

# PNRR

## MISSIONE 2 - C. 4 INT. 2.1B

Legge 29.12.2021, n. 233 - conversione in Legge, con modificazioni, del D.L. 6.11.2021, n. 152

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR), NELL'AMBITO DELLA MISSIONE 2 ,COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 2.1B - MISURE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO LAVORI"

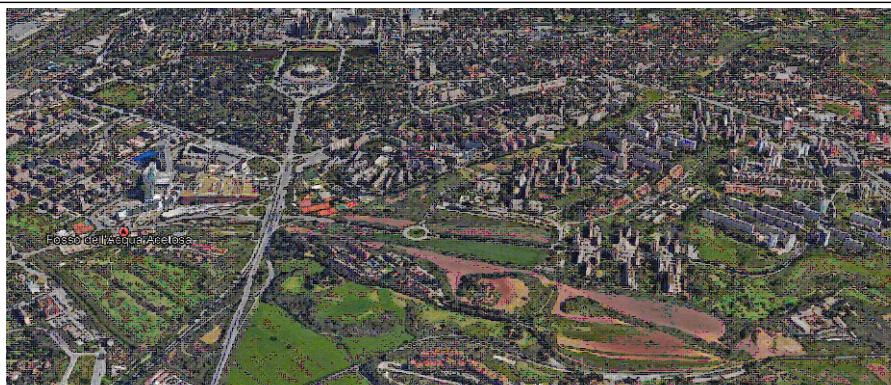
# SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DELL'ACQUACETOSA A MONTE DI VIA C. COLOMBO CUP F81J21000020001

SOGGETTO ATTUATORE:



DIREZIONE LAVORI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:  
Arch. Lea Fanny Pani



DIREZIONE LAVORI



**G.EDI S.r.l.**

DIRETTORE DEI LAVORI:  
Ing. Raffaele Abbate

DIRETTORE OPERATIVO:  
Geol. David Simoncelli



IMPRESA

I.GE.CO. S.R.L. unipersonale  
IMPRESA GENERALI COSTRUZIONI  
04100 LATINA – Viale Gramsci n. 5  
P.I.-C.F. n.00277730594 – tel/fax 0773/489048

I.GE.CO. S.R.L.  
IMPRESA GENERALI COSTRUZIONI

## PERIZIA DI VARIANTE 1

Oggetto dell'elaborato:

### RELAZIONE DI CALCOLO GRUPPO CONTRO SPINTA VIA COLOMBO

Località	Fase	N. Tavola	Scala	Data
ROMA	PV	RELS02		12/03/2026

Versioni		Data modifica
0.	Prima emissione	
1.		
2.		
3.		

# REGIONE LAZIO

## SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DELL'ACQUACETOSA A MONTE DI VIA C. COLOMBO CUP F81J21000020001

### Realizzazione di muri di contropinta sotto via C. Levi

Committente: I.GE.CO. IMPRESA GENERALI COSTRUZIONI s.r.l. VIALE ANTONIO GRAMSCI 5 04100 - LATINA (LT)			Timbro e Firma:					
Progettazione:  Ing. Giacomo Ferrillo			Timbro e Firma:					
Data: Novembre 2025			<b>RELAZIONE TECNICA GENERALE</b>			Elaborato		
Scala: -						<b>RTG</b>		
REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED BY	VERIFICATO CHECKED BY	APPROVATO APPROVED BY			
00	Novembre 2025	Emissione						
Commissa	Progetto	Codice elaborato	Revisione	N° Tomo	Formato	Nome File		
0/46	□□	□□□□□□	□□	□/□	□□	Relazione Tecnica Generale		



# REGIONE LAZIO

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR), NELL'AMBITO  
DELLA MISSIONE 2, COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 2.1B – MISURE PER  
LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL  
RISCHIO IDROGEOLOGICO LAVORI

SISTEMAZIONE IDRAULICA FOSSO DEL'ACQUACETOSA  
MONTE DI VIA C. COLOMBO  
CUP: F81J21000020001

**REALIZZAZIONE DI MURI DI CONTROSPINTA SOTTO VIA C.  
LEVI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA GENERALE

## Sommario

1.	PREMESSA.....	4
2.	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A.....	5
	(muri di controspinta in c.a.-vasca spingitubo) .....	5
3.	METODO DI ANALISI E DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	7
4.	NORMATIVA ADOTATA .....	7
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
5.1.	Calcestruzzo .....	8
5.2.	Tipo di acciaio - B450C .....	10
6.	ANALISI DEI CARICHI STRUTTURALI .....	11
6.1.	Platea in c.a. di fondazione – vasca spingitubo.....	11
6.1.1.	Pareti in c.a. ....	11
7.	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	12
7.1.	Definizione dell’ azione sismica di progetto.....	13
7.1.1.	Accelerazione di progetto .....	13
7.1.2.	Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale.....	13
7.1.3.	Periodo di riferimento dell’azione sismica .....	15
7.1.4.	Individuazione della domanda sismica .....	15
8.	VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA .....	17
8.1.	Verifica risposta strutturale sismica .....	17
	Verifiche § 7.2.6 b).....	17
9.	DESCRIZIONE DELLA CLASSE DI DUTTILITA’ DELLA STRUTTURA .....	19
10.	Verifiche dei nuovi elementi strutturali .....	19
11.	Descrizione del software.....	19
11.1.	Descrizione del programma Sismicad 13 .....	19
11.2.	Specifiche tecniche.....	19
11.3.	Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni .....	20
11.4.	Verifiche delle membrature in cemento armato .....	22
12.	Deformazioni – Vasca Spingitubo.....	23
13.	CONCLUSIONI .....	26



## 1. PREMESSA

Nel presente elaborato di “Relazione Tecnica Generale”, sono riportati gli schemi di calcolo e le verifiche relative alla realizzazione di sistemi per la posa in opera con la tecnica di microtunneling delle condotte idrauliche di collegamento delle vasche artificiali in attraversamento al rilevato di via Carlo Levi. I risultati delle analisi di calcolo relativi ai muri di controspinta da realizzare nell’ambito dei lavori relativi al progetto esecutivo delle opere di “Realizzazione di muri di controspinta sotto via C. Levi” nella regione Lazio. Le opere a farsi sono state commissionate dall’ Impresa Generali Costruzioni s.r.l. – viale Antonio Gramsci n°5 04100 - Latina (LT).

Nella suddetta relazione si riportano le verifiche dei **muri di controspinta in c.a.** realizzati in cemento armato che insistono al di sotto di via C. Levi (v.fig.1).

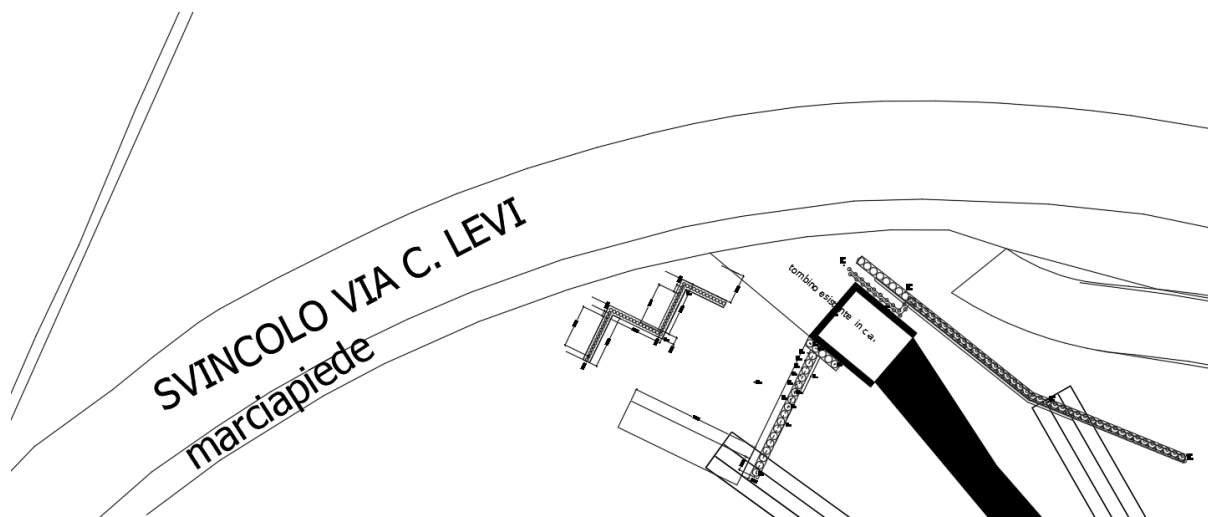


Figura 1| Stralcio Planimetrico Generale – Struttura esistente.

## 2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A. (MURI DI CONTROSPINTA IN C.A.-VASCA SPINGITUBO)

La struttura esistente presenta una pianta poligonale avente dimensioni pari a 9.13x13.35m caratterizzata perimetralmente da una paratia di micropali esistenti Ø220 accostati (dal lato di via C. Levi) aventi la funzione di reggere la spinta del terreno in fase di scavo e una paratia di pali Ø500 (lato opposto a via C. Levi) retrostanti una parete in c.a. esistente di spessore pari a 50cm. La paratia risulterà essere collegata da una trave cordolo in c.a. in sommità di sezione 50x60cm. La struttura portante esistente della vasca è costituita da fondazioni del tipo diretto (platea in c.a. di spessore pari a 50cm poggiante su un letto di calcestruzzo magro di spessore pari a 10cm) e un setto in c.a. di spessore 50cm avente la funzione di contrastare la spinta del sistema a martinetti idraulici per la realizzazione dell'opera di microtunneling. (Fig. 2)

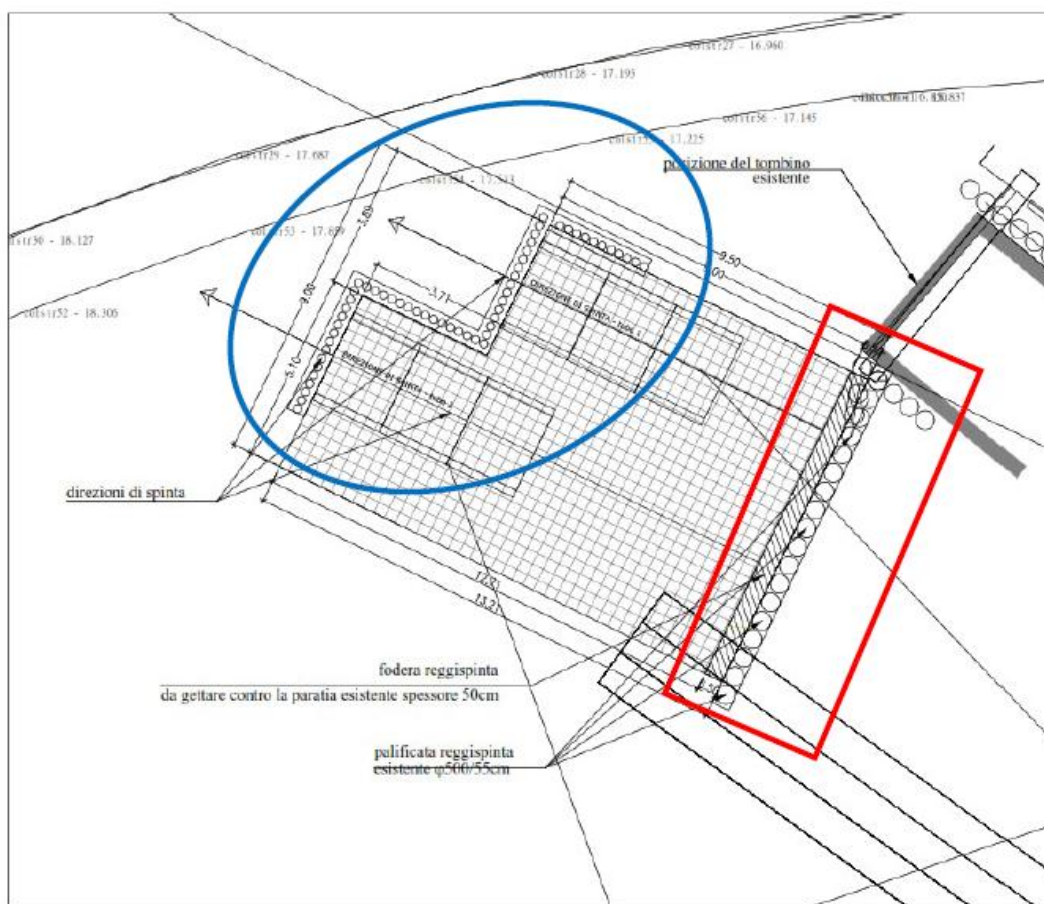


Figura 2| Vista in Pianta – Struttura esistente.

La presente relazione di calcolo delle strutture prevede la realizzazione di una nuova porzione di platea di fondazione di geometria triangolare e di completamento alla platea esistente. Tale platea risulterà essere realizzata ad una quota -5.26m (piano di posa) rispetto al piano campagna (+0.00m) avente un'altezza pari a 50cm su uno strato di magrone di spessore pari a 10cm; la quota di estradosso della platea di fondazione sarà realizzata alla quota -4.66m rispetto al p.c. Le strutture in elevazione



### **3. METODO DI ANALISI E DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO**

Il metodo di analisi utilizzato per il calcolo della struttura progettata, è quello **dell'Analisi Lineare Dinamica**; in particolare si è provveduto:

- alla determinazione dei modi di vibrare della costruzione (Analisi Modale);
- al calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto per ciascuno dei modi di vibrare, nella combinazione di questi effetti.

Infine tale metodo ha consentito di valutare gli effetti dell'azione sismica sui sistemi dissipativi. I calcoli sono stati eseguiti con l'ausilio del codice di calcolo ad elementi finiti Sismicad 13 della Concrete s.r.l. In dettaglio è stata analizzata l'intera struttura in un unico modello di calcolo (fondazioni e struttura in elevazione).

### **4. NORMATIVA ADOTATA**

Le verifiche ed i procedimenti di calcolo adottati sono quelli propri della Scienza delle Costruzioni.

Le disposizioni vigenti consistono nelle seguenti norme:

- D.M. 17.01.18:** Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni.
- Circ. n. 7 del 21.01.19:** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Eurocodice 2:** Progettazione delle strutture in c.a.
- Eurocodice 7:** Progettazione geotecnica.
- Eurocodice 8:** Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971** “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio”.

## 5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1. CALCESTRUZZO

I materiali ed i prodotti di cui è prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere altresì sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC2018. Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, quest'ultimo viene titolato e identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa (par. 11.2 NTC2018). Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2016 e nella UNI 11104:2004. Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della Tab.4.1.I riportata nelle NTC 2018.

Tab. 4.1.I – *Classi di resistenza*

Classe di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.II, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Tab. 4.1.II – *Impiego delle diverse classi di resistenza*

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

## **CLASSE DI RESISTENZA**

La classe del conglomerato deve essere del tipo:

- C16/20 per il MAGRONE DI FONDAZIONE;
- C25/30 per le PLATEE DI FONDAZIONE, PALI, SETTI IN C.A.;

### **Classe di resistenza del calcestruzzo C16/20**

***Da utilizzarsi per il MAGRONE DI FONDAZIONE***

***Tensioni nominali di calcolo***

***Verifiche agli SLU***

$f_{ck} = 16,60$  MPa – Tensione caratteristica

$f_{cd} = 9,40$  MPa – Tensione di calcolo

***Verifiche agli SLE***

$\sigma_c = 0,60 f_{ck} = 9,96$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Caratteristica (rara))

$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 7,47$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Quasi permanente)

### **Classe di resistenza del calcestruzzo C25/30**

***Da utilizzarsi per la PLATEA, PALI, SETTI IN C.A.***

***Tensioni nominali di calcolo***

***Verifiche agli SLU***

$f_{ck} = 24,90$  MPa – Tensione caratteristica

$f_{cd} = 14,11$  MPa – Tensione di calcolo

***Verifiche agli SLE***

$\sigma_c = 0,60 f_{ck} = 14,94$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Caratteristica (rara))

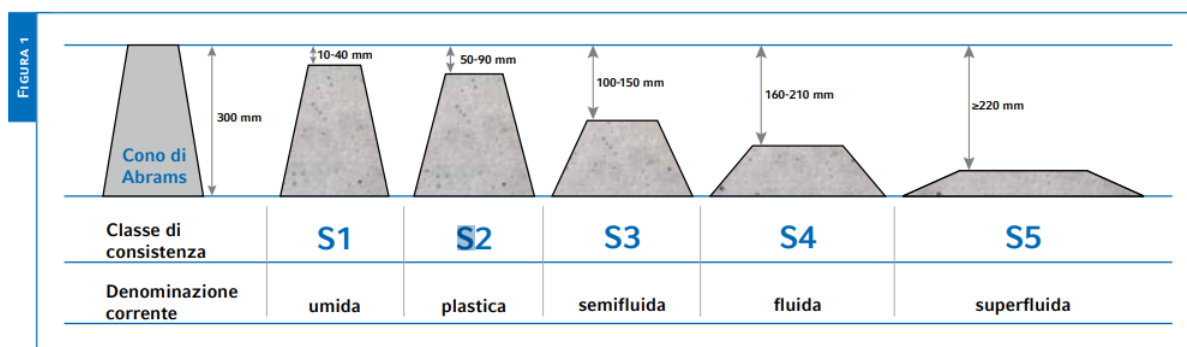
$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 11,20$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Quasi permanente)

### **Calcestruzzo: diagramma parabola-rettangolo**

$g_c = 1,50$ ;  $e_{cl} = 0,20$  %;  $e_{cu} = 0,35$  %

## CLASSE DI CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO

La consistenza è una proprietà del calcestruzzo allo stato fresco che influenza fortemente le proprietà del calcestruzzo indurito. Introdotta dalla norma UNI EN 206-1, si misura facilmente in cantiere con il cono di Abrams. La classe di consistenza è un indice della lavorabilità del calcestruzzo, cioè la caratteristica che consente di confezionare, trasportare, gettare e compattare il calcestruzzo con una certa facilità. La norma UNI EN 206-1 prevede più modi di classificare la lavorabilità del calcestruzzo fresco: classi di abbassamento al cono, classi di compattabilità e classi di spandimento. Per le normali applicazioni nel mercato del calcestruzzo preconfezionato, si preferisce utilizzare le classi di abbassamento al cono (Fig. 1), in quanto ritenute le più diffuse, versatili e semplici.



Prospetto 3 della norma UNI EN 206-1: classi di abbassamento al cono (slump).

Fig. 5 | Classe di abbassamento al cono (slump) – UNI EN 206-1.

I copriferri per armature Ø10 e Ø16 utilizzati nelle piastre di fondazione, nei setti di c.a. saranno pari a 50mm.

### 5.2. TIPO DI ACCIAIO - B450C

#### *Tensioni nominali di calcolo*

#### *Verifiche agli SLU*

$f_{yk} = 450,0 \text{ MPa}$  - Tensione di snervamento

$f_{tk} = 540,0 \text{ MPa}$  - Tensione di rottura

$f_{yd} = 391,3 \text{ MPa}$  - Tensione di calcolo

#### *Verifiche agli SLE (combinazione rara)*

$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$  - Tensione di esercizio

Acciaio: diagramma elastico-perfettamente plastico indefinito

$\gamma_s = 1,15$

## 6. ANALISI DEI CARICHI STRUTTURALI

Di seguito vengono illustrate le analisi dei carichi agenti sulle strutture.

Tali carichi si distinguono in tre principali aliquote: pesi propri dei materiali, carichi permanenti non strutturali, e carichi variabili per costruzioni ad uso civile, nel rispetto delle indicazioni imposte dal D.M. 17.01.18.

Cat. F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso <30KN) – Tab. 2.5.I

### 6.1. PLATEA IN C.A. DI FONDAZIONE – VASCA SPINGITUBO

I carichi agenti sulla platea su in c.a di fondazione, sono indicati di seguito:

#### Carichi permanenti strutturali:

Peso proprio platea in c.a.  $sp=50\text{cm}$ : = 12.50 kN/m<sup>2</sup>  
 **$G_1 = 12.50 \text{ kN/m}^2$**

#### Carichi permanenti non strutturali:

Nell'analisi della struttura portante il getto di completamento gravante sulla platea sarà considerato un carico permanente portato.

Peso proprio soletta di compensazione  $sp=20\text{cm}$ : = 5.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Carico terreno di riporto = 73.20 kN/m<sup>2</sup>  
 **$G_2 = 78.20 \text{ kN/m}^2$**

#### Carichi Accidentali:

Nel modello di calcolo è stato considerato un sovraccarico pari a 20,0 KN/m<sup>2</sup> dovuto ai convogli da traffico

= 20.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Scarichi macchine operatrici = 27.80 kN/m<sup>2</sup>  
 **$q_k = 47.80 \text{ kN/m}^2$**

#### 6.1.1. PARETI IN C.A.

Nell'analisi di calcolo si è considerata la spinta del terreno sulle pareti (a vantaggio di sicurezza), un incremento di spinta dovuto al passaggio veicolare adiacente la paratia pari a 20,0KN/m<sup>2</sup> e un incremento di spinta dovuto all'azione sismica computata in automatico dal software di calcolo.

## 7. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli Stati Limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (NTC 17.01.18 par. 2.5.3):

### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo “+” vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$  sono dati nel § 2.6.1.

Nella tabella sottostante si riportano i valori dei coefficienti di combinazione da adottarsi per gli edifici civili ed industriali di tipo corrente:

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

*Valori dei coefficienti di combinazione (NTC 17.01.18 par. 2.5.2. Tab. 2.5.I)*

Nella tabella sottostante si riportano i valori dei coefficienti parziali per le azioni (S.L.U.):

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

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

<sup>(1)</sup> 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.

*Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (NTC 17.01.18 par. 2.6.1. Tab. 2.6.I):*

## 7.1. DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA DI PROGETTO

### 7.1.1. ACCELERAZIONE DI PROGETTO

Ai fini del progetto strutturale allo stato limite ultimo, l'azione sismica di progetto  $S_d(T)$  è definita a partire dallo spettro di risposta elastico  $S_e(T)$  con le ordinate ridotte in ragione del fattore di struttura  $q$ .

### 7.1.2. LO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni:

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

$$\begin{aligned} T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g S \eta F_o \\ T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g S \eta F_o (T_C/T) \\ T_D \leq T & S_e(T) = a_g S \eta F_o \cdot (T_C \cdot T_D / T^2) \end{aligned}$$

Con  $\eta=1$  per il coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi=5$ .

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie. A questo scopo, la norma fornisce la classificazione dei terreni sulla stima dei valori della velocità equivalente  $V_{S,30}$  di propagazione delle onde sismiche di taglio entro i primi 30 metri di profondità. Sono riscontrabili in letteratura diverse equazioni per la determinazione della velocità delle onde di taglio, nel caso in esame si è utilizzato la relazione di Imai:

$$V_S = 91 \cdot N^{0,337} \text{ (Imai, 1977)}$$

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$  è definita dell'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} [m/s]$$

Nel caso in esame il sottosuolo è classificabile nella **Categoria C**, definita "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360 m/s". (NTC 17.01.18 par. 2.4.1. Tab. 3.2.II).

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

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

Tabella di  $S_s$  e  $C_c$  in funzione della categoria del sottosuolo (NTC 17.01.18 par. 3.2 Tab. 3.2.IV):

I periodi  $T_C$ ,  $T_B$ ,  $T_D$  e  $F_o$  sono funzione del periodo di ritorno  $T_R$ :

$$T_C = C_C T^*_{C} \quad (\text{NTC 17/01/2018, eq. 3.2.5})$$

$$T_B = T_C/3 \quad (\text{NTC 17/01/2018, eq. 3.2.6})$$

$$T_D = 4,0 (a_g/g) + 1,6 \quad (\text{NTC 17/01/2018, eq. 3.2.7})$$

### 7.1.3. PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'AZIONE SISMICA

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, può essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dell'opera in esame è stata assunta  $V_N = 50$  anni (DM 17.01.18 par. 2.4.1. Tab. 2.4.I).

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso della costruzione, in caso di azioni sismiche l'opera si può inquadrare in una **classe d'uso II**.

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

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni}$$

Poiché la costruzione ha una classe d'uso II, il coefficiente d'uso è 2 (NTC 17.01.18 par. 2.4.3. Tab. 2.4.II).

### 7.1.4. INDIVIDUAZIONE DELLA DOMANDA SISMICA

L'individuazione della domanda sismica viene effettuata attraverso il suo **periodo di ritorno  $T_R$** , determinato come:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} \quad (30 \text{ anni} \leq T_R \leq 2475 \text{ anni})$$

Gli stati limite di esercizio ed ultimi di seguito definiti, consentono di individuare quattro condizioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, fanno corrispondere una graduale crescita del danneggiamento della costruzione, ossia dell'insieme costituito dagli elementi strutturali, quelli non strutturali e da quelli impiantistici.

Gli stati limite di esercizio sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva (NTC 17.01.18 par. 3.2.1. Tab. 3.2.I):

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_r}$  al variare dello stato limite considerato

Stati limite	<b><math>P_{V_r}</math>: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento <math>V_r</math></b>
--------------	---

Stati di limite di esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Stati di limite ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

## 8. VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA

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

Contesto: **contesto di verifica.**

Rapporto V (%): **rapporto tra il modulo del taglio della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.**

Rapporto N (%): **rapporto tra lo sforzo normale della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.**

Verifica: **stato di verifica.**

Struttura con fondazioni: **forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.**

Fx: **componente della forza lungo l'asse X globale. [kN]**

Fy: **componente della forza lungo l'asse Y globale. [kN]**

Fz: **componente della forza lungo l'asse Z globale. [kN]**

Struttura incastrata con suolo A: **forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.**

### 8.1. VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA

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

#### VERIFICHE § 7.2.6 B)

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLD 1	-34.69	-445.28	-1223.79	99.81	-372.15	-1232.06	115.9	99.3	Si
SLD 2	-34.69	-445.28	-1223.79	99.81	-372.15	-1232.06	115.9	99.3	Si
SLD 5	82.43	-737.25	-1237.77	173.76	-532.96	-1232.66	132.3	100.4	Si
SLD 6	82.43	-737.25	-1237.77	173.76	-532.96	-1232.66	132.3	100.4	Si
SLD 7	345.89	256.2	-1221.29	325.18	59.74	-1232.85	130.2	99.1	Si
SLD 8	345.89	256.2	-1221.29	325.18	59.74	-1232.85	130.2	99.1	Si
SLD 9	261.86	-689.48	-1244.81	282.57	-492.99	-1233.24	129.8	100.9	Si
SLD 10	261.86	-689.48	-1244.81	282.57	-492.99	-1233.24	129.8	100.9	Si
SLD 11	525.31	303.97	-1228.32	434	99.71	-1233.43	136.3	99.6	Si
SLD 12	525.31	303.97	-1228.32	434	99.71	-1233.43	136.3	99.6	Si
SLD 13	563.4	-286.04	-1247.25	462.52	-238.91	-1233.98	121.4	101.1	Si
SLD 14	563.4	-286.04	-1247.25	462.52	-238.91	-1233.98	121.4	101.1	Si
SLD 15	642.44	12	-1242.31	507.95	-61.1	-1234.03	125.6	100.7	Si
SLD 16	642.44	12	-1242.31	507.95	-61.1	-1234.03	125.6	100.7	Si
SLV 1	-553.14	-791.73	-1209.19	-218.15	-613.08	-1230.63	148.4	98.3	Si
SLV 2	-553.14	-791.73	-1209.19	-218.15	-613.08	-1230.63	148.4	98.3	Si
SLV 3	-353.63	-38.4	-1196.52	-102.31	-159.05	-1230.79	188.1	97.2	Si
SLV 4	-353.63	-38.4	-1196.52	-102.31	-159.05	-1230.79	188.1	97.2	Si
SLV 5	-255.81	-1531.73	-1245.1	-28.41	-1024.19	-1232.07	151.6	101.1	Si

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLV 6	-255.81	-1531.73	-1245.1	-28.41	-1024.19	-1232.07	151.6	101.1	Si
SLV 7	409.2	979.39	-1202.88	357.7	489.28	-1232.62	175.1	97.6	Si
SLV 8	409.2	979.39	-1202.88	357.7	489.28	-1232.62	175.1	97.6	Si
SLV 9	198.54	-1412.67	-1263.21	250.05	-922.52	-1233.47	149.3	102.4	Si
SLV 10	198.54	-1412.67	-1263.21	250.05	-922.52	-1233.47	149.3	102.4	Si
SLV 11	863.56	1098.45	-1221	636.17	590.94	-1234.02	160.9	98.9	Si
SLV 12	863.56	1098.45	-1221	636.17	590.94	-1234.02	160.9	98.9	Si
SLV 13	961.38	-394.88	-1269.57	710.07	-274.2	-1235.3	136.5	102.8	Si
SLV 14	961.38	-394.88	-1269.57	710.07	-274.2	-1235.3	136.5	102.8	Si
SLV 15	1160.88	358.45	-1256.91	825.91	179.83	-1235.46	143.7	101.7	Si
SLV 16	1160.88	358.45	-1256.91	825.91	179.83	-1235.46	143.7	101.7	Si

## **9. DESCRIZIONE DELLA CLASSE DI DUTTILITA' DELLA STRUTTURA**

L'analisi della struttura è stata eseguita considerando la stessa “**NON DISSIPATIVA**”, (punto 7.2.1 - Criteri generali delle costruzioni).

## **10. VERIFICHE DEI NUOVI ELEMENTI STRUTTURALI**

Le verifiche dei nuovi elementi strutturali sono riportate nel tabulato di calcolo allegato al presente calcolo strutturale.

