



# COMUNE DI VALSAMOGGIA CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA

## PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DEL COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE TRA MONTEVEGLIO E CASTELLO DI SERRAVALLE - MERCATELLO - LUNGO VIA BARLETE

PROGETTO FINANZIATO CON FONDI PNRR – MISSIONE 5 COMPONENTE 2 –  
SUB INVESTIMENTO 2.1. "RIGENERAZIONE URBANA" - NEXTGENERATIONEU.  
CIG: 9427737EAD - CUP: B41B21001140001

### COMMITTENTE

Comune di Valsamoggia  
Piazza Garibaldi 1  
Loc. Bazzano - 40053 Valsamoggia BO

### PROGETTISTA

Arch. Giacomo Migliori  
piazza Garibaldi n. 29 - loc Bazzano  
40053 Valsamoggia BO  
cf MGLGCM81T10C107C  
p.iva 02867841203



**Finanziato  
dall'Unione europea**  
NextGenerationEU

TITOLO ELABORATO

## RELAZIONI STRUTTURALI

DATA

MAGGIO 2023

NR. REVISIONE

001

SCALA

## **COMUNE DI VALSAMOGGIA**

**CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**

**OGGETTO : ILLUSTRAZIONE TECNICA ESPLICATIVA**

**INTERVENTI PRIVI DI RILEVANZA SISMICA – DGR 2272/2016**

**RIFERIMENTI INTERVENTO :**

COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE TRA MONTEVEGLIO E  
CASTELLO DI SERRAVALLE -MERCATELLO – LUNGO VIA BARLETE

**RIFERIMENTI CATASTALI:**

-----

**COMMITTENTE :**

COMUNE DI VALSAMOGGIA

**PROGETTISTA INCARICATO :**

Arch. Giacomo Migliori  
Piazza Garibaldi 29 – Bazzano  
Valsamoggia - Bo

## 1. NORMATIVA

La valutazione dei carichi, il dimensionamento e le verifiche di sicurezza sono state condotte facendo riferimento alle seguenti norme :

- Decreto Ministeriale 17/01/2018 "Norme Tecniche per le costruzioni"
- Circolare 21 Gennaio 2019 n° 7
- DGR 2272/2016 Atti di indirizzo recante l'individuazione degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici

## 2. OGGETTO DELLA RELAZIONE

La presente relazione riguarda i seguenti interventi :

- 1) Realizzazione di Gabbionata a sostegno di terreno
- 2) Realizzazione di Muretto tipo Loffel
- 3) Realizzazione di muro di sostegno con blocchi prefabbricati

## 3. DIMOSTRAZIONE E VERIFICA DEGLI INTERVENTI PRIVI DI RILEVANZA SISMICA

### 3.1 Realizzazione di Gabbionata

Lungo il percorso della nuova pista pedociclabile è prevista la realizzazione di varie gabbionate a sostegno del terreno, l'altezza massima prevista per tale intervento è pari a 200 cm

Questo intervento secondo il DGR 2272/2016 rientra tra quelli privi di rilevanza sismica.

Punto A.2.1.c *"Opere di sostegno a gravità in calcestruzzo, gabbionate, muri cellulari, terre rinforzate, rilevati ed argini di altezza fuori terra < 3 m"*.

Tale intervento è classificato tipo L2 e prevede la seguente documentazione integrativa :

- Relazione tecnica esplicativa

- Elaborato grafico

#### **Relazione Tecnica Esplicativa**

#### RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018

NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Coulomb è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$d < (b - \varphi - \varepsilon)$  secondo Muller-Breslau

$\gamma_t$  = Peso unità di volume del terreno;

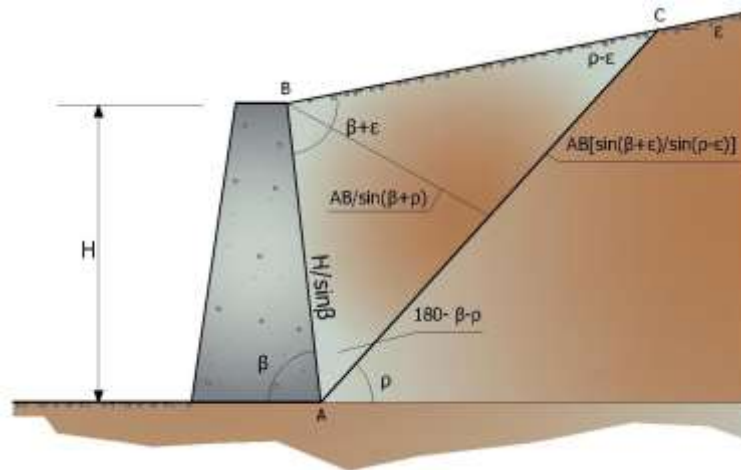
$b$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$\delta$  = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$d$  = Angolo di attrito terra-muro;

$\varepsilon$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se  $\varepsilon = d = 0$  e  $b = 90^\circ$  (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

#### Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Mononobe & Okabe riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\alpha$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità  $\theta$  tale che:

$$\tan \theta = \left( \frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

#### Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$  nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. I valori del coefficiente  $\beta_m$  possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di  $\beta_m$  incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che

l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

$S$  = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

$a_{gR}$  = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

$\gamma_I$  = Fattore di importanza;

$S$  = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$  è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $k_v$  è definito in funzione di  $k_h$ , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove

$Q$  = Carico agente sul terrapieno.

Se  $Z_c < 0$  è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a  $H/2$ .

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico  $Q$ , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a  $S_q$ :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad  $H/2$ , avendo indicato con  $K_a$  il coefficiente di spinta attiva secondo Muller-Breslau.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

$H$ = Altezza muro;

$k_v$ = Coefficiente sismico verticale;

$g$ = Peso per unità di volume del terreno;

$K$ = Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

$E_{ws}$ = Spinta idrostatica dell'acqua;

$E_{wd}$ = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\theta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con  $H'$  altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità  $z$ , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $g_t$  con  $g'_t$  ( $g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di  $\delta$  pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di  $K_p$  secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B \cdot L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.



$c_u$ = Coesione non drenata;

$q$ = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$ = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right)$  per fondazioni rettangolari, il valore di  $s_c$  viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

$d_c$ = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$  con  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  altrimenti  $K = \arctan \frac{D}{B}$

$i_c$ = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$ = Area efficace della fondazione;

$c_a$ = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B'$  L' area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  = Coesione non drenata;

$q$  = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$  = Fattore di forma,  $s_c = 0$  per fondazioni nastroformi;

$d_c$  = Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$i_c$  = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$A_f$  = Area efficace della fondazione;

$c_a$  = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi'$$

per forma rettangolare

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right)$$

per forma rettangolare

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$

per forma rettangolare, quadrata o circolare.

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1$$

per fondazione nastriforme

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

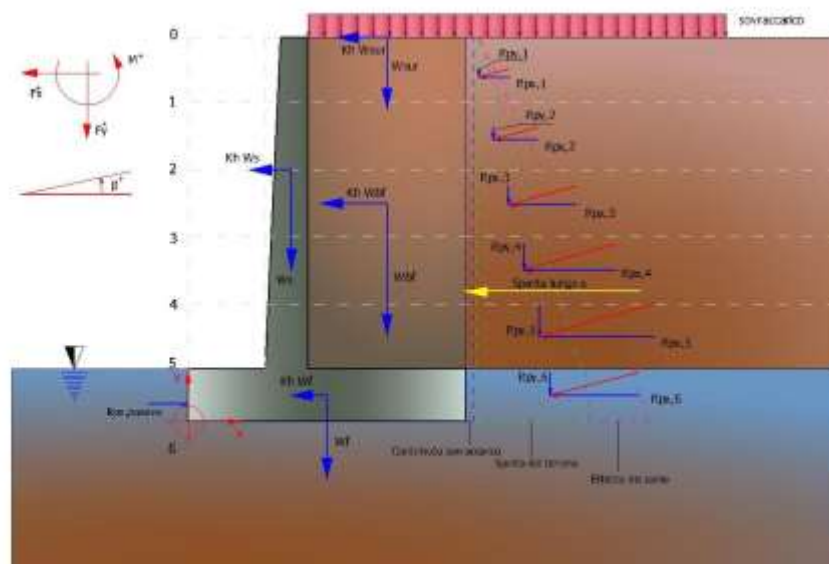
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n-tratti.

#### Convenzione segni

Forze verticali	positive se dirette dall'alto verso il basso;
Forze orizzontali	positive se dirette da monte verso valle;
Coppie	positive se antiorarie;
Angoli	positivi se antiorari.

### Dati generali

Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

### Dati generali muro

Gabbioni	8x10
Descrizione	8x10
Lunghezza	300.0 cm
Base	100.0 cm
Altezza	100.0 cm
Peso rete presente in un metro cubo di opera	35.0 kg
Peso di volume del riempimento	23.0 kN/m <sup>3</sup>
Capacita' volumetrica	1.0 m <sup>3</sup>
Angolo attrito interno fittizio gabbioni	36.0 °
Rete	
Maglia	8x10
Filo	3.0 mm
Resistenza nominale a rottura	50.0 KN/m
Carico medio a punzonamento	70.0 KN/m
Elevazione	
Altezza muro	200.0 cm
Numero elementi per fila	1.0
Numero elementi per fila	1.0
Fondazione	
Larghezza valle, Suola monte	29x1 cm
Altezza valle, monte	30x30 cm

### Stratigrafia

Ns	Spessore (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione	
1	230	0	18	15	0.00	10	No		Terreno vegetale	

## FATTORI DI COMBINAZIONE

### A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Peso terreno mensola	1.30
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

### A\_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

**A\_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)**

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

**A1+M1+R3 [GEO+STR]****CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
230.0	130.0	16.18	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	
130.0	30.0	16.18	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_a$  Coefficiente di spinta attiva.  
 $K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.  
 $D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.  
 $K_{ax}, K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 $D_{kx}, D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
10.0	0.53	0.0	0.0	0.52	0.09	0.0	0.0
10.0	0.53	0.0	0.0	0.52	0.09	0.0	0.0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm)  
 $Q_f$  Quota finale strato (cm)  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	230.0	130.0	5.52	0.97	163.33	163.33
2	130.0	30.0	16.56	2.92	74.44	74.44

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

$P_y$  Peso del muro (kN);  
 $P_x$  Forza inerziale (kN);  
 $X_p, Y_p$  Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	$P_x$	$P_y$	$X_p$	$Y_p$
130.0	0.0	24.52	51.0	180.0
30.0	0.0	49.03	51.0	130.0

**Sollecitazioni sul muro**

$Q$  Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 $F_x$  Forza in direzione x (kN);  
 $F_y$  Forza in direzione y (kN);  
 $M$  Momento (kNm);  
 $H$  Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	$F_x$	$F_y$	$M$	$H$
-------	-------	-------	-----	-----

130.0	5.52	25.49	1.35	100.0
30.0	22.08	52.93	12.77	100.0

## VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (102,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (102,0/230,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
230.0	130.0	16.18	0.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
130.0	30.0	16.18	0.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
30.0	0.0	16.18	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
15.0	0.52	0.0	0.0	0.5	0.13	0.0	0.0
15.0	0.52	0.0	0.0	0.5	0.13	0.0	0.0
10.0	0.53	0.0	0.0	0.52	0.09	0.0	0.0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);



Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	230.0	130.0	5.26	1.41	163.33	163.33
2	130.0	30.0	15.78	4.23	74.44	74.44
3	30.0	0.0	6.81	1.78	14.64	14.75

## SPINTE IN FONDAZIONE

### Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> );
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	16.18	180.0	15.0	10.0	0.0	180.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
190.0	1.7	-1.67	-0.29

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30.0	0.0	-1.22	-0.21	10.0	10.0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	27.84	7.41	13.77
Peso muro	0.0	49.03	-25.01
Peso fondazione	0.0	7.5	-3.83
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.0	0.42	-0.43
Spinte fondazione	-1.22	-0.21	-0.12
	<b>26.62</b>	<b>64.16</b>	<b>-15.62</b>

Momento stabilizzante -36.82 kNm

Momento ribaltante 21.21 kNm

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -36.82 kNm

Momento ribaltante 21.21 kNm

**Coeff. sicurezza ribaltamento C<sub>sv</sub> 1.51**

**Muro verificato a ribaltamento C<sub>sv</sub>>1**

### 3.1 Realizzazione di Muretto

Lungo il percorso della nuova pista pedociclonabile è prevista la realizzazione di muretto di sostegno mediante elementi tipo loffel avente altezza massima di 80 cm.

Questo intervento secondo il DGR 2272/2016 rientra tra quelli privi di rilevanza sismica.

Punto A.2.1.a *“Opere di sostegno a gravità in calcestruzzo, gabbionate, muri cellulari, terre rinforzate, rilevati ed argini di altezza fuori terra < 1,5 m”.*

Tale intervento è classificato tipo L0 e non prevede documentazione integrativa

### 3.3 Realizzazione di Muro di sostegno con blocchi prefabbricati

Lungo il percorso della nuova pista pedociclonabile è prevista la realizzazione di vari muretti di sostegno del terreno mediante l'utilizzo di blocchi prefabbricati, l'altezza massima prevista per tale intervento è pari a 224 cm

Questo intervento secondo il DGR 2272/2016 rientra tra quelli privi di rilevanza sismica.

Punto A.2.1.c *“Opere di sostegno a gravità in calcestruzzo, gabbionate, muri cellulari, terre rinforzate, rilevati ed argini di altezza fuori terra < 3 m”.*

Tale intervento è classificato tipo L2 e prevede la seguente documentazione integrativa :

- Relazione tecnica esplicativa
- Elaborato grafico

### RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018

NTC 2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Coulomb è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta  $S_t$  è applicata ad  $1/3 H$  di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)} \right]^2}$$

Valori limite di  $K_a$ :

$d < (b - \varphi - \varepsilon)$  secondo Muller-Breslau

$g_t$  = Peso unità di volume del terreno;

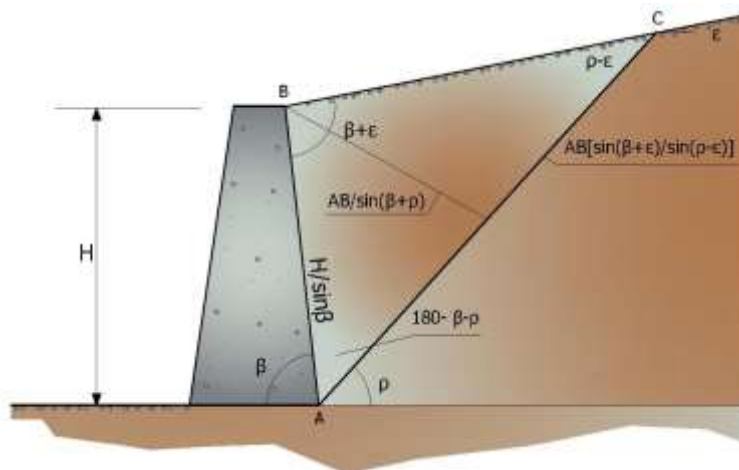
$b$  = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

$j$  = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

$d$  = Angolo di attrito terra-muro;

$e$  = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

$H$  = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se  $e = d = 0$  e  $b = 90^\circ$  (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta  $S_t$  si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2 \left( 45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di  $K_a$  di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos \varepsilon \frac{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Mononobe & Okabe riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo  $\varepsilon$ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo  $\beta$ , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità  $\theta$  tale che:

$$\tan \theta = \left( \frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con  $k_h$  coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_S$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), di cui al § 3.2.3.2;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$  nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$  nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. I valori del coefficiente  $\beta_m$  possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di  $\beta_m$  incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left( \frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

$\beta_m$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{\max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

$S$  = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e di amplificazione topografica  $S_T$ .

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $PVR$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

$a_{gR}$  = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

$\gamma_I$  = Fattore di importanza;

$S$  = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gRYI}$  è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $k_v$  è definito in funzione di  $k_h$ , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica  $Z_c$  come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove

$Q$  = Carico agente sul terrapieno.

Se  $Z_c < 0$  è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a  $H/2$ .

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico  $Q$ , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a  $S_q$ :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad  $H/2$ , avendo indicato con  $K_a$  il coefficiente di spinta attiva secondo Muller-Breslau.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

$H$ = Altezza muro;

$k_v$ = Coefficiente sismico verticale;

$\gamma$ = Peso per unità di volume del terreno;

$K$ = Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

$E_{ws}$ = Spinta idrostatica dell'acqua;

$E_{wd}$ = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica  $E_{wd} = 0$ , ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo  $\theta$  della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{\text{sat}}}{\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 + k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{\text{wd}} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H'^2$$

Con  $H'$  altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

#### Spinta idrostatica

La falda con superficie distante  $H_w$  dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità  $z$ , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo  $g_t$  con  $g'_t$  ( $g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$ ), peso efficace del materiale immerso in acqua.

#### Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di  $\delta$  pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di  $K_p$  secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

## VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  = Coesione non drenata;

$q$  = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

$s_c$  = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right)$  per fondazioni rettangolari, il valore di  $s_c$  viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

$d_c$  = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$  con  $K = \frac{D}{B}$  se  $\frac{D}{B} \leq 1$  altrimenti  $K = \arctan \frac{D}{B}$

$i_c$  = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico  $H$ ;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

$A_f$  = Area efficace della fondazione;

$c_a$  = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

## VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$



$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$

per forma rettangolare, quadrata o circolare

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

A' = B' L' area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c<sub>u</sub>= Coesione non drenata;

q= Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s<sub>c</sub>= Fattore di forma, s<sub>c</sub> = 0 per fondazioni nastroformi;

d<sub>c</sub>= Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i<sub>c</sub> = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A<sub>f</sub>= Area efficace della fondazione;

c<sub>a</sub>= Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left( 45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left( \frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi'$$

per forma rettangolare

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left( \frac{B'}{L'} \right)$$

per forma rettangolare

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$

per forma rettangolare, quadrata o circolare.

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1$$

per fondazione nastriforme

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

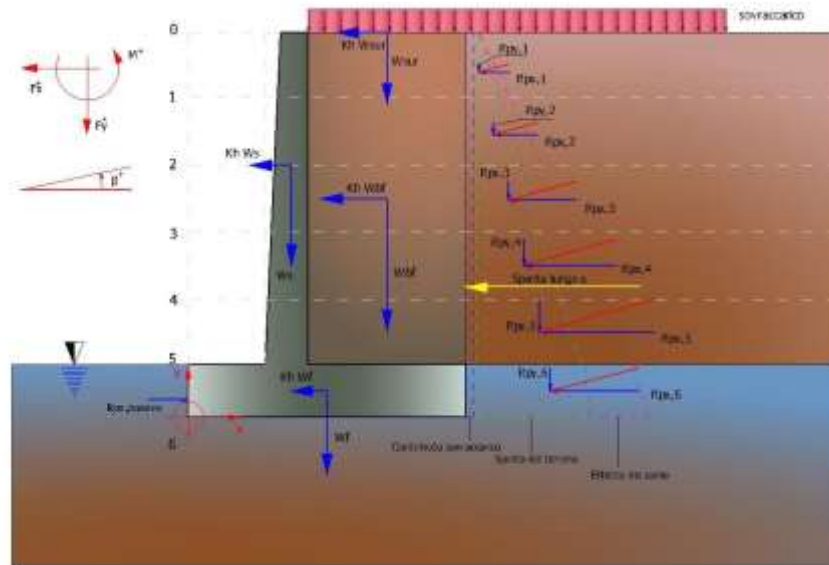
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



### Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

### Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n-tratti.

### Convenzione segni

Forze verticali	positive se dirette dall'alto verso il basso;
Forze orizzontali	positive se dirette da monte verso valle;
Coppie	positive se antiorarie;
Angoli	positivi se antiorari.

