk	= Ampiezza caratteristica delle fessure
Xf	= Coordinata X finale
Xi	= Coordinata X iniziale
Xv	= Coordinata X di verifica
Zf	= Coordinata Z finale
Zi	= Coordinata Z iniziale
Zona	= Zona di verifica
Zv	= Coordinata Z di verifica
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza massima tra le barre

Relazione di calcolo

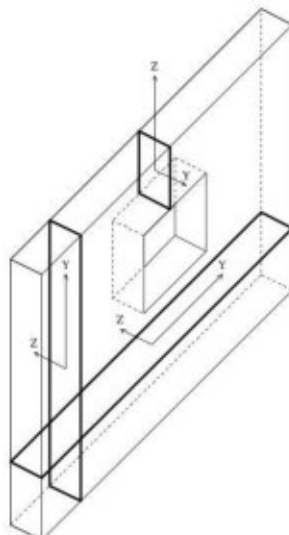


Fig. 3: Riferimenti sezione

Parete n. 106

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Spess.	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
	<cm>	<cm>		<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>		<daN/cm²>	<daN/cm²>
Oriz.	20.00	5.40	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04
Vert.	20.00	4.10	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Verifiche su sezioni orizzontali

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC/TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	Nu	MRdy	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SLU	Diff.	0.00	0.00	2.37	-5182.03	-13673.30	-5182.03	-14649.30	1.071
9SLU	Diff.	0.90	0.00	2.37	-3793.12	-2312.95	-3793.12	-14575.40	6.302
9SLU	Diff.	1.80	0.00	2.37	-2404.20	1071.23	-2404.20	14501.40	13.537
9SLU	Diff.	1.80	0.00	0.89	661.84	694.37	661.84	5348.59	7.703
9SLU	Diff.	1.80	1.47	2.37	-3066.04	376.87	-3066.04	5571.43	14.784
9SLU	Diff.	2.40	0.00	0.89	1144.79	-73.35	1144.79	-5322.88	72.565
9SLU	Diff.	2.40	1.47	2.37	-2715.04	656.97	-2715.04	5552.68	8.452
9SLU	Diff.	2.40	0.00	2.37	-1124.56	568.06	-1124.56	14433.20	25.408
9SLU	Diff.	3.00	0.00	2.37	18.53	20.95	18.53	14372.10	>100

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC/TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	Nu	M'ydy	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
5SND	Diff.	0.00	0.00	2.37	-3886.06	-8175.42	-3886.06	-12676.60	1.551
5SND	Diff.	0.90	0.00	2.37	-2817.67	-1280.52	-2817.67	-12603.60	9.842
1SND	Diff.	1.80	0.00	2.37	-1624.71	771.91	-1624.71	12521.90	16.222
1SND	Diff.	1.80	0.00	0.89	294.23	476.40	294.23	4632.20	9.723
5SND	Diff.	1.80	1.47	2.37	-1722.61	305.31	-1722.61	4777.27	15.647
1SND	Diff.	2.40	0.00	0.89	590.64	-98.20	590.64	-4611.95	46.964
1SND	Diff.	2.40	1.47	2.37	-1478.00	413.00	-1478.00	4760.63	11.527
1SND	Diff.	2.40	0.00	2.37	-790.46	377.58	-790.46	12465.10	33.013
1SND	Diff.	3.00	0.00	2.37	22.33	12.84	22.33	12409.40	>100

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

CC	TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	σ _c	σ _t	Sic.
			<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	
10SLE	R	Diff.	0.00	0.00	2.37	-3965.98	-9011.25	110.68	2770.54	1.299
12SLE	Q	Diff.	0.00	0.00	2.37	-3945.14	-7799.37	95.75	2386.62	1.560
10SLE	R	Diff.	0.90	0.00	2.37	-2897.58	-1482.49	18.00	406.58	8.854
12SLE	Q	Diff.	0.90	0.00	2.37	-2876.74	-1099.91	13.28	285.92	11.250
10SLE	R	Diff.	1.80	0.00	2.37	-1829.19	728.86	8.81	191.13	18.835
12SLE	Q	Diff.	1.80	0.00	2.37	-1808.35	712.92	8.61	186.54	17.345

20



Relazione di calcolo

10SLE R Diff.	1.80	0.00	0.89	296.21	468.27	15.42	413.04	8.716
12SLE Q Diff.	1.80	0.00	0.89	26.27	435.59	14.30	369.47	10.450
10SLE R Diff.	1.80	1.47	2.37	-2125.40	260.59	7.78	101.63	25.605
12SLE Q Diff.	1.80	1.47	2.37	-1834.61	277.33	8.46	130.25	17.656
10SLE R Diff.	2.40	0.00	0.89	695.32	-58.17	1.91	91.40	39.387
12SLE Q Diff.	2.40	0.00	0.89	489.46	-60.88	2.03	80.97	73.727
10SLE R Diff.	2.40	1.47	2.37	-1855.40	442.55	13.90	266.34	13.517
12SLE Q Diff.	2.40	1.47	2.37	-1564.61	391.64	12.33	240.03	12.117
10SLE R Diff.	2.40	0.00	2.37	-850.27	374.96	4.54	100.29	35.896
12SLE Q Diff.	2.40	0.00	2.37	-809.70	325.01	3.93	85.36	38.031
10SLE R Diff.	3.00	0.00	2.37	11.48	13.99	0.17	4.69	>100
12SLE Q Diff.	3.00	0.00	2.37	14.56	11.48	0.14	3.97	>100

Verifiche su sezioni verticali

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	Nu	MRdy	Sic.
<m>	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SLU	1.58	0.00	0.75	-776.82	-251.35	-776.82	-2459.10	9.784
9SLU	-0.00	0.75	2.25	-1177.39	-220.13	-1177.39	-5556.98	25.244
9SLU	-0.00	2.25	3.00	-6115.24	-1572.03	-6115.24	-2853.11	1.815

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	Nu	M'ydy	Sic.
<m>	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
5SND	1.58	0.00	0.75	-429.08	-148.57	-429.08	-1987.23	13.375
1SND	-0.00	0.75	2.25	-590.66	-153.97	-590.66	-4558.22	29.606
5SND	-0.00	2.25	3.00	-3133.99	-928.36	-3133.99	-2196.42	2.366

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	σ_s	σ_f	Sic.
<m>	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	
10SLE R	1.58	0.00	0.75	-527.71	-165.43	7.34	252.74	14.244
10SLE R	0.79	0.00	0.75	340.58	-139.97	6.44	337.38	10.671
12SLE Q	1.58	0.00	0.75	-453.17	-140.86	6.25	214.61	23.903
10SLE R	-0.00	0.75	2.25	-831.90	-151.32	3.10	79.04	45.548
12SLE Q	-0.00	0.75	2.25	-799.32	-134.54	2.74	66.62	54.604
10SLE R	-0.00	2.25	3.00	-4091.18	-1058.28	47.84	1515.23	2.376
12SLE Q	-0.00	2.25	3.00	-3343.14	-890.01	40.32	1289.00	3.705