## **11. DESCRIZIONE DEL SOFTWARE**

### **11.1. DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD 13**

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

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

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

### **11.2. SPECIFICHE TECNICHE**

Denominazione del software: Sismicad 13

Produttore del software: Concrete

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

<http://www.concrete.it>

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

Versione: 13.0

Identificatore licenza: SW-15014963

Versione regolarmente licenziata

### 11.3. SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

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

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

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

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

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

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con

passo massimo assegnato in fase di immissione dati;

- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;
- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

#### **11.4. VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO**

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

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

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

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

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

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

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

## 12. DEFORMAZIONI – VASCA SPINGITUBO

Di seguito si mostrano le deformate relative ai due modi principali di vibrare della struttura; nella tabella si riportano per ciascun modo di vibrare, il periodo di vibrazione e la percentuale di massa partecipante:

*Modo: identificativo del modo di vibrare.*

*Periodo: periodo. [s]*

*Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

*Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*

*Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*

*Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.*

*Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.*

**Totale masse partecipanti:**

Traslazione X: 0.999933

Traslazione Y: 0.999942

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.995161

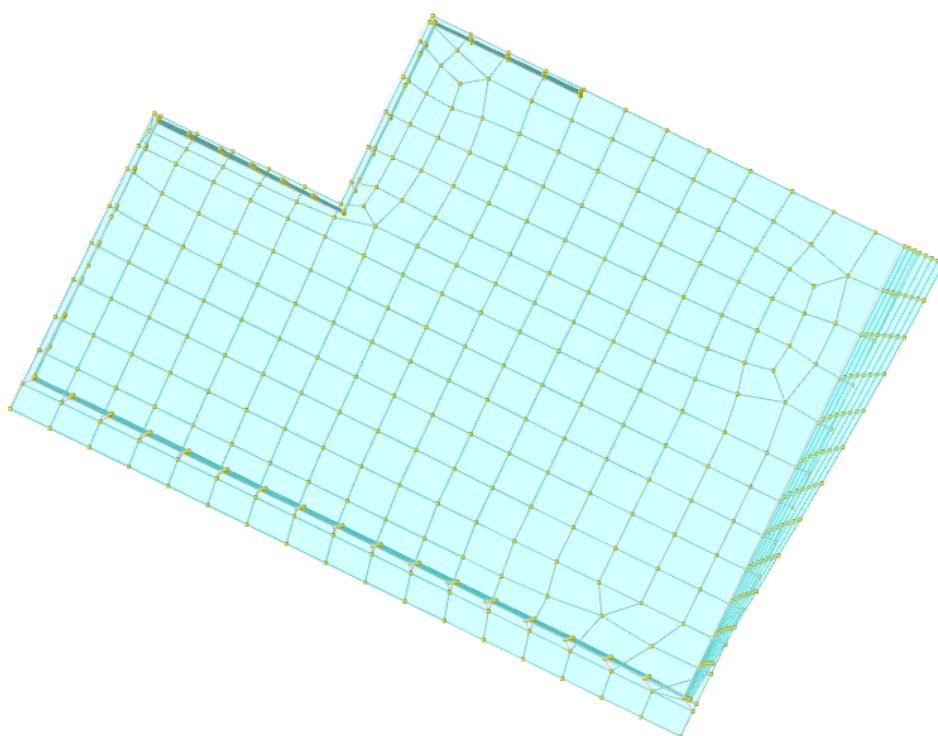
Rotazione Y: 0.986804

Rotazione Z: 0.999678

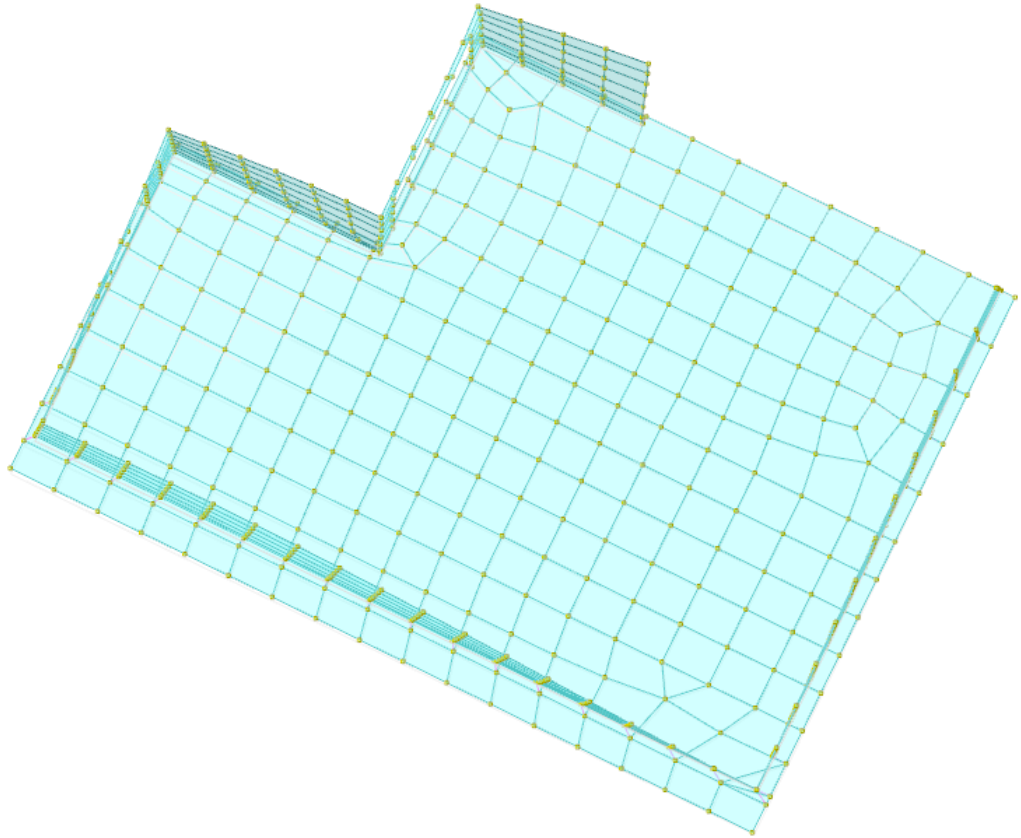
Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.108364266	0.375910188	0.02489427	0	0.007449914	0.144604354	0.031506852	0.375910188	0.02489427
2	0.092272672	0.000000375	0.417854197	0	0.202251765	0.000082406	0.112682469	0.000000375	0.417854197
3	0.083244109	0.081723211	0.292940543	0	0.16630456	0.055649368	0.777316215	0.081723211	0.292940543
4	0.07634982	0.000633755	0.056526338	0	0.049962879	0.000049596	0.000549128	0.000633755	0.056526338
5	0.061668501	0.172551344	0.002464911	0	0.000014215	0.112593508	0.008146121	0.172551344	0.002464911
6	0.05323011	0.011434365	0.075714819	0	0.047152741	0.022509076	0.001349135	0.011434365	0.075714819
7	0.052248703	0.24894334	0.000003887	0	0.001160968	0.21024408	0.013618364	0.24894334	0.000003887
8	0.046015431	0.018065715	0.019802515	0	0.013741768	0.008951006	0.000744076	0.018065715	0.019802515
9	0.040850838	0.00166418	0.008558921	0	0.009253064	0.002338806	0.003442774	0.00166418	0.008558921
10	0.037271295	0.014354235	0.001307701	0	0.004438022	0.025906182	0.000048647	0.014354235	0.001307701
11	0.033723839	0.001874205	0.026397519	0	0.043698533	0.009555087	0.002123155	0.001874205	0.026397519
12	0.031760996	0.044283685	0.005750838	0	0.018969426	0.127775648	0.002158713	0.044283685	0.005750838
13	0.023447542	0.013160563	0.003285229	0	0.025579653	0.067050458	0.006621565	0.013160563	0.003285229
14	0.022186431	0.000031598	0.045360419	0	0.256597511	0.000236281	0.02858175	0.000031598	0.045360419
15	0.019352919	0.003612371	0.000836529	0	0.013113684	0.055261944	0.000488982	0.003612371	0.000836529

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
16	0.017781309	0.004854914	0.012734853	0	0.09324329	0.055414919	0.00648478	0.004854914	0.012734853
17	0.012512211	0.000246301	0.004538426	0	0.035819593	0.000281368	0.003569774	0.000246301	0.004538426
18	0.012204456	0.003967725	0.000034916	0	0	0.029324502	0.000083951	0.003967725	0.000034916
19	0.009356222	0.002173144	0.000412486	0	0.001205167	0.026805346	0.000097158	0.002173144	0.000412486
20	0.007884082	0.000447834	0.000522348	0	0.005204006	0.032170236	0.000064019	0.000447834	0.000522348

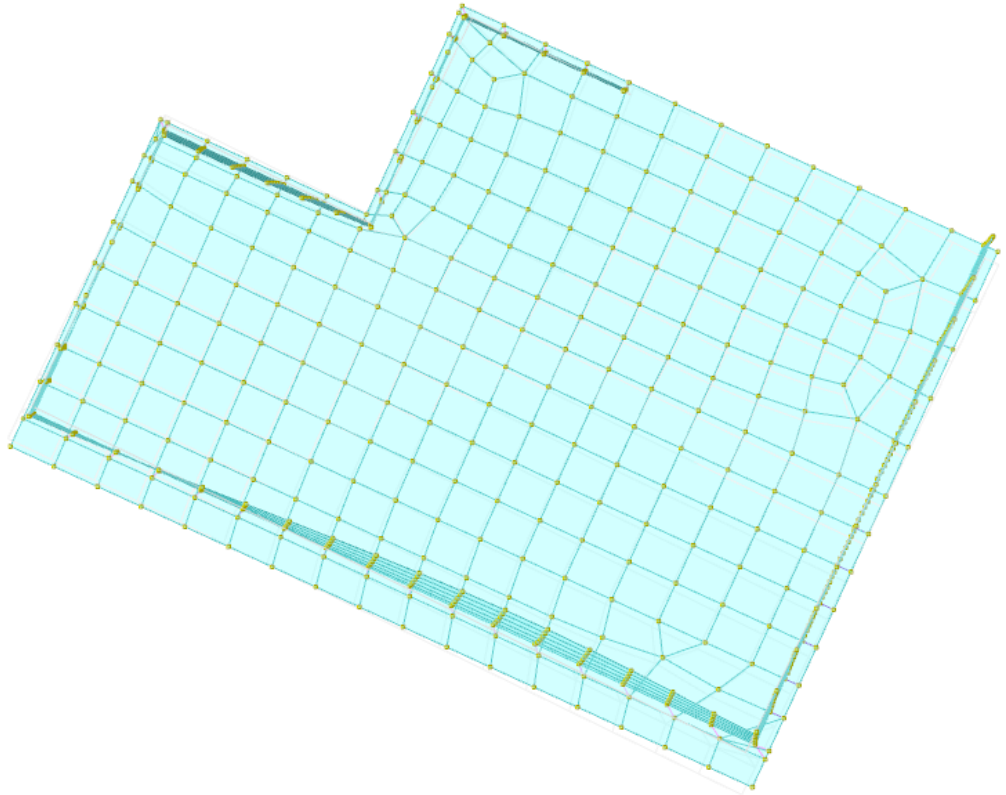
Come si evince dalla tabella precedente, i modi di vibrare che eccitano le maggiori percentuali di massa sono il 1°, 2° e 3° modo. Di seguito si riportano le deformate dei primi 3 modi di vibrare



**Fig. 6 | Deformata - 1° modo di vibrare.**



**Fig. 7 | Deformata - 2° modo di vibrare.**



**Fig. 8 | Deformata - 3° modo di vibrare.**

### 13. CONCLUSIONI

Le analisi hanno evidenziato livelli di sollecitazione e deformazione negli elementi strutturali e nel terreno compatibili ai valori massimi imposti dalla Normativa.

IN PARTICOLARE, SI DICHIARA CHE I RISULTATI DELLE ANALISI SVOLTE RISPETTANO QUANTO PRESCRITTO DAL D.M. 17/01/2018 e C.M. n.7 del 21/01/2019.

Tutti i riferimenti grafici sono contenuti nelle tavole allegate al progetto.

Napoli, Novembre 2025

**Il Progettista**



# REGIONE LAZIO

## SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DELL'ACQUACETOSA A MONTE DI VIA C. COLOMBO CUP F81J21000020001

### Realizzazione di muri di contropinta sotto via C. Levi

Committente: I.GE.CO. IMPRESA GENERALI COSTRUZIONI s.r.l. VIALE ANTONIO GRAMSCI 5 04100 - LATINA (LT)			Timbro e Firma:					
Progettazione:  Ing. Giacomo Ferrillo			Timbro e Firma:					
Data: Novembre 2025			<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			Elaborato <b>CD</b>		
Scala: -								
REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED BY	VERIFICATO CHECKED BY	APPROVATO APPROVED BY			
00	Novembre 2025	Emissione						
Commissa	Progetto	Codice elaborato	Revisione	N° Tomo	Formato	Nome File		
0/46	□□	□□□□□□	□□	□/□	□□	Relazione di calcolo sulle strutture		



## REGIONE LAZIO

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR), NELL'AMBITO  
DELLA MISSIONE 2, COMPONENTE 4, INVESTIMENTO 2.1B – MISURE PER  
LA GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONE E PER LA RIDUZIONE DEL  
RISCHIO IDROGEOLOGICO LAVORI

SISTEMAZIONE IDRAULICA FOSSO DEL'ACQUACETOSA  
MONTE DI VIA C. COLOMBO  
CUP: F81J21000020001

**REALIZZAZIONE DI MURI DI CONTROSPINTA SOTTO VIA C.  
LEVI**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

## Sommario

1.	PREMESSA.....	4
2.	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A.....	5
	(muri di controspinta in c.a.-vasca spingitubo) .....	5
3.	METODO DI ANALISI E DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO .....	7
4.	NORMATIVA ADOTATA .....	7
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
5.1.	Calcestruzzo .....	8
5.2.	Tipo di acciaio - B450C .....	10
6.	ANALISI DEI CARICHI STRUTTURALI .....	11
6.1.	Platea in c.a. di fondazione – vasca spingitubo.....	11
6.1.1.	Pareti in c.a. ....	11
7.	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	12
7.1.	Definizione dell’ azione sismica di progetto.....	13
7.1.1.	Accelerazione di progetto .....	13
7.1.2.	Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale.....	13
7.1.3.	Periodo di riferimento dell’azione sismica .....	15
7.1.4.	Individuazione della domanda sismica .....	15
8.	VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA .....	17
8.1.	Verifica risposta strutturale sismica .....	17
	Verifiche § 7.2.6 b).....	17
9.	DESCRIZIONE DELLA CLASSE DI DUTTILITA’ DELLA STRUTTURA .....	19
10.	SINTESI DEI RISULTATI .....	19
10.1.	Preferenze di analisi .....	23
11.	Verifiche dei nuovi elementi strutturali .....	25
12.	VERIFICHE LOCALI.....	25
12.1.	verifica inghisaggi setti in c.a. ....	25
12.2.	verifiche resistenza e inghisaggi travi in acciaio .....	27
12.2.1.	verifiche resistenza profilati.....	27
12.2.2.	verifiche inghisaggi .....	30

13. CONCLUSIONI ..... 37

## 1. PREMESSA

Nel presente elaborato di “Relazione di calcolo delle strutture”, sono riportati gli schemi di calcolo e le verifiche relative alla realizzazione di sistemi per la posa in opera con la tecnica di microtunneling delle condotte idrauliche di collegamento delle vasche artificiali in attraversamento al rilevato di via Carlo Levi. I risultati delle analisi di calcolo relativi ai muri di controspinta da realizzare nell’ambito dei lavori relativi al progetto esecutivo delle opere di “Realizzazione di muri di controspinta sotto via C. Levi” nella regione Lazio. Le opere a farsi sono state commissionate dall’ Impresa Generali Costruzioni s.r.l. – viale Antonio Gramsci n°5 04100 - Latina (LT).

Nella suddetta relazione si riportano le verifiche dei **muri di controspinta in c.a.** realizzati in cemento armato che insistono al di sotto di via C. Levi (v.fig.1).

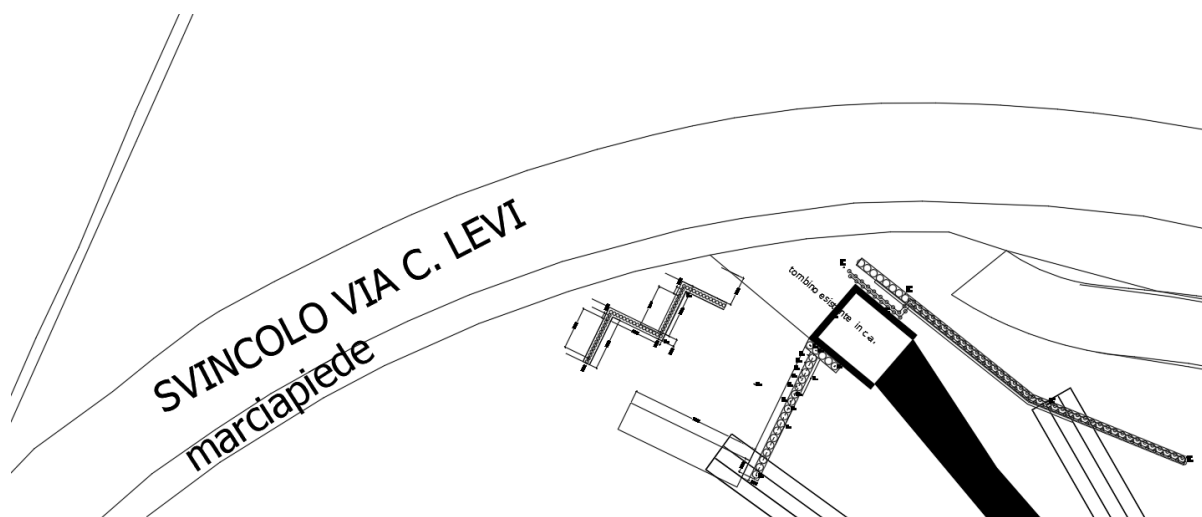
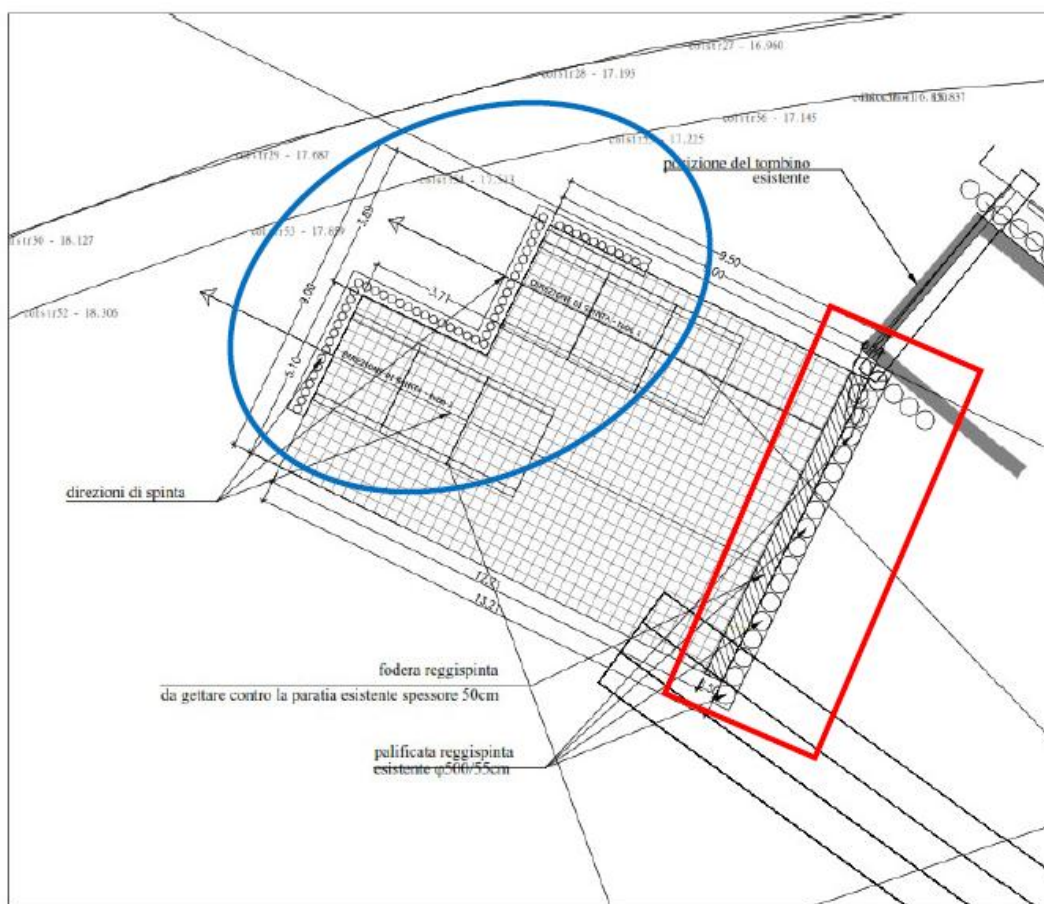


Figura 1| Stralcio Planimetrico Generale – Struttura esistente.

**2. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE IN C.A.**  
**(MURI DI CONTROSPINTA IN C.A.-VASCA SPINGITUBO)**

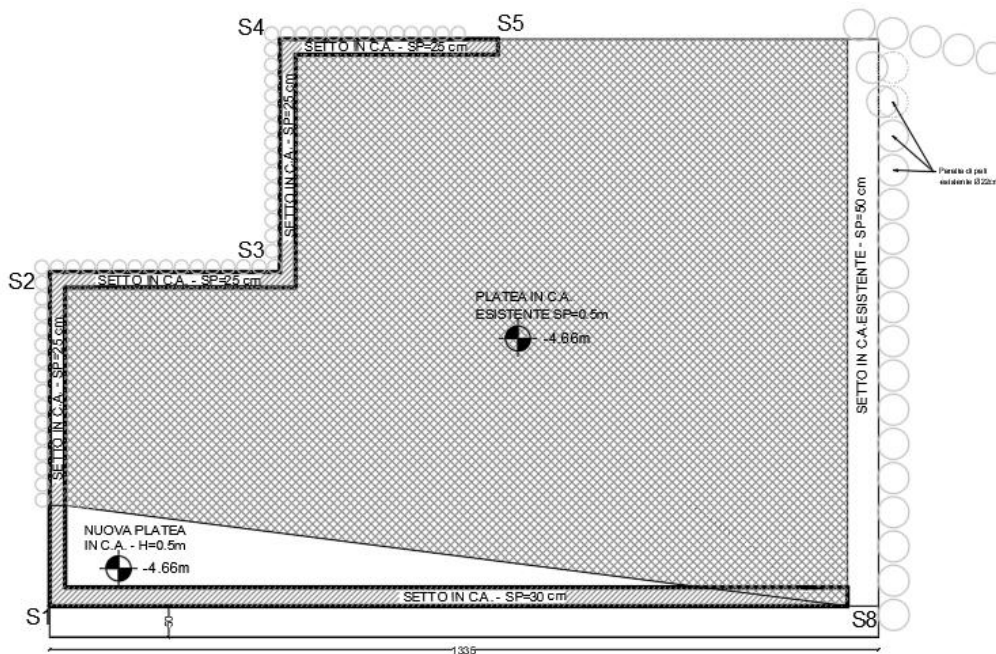
La struttura esistente presenta una pianta poligonale avente dimensioni pari a 9.13x13.35m caratterizzata perimetralmente da una paratia di micropali esistenti Ø220 accostati (dal lato di via C. Levi) aventi la funzione di reggere la spinta del terreno in fase di scavo e una paratia di pali Ø500 (lato opposto a via C. Levi) retrostanti una parete in c.a. esistente di spessore pari a 50cm. La paratia risulterà essere collegata da una trave cordolo in c.a. in sommità di sezione 50x60cm. La struttura portante esistente della vasca è costituita da fondazioni del tipo diretto (platea in c.a. di spessore pari a 50cm poggiante su un letto di calcestruzzo magro di spessore pari a 10cm) e un setto in c.a. di spessore 50cm avente la funzione di contrastare la spinta del sistema a martinetti idraulici per la realizzazione dell'opera di microtunneling. (Fig. 2)



**Figura 2| Vista in Pianta – Struttura preesistente.**

La presente relazione di calcolo delle strutture prevede la realizzazione di una nuova porzione di platea di fondazione di geometria triangolare e di completamento alla platea esistente. Tale platea risulterà essere realizzata ad una quota -5.26m (piano di posa) rispetto al piano campagna (+0.00m) avente un'altezza pari a 50cm su uno strato di magrone di spessore pari a 10cm; la quota di estradosso della platea di fondazione sarà realizzata alla quota -4.66m rispetto al p.c. Le strutture in elevazione

poggianti sulla platea esistente e sulla porzione di platea nuova saranno dei setti in c.a. di spessore variabile tra 25 e 30cm; Tali setti saranno realizzati a quota compresa tra (-60cm) e (-100cm) rispetto al p.c (Fig.3). A seguito della realizzazione della platea di fondazione e dei setti in c.a. verrà realizzato un getto di compensazione di spessore pari a 20cm.



**Figura 3| Pianta nuove strutture da realizzare.**

La parete S1-S8 sarà connessa per una porzione nella nuova platea di fondazione tramite i ferri verticali correnti del setto e nella zona in prossimità della parete esistente tramite ancoranti chimici orizzontali e verticali ad iniezione a base di vilinestere senza stirene ad elevate prestazioni della tipologia Vorpa VSM (barre di ripresa del getto B450C) rispettivamente nella parete e nella platea esistente; la parete S1-S2 sarà connessa per una porzione nella nuova platea di fondazione tramite i ferri verticali correnti e nella platea esistente tramite ancoranti chimici orizzontali e verticali ad iniezione a base di vilinestere senza stirene ad elevate prestazioni della tipologia Vorpa VSM; Le pareti S2-S3, S3-S4, S4-S5 saranno connessi alla platea esistente tramite ancoranti chimici orizzontali e verticali ad iniezione a base di vilinestere senza stirene ad elevate prestazioni della tipologia Vorpa VSM. Per le pareti in c.a. S1-S2;S3-S4 saranno realizzati due fori quadrati 2.90x2.90m per consentire il passaggio dello spingitubo.

Il codice di calcolo utilizzato è il SISMICAD 13 con licenza n. SW - 15014963.

### 3. METODO DI ANALISI E DESCRIZIONE DEI MODELLI DI CALCOLO

Il metodo di analisi utilizzato per il calcolo della struttura progettata, è quello **dell'Analisi Lineare Dinamica**; in particolare si è provveduto:

- alla determinazione dei modi di vibrare della costruzione (Analisi Modale);
- al calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto per ciascuno dei modi di vibrare, nella combinazione di questi effetti.

Infine tale metodo ha consentito di valutare gli effetti dell'azione sismica sui sistemi dissipativi. I calcoli sono stati eseguiti con l'ausilio del codice di calcolo ad elementi finiti Sismicad 13 della Concrete s.r.l. In dettaglio è stata analizzata l'intera struttura in un unico modello di calcolo (fondazioni e struttura in elevazione).

### 4. NORMATIVA ADOTATA

Le verifiche ed i procedimenti di calcolo adottati sono quelli propri della Scienza delle Costruzioni.

Le disposizioni vigenti consistono nelle seguenti norme:

- D.M. 17.01.18:** Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni.
- Circ. n. 7 del 21.01.19:** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Eurocodice 2:** Progettazione delle strutture in c.a.
- Eurocodice 7:** Progettazione geotecnica.
- Eurocodice 8:** Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971** “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio”.

## 5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1. CALCESTRUZZO

I materiali ed i prodotti di cui è prevista in progetto l'utilizzazione, devono essere altresì sottoposti alle procedure ed alle prove sperimentali di accettazione, prescritte nelle NTC2018. Ai fini della valutazione del comportamento e della resistenza delle strutture in calcestruzzo, quest'ultimo viene titolato e identificato mediante la classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica e cubica a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su provini cilindrici (o prismatici) e cubici, espressa in MPa (par. 11.2 NTC2018). Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2016 e nella UNI 11104:2004. Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza della Tab.4.1.I riportata nelle NTC 2018.

Tab. 4.1.I – *Classi di resistenza*

Classe di resistenza
C8/10
C12/15
C16/20
C20/25
C25/30
C30/37
C35/45
C40/50
C45/55
C50/60
C55/67
C60/75
C70/85
C80/95
C90/105

I calcestruzzi delle diverse classi di resistenza trovano impiego secondo quanto riportato nella Tab. 4.1.II, fatti salvi i limiti derivanti dal rispetto della durabilità.

Tab. 4.1.II – *Impiego delle diverse classi di resistenza*

Strutture di destinazione	Classe di resistenza minima
Per strutture non armate o a bassa percentuale di armatura (§ 4.1.11)	C8/10
Per strutture semplicemente armate	C16/20
Per strutture precomprese	C28/35

## **CLASSE DI RESISTENZA**

La classe del conglomerato deve essere del tipo:

- C16/20 per il MAGRONE DI FONDAZIONE;
- C25/30 per le PLATEE DI FONDAZIONE, PALI, SETTI IN C.A.;

### **Classe di resistenza del calcestruzzo C16/20**

***Da utilizzarsi per il MAGRONE DI FONDAZIONE***

***Tensioni nominali di calcolo***

***Verifiche agli SLU***

$f_{ck} = 16.60$  MPa – Tensione caratteristica

$f_{cd} = 9.40$  MPa – Tensione di calcolo

***Verifiche agli SLE***

$\sigma_c = 0,60 f_{ck} = 9.96$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Caratteristica (rara))

$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 7.47$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Quasi permanente)

### **Classe di resistenza del calcestruzzo C25/30**

***Da utilizzarsi per la PLATEA, PALI, SETTI IN C.A.***

***Tensioni nominali di calcolo***

***Verifiche agli SLU***

$f_{ck} = 24,90$  MPa – Tensione caratteristica

$f_{cd} = 14,11$  MPa – Tensione di calcolo

***Verifiche agli SLE***

$\sigma_c = 0,60 f_{ck} = 14,94$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Caratteristica (rara))

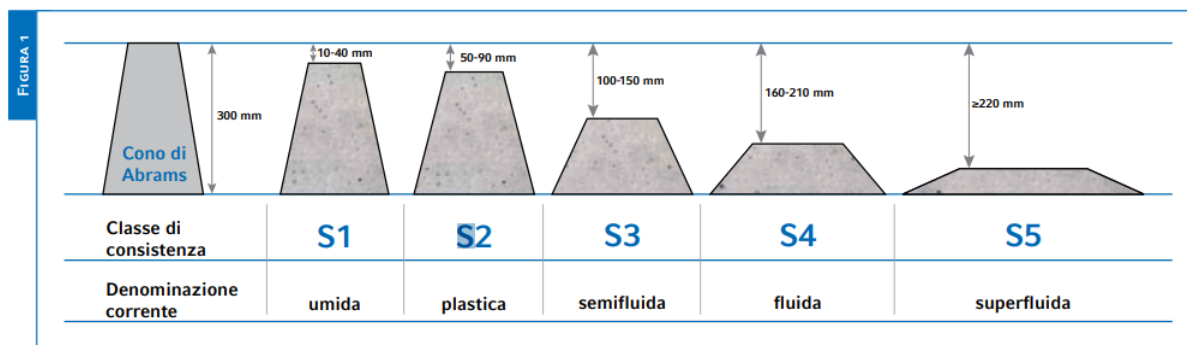
$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 11,20$  MPa – Tensione di esercizio (comb. Quasi permanente)

### **Calcestruzzo: diagramma parabola-rettangolo**

$g_c = 1,50$ ;  $e_{c1} = 0,20$  %;  $e_{cu} = 0,35$  %

## CLASSE DI CONSISTENZA DEL CALCESTRUZZO

La consistenza è una proprietà del calcestruzzo allo stato fresco che influenza fortemente le proprietà del calcestruzzo indurito. Introdotta dalla norma UNI EN 206-1, si misura facilmente in cantiere con il cono di Abrams. La classe di consistenza è un indice della lavorabilità del calcestruzzo, cioè la caratteristica che consente di confezionare, trasportare, gettare e compattare il calcestruzzo con una certa facilità. La norma UNI EN 206-1 prevede più modi di classificare la lavorabilità del calcestruzzo fresco: classi di abbassamento al cono, classi di compattabilità e classi di spandimento. Per le normali applicazioni nel mercato del calcestruzzo preconfezionato, si preferisce utilizzare le classi di abbassamento al cono (Fig. 1), in quanto ritenute le più diffuse, versatili e semplici.