## Dati generali

Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

## Dati generali muro

Gabbioni	8x10
Descrizione	8x10
Lunghezza	300.0 cm
Base	100.0 cm
Altezza	100.0 cm
Peso rete presente in un metro cubo di opera	35.0 kg
Peso di volume del riempimento	23.0 kN/m3

Capacita' volumetrica	1.0 m3
Angolo attrito interno fittizio gabbioni	36.0 °
Rete	
Maglia	8x10
Filo	3.0 mm
Resistenza nominale a rottura	50.0 KN/m
Carico medio a punzonamento	70.0 KN/m
Elevazione	
Altezza muro	200.0 cm
Numero elementi per fila	1.0
Numero elementi per fila	1.0
Fondazione	
Larghezza valle, Suola monte	29x1 cm
Altezza valle, monte	30x30 cm

### Stratigrafia

Ns	Spessor e strato (cm)	Inclinaz ione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Angolo di resisten za a taglio (°)	Coesio ne (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenz a di falda (Si/No)	Litologi a	Descriz ione	
1	230	0	16.18	15	0.00	10	No		Terreno vegetal e	

### FATTORI DI COMBINAZIONE

#### A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Peso terreno mensola	1.30
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

## A\_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

## A\_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

## A1+M1+R3 [GEO+STR]

**CALCOLO SPINTE****Discretizzazione terreno**

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
230.0	130.0	16.18	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	
130.0	30.0	16.18	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	

**Coefficienti di spinta ed inclinazioni**

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
10.0	0.53	0.0	0.0	0.52	0.09	0.0	0.0
10.0	0.53	0.0	0.0	0.52	0.09	0.0	0.0

**Spinte risultanti e punto di applicazione**

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	230.0	130.0	5.52	0.97	163.33	163.33
2	130.0	30.0	16.56	2.92	74.44	74.44

**CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)**

Py Peso del muro (kN);  
 Px Forza inerziale (kN);  
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
130.0	0.0	24.52	51.0	180.0
30.0	0.0	49.03	51.0	130.0

### Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).  
 Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);  
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
130.0	5.52	25.49	1.35	100.0
30.0	22.08	52.93	12.77	100.0

### VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (102,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (102,0/230,0)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

### Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);  
 Qf Quota finale strato (cm);  
 G Peso unità di volume (KN/m³);  
 Eps Inclinazione dello strato. (°);  
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);  
 Delta Angolo attrito terra muro;  
 c Coesione (kPa);  
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
230.0	130.0	16.18	0.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
130.0	30.0	16.18	0.0	15.0	15.0	0.0	0.0	
30.0	0.0	16.18	0.0	15.0	10.0	0.0	0.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_a$  Coefficiente di spinta attiva.  
 $K_d$  Coefficiente di spinta dinamica.  
 $D_k$  Coefficiente di incremento dinamico.  
 $K_{ax}, K_{ay}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.  
 $D_{kx}, D_{ky}$  Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

$\mu$	$K_a$	$K_d$	$D_k$	$K_{ax}$	$K_{ay}$	$D_{kx}$	$D_{ky}$
15.0	0.52	0.0	0.0	0.5	0.13	0.0	0.0
15.0	0.52	0.0	0.0	0.5	0.13	0.0	0.0
10.0	0.53	0.0	0.0	0.52	0.09	0.0	0.0

### Spinte risultanti e punto di applicazione

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm)  
 $Q_f$  Quota finale strato (cm)  
 $R_{px}, R_{py}$  Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 $Z(R_{px})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 $Z(R_{py})$  Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	$Q_i$	$Q_f$	$R_{px}$	$R_{py}$	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	230.0	130.0	5.26	1.41	163.33	163.33
2	130.0	30.0	15.78	4.23	74.44	74.44
3	30.0	0.0	6.81	1.78	14.64	14.75

### SPINTE IN FONDAZIONE

#### Discretizzazione terreno

$Q_i$  Quota iniziale strato (cm);  
 $Q_f$  Quota finale strato (cm);  
 $G$  Peso unità di volume (KN/m<sup>3</sup>);  
 $E_{ps}$  Inclinazione dello strato. (°);  
 $F_i$  Angolo di resistenza a taglio (°);  
 $\Delta$  Angolo attrito terra muro;  
 $c$  Coesione (kPa);  
 $\beta$  Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);  
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

$Q_i$	$Q_f$	$G$	$E_{ps}$	$F_i$	$\Delta$	$c$	$\beta$	Note
30.0	0.0	16.18	180.0	15.0	10.0	0.0	180.0	

### Coefficienti di spinta ed inclinazioni

$\mu$  Angolo di direzione della spinta.  
 $K_p$  Coefficiente di resistenza passiva.



Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

$\mu$	Kp	Kpx	Kpy
190.0	1.7	-1.67	-0.29

### Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)  
 Qf Quota finale strato (cm)  
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);  
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);  
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30.0	0.0	-1.22	-0.21	10.0	10.0

### Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);  
 Fy Forza in direzione y (kN);  
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	27.84	7.41	13.77
Peso muro	0.0	49.03	-25.01
Peso fondazione	0.0	7.5	-3.83
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.0	0.42	-0.43
Spinte fondazione	-1.22	-0.21	-0.12
	<b>26.62</b>	<b>64.16</b>	<b>-15.62</b>

Momento stabilizzante -36.82 kNm

Momento ribaltante 21.21 kNm

### Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -36.82 kNm

Momento ribaltante 21.21 kNm

**Coeff. sicurezza ribaltamento Csv 1.51**

**Muro verificato a ribaltamento Csv>1**

## **COMUNE DI VALSAMOGGIA**

**CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**

**OGGETTO : ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL  
PROGETTO STRUTTURALE PER INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE  
DI PONTE CICLOPEDONALE**

**RIFERIMENTI INTERVENTO :**

COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE TRA MONTEVEGLIO E  
CASTELLO DI SERRAVALLE -MERCATELLO – LUNGO VIA BARLETE

**RIFERIMENTI CATASTALI:**

-----

**COMMITTENTE :**

COMUNE DI VALSAMOGGIA

**PROGETTISTA INCARICATO :**

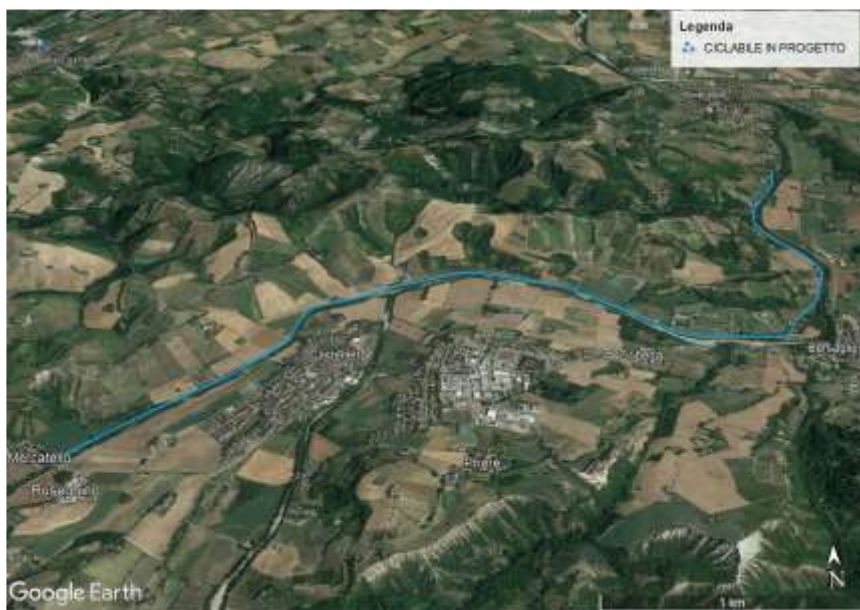
Arch. Giacomo Migliori  
Piazza Garibaldi 29 – Bazzano  
Valsamoggia - Bo

**ALLEGATI :**

1. <u>ILLUSTRAZIONE SINTETICA</u> .....	1
A) <u>CONTESTO EDILIZIO E CARATTERISTICHE DEL SITO</u> .....	3
B) <u>DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA</u> .....	3
C) <u>NORMATIVA TECNICA</u> .....	4
D) <u>DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO</u> .....	6
E) <u>DESCRIZIONE DEI MATERIALI UTILIZZATI</u> .....	14
F) <u>CRITERI DI PROGETTAZIONE</u> .....	15
G) <u>COMBINAZIONI DI CARICO</u> .....	17
H) <u>INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI</u> .....	23
I) <u>CRITERI DI VERIFICA</u> .....	25
J) <u>CONFIGURAZIONE DEFORMATE E SOLLECITAZIONI PIU' SIGNIFICATIVE</u> .....	26
K) <u>AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO</u> .....	71
L) <u>VERIFICA FONDAZIONI</u> .....	73

**1.A DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO E CON L'INDICAZIONE, PER ENTRAMBE LE TEMATICHE, DI EVENTUALI PROBLEMATICHE E DELLE SOLUZIONI IPOTIZZATE, TENUTO CONTO ANCHE DELLE INDICAZIONI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA;**

L'intervento oggetto della presente relazione riguarda la nuova costruzione di un ponte ciclopedonale inserito all'interno del collegamento ciclopedonale tra Montevoglio e Castello di Serravalle – Mercatello - Lungo Via Barlete.



Orto foto con individuazione area di intervento

**1.B DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA, SIA IN ELEVAZIONE CHE IN FONDAZIONE, E DELLA TIPOLOGIA DI INTERVENTO, CON INDICAZIONE DELLE DESTINAZIONI D'USO PER LA COSTRUZIONE, DETTAGLIATE PER OGNI LIVELLO ENTRO E FUORI TERRA, E DEI VINCOLI IMPOSTI DAL PROGETTO ARCHITETTONICO**

La nuova struttura presenta un impianto strutturale di tipo semplice realizzato da tre travi principali ad una unica campata (sez. IPE 270) collegate trasversalmente da profili HEA 100. Le travi in acciaio appoggiano a sottostanti travi in c.a. (sez. 70x50 cm) sostenuta a loro volta da micropali in acciaio aventi diametro di 220 mm con armatura in tubolare di acciaio. Il ponte è dotato di parapetto in acciaio avente altezza minima  $> 110$  cm e collegato alla struttura sottostante.

## 1.C NORMATIVA TECNICA

La valutazione dei carichi, il dimensionamento e le verifiche di sicurezza sono state condotte facendo riferimento alle seguenti norme :

- Decreto Ministeriale 17/01/2018 “Norme Tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 Gennaio 2019 n° 7

<b>Normativa di verifica in uso</b>		
<b>Norma di verifica</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
<b>Cemento armato</b>	Preferenze analisi di verifica in stato limite	
<b>Legno</b>	Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
<b>Acciaio</b>	Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
<b>Alluminio</b>	Preferenze di verifica alluminio EC9	
<b>Pannelli in gessofibra</b>	Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 17-01-18	
(N.T.C.)		
<b>Normativa di verifica C.A.</b>		
$\gamma_s$ (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
$\gamma_c$ (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione rara	0.6	
Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma_f/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.04	[cm]
<b>Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con</b>		
fattore q	Si	
Copriferro secondo EC2	No	
<b>Normativa di verifica legno</b>		
$\gamma$ combinazioni fondamentali massiccio	1.5	
$\gamma$ combinazioni fondamentali lamellare	1.45	
$\gamma$ combinazioni fondamentali unioni	1.5	
$\gamma$ combinazioni eccezionali	1	
$\gamma$ 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	
Normativa di verifica acciaio		
ym0	1.05	
ym1	1.05	
ym2	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 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	si	
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si	
Riduzione f <sub>y</sub> per tubi tondi di classe 4	no	
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si	
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	
Preferenze FEM		
Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	80	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	80	[cm]
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	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
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	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare		

### 1.D DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO , DELLE AZIONI CONSIDERATE SULLA COSTRUZIONE E DEGLI EVENTUALI SCENARI DI AZIONI ECCEZIONALI

In considerazione della tipologia di edificio e delle funzioni cui deve assolvere, si ritiene che si possa attribuire alla struttura una  $V_n \geq 50$  anni

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

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

La classe d'uso che si considera è la III, cui corrisponde un coeff. d'uso  $C_u = 1,0$

$$V_r = V_n \times C_u = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

#### Categoria del sottosuolo

Come esposto nella relazione geologica l'area in esame è caratterizzata da un sottosuolo ascrivibile alla categoria C

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

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

Il sito secondo quanto rilevato è ascrivibile alla categoria T1

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

**Preferenze di analisi****Analisi****Normativa**

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

**Tipo di costruzione**

2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

**Vn**

50

**Classe d'uso**

III

**Vr**

75

**Tipo di analisi**

Lineare dinamica

**Considera sisma Z**Solo se  $Ag \geq 0.15$  g, conformemente a §3.2.3.1**Località**

Bologna, Monteveglio, Ziribega; Latitudine ED50 44,4481°

(44° 26'

53"); Longitudine ED50 11,0808° (11° 4' 51"); Altitudine

s.l.m.

18,24 m.

**Categoria del suolo**

addensati o terreni

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente

**Categoria topografica**

a grana fina mediamente consistenti

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ **Ss orizzontale SLO**

1.5

**Tb orizzontale SLO**

0.145

[s]

**Tc orizzontale SLO**

0.434

[s]

**Td orizzontale SLO**

1.857

[s]

**Ss orizzontale SLD**

1.5

**Tb orizzontale SLD**

0.146

[s]

**Tc orizzontale SLD**

0.438

[s]

**Td orizzontale SLD**

1.916

[s]

**Ss orizzontale SLV**

1.4313

**Tb orizzontale SLV**

0.156

[s]

**Tc orizzontale SLV**

0.467

[s]

**Td orizzontale SLV**

2.336

[s]

**Ss verticale**

1

**Tb verticale**

0.05

[s]

**Tc verticale**

0.15

[s]

**Td verticale**

1

[s]

**St**

1

**PVr SLO (%)**

81

**Tr SLO**

45.16

**Ag/g SLO**

0.0642

**Fo SLO**

2.499

**Tc\* SLO**

0.267

[s]

**PVr SLD (%)**

63

**Tr SLD**

75.43

**Ag/g SLD**

0.0789

**Fo SLD**

2.497

**Tc\* SLD**

0.271

[s]

**PVr SLV (%)**

10



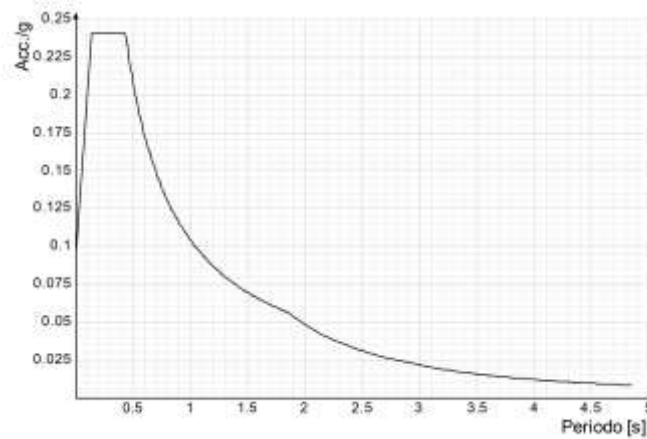
Tr SLV	711.84		
Ag/g SLV	0.1839		
Fo SLV	2.435		
Tc* SLV	0.299	[s]	
Smorzamento viscoso (%)	5		
Classe di duttilità	CD"B"		
Rotazione del sisma	0	[deg]	
Quota dello '0' sismico	0	[cm]	
Regolarità in pianta	No		
Regolarità in elevazione	No		
Edificio acciaio	Si		
Tipologia acciaio	a) Strutture intelaiate q0=4.0		
Edificio esistente	No		
Altezza costruzione	45	[cm]	
T1,x	0.03792	[s]	
T1,y	0.27423	[s]	
λ SLO,x	1		
λ SLO,y	1		
λ SLD,x	1		
λ SLD,y	1		
λ SLV,x	1		
λ SLV,y	1		
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005		
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5		
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5		
Fattore di comportamento per sisma SLV X	3.2		
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	3.2		
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3		
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1		
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15		
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione			1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione			1.2
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35		
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione			1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione			1.2
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35		
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione			1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione			1.2
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		

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

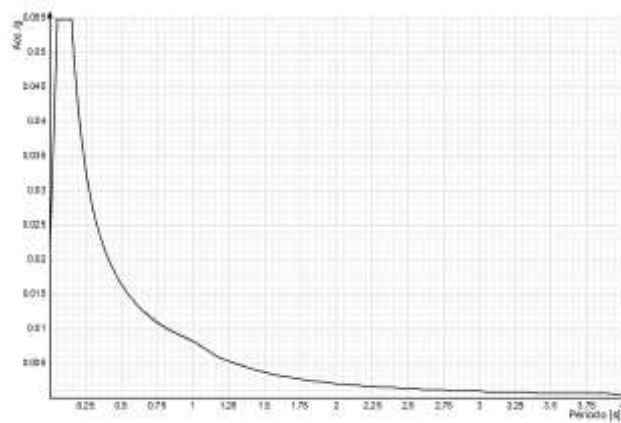
**Acc./g:** Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

**Periodo:** Periodo di vibrazione

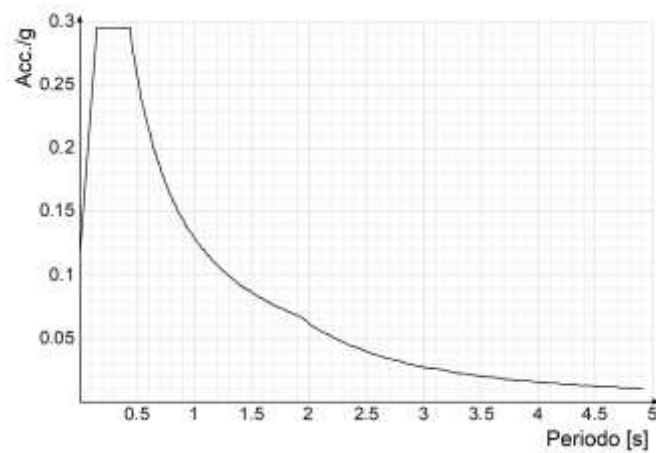
## **Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



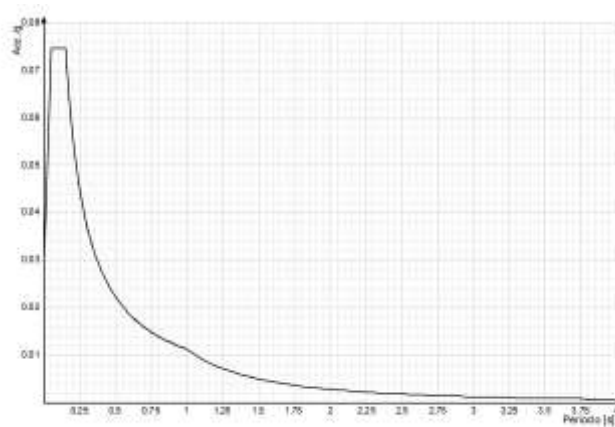
## **Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



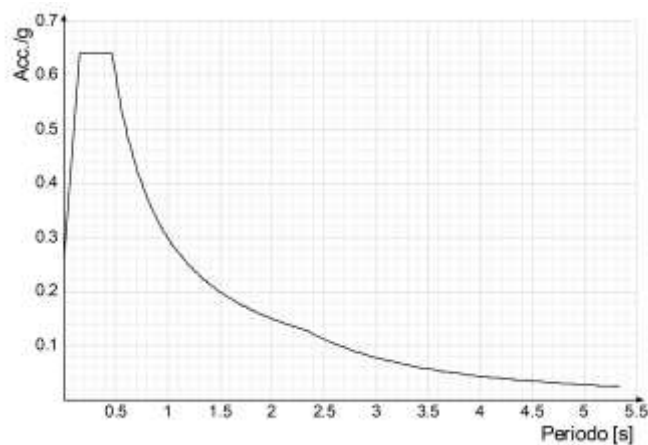
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



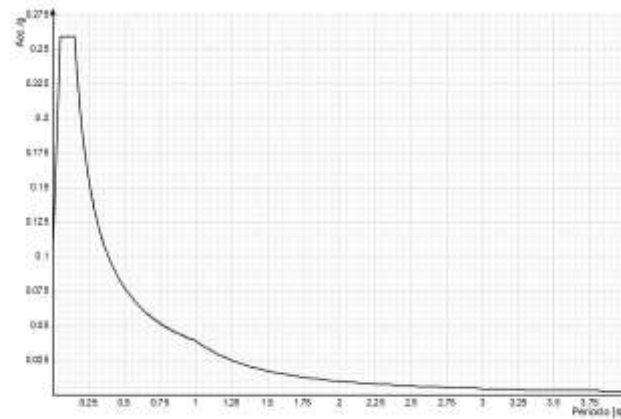
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



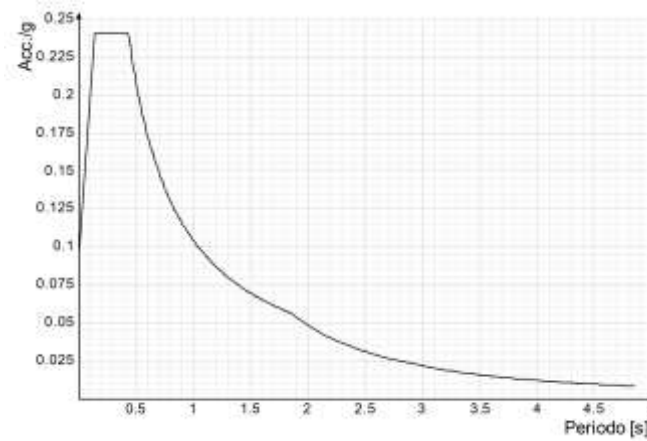
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



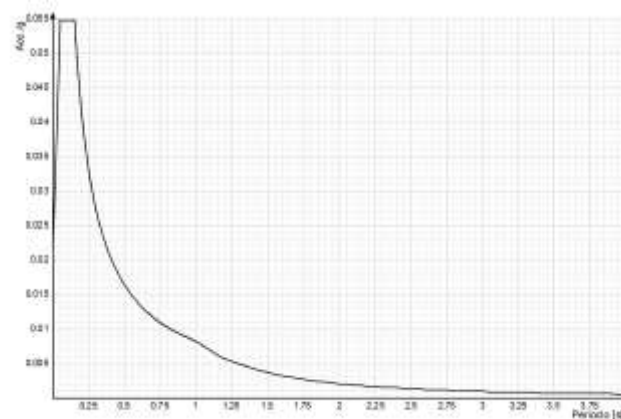
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