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	c	s	K ₂	Φ_{eq}	Δ_{sm}	A_s	$A_{s\,eff}$	σ_s	ϵ_{sm}	Wk	Sic.
<m>	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<mm>	<mm>			<mm>	<cm ² >	<cm ² >	<daN/cm ² >		<mm>	
12SLE Q	0.79	0.00	0.75	270.84	-116.33	35.00	200.00	0.50	12.00	215.36	3.39	410.99	278.45	0.08	0.03	10.104
11SLE F	0.79	0.00	0.75	288.27	-122.24	35.00	200.00	0.50	12.00	215.41	3.39	411.12	293.18	0.09	0.03	12.792
12SLE Q	-0.00	0.75	2.25	-799.32	-134.54	35.00	200.00	0.50	12.00	174.62	7.92	690.18	66.62	0.02	0.01	52.083
11SLE F	-0.00	0.75	2.25	-807.47	-138.74	35.00	200.00	0.50	12.00	174.95	7.92	692.38	69.72	0.02	0.01	66.231
12SLE Q	-0.00	2.25	3.00	-3343.14	-890.01	35.00	141.00	0.50	12.00	200.17	3.39	368.04	1289.00	0.38	0.13	2.348
11SLE F	-0.00	2.25	3.00	-3530.15	-932.08	35.00	141.00	0.50	12.00	200.09	3.39	367.83	1345.55	0.39	0.13	3.000

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

CC	Xv	Zi	Zf	TCC	Tz	Vsdu	Vrdu	Sic.
<m>	<m>	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daN>	<daN>	
9	2.37	0.00	0.75	SLU	-695.48	695.48	6879.86	9.892
9	-0.00	0.75	2.25	SLU	1264.88	1264.88	13744.60	10.866
9	-0.00	2.25	3.00	SLU	3020.13	3020.13	7531.32	2.494

Parete n. 107

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sex.	Spess.	Cf	Cis	Fok	Fctk	Fod	Fctd	TP	Fyk	Fyd
<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >	<daN/cm ² >		<daN/cm ² >	<daN/cm ² >
Oriz.	20.00	5.40	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04
Vert.	20.00	4.10	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Verifiche su sezioni orizzontali

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	Nu	MRdy	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SLU Diff.	0.00	0.00	2.20	45.43	14.32	45.43	14043.50	>100	
9SLU Diff.	0.40	0.00	2.20	-203.90	-51.87	-203.90	-14057.20	>100	
9SLU Diff.	0.80	0.00	2.20	-14.13	-39.68	-14.13	-14047.00	>100	

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC TCC	Zona	Zv <m>	Xi <m>	Xf <m>	N <daN>	My <daNm>	Nu <daN>	M'ydy <daNm>	Sic.
5SND Diff.		0.00	0.00	2.20	-119.01	-5.62	-119.01	-12313.70	>100

Relazione di calcolo

5SND	Diff.	0.40	0.00	2.20	-212.91	-46.38	-212.91	-12319.50	>100
5SND	Diff.	0.80	0.00	2.20	-2.77	-22.86	-2.77	-12305.80	>100

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

CC	TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	σ_x	σ_z	Sic.
			<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	
10SLE	R	Diff.	0.00	0.00	2.20	-51.17	6.28	0.07	0.94	>100
12SLE	Q	Diff.	0.00	0.00	2.20	-211.26	-0.44	0.04	0.64	>100
10SLE	R	Diff.	0.40	0.00	2.20	-190.78	-38.43	0.48	8.17	>100
12SLE	Q	Diff.	0.40	0.00	2.20	-277.74	-40.21	0.49	6.97	>100
10SLE	R	Diff.	0.80	0.00	2.20	-7.68	-26.46	0.34	8.27	>100
12SLE	Q	Diff.	0.80	0.00	2.20	-17.35	-21.72	0.28	6.55	>100

Verifiche su sezioni verticali

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC	TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	Nu	MRdy	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SLU	0.00	0.00	0.80	-8420.45	-1674.87	-8420.45	-3052.81	1.823	

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC	TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	Nu	M' ydy	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
1SND	0.00	0.00	0.80	-4764.51	-1007.71	-4764.51	-2332.76	2.315	

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

CC	TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	σ_x	σ_z	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	
10SLE	R	0.00	0.00	0.80	-5695.83	-1129.54	48.46	1413.53	2.547
12SLE	Q	0.00	0.00	0.80	-4841.16	-954.32	40.91	1190.00	3.652

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

CC	TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	c	s	K _t	Φ_{eq}	Δ_{sm}	A_s	$A_{s,eff}$	σ_s	ϵ_{sm}	W _k	Sic.
		<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<mm>	<mm>			<mm>	<cm²>	<cm²>	<daN/cm²>		<mm>	
12SLE	Q	0.00	0.00	0.80	-4841.16	-954.32	35.00	200.00	0.50	12.00	205.04	3.39	381.83	1190.00	0.35	0.12	2.483
11SLE	F	0.00	0.00	0.80	-5054.83	-998.13	35.00	200.00	0.50	12.00	205.07	3.39	381.89	1245.88	0.36	0.13	3.162

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

CC	Xv	Zi	Zf	TCC	Tz	Vadu	Vrdu	Sic.
	<m>	<m>	<m>		<daN>	<daN>	<daN>	
9	0.00	0.00	0.80	SLU	-1424.32	1424.32	8259.67	5.799

Parete n. 108

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sex.	Spess.	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
	<cm>	<cm>		<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	<daN/cm²>		<daN/cm²>	<daN/cm²>
Oriz.	20.00	5.40	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04
Vert.	20.00	4.10	C32/40	332.00	21.69	188.13	14.46	B450C	4500.00	3913.04

Verifiche su sezioni orizzontali

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC	TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	Nu	MRdy	Sic.
			<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SLU	Diff.	0.00	0.00	2.37	-4992.44	-14371.20	-4992.44	-14639.20	1.019	
9SLU	Diff.	1.00	0.00	2.37	-3256.28	-1089.79	-3256.28	-14546.80	13.348	
9SLU	Diff.	2.00	0.00	2.37	-1905.97	1375.47	-1905.97	14474.90	10.524	
9SLU	Diff.	3.00	0.00	2.37	-4.40	19.35	-4.40	14373.50	>100	

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC	TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	Nu	M' ydy	Sic.
			<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
5SND	Diff.	0.00	0.00	2.37	-3822.30	-8592.39	-3822.30	-12672.40	1.475	
5SND	Diff.	1.00	0.00	2.37	-2486.80	-556.21	-2486.80	-12581.50	22.620	
1SND	Diff.	2.00	0.00	2.37	-1323.54	913.95	-1323.54	12501.50	13.679	
1SND	Diff.	3.00	0.00	2.37	10.21	11.97	10.21	12410.50	>100	

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

CC	TCC	Zona	Zv	Xi	Xf	N	My	σ_x	σ_z	Sic.
			<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	
10SLE	R	Diff.	0.00	0.00	2.37	-3860.53	-9472.61	116.01	2914.15	1.235
12SLE	Q	Diff.	0.00	0.00	2.37	-3881.38	-8188.14	100.24	2507.01	1.490
10SLE	R	Diff.	1.00	0.00	2.37	-2525.03	-675.31	8.05	159.10	22.628
12SLE	Q	Diff.	1.00	0.00	2.37	-2545.88	-412.78	4.79	76.54	31.218
10SLE	R	Diff.	2.00	0.00	2.37	-1486.33	923.89	11.22	259.92	13.851
12SLE	Q	Diff.	2.00	0.00	2.37	-1507.17	843.62	10.23	234.07	14.602



Relazione di calcolo

10SLE R Diff.	3.00	0.00	2.37	-3.80	12.91	0.16	4.00	>100
12SLE Q Diff.	3.00	0.00	2.37	2.79	10.67	0.13	3.44	>100