Prospetto 3 della norma UNI EN 206-1: classi di abbassamento al cono (slump).

Fig. 5 | Classe di abbassamento al cono (slump) – UNI EN 206-1.

I copriferri per armature Ø10 e Ø16 utilizzati nelle piastre di fondazione, nei setti di c.a. saranno pari a 50mm.

### 5.2. TIPO DI ACCIAIO - B450C

#### *Tensioni nominali di calcolo*

#### *Verifiche agli SLU*

$f_{yk} = 450,0 \text{ MPa}$  - Tensione di snervamento

$f_{tk} = 540,0 \text{ MPa}$  - Tensione di rottura

$f_{yd} = 391,3 \text{ MPa}$  - Tensione di calcolo

#### *Verifiche agli SLE (combinazione rara)*

$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$  - Tensione di esercizio

Acciaio: diagramma elastico-perfettamente plastico indefinito

$\gamma_s = 1,15$

## 6. ANALISI DEI CARICHI STRUTTURALI

Di seguito vengono illustrate le analisi dei carichi agenti sulle strutture.

Tali carichi si distinguono in tre principali aliquote: pesi propri dei materiali, carichi permanenti non strutturali, e carichi variabili per costruzioni ad uso civile, nel rispetto delle indicazioni imposte dal D.M. 17.01.18.

Cat. F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso <30KN) – Tab. 2.5.I

### 6.1. PLATEA IN C.A. DI FONDAZIONE – VASCA SPINGITUBO

I carichi agenti sulla platea su in c.a di fondazione, sono indicati di seguito:

#### Carichi permanenti strutturali:

Peso proprio platea in c.a.  $sp=50cm$ : = 12.50 kN/m<sup>2</sup>  
**G<sub>1</sub> = 12.50 kN/m<sup>2</sup>**

#### Carichi permanenti non strutturali:

Nell'analisi della struttura portante il getto di completamento gravante sulla platea sarà considerato un carico permanente portato.

Peso proprio soletta di compensazione  $sp=20cm$ : = 5.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Carico terreno di riporto = 73.20 kN/m<sup>2</sup>  
**G<sub>2</sub> = 78.20 kN/m<sup>2</sup>**

#### Carichi Accidentali:

Nel modello di calcolo è stato considerato un sovraccarico pari a 20,0 KN/m<sup>2</sup> dovuto ai convogli da traffico

= 20.00 kN/m<sup>2</sup>  
 Scarichi macchine operatrici = 27.80 kN/m<sup>2</sup>  
**q<sub>k</sub> = 47.80kN/m<sup>2</sup>**

#### 6.1.1. PARETI IN C.A.

Nell'analisi di calcolo si è considerata la spinta del terreno sulle pareti (a vantaggio di sicurezza), un incremento di spinta dovuto al passaggio veicolare adiacente la paratia pari a 20,0KN/m<sup>2</sup> e un incremento di spinta dovuto all'azione sismica computata in automatico dal software di calcolo.

## 7. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli Stati Limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (NTC 17.01.18 par. 2.5.3):

### 2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

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

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo “+” vuol dire “combinato con”.

I valori dei coefficienti  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$  sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$  sono dati nel § 2.6.1.

Nella tabella sottostante si riportano i valori dei coefficienti di combinazione da adottarsi per gli edifici civili ed industriali di tipo corrente:

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Valori dei coefficienti di combinazione (NTC 17.01.18 par. 2.5.2. Tab. 2.5.I)

Nella tabella sottostante si riportano i valori dei coefficienti parziali per le azioni (S.L.U.):

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

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

<sup>(1)</sup> 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.

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU (NTC 17.01.18 par. 2.6.1. Tab. 2.6.I):

## 7.1. DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA DI PROGETTO

### 7.1.1. ACCELERAZIONE DI PROGETTO

Ai fini del progetto strutturale allo stato limite ultimo, l'azione sismica di progetto  $S_d(T)$  è definita a partire dallo spettro di risposta elastico  $S_e(T)$  con le ordinate ridotte in ragione del fattore di struttura  $q$ .

### 7.1.2. LO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLA COMPONENTE ORIZZONTALE

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni:

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

$$\begin{aligned} T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_g S \eta F_o \\ T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_g S \eta F_o (T_C/T) \\ T_D \leq T & S_e(T) = a_g S \eta F_o \cdot (T_C \cdot T_D / T^2) \end{aligned}$$

Con  $\eta=1$  per il coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi=5$ .

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie. A questo scopo, la norma fornisce la classificazione dei terreni sulla stima dei valori della velocità equivalente  $V_{S,30}$  di propagazione delle onde sismiche di taglio entro i primi 30 metri di profondità. Sono riscontrabili in letteratura diverse equazioni per la determinazione della velocità delle onde di taglio, nel caso in esame si è utilizzato la relazione di Imai:

$$V_S = 91 \cdot N^{0,337} \text{ (Imai, 1977)}$$

La velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,30}$  è definita dell'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} [m/s]$$

Nel caso in esame il sottosuolo è classificabile nella **Categoria C**, definita "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360 m/s". (NTC 17.01.18 par. 2.4.1. Tab. 3.2.II).

Tab. 3.2.IV – Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

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

Tabella di  $S_s$  e  $C_c$  in funzione della categoria del sottosuolo (NTC 17.01.18 par. 3.2 Tab. 3.2.IV):

I periodi  $T_C$ ,  $T_B$ ,  $T_D$  e  $F_o$  sono funzione del periodo di ritorno  $T_R$ :

$$T_C = C_C T^*_{C} \quad (\text{NTC 17/01/2018, eq. 3.2.5})$$

$$T_B = T_C/3 \quad (\text{NTC 17/01/2018, eq. 3.2.6})$$

$$T_D = 4,0 (a_g/g) + 1,6 \quad (\text{NTC 17/01/2018, eq. 3.2.7})$$

### 7.1.3. PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'AZIONE SISMICA

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, può essere utilizzata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dell'opera in esame è stata assunta  $V_N = 50$  anni (DM 17.01.18 par. 2.4.1. Tab. 2.4.I).

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso della costruzione, in caso di azioni sismiche l'opera si può inquadrare in una **classe d'uso II**.

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

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni}$$

Poiché la costruzione ha una classe d'uso II, il coefficiente d'uso è 2 (NTC 17.01.18 par. 2.4.3. Tab. 2.4.II).

### 7.1.4. INDIVIDUAZIONE DELLA DOMANDA SISMICA

L'individuazione della domanda sismica viene effettuata attraverso il suo **periodo di ritorno**  $T_R$ , determinato come:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} \quad (30 \text{ anni} \leq T_R \leq 2475 \text{ anni})$$

Gli stati limite di esercizio ed ultimi di seguito definiti, consentono di individuare quattro condizioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, fanno corrispondere una graduale crescita del danneggiamento della costruzione, ossia dell'insieme costituito dagli elementi strutturali, quelli non strutturali e da quelli impiantistici.

Gli stati limite di esercizio sono:

**Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

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

Gli stati limite ultimi sono:

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

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva (NTC 17.01.18 par. 3.2.1. Tab. 3.2.I):

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{V_r}$  al variare dello stato limite considerato

<b>Stati limite</b>	<b><math>P_{V_r}</math>: Probabilità di superamento nel periodo di riferimento <math>V_r</math></b>
---------------------	---

Stati di limite di esercizio	SLO	81 %
	SLD	63 %
Stati di limite ultimi	SLV	10 %
	SLC	5 %

## 8. VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA

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

Contesto: **contesto di verifica.**

Rapporto V (%): **rapporto tra il modulo del taglio della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.**

Rapporto N (%): **rapporto tra lo sforzo normale della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.**

Verifica: **stato di verifica.**

Struttura con fondazioni: **forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.**

Fx: **componente della forza lungo l'asse X globale. [kN]**

Fy: **componente della forza lungo l'asse Y globale. [kN]**

Fz: **componente della forza lungo l'asse Z globale. [kN]**

Struttura incastrata con suolo A: **forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.**

### 8.1. VERIFICA RISPOSTA STRUTTURALE SISMICA

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

#### VERIFICHE § 7.2.6 B)

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLD 1	-34.69	-445.28	-1223.79	99.81	-372.15	-1232.06	115.9	99.3	Si
SLD 2	-34.69	-445.28	-1223.79	99.81	-372.15	-1232.06	115.9	99.3	Si
SLD 5	82.43	-737.25	-1237.77	173.76	-532.96	-1232.66	132.3	100.4	Si
SLD 6	82.43	-737.25	-1237.77	173.76	-532.96	-1232.66	132.3	100.4	Si
SLD 7	345.89	256.2	-1221.29	325.18	59.74	-1232.85	130.2	99.1	Si
SLD 8	345.89	256.2	-1221.29	325.18	59.74	-1232.85	130.2	99.1	Si
SLD 9	261.86	-689.48	-1244.81	282.57	-492.99	-1233.24	129.8	100.9	Si
SLD 10	261.86	-689.48	-1244.81	282.57	-492.99	-1233.24	129.8	100.9	Si
SLD 11	525.31	303.97	-1228.32	434	99.71	-1233.43	136.3	99.6	Si
SLD 12	525.31	303.97	-1228.32	434	99.71	-1233.43	136.3	99.6	Si
SLD 13	563.4	-286.04	-1247.25	462.52	-238.91	-1233.98	121.4	101.1	Si
SLD 14	563.4	-286.04	-1247.25	462.52	-238.91	-1233.98	121.4	101.1	Si
SLD 15	642.44	12	-1242.31	507.95	-61.1	-1234.03	125.6	100.7	Si
SLD 16	642.44	12	-1242.31	507.95	-61.1	-1234.03	125.6	100.7	Si
SLV 1	-553.14	-791.73	-1209.19	-218.15	-613.08	-1230.63	148.4	98.3	Si
SLV 2	-553.14	-791.73	-1209.19	-218.15	-613.08	-1230.63	148.4	98.3	Si
SLV 3	-353.63	-38.4	-1196.52	-102.31	-159.05	-1230.79	188.1	97.2	Si
SLV 4	-353.63	-38.4	-1196.52	-102.31	-159.05	-1230.79	188.1	97.2	Si
SLV 5	-255.81	-1531.73	-1245.1	-28.41	-1024.19	-1232.07	151.6	101.1	Si

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLV 6	-255.81	-1531.73	-1245.1	-28.41	-1024.19	-1232.07	151.6	101.1	Si
SLV 7	409.2	979.39	-1202.88	357.7	489.28	-1232.62	175.1	97.6	Si
SLV 8	409.2	979.39	-1202.88	357.7	489.28	-1232.62	175.1	97.6	Si
SLV 9	198.54	-1412.67	-1263.21	250.05	-922.52	-1233.47	149.3	102.4	Si
SLV 10	198.54	-1412.67	-1263.21	250.05	-922.52	-1233.47	149.3	102.4	Si
SLV 11	863.56	1098.45	-1221	636.17	590.94	-1234.02	160.9	98.9	Si
SLV 12	863.56	1098.45	-1221	636.17	590.94	-1234.02	160.9	98.9	Si
SLV 13	961.38	-394.88	-1269.57	710.07	-274.2	-1235.3	136.5	102.8	Si
SLV 14	961.38	-394.88	-1269.57	710.07	-274.2	-1235.3	136.5	102.8	Si
SLV 15	1160.88	358.45	-1256.91	825.91	179.83	-1235.46	143.7	101.7	Si
SLV 16	1160.88	358.45	-1256.91	825.91	179.83	-1235.46	143.7	101.7	Si

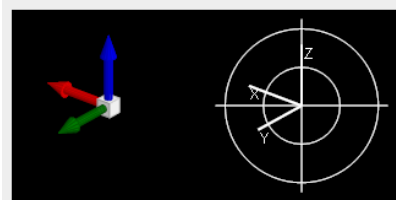
## 9. DESCRIZIONE DELLA CLASSE DI DUTTILITA' DELLA STRUTTURA

L'analisi della struttura è stata eseguita considerando la stessa “NON DISSIPATIVA”, (punto 7.2.1 - Criteri generali delle costruzioni).

## 10. SINTESI DEI RISULTATI

Per la individuazione analitica e spaziale delle aste, la descrizione di dettaglio delle dimensioni geometriche dei vari elementi, il modello con indici, nonché le verifiche di tutti gli elementi strutturali, si rimanda al tabulato di calcolo.

In riferimento all'orientamento delle immagini, detto  $x=1$ ,  $y=2$  e  $z=3$ , il sistema di riferimento adottato è il seguente:



- il parametro di sollecitazione:
  - F1 (N): sforzo normale nell'asta;
  - F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
  - F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
  - M1 (Mt): momento attorno all'asse locale 1; equivale al momento torcente;
  - M2: momento attorno all'asse locale 2;
  - M3: momento attorno all'asse locale 3;

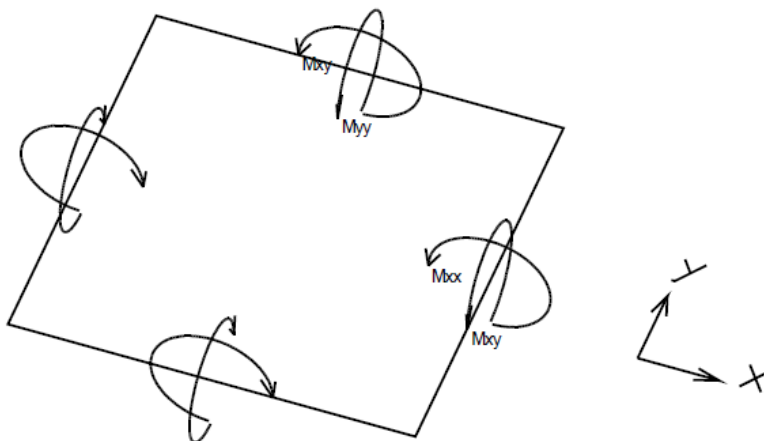
L'asse rosso equivale all'asse 1, l'asse verde all'asse 2 e l'asse blu all'asse 3 (RGB)

La definizione delle caratteristiche della sollecitazione ed i relativi segni, in relazione alla giacitura dell'elemento finito guscio, è la seguente:

Gusci non verticali (normalmente piastre e platee):

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $x$  e  $y$  contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ( $z$ ) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $x$  ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale  $X$ . Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi  $x$ ,  $y$  e  $z$  locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

$M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni membranali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .

Si definiscono:

$M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

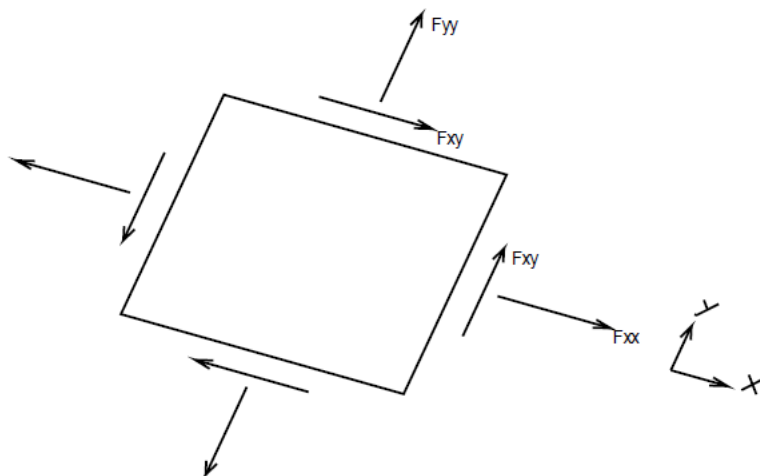
Per quanto riguarda le sollecitazioni membranali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .

Si definiscono:

$F_{xx}$ : forza normale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$F_{yy}$ : forza normale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

$F_{xy}$ : forza tangenziale [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).



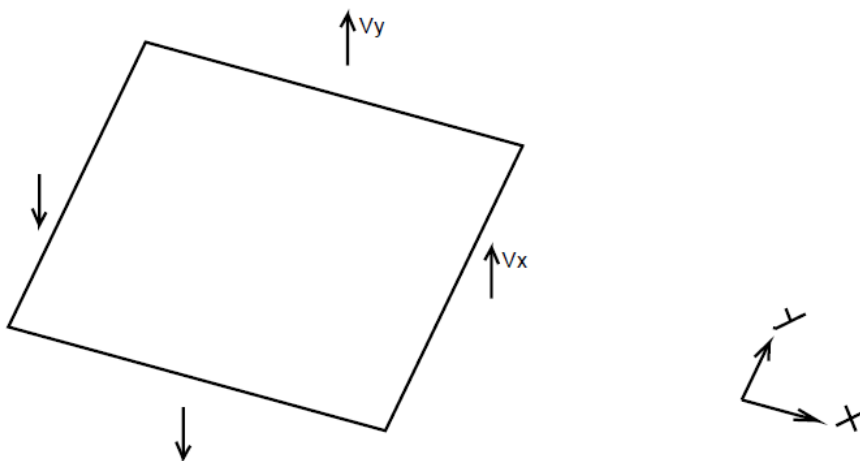
Si definiscono:

$F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

$F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

$F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:



$V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

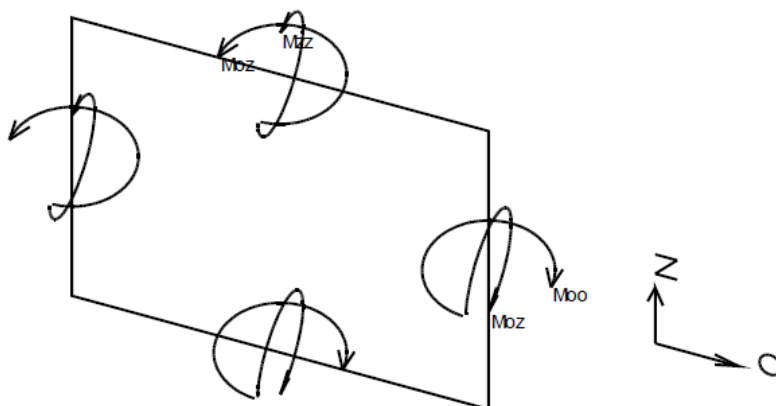
$V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

Gusci verticali: pareti e muri

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare

- l'asse  $O$  è orizzontale e concorde all'asse  $X$  globale o concorde a  $Y$  globale se l'insieme di shell è in un piano parallelo a  $Y-Z$  globali;
- l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell verticale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

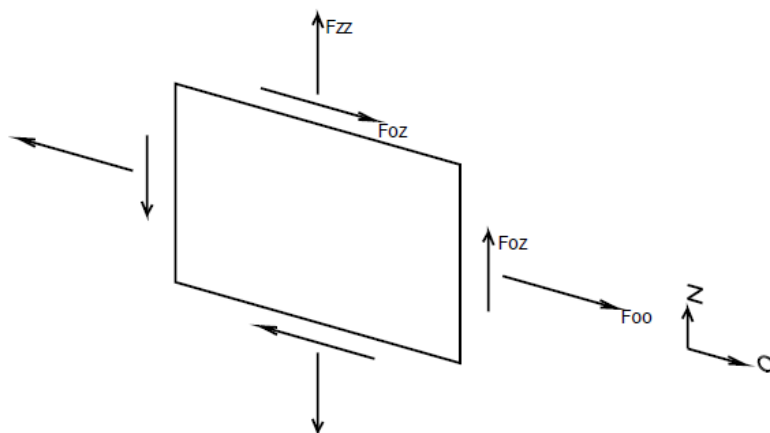


$M_{00}$ : momento flettente distribuito  $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$  applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre dalla parte del semiasse negativo del terzo asse);

$M_{zz}$ : momento flettente distribuito  $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$  applicato al bordo di normale parallela all'asse  $Z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre dalla parte del semiasse negativo del terzo asse);

$M_{0z}$ : momento "torcente" distribuito  $[Forza \cdot Lunghezza / Lunghezza]$  applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni membranali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{00}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{0z}$  sono rispettivamente:



$F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito  $[Forza / Lunghezza]$  applicato al bordo di normale parallela all'asse  $Z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

$F_{00}$ : sforzo tensionale distribuito  $[Forza / Lunghezza]$  applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

$F_{0z}$ : sforzo tagliante distribuito  $[Forza / Lunghezza]$  applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento shell:

$V_0$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti);

$V_z$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $Z$  (per il segno si veda l'immagine relativa ai tagli fuori piano nel sistema locale 1, 2, 3 riportata più avanti).

Le verifiche della struttura sono state effettuate mediante l'analisi lineare dinamica con spettro di risposta. Le verifiche dettagliate degli elementi costituenti la struttura in c.a. sono riportati nel tabulato di calcolo.

## 10.1. PREFERENZE DI ANALISI

<b>Analisi</b>	
<b>Normativa</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
<b>Tipo di costruzione</b>	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
<b>Vn</b>	50
<b>Classe d'uso</b>	II
<b>Vr</b>	50
<b>Tipo di analisi</b>	Lineare dinamica
<b>Considera sisma Z</b>	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
<b>Località</b>	Roma, Osteria Tor Chiesaccia; Latitudine ED50 41,8149°
(41° 48'	
	54''); Longitudine ED50 12,462° (12° 27' 43''); Altitudine
s.l.m.	18,38 m.
<b>Categoria del suolo</b>	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente
addensati o terreni	a grana fina mediamente consistenti
<b>Categoria topografica</b>	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>Ss orizzontale SLD</b>	1.5
<b>Tb orizzontale SLD</b>	0.146 [s]
<b>Tc orizzontale SLD</b>	0.437 [s]
<b>Td orizzontale SLD</b>	1.823 [s]
<b>Ss orizzontale SLV</b>	1.4799
<b>Tb orizzontale SLV</b>	0.146 [s]
<b>Tc orizzontale SLV</b>	0.439 [s]
<b>Td orizzontale SLV</b>	2.167 [s]
<b>St</b>	1
<b>PVr SLD (%)</b>	63
<b>Tr SLD</b>	50
<b>Ag/g SLD</b>	0.0557
<b>Fo SLD</b>	2.505
<b>Tc* SLD</b>	0.27 [s]
<b>PVr SLV (%)</b>	10
<b>Tr SLV</b>	475
<b>Ag/g SLV</b>	0.1418
<b>Fo SLV</b>	2.587
<b>Tc* SLV</b>	0.272 [s]
<b>Smorzamento viscoso (%)</b>	5
<b>Classe di duttilità</b>	Non dissipativa
<b>Rotazione del sisma</b>	0 [deg]
<b>Quota dello '0' sismico</b>	-4.66 [m]
<b>Regolarità in pianta</b>	No
<b>Regolarità in elevazione</b>	Si
<b>Edificio C.A.</b>	Si
<b>Tipologia C.A.</b>	Strutture a pareti accoppiate $q_0 = 3.0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$
<b><math>\alpha_u / \alpha_1</math> C.A.</b>	Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\alpha_u / \alpha_1 = (1.0 + 1.2) / 2$
<b>Kw</b>	0.5
<b>Edificio esistente</b>	No
<b>Altezza costruzione</b>	4.76 [m]
<b>T1,x</b>	0.10836 [s]
<b>T1,y</b>	0.09227 [s]
<b><math>\lambda</math> SLD,x</b>	0.85
<b><math>\lambda</math> SLD,y</b>	0.85
<b><math>\lambda</math> SLV,x</b>	0.85
<b><math>\lambda</math> SLV,y</b>	0.85
<b>Limite spostamenti interpiano SLD</b>	0.005
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD X</b>	1.1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD Y</b>	1.1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV X</b>	1.1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV Y</b>	1.1
<b>Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)</b>	2.3
<b>Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)</b>	1.1
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta</b>	1.15

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3	
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7	
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15	
Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7	Si	
<b>Verifiche C.A.</b>		
Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
$\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
$\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite $\sigma/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6	
Limite $\sigma/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.0002	[m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.0003	[m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.0004	[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	Si	
Copriferro secondo EC2	No	
$\alpha_{cc}$ elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85	
$\alpha_{cc}$ elementi esistenti	0.85	
<b>Verifiche legno</b>		
Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
$\gamma_M$ combinazioni fondamentali massiccio	1.5	
$\gamma_M$ combinazioni fondamentali lamellare	1.45	
$\gamma_M$ combinazioni fondamentali unioni	1.5	
$\gamma_M$ combinazioni eccezionali	1	
$\gamma_M$ combinazioni esercizio	1	
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1	
Kmod durata istantaneo, classe 2	1.1	
Kmod durata istantaneo, classe 3	0.9	
Kmod durata breve, classe 1	0.9	
Kmod durata breve, classe 2	0.9	
Kmod durata breve, classe 3	0.7	
Kmod durata media, classe 1	0.8	
Kmod durata media, classe 2	0.8	
Kmod durata media, classe 3	0.65	
Kmod durata lunga, classe 1	0.7	
Kmod durata lunga, classe 2	0.7	
Kmod durata lunga, classe 3	0.55	
Kmod durata permanente, classe 1	0.6	
Kmod durata permanente, classe 2	0.6	
Kmod durata permanente, classe 3	0.5	
Kdef classe 1	0.6	
Kdef classe 2	0.8	
Kdef classe 3	2	
<b>Verifiche acciaio</b>		
Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
$\gamma_{m0}$	1.05	
$\gamma_{m1}$	1.05	
$\gamma_{m2}$	1.25	
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7	
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per M <sub>cr</sub>	automatico	
Coefficienti $\alpha$ , $\beta$ per flessione deviata	unitari	
Verifica semplificata conservativa	si	
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500	
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si	
Escludi § 6.2.6.7 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 in 7.5.4.3-7.5.4.5	si	

Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4	no
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	si
Classe 3 per verifiche sismiche non dissipative profili	No
<b>Verifiche alluminio</b>	
Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym1	1.15
ym2	1.25
<b>Verifiche pannelli gessofibra</b>	
Normativa	EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014; ETA-
03/0050;	
	ETA-07/0086; ETA-08/0147
a	7
b	-0.7
c	0.9
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	0.8
Kmod durata breve, classe 1	0.8
Kmod durata breve, classe 2	0.6
Kmod durata media, classe 1	0.6
Kmod durata media, classe 2	0.45
Kmod durata lunga, classe 1	0.4
Kmod durata lunga, classe 2	0.3
Kmod durata permanente, classe 1	0.2
Kmod durata permanente, classe 2	0.15

## 11. VERIFICHE DEI NUOVI ELEMENTI STRUTTURALI

Le verifiche dei nuovi elementi strutturali sono riportate nel tabulato di calcolo allegato al presente calcolo strutturale.

## 12. VERIFICHE LOCALI

Di seguito si riportano le verifiche relative alle connessioni delle strutture in elevazione quali i setti in c.a. con le strutture di fondazione tramite la posa in opera di ancoranti chimici orizzontali e verticali ad iniezione a base di vilinestere senza stirene ad elevate prestazioni della tipologia Vorpa VSM ovvero barre di ripresa di getto in acciaio B450C. Tali inghisaggi saranno inseriti per le pareti in c.a. della vasca degli spingitubo.

### 12.1. VERIFICA INGHISAGGI SETTI IN C.A.

Di seguito sono riportati le verifiche relative all'inserimento di ancoranti chimici orizzontali e verticali ad iniezione a base di vilinestere senza stirene ad elevate prestazioni della tipologia Vorpa VSM ovvero barre di ripresa di getto in acciaio B450C aventi la funzione di rendere solidale le nuove pareti in c.a. con la platea esistente e la platea nuova. Le verifiche sono state condotte, nella condizione più gravosa, tramite analisi manuali deducendo dapprima le sollecitazioni di taglio e

momento flettente dall’analisi del modello di calcolo effettuato tramite il software Sismicad 13 della Concrete, e successivamente esse sono state confrontate con le resistenze fornite dagli ancoranti chimici fornite dai cataloghi Vorpa disponibili per la tipologia di barre di ripresa in acciaio B450C. Dai cataloghi il carico di progetto e quindi la resistenza a trazione della singola barra per un ancorante Ø20 in acciaio B450C vale  $N_{rec}=61.47$  KN (vedi Fig.6).


ancoranti chimici

**Vorpa VSM - categoria sismica C1+C2**

Ancorante ad iniezione a base vinilestere senza stirene ad elevate prestazioni, con valutazione tecnica europea per uso su calcestruzzo fessurato, non fessurato e zona sismica

dati tecnici

Carichi caratteristici e di progetto basati sulla forza di legame caratteristiche per affondamenti da 4d a 20d su calcestruzzo C20/25 con barre filettate indifferente dalla resistenza del materiale



Ø mm	Calcestruzzo non fessurato						Calcestruzzo fessurato						Profondità di inserimento (mm)
	Carico Caratteristico (kN)		Carico di progetto (kN)		Carico raccomandato (kN)		Carico Caratteristico (kN)		Carico di progetto (kN)		Carico raccomandato (kN)		
	Trazione ( $N_{rk}$ )	Taglio ( $V_{rk}$ )	Trazione ( $N_{rd}$ )	Taglio ( $V_{rd}$ )	Trazione ( $N_{rec}$ )	Taglio ( $V_{rec}$ )	Trazione ( $N_{rk}$ )	Taglio ( $V_{rk}$ )	Trazione ( $N_{rd}$ )	Taglio ( $V_{rd}$ )	Trazione ( $N_{rec}$ )	Taglio ( $V_{rec}$ )	
8	20,36		13,57		9,70		9,05		6,03		4,31		60
	27,15	9,00	18,10	7,20	12,93	5,14	12,07	9,00	8,05	7,20	5,75	5,14	80
	54,30		36,20		25,86		24,14		16,09		11,50		160
10	27,33		15,18		10,85		13,20		7,33		5,24		60
	41,00	15,00	22,78	12,00	16,27	8,57	19,80	15,00	11,00	12,00	7,86	8,57	90
	91,10		50,61		35,39		44,00		24,44		17,46		200
12	38,26		21,26		15,18		19,80		11,00		7,86		70
	60,12	21,00	33,40	16,80	23,86	12,00	31,10	21,00	17,28	16,80	12,34	12,00	110
	131,20		72,89		52,06		67,85		37,69		26,92		240
16	58,30		32,39		23,13		30,16		16,76		11,97		80
	91,10	39,00	50,61	31,20	36,15	22,29	47,13	39,00	26,18	31,20	18,70	22,29	125
	233,20		129,56		92,54		120,65		67,03		47,88		320
20	82,00		45,56		32,54		42,41		23,56		16,83		90
	154,90	61,00	86,06	48,80	61,47	34,86	80,11	61,00	44,51	48,80	31,79	34,86	170
	364,40		202,444		144,60		188,50		104,72		74,80		400
24	94,10		52,28		37,34		54,29		30,16		21,54		100
	205,84	88,00	114,36	70,40	81,68	50,29	118,75	88,00	65,97	70,40	47,12	50,29	210
	470,50		261,39		186,71		271,45		150,81		107,72		480
27	112,00		62,22		44,44		79,31		44,06		31,47		110
	244,30	115,00	135,72	92,00	96,94	65,71	173,03	115,00	96,13	92,00	68,66	65,71	240
	549,70		305,39		218,13		389,35		216,31		154,50		540
30	124,40		69,11		49,37		96,13		53,41		38,15		120
	290,30	142,50	161,28	114,00	115,20	81,43	224,31	142,50	124,62	114,00	89,01	81,43	280
	622,00		345,56		246,83		480,66		267,04		190,74		600
33	134,80		74,89		53,49		114,56		63,64		45,46		130
	311,00	173,50	172,78	138,80	123,41	99,14	264,37	173,50	146,87	138,80	104,91	99,14	300
	684,40		380,22		271,59		581,60		323,11		230,79		660
36	152,70		84,83		60,60		144,20		80,11		57,22		150
	346,20	212,50	192,33	170,00	137,38	121,43	326,85	212,50	181,58	170,00	129,70	121,43	340
	733,00		407,22		290,87		692,16		384,53		274,66		720

Tutti i dati si riferiscono ad una corretta installazione senza influenza dai bordi o da interassi. Spessore minimo dal supporto: hef+30mm>100mm per M8-M12 hef+2d per M16-M30. Range di temperatura I + 24/40 C°

Fig. 6 | Catalogo VORPA VSM.