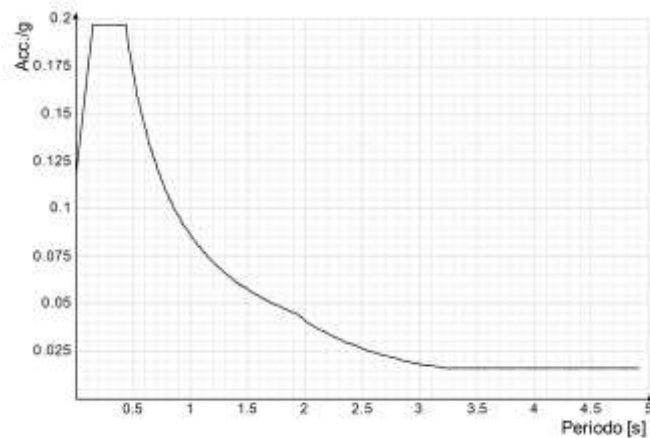
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4**



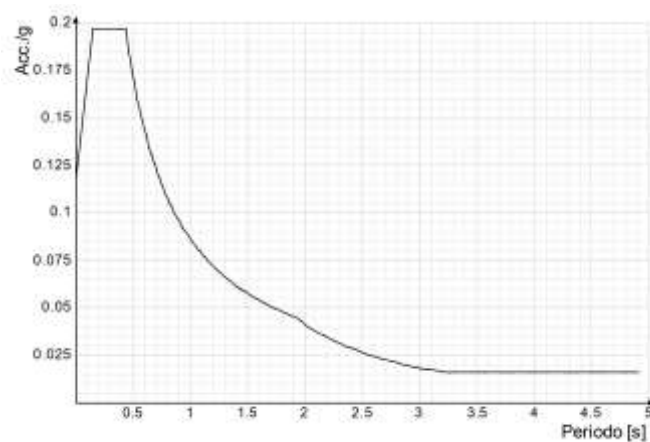
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.4**



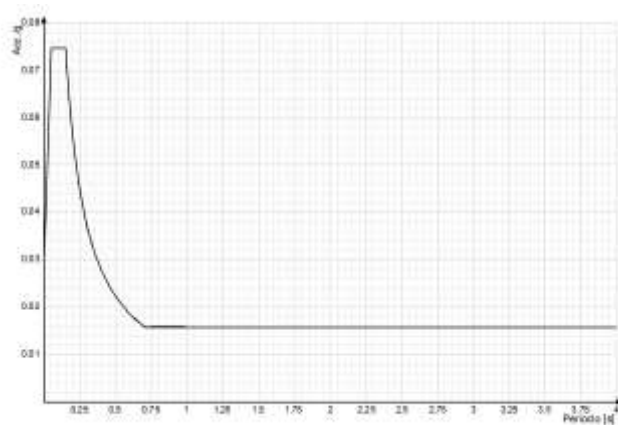
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5**



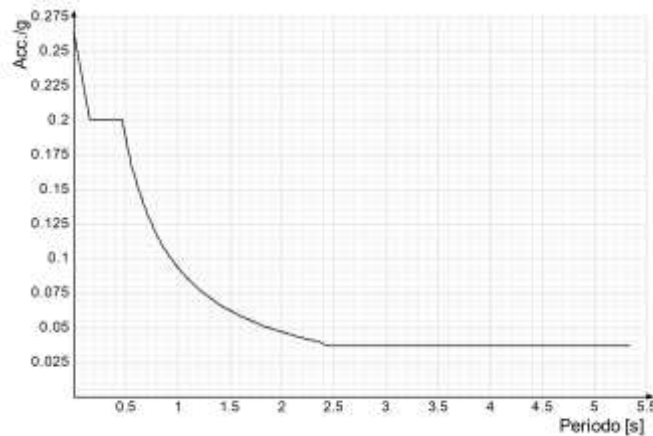
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5**



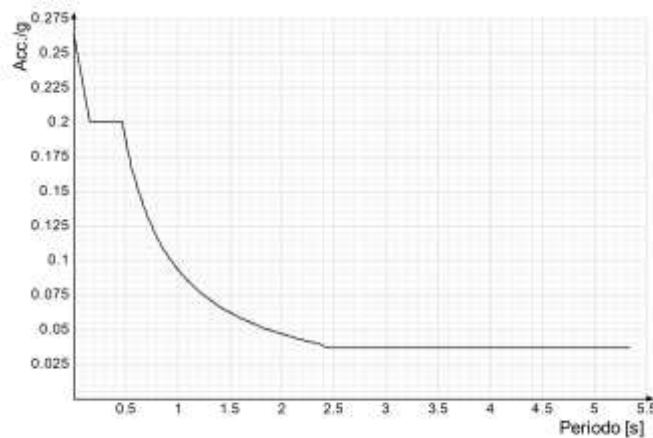
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5**



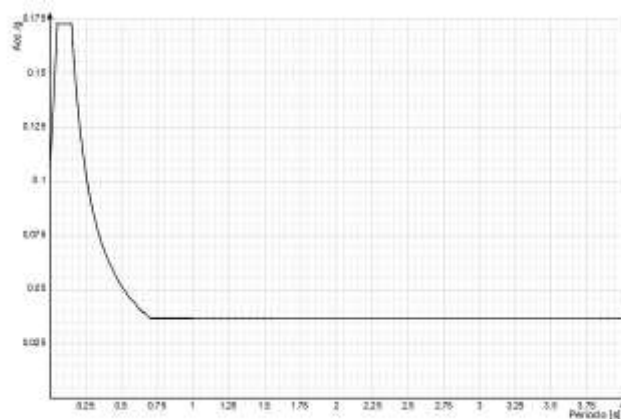
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5**



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



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



**AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

**ANALISI CARICHI**

**PONTI PEDONALI :**

Per i ponti pedonali si considera un carico accidentale distribuito pari a 5,00 kN/mq

## &gt; ANALISI DEI CARICHI

## Gk - Permanenti

G1.1 *Peso Proprio* Tavolato sp. 4,5 cm 0.20 kN/m<sup>2</sup>Gk Totale (SLU) 0.26 kN/m<sup>2</sup>

## Qk - Variabili

Q1 Carico variabile (ponte pedonale) 5.00 kN/m<sup>2</sup>Qk Totale (SLU) 7.50 kN/m<sup>2</sup>

Spinta su parapetto : 1,50 kNm

## 1.E DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE, DEI REQUISITI DI RESISTENZA MECCANICA E DI DURABILITA' CONSIDERATI;

## Acciaio

## Proprietà acciai base

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	E	G	v	γ	α
S275	2100000	Default (807692.31)	0.3	0.00785	0.000012

## Proprietà acciai EC3/DM08/DM18

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.**Tipo:** descrizione per norma.**fy(s<=40 mm):** resistenza di snervamento fy per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]**fy(s>40 mm):** resistenza di snervamento fy per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]**fu(s<=40 mm):** resistenza di rottura per trazione fu per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]**fu(s>40 mm):** resistenza di rottura per trazione fu per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	Tipo	fy(s<=40 mm)	fy(s>40 mm)	fu(s<=40 mm)	fu(s>40 mm)
S275	S275	2750	2550	4300	4100

## Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm<sup>2</sup>]**v:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.**γ:** peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C25/30	300	314472	Default (142941.64)	0.1	0.0025	0.00001

## Curve di materiali c.a.

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

**Curva:** curva caratteristica.

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

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

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

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

**EpsEc:**  $\epsilon$  elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:**  $\epsilon$  ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

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

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

**EpsEt:**  $\epsilon$  elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:**  $\epsilon$  ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C25/30	No	Si	314471.61	0.001	-0.002	-0.0035	314471.61	0.001	0.0000569	0.0000626

## Armature

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

**f<sub>yk</sub>:** resistenza caratteristica. [daN/cm<sup>2</sup>]

**$\sigma_{amm}$ :** tensione ammissibile. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

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

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

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

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

**Livello di conoscenza:** indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A.

Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	f <sub>yk</sub>	$\sigma_{amm}$	Tipo	E	$\gamma$	$\nu$	$\alpha$	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo

## 1.F ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE: CLASSE DI DUTTILITA' – CD, REGOLARITA' IN PIANTA ED IN ALZATO, TIPOLOGIA STRUTTURALE, FATTORE DI STRUTTURA

La verifica della struttura è stata eseguita con l'ausilio di modelli FEM, che rappresentano fedelmente le reali geometrie e le proprietà dei materiali. Vista la semplicità della struttura si è optato per un comportamento non dissipativo

Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.5
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.5

Verifica fattore di comportamento

$$1 < q_{nd} = 2/3 q_{dcb} < 1,5$$

Dove  $q_{dcb}$  per struttura a telaio in acciaio = 4,0



La costruzione è stata progettata a comportamento non dissipativo. Le verifiche degli elementi strutturali primari si eseguono in termini di rigidezza (RIG), di resistenza (RES), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi

#### Modellazione della struttura

Il modello analizzato con l'ausilio di programma di calcolo è stato ottenuto inserendo nel pre-processore del software elementi con le dimensioni di progetto mantenendo la migliore aderenza possibile tra schema di calcolo e progetto esecutivo della struttura. I pilastri e le travi sono modellati come elementi dimensionali beam.

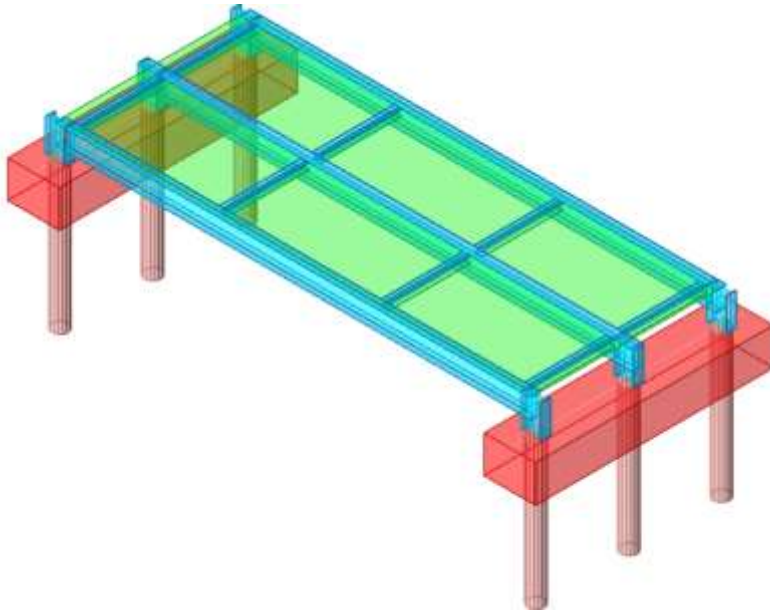
Schemi statici adottati :

La trave è stata modellata con schema statico appoggio - appoggio

L'impalcato è stato considerato a comportamento deformabile

- I carichi gravitazionali agenti sugli impalcati sono stati inseriti sotto forma di aree di carico gravanti sugli elementi shell e beam con i quali sono stati schematizzati pareti e travi in legno.
- I pesi propri degli elementi sono attribuiti in automatico dal software di calcolo
- Il software di calcolo, sulla base dei carichi inseriti e dell'assegnazione dei coefficienti parziali  $\psi_{2i}$ , determina le masse strutturali funzionali al calcolo delle azioni di natura inerziale nell'ambito dell'analisi spettrale.

Modello struttura



## Travi in acciaio di piano

**Sezione:** sezione in acciaio.

**P.i.:** posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. S=Sinistra, C=Centro, D=Destra

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

**Punto i.:** punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [cm]

Y: coordinata Y. [cm]

**Punto f.:** punto di inserimento finale.

**X:** coordinata X. [cm]

**Y:** coordinata Y. [cm]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

**Car.lin.:** riferimento alla definizione di un carico lineare. L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento. G: valori del carico espressi nel sistema globale.

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

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

**C.i.:** svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

**C.f.:** svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

**P.lin.:** peso per unità di lunghezza. [daN/cm]

**Cal.:** descrizione sintetica dell'eventuale calastrello della sezione accoppiata o composita.

Descrizione	Sup.	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	b	h	s	t	r	f
IPE270	1040.9	2295	1715	57962500	4199134	119428	135	270	6.6	10.2	15	81
HEA100	1024.1	1583	519	4041820	1594457	62702	100	96	6	9.5	15	99

## 1.G INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI IN RELAZIONE AGLI SLU E SLE INDAGATI: COEFFICIENTI PARZIALI PER LE AZIONI, COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE;

Le combinazioni utilizzate sono quelle previste dall'NTC 2018 al par. 5.1.3.14 in particolare si è considerato:

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli spe- ciali	Folla (Sche- ma di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore carat- teristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m <sup>2</sup>
2a	Valore fre- quente			Valore carat- teristico		
2b	Valore fre- quente				Valore caratter- istico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
4 (**)			Schema di carico 5 con valore carat- teristico 5,0kN/m <sup>2</sup>			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m <sup>2</sup>
5 (***)	Da definirsi per il singo- lo progetto	Valore carat- teristico o nominale				
(*) Ponti pedonali						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

La Tab. 5.1.V, con riferimento al § 2.6.1, fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi. Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nel Capitolo 4 con riferimento a particolari azioni specifiche dei diversi materiali. I valori dei coefficienti di combinazione  $\psi_{1st}$ ,  $\psi_{2st}$  e  $\psi_{3st}$  per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

Tab. 5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(a)</sup>	A1	A2
Azioni permanenti $g_1$ e $g_2$	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G1} \neq \gamma_{G2}$	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Azioni permanenti non strutturali $\equiv g_2$	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_Q$	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Azioni variabili	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_Q$	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distanza e preinflessione di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{D1}$	0,90 1,00 <sup>(b)</sup>	1,00 1,00 <sup>(b)</sup>	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{D2}, \gamma_{D3}, \gamma_{D4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

<sup>(a)</sup> Equilibrio che non coinvolge i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

<sup>(b)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio 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 validi per le azioni permanenti.

<sup>(c)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna.

<sup>(d)</sup> 1,20 per effetti locali.

Tab. 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combi- nazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequentanti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

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.

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.

#### Normativa di verifica in uso

Norma di verifica

Cemento armato

Legno

Acciaio

Alluminio

Pannelli in gessofibra

(N.T.C.)

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

Preferenze analisi di verifica in stato limite

Preferenze di verifica legno D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Preferenze di verifica acciaio D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Preferenze di verifica alluminio EC9

Preferenze di verifica pannelli gessofibra D.M. 17-01-18

#### Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione

$\gamma_s$  (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)

$\gamma_c$  (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)

Limite  $\sigma_c/f_{ck}$  in combinazione rara

15

1.15

1.5

0.6

Limite $\sigma_c/f_{ck}$ in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite $\sigma_f/f_{yk}$ in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della $\tau$ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure $w_1$ §4.1.2.2.4	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure $w_2$ §4.1.2.2.4	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure $w_3$ §4.1.2.2.4	0.04	[cm]

Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore $q$	No
Copriferro secondo EC2	No

**Normativa di verifica legno**

$\gamma$ combinazioni fondamentali massiccio	1.5
$\gamma$ combinazioni fondamentali lamellare	1.45
$\gamma$ combinazioni fondamentali unioni	1.5
$\gamma$ combinazioni eccezionali	1
$\gamma$ 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

**Normativa di verifica acciaio**

$\gamma_{m0}$	1.05
$\gamma_{m1}$	1.05
$\gamma_{m2}$	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti $C_1, C_2, C_3$ per $M_{cr}$	automatico
Coefficienti $\alpha, \beta$ per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
$L/e_0$ iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi 6.2.6.7 e 6.2.6.8 in 7.5.4.3 e 7.5.4.5	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione $f_y$ per tubi tondi di classe 4	no
Effettua la verifica secondo 6.2.8 con irrigidimenti superiori (piastra di base)	si
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 $q$	no

**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 A:** Variabile A

**Neve:** Neve

**$\Delta T$ :**  $\Delta T$

**X SLD:** Sisma X SLD

**Y SLD:** Sisma Y SLD

**Z SLD:** Sisma Z SLD

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

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

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

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

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

**X SLV:** Sisma X SLV

**Y SLV:** Sisma Y SLV

**Z SLV:** Sisma Z SLV

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

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

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

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

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

**R Ux:** Rig. Ux

**R Uy:** Rig. Uy

**R 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 A	$\Delta T$
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 A	$\Delta T$
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 A	$\Delta T$
1	SLE FR 1	1	1	0	0
2	SLE FR 2	1	1	0.75	0

### Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	$\Delta T$
1	SLE QP 1	1	1	0	0

### Famiglia SLU eccezionale

Il nome compatto della famiglia è SLU EX.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	$\Delta T$
------	------------	------	-------	-------------	------------

### Famiglia SLO

Il nome compatto della famiglia è SLO.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	$\Delta T$	X SLO	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
1	SLO 1	1	1	0	0	-1	-0.3	0	-1	0.3	-1	-0.3	0
2	SLO 2	1	1	0	0	-1	-0.3	0	1	-0.3	-1	-0.3	0
3	SLO 3	1	1	0	0	-1	0.3	0	-1	0.3	-1	0.3	0

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT	X SLO	Y SLO	Z SLO	EySx SLO	ExSy SLO	Tr x SLO	Tr y SLO	Tr z SLO
4	SLO 4	1	1	0	0	-1	0.3	0	1	-0.3	-1	0.3	0
5	SLO 5	1	1	0	0	-0.3	-1	0	-0.3	1	-0.3	-1	0
6	SLO 6	1	1	0	0	-0.3	-1	0	0.3	-1	-0.3	-1	0
7	SLO 7	1	1	0	0	-0.3	1	0	-0.3	1	-0.3	1	0
8	SLO 8	1	1	0	0	-0.3	1	0	0.3	-1	-0.3	1	0
9	SLO 9	1	1	0	0	0.3	-1	0	-0.3	1	0.3	-1	0
10	SLO 10	1	1	0	0	0.3	-1	0	0.3	-1	0.3	-1	0
11	SLO 11	1	1	0	0	0.3	1	0	-0.3	1	0.3	1	0
12	SLO 12	1	1	0	0	0.3	1	0	0.3	-1	0.3	1	0
13	SLO 13	1	1	0	0	1	-0.3	0	-1	0.3	1	-0.3	0
14	SLO 14	1	1	0	0	1	-0.3	0	1	-0.3	1	-0.3	0
15	SLO 15	1	1	0	0	1	0.3	0	-1	0.3	1	0.3	0
16	SLO 16	1	1	0	0	1	0.3	0	1	-0.3	1	0.3	0

**Famiglia SLD**

Il nome compatto della famiglia è SLD.

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

**Famiglia SLV fondazioni**

Il nome compatto della famiglia è SLV FO.

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile A	ΔT	SLV X	SLV Y	SLV Z	EySx SLV	ExSy SLV	Tr sLV X	Tr sLV Y	Tr sLV Z
1	SLV FO 1	1	1	0	0	-1.1	-0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	-0.33	0
2	SLV FO 2	1	1	0	0	-1.1	-0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	-0.33	0
3	SLV FO 3	1	1	0	0	-1.1	0.33	0	-1.1	0.33	-1.1	0.33	0
4	SLV FO 4	1	1	0	0	-1.1	0.33	0	1.1	-0.33	-1.1	0.33	0
5	SLV FO 5	1	1	0	0	-0.33	-1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	-1.1	0
6	SLV FO 6	1	1	0	0	-0.33	-1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	-1.1	0
7	SLV FO 7	1	1	0	0	-0.33	1.1	0	-0.33	1.1	-0.33	1.1	0
8	SLV FO 8	1	1	0	0	-0.33	1.1	0	0.33	-1.1	-0.33	1.1	0
9	SLV FO 9	1	1	0	0	0.33	-1.1	0	-0.33	1.1	0.33	-1.1	0
10	SLV FO 10	1	1	0	0	0.33	-1.1	0	0.33	-1.1	0.33	-1.1	0
11	SLV FO 11	1	1	0	0	0.33	1.1	0	-0.33	1.1	0.33	1.1	0
12	SLV FO 12	1	1	0	0	0.33	1.1	0	0.33	-1.1	0.33	1.1	0
13	SLV FO 13	1	1	0	0	1.1	-0.33	0	-1.1	0.33	1.1	-0.33	0
14	SLV FO 14	1	1	0	0	1.1	-0.33	0	1.1	-0.33	1.1	-0.33	0
15	SLV FO 15	1	1	0	0	1.1	0.33	0	-1.1	0.33	1.1	0.33	0
16	SLV FO 16	1	1	0	0	1.1	0.33	0	1.1	-0.33	1.1	0.33	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



**1.H INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO PER L'ESECUZIONE DELLA STESSA;**

La progettazione e verifica delle strutture sono state eseguite secondo i principi della Scienza delle Costruzioni, facendo riferimento a quanto prescritto dalle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

In considerazione delle caratteristiche delle strutture e della tipologia di opere previste, sono state condotte due tipologie di analisi:

- Analisi lineari globali volte a determinare la risposta delle strutture nel loro complesso con particolare attenzione per spostamenti, sollecitazioni e scarichi sulla soletta in c.a. di fondazione, termini necessari per la verifica degli elementi strutturali.
- Analisi statiche locali volte a dimostrare l'adeguatezza del solaio di copertura

Per le analisi globali sono state utilizzate analisi lineari dinamiche con fattore di struttura  $q$  considerando 3 modidivibrare in grado di attivare la totalità delle masse.