Verifiche su sezioni verticali

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	Nu	MRdy	Sic.
	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SLU	0.79	0.00	0.50	-431.53	-197.91	-431.53	-1632.49	8.249
9SLU	1.58	0.50	1.50	179.06	-44.92	179.06	-3806.27	84.725
9SLU	2.37	1.50	2.50	-2082.52	-423.82	-2082.52	-3986.51	9.406
9SLU	2.37	2.50	3.00	-5000.21	-1118.79	-5000.21	-1964.87	1.756

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	Nu	M'ydy	Sic.
	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN>	<daNm>	
9SND	0.79	0.00	0.50	-238.92	-117.40	-238.92	-1321.15	11.254
9SND	1.58	0.50	1.50	96.45	-23.62	96.45	-3201.85	>100
1SND	2.37	1.50	2.50	-1078.52	-293.60	-1078.52	-3292.51	11.214
1SND	2.37	2.50	3.00	-2365.66	-658.03	-2365.66	-1485.52	2.258

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	σ_c	σ_t	Sic.
	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<daN/cm²>	<daN/cm²>	
10SLE R	0.79	0.00	0.50	-294.62	-130.35	8.78	326.47	11.027
10SLE R	1.58	0.00	0.50	171.15	-112.56	7.77	382.24	9.418
12SLE Q	0.79	0.00	0.50	-253.86	-111.35	7.50	278.37	19.933
10SLE R	1.58	0.50	1.50	109.71	-26.89	0.83	43.55	82.669
12SLE Q	2.37	0.50	1.50	49.08	20.44	0.64	29.80	>100
10SLE R	2.37	1.50	2.50	-1455.57	-291.36	8.68	226.24	15.912
12SLE Q	2.37	1.50	2.50	-1361.46	-258.29	7.66	194.44	19.502
10SLE R	2.37	2.50	3.00	-3325.11	-751.21	49.12	1513.10	2.379
12SLE Q	2.37	2.50	3.00	-2656.06	-625.10	40.99	1283.67	3.645

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

CC TCC	Xv	Zi	Zf	N	My	c	s	K _t	Φ_{eq}	Δ_{sm}	A _s	A _{s,eff}	σ_s	ϵ_{sm}	W _k	Sic.
	<m>	<m>	<m>	<daN>	<daNm>	<mm>	<mm>			<mm>	<cm²>	<cm²>	<daN/cm²>		<mm>	
12SLE Q	1.58	0.00	0.50	133.72	-94.44	35.00	200.00	0.50	12.00	213.82	2.26	271.10	318.35	0.09	0.03	8.901
11SLE F	1.58	0.00	0.50	143.07	-98.97	35.00	200.00	0.50	12.00	213.88	2.26	271.20	334.32	0.10	0.04	11.298
12SLE Q	2.37	0.50	1.50	49.08	20.44	35.00	200.00	0.50	12.00	184.18	5.65	538.05	29.80	0.01	0.00	>100
11SLE F	2.37	0.50	1.50	52.97	20.59	35.00	200.00	0.50	12.00	184.42	5.65	539.17	30.35	0.01	0.00	>100
12SLE Q	2.37	1.50	2.50	-1361.46	-258.29	35.00	200.00	0.50	12.00	169.69	5.65	469.80	194.44	0.06	0.02	18.362
11SLE F	2.37	1.50	2.50	-1384.99	-266.56	35.00	200.00	0.50	12.00	169.89	5.65	470.72	202.39	0.06	0.02	23.495
12SLE Q	2.37	2.50	3.00	-2656.06	-625.10	35.00	200.00	0.50	12.00	201.31	2.26	247.51	1283.67	0.37	0.13	2.345
11SLE F	2.37	2.50	3.00	-2823.32	-656.63	35.00	200.00	0.50	12.00	201.17	2.26	247.24	1341.02	0.39	0.13	2.995

Stato limite ultimo - Verifiche a taglio

CC Xv	Zi	Zf	TCC	Tz	Vsdu	Vrdu	Sic.
<m>	<m>	<m>		<daN>	<daN>	<daN>	
9	0.00	0.00	0.50SLU	497.62	497.62	4601.47	9.247
9	0.00	0.50	1.50SLU	923.62	923.62	9084.69	9.836
9	2.37	1.50	2.50SLU	-1217.33	1217.33	9317.80	7.654
9	2.37	2.50	3.00SLU	-2607.02	2607.02	5131.00	1.968

Relazione di calcolo

Criteri di analisi geotecnica e progetto delle fondazioni

Fondazioni superficiali

Generali	
Generali	
Condizioni di calcolo per terreni coesivi	Sia drenate che non drenate
Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00
Calcolo di a_u dal rapporto con c_u	1.00
Calcolo di σ' dal rapporto con ϕ'	1.00
Considera l'angolo di attrito in deformazione piana per fondazioni nastriformi	No
Calcolo dei parametri rappresentativi per terreni stratificati	Media pesata
-Calcola i valori medi dell'angolo di attrito secondo la sua tangente	No
Capacità portante in condizioni statiche	
Calcolo della capacità portante per rottura generale	Indicazioni EC7 (Allegato D)
-Combinazione dei fattori di forma e di inclinazione del carico	Considera solo i fattori di forma
-Considera il fattore di riduzione per platee	No
-Considera gli effetti dell'eccentricità del carico con un unico fattore riduttivo	No
Considera eccentricità e inclinazione dei carichi attraverso domini di interazione	No
-Parametro correttivo del momento	0.00
-Parametro correttivo del carico orizzontale	0.00
Calcolo della capacità portante per rottura locale	No
	Vesic (1975)
Calcolo della capacità portante per rottura per punzonamento	No
Calcolo della capacità portante per scorrimento	No
-Percentuale di carico orizzontale assorbito dai cordoli $\langle \xi \rangle$	0.00
-Percentuale di spinta passiva mobilitata $\langle \xi \rangle$	0.00
Considera fondazione mista in presenza di pali	Si
Calcolo della capacità portante per sollevamento	No
Capacità portante in condizioni sismiche	
Calcolo della capacità portante per rottura generale	Metodo scelto per le condizioni statiche
Riduzione dell'angolo d'attrito per terreni incoerenti ben addensati	No
Calcolo della capacità portante per scorrimento	No
-Percentuale di carico orizzontale assorbito dai cordoli $\langle \xi \rangle$	0.00
-Percentuale di spinta passiva mobilitata $\langle \xi \rangle$	0.00
Cedimenti	
Cedimenti	Bowles
-Spessore del terreno responsabile del cedimento	
-Dal rapporto con le dimensioni della fondazione pari a	5.00
Considera pressioni di esercizio al netto delle tensioni litostatiche	No
Calcola costante di sottofondo per pressioni di esercizio	No
Limita costante di sottofondo ad un valore	No

Caratterizzazione

Specifici	1
Informazioni preliminari	
Coefficiente di uniformità	No
-Pari a	0.00
Definizione della composizione granulometrica, per terreni incoerenti	No
-Sabbia fine uniforme	x
-Sabbia fine ben gradata - sabbia media uniforme	
-Sabbia media ben gradata - sabbia grossa uniforme	
-Sabbia e ghiaia - ghiaia media	
Definizione indici compressibilità edometrica, per terreni coesivi	No
-Indice di compressione (Cc)	0.00
-Indice di ricomprensione (Cr)	0.00
-Considera incremento preconsolidazione costante	No
-Pari a	0.00
Correggi NSPT se la misura è sottofaldia	No
Densità relativa	
Correlata con prove SPT	
-Terzaghi e Peck (1948)	Si
-Gibbs e Holtz (1957)	No
-Meyerhof (1957)	No
-Schultze e Menzenbach (1961)	No
-Bazaraa (1967)	No
-Marcuson e Bieganousky (1977)	No
-Skempton (1986)	No