Il valore del momento sollecitante (nella condizione più gravosa) agente al piede della parete in c.a. risulterà essere pari a  $M_{zz}=76.16$  KNm dal quale si ricava che la forza di trazione che si esplica della singola barra (considerando un interasse fra le barre pari a 15cm) risulta essere pari a  $F=101.54$ KN. Per tener conto della presenza della paratia di pali esistente e quindi del fatto che le pareti non saranno direttamente caricate dalle spinte dei terrapieni laterali e di tutti i sovraccarichi considerati, si considera dell’effetto benefico della paratia e quindi un contributo benefico del 50%. La forza di trazione che si esplica sulla singola barra risulterà essere pari a  $50.77$ KN <  $N_{rec}=61.47$ KN.

La resistenza a taglio della singola barra per un ancorante Ø20 in acciaio B450C vale  $V_{rec}=34.86$  KN. Il valore del taglio sollecitante  $V_z$  sollecitante (nella condizione più gravosa) agente al piede



Si ha, pertanto

$$M_{\max}=74.17 \text{ kNm} < M_{Rd}=111.49 \text{ kNm}$$

Il coefficiente di sicurezza è pari a  $FS=1.50$

La verifica risulta soddisfatta.

La verifica di resistenza a taglio sarà pari a :

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_{yk} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

in cui  $A_v$  rappresenta l'area resistente a taglio,  $f_{yk}$  è la tensione di snervamento e  $\gamma_{M0}$  è il coefficiente di sicurezza.

Nel caso in esame  $A_v=20,24 \text{ cm}^2$ ,  $\gamma_{M0}=1,05$  e  $f_{yk}=275 \text{ MPa}$

Risulta pertanto  $V_{c,Rd}=V_{pl,Rd} =530.09 \text{ kN} \gg V_{Ed}=148.35 \text{ kN}$

La verifica risulta essere soddisfatta.

Di seguito si riporta le verifica di deformabilità della trave HEB180.

I valori limite degli spostamenti verticali sono riferiti ad una trave semplicemente appoggiata nella quale:

$$\delta_{max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0$$

dove:

- $\delta_{max}$  è la freccia nello stato finale riferita alla linea retta congiungente i supporti;
- $\delta_0$  è la pre-monta iniziale (controfreccia) della trave nella condizione scarica;
- $\delta_1$  è la variazione dell'inflessione della trave dovuta ai carichi permanenti immediatamente dopo l'applicazione dei carichi;
- $\delta_2$  è la variazione dell'inflessione della trave dovuta all'applicazione dei carichi variabili più eventuali deformazioni, variabili nel tempo, causate dai carichi permanenti.

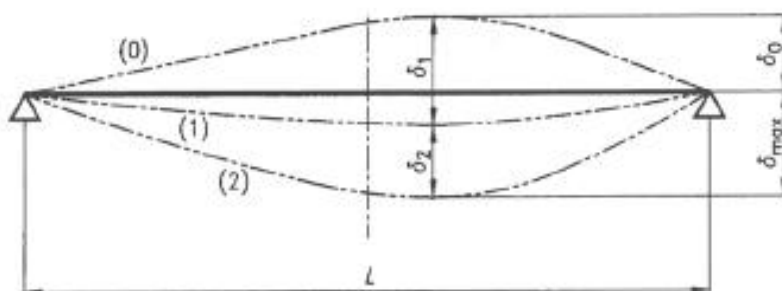


Fig. 8 | Definizione delle grandezze di riferimento normative.

Per gli edifici, i limiti raccomandati per gli spostamenti verticali sono forniti nel prospetto riportato di seguito, nel quale  $L$  è la luce della trave. Per le travi a mensola la lunghezza  $L$  da considerare è il doppio della lunghezza dello sbalzo.

Condizioni	Limiti (vedere fig. 4.1)	
	$\delta_{max}$	$\delta_z$
Coperture in generale	$L/200$	$L/250$
Coperture praticate frequentemente da personale diverso da quello della manutenzione	$L/250$	$L/300$
Solai in generale	$L/250$	$L/300$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$L/250$	$L/350$
Solai che supportano colonne (a meno che lo spostamento sia stato incluso nella analisi globale per lo stato limite ultimo)	$L/400$	$L/500$
Dove $\delta_{max}$ può compromettere l'aspetto dell'edificio	$L/250$	--

Fig. 9 | Valori limite raccomandati per gli spostamenti verticali.

Nel caso in esame, si fa riferimento ai *solai in generale*.

La freccia, così come il momento flettente massimo, è calcolata secondo uno schema di trave semplicemente appoggiata:

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{EI} = 0.022 \text{ cm}$$

con

$$q_{SLE} = 148.35 \text{ kN/m}$$

$$L = 2.00 \text{ m}$$

$$E = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$I_{HEB180} = 3831.22 \text{ kNm}^2$$

Si deve verificare che:

$$L/250 = 0.8 \text{ cm} > f = 0.022 \text{ cm}$$

La verifica è soddisfatta.

Di seguito si riporta la verifica delle saldature che saranno applicate lungo l'anima e le ali del profilato HEB180 per uno  $sp.=5\text{mm}$ .

Sollecitazioni	
N (N)	0
T <sub>∥</sub> (N)	149000
T <sub>⊥</sub> (N)	0
M (Nmm)	0

Dati saldatura	
Acciaio	S275
b (mm)	5
l (mm)	120
n' cordoni	2
γ <sub>H2</sub>	1,25
a (mm)	3,54

Verifica con formula 4.2.82

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \leq 1 \text{ con } F_{w,Rd} = a f_{w,t} (\sqrt{3} \beta \gamma_{H2})$$

β <sub>w</sub>	0,85	F <sub>T TOT</sub> (N/mm)	620,833
f <sub>w,t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	233,657	F <sub>⊥,H</sub> (N/mm)	0,000
F <sub>T∥</sub> (N/mm)	620,833	F <sub>⊥,H</sub> (N/mm)	0,000
F <sub>T⊥</sub> (N/mm)	0,000	F <sub>⊥ TOT</sub> (N/mm)	0,000

F <sub>w,Ed</sub> (N/mm)	620,833	S/R	OK
F <sub>w,Rd</sub> (N/mm)	826,102	0,752	

Verifica con formula 4.2.84 e 4.2.85

$$\sqrt{(n_{L,H}^2 + t_{L,H}^2 + t_{L,V}^2)} \leq \beta_1 f_{t,k}$$

$$n_{L,H} + t_{L,H} \leq \beta_2 f_{t,k}$$

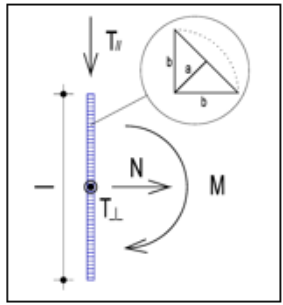
β <sub>1</sub>	0,7	n <sub>L,H</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0,0000
β <sub>2</sub>	0,85	n <sub>L,H</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0,0000
t <sub>∥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	175,5982	n <sub>L</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0,0000
t <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	0,0000		

√(n <sub>L</sub> <sup>2</sup> + t <sub>L</sub> <sup>2</sup> + t <sub>V</sub> <sup>2</sup> )	175,5982	S/R	OK
β <sub>1</sub> f <sub>t,k</sub>	192,5000	0,91	

n <sub>L,H</sub> + t <sub>L,H</sub>	0,0000	S/R	OK
β <sub>2</sub> f <sub>t,k</sub>	233,7500	0,00	



f <sub>t,k</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	275
f <sub>w,t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	430

Le verifiche risultano essere soddisfatta.

### 12.2.2. VERIFICHE INGHISSAGGI

Di seguito si riportano le verifiche degli ancoranti chimici M16 della tipologia WIT-PM200+W-VD-A/S utilizzati per le connessioni dei profilati HEB180 con i setti in c.a. La sollecitazione tagliante applicata alle connessioni è stata dedotta tramite semplici schemi di calcolo dalla scienza delle costruzioni e sarà pari a T=148.35kN. Le verifiche sono state condotte mediante il software di calcolo Wurth come di seguito riportato.

## Dati di ingresso

**Nazione:** Italia

**Materiale base:** Calcestruzzo: Non fessurato  
 C25/30,  $f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ct,cr,br} = 30,00 \text{ N/mm}^2$

**Temperatura di esercizio:** scelto dall'utente: Breve periodo: 40 °C / lungo periodo: 24 °C  
 impiegato per la verifica: Breve periodo: 40 °C / lungo periodo: 24 °C

**Armatura:** Armatura del calcestruzzo: Normale  
 Armatura di bordo: No

Presenza di armatura per il contenimento della fessurazione secondo EN 1992-4, 7.2.1.7. (2) b) (2)

Copriferro: 30 mm

Resistenza a trazione: 500 N/mm<sup>2</sup>

**Materiale base / spessore dell'elemento:** h = 250,00 mm

**Piastra di ancoraggio:**

**Dimensioni:**  $l_y \times l_x \times t = 400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$

**Spessore della piastra di fissaggio:** Spessore della piastra di fissaggio definito dall'utente: t = 5 mm

**Foro passante:** Con vuoto ammesso nel foro della piastra secondo EN1992-4; Tabella 6.1 o omologazione

**Sezione della carpenteria metallica:** HEB 180

**Condizioni di installazione:**

**Realizzare il foro:** Foro trapanato

**Modalità di perforazione:** Asciutto

**Pulizia:** Pulizia ad aria compressa (CAC), vedere istruzioni di settaggio ETA-12/0569

**Flessione dell'ancorante:** No

**Tipo e dimensione dell'ancorante selezionato:** WIT-PM 200 + W-VD-A/S M16

**Tempo di utilizzo:** 50 anni

**Materiale:** JS: Acciaio, zincatura di spessore minimo 5 micron

**Diametro:** M16

**Classe di resistenza:** 8.8

**Reale profondità di ancoraggio:**  $h_{w,r} = 80 \text{ mm}$

**Coppia di serraggio:** 80,00 Nm

**N° di certificazione / Periodo di validità:** ETA-12/0569 ; valido dal 25/01/2016

**Ancorante:**

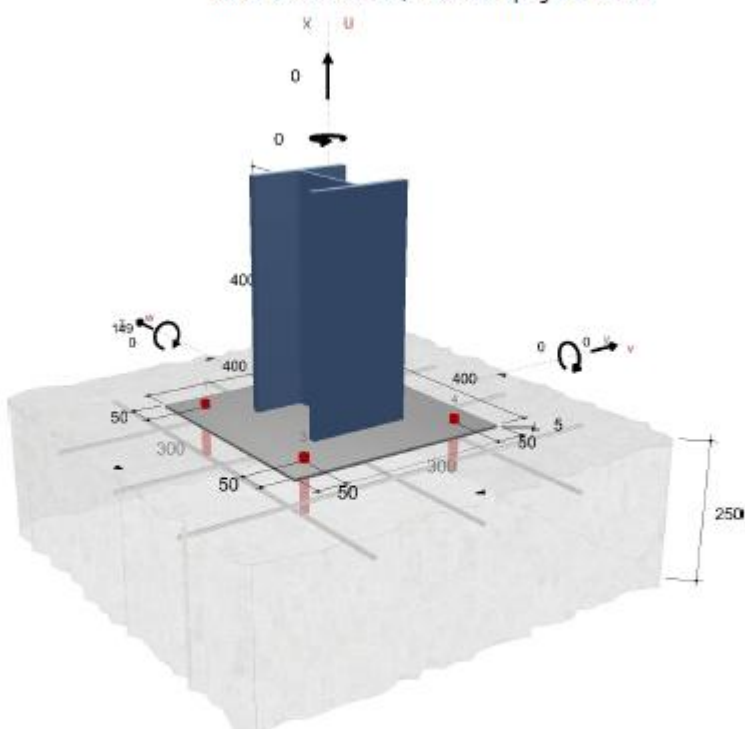
Art. Nr.	Descrizione	Ø [mm]	l [mm]	$t_{br}$ [mm]	VE [Pezzi]
5915 316 165	Barra filettata W-VD-A/S M16-20/165	M16	165 mm	65 mm	10
5915 316 190	Barra filettata W-VD-A/S M16-45/190	M16	190 mm	90 mm	10
5915 316 230	Barra filettata W-VD-A/S M16-85/230	M16	230 mm	130 mm	10

**Resina / adesivo:**

Art. Nr.	Descrizione
5918 242 300	resina per ancorante chimico WIT-PM 200 (EC2-4) con una cartuccia di resina 300 ml
5918 240 330	resina per ancorante chimico WIT-PM 200 (EC2-4) con una cartuccia di resina 330 ml
5918 241 150	resina per ancorante chimico WIT-PM 200 (EC2-4) con una cartuccia di resina 150 ml

Geometria e sollecitazioni:

Valori di progetto della combinazione di carico di riferimento: Numero delle combinazioni di carico 1, Condizioni di progetto: Normale



Combinazioni di carico:

#	Nome	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{Edv}$ [kN]	$V_{Edw}$ [kN]	$M_{Edx}$ [kNm]	$M_{Edy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ [kNm]	Tipo di azione
1		0,000	0,000	149,000	0,000	0,000	0,000	Normale

## Verifiche

### Panoramica

metodo di verifica:

EN1992-4  
Se l'applicazione non è definita nella norma, il dimensionamento viene eseguito secondo il Würth Design Method (WDM).

### Riepilogo

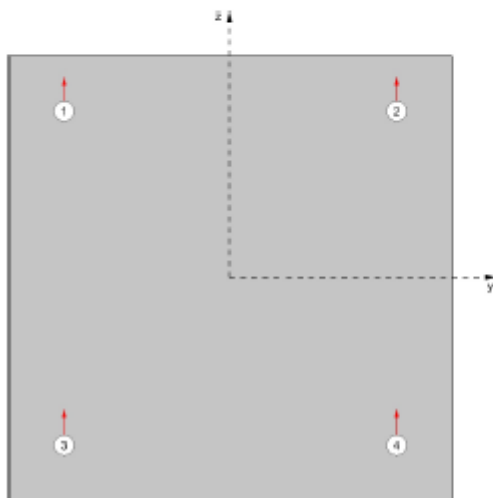
Numero delle combinazioni di carico	Sfruttamento			Tipo di combinazione di carico
	Trazione	Taglio	Combinazione Trazione/Taglio	
1	0,00 %	92,88 %	0,00 %	Normale

Verifica effettuata con successo!

**Verifica: forze quasi statiche**

**Forze di ancoraggio risultanti**

Numero dell'ancorante	$N_{Ed,x}^i$ [kN]	$(V^{Mxy})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Mxz})_{Ed,x}$ [kN]	$(V^{My})_{Ed,y}$ [kN]	$(V^{Mz})_{Ed,x}$ [kN]	$V_{Ed,y}^i$ [kN]	$V_{Ed,x}^i$ [kN]	$V_{Ed}^i$ [kN]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	37,250	0,000	37,250	37,250
2	0,000	0,000	0,000	0,000	37,250	0,000	37,250	37,250
3	0,000	0,000	0,000	0,000	37,250	0,000	37,250	37,250
4	0,000	0,000	0,000	0,000	37,250	0,000	37,250	37,250
	$\Sigma N_{Ed,x}^i$ [kN]	$\Sigma (V^{Mxy})_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mxz})_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma (V^{My})_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma (V^{Mz})_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,y}^i$ [kN]	$\Sigma V_{Ed,x}^i$ [kN]	$ \Sigma V_{Ed}^i $ [kN]
Totale	0,000	0,000	0,000	0,000	149,000	0,000	149,000	149,000



**Stato Limite Ultimo**

**Verifica a taglio richiesta per l'ancorante post-installato**

1. Cedimento lato acciaio, azioni di taglio senza braccio di leva

$\beta_{V,s}$	=	$V_{Ed}^0 / V_{Rd,s}$		Sfruttamento massimo
$V_{Ed}^0$	=		37,250 kN	Valore di design dell'azione
$V_{Rd,s}$	=	$V_{Rd,s} / Y_{Mc}$		EN 1992-4: 7.2.2.1
$V_{Rd,s}^0$	=	$k_B \cdot A_s \cdot f_{tk}$		EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (7.34)
$k_B$	=	0,50		EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (1)
$A_s$	=	157 mm <sup>2</sup>		
$f_{tk}$	=	800,00 N/mm <sup>2</sup>		
$V_{Rd,s}^0$	=	62,667 kN		
$V_{Rd,s}$	=	$k_{\gamma} \cdot V_{Rd,s}^0$		EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (7.35)
$k_{\gamma}$	=	0,80		ETA
$V_{Rd,s}$	=	50,134 kN		ETA
$Y_{Mc}$	=	1,25		ETA
$V_{Rd,s}$	=		40,107 kN	
$\beta_{V,s}$	=		<u>0,93</u>	

2. Scalzamento del calcestruzzo (Gruppo di ancoranti)

		2		Ancorante di riferimento
$\beta_{V,cp}$	=	$V_{Ed}^0 / V_{Rd,cp}$		Sfruttamento massimo
$V_{Ed}^0$	=		37,250 kN	Valore di design dell'azione
$V_{Rd,cp}$	=	$V_{Rd,cp} / Y_{Mc}$		EN 1992-4: 7.2.2.1
$V_{Rd,cp}$	=	$k_B \cdot \text{Min}(N_{Rk,p} ; N_{Rk,c})$		EN 1992-4: 7.2.2.4 (7.39c)
$k_B$	=	2,00		ETA
$N_{Rk,p}$	=	$N_{Rk,p}^0 \cdot A_{p,N} / A_{p,N}^0 \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{p,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{s,Np}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.13)
$N_{Rk,p}^0$	=	$T_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \psi_{s,Np}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14)
$T_{Rk}$	=	$T_{Rk,uer} \cdot \psi_c$		ETA
	=	8,00 N/mm <sup>2</sup> · 1,0400 = 8,32 N/mm <sup>2</sup>		
$d$	=	16,0 mm		ETA
$h_{ef}$	=	80,0 mm		ETA
$\psi_{s,Np}$	=	1,00		
$N_{Rk,p}^0$	=	33,457 kN		
$A_{p,N}$	=	57600 mm <sup>2</sup>		EN 1992-4: 7.2.1.6 (3)
$A_{p,N}^0$	=	$s_{cr,Np}^2 = 57600 \text{ mm}^2$		EN 1992-4: 7.2.1.6
$s_{cr,Np}$	=	$7,30 \cdot d \cdot (T_{Rk,uer} \cdot \psi_{s,Np})^{0,50} \leq 3 \cdot h_{ef}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.15)
$T_{Rk,uer}$	=	8,32 N/mm <sup>2</sup>		ETA
$s_{cr,Np}$	=	240,0 mm		
$c_{cr,Np}$	=	120,0 mm		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.16)
$\psi_{s,Np}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,Np} \leq 1,00$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.20)
	=	1,0000		
$T_{Rk,c}$	=	$k_B / (\pi \cdot d) \cdot (h_{ef} \cdot f_c)^{0,50}$		EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.19)

	=	$11,00 / (\pi \cdot 16,0 \text{ mm}) \cdot (80,0 \text{ mm} - 25,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50}$	
	=	9,79 N/mm <sup>2</sup>	
$\psi_{g,Np}$	=	$n^{0,50} - (n^{0,50} - 1) \cdot (\tau_{Rk} / \tau_{Rk,c})^{1,50} \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.18)
	=	$n^{0,50} - (n^{0,50} - 1) \cdot (8,32 \text{ N/mm}^2 / 9,79 \text{ N/mm}^2)^{1,50} \geq 1,00$	
	=	1,00 N/mm <sup>2</sup>	
$\psi_{g,Np}$	=	$\psi_{g,Np}^0 - (s / s_{cr,Np})^{0,50} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.17)
	=	$1,00 - (0,0 \text{ mm} / 240,0 \text{ mm})^{0,50} \cdot (1,00 - 1) \geq 1,00$	
	=	1,0000	
$\psi_{w,Np}$	=	1,0000	
$\psi_{w,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$N_{Rk,p}$	=	33,457 kN	
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{w,N} \cdot \psi_{w,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_{ctk}^{0,50} \cdot h_w^{1,50}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
$k_1$	=	11,00	EN 1992-4: 7.2.1.4
$f_{ctk}$	=	25,00 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-4: 7.2.1.4
$h_w$	=	80,0 mm	ETA
$c_{cr,N}$	=	120,0 mm	ETA
$s_{cr,N}$	=	240,0 mm	ETA
$N_{Rk,c}$	=	39,355 kN	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
$A_{c,N}$	=	57600 mm <sup>2</sup>	EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 57600 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
$c$	=	$\infty \text{ mm}$	
$\psi_{s,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{w,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$\psi_{w,V}$	=	1,0000	
$\psi_{MN}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	39,355 kN	
$V_{Rk,sp}$	=	$2,00 \cdot \text{Min}(33,457 \text{ kN} ; 39,355 \text{ kN}) = 66,913 \text{ kN}$	
$\gamma_{Mc}$	=	1,50	EN 1992-4: 4.4.2.1
$V_{Ed,sp}$	=	44,609 kN	
$\beta_{V,sp}$	=	<u>0,84</u>	

**Carico massimo di taglio**

$\beta_{V,max}$	=	<u>0,83</u>
-----------------	---	-------------

**Stato Limite di Esercizio**

Gli spostamenti sono calcolati all'interfaccia con il calcestruzzo. In caso di ancoraggi distanziati con braccio di leva, la flessione dell'ancoraggio al livello della piastra di fissaggio non viene considerata.

1. Spostamenti nel breve periodo:

	2			Ancorante di riferimento
$\delta_N$	=	$\delta_{N0} \cdot \tau$		ETA
$\delta_{N0}$	=	0,070 mm		ETA
$\tau$	=	$N / (h_w \cdot \pi \cdot d)$		
N	=	$N_{Ed} / 1,40 = 0,000 \text{ kN} / 1,40$	0,000 kN	Valore di design dell'azione
$\tau$	=	0,000 kN		
$\delta_N$	=		0,000 mm	
$\delta_V$	=	$\delta_{V0} \cdot V$		ETA
$\delta_{V0}$	=	0,010 mm		ETA
V	=	$V_{Ed} / 1,40 = 37,250 \text{ kN} / 1,40$	26,607 kN	Valore di design dell'azione
$\delta_V$	=		0,266 mm	
$\delta_{wV}$	=	$(\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} =$	0,266 mm	

2. Spostamenti nel lungo periodo:

	2			Ancorante di riferimento
$\delta_N$	=	$\delta_{Nw} \cdot \tau$		ETA
$\delta_{Nw}$	=	0,080 mm		ETA
$\tau$	=	$N / (h_w \cdot \pi \cdot d)$		
N	=	$N_{Ed} / 1,40 = 0,000 \text{ kN} / 1,40$	0,000 kN	Valore di design dell'azione
$\tau$	=	0,000 kN		
$\delta_N$	=		0,000 mm	
$\delta_V$	=	$\delta_{Vw} \cdot V$		ETA
$\delta_{Vw}$	=	0,010 mm		ETA
V	=	$V_{Ed} / 1,40 = 37,250 \text{ kN} / 1,40$	26,607 kN	Valore di design dell'azione
$\delta_V$	=		0,266 mm	
$\delta_{wV}$	=	$(\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} =$	0,266 mm	

Le verifiche risultano essere soddisfatte.

### 13. CONCLUSIONI

Le analisi hanno evidenziato livelli di sollecitazione e deformazione negli elementi strutturali e nel terreno compatibili ai valori massimi imposti dalla Normativa.

IN PARTICOLARE, SI DICHIARA CHE I RISULTATI DELLE ANALISI SVOLTE RISPETTANO QUANTO PRESCRITTO DAL D.M. 17/01/2018 e C.M. n.7 del 21/01/2019.

Tutti i riferimenti grafici sono contenuti nelle tavole allegate al progetto.

Napoli, Novembre 2025

**Il Progettista**



# REGIONE LAZIO

## SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL FOSSO DELL'ACQUACETOSA A MONTE DI VIA C. COLOMBO CUP F81J21000020001

### Realizzazione di muri di contropinta sotto via C. Levi

Committente: I.GE.CO. IMPRESA GENERALI COSTRUZIONI s.r.l. VIALE ANTONIO GRAMSCI 5 04100 - LATINA (LT)			Timbro e Firma:			
Progettazione:  Ing. Giacomo Ferrillo			Timbro e Firma:			
Data: Novembre 2025		<u>TABULATO DI CALCOLO</u>		Elaborato		
Scala: -				<b>CB01</b>		
REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED BY	VERIFICATO CHECKED BY	APPROVATO APPROVED BY	
00	Novembre 2025	Emissione				
Commessa	Progetto	Codice elaborato	Revisione	N° Tomo	Formato	Nome File
0/46	□□	□□□□□□	□□	□/□	□□	Tabulato di Calcolo





---

## Sommario

Premessa .....	3
1 Normative .....	3
2 Dati generali DB.....	17
2.1 Materiali.....	17
2.2 Terreni.....	18
3 Dati di definizione.....	19
3.1 Preferenze commessa.....	19
3.2 Azioni e carichi .....	26
3.3 Quote .....	28
3.4 Sondaggi del sito.....	29
3.5 Elementi di input.....	30
4 Verifiche pareti C.A. ....	33
5 Verifiche piastre C.A. ....	36

# Premessa

Nel presente elaborato, sono riportate le verifiche degli elementi strutturali di una vasca per l'alloggiamento di due spingitubo nell'ambito dei lavori di realizzazione di sistemi per la posa in opera con la tecnica di microtunneling delle condotte idrauliche di collegamento delle vasche artificiali in attraversamento al rilevato di via Carlo Levi. L'incarico è stato commissionato dall' Impresa Generali Costruzioni s.r.l. – viale Antonio Gramsci n°5 04100 - Latina (LT).