**Risposta modale**

**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: 0.999912

Traslazione Y: 1

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 1

Rotazione Y: 0.999912

Rotazione Z: 0.999983

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.16889752	0	0.793326106	0	0.793326106	0	0.59550617	0	0.793326106
2	0.07381225	0	0.02357221	0	0.02357221	0	0.0313773	0	0.02357221
3	0.045009743	0	0.017282985	0	0.017282985	0	0.013908166	0	0.017282985
4	0.023116714	0.985583492	0	0	0	0.985583492	0.193895142	0.985583492	0
5	0.019613497	0	0.129718019	0	0.129718019	0	0.134736339	0	0.129718019
6	0.018782731	0	0.036049401	0	0.036049401	0	0.027692061	0	0.036049401
7	0.014703136	0.014256653	0	0	0	0.014256653	0.0028045	0.014256653	0
8	0.008144895	0	0.000049668	0	0.000049668	0	0.000047292	0	0.000049668
9	0.007216604	0.000002493	0	0	0	0.000002493	0.000000489	0.000002493	0
10	0.004329124	0.000000114	0	0	0	0.000000114	0.000000022	0.000000114	0
11	0.003693336	0	0.00000136	0	0.00000136	0	0.000001282	0	0.00000136
12	0.003655742	0.000000141	0	0	0	0.000000141	0.000000027	0.000000141	0
13	0.003598523	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0.003562454	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0.003481969	0.000000006	0	0	0	0.000000006	0.000000001	0.000000006	0
16	0.003356884	0	0.000000034	0	0.000000034	0	0.000000022	0	0.000000034
17	0.002490477	0.000069497	0	0	0	0.000069497	0.000013673	0.000069497	0
18	0.002482847	0	0.000000168	0	0.000000168	0	0.000000094	0	0.000000168
19	0.002368751	0	0.000000021	0	0.000000021	0	0.000000009	0	0.000000021
20	0.00232871	0	0	0	0	0	0	0	0

## Tagli ai livelli

**Livello:** livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** totale del taglio al livello.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

Livello Nome	Cont. N.br.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	F Y	Z	X	F Y	Z	X	F Y	Z
Fondazione	Pesi	0	0	-1568	0	0	-1568	0	0	0
Fondazione	Variabile A	0	0	-8123	0	0	-8123	0	0	0
Fondazione	SLV X	382	0	0	382	0	0	0	0	0
Fondazione	SLV Y	0	257	0	0	257	0	0	0	0
Fondazione	X SLD	197	0	0	197	0	0	0	0	0
Fondazione	Y SLD	0	242	0	0	242	0	0	0	0
Fondazione	X SLO	180	0	0	180	0	0	0	0	0
Fondazione	Y SLO	0	293	0	0	293	0	0	0	0
Fondazione	Rig Ux	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Rig Uy	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Rig Rz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	SLU 1	0	0	-1568	0	0	-1568	0	0	0
Fondazione	SLU 2	0	0	-13752	0	0	-13752	0	0	0
Fondazione	SLU 3	0	0	-1568	0	0	-1568	0	0	0
Fondazione	SLU 4	0	0	-13752	0	0	-13752	0	0	0
Fondazione	SLU 5	0	0	-2038	0	0	-2038	0	0	0
Fondazione	SLU 6	0	0	-14222	0	0	-14222	0	0	0
Fondazione	SLU 7	0	0	-2038	0	0	-2038	0	0	0
Fondazione	SLU 8	0	0	-14222	0	0	-14222	0	0	0
Fondazione	SLE RA 1	0	0	-1568	0	0	-1568	0	0	0
Fondazione	SLE RA 2	0	0	-9691	0	0	-9691	0	0	0
Fondazione	SLE FR 1	0	0	-1568	0	0	-1568	0	0	0
Fondazione	SLE FR 2	0	0	-7660	0	0	-7660	0	0	0
Fondazione	SLE QP 1	0	0	-1568	0	0	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 1	-180	-88	-1568	-180	-88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 2	-180	-88	-1568	-180	-88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 3	-180	88	-1568	-180	88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 4	-180	88	-1568	-180	88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 5	-54	-293	-1568	-54	-293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 6	-54	-293	-1568	-54	-293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 7	-54	293	-1568	-54	293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 8	-54	293	-1568	-54	293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 9	54	-293	-1568	54	-293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 10	54	-293	-1568	54	-293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 11	54	293	-1568	54	293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 12	54	293	-1568	54	293	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 13	180	-88	-1568	180	-88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 14	180	-88	-1568	180	-88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 15	180	88	-1568	180	88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLO 16	180	88	-1568	180	88	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 1	-197	-73	-1568	-197	-73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 2	-197	-73	-1568	-197	-73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 3	-197	73	-1568	-197	73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 4	-197	73	-1568	-197	73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 5	-59	-242	-1568	-59	-242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 6	-59	-242	-1568	-59	-242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 7	-59	242	-1568	-59	242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 8	-59	242	-1568	-59	242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 9	59	-242	-1568	59	-242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 10	59	-242	-1568	59	-242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 11	59	242	-1568	59	242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 12	59	242	-1568	59	242	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 13	197	-73	-1568	197	-73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 14	197	-73	-1568	197	-73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLD 15	197	73	-1568	197	73	-1568	0	0	0

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti		
Nome	N.br.	X	F Y	Z	X	F Y	Z	X	F Y	Z
Fondazione	SLD 16	197	73	-1568	197	73	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 1	-382	-77	-1568	-382	-77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 2	-382	-77	-1568	-382	-77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 3	-382	77	-1568	-382	77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 4	-382	77	-1568	-382	77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 5	-115	-257	-1568	-115	-257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 6	-115	-257	-1568	-115	-257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 7	-115	257	-1568	-115	257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 8	-115	257	-1568	-115	257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 9	115	-257	-1568	115	-257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 10	115	-257	-1568	115	-257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 11	115	257	-1568	115	257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 12	115	257	-1568	115	257	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 13	382	-77	-1568	382	-77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 14	382	-77	-1568	382	-77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 15	382	77	-1568	382	77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV 16	382	77	-1568	382	77	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 1	-421	-85	-1568	-421	-85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 2	-421	-85	-1568	-421	-85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 3	-421	85	-1568	-421	85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 4	-421	85	-1568	-421	85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 5	-126	-283	-1568	-126	-283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 6	-126	-283	-1568	-126	-283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 7	-126	283	-1568	-126	283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 8	-126	283	-1568	-126	283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 9	126	-283	-1568	126	-283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 10	126	-283	-1568	126	-283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 11	126	283	-1568	126	283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 12	126	283	-1568	126	283	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 13	421	-85	-1568	421	-85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 14	421	-85	-1568	421	-85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 15	421	85	-1568	421	85	-1568	0	0	0
Fondazione	SLV FO 16	421	85	-1568	421	85	-1568	0	0	0
Fondazione	CRTFP Ux+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	CRTFP Ux-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	CRTFP Uy+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	CRTFP Uy-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	CRTFP Rz+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	CRTFP Rz-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 1.1 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI, IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA;

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali si è proceduto a verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto per ciascuno degli stati limite richiesti sia inferiore al corrispondente calore della capacità di progetto.

In particolare le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di rigidità (RIG), di resistenza (RES), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi

**VERIFICHE DI RIGIDEZZA (RIG)** La condizione in termini di rigidità sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti di interpiano eccessivi, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto corrispondente allo SL e alla CU considerati siano inferiori ai limiti indicati nel seguito.

Per quel che concerne le verifiche in condizioni sismiche la normativa prevede di indagare i seguenti stati limite:

Per le CU I e II ci si riferisce allo SLD (v. Tab. 7.3.III) e deve essere: per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa

VERIFICHE DI RESISTENZA (RES): Si deve verificare che i singoli elementi strutturali e la struttura nel suo insieme possiedano una capacità in resistenza sufficiente a soddisfare la domanda allo SLV. La capacità in resistenza delle membrature e dei collegamenti è valutata in accordo con le regole contenute nei capitoli precedenti, integrate dalle regole di progettazione definite di volta in volta nei successivi paragrafi. Per le strutture a comportamento non dissipativo, la capacità delle membrature è calcolata con riferimento al loro comportamento elastico o sostanzialmente elastico, come definito di volta in volta nei successivi paragrafi.

#### **1.J RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIU' SIGNIFICATIVE, SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA E GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI;**

Si riportano le rappresentazioni più significative delle configurazioni deformate e dello stato di sollecitazione della struttura analizzata, andando a commentare, dove si ritiene necessario, i risultati ottenuti.

##### **Convenzioni di segno gusci**

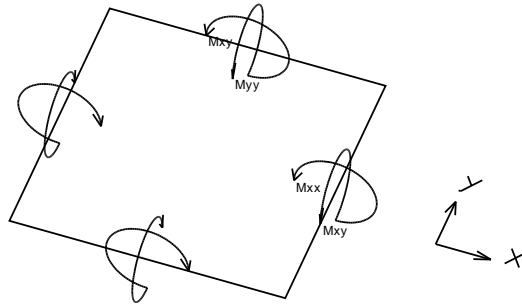
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

##### **Convenzione di segno per gusci non verticali**

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.

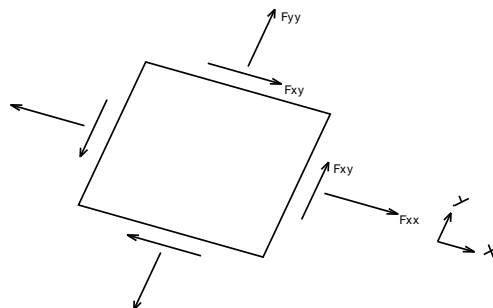
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



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 estensionali 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:

- $F_{xx}$ : 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).

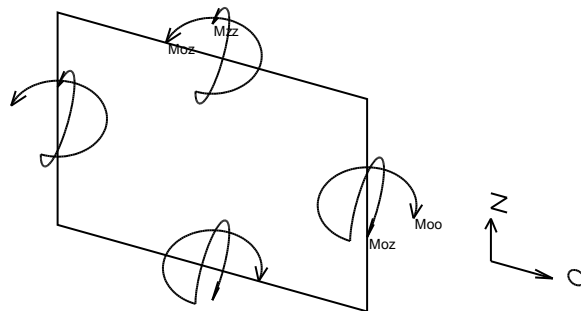
Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_x$ : taglio fuori piano  $[Forza / Lunghezza]$  applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;

-  $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

### Convenzione di segno per gusci verticali

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 l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. 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  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

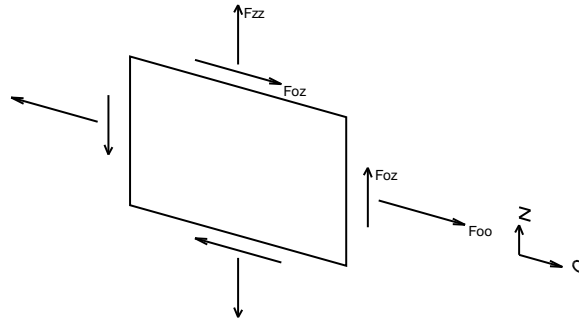


-  $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  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);

-  $F_{oo}$ : 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);

-  $F_{oz}$ : 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 guscio:

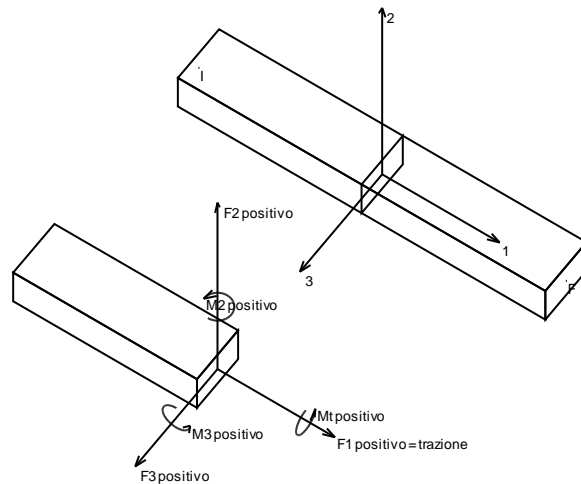
-  $V_o$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$ ;

-  $V_z$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$ .

### Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- $F_1$  (N): sforzo normale nell'asta;
- $F_2$ : sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
- $F_3$ : sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
- $M_1$  (Mt): momento attorno all'asse locale 1; equivale al momento torcente;
- $M_2$ : momento attorno all'asse locale 2;
- $M_3$ : momento attorno all'asse locale 3.



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

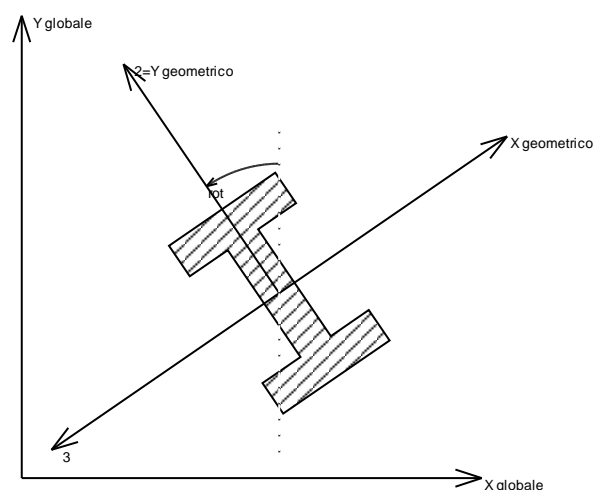
presa un'asta con nodo iniziale  $i$  e nodo finale  $f$ , asse 1 che va da  $i$  a  $f$ , assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- aste verticali ad esempio pilastri e colonne;
- aste non verticali non di c.a., ad esempio travi di acciaio o legno;
- aste non verticali in c.a.: travi in c.a. di piano, falda o a quota generica.

Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

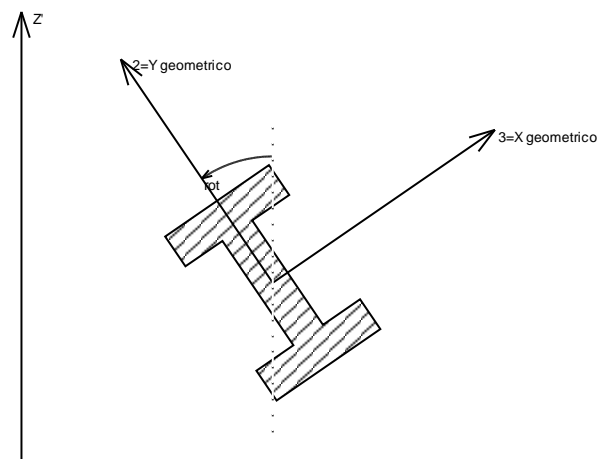
#### **Sistema locale aste verticali**



Nella figura si considera l'asse 1 uscente dal foglio (l'osservatore guarda in direzione opposta a quella dell'asse 1).

#### **Sistema locale aste non verticali**

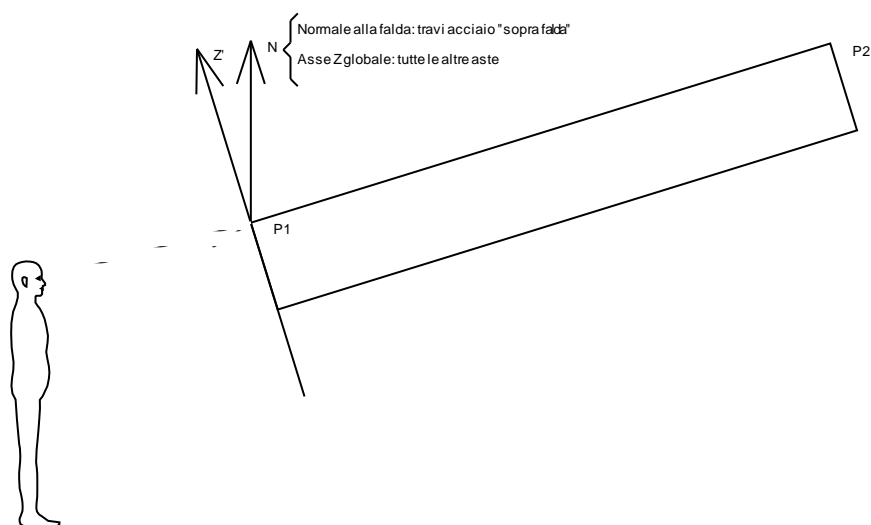




Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1).

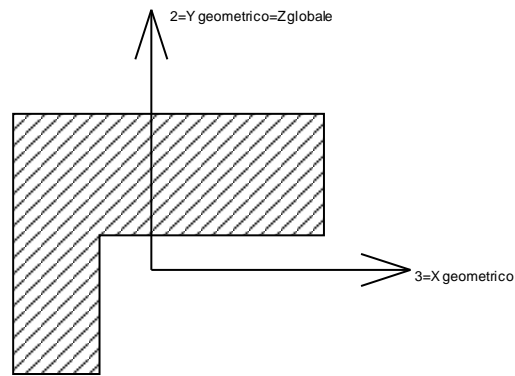
L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

- P1 è il punto di inserimento iniziale dell'asta;
- P2 è il punto di inserimento finale dell'asta;
- N è la normale al piano o falda di inserimento;

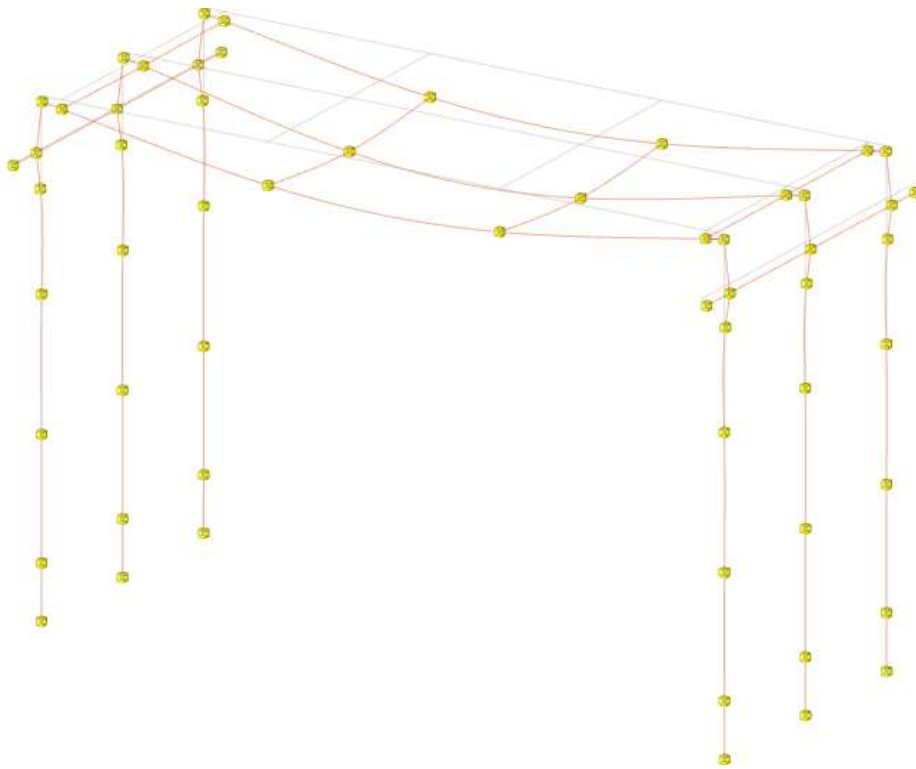


Z' è quindi l'intersezione tra il piano passante per P1, P2 contenente N e il piano della sezione iniziale dell'asta.