24



Relazione di calcolo

Correlata con prove CPT	
-Schmertmann (1976)	Si
-Jamiołkowski et al. (1985)	No
-Baldi et al. (1986)	No
Elaborazione dei risultati	
-Valore medio	x
-Valore minore	
Angolo d'attrito	
Correlato con prove SPT	
-Terzaghi e Peck (1948)	Si
-Schmertmann (1975)	No
-Wolff (1989)	No
-Hatanaka e Uchida (1996)	No
-Road Bridge Specification	No
-Owasaki e Iwasaki	No
-Japanese National Railway	No
-Peck-Hanson e Thornburn	No
-De Mello	No
Correlato con prove CPT	
-Robertson e Campanella (1983)	Si
-Durgunoglu e Mitchell	No
-Caquot	No
Correlata con proprietà indice	
-In funzione della densità relativa, per terreni incoerenti	No
-In funzione dell'indice di plasticità, per terreni coesivi	No
Elaborazione dei risultati	
-Valore medio	x
-Valore minore	
Coesione non drenata	
Correlata con prove SPT	
-Hara et al. (1971)	Si
-Stroud (1974)	No
Correlata con prove CPT	
-Mayne e Kemper (1988)	Si
-Lunne e Eide	No
Correlata con proprietà indice	
-Bjerrum e Simons (1960)	No
-Skempton (1953)	No
-Calcolata da σ'_{v0} con moltiplicatore pari a	No
Pari a	0.00
Elaborazione dei risultati	
-Valore medio	x
-Valore minore	
Caratteristiche litostatiche	
Grado di sovraconsolidazione	
-Correlato con prove SPT	
-Mayne e Kemper (1988)	No
-Correlato con prove CPT	
-Mayne e Kemper (1988)	No
Elaborazione dei risultati	
-Valore medio	x
-Valore minore	
Coefficiente di spinta a riposo	
-Calcolo di k_0 (NC)	
-Jaky (1936)	x
-Brooker e Ireland (1965)	
-Alpan (1967)	
-Massarsch (1979)	
-Correlato con D_r	
-Calcolato dal coefficiente di Poisson	
-Calcolo di α	
-Pari a	
-Kulhawy (1989)	x
-Alpan (1967) per terreni coesivi	
-Alpan (1967) per terreni incoerenti	
-Correlato con D_r	
Parametri elastici	
Correlati con prove GPS	
Correlati con prove SPT	
-Stroud e Butler (1975)	
-Stroud (1989)	x
-Schmertmann (1978)	
-Farrent	
-Menzenbach e Malcev	
-D'Appolonia	

Relazione di calcolo

-Schulze e Menzenbach	
-Crespellani e Vannucchi	
-Ohsaki e Iwasaki, per sabbie	
-Ohsaki e Iwasaki, per sabbie con fini	
Correlati con prove CPT	
-Schmertmann (1977)	
-Robertson e Campanella (1983)	
-Kulhawy e Mayne (1990)	
-Rix e Stokoe (1992)	
-Mayne e Rix (1993)	
Fattore correttivo	1.00

Fondazioni profonde

Generali	
Generali	
Calcolo capacità portante per carichi verticali	Secondo formule statiche
Considera capacità portante	Entrambe
Condizioni di calcolo per terreni coesivi	Sia drenate che non drenate
Calcolo della profondità critica	No
Effettua calcolo elasto-plastico per cedimenti	Si
Effettua calcolo elasto-plastico per spostamenti orizzontali	Si
Rapporto di elasticità trazione/compressione pari a	1.00
Fattori di correlazione	1.70
Considera fattori di correlazione anche per carichi orizzontali	No
Considera peso del palo	No
Divisore del raggio del palo per lunghezza conci	1.00
Max numero conci palo	50.00
Attrito laterale limite da prove in sito	
Correlato con prove CPT	No
Correlato con prove SPT	No
Fattore di riduzione attrito laterale per pali trivellati	No
Pressione limite alla base da prove in sito	
Correlata con prove CPT	No
Correlata con prove SPT	No
Fattore di riduzione pressione limite alla base per pali trivellati	No
Spostamenti orizzontali	
Spostamenti orizzontali	Risposta elastica in funzione della stratigrafia

Specifici		1
Attrito laterale limite		
Calcolo dell'attrito laterale limite		Si
-Condizioni non drenate		
-Calcolo di α		
-Pari a		
-A.G.I. (1984)		x
-A.P.I. (1984)		
-Viggiani (1999)		
-Olson e Dennis (1982)		
-Stas e Kulhavy (1984)		
-Skempton (1986)		
-Reese e O'Neill (1989)		
-Metodo di Bustamente e Doix (1985) per micropali	No	
-Iniezioni ripetute	x	
-Unica iniezione		
-Condizioni drenate		
-Calcolo di β		
-Pari a	0.25	
-Reese e O'Neill (1989)		
-Calcolato		
-Calcolo di k		
-Pari a		
-Dal rapporto con k_0 pari a	0.00	
-Fleming (1985)		
-Calcolo di δ		
-Pari a $\langle \text{grad} \rangle$		
-Dal rapporto con ϕ' pari a	0.00	
-Calcolo di a' dal rapporto con c'	1.00	
Calcolo dell'attrito laterale limite per trazione		
-Considera i risultati del calcolo per l'attrito laterale limite per compressione con un fattore di riduzione	0.66	
pari a		
-Sowa (1970)	No	
-Bowles (1991)	No	
Considera l'effetto dell'attrito negativo	No	

26



Relazione di calcolo

-Coefficiente di Lambe	
Pressione limite alla base	
Calcolo della pressione limite alla base del palo	Si
-Terzaghi (1943)	x
-Meyerhof (1963)	
-Hansen (1970)	
-Vesic (1975)	
-Berezantzev (1961)	
-Berezantzev (1965)	
-Stagg e Zienkiewicz (1968)	
-Relazione generale, coefficienti di capacità portante	
-In condizioni drenate	
- N_d	
- N_c	
-In condizioni non drenate	
- N_u	
-Fattore di riduzione per terreni coesivi sovraconsolidati	No
Cedimenti	
Risposta elastica laterale	
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x
-Coefficiente di influenza	4.00
-Pari a <daN/mq>	
Risposta elastica alla base	
-Calcolata dalla rigidezza dello strato	x
-Pari a <daN/mq>	
Spostamenti orizzontali	
Risposta elastica	
-Vesic (1961)	
-Broms (1964)	
-Glick (1948)	
-Chen (1978)	
-Pari a <daN/mq>	
-Dal modulo elastico	x
-Coefficiente effetto tridimensionale	2.00
Resistenza limite	
-Calcolata dai parametri plastici	x
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per attrito	3.00
-Coefficiente effetto tridimensionale resistenza per coesione	4.00
-Pari a <daN/mq>	

Relazione di calcolo

Geotecnica

Elenco unità geotecniche

1 Depositi alluvionali:

Classificazione: Incoerente

Pesi:

- Peso specifico del terreno naturale: $\gamma = 1800.00$ daN/mc
- Peso specifico del terreno saturo: $\gamma_{sat} = 2000.00$ daN/mc

Parametri plastici:

- Angolo di attrito efficace: $\phi' = 26.00$ grad
- Coesione efficace: $c' = 0.00$ daN/mq

Caratteristiche litostatiche:

- Grado di sovraconsolidazione: OCR = 1.00
- Coeff. di spinta a riposo: $\kappa_0 = 0.56$

Parametri elastici:

- Modulo elastico normale: $E = 5000000.00$ daN/mq
- Modulo elastico tangenziale: $G = 1923080.00$ daN/mq
- Esponente del parametro tensionale: $k_j = 0.50$
- Coeff. di Poisson: $\nu = 0.30$
- Modulo edometrico: $E_{ed} = 6730770.00$ daN/mq
- Modulo elastico non drenato: $E_u = 0.00$ daN/mq

Elenco colonne stratigrafiche

Colonna stratigrafica numero 1

Posizione: X=0.00 <m> Y=0.00 <m> Z=3.00 <m>
Falda non presente

Simbologia

ϕ'	=Angolo di attrito efficace
γ	=Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	=Peso specifico del terreno saturo
κ_0	=Coeff. di spinta a riposo
Class.	=Classificazione
Inc.	= Incoerente
Crit.	=Criterio di progetto
D_r	=Densità relativa
I_p	=Indice di plasticità
OCR	=Grado di sovraconsolidazione
St.	=Strato
Unità geotecnica	=Unità geotecnica
c_u	=Coesione non drenata
c'	=Coesione efficace
z	=Profondità della superficie superiore dello strato

St.	z <m>	Unità geotecnica	Class.	γ <daN/mc>	γ_{sat} <daN/mc>	D_r	I_p	ϕ' <grad>	c' <daN/mq>	c_u <daN/mq>	OCR	κ_0	Crit.
1	0.00	Depositi alluvionali	Inc.	1800.00	2000.00			26.00	0.00		1.00	0.56	1

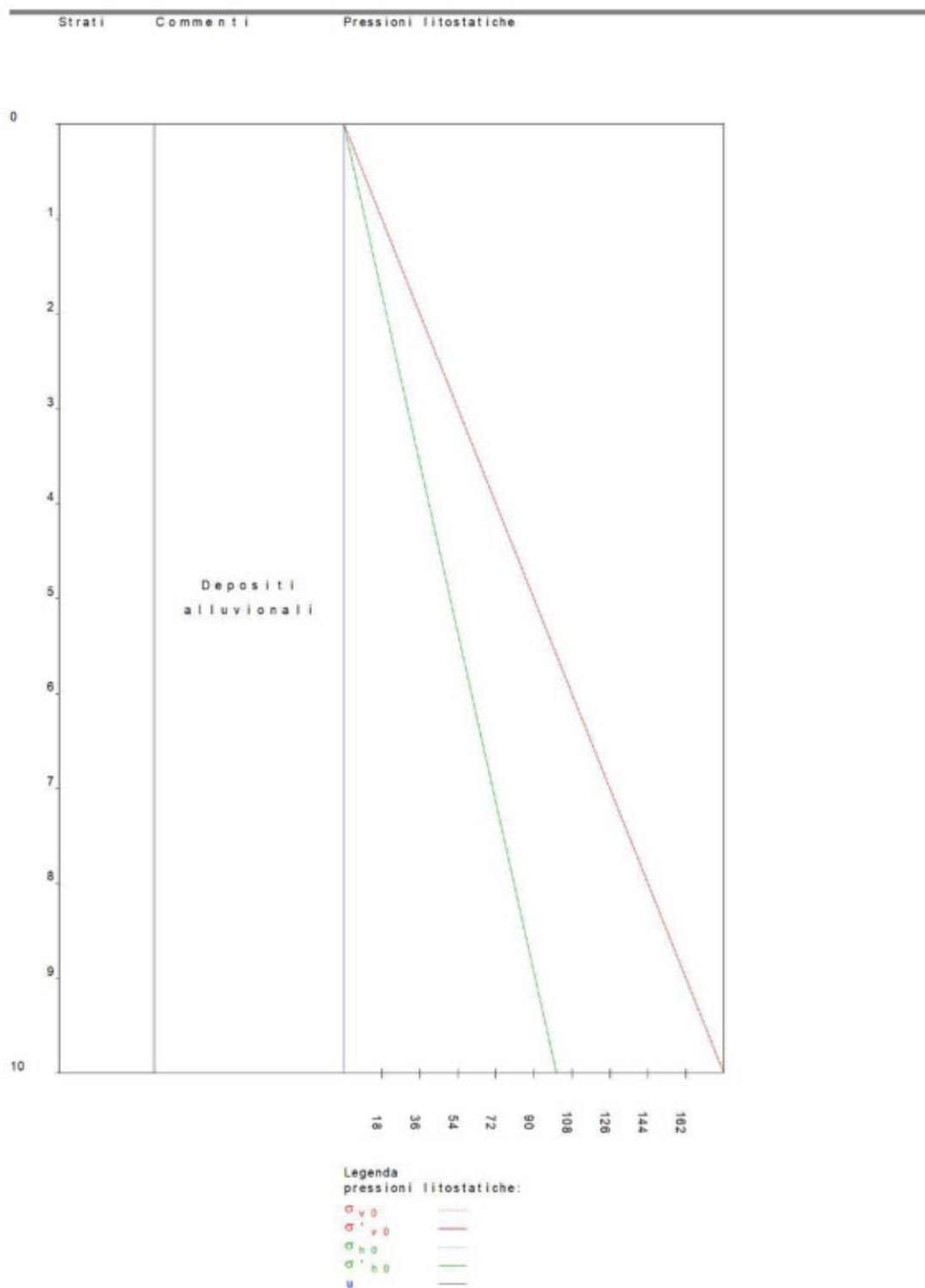
Simbologia

ν	=Coeff. di Poisson
Crit.	=Criterio di progetto
E	=Modulo elastico normale
E_{ed}	=Modulo edometrico
E_u	=Modulo elastico non drenato
G	=Modulo elastico tangenziale
St.	=Strato
k_j	=Esponente del parametro tensionale
z	=Profondità della superficie superiore dello strato

St.	z <m>	E <daN/mq>	G <daN/mq>	k_j	ν	E_{ed} <daN/mq>	E_u <daN/mq>	Crit.
1	0.00	5000000.00	1923080.00	0.50	0.30	6730770.00	0.00	1



Relazione di calcolo



29

Relazione di calcolo

Fig. 4: Colonna stratigrafica numero 1 C.S.

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_a = 1.00;$
Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_a = 1.30;$
Permanenti non strutturali, sicurezza a favore	$\gamma_a = 0.00;$
Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore	$\gamma_a = 1.50;$
Variabili, sicurezza a favore	$\gamma_a = 0.00;$
Variabili, sicurezza a sfavore	$\gamma_a = 1.50.$

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_m = 1.00;$
Coesione efficace	$\gamma_m = 1.00;$
Coesione non drenata	$\gamma_m = 1.00;$

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante	$\gamma_s = 2.30;$
Scorrimento	$\gamma_s = 1.10;$