Per le analisi delle sollecitazioni sono stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

- Sismicad ver. 13 della Concrete con licenza n. SW- 15014963;

## 1 Normative

### **D.M. 17-01-18**

Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP**

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

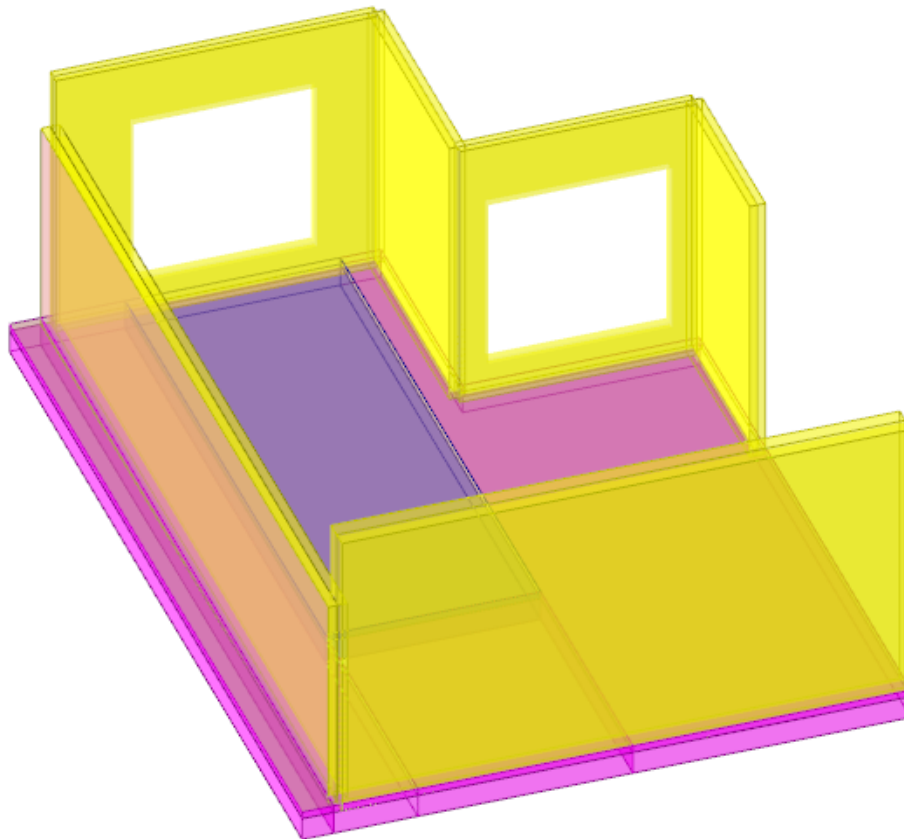
### **Eurocodici**

EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014

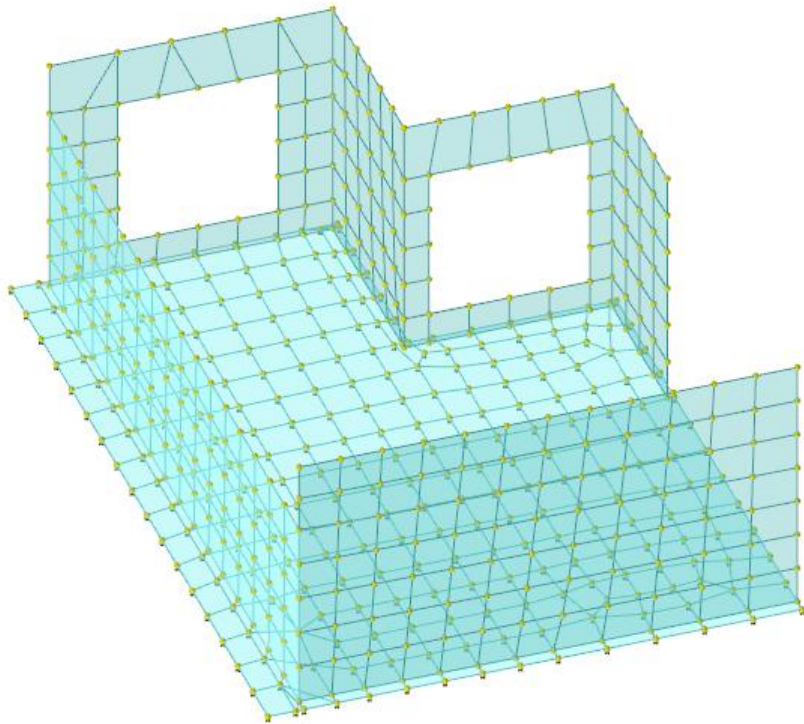
ETA-03/0050

ETA-07/0086

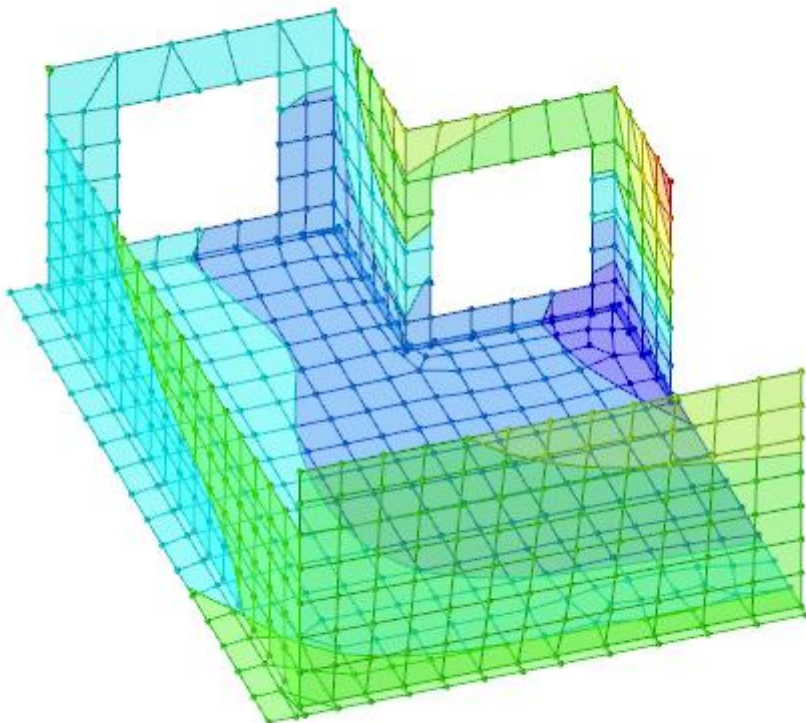
ETA-08/0147



**Struttura 3D**



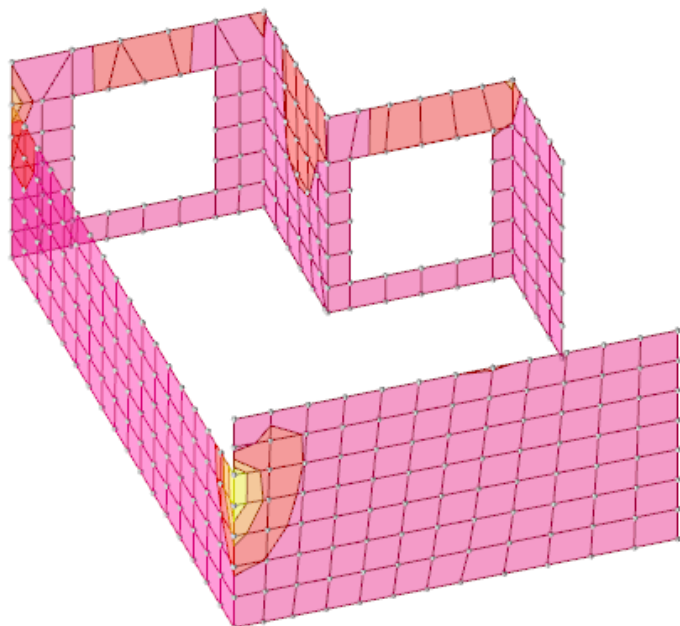
**Modello FEM**



	da 0.005 a 0.0045
	da 0.0045 a 0.004
	da 0.004 a 0.0035
	da 0.0035 a 0.003
	<b>da 0.003 a 0.0025</b>
	da 0.0025 a 0.002
	da 0.002 a 0.0015
	da 0.0015 a 0.001
	da 0.001 a 0.0005
	<b>da 0.0005 a 0</b>

[m]

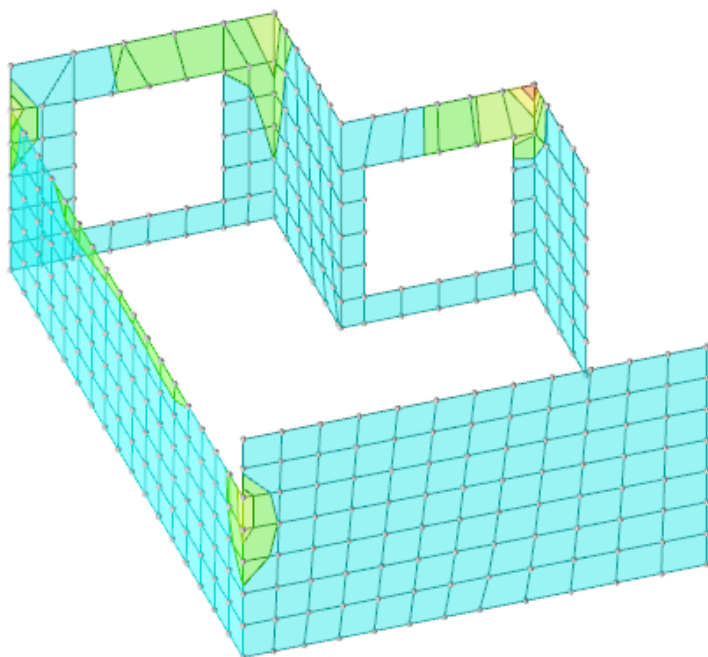
**Spostamenti in SLU (m)**



da 20 a 0
da 0 a -20
da -20 a -40
da -40 a -60
da -60 a -80
da -80 a -100
da -100 a -120
da -120 a -140
da -140 a -160
da -160 a -180

[kN·m/m]

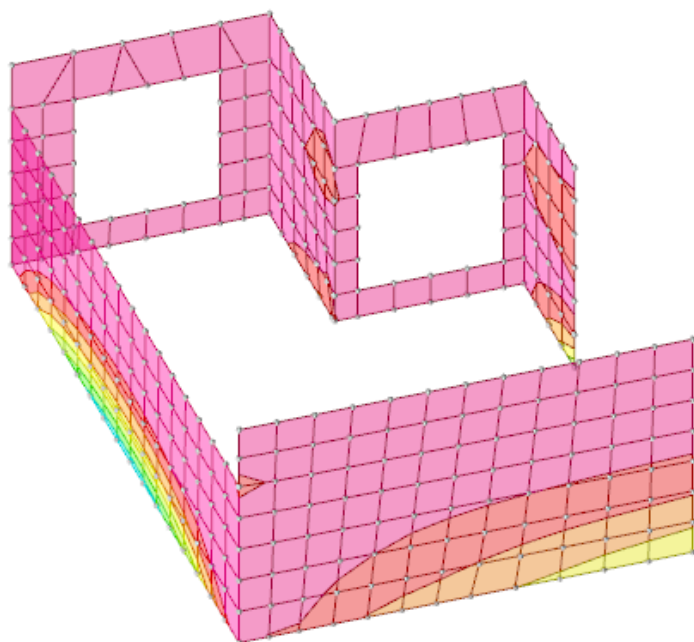
**Sollecitazioni gusci verticali Moo minime (kNm/m)**



da 160 a 140
da 140 a 120
da 120 a 100
da 100 a 80
da 80 a 60
da 60 a 40
da 40 a 20
da 20 a 0
da 0 a -20
da -20 a -40

[kN·m/m]

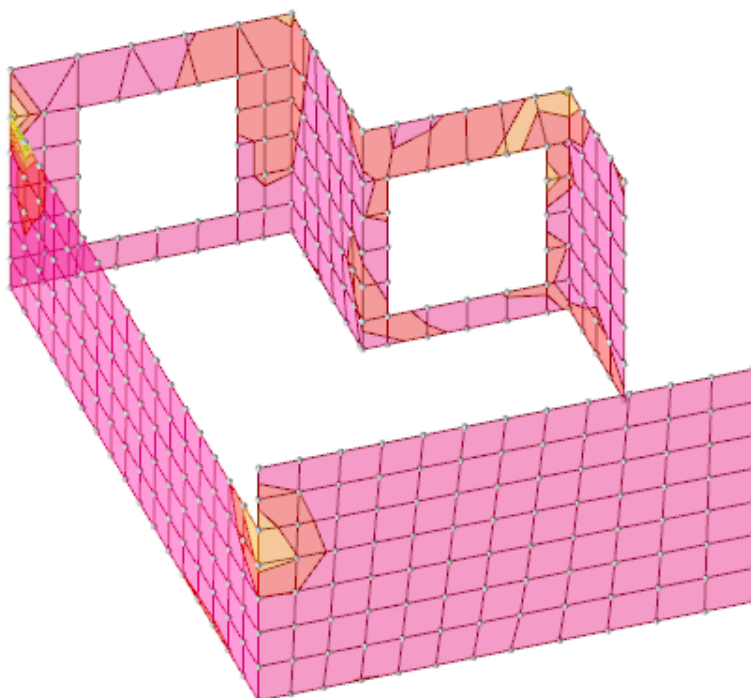
**Sollecitazioni gusci verticali Moo massime (kNm/m)**



	da 20 a 0
	da 0 a -20
	da -20 a -40
	da -40 a -60
	<b>da -60 a -80</b>
	da -80 a -100
	da -100 a -120
	da -120 a -140
	da -140 a -160
	<b>da -160 a -180</b>

[kN-m/m]

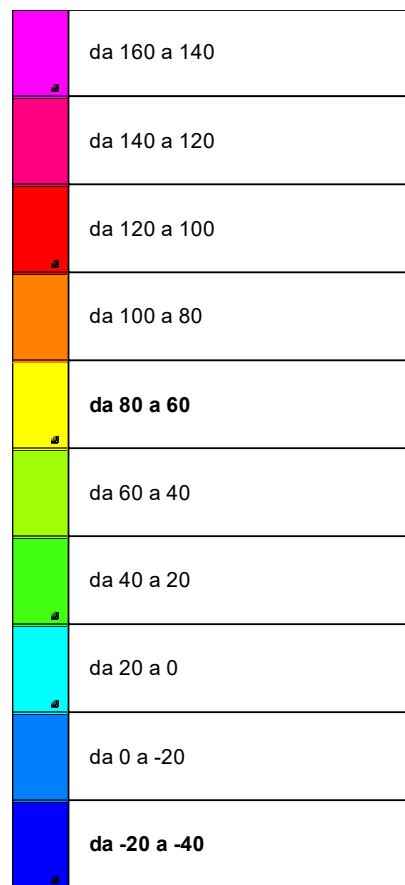
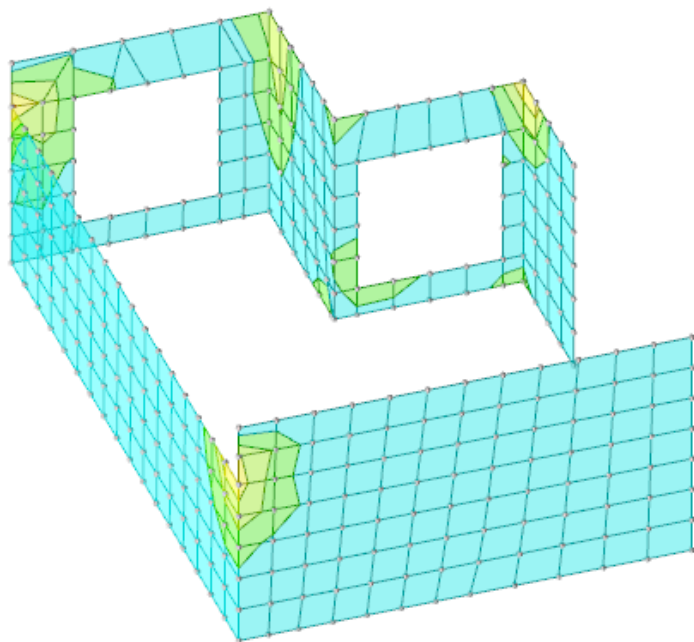
**Sollecitazioni gusci verticali Mzz minime (kNm/m)**



	da 20 a 0
	da 0 a -20
	da -20 a -40
	da -40 a -60
	<b>da -60 a -80</b>
	da -80 a -100
	da -100 a -120
	da -120 a -140
	da -140 a -160
	<b>da -160 a -180</b>

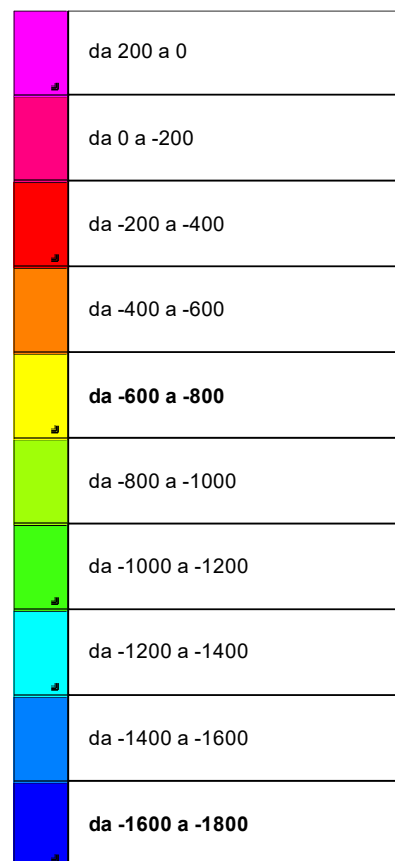
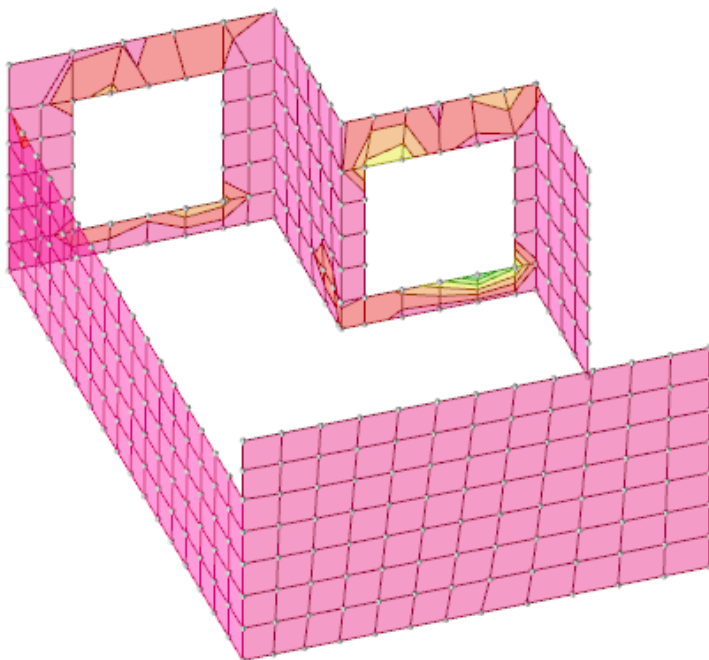
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci verticali Vo minime (kN/m)**



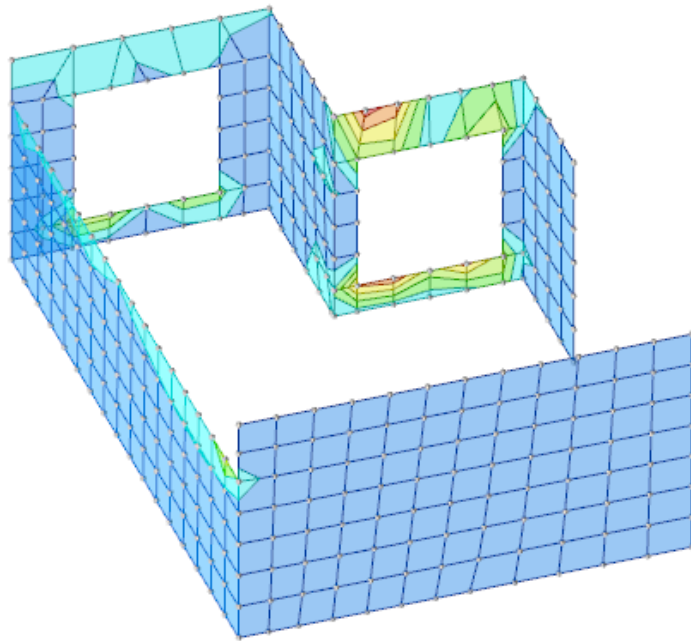
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci verticali  $V_0$  massime (kN/m)**



[kN/m]

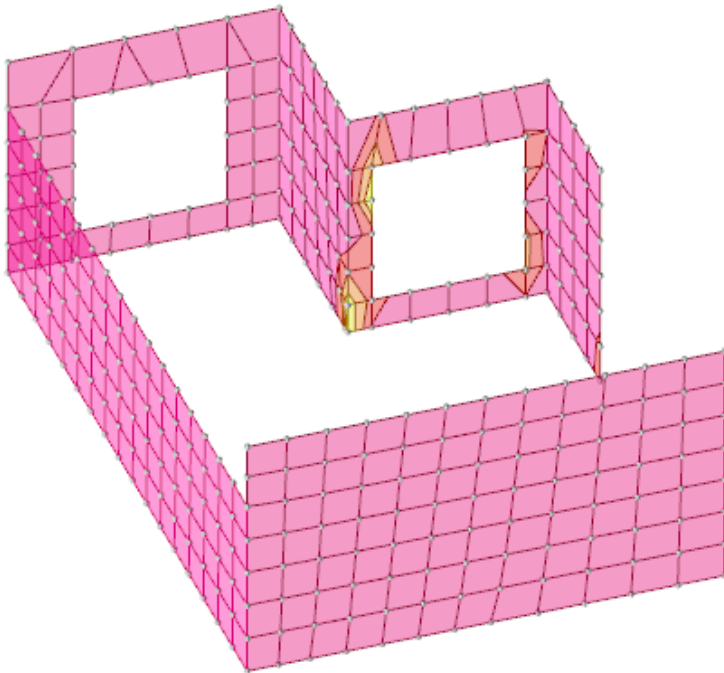
**Sollecitazioni gusci verticali  $F_{00}$  minime (kN/m)**



■	da 900 a 800
■	da 800 a 700
■	da 700 a 600
■	da 600 a 500
■	<b>da 500 a 400</b>
■	da 400 a 300
■	da 300 a 200
■	da 200 a 100
■	da 100 a 0
■	<b>da 0 a -100</b>

[kN/m]

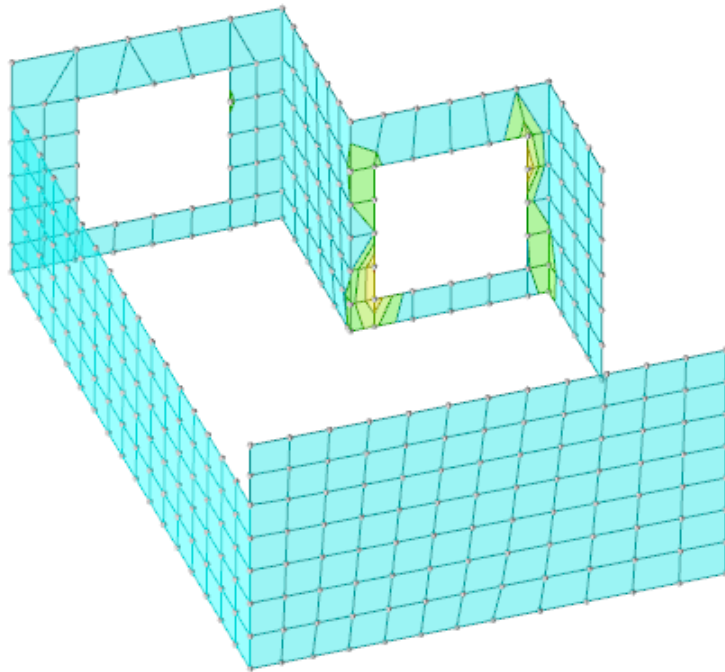
**Sollecitazioni gusci verticali F<sub>00</sub> massime (kN/m)**



■	da 500 a 0
■	da 0 a -500
■	da -500 a -1000
■	da -1000 a -1500
■	<b>da -1500 a -2000</b>
■	da -2000 a -2500
■	da -2500 a -3000
■	da -3000 a -3500
■	da -3500 a -4000
■	<b>da -4000 a -4500</b>

[kN/m]

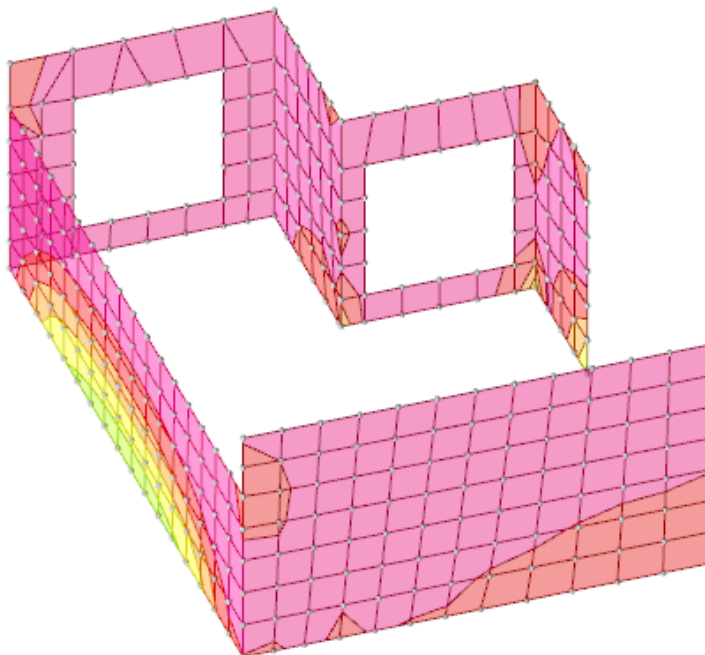
**Sollecitazioni gusci verticali F<sub>zz</sub> minime (kN/m)**



	da 4000 a 3500
	da 3500 a 3000
	da 3000 a 2500
	da 2500 a 2000
	<b>da 2000 a 1500</b>
	da 1500 a 1000
	da 1000 a 500
	da 500 a 0
	da 0 a -500
	<b>da -500 a -1000</b>

[kN/m]

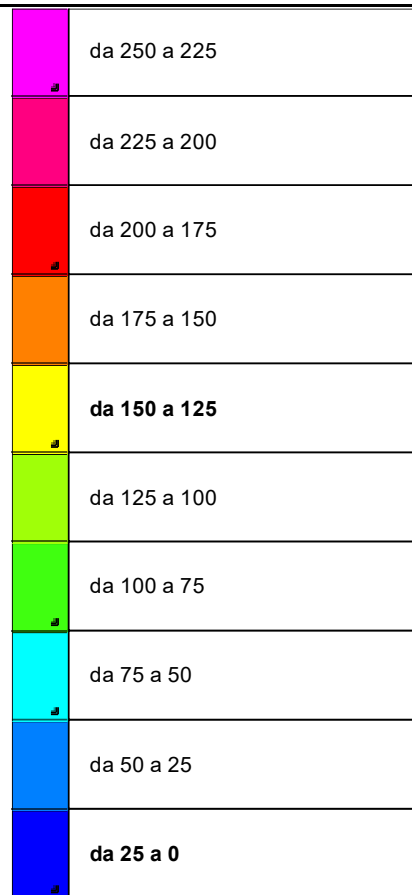
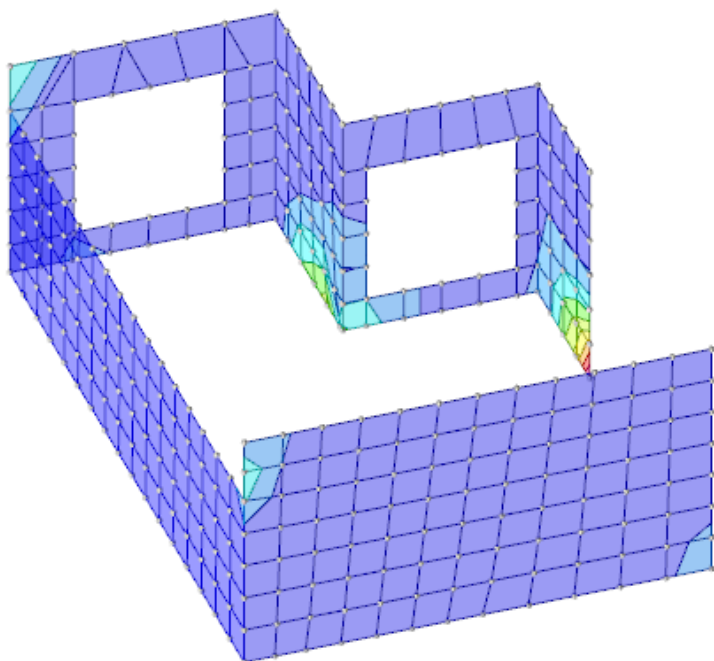
**Sollecitazioni gusci verticali Fzz massime (kN/m)**



	da 20 a 0
	da 0 a -20
	da -20 a -40
	da -40 a -60
	<b>da -60 a -80</b>
	da -80 a -100
	da -100 a -120
	da -120 a -140
	da -140 a -160
	<b>da -160 a -180</b>

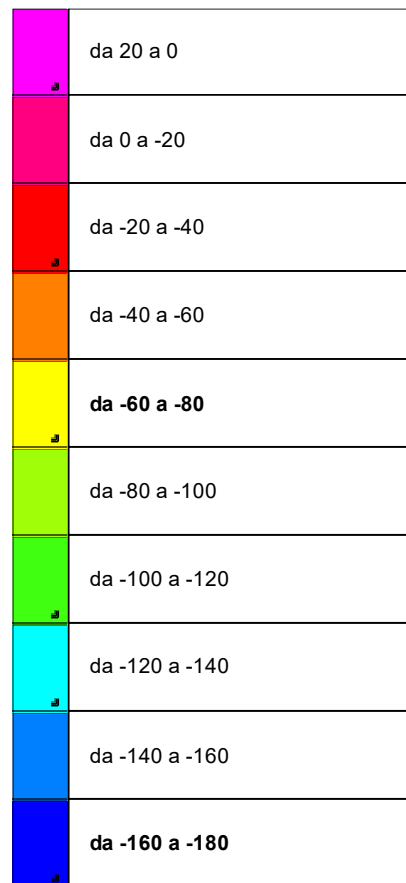
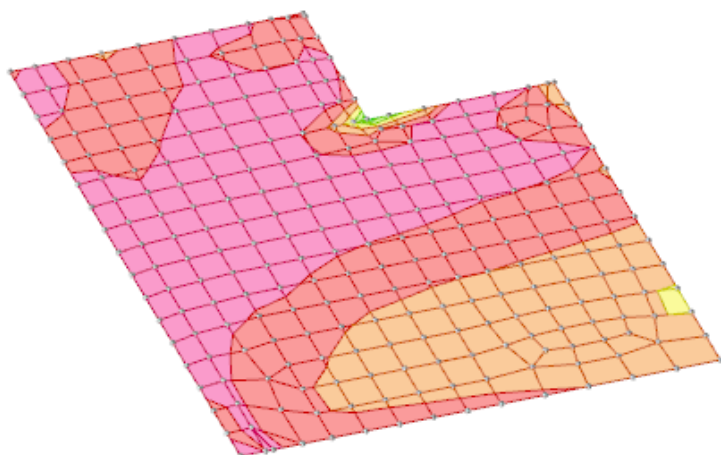
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci verticali Vz minime (kN/m)**



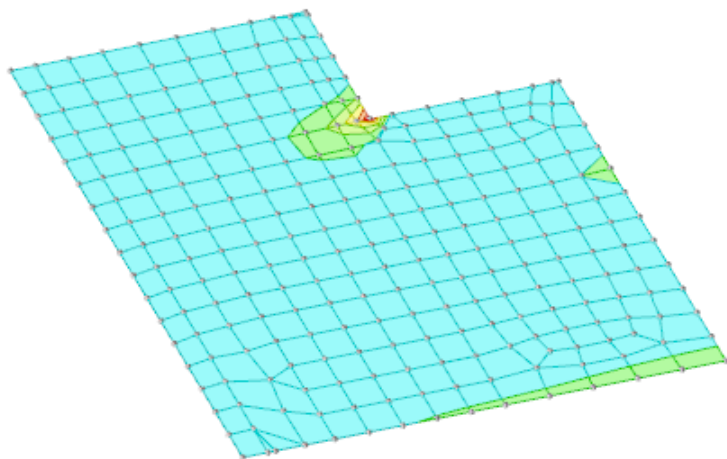
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci verticali Vz massime (kN/m)**



[kN·m/m]

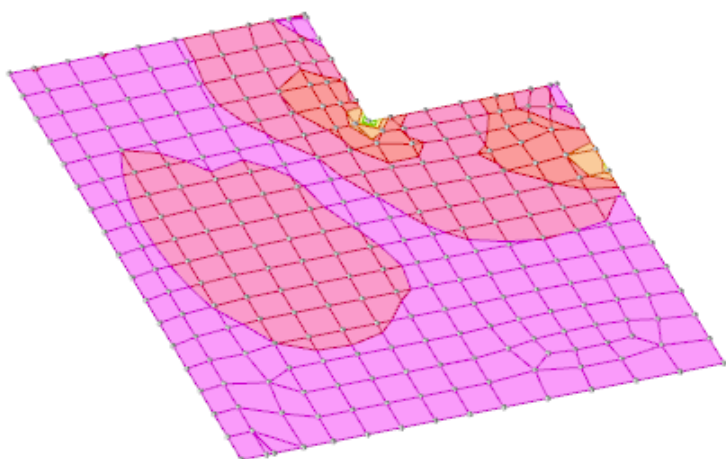
**Sollecitazioni gusci orizzontale Mxx minime (kN/m)**



	da 400 a 350
	da 350 a 300
	da 300 a 250
	da 250 a 200
	<b>da 200 a 150</b>
	da 150 a 100
	da 100 a 50
	da 50 a 0
	da 0 a -50
	<b>da -50 a -100</b>

[kN·m/m]

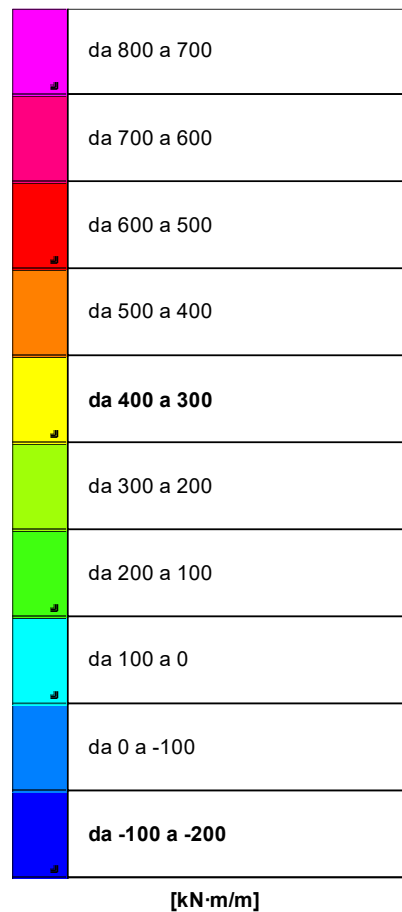
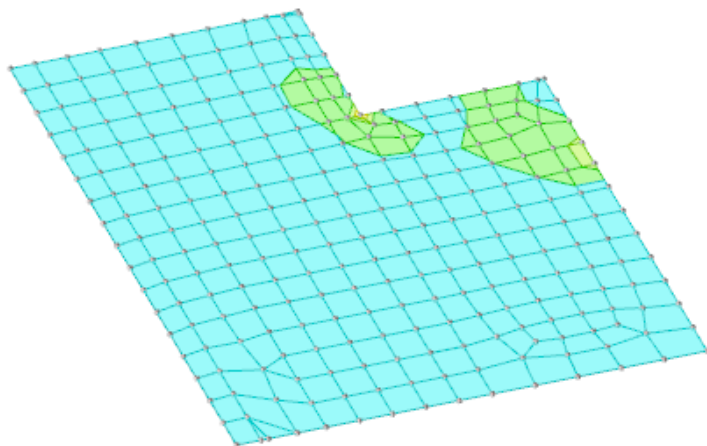
**Sollecitazioni gusci orizzontali Mxx massime (kNm/m)**