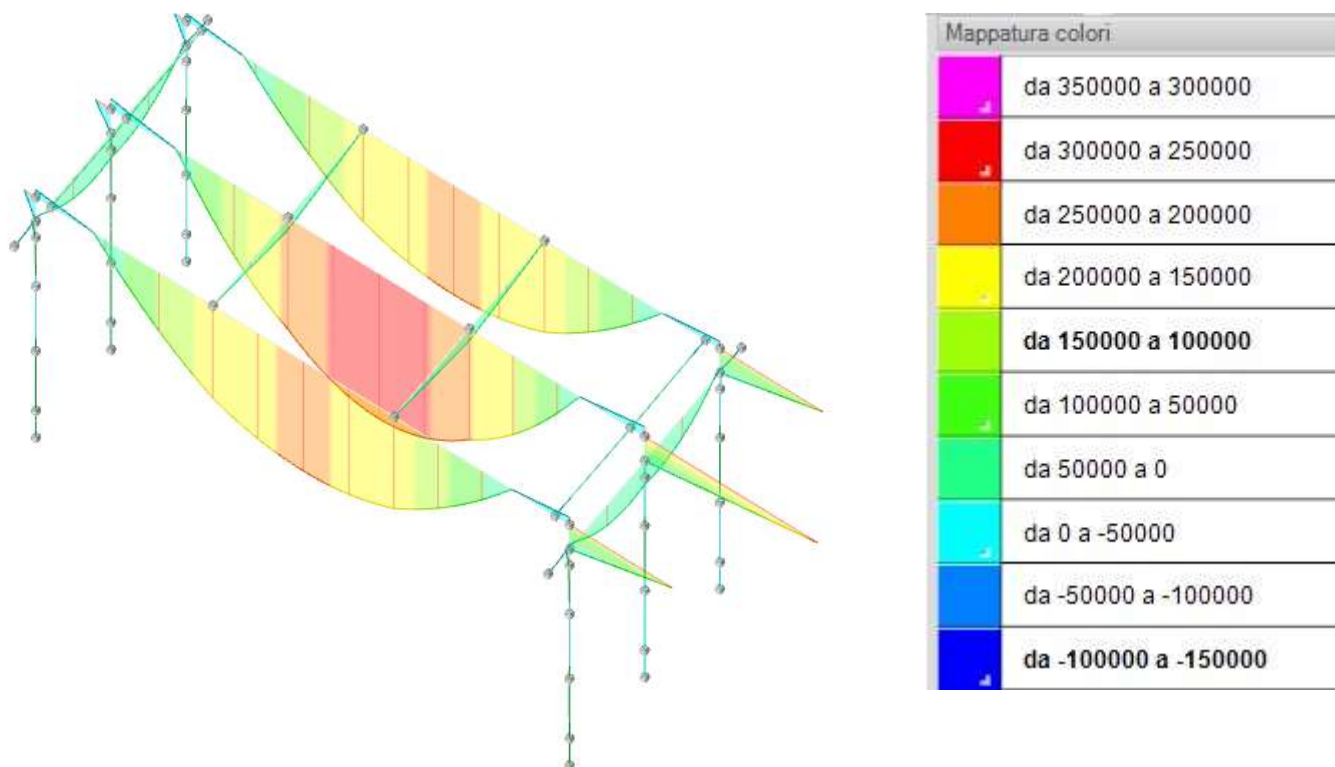
**Sistema locale aste derivanti da travi in c.a.**



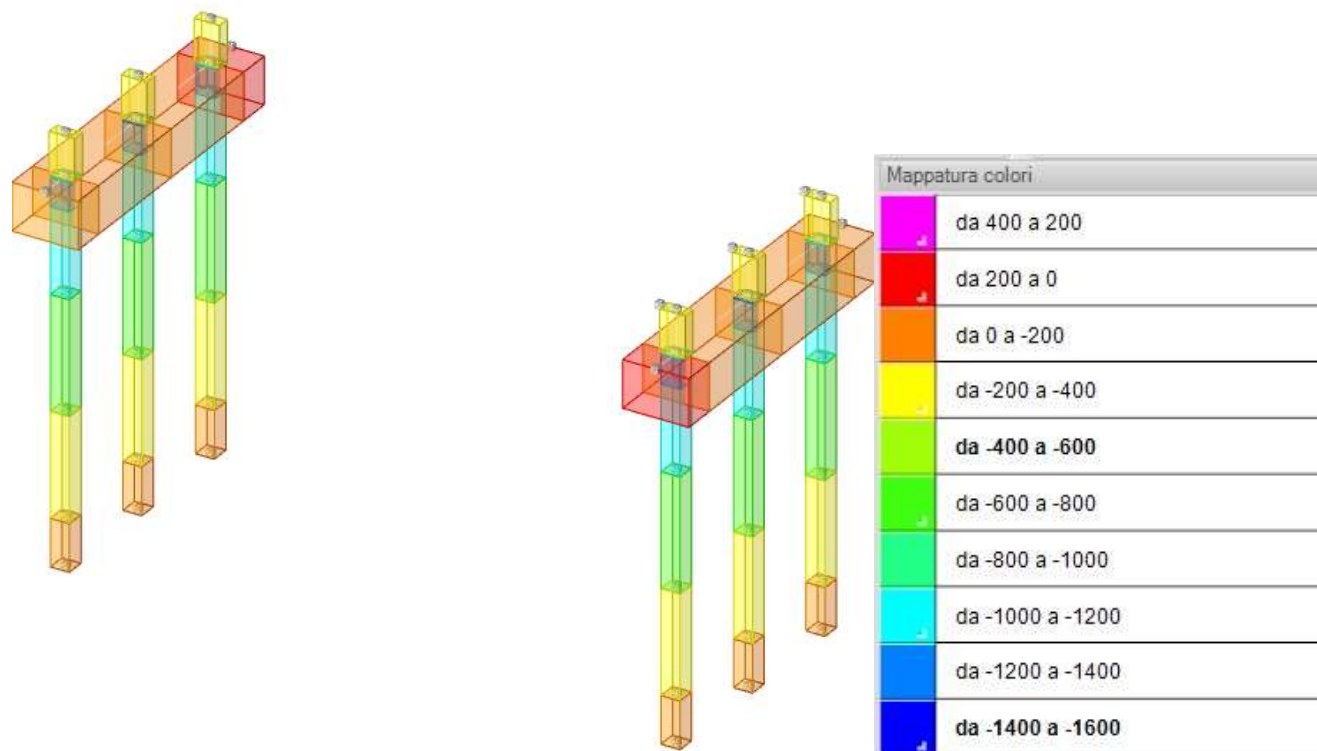
Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1). L'asse 2 è sempre verticale e quindi coincidente con l'asse Z globale nonché con l'asse y geometrico. L'asse 3 coincide con l'asse x geometrico. . Si sottolinea il fatto che gli assi 2 e 3 non corrispondono agli assi principali della sezione.



Spostamenti in Condizione Variabile A



Valori momento flettente M3



## 2.J VERIFICA ELEMENTI IN ACCIAIO

### 4.1.1 Verifiche superelementi aste acciaio laminate

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

**Sezione:** sezione in acciaio.

**Rotazione:** rotazione della sezione. [deg]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm<sup>4</sup>]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm<sup>4</sup>]

**ix:** raggio di inerzia relativo all'asse x. [cm]

**iy:** raggio di inerzia relativo all'asse y. [cm]

**Wx:** modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse x. [cm<sup>3</sup>]

**Wy:** modulo di resistenza elastico minimo relativo all'asse y. [cm<sup>3</sup>]

**Wplx:** modulo di resistenza plastico relativo all'asse x. [cm<sup>3</sup>]

**Wply:** modulo di resistenza plastico relativo all'asse y. [cm<sup>3</sup>]

**X:** distanza dal nodo iniziale. [cm]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**Sfruttamento:** rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.

**Classe:** classe della sezione.

**NEd:** sollecitazione assiale. [daN]

**Nc,Rd:** resistenza assiale a compressione ridotta per taglio. [daN]

**Nt,Rd:** resistenza assiale a trazione ridotta per taglio. [daN]

**Riduzione da taglio:** rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

**px:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.

**py:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.

**Verifica:** stato di verifica.

**VEd:** sollecitazione di taglio. [daN]

**Vc,Rd:** resistenza a taglio. [daN]

**Av:** area resistenza a taglio. [cm<sup>2</sup>]

**Interazione taglio-torsione:** indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

**Riduzione torsione:** coefficiente riduttivo della resistenza a taglio per presenza di torsione.

**Sfruttamento torsione:** rapporto tra TEd e TRd.

**TEd:** sollecitazione torcente. [daN\*cm]

**TRd:** resistenza a torsione. [daN\*cm]

**Riduzione taglio resistente:** indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

**Sfruttamento taglio-torsione:** TEd,totale / (0.5 \* tRd). Non verificato se maggiore di 1.

**tEd,totale:** somma delle tensioni tangenziali totale derivanti da taglio e torsione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**tRd:** tensione tangenziale resistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**NRd:** resistenza assiale ridotta per taglio. [daN]

**Rid. NRd da VEd:** rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

**Mx,Ed:** sollecitazione flettente attorno x-x. [daN\*cm]

**Mx,Rd:** resistenza a flessione attorno x-x ridotta. [daN\*cm]

**Rid. Mx,Rd da VEd:** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno x-x.

**Rid. Mx,Rd da NEd:** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno x-x.

**My,Ed:** sollecitazione flettente attorno y-y. [daN\*cm]

**My,Rd:** resistenza a flessione attorno y-y ridotta. [daN\*cm]

**Rid. My,Rd da VEd:** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.

**Rid. My,Rd da NEd:** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno y-y.

**α:** esponente α per flessione deviata.

**β:** esponente β per flessione deviata.

**Numero rit.:** numero del ritegno.

**Presente:** indica se il ritegno è presente o meno.

**Ascissa:** ascissa del ritegno rispetto al nodo iniziale del superelemento o ascissa iniziale e finale della campata. [cm]

**Campata:** campata tra i ritegni.

**βx/m:** coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a x/m.

**Vincolo a entrambi estremi:** indica se il tratto è vincolato a entrambi gli estremi.

**λx/m:** snellezza attorno a x/m del tratto tra i due ritegni.

**λVer:** snellezza accettabile.

**βy/n:** coefficiente di lunghezza efficace per rotazione attorno a y/n.

**k<sub>LT</sub>:** coefficiente di lunghezza efficace per rotazione nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(3).

**kw,LT:** coefficiente di lunghezza efficace per ingobbamento nel calcolo del momento critico ENV1993-1-1 F 1.2(4).

**λy/n:** snellezza attorno a y/n del tratto tra i due ritegni.

**NRk:** resistenza caratteristica assiale. [daN]

**Mx,Ed max:** momento sollecitante massimo attorno l'asse x-x tra due ritegni all'inflessione attorno x-x. [daN\*cm]

**Mx,Rk:** resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse x-x. [daN\*cm]

**My,Ed max:** momento sollecitante massimo attorno l'asse y-y tra due ritegni all'inflessione attorno y-y. [daN\*cm]

**My,Rk:** resistenza caratteristica a flessione attorno l'asse y-y. [daN\*cm]

**χ<sub>x</sub>:** coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse x-x.

$\chi, y$ : coefficiente di riduzione per inflessione attorno l'asse y-y.

$k_{xx}$ : valore di  $k_{xx}$ .

$k_{xy}$ : valore di  $k_{xy}$ .

$k_{yx}$ : valore di  $k_{yx}$ .

$k_{yy}$ : valore di  $k_{yy}$ .

$\chi, LT$ : coefficiente di riduzione per instabilità flesso-torsionale.

$\eta$ : valore di  $\eta$ .

$hw$ : altezza dell'anima. [cm]

$tw$ : spessore dell'anima. [cm]

$hw/tw_{max}$ : rapporto tra  $hw$  e  $tw$  massimo.

**Estremo notevole**: estremo notevole.

**Asta FEM**: indice dell'asta FEM.

**Estremo asta**: estremo dell'asta a cui è applicato.

**Posizione**: distanza dell'estremo notevole dal nodo iniziale dell'asta. [cm]

**Ascissa**: distanza dell'estremo dal nodo iniziale del superamento. [cm]

**Tipo**: asse momento attorno a cui si sviluppa una cerniera, eventualmente dissipativa.

**NEd, ED**: sforzo normale agente sull'estremo dissipativo. [daN]

**Npl, Rd, ED**: capacità a sforzo normale dell'estremo dissipativo. [daN]

**Quota nodo**: quota del nodo trave/colonna in esame. [cm]

**Cerniera plastica**: zona di formazione di una cerniera plastica sulla colonna.

**Interno**: nodo interno alla colonna o di estremità (inferiore o superiore).

**EN di colonne**: estremi notevoli dei tronchi di colonna convergenti nel nodo.

**Colonna senza EN**: colonna convergente nel nodo senza estremo notevole.

**EN di travi**: estremi notevoli delle travi convergenti nel nodo.

**Travi senza EN**: travi convergenti nel nodo senza estremi notevoli.

**Mx, Rd**: resistenza a flessione attorno x-x ridotta per taglio. [daN\*cm]

**My, Rd**: resistenza a flessione attorno y-y ridotta per taglio. [daN\*cm]

**Obblig.**: indica se la verifica è obbligatoria da norma.

**Mb, Rd, x**: momento resistente di progetto per l'instabilità per sollecitazione flettente attorno l'asse x-x. [daN\*cm]

$\lambda_{adim}$ : snellezza adimensionale per instabilità flesso-torsionale.

$L, LT$ : distanza tra due ritegni torsionali. [cm]

**M, critico**: momento critico. [daN\*cm]

**Ascissa freccia**: ascissa della massima freccia. [cm]

**Combinazione**: combinazione di verifica in cui è ricavata la freccia.

**Freccia**: massima freccia. [cm]

**Luce**: luce di verifica. [cm]

$L/f$ : rapporto luce su freccia.

$L/f, min$ : minimo rapporto luce su freccia consentito.

**Tipo**: freccia calcolata considerando le sole condizioni variabili o tutte le condizioni (totale) all'interno della combinazione di verifica.

## Superamento in acciaio "Fondazione"- "Piano 1" (2893; 1470)

### Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

### Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 45

Nodo iniziale: 34 Nodo finale: 42

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

### Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	90	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

### Verifiche di resistenza

#### Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc, Rd	Nt, Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 6	0.017	2	-2008	120450.9		1	0	0	Si

#### Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc, Rd	Nt, Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 5	0.002	2	-249	120450.9		1	0	0	Si

#### Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc, Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLV 9	0.001	-37.4	44610.7	29.52	Considerata	1	Si

#### Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc, Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 9	0.001	-36.8	44611.6	29.52	Considerata	1	Si

#### Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc, Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
43.5	SLU 8	0.082	2765.7	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLD 8	0.011	363.2	33529	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
0	SLV 9	0.001	-21.6	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
0	SLD 9	0.001	-20.7	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
37.5	SLU 8	0.098	1	-1990.4	120450.9	1	103714	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
4.5	SLD 3	0.003	2	-234.4	120450.9	1	1563	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
45	SLU 8	0.115	1	-1986.8	120450.9	1	124456	1269028	74	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
45	SLD 8	0.021	1	-209	120450.9	1	16345	1269028	-1631	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0			1		
			1-2		Si	4	Si, (<200)
2	Si	45					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0							
			1-2		1	1	Si	14.9	Si, (<200)
2	Si	45							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ <sub>x</sub>	χ <sub>y</sub>	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yy</sub>	χ <sub>LT</sub>	Verifica	
0	SLU 8	0.093	2	-2008	126473.5	124456.5	1332479.3	74	266722.2	1	1	0.598	0.358	0.772	0.597	1	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ <sub>x</sub>	χ <sub>y</sub>	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yy</sub>	χ <sub>LT</sub>	Verifica	
0	SLD 8	0.016	2	-225.3	126473.5	16345.1	1332479.3	1630.6	266722.2	1	1	0.6	0.36	0.772	0.6	1	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

**Verifiche § 7.5 NTC18****Estremi dissipativi del superelemento**

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
Piede asta 3	3	Iniziale	0	0	Dissipa Mx, Dissipa My
Testa asta 3	3	Finale	33	33	Dissipa Mx, Dissipa My

**Verifiche di duttilità §7.5.3.2 NTC18**

Classe peggiore 2 <= 2 ad ascissa 0 in comb. SLV 1.

**Controllo dello sforzo normale nelle zone dissipative di colonna §7.5.3.2 [7.5.3] NTC18**

Estremo notevole	Comb.	Sfruttamento	NEd,ED	Npl,Rd,ED	Verifica
Piede asta 3	SLV 5	0.002	-250.2	120450.9	Si
Testa asta 3	SLV 5	0.002	-238.3	120450.9	Si

**Verifiche a resistenza ed instabilità della colonna §7.5.4.2 NTC18**

Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di  $\Omega$ .

$\gamma_{ov} = 1.25$

NB: superelemento non sollecitato. Verifiche non condotte.

**Verifiche di gerarchia delle resistenze trave-colonna §7.5.4.2 [7.5.11] NTC18****Dati del nodo**

Quota nodo	Cerniera plastica	Interno	EN di colonne	Tipo	Colonna senza EN	EN di travi	Tipo	Travi senza EN
0	Si	No	Piede asta 3	Dissipa Mx, Dissipa My				
45	Si	No	Testa asta 3	Dissipa Mx, Dissipa My				Asta 15

$\gamma_{Rd} = 1.3$

I nodi della colonna a quota 0, 45 sono zone di formazione di cerniera plastica e la verifica non deve essere condotta.

**Superelemento in acciaio "Fondazione"- "Piano 1" (2893; 1596)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 45

Nodo iniziale: 36 Nodo finale: 48

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	90	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 8	0.026	2	-3094.9	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 1	0.003	2	-318.2	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLV 5	0.001	-38	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.001	-37.3	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 6	0.139	4659	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 1	0.014	464.5	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
45	SLU 8	0.191	1	-3073.8	120450.9	1	209653	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
4,5	SLD 1	0.004	2	-316.6	120450.9	1	2090	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
45	SLV 5	0.025	2	-299.2	120450.9	1	20076	1269028	1708	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
45	SLD 6	0.024	1	-297.3	120450.9	1	19516	1269028	1680	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_x/m$	$\lambda_{Ver}$
1	Si		0				
			1-2	1	Si	4	Si, (<200)
2	Si	45					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_y/n$	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_y/n$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	14.9	Si, (<200)
2	Si	45							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
0	SLU 6	0.153	2	-3094.9	126473.5	209653.1	1332479.3	2.3	266722.2	1	1	0.598	0.358	0.772	0.596	1	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
0	SLD 6	0.018	2	-313.6	126473.5	19516.3	1332479.3	1679.8	266722.2	1	1	0.6	0.36	0.772	0.6	1	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

**Verifiche § 7.5 NTC18****Estremi dissipativi del superelemento**

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
Piede asta 1	1	Iniziale	0	0	Dissipa Mx, Dissipa My
Testa asta 1	1	Finale	33	33	Dissipa Mx, Dissipa My

**Verifiche di duttilità §7.5.3.2 NTC18**

Classe peggiore 2 <= 2 ad ascissa 0 in comb. SLV 1.

**Controllo dello sforzo normale nelle zone dissipative di colonna §7.5.3.2 [7.5.3] NTC18**

Estremo notevole	Comb.	Sfruttamento	NEd,ED	Npl,Rd,ED	Verifica
Piede asta 1	SLV 1	0.003	-324.4	120450.9	Si
Testa asta 1	SLV 2	0.003	-312.5	120450.9	Si

**Verifiche a resistenza ed instabilità della colonna §7.5.4.2 NTC18**

Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di  $\Omega$ .

$\gamma_{ov} = 1.25$

NB: superelemento non sollecitato. Verifiche non condotte.

**Verifiche di gerarchia delle resistenze trave-colonna §7.5.4.2 [7.5.11] NTC18****Dati del nodo**

Quota nodo	Cerniera plastica	Interno	EN di colonne	Tipo	Colonna senza EN	EN di travi	Tipo	Travi senza EN
0	Si	No	Piede asta 1	Dissipa Mx, Dissipa My				
45	Si	No	Testa asta 1	Dissipa Mx, Dissipa My				Asta 11

$\gamma_{Rd} = 1.3$

I nodi della colonna a quota 0, 45 sono zone di formazione di cerniera plastica e la verifica non deve essere condotta.

**Superelemento in acciaio "Fondazione"-"Piano 1" (2893; 1722)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275,  $f_{yk} = 2750$

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 45

Nodo iniziale: 38 Nodo finale: 54

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No



**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	90	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 6	0.017	2	-2007.9	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 7	0.002	2	-248.9	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLV 12	0.001	37.4	44610.7	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLD 12	0.001	36.8	44611.6	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 6	0.082	2765.5	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLD 5	0.011	363.2	33529	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
45	SLV 12	0.001	21.6	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
45	SLD 12	0.001	20.7	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
37.5	SLU 6	0.098	1	-1990.3	120450.9	1	103707	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
4.5	SLD 1	0.003	2	-234.4	120450.9	1	1563	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
45	SLU 8	0.115	1	-1986.7	120450.9	1	124448	1269028	-73	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
45	SLD 6	0.021	1	-209	120450.9	1	16344	1269028	1631	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	4	Si, (<200)
2	Si	45					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k <sub>LT</sub>	k <sub>w,LT</sub>	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	14.9	Si, (<200)
2	Si	45							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
0	SLU 8	0.093	2	-2007.9	126473.5	124447.8	1332479.3	72.6	266722.2	1	1	0.598	0.358	0.772	0.597	1	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
0	SLD 6	0.016	2	-225.3	126473.5	16344.5	1332479.3	1630.9	266722.2	1	1	0.6	0.36	0.772	0.6	1	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

**Verifiche § 7.5 NTC18****Estremi dissipativi del superelemento**

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
Piede asta 2	2	Iniziale	0	0	Dissipa Mx, Dissipa My
Testa asta 2	2	Finale	33	33	Dissipa Mx, Dissipa My

**Verifiche di duttilità §7.5.3.2 NTC18**

Classe peggiore 2 &lt;= 2 ad ascissa 0 in comb. SLV 1.