Tabelle riassuntive verifiche geotecniche

Elem.	Sic.
Platea 403	2.11
Platea 404	2.05

Fondazioni superficiali

Simbologia

β	=Inclinazione del piano di campagna
γ_s	=Peso specifico rappresentativo del terreno di fondazione
η	=Inclinazione del piano di posa della fondazione
φ'_c	=Angolo di attrito rappresentativo del terreno di fondazione
$\sigma_{v,0}$	=Pressione verticale alla profondità del piano di posa della fondazione
B	=Base della fondazione
B'	=Base della fondazione reagente
CC	=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
D	=Profondità del piano di posa della fondazione
L	=Lunghezza della fondazione ($L > B$)
L'	=Lunghezza della fondazione reagente
M_x	=Momento intorno all'asse X
M_y	=Momento intorno all'asse Y
N	=Sforzo normale
N_c	=Coefficiente di capacità portante relativo alla coesione del terreno di fondazione
N_q	=Coefficiente di capacità portante relativo al peso del terreno di fondazione
N_ϕ	=Coefficiente di capacità portante relativo al sovraccarico laterale
R_d	=Resistenza di progetto (Carico limite)
$Sic.$	=Sicurezza
T_x	=Taglio in dir. X
T_y	=Taglio in dir. Y
b_ϕ	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a coesione
b_q	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a peso del terreno
b_ϕ	=Fattore di inclinazione del piano di fondazione relativo a sovraccarico laterale
c'_s	=Coesione efficace rappresentativa del terreno di fondazione
i_c	=Fattore di inclinazione relativo alla coesione
i_q	=Fattore di inclinazione relativo al peso del terreno
i_ϕ	=Fattore di inclinazione relativo al sovraccarico laterale
q_{lim}	=Pressione limite
s_c	=Fattore di forma relativo alla coesione
s_q	=Fattore di forma relativo al peso del terreno
s_ϕ	=Fattore di forma relativo al sovraccarico laterale

Verifiche capacità portante

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Platea 403

$B=1.80$ <m> $L=2.37$ <m> $D=3.15$ <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_s=1800.00$ <daN/mc>



Relazione di calcolo

$\sigma_{v,0}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>

$N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_\gamma=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_\gamma=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _γ	i _q	i _c	i _γ	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
9	37215.50	-5024.75	18856.70	-10007.50	18278.70	1.26	1.39	1.40	1.44	0.73	1.00	1.00	1.00	102760.00	78387.40	2.106

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>

$\sigma_{v,0}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>

$N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_\gamma=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_\gamma=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _γ	i _q	i _c	i _γ	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	25914.10	-3462.61	11374.60	-5853.79	10446.50	1.35	1.57	1.38	1.41	0.74	1.00	1.00	1.00	102144.00	93774.50	3.619
3	25911.80	-3397.07	11180.30	-5664.97	10032.70	1.36	1.60	1.37	1.41	0.74	1.00	1.00	1.00	102040.00	96615.70	3.729
5	25789.20	-3375.46	11519.80	-6010.98	10850.80	1.33	1.53	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102311.00	90832.90	3.522
7	25679.80	-3235.22	11449.90	-5956.90	10783.60	1.34	1.53	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102340.00	91108.20	3.548

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni statiche

Metodo utilizzato: Indicazioni EC7

Platea 404

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>

$\sigma_{v,0}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>

$N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_\gamma=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_\gamma=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _γ	i _q	i _c	i _γ	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
9	37050.80	5510.42	19225.00	-10426.30	-18527.50	1.24	1.37	1.40	1.43	0.73	1.00	1.00	1.00	102453.00	75980.30	2.051

Verifiche di capacità portante per rottura generale in condizioni sismiche

Metodo utilizzato: Condizioni statiche

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> $\beta=0.00$ <grad> $\eta=0.00$ <grad> $\gamma_r=1800.00$ <daN/mc>

$\sigma_{v,0}=5670.00$ <daN/mq>

Verifiche in condizioni drenate

$\varphi'_r=26.00$ <grad> $c'_r=0.00$ <daN/mq>

$N_q=11.85$ $N_c=22.25$ $N_\gamma=10.59$ $b_q=1.00$ $b_c=1.00$ $b_\gamma=1.00$

CC	N <daN>	Tx <daN>	Ty <daN>	Mx <daNm>	My <daNm>	B' <m>	L' <m>	s _q	s _c	s _γ	i _q	i _c	i _γ	q _{lim} <daN/mq>	R _d <daN>	Sic.
1	25865.60	3746.64	11583.20	-6092.88	-10595.50	1.33	1.55	1.38	1.41	0.74	1.00	1.00	1.00	101907.00	91839.40	3.551
3	25863.00	3684.34	11374.90	-5890.23	-10171.30	1.35	1.59	1.37	1.41	0.75	1.00	1.00	1.00	101818.00	94787.30	3.665
5	25741.10	3648.66	11748.70	-6271.67	-11014.10	1.32	1.52	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102049.00	88719.00	3.447
7	25631.70	3502.39	11682.30	-6222.27	-10948.70	1.32	1.52	1.38	1.42	0.74	1.00	1.00	1.00	102070.00	88942.00	3.470

Cedimenti

Metodo utilizzato: Bowles

Simbologia

ν_r =Coefficiente di Poisson rappresentativo del terreno di fondazione

B =Base della fondazione

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Ced=Cedimento calcolato

Relazione di calcolo

D = Profondità del piano di posa della fondazione
E_r = Modulo elastico rappresentativo del terreno di fondazione
H = Spessore del terreno responsabile del cedimento
I_f = Coefficiente di profondità
I_a = Coefficiente di influenza
L = Lunghezza della fondazione (L>B)
N = Sforzo normale
kw = Costante di sottofondo
q_{es} = Pressione di esercizio

Platea 403

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> H=9.00 <m> E_r=1783000.00 <daN/mq> v_r=0.30
I_f=0.57 I_a=0.58 kw=1660040.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q _{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	25914.10	6068.03	0.37
2	25825.30	6047.23	0.36
3	25911.80	6067.49	0.37
4	25824.10	6046.95	0.36
5	25789.20	6038.78	0.36
6	25760.90	6032.14	0.36
7	25679.80	6013.16	0.36
8	25704.50	6018.93	0.36
9	37215.50	8714.34	0.52
10	25748.50	6029.25	0.36
11	25735.10	6026.12	0.36
12	25730.70	6025.07	0.36

Platea 404

B=1.80 <m> L=2.37 <m> D=3.15 <m> H=9.02 <m> E_r=1783000.00 <daN/mq> v_r=0.30
I_f=0.57 I_a=0.58 kw=1656890.00 <daN/mc>

CC	N <daN>	q _{es} <daN/mq>	Ced <cm>
1	25865.60	6038.57	0.36
2	25776.70	6017.81	0.36
3	25863.00	6037.96	0.36
4	25775.30	6017.49	0.36
5	25741.10	6009.50	0.36
6	25712.50	6002.82	0.36
7	25631.70	5983.96	0.36
8	25656.10	5989.65	0.36
9	37050.80	8649.87	0.52
10	25661.10	5990.84	0.36
11	25676.80	5994.49	0.36
12	25682.00	5995.70	0.36



Relazione di calcolo

Sintesi

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
Tipo di calcolo: sismica dinamica

Dati generali della struttura

- Sito di costruzione: Guarene LON. 8.03358 LAT. 44.73760
Contenuto tra ID reticolo: 15129 15130 15351 15352

Pericolosità sismica di base

Simbologia

Ag =Accelerazione orizzontale massima al sito
C_e =Coefficiente funzione della categoria del suolo
FV =Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione verticale
Fo =Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
S =Coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica
S_s =Coefficiente di amplificazione stratigrafica
T_n =Periodo di ritorno <anni>
TB =Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante
TC =Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante
TCC =Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
TD =Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante
Tc* =Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>

TCC	T _n	Ag	Fo	FV	Tc*	S _s	C _e	S	TC	TB	TD
SLD	50	0.0236	2.60	0.54	0.19	1.80	2.87	1.80	0.54	0.18	1.69
SLV	475	0.0465	2.70	0.79	0.29	1.80	2.32	1.80	0.67	0.22	1.79

- Edificio esistente: No
- Spettri: Automatici da normativa
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_n: 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- Coefficiente d'uso CU: 1.00
- Periodo di riferimento VR: 50.00

Dati di progetto

- Categoria del suolo di fondazione: D
- Tipologia strutturale: c.a. o prefabbricata a telaio a più piani e più campate