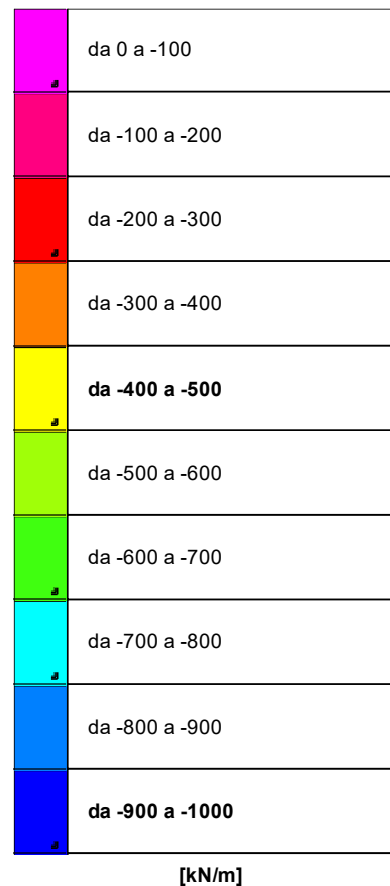
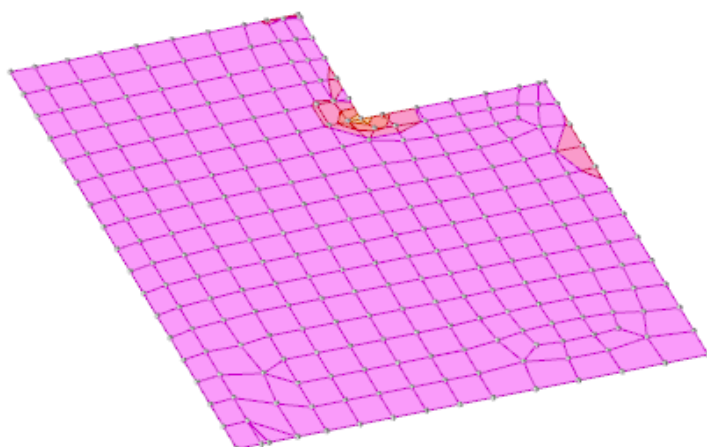
	da 0 a -25
	da -25 a -50
	da -50 a -75
	da -75 a -100
	<b>da -100 a -125</b>
	da -125 a -150
	da -150 a -175
	da -175 a -200
	da -200 a -225
	<b>da -225 a -250</b>

[kN·m/m]

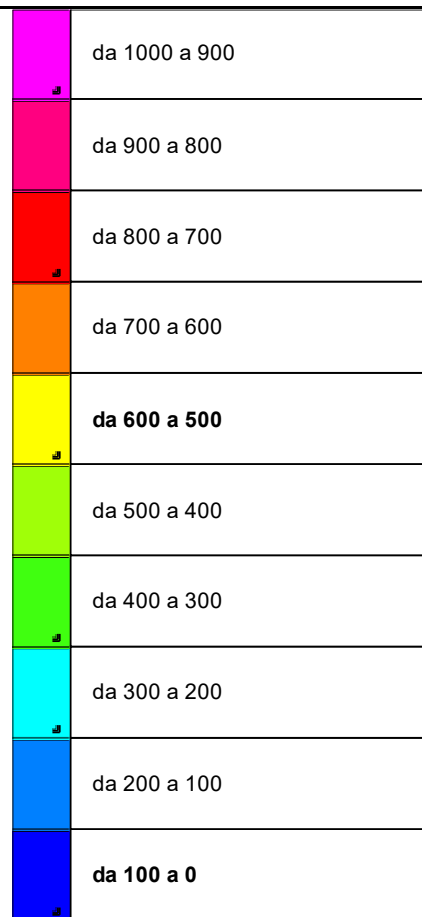
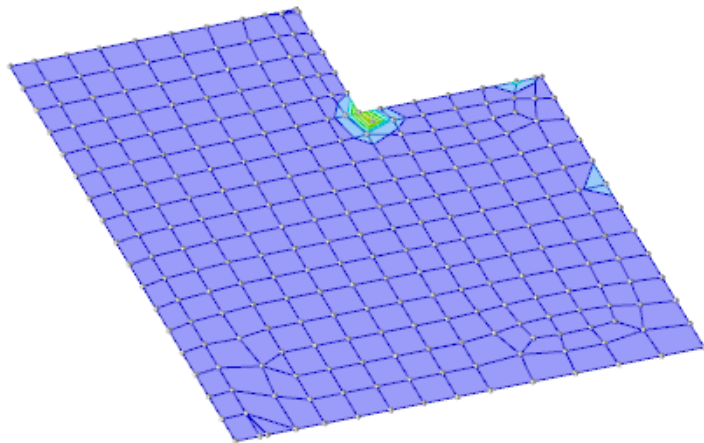
**Sollecitazioni gusci verticali Myy minime (kNm/m)**



**Sollecitazioni gusci orizzontali My massime (kNm/m)**

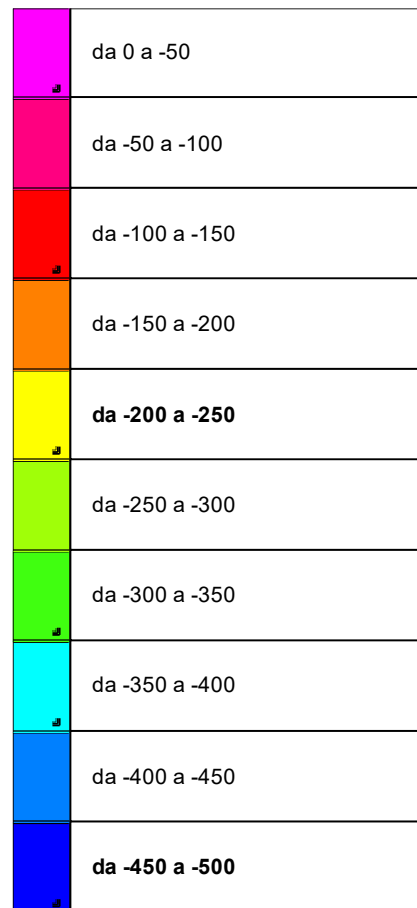
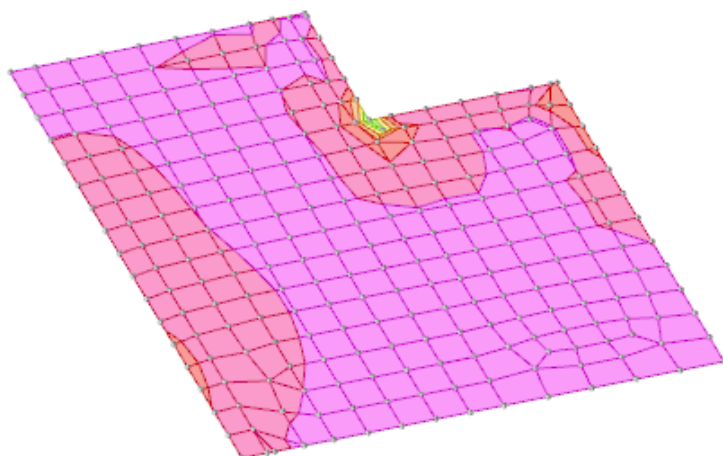


**Sollecitazioni gusci orizzontali Vx minime (kN/m)**



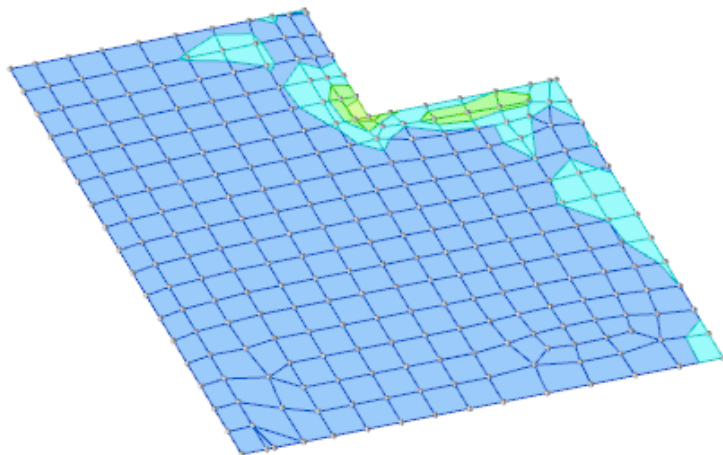
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci orizzontali Vx massime (kN/m)**



[kN/m]

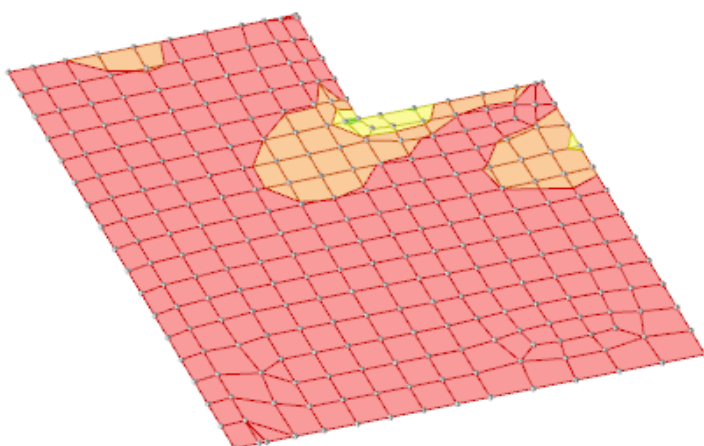
**Sollecitazioni gusci orizzontali Fxx minime (kN/m)**



	da 450 a 400
	da 400 a 350
	da 350 a 300
	<b>da 300 a 250</b>
	da 250 a 200
	da 200 a 150
	da 150 a 100
	da 100 a 50
	da 50 a 0
	<b>da 0 a -50</b>

[kN/m]

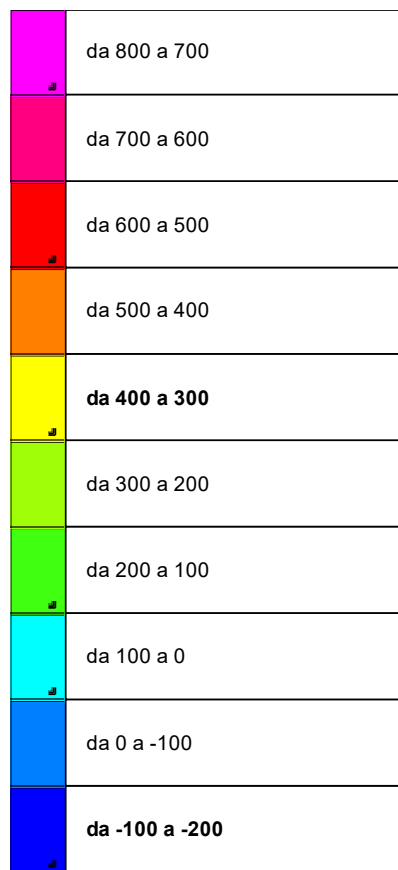
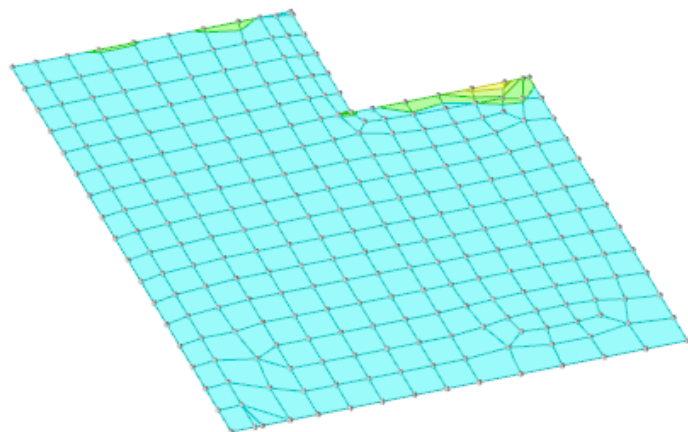
**Sollecitazioni gusci orizzontali Fxx massime (kN/m)**



	da 200 a 100
	da 100 a 0
	da 0 a -100
	da -100 a -200
	<b>da -200 a -300</b>
	da -300 a -400
	da -400 a -500
	da -500 a -600
	da -600 a -700
	<b>da -700 a -800</b>

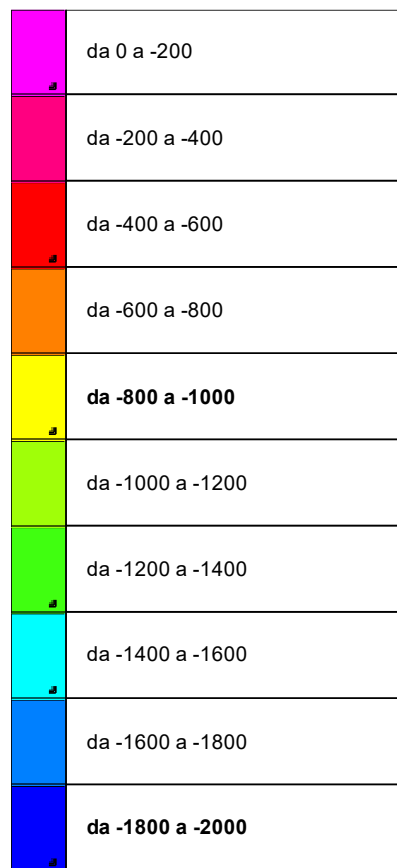
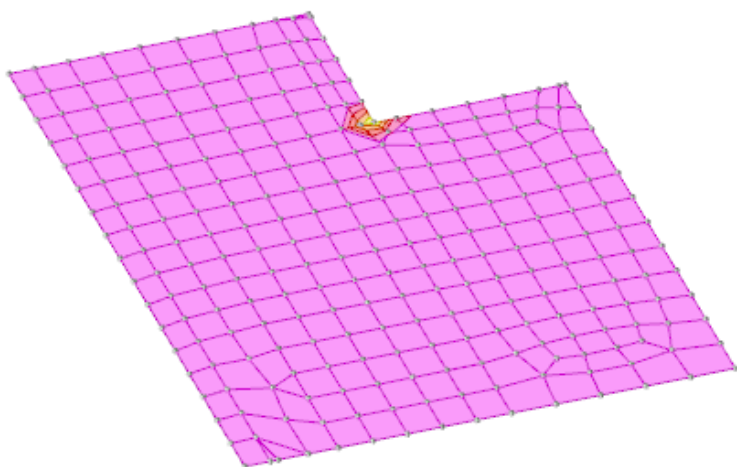
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci orizzontali Fyy minime (kN/m)**



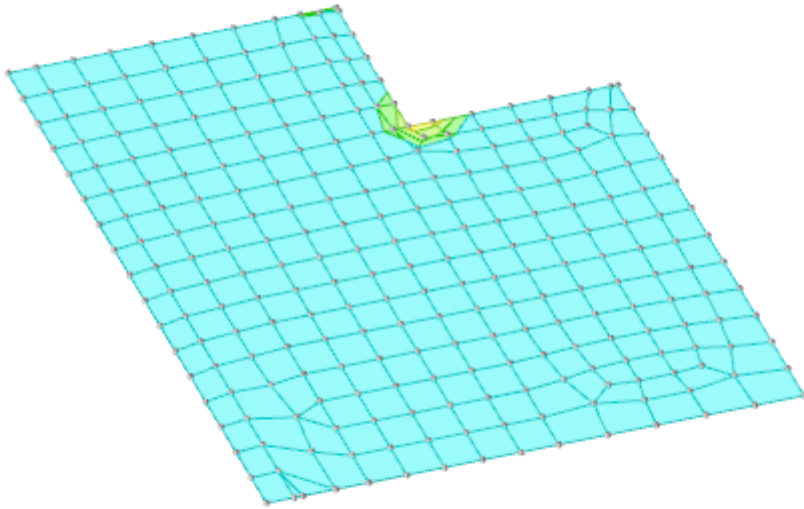
[kN/m]

**Sollecitazioni gusci orizzontali Fyy massime (kN/m)**



[kN/m]

**Sollecitazioni gusci orizzontali Vy minime (kN/m)**



	da 1600 a 1400
	da 1400 a 1200
	da 1200 a 1000
	da 1000 a 800
	<b>da 800 a 600</b>
	da 600 a 400
	da 400 a 200
	da 200 a 0
	da 0 a -200
	<b>da -200 a -400</b>

[kN/m]

*Sollecitazioni gusci orizzontali Vy massime (kN/m)*

# 2 Dati generali DB

## 2.1 Materiali

### 2.1.1 Materiali c.a.

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

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

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

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

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

**γ:** peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

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

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
c25/30	30000	31447161	14294164	0.1	25	0.00001

### 2.1.2 Curve di materiali c.a.

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

**Curva pushover:** curva caratteristica per analisi pushover.

**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.compr.:** incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsEc:** ε elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:** ε ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

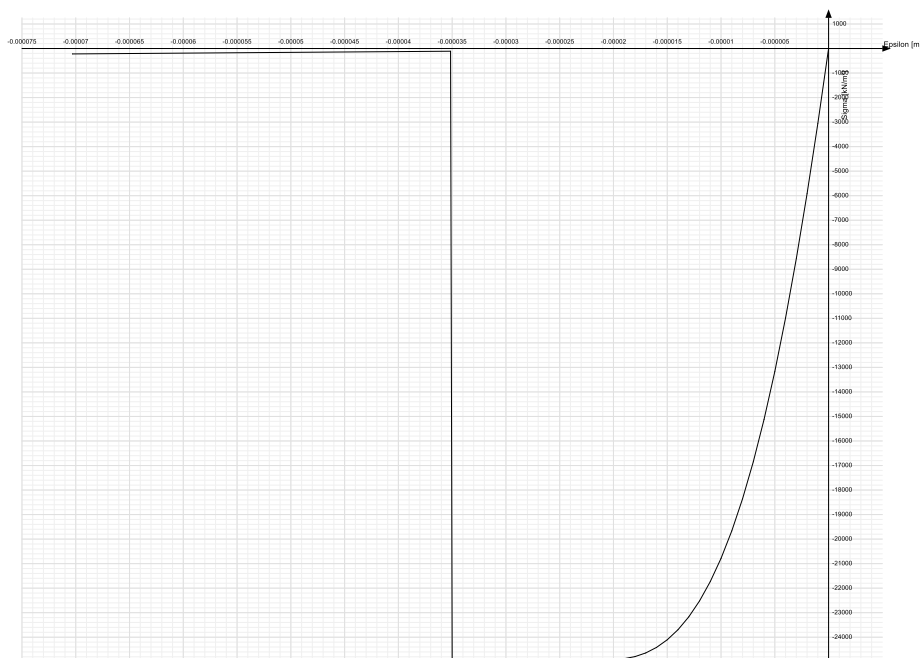
**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Incr.traz.:** incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsEt:** ε elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:** ε ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva pushover									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
c25/30	No	Si	31447161	0.001	-0.002	-0.0035	31447161	0.001	0.0000569	0.0000626



### 2.1.3 Armature

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

**Fonte:** origine dei dati dell'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [kN/m<sup>2</sup>]

**σamm.:** tensione ammissibile. [kN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

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

**γ:** peso specifico del materiale. [kN/m<sup>3</sup>]

$\nu$ : coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

$\alpha$ : coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

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

Descrizione	Fonte	fyk	$\sigma_{amm.}$	Tipo	E	$\gamma$	$\nu$	$\alpha$	Livello di conoscenza
B450C		450000	255000	Aderenza migliorata	206000000	78.5	0.3	0.000012	Nuovo

## 2.2 Terreni

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

**Fonte:** origine dei dati dell'elemento.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**$\nu$** : coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

**Qualità roccia RQD (0;1)**: rock quality degree. Indice di qualità della roccia, assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore è adimensionale.

Descrizione	Fonte	Natura geologica	Coesione (c')	Coesione non drenata (Cu)	Angolo di attrito interno $\phi$	Angolo di attrito di interfaccia $\delta$	Coeff. $\alpha$ di adesione della coesione (0;1)	Coeff. di spinta K0	$\gamma$ naturale	$\gamma$ saturo	E	$\nu$	Qualità roccia RQD (0;1)
T3-Sabbia compatta	studi cvlu9wu	Generico	0	0	37	25	0.5	0.4	18	22	80000	0.3	0
T2-Limi e limi Argillosi	Client	Generico	8	0	24	16	0.5	0.59	17.2	17.6	5000	0.3	0
T1-Limi e Limi argillosi	Client	Generico	10	0	28	19	0.5	0.53	18	18.4	80000	0.3	0

# 3 Dati di definizione

## 3.1 Preferenze commessa

### 3.1.1 Preferenze di normativa

<b>Analisi</b>	
<b>Normativa</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
<b>Tipo di costruzione</b>	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
<b>Vn</b>	50
<b>Classe d'uso</b>	II
<b>Vr</b>	50
<b>Tipo di analisi</b>	Lineare dinamica
<b>Considera sisma Z</b>	Solo se $Ag \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1
<b>Località</b>	Roma, Osteria Tor Chiesaccia; Latitudine ED50 41,8149° (41° 48' 54''); Longitudine ED50 12,462° (12° 27' 43''); Altitudine s.l.m. 18,38 m.
<b>Categoria del suolo</b>	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti
<b>Categoria topografica</b>	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
<b>Ss orizzontale SLD</b>	1.5
<b>Tb orizzontale SLD</b>	0.146 [s]
<b>Tc orizzontale SLD</b>	0.437 [s]
<b>Td orizzontale SLD</b>	1.823 [s]
<b>Ss orizzontale SLV</b>	1.4799
<b>Tb orizzontale SLV</b>	0.146 [s]
<b>Tc orizzontale SLV</b>	0.439 [s]
<b>Td orizzontale SLV</b>	2.167 [s]
<b>St</b>	1
<b>PVr SLD (%)</b>	63
<b>Tr SLD</b>	50
<b>Ag/g SLD</b>	0.0557
<b>Fo SLD</b>	2.505
<b>Tc* SLD</b>	0.27 [s]
<b>PVr SLV (%)</b>	10
<b>Tr SLV</b>	475
<b>Ag/g SLV</b>	0.1418
<b>Fo SLV</b>	2.587
<b>Tc* SLV</b>	0.272 [s]
<b>Smorzamento viscoso (%)</b>	5
<b>Classe di duttilità</b>	Non dissipativa
<b>Rotazione del sisma</b>	0 [deg]
<b>Quota dello '0' sismico</b>	-4.66 [m]
<b>Regolarità in pianta</b>	No
<b>Regolarità in elevazione</b>	Si
<b>Edificio C.A.</b>	Si
<b>Tipologia C.A.</b>	Strutture a pareti accoppiate $q_0 = 3.0 \cdot \alpha_u / \alpha_l$
<b><math>\alpha_u / \alpha_l</math> C.A.</b>	Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti $\alpha_u / \alpha_l = (1.0 + 1.2) / 2$
<b>Kw</b>	0.5
<b>Edificio esistente</b>	No
<b>Altezza costruzione</b>	4.76 [m]
<b>T1,x</b>	0.10836 [s]
<b>T1,y</b>	0.09227 [s]
<b><math>\lambda</math> SLD,x</b>	0.85
<b><math>\lambda</math> SLD,y</b>	0.85
<b><math>\lambda</math> SLV,x</b>	0.85
<b><math>\lambda</math> SLV,y</b>	0.85
<b>Limite spostamenti interpiano SLD</b>	0.005
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD X</b>	1.1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLD Y</b>	1.1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV X</b>	1.1
<b>Fattore di comportamento per sisma SLV Y</b>	1.1
<b>Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)</b>	2.3
<b>Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)</b>	1.1
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta</b>	1.15
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione</b>	1.15
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione</b>	1.25
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta</b>	1.35
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione</b>	1.15
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione</b>	1.25
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta</b>	1.35
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione</b>	1.15
<b>Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione</b>	1.25
<b>Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali</b>	1.3
<b>Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate</b>	1.7
<b>Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)</b>	1.15
<b>Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7</b>	Si
<b>Verifiche C.A.</b>	
<b>Normativa</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
<b><math>\gamma_s</math> (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)</b>	1.15
<b><math>\gamma_c</math> (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)</b>	1.5
<b>Limite <math>\sigma_c / f_{ck}</math> in combinazione rara</b>	0.6
<b>Limite <math>\sigma_c / f_{ck}</math> in combinazione quasi permanente</b>	0.45
<b>Limite <math>\sigma_t / f_{yk}</math> in combinazione rara</b>	0.8
<b>Coefficiente di riduzione della <math>\tau</math> per cattiva aderenza</b>	0.7

Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.0002	[m]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.0003	[m]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.0004	[m]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	Si	
Copriferro secondo EC2	No	
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85	
acc elementi esistenti	0.85	

### Verifiche legno

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
yM combinazioni fondamentali massiccio	1.5
yM combinazioni fondamentali lamellare	1.45
yM combinazioni fondamentali unioni	1.5
yM combinazioni eccezionali	1
yM combinazioni esercizio	1
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 3	0.9
Kmod durata breve, classe 1	0.9
Kmod durata breve, classe 2	0.9
Kmod durata breve, classe 3	0.7
Kmod durata media, classe 1	0.8
Kmod durata media, classe 2	0.8
Kmod durata media, classe 3	0.65
Kmod durata lunga, classe 1	0.7
Kmod durata lunga, classe 2	0.7
Kmod durata lunga, classe 3	0.55
Kmod durata permanente, classe 1	0.6
Kmod durata permanente, classe 2	0.6
Kmod durata permanente, classe 3	0.5
Kdef classe 1	0.6
Kdef classe 2	0.8
Kdef classe 3	2

### Verifiche acciaio

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym0	1.05
ym1	1.05
ym2	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per Mcr	automatico
Coefficienti $\alpha$ , $\beta$ per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi § 6.2.6.7 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 in 7.5.4.3-7.5.4.5	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione fy per tubi tondi di classe 4	no
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	si
Classe 3 per verifiche sismiche non dissipative profili	No

### Verifiche alluminio

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
ym1	1.15
ym2	1.25

### Verifiche pannelli gessofibra

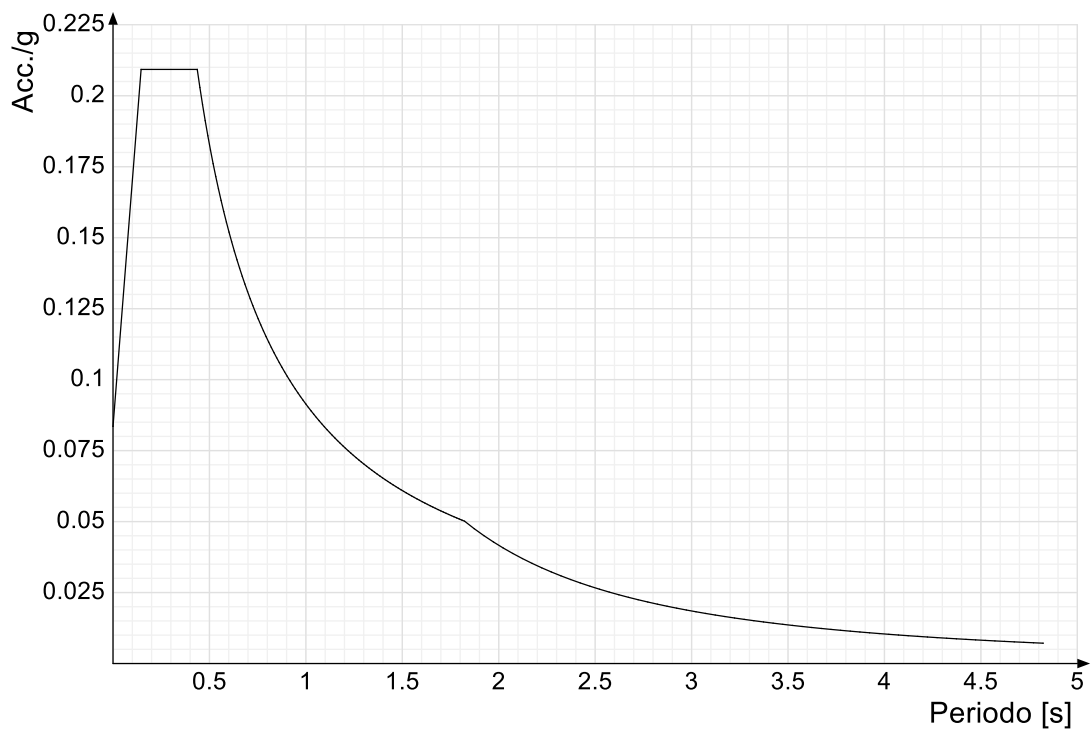
Normativa	EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014; ETA-03/0050; ETA-07/0086; ETA-08/0147
a	7
b	-0.7
c	0.9
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	0.8
Kmod durata breve, classe 1	0.8
Kmod durata breve, classe 2	0.6
Kmod durata media, classe 1	0.6
Kmod durata media, classe 2	0.45
Kmod durata lunga, classe 1	0.4
Kmod durata lunga, classe 2	0.3
Kmod durata permanente, classe 1	0.2
Kmod durata permanente, classe 2	0.15