**Controllo dello sforzo normale nelle zone dissipative di colonna §7.5.3.2 [7.5.3] NTC18**

Estremo notevole	Comb.	Sfruttamento	NEd,ED	Npl,Rd,ED	Verifica
Piede asta 2	SLV 8	0.002	-250.2	120450.9	Si
Testa asta 2	SLV 7	0.002	-238.3	120450.9	Si

**Verifiche a resistenza ed instabilità della colonna §7.5.4.2 NTC18**Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di  $\Omega$ . $\gamma_{ov} = 1.25$ 

NB: superelemento non sollecitato. Verifiche non condotte.

**Verifiche di gerarchia delle resistenze trave-colonna §7.5.4.2 [7.5.11] NTC18****Dati del nodo**

Quota nodo	Cerniera plastica	Interno	EN di colonne	Tipo	Colonna senza EN	EN di travi	Tipo	Travi senza EN
0	Si	No	Piede asta 2	Dissipa Mx, Dissipa My				
45	Si	No	Testa asta 2	Dissipa Mx, Dissipa My				Asta 7

 $\gamma_{Rd} = 1.3$ 

I nodi della colonna a quota 0, 45 sono zone di formazione di cerniera plastica e la verifica non deve essere condotta.

**Superelemento in acciaio "Fondazione"- "Piano 1" (3539; 1470)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 45

Nodo iniziale: 35 Nodo finale: 47

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	90	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 8	0.017	2	-2021	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 9	0.002	2	-271.4	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLV 6	0.001	-42.3	44567.9	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.001	-38.3	44569.3	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
---	-------	--------------	-----	-------	----	-----------------------------	--------------------	----------

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
43,5	SLU 6	0,083	-2768,8	33532,7	22,18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLD 10	0,011	-378,2	33496,6	22,18	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
45	SLV 6	0,004	64	17704,8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
24	SLD 5	0,004	62,7	17704,8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
1,5	SLU 8	0,02	2	-2020,3	120450,9	1	-4153	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
21	SLD 16	0,007	2	-225,7	120450,9	1	-6584	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
45	SLU 8	0,121	1	-1999,9	120450,9	1	-124596	1269028	1549	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
45	SLD 9	0,022	1	-255,1	120450,9	1	-17020	1269028	1720	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda x/m$	$\lambda_{Ver}$
1	Si		0				
			1-2	1	Si	4	Si, (<200)
2	Si	45					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	$k_{LT}$	$k_{w,LT}$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	14,9	Si, (<200)
2	Si	45							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_{LT}$	Verifica
0	SLU 8	0,096	2	-2021	126473,5	124596,3	1332479,3	1549,1	266722,2	1	1	0,598	0,358	0,772	0,597	1	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_{LT}$	Verifica
0	SLD 10	0,017	2	-271,4	126473,5	17020,1	1332479,3	1719,7	266722,2	1	1	0,6	0,36	0,772	0,6	1	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1,2	25	0,7	55,46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1,2	25	0,7	55,46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

**Verifiche § 7.5 NTC18****Estremi dissipativi del superelemento**

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
------------------	----------	--------------	-----------	---------	------

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
Piede asta 6	6	Iniziale	0	0	Dissipa Mx, Dissipa My
Testa asta 6	6	Finale	33	33	Dissipa Mx, Dissipa My

**Verifiche di duttilità §7.5.3.2 NTC18**

Classe peggiore 2 <= 2 ad ascissa 0 in comb. SLV 1.

**Controllo dello sforzo normale nelle zone dissipative di colonna §7.5.3.2 [7.5.3] NTC18**

Estremo notevole	Comb.	Sfruttamento	NEd,ED	Npl,Rd,ED	Verifica
Piede asta 6	SLV 10	0.002	-274.2	120450.9	Si
Testa asta 6	SLV 10	0.002	-262.3	120450.9	Si

**Verifiche a resistenza ed instabilità della colonna §7.5.4.2 NTC18**

Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di  $\Omega$ .

$\gamma_{ov} = 1.25$

NB: superelemento non sollecitato. Verifiche non condotte.

**Verifiche di gerarchia delle resistenze trave-colonna §7.5.4.2 [7.5.11] NTC18****Dati del nodo**

Quota nodo	Cerniera plastica	Interno	EN di colonne	Tipo	Colonna senza EN	EN di travi	Tipo	Travi senza EN
0	Si	No	Piede asta 6	Dissipa Mx, Dissipa My				
45	Si	No	Testa asta 6	Dissipa Mx, Dissipa My				Asta 18
								Asta 61

$\gamma_{Rd} = 1.3$

I nodi della colonna a quota 0, 45 sono zone di formazione di cerniera plastica e la verifica non deve essere condotta.

**Superelemento in acciaio "Fondazione"- "Piano 1" (3539; 1596)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 45

Nodo iniziale: 37 Nodo finale: 53

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	90	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 6	0.025	2	-3069.8	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 13	0.003	2	-312.7	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLV 8	0.002	74.1	44594	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLD 8	0.002	68.7	44594.6	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 6	0.139	-4652.7	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 14	0.014	-463.4	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
45	SLV 8	0.002	-38.2	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
45	SLD 8	0.002	-37.5	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
45	SLU 8	0.19	1	-3048.7	120450.9	1	-209372	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
3	SLD 13	0.004	2	-311.6	120450.9	1	-1390	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
45	SLV 12	0.031	2	-293.6	120450.9	1	-20024	1269028	-3336	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
45	SLD 12	0.03	1	-291.7	120450.9	1	-19463	1269028	-3093	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_x/m$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0					
			1-2	1	Si	4	Si, (<200)
2	Si	45					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_y/n$	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_y/n$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	14.9	Si, (<200)
2	Si	45							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
0	SLV 8	0.153	2	-3069.8	126473.5	209372	1332479.3	1.6	266722.2	1	1	0.598	0.358	0.772	0.596	1	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
0	SLD 10	0.022	2	-308	126473.5	19464.5	1332479.3	3093	266722.2	1	1	0.6	0.36	0.772	0.6	1	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

**Verifiche § 7.5 NTC18****Estremi dissipativi del superelemento**

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
Piede asta 5	5	Iniziale	0	0	Dissipa Mx, Dissipa My
Testa asta 5	5	Finale	33	33	Dissipa Mx, Dissipa My

**Verifiche di duttilità §7.5.3.2 NTC18**

Classe peggiore 2 &lt;= 2 ad ascissa 0 in comb. SLV 1.

**Controllo dello sforzo normale nelle zone dissipative di colonna §7.5.3.2 [7.5.3] NTC18**

Estremo notevole	Comb.	Sfruttamento	NEd,ED	Npl,Rd,ED	Verifica
Piede asta 5	SLV 14	0.003	-319.1	120450.9	Si
Testa asta 5	SLV 14	0.003	-307.2	120450.9	Si

**Verifiche a resistenza ed instabilità della colonna §7.5.4.2 NTC18**Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di  $\Omega$ . $\gamma_{ov} = 1.25$ 

NB: superelemento non sollecitato. Verifiche non condotte.

**Verifiche di gerarchia delle resistenze trave-colonna §7.5.4.2 [7.5.11] NTC18****Dati del nodo**

Quota nodo	Cerniera plastica	Interno	EN di colonne	Tipo	Colonna senza EN	EN di travi	Tipo	Travi senza EN
0	Si	No	Piede asta 5	Dissipa Mx, Dissipa My				
45	Si	No	Testa asta 5	Dissipa Mx, Dissipa My				Asta 14
								Asta 61
								Asta 62

 $\gamma_{Rd} = 1.3$

I nodi della colonna a quota 0, 45 sono zone di formazione di cerniera plastica e la verifica non deve essere condotta.

## Superelemento in acciaio "Fondazione"-"Piano 1" (3539; 1722)

### Caratteristiche del materiale

Acciaio: S275, fyk = 2750

### Caratteristiche geometriche

Lunghezza: 45

Nodo iniziale: 39 Nodo finale: 59

Cerniera iniziale: Svincolo: M2, M3 Cerniera finale: No

Sovraresistenza: 0% Sisma Z: No

### Caratteristiche della sezione

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	Ix	Iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	90	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

### Verifiche di resistenza

#### Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLU 6	0.017	2	-2020.9	120450.9		1	0	0	Si

#### Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 12	0.002	2	-271.4	120450.9		1	0	0	Si

#### Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLV 8	0.001	42.3	44567.9	29.52	Considerata	1	Si

#### Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 7	0.001	38.3	44569.3	29.52	Considerata	1	Si

#### Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 6	0.083	-2768.6	33532.7	22.18	Considerata	1	Si

#### Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
45	SLD 11	0.011	-378.2	33496.6	22.18	Considerata	1	Si

#### Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
42	SLV 8	0.004	-64	17704.8	Considerata				Si

#### Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
45	SLD 8	0.004	-62.7	17704.8	Considerata				Si

#### Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
1.5	SLU 6	0.02	2	-2020.2	120450.9	1	-4153	1269028	1		0	0	Si

#### Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
21	SLD 13	0.007	2	-225.7	120450.9	1	-6584	1269028	1		0	0	Si

#### Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
45	SLU 8	0.121	1	-1999.8	120450.9	1	-124589	1269028	-1551	254021	1		1				0	0	Si

#### Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
45	SLD 12	0.022	1	-255.1	120450.9	1	-17020	1269028	-1720	254021	1		1				0	0	Si

### Verifiche ad instabilità

#### Caratteristiche iniziali

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

#### Dati per instabilità attorno a x

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda x/m$	$\lambda Ver$
1	Si	0					
2	Si	45	1-2	1	Si	4	Si, (<200)

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	$k_{LT}$	$k_{w,LT}$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda Ver$
1	Si	0							
2	Si	45	1-2	1	1	1	Si	14.9	Si, (<200)

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica
0	SLU 6	0.096	2	-2020.9	126473.5	124589.1	1332479.3	1551.1	266722.2	1	1	0.598	0.358	0.772	0.597	1 Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica
0	SLD 11	0.017	2	-271.4	126473.5	17020.2	1332479.3	1720	266722.2	1	1	0.6	0.36	0.772	0.6	1 Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

Verifiche non eseguite in quanto il superelemento è verticale.

**Verifiche § 7.5 NTC18****Estremi dissipativi del superelemento**

Estremo notevole	Asta FEM	Estremo asta	Posizione	Ascissa	Tipo
Piede asta 4	4	Iniziale	0	0	Dissipa Mx, Dissipa My
Testa asta 4	4	Finale	33	33	Dissipa Mx, Dissipa My

**Verifiche di duttilità §7.5.3.2 NTC18**

Classe peggiore 2 &lt;= 2 ad ascissa 0 in comb. SLV 1.

**Controllo dello sforzo normale nelle zone dissipative di colonna §7.5.3.2 [7.5.3] NTC18**

Estremo notevole	Comb.	Sfruttamento	NEd,ED	Npl,Rd,ED	Verifica
Piede asta 4	SLV 12	0.002	-274.2	120450.9	Si
Testa asta 4	SLV 12	0.002	-262.3	120450.9	Si

**Verifiche a resistenza ed instabilità della colonna §7.5.4.2 NTC18**Le verifiche previste non vengono condotte in quanto non esistono estremi notevoli dissipativi di trave idonei al calcolo di  $\Omega$ . $\gamma_{ov} = 1.25$ 

NB: superelemento non sollecitato. Verifiche non condotte.

**Verifiche di gerarchia delle resistenze trave-colonna §7.5.4.2 [7.5.11] NTC18****Dati del nodo**

Quota nodo	Cerniera plastica	Interno	EN di colonne	Tipo	Colonna senza EN	EN di travi	Tipo	Travi senza EN
0	Si	No	Piede asta 4	Dissipa Mx, Dissipa My				
45	Si	No	Testa asta 4	Dissipa Mx, Dissipa My				Asta 10
								Asta 62

 $\gamma_{Rd} = 1.3$ 

I nodi della colonna a quota 0, 45 sono zone di formazione di cerniera plastica e la verifica non deve essere condotta.

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2893; 1470)-(3973; 1470)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 646

Nodo iniziale: 42 Nodo finale: 47

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	0	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
433.6	SLU 8	0.023	1	-2778.2	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
---	-------	--------------	--------	-----	-------	-------	---------------------	----	----	----------

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
214.2	SLD 7	0.003	1	-378.3	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
646	SLV 8	0.001	-36.8	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
646	SLD 8	0.001	-36	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 8	0.059	1986.8	33488.5	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.007	232.7	32266.1	22.18	Considerata	0.96	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
0	SLV 9	0.095	-1682.2	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
18.7	SLD 10	0.093	-1654.2	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
323.9	SLU 8	0.183	1	-2778.2	120450.9	1	-202528	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
382.4	SLD 14	0.018	1	-289.1	120450.9	1	-19892	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
589.3	SLV 8	0.01	2	-282.8	120450.9	1	-1980	254021	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
589.3	SLD 7	0.01	2	-289.5	120450.9	1	-1940	254021	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
214.2	SLU 6	0.158	1	-2774	120450.9	1	-170238	1269028	238	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
433.6	SLD 7	0.032	1	-289.5	120450.9	1	-18670	1269028	3663	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Controllo snellezza non eseguito; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	57.5	
2	Si	646					

**Dati per instabilità attorno a y**

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	213.8	
2	Si	646							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyy	χ,LT	Verifica
---	-------	--------------	--------	-----	-----	-----------	-------	-----------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	------	----------



X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	X,x	X,y	kxx	kxy	kyy	kyy	X,LT	Verifica
214.2	SLU 8	0.609	1	-2778.2	126473.5	202527.9	1332479.3	827.9	266722.2	0.865	0.144	0.931	0.294	0.976	0.49	0.348	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	X,x	X,y	kxx	kxy	kyy	kyy	X,LT	Verifica
109.9	SLD 8	0.076	2	-378.3	126473.5	21300	1332479.3	3976.2	266722.2	0.865	0.144	0.913	0.247	0.997	0.412	0.348	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
561	SLE RA 1	0	646	10000	250	Totale	Si
561	SLE RA 2	0.001	646	10000	250	Totale	Si
561	SLE RA 2	0.001	646	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
323.9	SLE RA 2	-0.451	646	1433.6	250	Totale	Si
323.9	SLE RA 1	-0.069	646	9323.9	250	Totale	Si
323.9	SLE RA 2	-0.381	646	1694.1	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2893; 1722)-(3973; 1722)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 646

Nodo iniziale: 54 Nodo finale: 59

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	0	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
433.6	SLU 8	0.023	1	-2778	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
207.7	SLD 5	0.003	1	-378.3	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
483.2	SLV 6	0.001	36.8	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
483.2	SLD 6	0.001	36	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 6	0.059	1986.7	33488.2	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 7	0.007	232.7	32266.1	22.18	Considerata	0.96	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
8.7	SLV 12	0.095	1682.2	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
8.7	SLD 12	0.093	1654.2	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
323.9	SLU 8	0.183	1	-2778	120450.9	1	-202519	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
382.4	SLD 15	0.018	1	-289.1	120450.9	1	-19892	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
589.3	SLV 5	0.01	2	-282.8	120450.9	1	1980	254021	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
589.3	SLD 5	0.01	2	-289.4	120450.9	1	1940	254021	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
214.2	SLU 6	0.158	1	-2773.9	120450.9	1	-170232	1269028	-239	254021	1						0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
433.6	SLD 5	0.032	1	-289.4	120450.9	1	-18669	1269028	-3663	254021	1						0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Controllo snellezza non eseguito; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda x/m$	$\lambda Ver$
1	Si	0					
2	Si	646	1-2	1	Si	57.5	

**Dati per instabilità attorno a y**

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda Ver$
1	Si	0							
2	Si	646	1-2	1	1	1	Si	213.8	

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
382.4	SLU 6	0.609	1	-2778	126473.5	202518.8	1332479.3	827.5	266722.2	0.865	0.144	0.931	0.294	0.976	0.49	0.348	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
25.2	SLD 5	0.076	1	-378.3	126473.5	21299.5	1332479.3	3976.2	266722.2	0.865	0.144	0.913	0.247	0.997	0.412	0.348	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
561	SLE RA 1	0	646	10000	250	Totale	Si
561	SLE RA 2	-0.001	646	10000	250	Totale	Si
561	SLE RA 2	-0.001	646	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
323.9	SLE RA 2	-0.451	646	1433.7	250	Totale	Si
323.9	SLE RA 1	-0.069	646	9324.1	250	Totale	Si
323.9	SLE RA 2	-0.381	646	1694.2	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2907; 1596)-(3986; 1596)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 646

Nodo iniziale: 48 Nodo finale: 53

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	Ix	Iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
IPE270	0	45.99	5796.25	419.91	11.23	3.02	429.35	62.21	484.54	96.99

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
9.4	SLU 8	0.039	1	-4659	120450.9		1	0	0	Si

**Verifiche a forza assiale SLD §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
0	SLD 1	0.004	1	-462.3	120450.9		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
433.6	SLV 7	0.001	-56.5	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
433.6	SLD 7	0.001	-55.4	44632.5	29.52	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 6	0.092	3073.8	33543.9	22.18	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.009	297.3	32245.9	22.18	Considerata	0.96	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
18.8	SLV 8	0.096	1708.1	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a torsione SLD §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
18.8	SLD 8	0.095	1679.6	17704.8	Considerata				Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
323.9	SLU 6	0.25	1	-4634	120450.9	1	-268554	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
345.9	SLD 4	0.023	1	-418.9	120450.9	1	-25062	1269028	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
582.3	SLV 3	0.006	2	-365	120450.9	1	-790	254021	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
568.1	SLD 5	0.011	2	-411.2	120450.9	1	1801	254021	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
646	SLV 10	0.044	2	-436	120450.9	1	19637	1269028	6230	254021	1		1				0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
646	SLD 9	0.043	1	-428	120450.9	1	19078	1269028	6114	254021	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Controllo snellezza non eseguito; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: a; Curva Y: b; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda x/m$	$\lambda Ver$
1	Si	0					
			1-2	1	Si	57.5	
2	Si	646					

**Dati per instabilità attorno a y**

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	$k, LT$	$k_w, LT$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda Ver$
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	213.8	
2	Si	646							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica
10	SLU 8	0.852	1	-4659	126473.5	268554.2	1332479	0.4	266722.2	0.865	0.144	0.93	0.33	0.959	0.551	0.348	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica
10	SLD 8	0.092	1	-433	126473.5	25144.6	1332479.3	6114.5	266722.2	0.865	0.144	0.913	0.248	0.996	0.414	0.348	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	25	0.7	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
243.5	SLE RA 1	0	646	10000	250	Totale	Si
243.5	SLE RA 2	0	646	10000	250	Totale	Si
243.5	SLE RA 2	0	646	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
323.9	SLE RA 2	-0.569	646	1135.1	250	Totale	Si
323.9	SLE RA 1	-0.08	646	8080.2	250	Totale	Si
323.9	SLE RA 2	-0.489	646	1320.6	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2912; 1464)-(2912; 1589)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.8

Nodo iniziale: 43 Nodo finale: 49

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.8	SLV 7	0.002	-34.3	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.8	SLD 7	0.002	-34	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau Ed, totale$	$\tau Rd$	Verifica
125.8	SLU 8	0.002	20.9	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
54.5	SLU 8	0.004	1	-1115.1	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
62.9	SLD 16	0.002	1	-420.3	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
---	-------	--------------	--------	-------	-------	-------------------	----	----	----------

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
92.2	SLV 12	0.004	1	-468.5	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
92.2	SLD 12	0.003	1	-444.4	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
0	SLV 11	0.017	1	-1660	256685	1396	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	px	py	Verifica
0	SLD 11	0.017	1	-1632	256685	1336	129533	1	1			0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda x/m$	$\lambda Ver$
1	Si	0					
			1-2	1	Si	31.6	Si, (<200)
2	Si	125.8					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda Ver$
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	50.4	Si, (<200)
2	Si	125.8							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
125.8	SLV 11	0.011	1	0	70391.1	1660.3	269519.5	1395.8	136009.3	0.94	0.797	0.539	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
58.7	SLD 12	0.011	1	0	70391.1	1632.5	269519.5	1336.4	136009.3	0.94	0.797	0.54	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
92.2	SLE RA 1	0	125.8	10000	250	Totale	Si
92.2	SLE RA 2	0	125.8	10000	250	Totale	Si
92.2	SLE RA 2	0	125.8	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
58.7	SLE RA 1	-0.001	125.8	10000	250	Totale	Si
67.1	SLE RA 2	-0.002	125.8	10000	250	Totale	Si
71.3	SLE RA 2	-0.001	125.8	10000	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2912; 1589)-(2912; 1715)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.7

Nodo iniziale: 49 Nodo finale: 55

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLV 5	0.002	34.3	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 6	0.002	34	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
125.7	SLU 8	0.002	-20.9	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
71.3	SLU 8	0.004	1	-1114.5	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
62.9	SLD 14	0.002	1	-420.2	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
33.5	SLV 10	0.004	1	-468.6	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
33.5	SLD 9	0.003	1	-444.5	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
125.7	SLV 10	0.017	1	-1660	256685	1396	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
125.7	SLD 10	0.017	1	-1632	256685	1337	129533	1	1			0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda x/m$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0					
			1-2		1	31.6	Si, (<200)
2	Si	125.7					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	$k_{LT}$	$k_{w,LT}$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0							
			1-2		1	1	Si	50.4	Si, (<200)
2	Si	125.7							