Periodo T ₁	0.10795
Coeff. λ SLD	1.00
Coeff. λ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza (α_1/α_2)	1.15
Valore di riferimento del fattore di comportamento (q_0)	3.45
Fattore riduttivo (K_0)	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza (KR)	0.80
Fattore di comportamento dissipativo (q)	2.76
Fattore di comportamento non dissipativo (qND)	1.50
Fattore di comportamento per SLD (qD)	1.50

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica S: 1.00
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Quota max della struttura: 3.00 <m>
- Altezza della struttura: 3.00 <m>
- Numero piani edificio: 0
- Coefficiente θ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: No
- Edificio regolare in pianta: No
- Struttura dissipativa: No
- Fattore di comportamento per sisma verticale (qv): 1.50
- Smorzamento spettro: 5.00%

Spettro SLD.TXT :

Relazione di calcolo

0.0000	0.4169
0.0500	0.5010
0.1000	0.5852
0.1500	0.6693
0.1816	0.7226
0.2000	0.7226
0.2500	0.7226
0.3000	0.7226
0.3500	0.7226
0.4000	0.7226
0.4500	0.7226
0.5000	0.7226
0.5449	0.7226
0.5500	0.7158
0.6000	0.6562
0.6500	0.6057
0.7000	0.5624
0.7500	0.5249
0.8000	0.4921
0.8500	0.4632
0.9000	0.4374
0.9500	0.4144
1.0000	0.3937
1.0500	0.3750
1.1000	0.3579
1.1500	0.3423
1.2000	0.3281
1.2500	0.3150
1.3000	0.3028
1.3500	0.2916
1.4000	0.2812
1.4500	0.2715
1.5000	0.2625
1.5500	0.2540
1.6000	0.2461
1.6500	0.2386
1.6944	0.2324
1.7000	0.2308
1.7500	0.2178
1.8000	0.2059
1.8500	0.1949
1.9000	0.1848
1.9500	0.1754
2.0000	0.1668
2.0500	0.1587
2.1000	0.1513
2.1500	0.1443
2.2000	0.1378
2.2500	0.1318
2.3000	0.1261
2.3500	0.1208
2.4000	0.1158
2.4500	0.1111
2.5000	0.1067
2.5500	0.1026
2.6000	0.0987
2.6500	0.0950
2.7000	0.0915
2.7500	0.0882
2.8000	0.0851
2.8500	0.0821
2.9000	0.0793
2.9500	0.0767
3.0000	0.0741
3.0500	0.0717
3.1000	0.0694
3.1500	0.0672
3.2000	0.0651
3.2500	0.0632
3.3000	0.0613
3.3500	0.0594
3.4000	0.0577
3.4500	0.0560
3.5000	0.0545
3.5500	0.0529
3.6000	0.0515
3.6500	0.0501
3.7000	0.0487
3.7500	0.0474
3.8000	0.0463
3.8500	0.0463
3.9000	0.0463



Relazione di calcolo

3.9500 0.0463
4.0000 0.0463

Spettro SND.TXT :

0.0000 0.8215
0.0500 0.9680
0.1000 1.1145
0.1500 1.2611
0.2000 1.4076
0.2244 1.4791
0.2500 1.4791
0.3000 1.4791
0.3500 1.4791
0.4000 1.4791
0.4500 1.4791
0.5000 1.4791
0.5500 1.4791
0.6000 1.4791
0.6500 1.4791
0.6731 1.4791
0.7000 1.4223
0.7500 1.3275
0.8000 1.2445
0.8500 1.1713
0.9000 1.1063
0.9500 1.0480
1.0000 0.9956
1.0500 0.9482
1.1000 0.9051
1.1500 0.8658
1.2000 0.8297
1.2500 0.7965
1.3000 0.7659
1.3500 0.7375
1.4000 0.7112
1.4500 0.6866
1.5000 0.6638
1.5500 0.6423
1.6000 0.6223
1.6500 0.6034
1.7000 0.5857
1.7500 0.5689
1.7861 0.5574
1.8000 0.5489
1.8500 0.5196
1.9000 0.4926
1.9500 0.4677
2.0000 0.4446
2.0500 0.4231
2.1000 0.4032
2.1500 0.3847
2.2000 0.3674
2.2500 0.3513
2.3000 0.3362
2.3500 0.3220
2.4000 0.3087
2.4500 0.2963
2.5000 0.2845
2.5500 0.2735
2.6000 0.2631
2.6500 0.2532
2.7000 0.2439
2.7500 0.2351
2.8000 0.2268
2.8500 0.2189
2.9000 0.2114
2.9500 0.2043
3.0000 0.1976
3.0500 0.1912
3.1000 0.1850
3.1500 0.1792
3.2000 0.1737
3.2500 0.1684
3.3000 0.1633
3.3500 0.1585
3.4000 0.1538
3.4500 0.1494
3.5000 0.1452
3.5500 0.1411
3.6000 0.1372
3.6500 0.1335

35

Relazione di calcolo

3.7000 0.1299
3.7500 0.1265
3.8000 0.1231
3.8500 0.1200
3.9000 0.1169
3.9500 0.1140
4.0000 0.1111

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare
Comm. = Commento
Dir. = Direzione del vento
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
Sic. = Contributo alla sicurezza
S = a sfavore
Tipo = Tipologia di pressione vento
M = Massimizzata
E = Esterna
I = Interna
Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Var. = Tipo di variabilità
B = di base
A = ambigua
s = Coeff. di riduzione (T.A. o S.L. D.M. 96)

CCE	Comm.	Tipo	CCE	Sic.	Var.	s	Dir.	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
							<grad>							
1DL			1S	--	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2PWS			2S	--	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3Variabile			5S	A	--	1.00	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco masse nodi

Simbologia

Mo = Massa orizzontale
Nodo = Numero del nodo

Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo	Nodo	Mo
<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>	<kg>
-138 44.89	-137 67.82	-136 68.81	-135 67.33	-134 67.33	-133 67.33	-132 101.73	-131 101.73	-130 101.73	-129 103.21	-128 103.21	-127 103.21	-126 56.52	-125 57.34	-124 67.82	-122 68.81	-121 96.08	-120 97.48
-119 56.35	-118 84.53	-117 84.53	-116 84.53	-115 85.27	-114 85.27	-113 85.27	-112 33.66	-111 34.40	-110 33.91	-109 22.44	-108 56.85	-107 51.61	-106 51.61	-105 51.61	-104 48.74	-103 34.40	-102 28.67
-101 34.40	-100 34.40	-99 22.44	-98 28.18	-97 33.91	-96 48.04	-95 50.87	-94 50.87	-93 50.87	-92 67.28	-91 67.28	-90 67.28	-89 67.28	-88 67.28	-87 67.28	-86 67.28	-85 67.28	-84 67.28
-83 67.28	-82 67.28	-81 67.28	-80 67.28	-79 56.29	-78 67.55	-77 33.64	-76 33.64	-75 33.64	-74 33.64	-73 22.43	-72 22.43	-71 22.43	-70 22.43	-69 72.61	-68 72.61	-67 72.61	-66 72.61
-65 108.91	-64 108.91	-63 108.91	-62 108.91	-61 108.91	-60 108.91	-59 108.91	-58 108.91	-57 108.91	-56 108.91	-55 108.91	-54 108.91	-53 60.51	-52 60.51	-51 60.51	-50 60.51	-49 72.61	-48 72.61
-47 72.61	-46 72.61	-45 102.86	-44 102.86	-43 102.86	-42 102.86	-41 36.30	-40 36.30	-39 36.30	-38 36.30	-37 36.30	-36 30.25	-35 36.30	-34 51.43	-33 54.45	-32 54.45	-31 54.45	-26 54.45
-25 54.45	-24 54.45	-23 51.43	-22 58.29	-21 69.94	-20 34.97	-19 33.77	-18 28.42	-17 18.15	-16 17.20	-15 39.48	-14 47.52	-13 45.12	-12 45.12	-11 65.57	-10 65.57	-9 65.57	-8 65.57
-7 65.57	-6 65.57	-5 65.57	-4 65.57	-3 65.57	-2 65.57	-1 65.57	0 65.57	1 65.57	2 65.57	3 65.57	4 65.57	5 65.57	6 65.57	7 65.57	8 65.57	9 65.57	10 65.57