### 3.1.2 Spettri

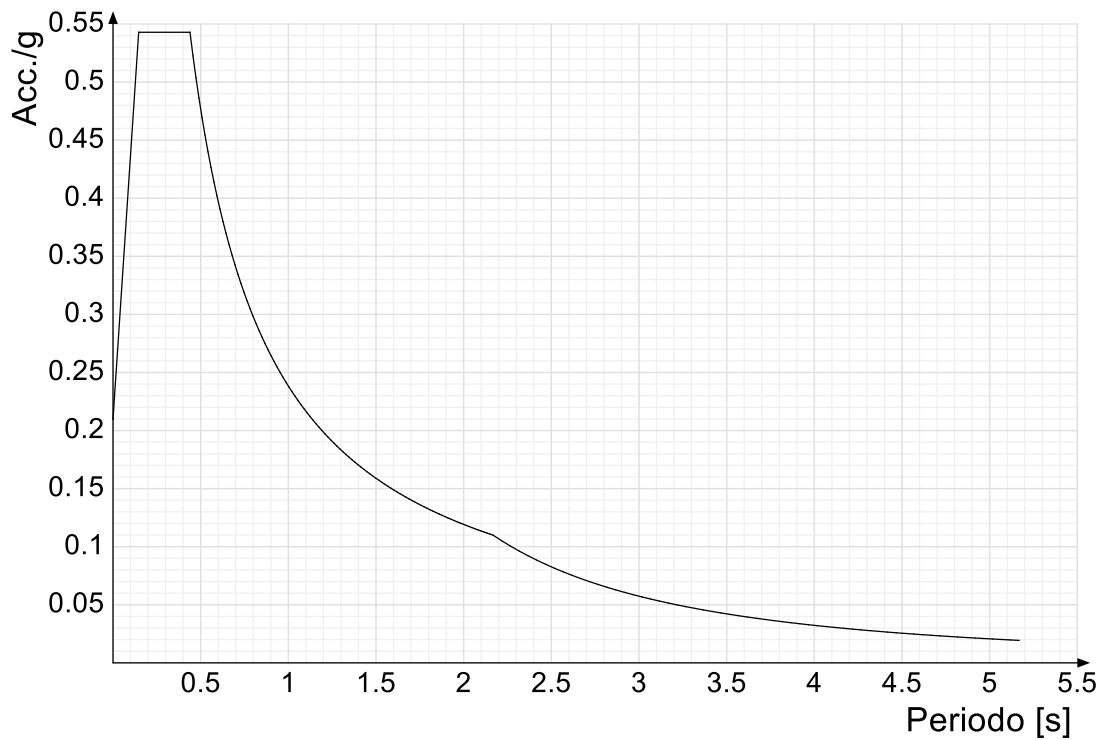
**Acc.Ig:** Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

**Periodo:** Periodo di vibrazione.

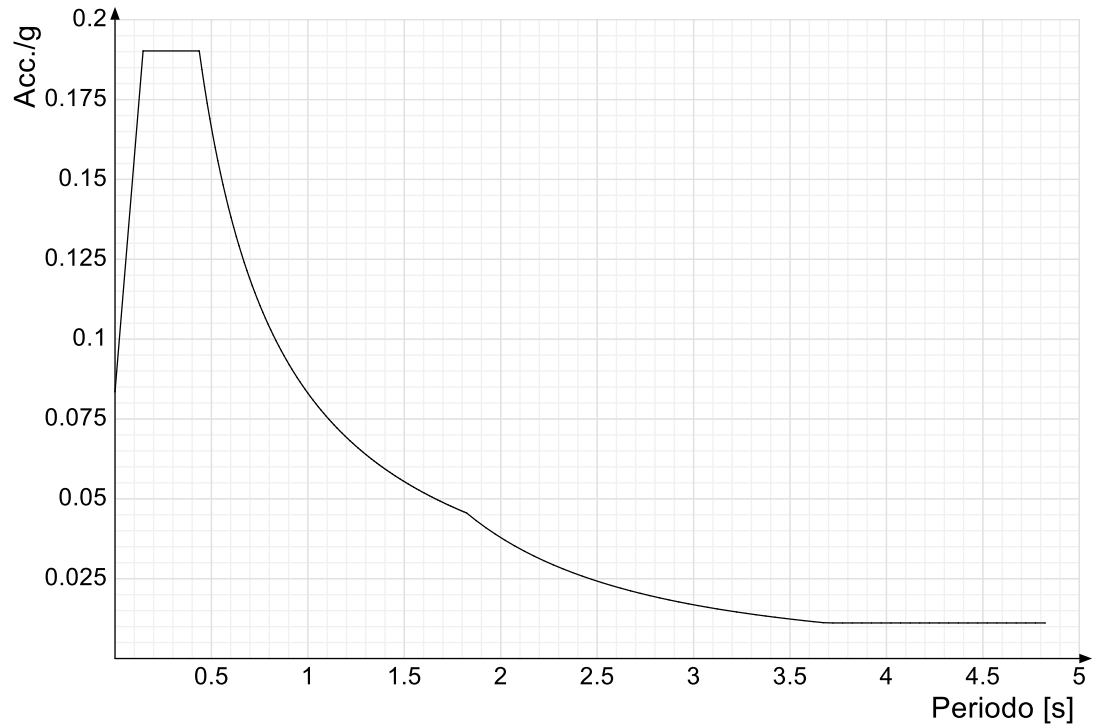
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



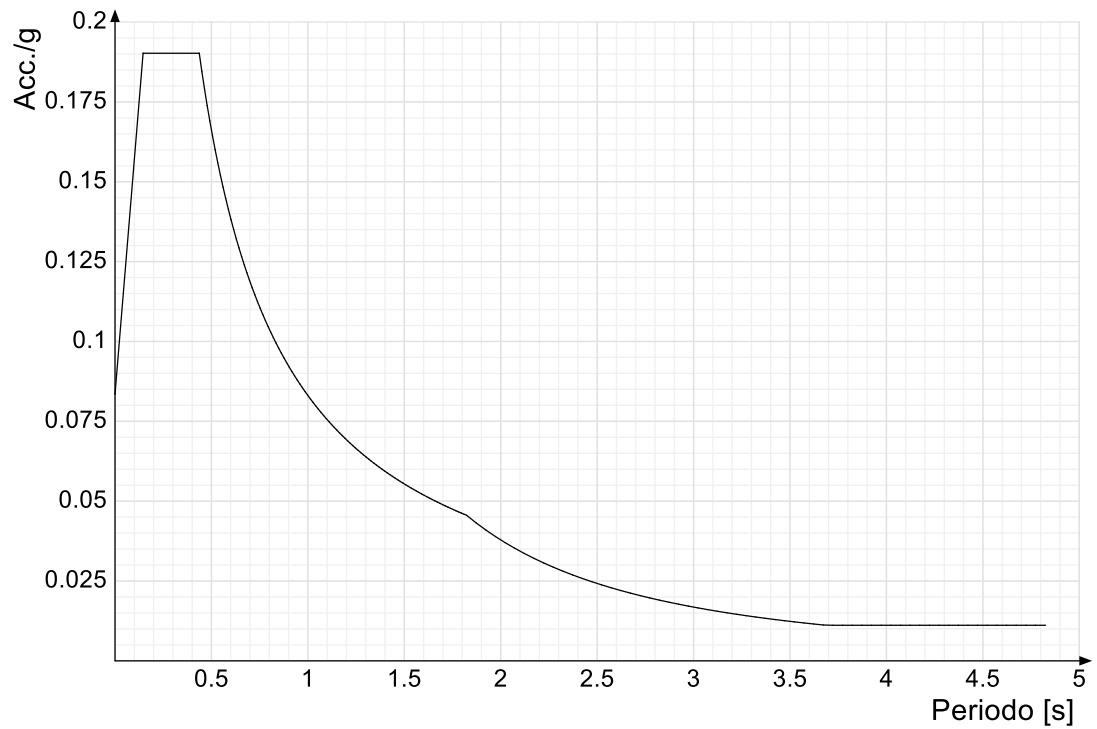
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



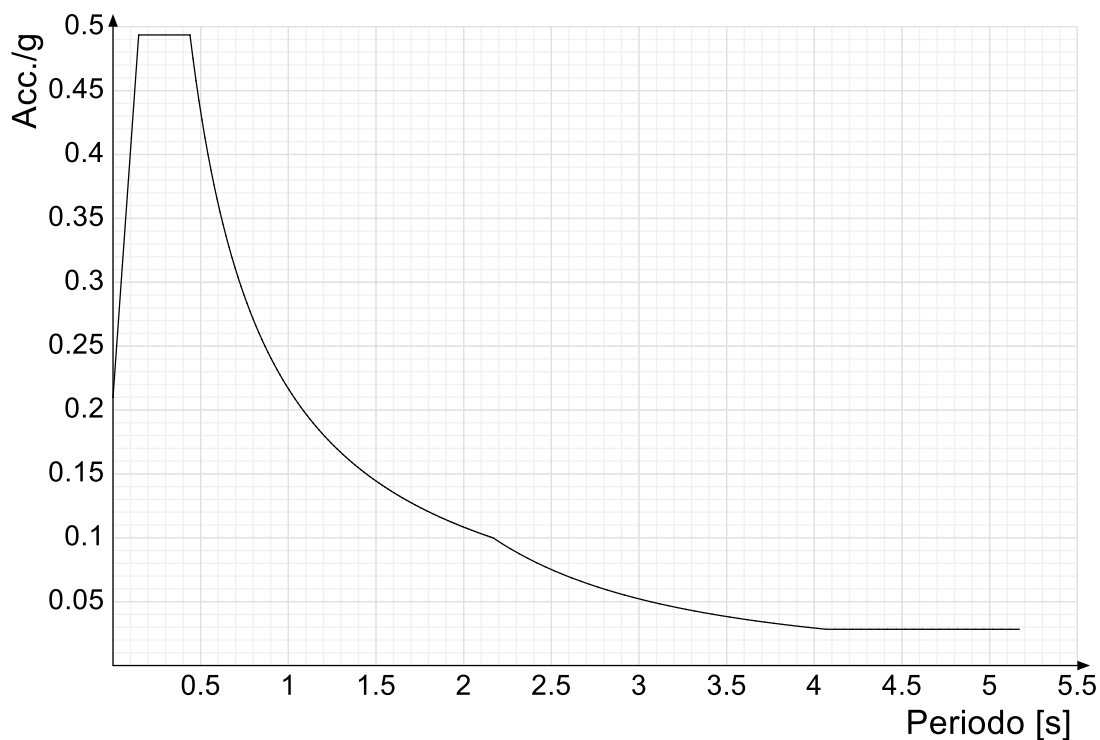
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5**



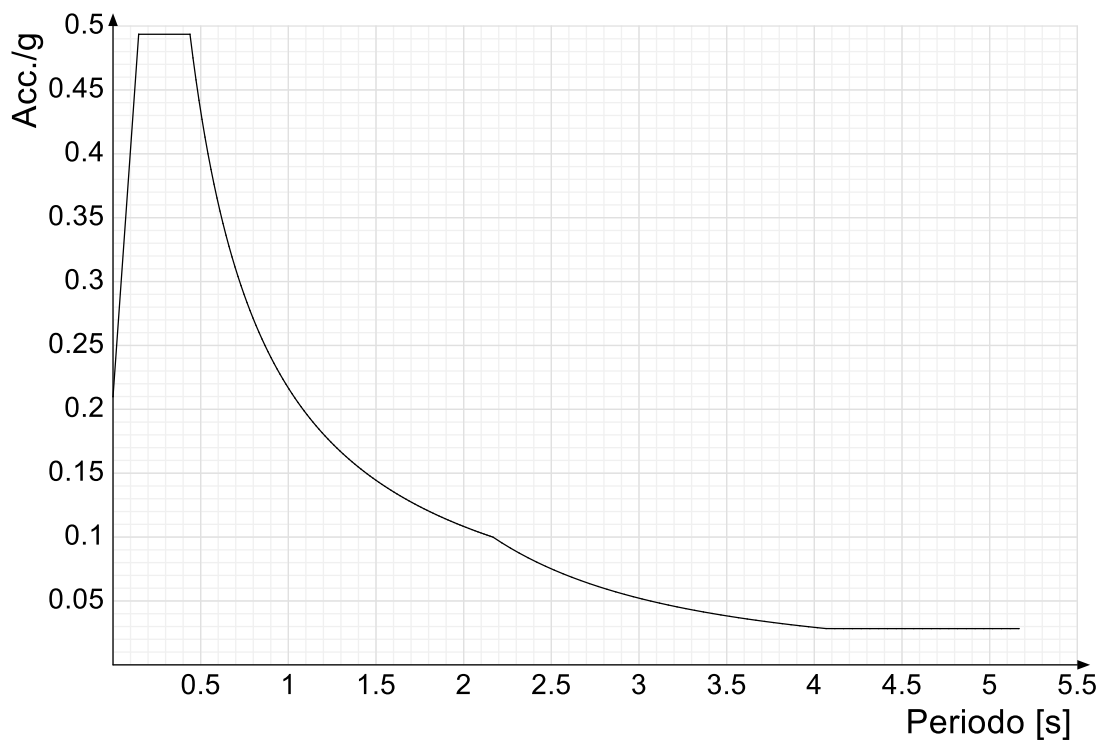
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5**



**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5**

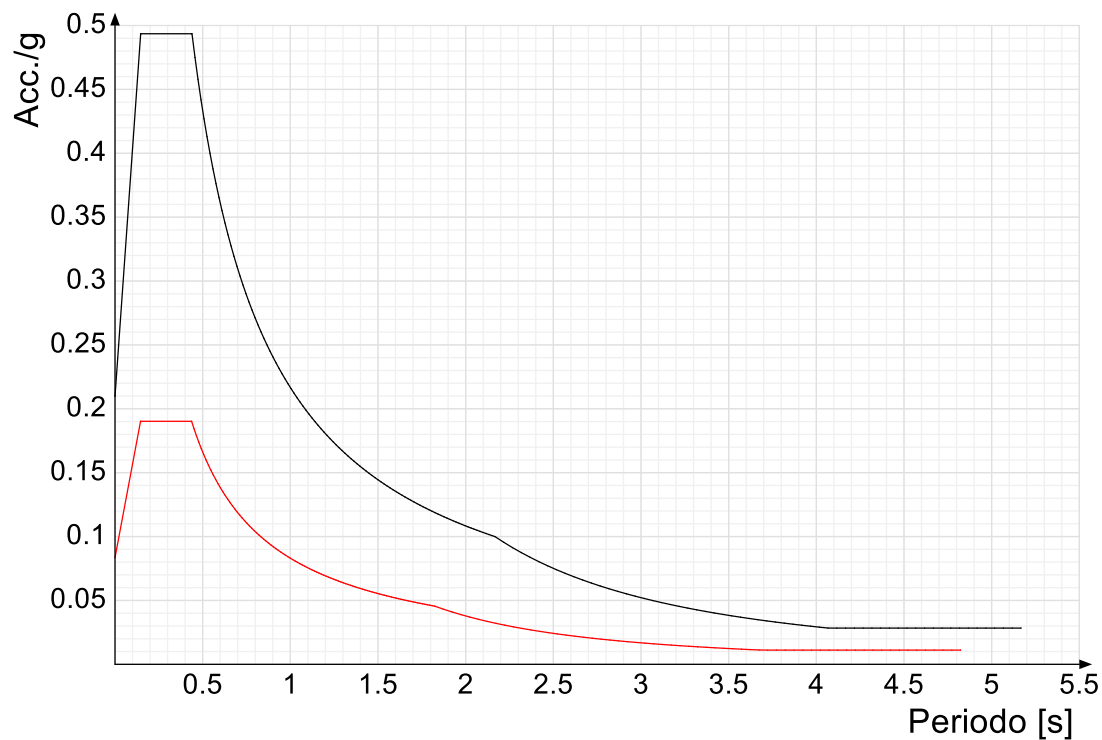


**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5**

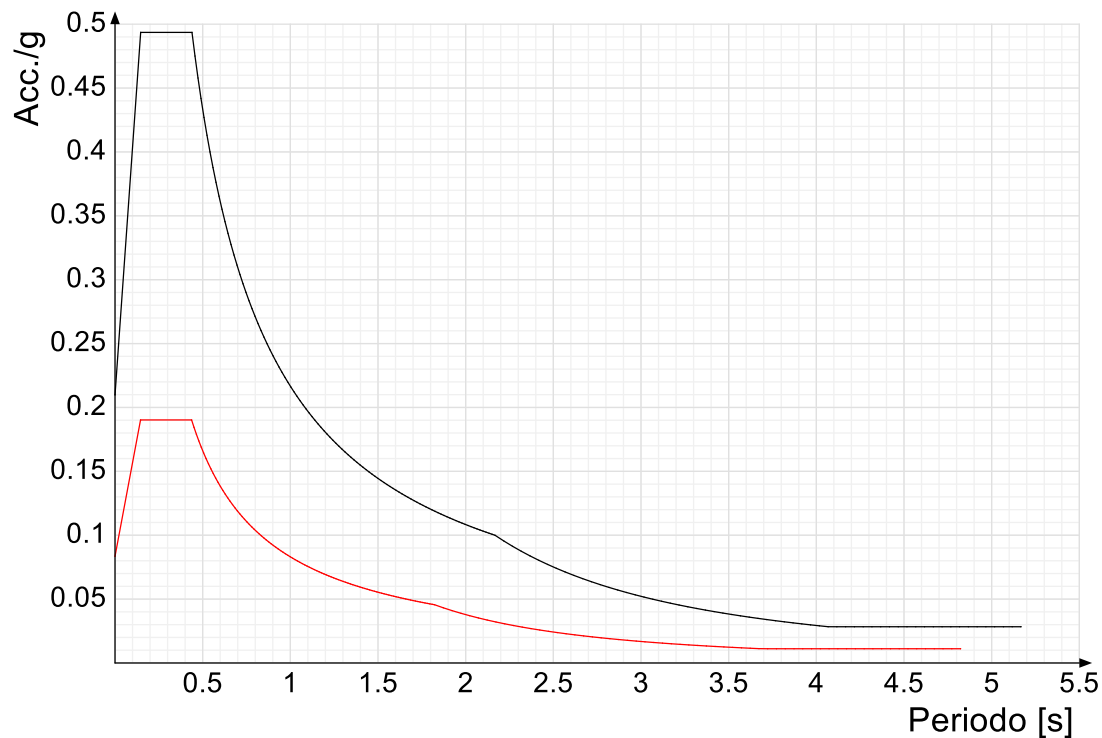


**Confronti spettri SLV-SLD**

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



### 3.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8	[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8	[m]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	0.3	[m]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidità connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1	[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01	[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04	[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1	[m]

Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL FARDISO
Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico
Numero di modi di vibrare da ricercare	20
Algoritmo di analisi modale	Ritz
Algoritmo di combinazione modale	CQC

### 3.1.4 Moltiplicatori inerziali

**Tipologia:** tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

**J2:** moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

**J3:** moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

**Jt:** moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

**A:** moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

**A2:** moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

**A3:** moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

**Conci rigidi:** fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Pilastro in muratura	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Colonna acciaio-calcestruzzo	1	1	1	1	1	1	1
Trave acciaio-calcestruzzo	1	1	1	1	1	1	1

### 3.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

### 3.1.6 Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza
Percentuale carico calcolato a trave continua	0
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001 [kN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001 [kN/m]

### 3.1.7 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	no
Fondazioni bloccate orizzontalmente	no
Considera peso sismico delle fondazioni	no
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	30000 [kN/m <sup>3</sup> ]
Rapporto coefficiente di sottofondo orizzontale/verticale	0.5
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	1000 [kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	0.1 [kN/m <sup>2</sup> ]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	T3-Sabbia compatta
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	2 [m]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1
K punta palo (default)	40000 [kN/m <sup>3</sup> ]
Pressione limite punta palo (default)	1000 [kN/m <sup>2</sup> ]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	600 [kN/m <sup>2</sup> ]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	si
Spessore massimo strato	1 [m]
Profondità massima	30 [m]
Cedimento assoluto ammissibile	0.05 [m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05 [m]
Cedimento relativo ammissibile	0.05 [m]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333
Rotazione rigida ammissibile	0.191 [deg]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191 [deg]
Distorsione positiva ammissibile	0.191 [deg]
Distorsione negativa ammissibile	0.095 [deg]
Considera fondazioni compensate	no
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	1
Condizione per la valutazione della spinta su pareti	Lungo termine
Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico	si
Calcola cedimenti teorici pali	si
Considera accorciamento del palo	si
Distanza influenza cedimento palo	10 [m]
Distribuzione attrito laterale	Attrito laterale uniforme

Ripartizione del carico	Ripartizione come da modello FEM	
Scelta terreno laterale	Media pesata degli strati coinvolti	
Scelta terreno punta	Media pesata degli strati coinvolti	
Cedimento assoluto ammissibile	0.05	[m]
Cedimento medio ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]
Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento	si	
Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti	no	
Esegui verifica a liquefazione	no	
Metodo di verifica liquefazione	Seed-Idriss (1982)	
Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione	1.3	
Magnitudo scaling factor per liquefazione	1	

### 3.1.8 Preferenze progetto muratura

Forza minima aggancio al piano (default)	0	[kN/m]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8	
Minima resistenza trazione travi (default)	35	[kN]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	0	[deg]
Considera d = 0.8 * h nei maschi senza fibre compresse	No	
Verifica pressoflessione deviata	No	
Considera effetto piastra in presenza di irrigidimenti	No	
N = 0 per verifica fessurazione diagonale elementi esistenti in D.M. 17-01-2018	si	
Resistenza a pressoflessione FRCM	Secondo CNR-DT 215	
Considera rinforzi FRP/FRCM anche per combinazioni non sismiche	No	
Schema eccentricità di carico solaio	Triangolare	
Stampa sollecitazioni	No	

## 3.2 Azioni e carichi

### 3.2.1 Azione del vento

Zona	Zona 3	
Rugosità	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m	
Categoria esposizione	V	
Vb	27	[m/s]
Tr	0.5	[m/s]
Ct	0.01	[m/s]
qr	0.456	[kN/m <sup>2</sup> ]
Quota piano campagna	0	[m]

### 3.2.2 Azione della neve

Zona	Zona III	
Classe topografica	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi	
Ce	1	
Ct	1	
Tr	50	
qsk	0.6	[kN/m <sup>2</sup> ]

### 3.2.3 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**Durata:** descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

**ψ0:** coefficiente moltiplicatore ψ0. Il valore è adimensionale.

**ψ1:** coefficiente moltiplicatore ψ1. Il valore è adimensionale.

**ψ2:** coefficiente moltiplicatore ψ2. Il valore è adimensionale.

**Con segno:** descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	Durata	ψ0	ψ1	ψ2	Con segno
Pesi strutturali	Pesi	Permanente				
Permanenti portati	Port.	Permanente				
Variabile F	Variabile F	Media	0.7	0.7	0.6	
ΔT	ΔT	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV	SLV X					
Sisma Y SLV	SLV Y					
Sisma Z SLV	SLV Z					
Eccentricità Y per sisma X SLV	EySx SLV					
Eccentricità X per sisma Y SLV	ExSy SLV					
Sisma X SLD	SLD X					
Sisma Y SLD	SLD Y					
Sisma Z SLD	SLD Z					
Eccentricità Y per sisma X SLD	EySx SLD					
Eccentricità X per sisma Y SLD	ExSy SLD					
Terreno sisma X SLV	Tr SLV X					
Terreno sisma Y SLV	Tr SLV Y					
Terreno sisma Z SLV	Tr SLV Z					
Terreno sisma X SLD	Tr SLD X					
Terreno sisma Y SLD	Tr SLD Y					
Terreno sisma Z SLD	Tr SLD Z					
Rig Ux	Rig Ux					
Rig Uy	Rig Uy					
Rig Rz	Rig Rz					

### 3.2.4 Combinazioni di carico

**Nome:** E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

**Nome breve:** E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

**Pesi:** Pesi strutturali

**Port.:** Permanenti portati

**Variabile F:** Variabile F

**ΔT:** ΔT

**SLD X:** Sisma X SLD

**SLD Y:** Sisma Y SLD

**SLD Z:** Sisma Z SLD

**EySx SLD:** Eccentricità Y per sisma X SLD

**ExSy SLD:** Eccentricità X per sisma Y SLD

**Tr SLD X:** Terreno sisma X SLD

**Tr SLD Y:** Terreno sisma Y SLD

**Tr SLD Z:** Terreno sisma Z SLD

**SLV X:** Sisma X SLV

**SLV Y:** Sisma Y SLV

**SLV Z:** Sisma Z SLV

**EySx SLV:** Eccentricità Y per sisma X SLV

**ExSy SLV:** Eccentricità X per sisma Y SLV

**Tr SLV X:** Terreno sisma X SLV

**Tr SLV Y:** Terreno sisma Y SLV

**Tr SLV Z:** Terreno sisma Z SLV

**Rig Ux:** Rig Ux

**Rig Uy:** Rig Uy

**Rig Rz:** Rig Rz

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

#### Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT
1	SLU 1	1	0.8	0	0
2	SLU 2	1	0.8	1.5	0
3	SLU 3	1	1.5	0	0
4	SLU 4	1	1.5	1.5	0
5	SLU 5	1.3	0.8	0	0
6	SLU 6	1.3	0.8	1.5	0
7	SLU 7	1.3	1.5	0	0
8	SLU 8	1.3	1.5	1.5	0

#### Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT
1	SLE RA 1	1	1	0	0
2	SLE RA 2	1	1	1	0

#### Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT
1	SLE FR 1	1	1	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0.7	0

#### Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT
1	SLE QP 1	1	1	0	0
2	SLE QP 2	1	1	0.6	0

#### Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT
------	------------	------	-------	-------------	----

#### Famiglia SLD

Il nome compatto della famiglia è SLD.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT	SLD X	SLD Y	SLD Z	EySx SLD	ExSy SLD	Tr SLD X	Tr SLD Y	Tr SLD Z
1	SLD 1	1	1	0.6	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLD 2	1	1	0.6	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLD 3	1	1	0.6	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLD 4	1	1	0.6	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLD 5	1	1	0.6	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLD 6	1	1	0.6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLD 7	1	1	0.6	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLD 8	1	1	0.6	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLD 9	1	1	0.6	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLD 10	1	1	0.6	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLD 11	1	1	0.6	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLD 12	1	1	0.6	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLD 13	1	1	0.6	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLD 14	1	1	0.6	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLD 15	1	1	0.6	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLD 16	1	1	0.6	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

#### Famiglia SLV

Il nome compatto della famiglia è SLV.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile F	ΔT	SLV X	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr SLV X	Tr SLV Y	Tr SLV Z
1	SLV 1	1	1	0.6	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLV 2	1	1	0.6	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLV 3	1	1	0.6	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0
4	SLV 4	1	1	0.6	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLV 5	1	1	0.6	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLV 6	1	1	0.6	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLV 7	1	1	0.6	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLV 8	1	1	0.6	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLV 9	1	1	0.6	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLV 10	1	1	0.6	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLV 11	1	1	0.6	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLV 12	1	1	0.6	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLV 13	1	1	0.6	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLV 14	1	1	0.6	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLV 15	1	1	0.6	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLV 16	1	1	0.6	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

### Famiglia Calcolo rigidità torsionale/flessionale di piano

Il nome compatto della famiglia è CRTFP.

Nome	Nome breve	Rig Ux	Rig Uy	Rig Rz
Rig. Ux+	CRTFP Ux+	1	0	0
Rig. Ux-	CRTFP Ux-	-1	0	0
Rig. Uy+	CRTFP Uy+	0	1	0
Rig. Uy-	CRTFP Uy-	0	-1	0
Rig. Rz+	CRTFP Rz+	0	0	1
Rig. Rz-	CRTFP Rz-	0	0	-1

### 3.2.5 Definizioni di carichi superficiali

**Nome:** nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Valore:** valore del carico per unità di superficie, nel caso il tipo sia "Verticale", "Verticale in proiezione", "Normale alla superficie". [kN/m<sup>2</sup>]

**Cp vento:** valore del coefficiente di pressione Cp, nel caso il tipo sia "Cp vento". Il valore è adimensionale.

**Tipo:** tipo di carico.

Nome	Valori			
	Condizione Descrizione	Valore	Cp vento	Tipo
sovraccarico traffico	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	0		Verticale
scarichi macchine operatrici	Variabile F	20		Verticale
	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	5		Verticale
	Variabile F	27.8		Verticale
peso nuova platea	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	5		Verticale
carico terreno	Variabile F	0		Verticale
	Pesi strutturali	0		Verticale
	Permanenti portati	73.2		Verticale
	Variabile F	0		Verticale

## 3.3 Quote

### 3.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

**Spessore:** spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	quota (+11,34m)	-4.66	0.24
L2	quota (+11,84m)	-4.18	0.4
L3	quota (+14.69m)	-1.37	0.4
L4	quota (+15.0m)	-1	0.4
L5	quota (+16,0m)	0	0.4
L6	quota (+16.30m)	0.3	0.4

### 3.3.2 Tronchi

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al tronco.

**Descrizione:** nome assegnato al tronco.

**Quota 1:** riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Quota 2:** riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	quota (+11,24m) - quota (+16,0m)	quota (+11,34m)	quota (+16,0m)
T2	quota (+11,24m) - quota (+16.30m)	quota (+11,34m)	quota (+16.30m)
T3	quota (+11,24m) - quota (+15.0m)	quota (+11,34m)	quota (+15.0m)
T4	quota (+11,84m) - quota (+14.69m)	quota (+11,84m)	quota (+14.69m)

### 3.4 Sondaggi del sito

Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale falda acquifera.

Nome attribuito al sondaggio: Sondaggio

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

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

I valori sono espressi in m

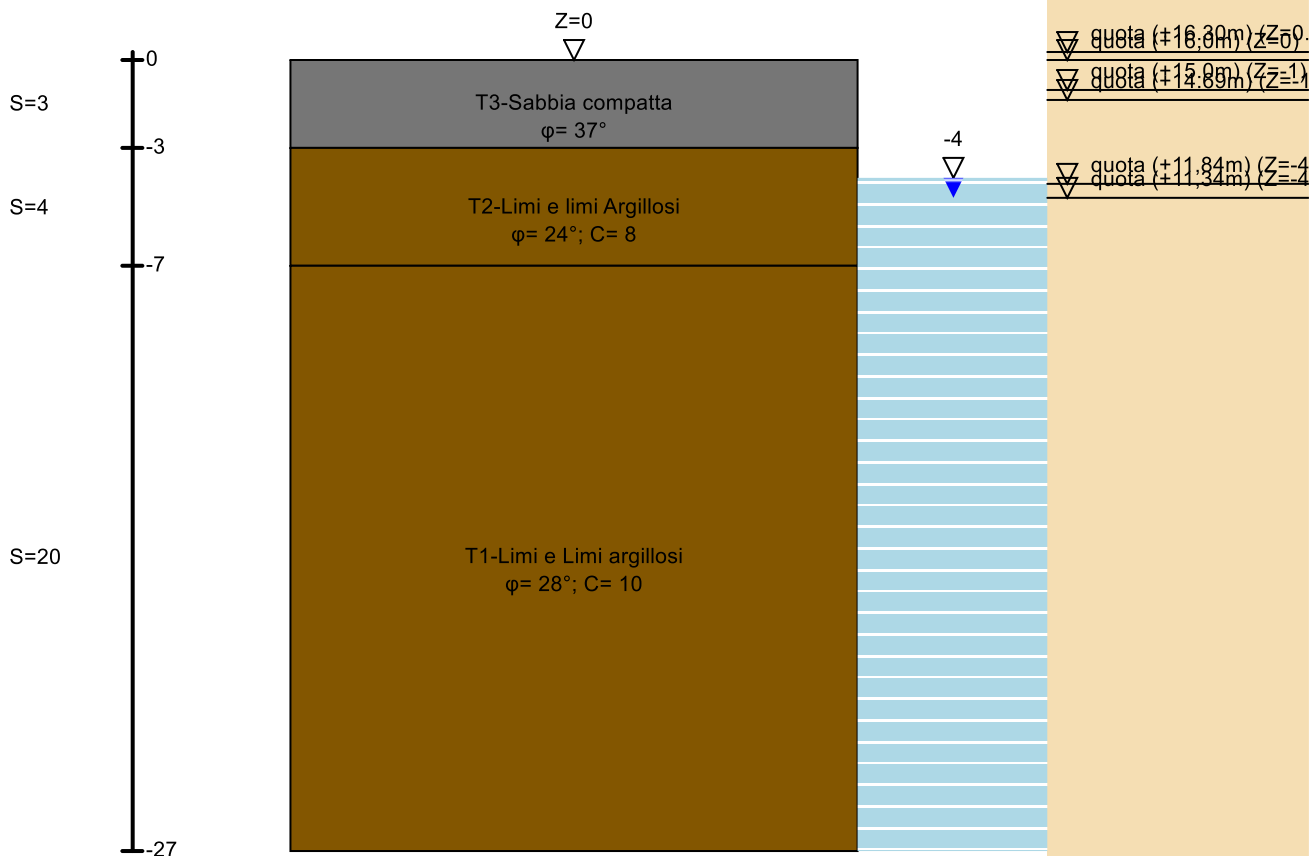


Immagine: Sondaggio

#### Stratigrafie

**Terreno:** terreno mediamente uniforme presente nello strato.

**Sp.:** spessore dello strato. [m]

**Liqf:** indica se considerare lo strato come liquefacibile nelle combinazioni sismiche. Con 'Da verifica' viene considerato quanto risulta dalla verifica condotta a fine calcolo solutore.