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_{LT}$	Verifica
58.7	SLV 9	0.011	1	0	70391.1	1660.3	269519.5	1396	136009.3	0.94	0.797	0.539	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_{LT}$	Verifica
125.7	SLD 10	0.011	1	0	70391.1	1632.5	269519.5	1336.6	136009.3	0.94	0.797	0.54	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
33.5	SLE RA 1	0	125.7	10000	250	Totale	Si
33.5	SLE RA 2	0	125.7	10000	250	Totale	Si
33.5	SLE RA 2	0	125.7	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
67.1	SLE RA 1	-0.001	125.7	10000	250	Totale	Si
58.7	SLE RA 2	-0.002	125.7	10000	250	Totale	Si
54.5	SLE RA 2	-0.001	125.7	10000	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3107; 1464)-(3107; 1589)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.8

Nodo iniziale: 44 Nodo finale: 50

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 8	0.013	193.2	15134.2	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 14	0.001	21.5	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
125.8	SLU 8	0.002	20.1	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
67.1	SLU 8	0.048	1	-12294.4	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
79.6	SLD 16	0.004	1	-1069.2	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
0	SLV 9	0.007	1	907	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
0	SLD 10	0.006	1	822.6	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
125.8	SLU 6	0.088	1	-22155	256685	-261	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
125.8	SLD 10	0.01	1	-1076	256685	-756	129533	1	1			0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	31.6	Si, (<200)
2	Si	125.8					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	50.4	Si, (<200)
2	Si	125.8							

**Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	x,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
104.8	SLU 5	0.006	1	Si	-1437.9	247275.8	0.963	0.492	125.8	1111977.1	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
125.8	SLU 6	0.09	1	0	70391.1	22154.9	269519.5	260.6	136009.3	0.94	0.797	0.617	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
121.6	SLD 9	0.007	1	0	70391.1	1116.5	269519.5	822.6	136009.3	0.94	0.797	0.893	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
29.3	SLE RA 1	0	125.8	10000	250	Totale	Si
100.6	SLE RA 2	0	125.8	10000	250	Totale	Si
100.6	SLE RA 2	0	125.8	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
71.3	SLE RA 2	-0.019	125.8	6759.6	250	Totale	Si
67.1	SLE RA 1	-0.002	125.8	10000	250	Totale	Si
71.3	SLE RA 2	-0.016	125.8	7625.1	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3107; 1589)-(3107; 1715)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.7

Nodo iniziale: 50 Nodo finale: 56

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLU 8	0.013	-193.2	15134.2	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLD 16	0.001	-21.5	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
125.7	SLU 8	0.002	-20.1	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
58.7	SLU 8	0.048	1	-12294.4	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
46.1	SLD 13	0.004	1	-1069.1	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
125.7	SLV 12	0.007	1	907	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
125.7	SLD 12	0.006	1	822.6	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
0	SLU 8	0.088	1	-22155	256685	-261	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
---	-------	--------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------------------	-------------------	----------	---------	----------	----------	----------



X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
0	SLD 11	0.01	1	-1076	256685	-756	129533	1	1			0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_x/m$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0					
2	Si	125.7	1-2	1	Si	31.6	Si, (<200)

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_y/n$	k,LT	k <sub>w</sub> ,LT	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_y/n$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0							
2	Si	125.7	1-2	1	1	1	Si	50.4	Si, (<200)

**Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	$\chi_x,LT$	$\lambda$ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
21	SLU 5	0.006	1	Si	-1437.9	247278.3	0.963	0.492	125.7	1112082.5	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_x,LT$	Verifica
62.9	SLU 6	0.09	1	0	70391.1	22154.9	269519.5	261.3	136009.3	0.94	0.797	0.617	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_x,LT$	Verifica
0	SLD 12	0.007	1	0	70391.1	1116.6	269519.5	822.6	136009.3	0.94	0.797	0.893	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
96.4	SLE RA 1	0	125.7	10000	250	Totale	Si
25.1	SLE RA 2	0	125.7	10000	250	Totale	Si
25.1	SLE RA 2	0	125.7	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
54.5	SLE RA 2	-0.019	125.7	6760.2	250	Totale	Si
58.7	SLE RA 1	-0.002	125.7	10000	250	Totale	Si
54.5	SLE RA 2	-0.016	125.7	7625.7	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3327; 1464)-(3327; 1589)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.8

Nodo iniziale: 45 Nodo finale: 51

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.8	SLV 8	0.002	67.1	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.8	SLD 8	0.002	65.7	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
---	-------	--------------	-----	-------	----	-----------------------------	--------------------	----------

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 8	0.013	191.6	15133.9	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 1	0.001	21.4	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
125.8	SLU 8	0.002	-20.5	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
71.3	SLU 8	0.05	1	-12920.8	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
67.1	SLD 3	0.004	1	-974.8	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
0	SLV 8	0.034	1	-4440.7	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
0	SLD 7	0.034	1	-4355.2	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
125.8	SLU 6	0.088	1	-21962	256685	273	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	$\alpha$	$\beta$	$\rho_x$	$\rho_y$	Verifica
125.8	SLD 8	0.034	1	-1057	256685	3913	129533	1	1			0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_x/m$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_x/m$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0					
2	Si	125.8	1-2		Si	31.6	Si, (<200)

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta_y/n$	$k_{LT}$	$k_{w,LT}$	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda_y/n$	$\lambda_{Ver}$
1	Si	0							
2	Si	125.8	1-2		1	1	Si	50.4	Si, (<200)

**Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	$\chi_{LT}$	$\lambda_{adim. LT}$	L <sub>LT</sub>	M <sub>critico</sub>	Verifica
104.8	SLU 5	0.006	1	Si	-1418.2	247275.8	0.963	0.492	125.8	1111977.8	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_{LT}$	Verifica
125.8	SLU 8	0.09	1	0	70391.1	21962.2	269519.5	284.3	136009.3	0.94	0.797	0.617	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	$\chi_{LT}$	Verifica
125.8	SLD 8	0.018	1	0	70391.1	1101.5	269519.5	4355.2	136009.3	0.94	0.797	0.9	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
29.3	SLE RA 1	0	125.8	10000	250	Totale	Si
29.3	SLE RA 2	0	125.8	10000	250	Totale	Si
29.3	SLE RA 2	0	125.8	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
71.3	SLE RA 2	-0.018	125.8	6816.1	250	Totale	Si
67.1	SLE RA 1	-0.002	125.8	10000	250	Totale	Si
71.3	SLE RA 2	-0.016	125.8	7686.6	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3327; 1589)-(3327; 1715)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.7

Nodo iniziale: 51 Nodo finale: 57

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLV 6	0.002	-67.1	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.002	-65.8	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLU 6	0.013	-191.7	15133.9	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLD 3	0.001	-21.4	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
125.7	SLU 8	0.002	20.5	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
54.5	SLU 6	0.05	1	-12920.7	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
58.7	SLD 1	0.004	1	-974.7	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
125.7	SLV 6	0.034	1	-4440.8	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
125.7	SLD 5	0.034	1	-4355.2	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
0	SLU 8	0.088	1	-21962	256685	273	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
0	SLD 6	0.034	1	-1057	256685	3913	129533	1	1			0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0					
			1-2	1	Si	31.6	Si, (<200)
2	Si	125.7					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	$\beta y/n$	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	$\lambda y/n$	$\lambda Ver$
1	Si	0							
			1-2	1	1	1	Si	50.4	Si, (<200)
2	Si	125.7							

**Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	$\chi_{LT}$	$\lambda$ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
21	SLU 5	0.006	1	Si	-1418.1	247278.2	0.963	0.492	125.7	1112081.8	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
125.7	SLU 6	0.09	1	0	70391.1	21962.2	269519.5	283.6	136009.3	0.94	0.797	0.617	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	$\chi_x$	$\chi_y$	kxx	kxy	kyy	$\chi_{LT}$	Verifica	
67.1	SLD 5	0.018	1	0	70391.1	1101.3	269519.5	4355.2	136009.3	0.94	0.797	0.9	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
96.4	SLE RA 1	0	125.7	10000	250	Totale	Si
96.4	SLE RA 2	0	125.7	10000	250	Totale	Si
96.4	SLE RA 2	0	125.7	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
54.5	SLE RA 2	-0.018	125.7	6816.6	250	Totale	Si
58.7	SLE RA 1	-0.002	125.7	10000	250	Totale	Si
54.5	SLE RA 2	-0.016	125.7	7687.3	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3522; 1464)-(3522; 1589)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.8

Nodo iniziale: 46 Nodo finale: 52

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifiche a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
125.8	SLU 8	0.001	1	-39.8	67039.1		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
4.2	SLV 9	0.002	-55.9	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
4.2	SLD 9	0.002	-54.8	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLU 8	0.003	40.1	15136.6	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
0	SLD 5	0.002	37.7	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	$\tau_{Ed,totale}$	$\tau_{Rd}$	Verifica
125.8	SLU 8	0.002	-16.1	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
0	SLU 1	0.001	1	299.7	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
71.3	SLD 1	0.001	1	-285.5	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
54.5	SLV 6	0.006	1	782.5	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
50.3	SLD 9	0.008	1	995.8	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
0	SLV 9	0.037	1	1889	256685	3829	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
0	SLD 10	0.036	1	1713	256685	3750	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
25.2	SLU 6	0.003	1	-39.8	67039.1	1	550	256685	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
46.1	SLU 2	0.001	1	-37.6	67039.1	1	69	129533	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
125.8	SLU 2	0.01	1	-37.6	67039.1	1	-1536	256685	465	129533	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si	0	1-2		1	31.6	Si, (<200)
2	Si	125.8					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k <sub>LT</sub>	k <sub>w,LT</sub>	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si	0	1-2		1	1	Si	50.4	Si, (<200)
2	Si	125.8							

**Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ <sub>LT</sub>	λ adim. LT	L <sub>LT</sub>	M <sub>critico</sub>	Verifica
0	SLU 1	0.001	1	Si	299.7	247275.8	0.963	0.492	125.8	1111978.5	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ <sub>x</sub>	χ <sub>y</sub>	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	χ <sub>LT</sub>	Verifica
4.2	SLV 9	0.019	1	0	70391.1	1888.6	269519.5	3828.8	136009.3	0.94	0.797	0.4	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ <sub>x</sub>	χ <sub>y</sub>	k <sub>xx</sub>	k <sub>xy</sub>	k <sub>yx</sub>	k <sub>yy</sub>	χ <sub>LT</sub>	Verifica
125.8	SLD 10	0.019	1	0	70391.1	1713	269519.5	3750.2	136009.3	0.94	0.797	0.4	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
58.7	SLE RA 1	0	125.8	10000	250	Totale	Si
79.6	SLE RA 2	-0.001	125.8	10000	250	Totale	Si

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
79.6	SLE RA 2	-0.001	125.8	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
67.1	SLE RA 1	0	125.8	10000	250	Totale	Si
83.8	SLE RA 2	-0.001	125.8	10000	250	Totale	Si
88	SLE RA 2	-0.001	125.8	10000	350	Variabile	Si

**Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3522; 1589)-(3522; 1715)****Caratteristiche del materiale**

Acciaio: S275, fyk = 2750

**Caratteristiche geometriche**

Lunghezza: 125.7

Nodo iniziale: 52 Nodo finale: 58

Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sovreresistenza: 0% Sisma Z: No

**Caratteristiche della sezione**

Sezione	Rotazione	Area	Jx	Jy	ix	iy	Wx	Wy	Wplx	Wply
HEA100	0	25.6	404.18	159.45	3.97	2.5	84.2	31.89	98.01	49.46

**Verifiche di resistenza****Verifica a forza assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Verifica
125.7	SLU 8	0.001	1	-39.8	67039.1		1	0	0	Si

**Verifica a taglio X §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLV 12	0.002	56	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio X SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLD 12	0.002	54.8	31719.1	20.98	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLU 8	0.003	-40.1	15136.6	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a taglio Y SLD §4.2.4.1.2.4 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	VEd	Vc,Rd	Av	Interazione taglio-torsione	Riduzione torsione	Verifica
125.7	SLD 7	0.002	-37.7	15146.4	10.02	Considerata	1	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento torsione	TEd	TRd	Riduzione taglio resistente	Sfruttamento taglio-torsione	τEd,totale	τRd	Verifica
125.7	SLU 8	0.002	16.1	9980.3	Considerata				Si

**Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
125.7	SLU 1	0.001	1	299.7	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice X SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
54.5	SLD 3	0.001	1	-285.5	256685.2	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
71.3	SLV 8	0.006	1	782.5	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione semplice Y SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	px	py	Verifica
75.4	SLD 12	0.008	1	995.8	129532.6	1	0	0	Si

**Verifica a flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
125.7	SLV 12	0.037	1	1889	256685	3829	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a flessione deviata SLD §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. My,Rd da VEd	α	β	px	py	Verifica
125.7	SLD 12	0.036	1	1713	256685	3750	129533	1	1			0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	px	py	Verifica
100.6	SLU 6	0.003	1	-39.8	67039.1	1	550	256685	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione retta Y §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
---	-------	--------------	--------	-----	-----	-----------------	-------	-------	-------------------	-------------------	----	----	----------

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	px	py	Verifica
79.6	SLU 2	0.001	1	-37.6	67039.1	1	69	129533	1		0	0	Si

**Verifica a presso/tenso flessione deviata §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Verifiche eseguite utilizzando la formula conservativa (6.2) §6.2.1 EN 1993-1-1:2005.

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	My,Ed	My,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd	α	β	px	py	Verifica
0	SLU 2	0.01	1	-37.6	67039.1	1	-1536	256685	465	129533	1		1				0	0	Si

**Verifiche ad instabilità****Caratteristiche iniziali**

Membratura principale per controllo snellezza; Calcolo di snellezze ed N critici condotti secondo gli assi principali;

Curva X: b; Curva Y: c; Svergolamento: Carico all'estradosso; Curva svergolamento: b;

**Dati per instabilità attorno a x**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βx/m	Vincolo a entrambi estremi	λx/m	λVer
1	Si		0				
			1-2		1	31.6	Si, (<200)
2	Si	125.7					

**Dati per instabilità attorno a y**

Controllo della snellezza secondo §4.2.4.1.3.1 NTC18

Numero rit.	Presente	Ascissa	Campata	βy/n	k,LT	kw,LT	Vincolo a entrambi estremi	λy/n	λVer
1	Si		0						
			1-2		1	1	Si	50.4	Si, (<200)
2	Si	125.7							

**Verifica a svergolamento §4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Obblig.	Mx,Ed	Mb,Rd,x	χ,LT	λ adim. LT	L,LT	M,critico	Verifica
125.7	SLU 1	0.001	1	Si	299.7	247278.2	0.963	0.492	125.7	1112081.2	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione §C.4.2.4.1.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyy	χ,LT	Verifica	
4.2	SLV 11	0.019	1	0	70391.1	1888.7	269519.5	3829	136009.3	0.94	0.797	0.4	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità per pressoflessione SLD §C.4.2.4.1.3.3.2 NTC18**

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	NEd	NRk	Mx,Ed max	Mx,Rk	My,Ed max	My,Rk	χ,x	χ,y	kxx	kxy	kyy	χ,LT	Verifica	
58.7	SLD 12	0.019	1	0	70391.1	1713.1	269519.5	3750.4	136009.3	0.94	0.797	0.4	0.24	1	0.4	0.963	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

$\eta$	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifica di stabilità a taglio anima Y SLD §4.2.4.1.2.4 [4.2.27] NTC18**

η	hw	tw	hw/tw max	Verifica
1.2	7.7	0.6	55.46	Si

**Verifiche a deformabilità**

Mensola X: No; Mensola Y: No.

**Frecce lungo X**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
67.1	SLE RA 1	0	125.7	10000	250	Totale	Si
46.1	SLE RA 2	-0.001	125.7	10000	250	Totale	Si
46.1	SLE RA 2	-0.001	125.7	10000	350	Variabile	Si

**Frecce lungo Y**

Ascissa freccia	Combinazione	Freccia	Luce	L/f	L/f,min	Tipo	Verifica
58.7	SLE RA 1	0	125.7	10000	250	Totale	Si
41.9	SLE RA 2	-0.001	125.7	10000	250	Totale	Si
37.7	SLE RA 2	-0.001	125.7	10000	350	Variabile	Si

## Verifiche consuntive superelementi in acciaio

**Verifica:** Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.**Sicurezza minima:** Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.**Minimo trazione:** Minimo coefficiente di sicurezza a trazione. Il valore è adimensionale.**Minimo compressione:** Minimo coefficiente di sicurezza a compressione. Il valore è adimensionale.**Minimo taglio:** Minimo coefficiente di sicurezza a taglio. Il valore è adimensionale.**Minimo torsione:** Minimo coefficiente di sicurezza a torsione. Il valore è adimensionale.**Minimo flessione semplice:** Minimo coefficiente di sicurezza a flessione semplice. Il valore è adimensionale.**Minimo flessione deviata:** Minimo coefficiente di sicurezza a flessione deviata. Il valore è adimensionale.**Minimo flessione semplice + N:** Minimo coefficiente di sicurezza a flessione semplice con sforzo normale. Il valore è adimensionale.**Minimo flessione deviata + N:** Minimo coefficiente di sicurezza a flessione deviata con sforzo normale. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Minimo trazione	Minimo compressione	Minimo taglio	Minimo torsione	Minimo flessione semplice	Minimo flessione deviata	Minimo flessione semplice + N	Minimo flessione deviata + N
Superelemento in acciaio "Fondazione"-Piano 1" (2893; 1596)	1.467		38.919	7.2				5.243	39.953
Superelemento in acciaio "Fondazione"-Piano 1" (2893; 1722)	1.467		59.99	12.129	818.829			10.179	8.707
Superelemento in acciaio "Fondazione"-Piano 1" (2893; 1470)	1.467		59.986	12.129	818.761			10.178	8.706
Superelemento in acciaio "Fondazione"-Piano 1" (3539; 1722)	1.467		59.603	12.112	276.682			49.889	8.272
Superelemento in acciaio "Fondazione"-Piano 1" (3539; 1596)	1.467		39.238	7.21	463.155			5.255	31.899
Superelemento in acciaio "Fondazione"-Piano 1" (3539; 1470)	1.467		59.6	12.111	276.682			49.887	8.272
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2893; 1722)-(3973; 1722)	1.467		43.359	16.856	10.525			5.475	6.325
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2907; 1596)-(3986; 1596)	1.174		25.854	10.913	10.365			3.998	22.926
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2893; 1470)-(3973; 1470)	1.467		43.356	16.855	10.525			5.475	6.324
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2912; 1589)-(2912; 1715)	3.97			441.23	477.151	230.307	57.987		
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (2912; 1464)-(2912; 1589)	3.969			441.243	477.279	230.193	57.992		
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3107; 1464)-(3107; 1589)	3.969			78.332	495.698	20.878	11.322		
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3107; 1589)-(3107; 1715)	3.97			78.327	495.605	20.878	11.321		
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3522; 1464)-(3522; 1589)	3.969		1682.628	377.371	618.544	130.083	27.088	365.256	98.649
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3522; 1589)-(3522; 1715)	3.97		1682.587	377.349	618.353	130.078	27.087	365.166	98.668
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3327; 1464)-(3327; 1589)	3.969			78.967	486.5	19.866	11.406		
Superelemento in acciaio a "Piano 1" (3327; 1589)-(3327; 1715)	3.97			78.963	486.374	19.866	11.407		

### 3.J Verifiche Collegamenti

#### 4.2.1 Verifiche collegamenti del tipo "Squadretta"

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

**Coll.:** indice del collegamento.

**Elemento portato:** caratteristiche dell'elemento portato.

**Descrizione:** descrizione dell'elemento.

**Profilo:** profilo dell'elemento.

**Materiale:** materiale dell'elemento.

**Elemento portante:** caratteristiche dell'elemento portante.

**Comb.:** combinazione di verifica.

**F1:** forza sollecitante diretta secondo l'asse locale 1 della trave portata. [daN]

**F2:** forza sollecitante diretta secondo l'asse locale 2 della trave portata. [daN]

**F3:** forza sollecitante diretta secondo l'asse locale 3 della trave portata. [daN]

**Piatto:** elemento di verifica.

**Direzione della forza:** direzione della forza di verifica.

**Verifica e1 minima:** verifica della distanza dall'estremità minima in direzione della forza.

**e1,min.:** minima distanza dall'estremità. [mm]

**e1,min,lim.:** limite distanza dall'estremità minima. [mm]

**Verifica:** stato di verifica.

**Verifica e1 massima:** verifica della distanza dall'estremità massima in direzione della forza.

**e1,max.:** massima distanza dall'estremità. [mm]

**e1,max,lim.:** limite distanza dall'estremità massima. [mm]



**Verifica e2 minima:** verifica della distanza dal bordo minima in direzione ortogonale alla forza.

**e2,min.:** minima distanza dal bordo. [mm]

**e2,min,lim.:** limite distanza dal bordo minima. [mm]

**Verifica e2 massima:** verifica della distanza dal bordo massima in direzione ortogonale alla forza.

**e2,max.:** massima distanza dal bordo. [mm]

**e2,max,lim.:** limite distanza dal bordo massima. [mm]

**Piatto:** numero identificativo del piatto.

**Verifica p1 minimo:** verifica del passo minimo in direzione della forza.

**p1,min.:** minimo passo dei bulloni in direzione della forza. [mm]

**p1,min,lim.:** limite passo dei bulloni in direzione della forza minimo. [mm]

**Verifica p1 massimo:** verifica del passo massimo in direzione della forza.

**p1,max.:** massimo passo dei bulloni in direzione della forza. [mm]

**p1,max,lim.:** limite passo dei bulloni in direzione della forza massimo. [mm]

**Verifica p2 minimo:** verifica del passo minimo in direzione ortogonale alla forza.

**p2,min.:** minimo passo dei bulloni in direzione ortogonale alla forza. [mm]

**p2,min,lim.:** limite passo dei bulloni in direzione ortogonale alla forza minimo. [mm]

**Verifica p2 massimo:** verifica del passo massimo in direzione ortogonale alla forza.

**p2,max.:** massimo passo dei bulloni in direzione ortogonale alla forza. [mm]

**p2,max,lim.:** limite passo dei bulloni in direzione ortogonale alla forza massimo. [mm]

**Fv,Ed:** forza di taglio sollecitante. [daN]

**Fv,Rd:** resistenza a taglio bullone per piano di taglio. [daN]

**av:** valore di av.

**Area resistente:** area resistente a taglio del bullone. [mm<sup>2</sup>]

**Tipo collegamento:** tipo di collegamento.

**βLf:** valore di βLf per connessione lunga.

**ftbk:** resistenza a rottura del materiale del bullone. [daN/mm<sup>2</sup>]

**Sfrutt.:** rapporto di sfruttamento per la verifica in esame, inverso del coefficiente di sicurezza. Verificato se minore o uguale di 1.