Totali masse nodi

Mo
<kg>
7433.55

Elenco modi di vibrare, masse partecipanti e coefficienti di partecipazione

Simbologia

Φ_x = Coefficiente di partecipazione in dir. X
 Φ_y = Coefficiente di partecipazione in dir. Y
 Φ_z = Coefficiente di partecipazione in dir. Z
 $\%J_{px}$ = Percentuale momento d'inerzia polare partecipante intorno all'asse X
 $\%M_x$ = Percentuale massa partecipante in dir. X
 $\%M_y$ = Percentuale massa partecipante in dir. Y
 $\%M_z$ = Percentuale massa partecipante in dir. Z
C = * indica che il modo è stato considerato
Diff. = Minima differenza percentuale dagli altri periodi
Modo = Numero del modo di vibrare



Relazione di calcolo

T = Periodo

Modo	C	T	Diff.	Φ_x	Φ_y	Φ_z	$\%M_x$	$\%M_y$	$\%M_z$	$\%J_{pz}$
1*	0.11	43.07	-0.23	-24.23	0.00	0.01	79.00	0.00	0.00	
2*	0.08	43.07	-10.21	0.61	0.00	14.02	0.05	0.00	0.00	
3*	0.04	2.43	-21.82	-0.35	0.00	64.02	0.02	0.00	0.00	
4*	0.04	2.43	5.16	-1.36	0.00	3.58	0.25	0.00	0.00	
5*	0.02	36.79	-1.52	-0.13	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	
6*	0.01	5.95	5.00	-1.46	0.00	3.36	0.29	0.00	0.00	
7*	0.01	5.95	-0.94	-8.26	0.00	0.12	9.19	0.00	0.00	
8*	0.01	26.00	-0.14	-0.24	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	
9*	0.01	4.22	-0.06	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10*	0.01	4.22	0.11	0.36	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	
Tot.cons.						85.44	88.82	0.00	0.00	

Materiali

Cemento armato

Elenco dei criteri di progetto e delle loro principali caratteristiche meccaniche utilizzate:

Pareti: 1 Pareti XC2 C32/40

Solette/Platee: 1 Platea XC2 C32/40

Calcestruzzo

Tipo di calcestruzzo: C32/40

Rck calcestruzzo (Rck calcestruzzo): 400.00 <daN/cm²>

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo (Fck): 332.00 <daN/cm²>

Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo (Fctk): 21.69 <daN/cm²>

α_{ct} : 0.85

γ_c : 1.50

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo (Fcd): 188.13 <daN/cm²>

Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo (Fctd): 14.46 <daN/cm²>

Acciaio

Tipo di acciaio: B450C

Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (Fyk): 4500.00 <daN/cm²>

γ_s : 1.15

Resistenza di calcolo dell'acciaio (Fyd): 3913.04 <daN/cm²>

Prove in sito

Elenco colonne stratigrafiche

Simbologia

ϕ'	=Angolo di attrito efficace
γ	=Peso specifico del terreno naturale
γ_{sat}	=Peso specifico del terreno saturo
Class.	=Classificazione
Inc.	= Incoerente
E	=Modulo elastico normale
E_{ed}	=Modulo edometrico
G	=Modulo elastico tangenziale
Spess.	=Spessore
St.	=Strato
Unità geotecnica	=Unità geotecnica
c_u	=Coesione non drenata
c'	=Coesione efficace
z	=Profondità della superficie superiore dello strato

Colonna stratigrafica numero 1 C.S.

St.	z	Spess.	Unità geotecnica	Class.	γ	γ_{sat}	ϕ'	c'	c_u	E	G	E_{ed}
<cm>	<cm>	<cm>			<daN/mc>	<daN/mc>	<grad>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>
1	0.00	--	1 Depositi alluvionali	Inc.	1800.00	2500.00	26.00	6.00		5000000.00	1823080.00	6730770.00

Le verifiche degli elementi di fondazione sono state effettuate utilizzando l'approccio 2 - Combinazione 1.

Coefficienti parziali per le azioni, per verifiche in condizioni statiche:

Permanenti strutturali, sicurezza a favore $\gamma_a = 1.00$;

Permanenti strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_a = 1.30$;

Permanenti non strutturali, sicurezza a favore $\gamma_a = 0.00$;

Permanenti non strutturali, sicurezza a sfavore $\gamma_a = 1.50$;

Variabili, sicurezza a favore $\gamma_a = 0.00$;

Variabili, sicurezza a sfavore $\gamma_a = 1.50$.

I coefficienti parziali per le azioni sono posti pari all'unità per le verifiche in condizioni sismiche.

Relazione di calcolo

Tali coefficienti sono comunque desumibili dalla tabella delle combinazioni delle CCE (Parametri di calcolo).

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici:

Tangente dell'angolo di attrito $\gamma_k = 1.00$;

Coesione efficace $\gamma_k = 1.00$;

Coesione non drenata $\gamma_k = 1.00$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni superficiali:

Capacità portante $\gamma_k = 2.30$;

Scorrimento $\gamma_k = 1.10$;

Coefficienti parziali per la resistenza delle fondazioni profonde:

Per pali infissi:

Resistenza alla base $\gamma_{k,b} = 1.15$;

Resistenza laterale in compressione $\gamma_{k,s} = 1.15$;

Resistenza laterale in trazione $\gamma_{k,t} = 1.25$;

Per pali trivellati e micropali:

Resistenza alla base $\gamma_{k,b} = 1.35$;

Resistenza laterale in compressione $\gamma_{k,s} = 1.15$;

Resistenza laterale in trazione $\gamma_{k,t} = 1.25$;

Per pali ad elica continua:

Resistenza alla base $\gamma_{k,b} = 1.30$;

Resistenza laterale in compressione $\gamma_{k,s} = 1.15$;

Resistenza laterale in trazione $\gamma_{k,t} = 1.25$;

Fattore di correlazione per la determinazione della resistenza caratteristica desumibile dai criteri di progetto.

Minimo coefficiente di sicurezza

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Elem. = Elemento

Sic. = Sicurezza

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)

TV = Tipo di verifica

PRFL = Flessione e pressoflessione

TAG = Taglio o altre rotture fragili

NOD = Nodi in c.a. e collegamenti in acciaio

STAB = Stabilità

CP = Capacità portante

RNP = Resistenza nel piano

RFP = Resistenza fuori piano

CIN = Cinematismi

CON = Connessioni

Tabella elementi e minimo coefficiente di sicurezza

Elem.	CC	TCC	TV	Sic.
Parete n. 108	9	SLU	PRFL	1.019
Parete n. 108	9	SLU	TAG	1.968
Soletta/Platea SP20	9	SLU	PRFL	2.118
Soletta/Platea SP20	9	SLU	TAG	1.711

Minimo coefficiente di sicurezza: 1.019