**Kor,i:** coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [kN/m³]

**Kor,s:** coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [kN/m³]

**Kve,i:** coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [kN/m³]

**Kve,s:** coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [kN/m³]

**Eel,s:** modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [kN/m²]

**Eel,i:** modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [kN/m²]

**Eed,s:** modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [kN/m²]

**Eed,i:** modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [kN/m²]

**CC,s:** coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CC,i:** coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CR,s:** coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**CR,i:** coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

**E0,s:** indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

**E0,i:** indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

**OCR,s:** indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

**OCR,i:** indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

Terreno	Sp.	Liqf	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
T3-Sabbia compatta	3	No	10000	10000	10000	10000	80000	80000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
T2-Limi e limi Argillosi	4	No	10000	10000	10000	10000	5000	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Terreno	Sp.	Liqf	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
T1-Limi e Limi argillosi	20	No	10000	10000	10000	10000	80000	80000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

### Falde acquifere

**Profondità:** profondità della superficie superiore della falda dalla quota del punto di riferimento. [m]

**Carico piezometrico:** carico piezometrico rispetto alla superficie superiore, 0 per falde freatiche. [m]

**Spessore:** spessore dell'acquifero.

Profondità	Carico piezometrico	Spessore
4	0	Fino in fondo

## 3.5 Elementi di input

### 3.5.1 Fili fissi

#### 3.5.1.1 Fili fissi di piano

**Livello:** quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto:** punto di inserimento.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Estradosso:** distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Angolo:** angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Tipo:** tipo di simbolo.

**T.c.:** testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L1	15.288	1.252	0	0	Croce	S6	L1	11.951	-5.631	0	0	Croce	S7
L1	11.362	-6.847	0	0	Croce	S8	L1	1.925	3.424	0	0	Croce	S2
L1	5.26	1.807	0	0	Croce	S3	L1	6.897	5.181	0	0	Croce	S4
L1	9.489	3.924	0	0	Croce	S5	L1	11.53	-7.073	0	0	Croce	F6
L1	-0.303	-1.169	0	0	Croce	S1	L1	1.867	3.591	0	0	Croce	F2
L1	-0.481	-1.249	0	0	Croce	F1	L1	6.839	5.348	0	0	Croce	F4
L1	15.513	1.142	0	0	Croce	F5	L1	5.202	1.974	0	0	Croce	F3
L1	-0.699	-1.699	0	0	Croce	F8	L1	11.312	-7.523	0	0	Croce	F7

### 3.5.2 Piastre C.A.

#### 3.5.2.1 Piastre C.A. di piano

**Livello:** quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Sp.:** spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

**Punti:** punti di definizione in pianta.

**I.:** indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Estr.:** distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Mat.:** riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

**Car.sup.:** riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Car.pot.:** riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

**ΔT:** riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

**S.Z.:** indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

**P.sup.:** peso per unità di superficie. [kN/m<sup>2</sup>]

**Fond.:** riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

**Fori:** riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti		Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	ΔT	Sovr.	S.Z.	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	Y										
L1	0.5	1	12.111	-5.875	0	C25/30	peso nuova platea		0	No	12.5		
		2	13.595	-2.814									
		3	9.808	-0.978									
		4	8.324	-4.039									
L1	0.5	1	13.595	-2.814	0	C25/30	peso nuova platea		0	No	12.5		
		2	15.513	1.142									
		3	6.839	5.348									
		4	5.203	1.974									
		5	1.867	3.591									
		6	1.585	3.009									
L1	0.5	1	0.1	-0.052	0	C25/30	peso nuova platea		0	No	12.5		
		2	-0.481	-1.249									
		3	11.53	-7.073									
		4	12.111	-5.875									
L1	0.5	1	11.312	-7.523	0	C25/30	peso nuova platea		0	No	12.5		
		2	11.53	-7.073									
		3	-0.481	-1.249									
		4	-0.699	-1.699									

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	ΔT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	0.5	1	8.324	-4.039	0	C25/30	scarichi macchine operatrici			0	No	12.5		
		2	9.808	-0.978										
		3	1.585	3.009										
		4	0.1	-0.052										

### 3.5.3 Fondazioni di piastre

**Descrizione breve:** descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

**Stratigrafia:** stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

**Sondaggio:** è possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

**Estradosso:** distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [m]

**Deformazione volumetrica:** valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

**Angolo pendio:** angolo del pendio rispetto l'orizzontale; il valore deve essere positivo per opere in sommità di un pendio mentre deve essere negativo per opere al piede di un pendio. [deg]

**K verticale:** coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [kN/m<sup>3</sup>]

**Limite compressione:** pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [kN/m<sup>2</sup>]

**Limite trazione:** pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [kN/m<sup>2</sup>]

Descrizione breve	Sondaggio	Stratigrafia		Angolo pendio	K verticale	Limite compressione	Limite trazione
		Estradosso	Deformazione volumetrica				
FS1	Piu' vicino in sito	0		0	30000	1000	0.1

### 3.5.4 Pareti C.A.

**Tr.:** riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sp.:** spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

**P.i.:** posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

**Punto i.:** punto iniziale in pianta.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Punto f.:** punto finale in pianta.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Mat.:** riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

**Car.pot.:** riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

**ΔT:** riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

**S.Z:** indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

**Aperture:** Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	ΔT	Sovr.	S.Z	Aperture
			X	Y	X	Y						
T2	0.5	Centro	11.362	-6.847	15.288	1.252	C25/30			0	No	
T1	0.25	Centro	1.925	3.424	5.26	1.807	C25/30			0	No	
T1	0.25	Centro	5.26	1.807	6.897	5.181	C25/30			0	No	W1
T1	0.25	Centro	6.897	5.181	9.489	3.924	C25/30			0	No	
T1	0.25	Centro	-0.303	-1.169	1.925	3.424	C25/30			0	No	W2
T3	0.3	Centro	11.37	-6.829	-0.416	-1.115	C25/30			0	No	

### 3.5.5 Aperture su pareti

**Desc.:** descrizione breve dell'apertura utilizzata dalle pareti.

**Tr.:** riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sp.:** spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [m]

**P.i.:** posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

**Tipologia:** tipologia della finestra/porta.

**Dist.lat.:** distanza della geometria dal punto di riferimento. [m]

**Architrave:** presenza della chiusura superiore o apertura fino al soffitto.

**Porta:** apertura fino al pavimento o presenza della chiusura inferiore.

**Punto di rif.:** primo punto di riferimento in pianta.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Punto di dir.:** secondo punto in pianta che, in coppia col punto di riferimento, definisce la direzione e quindi il piano verticale su cui giace l'apertura.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

Desc.	Tr.	Sp.	P.i.	Tipologia	Dist.lat.	Architrave	Porta	Punto di rif.		Punto di dir.	
								X	Y	X	Y
W2	T4	0.25	Centro	Rettangolare; 2.9; 2.9	0.98	Si	No	1.925	3.424	1.498	2.543
W1	T4	0.25	Centro	Rettangolare; 2.9; 2.9	0.4	Si	No	6.897	5.181	6.098	3.534

### 3.5.6 Carichi superficiali

#### 3.5.6.1 Carichi superficiali di piano

**Carico:** riferimento alla definizione di un carico di superficie.

**Solaio:** caratteristiche dell'eventuale solaio.

**Liv.:** quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punti:** punti di definizione in pianta.

**Indice:** indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Estr.:** distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

**Angolo:** direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Comp.:** descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

**Fori:** riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Liv.	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
carico terreno		L1	1	11.312	-7.523	0	64.5	Nessuno	
			2	11.53	-7.073				
			3	-0.484	-1.248				
			4	-0.699	-1.699				

### 3.5.7 Carichi terreno

#### 3.5.7.1 Carichi terreno di piano

**Liv.:** quota superiore del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Q. lim. inf.:** quota limite inferiore del diagramma di spinta. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**P.ini.:** punto di inserimento iniziale.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**P.fin.:** punto di inserimento finale.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Dim.:** dimensione del simbolo. [m]

**Pos.:** posizione del terreno rispetto ai due punti di definizione.

**Ang.:** angolo di inclinazione, rispetto l'orizzontale, del profilo superiore del terreno nella direzione normale alla parete. [deg]

**Terreno:** riferimento alla definizione di un terreno.

**Metodo spinta terra:** metodo di valutazione della spinta del terreno: "Spinta a riposo Ko + Wood" per muri rigidamente vincolati; "Mononobe-Okabe" per muri liberi al piede.

**Distr. sp. sism.:** distribuzione della spinta sismica del terreno: "Costante" per muri rigidamente vincolati; "Litostatico", "Litostatico inverso" per muri liberi al piede.

**Falda:** permette di definire l'eventuale falda freatica.

**Sovr.:** riferimento alla definizione di un carico di superficie, pensato uniformemente distribuito al di sopra del terreno. Accetta anche il valore "Nessuno".

Liv.	Q. lim. inf.	P.ini.		P.fin.		Dim.	Pos.	Ang.	Terreno	Metodo spinta terra	Distr. sp. sism.	Falda	Sovr.
		X	Y	X	Y								
L4		11.305	-6.964	-0.369	-1.304	1	Sinistra	0	T3-Sabbia compatta	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		
L5		5.202	1.974	6.784	5.236	1	Sinistra	0	T3-Sabbia compatta	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		sovraccarico traffico
L5		6.94	5.271	9.533	4.014	1	Sinistra	0	T3-Sabbia compatta	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		sovraccarico traffico
L5		1.979	3.537	5.203	1.974	1	Sinistra	0	T3-Sabbia compatta	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		sovraccarico traffico
L5		-0.416	-1.115	1.812	3.479	1	Sinistra	0	T3-Sabbia compatta	Spinta a riposo Ko + Wood	Costante		sovraccarico traffico

## 4 Verifiche pareti C.A.

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

**Descrizione:** descrizione della sezione di verifica.

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

**Base:** base della sezione. [m]

**Altezza:** altezza della sezione. [m]

**As,sup:** area di acciaio efficace superiore. [m<sup>2</sup>]

**As,inf:** area di acciaio efficace inferiore. [m<sup>2</sup>]

**c,sup:** copriferro medio superiore. [m]

**c,inf:** copriferro medio inferiore. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**MEd:** momento agente. [kN·m]

**NEd:** sforzo normale agente, positivo se di trazione. [kN]

**MRd:** momento resistente. [kN·m]

**NRd:** sforzo normale resistente, positivo se di trazione. [kN]

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

**Verifica:** stato di verifica.

**d:** altezza utile. [m]

**bw:** minima larghezza anima. [m]

**Armatura a taglio:** necessità di armatura a taglio.

**Asw/s:** rapporto tra l'area dell'armatura trasversale e l'interasse tra due armature consecutive.

**VEd:** taglio agente. [kN]

**Vrd,c:** resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]

**Vrzd:** valore resistente di calcolo a taglio compressione del calcestruzzo d'anima. [kN]

**Vrsd:** valore resistente di calcolo a taglio trazione dell'armatura trasversale. [kN]

**VRd:** resistenza a taglio. [kN]

**cotg(θ):** cotangente dell'angolo dei puntoni rispetto all'asse.

**Asl:** area armatura longitudinale. [m<sup>2</sup>]

**Sezione fessurata:** sezione fessurata.

**σc:** tensione del calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σc limite:** tensione limite del calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

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

**σf:** tensione dell'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

**σf limite:** tensione limite dell'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

**Fessurazione non valutabile:** nessuna armatura presente nell'area di cls teso efficace.

**εsm:** deformazione unitaria media delle barre d'armatura.

**Δmax:** distanza massima tra le fessure. [m]

**Wd:** ampiezza delle fessure. [m]

**Wlim:** ampiezza fessure limite. [m]

### Parete quota (+11,34m) - quota (+16,0m) fili S5;S8;S2;S1

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

Geometria



### Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000  
 Calcestruzzo: C25/30 Rck 30000

### Verifiche nei nodi

#### Sezioni rettangolari

Descrizione	Dir.	Base	Altezza	As,sup	As,inf	c,sup	c,inf
514 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.000471	0.00055	0.055	0.055
615 Prosp.E	Verticale	0.7	0.25	0.000877	0.000243	0.0563	0.0598
331 Prosp.B	Verticale	0.48	0.25	0.000236	0.000236	0.055	0.055
516 Prosp.A	Verticale	1	0.3	0.000514	0.00055	0.055	0.055
445 Prosp.C	Verticale	1	0.25	0.000471	0.000471	0.055	0.055
444 Prosp.C	Verticale	1	0.25	0.000471	0.000471	0.055	0.055
447 Prosp.C	Verticale	1	0.25	0.000471	0.000534	0.055	0.055
540 Prosp.C	Verticale	1	0.25	0.001127	0.000317	0.055	0.055
334 Prosp.C	Orizzontale	0.625	0.25	0.000804	0.000804	0.0689	0.0698
484 Prosp.C	Verticale	1	0.25	0.001205	0.000317	0.055	0.055
544 Prosp.E	Verticale	1	0.25	0.001048	0.000317	0.055	0.055
540 Prosp.B	Verticale	1	0.25	0.001127	0.000317	0.055	0.055

#### Verifiche a flessione SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
514 Prosp.A	Verticale	SLV 11	38.5929	25.8	38.7279	25.89	1.0035	Si
615 Prosp.E	Verticale	SLV 5	54.6339	19.11	55.5506	19.43	1.0168	Si
331 Prosp.B	Verticale	SLV 5	-3.2735	131.81	-3.3803	136.11	1.0326	Si
516 Prosp.A	Verticale	SLV 11	40.2072	29.92	41.683	31.02	1.0367	Si
445 Prosp.C	Verticale	SLV 1	-33.7099	-24.85	-35.7376	-26.34	1.0602	Si

#### Verifiche a flessione SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.4.2

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

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	MRd	NRd	c.s.	Verifica
444 Prosp.C	Verticale	SLD 5	-22.8447	-16.05	-35.6108	-25.02	1.5588	Si
514 Prosp.A	Verticale	SLD 11	20.5205	45.73	32.9446	73.42	1.6054	Si
516 Prosp.A	Verticale	SLD 11	22.5114	44.7	36.6389	72.75	1.6276	Si
447 Prosp.C	Verticale	SLD 5	-25.7013	-31.58	-42.1518	-51.8	1.6401	Si
615 Prosp.E	Verticale	SLD 5	33.7009	10.27	55.7604	17	1.6546	Si

#### Verifiche a taglio SLU D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrzd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
350 Prosp.C	Orizzontale	0.182	1	Non necessaria	0	SLV 5	-87.41	62.39	35.4402	104.65	398.49	0	104.65	2.5	0.0010053	1.1973	Si
552 Prosp.B	Verticale	0.195	1	Non necessaria	0	SLV 13	-78.7	-50.33	29.3231	102.21	433.04	0	102.21	2.5	0.0004712	1.2987	Si
360 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLV 11	90.47	-24	-	121.42	510.84	0	121.42	2.5	0.0010053	1.3421	Si

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrzd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
362 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLV 11	90.53	-25.56	-	121.6	511.03	0	121.6	2.5	0.0010053	1.3432	Si
358 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLV 11	89.62	-23.02	73.0592 68.3479	120.43	510.72	0	120.43	2.5	0.0009832	1.3439	Si

**Verifiche a taglio SLD Resistenza D.M. 17-01-18 §4.1.2.3.5**

Descrizione	Dir.	d	bw	Armatura a taglio	Asw/s	Comb.	VEd	NEd	MEd	Vrd,c	Vrcd	Vrzd	VRd	cotg(θ)	Asl	c.s.	Verifica
350 Prosp.C	Orizzontale	0.182	1	Non necessaria	0	SLD 5	-62.23	32.88	22.3081	104.65	398.49	0	104.65	2.5	0.0010053	1.6817	Si
362 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLD 11	58.52	-30.1	40.4536	122.13	511.57	0	122.13	2.5	0.0010053	2.0868	Si
364 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLD 11	58.48	-33.54	40.9439	122.53	511.98	0	122.53	2.5	0.0010053	2.0951	Si
360 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLD 11	58.11	-27.33	38.8883	121.81	511.24	0	121.81	2.5	0.0010053	2.0961	Si
358 Prosp.A	Orizzontale	0.232	1	Non necessaria	0	SLD 11	57.22	-25.2	37.5895	120.69	510.98	0	120.69	2.5	0.0009832	2.1092	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.1**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σc	σc limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
615 Prosp.E	Verticale	SLE QP 2	19.9745	4.48	Si	-4783	11205	15	2.3426	Si
540 Prosp.C	Verticale	SLE QP 2	26.4929	-24.15	Si	-4612	11205	15	2.4294	Si
615 Prosp.E	Verticale	SLE RA 2	25.1927	3.8	Si	-6036	14940	15	2.475	Si
540 Prosp.C	Verticale	SLE RA 2	33.9784	-31.08	Si	-5916	14940	15	2.5256	Si
334 Prosp.C	Orizzontale	SLE QP 2	12.5921	-276.25	No	-3306	11205	15	3.3895	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.5.2**

Descrizione	Dir.	Comb.	MEd	NEd	Sezione fessurata	σf	σf limite	Es/Ec	c.s.	Verifica
615 Prosp.E	Verticale	SLE RA 2	25.1927	3.8	Si	171335	360000	15	2.1011	Si
540 Prosp.C	Verticale	SLE RA 2	33.9784	-31.08	Si	160132	360000	15	2.2482	Si
484 Prosp.C	Verticale	SLE RA 2	30.3507	-28.55	No	19985	360000	15	18.0131	Si
544 Prosp.E	Verticale	SLE RA 2	29.7885	-37.33	No	19438	360000	15	18.5204	Si
540 Prosp.B	Verticale	SLE RA 2	30.1974	-45.04	No	19164	360000	15	18.7854	Si

**Verifiche SLE fessurazione D.M. 17-01-18 §4.1.2.2.4**

Descrizione	Dir.	Comb.	Fessurazione non valutabile	MEd	NEd	Sezione fessurata	εsm	Δmax	Wd	Wlim	Es/Ec	c.s.	Verifica
615 Prosp.E	Verticale	SLE QP 2		19.9745	4.48	Si	0.0004	0.241	0.000096	0.0003	15	3.1238	Si
540 Prosp.C	Verticale	SLE QP 2		26.4929	-24.15	Si	0.00036	0.251	0.000091	0.0003	15	3.2852	Si
615 Prosp.E	Verticale	SLE FR 2		21.2789	4.31	Si	0.00042	0.241	0.000102	0.0004	15	3.9179	Si
540 Prosp.C	Verticale	SLE FR 2		28.3643	-25.88	Si	0.00039	0.251	0.000098	0.0004	15	4.0916	Si

# 5 Verifiche piastre C.A.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [kN·m]

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

**Mu:** momento flettente ultimo. [kN·m]

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

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

**Verifica:** stato di verifica.

**A. st.:** area staffe su interasse. [m]

**A. sag.:** area sagomati su interasse. [m]

**Ved:** taglio agente. [kN]

**Vrd:** taglio resistente. [kN]

**Vrdc:** resistenza di calcolo a taglio per elementi privi di armature trasversali. [kN]

**Vrstd:** resistenza di calcolo a taglio trazione. [kN]

**Vrstdc:** resistenza di calcolo a taglio compressione. [kN]

**cotgθ:** cotangente dell'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

**Asl:** area longitudinale tesa nella combinazione di verifica di Ved. [m<sup>2</sup>]

**σc:** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σlim:** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

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

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

**Pos.:** posizione dell'armatura.

**A. efficace:** area efficace. [m<sup>2</sup>]

**A. min:** area minima. [m<sup>2</sup>]

**Comb.:** combinazione.

**Fh:** componente orizzontale del carico. [kN]

**Fv:** componente verticale del carico. [kN]

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

**Ad:** adesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

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

**RPI:** resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m]

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

**Rd:** resistenza alla traslazione di progetto. [kN]

**Ed:** azione di progetto. [kN]

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

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

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

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

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

**Mx:** componente lungo x del momento. [kN·m]

**My:** componente lungo y del momento. [kN·m]

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

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

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

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

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

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

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

**C:** coesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

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

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

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

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

**N:**

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

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

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

**S:**

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

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

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

**D:**

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

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

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

**I:**

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

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

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

**B:**

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

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

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

**G:**

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

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

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

**P:**

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

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

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

**E:**

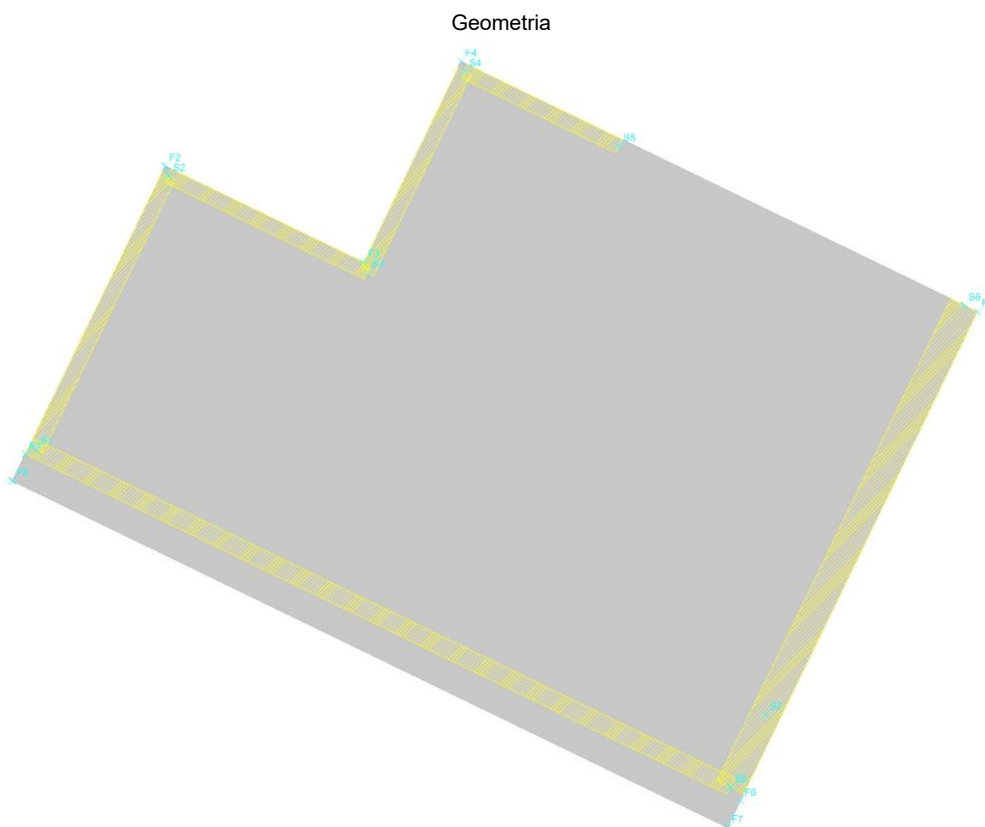
**Eq:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.

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

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

## Platea a "quota (+11,34m)"

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



### Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C25/30 Rck 30000

### Sistema di riferimento e direzioni di armatura

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-0.699; -7.523; -4.66), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate ruotando gli assi del sistema di riferimento, in verso antiorario, di un angolo di 64deg.

### Verifiche nei nodi

#### Verifiche SLU flessione nei nodi

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

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
310	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV 5	155.7729	0	159.224	0	1.0222	Si
302	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV 5	155.2871	0	159.224	0	1.0254	Si

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
295	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLV 9	147.7088	0	152.8047	0	1.0345	Si
307	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV 5	151.7306	0	159.224	0	1.0494	Si
320	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV 5	149.7653	0	159.224	0	1.0632	Si

**Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi**

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

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
320	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 5	101.4021	0	159.224	0	1.5702	Si
310	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 5	98.0727	0	159.224	0	1.6235	Si
302	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 5	96.5495	0	159.224	0	1.6491	Si
307	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 5	94.7199	0	159.224	0	1.681	Si
41	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLD 11	94.4546	0	159.224	0	1.6857	Si

**Verifiche SLU taglio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
289	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLV 5	-	0	162.76	162.76	0	932.72	2.5	0.0010053	1.0056	Si
289	Y	0.5	0.5	0.000503	0.058	0.000503	0.058	0	0	SLV 9	-81.15	0	83.5	83.5	0	483.88	2.5	0.0005026	1.0289	Si
261	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLV 5	-	0	162.76	162.76	0	932.72	2.5	0.0010053	1.1424	Si
321	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0	0	SLV 5	-	0	167	167	0	967.75	2.5	0.0010053	1.1448	Si
275	X	0.5	0.5	0.000503	0.074	0.000503	0.074	0	0	SLV 5	-62.27	0	81.38	81.38	0	466.36	2.5	0.0005027	1.3069	Si

**Verifiche SLD Resistenza taglio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	A. st.	A. sag.	Comb.	Ved	N	Vrd	Vrdc	Vrsd	Vrcd	cotgθ	Asl	c.s.	Verifica
289	Y	0.5	0.5	0.000503	0.058	0.000503	0.058	0	0	SLD 9	-52.92	0	118.6	118.6	0	483.88	2.5	0.0005026	2.241	Si
289	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 5	-97.34	0	233.18	233.18	0	932.72	2.5	0.0010053	2.3954	Si
261	X	1	0.5	0.001005	0.074	0.001005	0.074	0	0	SLD 5	-87.49	0	233.18	233.18	0	932.72	2.5	0.0010053	2.6653	Si
321	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	0	0	SLD 5	-88.18	0	237.21	237.21	0	967.75	2.5	0.0010053	2.69	Si
275	X	0.5	0.5	0.000503	0.074	0.000503	0.074	0	0	SLD 5	-38.36	0	116.59	116.59	0	466.36	2.5	0.0005027	3.0397	Si

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
320	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 2	69.7362	0	-1512	11205	15	Si
27	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 1	68.3627	0	-1482	11205	15	Si
22	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 1	66.684	0	-1446	11205	15	Si
34	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 1	66.4976	0	-1442	11205	15	Si
41	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 1	64.4908	0	-1399	11205	15	Si

**Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
320	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 2	83.3845	0	20831	360000	15	Si
310	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 2	74.6527	0	18649	360000	15	Si
318	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 2	73.1028	0	18262	360000	15	Si
302	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 2	73.0596	0	18251	360000	15	Si
307	Y	1	0.5	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 2	71.9205	0	17967	360000	15	Si

**Verifiche SLE fessurazione nei nodi**

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Verifiche area minima longitudinali nei nodi**

Nodo	Dir.	Pos.	A. efficace	A. min	c.s.	Verifica
2	Y	Inferiore	0.000503	0.00025	2.0106	Si
202	Y	Inferiore	0.001005	0.0005	2.0106	Si
202	Y	Superiore	0.001005	0.0005	2.0106	Si
203	Y	Inferiore	0.000503	0.00025	2.0106	Si
203	Y	Superiore	0.000503	0.00025	2.0106	Si

**Verifiche geotecniche**

**Dati geometrici dell'impronta di calcolo**

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente  
 Area di ingombro esterno minore: 114.6  
 Angolo di rotazione corrispondente all'ingombro minore: -25.9  
 Rapporto di forma trovato (area ingombro esterno/area fondazione): 1.12  
 Centro impronta, nel sistema globale: 7.4; -0.3; -5.2  
 Lato minore B dell'impronta: 9.1  
 Lato maggiore L dell'impronta: 12.6  
 Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 114.6

**Verifica di scorrimento sul piano di posa**

Coefficiente di sicurezza minimo per scorrimento 0.66

Comb.	Fh	Fv	Cnd	Ad	Phi	RPI	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 2	676.67	-4800.72	LT	0	16	0	1.1	1251.44	676.67	1.85	Si
SLV 5	1660.67	-4208.37	LT	0	16	0	1.1	1097.03	1660.67	0.66	No

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

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 7.42 m  
 Peso specifico efficace del terreno di progetto γs: 839 daN/m3  
 Coefficiente sismico pseudo-statico Kh nel volume di terreno sottostante la fondazione per verifiche in SLD: 0.084  
 Coefficiente sismico pseudo-statico Kx nel volume di terreno sottostante la fondazione per verifiche in SLV: 0.21

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1.08

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 8	736.69	-211.69	-6333.9	7562.8671	3128.9968	7	-2	0.49	1.19	6.71	11.62	LT	10	27	0	2.3	16667.45	6333.9	2.63	Si
2	SLV 5	579.2	-1556.39	-4208.37	8474.1581	3274.3444	8	-20	0.78	2.01	5.07	11.05	LT	10	27	0	2.3	4552.63	4208.37	1.08	Si
3	SLD 5	509.43	-635.51	-4223.01	6082.6782	3154.4785	7	-9	0.75	1.44	6.21	11.11	LT	10	27	0	2.3	11634.27	4223.01	2.75	Si

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

ID	N	S	D	I	B	G	P	E																
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	13	24	15	1.29	1.32	0.77	1	1	1	0.85	0.84	0.76	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	13	24	15	1.23	1.25	0.82	1	1	1	0.49	0.45	0.32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.83	0.93	0.83

Tabulato di Calcolo - Vasca Spingitubo

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
3	13	24	15	1.29	1.31	0.78	1	1	1	0.76	0.74	0.63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.94	0.97	0.94

# CONCLUSIONI

Le analisi hanno evidenziato livelli di sollecitazione e deformazione negli elementi strutturali e nel terreno compatibili ai valori massimi imposti dalla Normativa.

IN PARTICOLARE, SI DICHIARA CHE I RISULTATI DELLE ANALISI SVOLTE RISPETTANO QUANTO PRESCRITTO DAL D.M. 17/01/2018 e C.M. n.7 del 21/01/2019.

Tutti i riferimenti grafici sono contenuti nelle tavole allegate al progetto.

Napoli, Novembre 2025

Il Progettista