**Ft,Ed:** forza di trazione sollecitante. [daN]

**Ft,Rd:** resistenza a trazione. [daN]

**k2:** valore di k2.

**A,res.t:** area resistente a trazione del bullone. [mm<sup>2</sup>]

**Ft,Rd:** resistenza a trazione del bullone. [daN]

**A,res.v:** area resistente a taglio del bullone. [mm<sup>2</sup>]

**Dir.:** direzione della forza.

**Fb,Rd:** resistenza a rifollamento. [daN]

**k:** valore di k.

**α:** valore di α.

**ftk:** resistenza a rottura della piastra. [daN/mm<sup>2</sup>]

**t:** spessore della piastra. [mm]

**d:** diametro nominale del bullone. [mm]

**X:** coordinata X del bullone riferita al baricentro della relativa bullonaturaX. [mm]

**Y:** coordinata Y del bullone riferita al baricentro della relativa bullonaturaY. [mm]

**Elemento:** elemento di verifica.

**FvEdX:** forza di strappo in direzione x. [daN]

**Veff,RdX:** resistenza di progetto per tranciamento a blocco in direzione x. [daN]

**Ant,X:** area netta soggetta a trazione per forza in direzione x. [mm<sup>2</sup>]

**Anv,X:** area netta soggetta a taglio per forza in direzione x. [mm<sup>2</sup>]

**FvEdY:** forza di strappo in direzione y. [daN]

**Veff,RdY:** resistenza di progetto per tranciamento a blocco in direzione y. [daN]

**Ant,Y:** area netta soggetta a trazione per forza in direzione y. [mm<sup>2</sup>]

**Anv,Y:** area netta soggetta a taglio per forza in direzione y. [mm<sup>2</sup>]

**Indici bulloni:** indici dei bulloni considerati nella verifica a block tearing.

**Tipo di verifica:** tipo di verifica condotta(CC: carico centrato e disposizione simmetrica; CE: carico eccentrico o disposizione asimmetrica).

**fu:** resistenza ultima della piastra. [daN/mm<sup>2</sup>]

**fy:** resistenza a snervamento della piastra. [daN/mm<sup>2</sup>]

**Bp,Rd:** resistenza a punzonamento. [daN]

**dm:** diametro della testa del bullone. [mm]

**tp:** spessore della piastra. [mm]

**ftk:** tensione di rottura dell'acciaio del piatto. [daN/mm<sup>2</sup>]

**VEd:** sollecitazione di taglio. [daN]

**Vc,Rd:** resistenza a taglio. [daN]

**Av:** area resistenza a taglio. [mm<sup>2</sup>]

**Cl.:** classe della sezione.

**α:** esponente α per flessione deviata.

**β:** esponente β per flessione deviata.

**px:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione x.

**py:** coefficiente di riduzione della resistenza di snervamento per taglio in direzione y.

**Sforzo normale:** sforzo normale (trazione o compressione).

**NEd:** sollecitazione assiale. [daN]

**NRd:** resistenza assiale ridotta per taglio. [daN]

**Rid. NRd da VEd:** rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

**Momento Mx:** momento agente attorno all'asse X della sezione del profilo.

**Mx,Ed:** sollecitazione flettente attorno x-x. [daN\*mm]

**Mx,Rd:** resistenza a flessione attorno x-x ridotta. [daN\*mm]

**Rid.  $M_x, R_d$  da  $V_{Ed}$ :** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno x-x.

**Rid.  $M_x, R_d$  da  $N_{Ed}$ :** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno x-x.

**Momento  $M_y$ :** momento agente attorno all'asse Y della sezione del profilo.

**$M_y, E_d$ :** sollecitazione flettente attorno y-y. [daN\*mm]

**$M_y, R_d$ :** resistenza a flessione attorno y-y ridotta. [daN\*mm]

**Rid.  $M_y, R_d$  da  $V_{Ed}$ :** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per taglio e la resistenza flettente attorno y-y.

**Rid.  $M_y, R_d$  da  $N_{Ed}$ :** rapporto tra la resistenza flettente ridotta per sforzo normale e taglio e la resistenza flettente ridotta per taglio attorno y-y.

**$T_{Ed}$ :** sollecitazione torcente. [daN\*mm]

**$T_{Rd}$ :** resistenza a torsione. [daN\*mm]

**Sfruttamento torsione:** rapporto tra  $T_{Ed}$  e  $T_{Rd}$ .

**Riduzione taglio resistente:** indica se è possibile ridurre il taglio resistente per presenza di torsione.

**$\tau_{Ed, totale}$ :** somma delle tensioni tangenziali totale derivanti da taglio e torsione. [daN/mm<sup>2</sup>]

**$\tau_{Rd}$ :** tensione tangenziale resistente. [daN/mm<sup>2</sup>]

**Sfruttamento taglio-torsione:**  $\tau_{Ed, totale} / (0.5 * \tau_{Rd})$ . Non verificato se maggiore di 1.

**Classe:** classe della sezione.

**$N_c, R_d$ :** resistenza assiale a compressione ridotta per taglio. [daN]

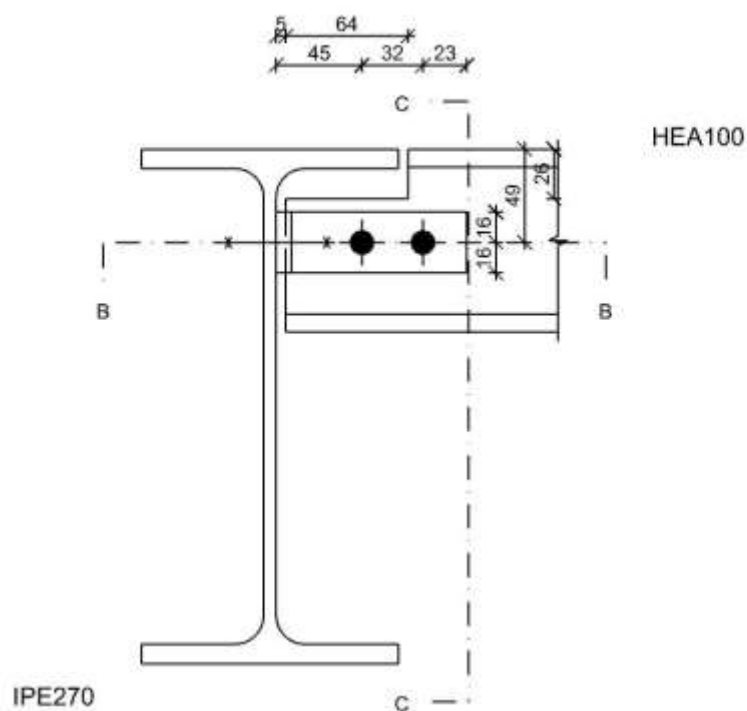
**$N_t, R_d$ :** resistenza assiale a trazione ridotta per taglio. [daN]

**Riduzione da taglio:** rapporto tra la resistenza assiale ridotta per taglio e la resistenza assiale.

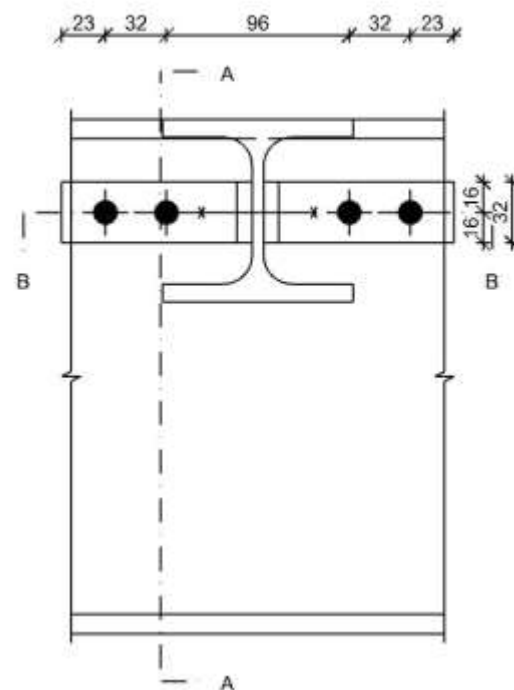
**Squadretta - Piano 1 tr. (3107.3; 1477.2) (3107.3; 1589.5); tr. (2893.1; 1470.5) (3539.1; 1470.5)**

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

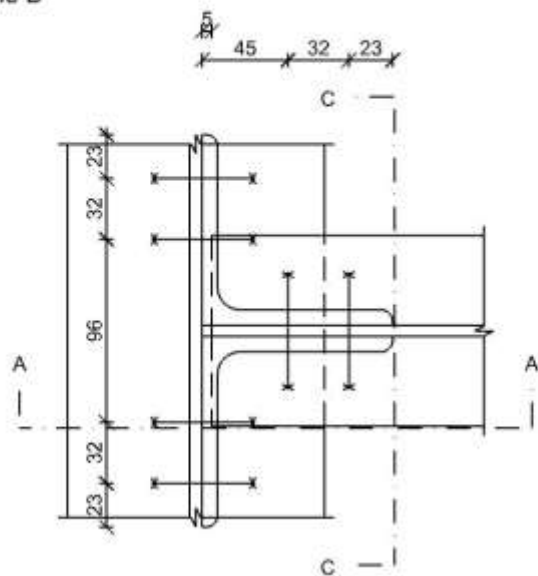
Sezione A



Sezione C



Sezione B



Quote disegno in mm

**Dati generali****Profilo squadretta e bulloni**Materiale della squadretta: S275 ( $f_y = 27.5$ ;  $f_u = 43$ )

Profilo della squadretta: L100\*8

Bulloni: diametro 12, diametro fori 13, classe EC 8.8 (per bulloni portata  $f_{tb} = 80$ ; per bulloni portante  $f_{tb} = 80$ ), sollecitati sul filetto  
n° 2 bulloni sulla portata e n° 2 bulloni sulla portante per ogni squadretta.**Computo dei pesi**

Squadrette: 0.78

Bulloni (peso forfettariamente pari al 20% del peso della connessione): 0.16

Peso totale della connessione: 0.94

**Esposizione a fenomeni corrosivi o ambientali**

Collegamento non esposto a fenomeni corrosivi o ambientali

**Riferimenti per le verifiche dei bulloni in corrispondenza dell'asta portata**

Direzione X: direzione ortogonale alla base delle squadrette.

Direzione Y: direzione parallela all'asse delle squadrette.

Numerazione degli elementi: 1 squadretta a sx dell'anima della portata; 2 anima della portata; 3 squadretta a dx dell'anima della portata.

Indici dei bulloni: il bullone con indice 1 è quello più vicino all'elemento portante e più vicino all'estradosso della portata,

gli indici aumentano progressivamente con le righe e successivamente con le colonne di bulloni

**Riferimenti per le verifiche dei bulloni in corrispondenza dell'asta portante (dx e sx)**

Direzione X: direzione ortogonale all'altezza delle squadrette.

Direzione Y: direzione parallela all'asse delle squadrette, positiva se concorde all'asse 2 dell'elemento portato.

Numerazione degli elementi: 1 squadretta; 2 ala o anima portante.

Indici dei bulloni: il bullone con indice 1 è quello con coordinata x minima e y massima,

gli indici aumentano progressivamente con le righe e successivamente con le colonne di bulloni

**Caratteristiche elementi collegati**

Coll.	Elemento portato			Elemento portante		
	Descrizione	Profilo	Materiale	Descrizione	Profilo	Materiale
1	Trave in acciaio livello Piano 1 (3107.3; 1477.2) (3107.3; 1589.5) [cm]	HEA100	S275	Trave in acciaio livello Piano 1 (2893.1; 1470.5) (3539.1; 1470.5) [cm]	IPE270	S275

**Sollecitazioni di verifica nelle combinazioni**

Coll.	Comb.	F1	F2	F3
1	SLU 6	3	-193	4
1	SLU 8	3	-193	4
1	SLV 8	-1	-21	-13
1	SLV 9	1	-21	14
1	SLV 10	1	-21	14

**Verifiche delle distanze dai bordi dei bulloni Tab.4.2.XVIII NTC18****Asta portata**

Piatto	Direzione della forza	Verifica e1 minima			Verifica e1 massima			Verifica e2 minima			Verifica e2 massima		
		e1,min.	e1,min,lim.	Verifica	e1,max.	e1,max,lim.	Verifica	e2,min.	e2,min,lim.	Verifica	e2,max.	e2,max,lim.	Verifica
1	X	23	15.6	Si				16	15.6	Si			
1	Y	16	15.6	Si				23	15.6	Si			
2	X	40	15.6	Si				23	15.6	Si			
2	Y	23	15.6	Si				40	15.6	Si			
3	X	23	15.6	Si				16	15.6	Si			
3	Y	16	15.6	Si				23	15.6	Si			

**Asta portante - lato sinistro**

Piatto	Direzione della forza	Verifica e1 minima			Verifica e1 massima			Verifica e2 minima			Verifica e2 massima		
		e1,min.	e1,min,lim.	Verifica	e1,max.	e1,max,lim.	Verifica	e2,min.	e2,min,lim.	Verifica	e2,max.	e2,max,lim.	Verifica
1	X	23	15.6	Si				16	15.6	Si			
1	Y	16	15.6	Si				23	15.6	Si			
2	X	510	15.6	Si				49	15.6	Si			
2	Y	49	15.6	Si				510	15.6	Si			

**Asta portante - lato destro**

Piatto	Direzione della forza	Verifica e1 minima			Verifica e1 massima			Verifica e2 minima			Verifica e2 massima		
		e1,min.	e1,min,lim.	Verifica	e1,max.	e1,max,lim.	Verifica	e2,min.	e2,min,lim.	Verifica	e2,max.	e2,max,lim.	Verifica
1	X	23	15.6	Si				16	15.6	Si			
1	Y	16	15.6	Si				23	15.6	Si			
2	X	510	15.6	Si				49	15.6	Si			
2	Y	49	15.6	Si				510	15.6	Si			

**Verifiche degli interessi dei bulloni Tab.4.2.XVIII NTC18****Asta portata**

Piatto	Direzione della forza	Verifica p1 minimo			Verifica p1 massimo			Verifica p2 minimo			Verifica p2 massimo		
		p1,min.	p1,min,lim.	Verifica	p1,max.	p1,max,lim.	Verifica	p2,min.	p2,min,lim.	Verifica	p2,max.	p2,max,lim.	Verifica
1	X	32	28.6	Si	32	84	Si						
1	Y							32	31.2	Si	32	84	Si
2	X	32	28.6	Si	32	84	Si						
2	Y							32	31.2	Si	32	84	Si
3	X	32	28.6	Si	32	84	Si						
3	Y							32	31.2	Si	32	84	Si

**Asta portante - lato sinistro**

Piatto	Direzione della forza	Verifica p1 minimo			Verifica p1 massimo			Verifica p2 minimo			Verifica p2 massimo		
		p1,min.	p1,min,lim.	Verifica	p1,max.	p1,max,lim.	Verifica	p2,min.	p2,min,lim.	Verifica	p2,max.	p2,max,lim.	Verifica
1	X	32	28.6	Si	32	92.4	Si						
1	Y							32	31.2	Si	32	92.4	Si
2	X	32	28.6	Si	32	92.4	Si						
2	Y							32	31.2	Si	32	92.4	Si

**Asta portante - lato destro**

Piatto	Direzione della forza	Verifica p1 minimo			Verifica p1 massimo			Verifica p2 minimo			Verifica p2 massimo		
		p1,min.	p1,min,lim.	Verifica	p1,max.	p1,max,lim.	Verifica	p2,min.	p2,min,lim.	Verifica	p2,max.	p2,max,lim.	Verifica
1	X	32	28.6	Si	32	92.4	Si						
1	Y							32	31.2	Si	32	92.4	Si
2	X	32	28.6	Si	32	92.4	Si						
2	Y							32	31.2	Si	32	92.4	Si

**Verifiche dei collegamenti bullonati****Verifica a taglio dei bulloni §4.2.8.1.1 NTC18****Asta portata**

Fv,Ed	Fv,Rd	av	Area resistente	Tipo collegamento	βLf	ftbk	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
242	3226	0.6	84	Non lungo	1	80	SLU 6	1	0.0751	Si

**Asta portante - lato sinistro**

Fv,Ed	Fv,Rd	av	Area resistente	Tipo collegamento	βLf	ftbk	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
241	3226	0.6	84	Non lungo	1	80	SLU 6	1	0.0749	Si

**Asta portante - lato destro**

Fv,Ed	Fv,Rd	av	Area resistente	Tipo collegamento	βLf	ftbk	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
242	3226	0.6	84	Non lungo	1	80	SLU 6	1	0.0749	Si

**Verifiche a trazione dei bulloni §4.2.8.1.1 NTC18****Asta portante - lato sinistro**

Ft,Ed	Ft,Rd	k2	ftbk	A,res.t	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
12.2	4838.4	0.9	80	84	SLU 6	1	0.0025	Si

**Asta portante - lato destro**

Ft,Ed	Ft,Rd	k2	ftbk	A,res.t	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
12.2	4838.4	0.9	80	84	SLU 6	1	0.0025	Si

**Verifiche a trazione e taglio dei bulloni §4.2.8.1.1 NTC18****Asta portante - lato sinistro**

Ft,Ed	Ft,Rd	k2	Fv,Ed	Fv,Rd	av	ftbk	A,res.t	A,res.v	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
12.2	4838.4	0.9	241.5	3225.6	0.6	80	84	84	SLU 6	1	0.0767	Si

**Asta portante - lato destro**

Ft,Ed	Ft,Rd	k2	Fv,Ed	Fv,Rd	av	ftbk	A,res.t	A,res.v	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
12.2	4838.4	0.9	241.6	3225.6	0.6	80	84	84	SLU 6	1	0.0767	Si

**Verifiche a rifollamento §4.2.8.1.1 NTC18****Asta portata**

Dir.	Fv,Ed	Fb,Rd	k	α	ftk	t	d	X	Y	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
X	2	3533	2.5	0.571	43	6	12	-16	0	2	SLU 6	1	0.0005	Si
Y	485	2551	1.746	0.59	43	6	12	-16	0	2	SLU 6	1	0.19	Si

**Asta portante - lato sinistro**

Dir.	Fv,Ed	Fb,Rd	k	α	ftk	t	d	X	Y	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
X	7	3290	1.746	0.571	43	8	12	-16	0	1	SLV 10	1	0.0021	Si
Y	241	2366	1.746	0.41	43	8	12	16	0	1	SLU 6	1	0.1021	Si

**Asta portante - lato destro**

Dir.	Fv,Ed	Fb,Rd	k	α	ftk	t	d	X	Y	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
X	7	3290	1.746	0.571	43	8	12	-16	0	1	SLV 7	1	0.002	Si
Y	242	2366	1.746	0.41	43	8	12	-16	0	1	SLU 6	1	0.1021	Si

**Verifica a block tearing § 3.10.2 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009****Asta portata**

FvEdX	Veff,RdX	Ant,X	Anv,X	FvEdY	Veff,RdY	Ant,Y	Anv,Y	Indici bulloni	Tipo di verifica	fu	fy	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
				193	7314	114	354	1;2	CE	43	27.5	2	SLU 6	1	0.0264	Si

**Asta portante - lato sinistro**

FvEdX	Veff,RdX	Ant,X	Anv,X	FvEdY	Veff,RdY	Ant,Y	Anv,Y	Indici bulloni	Tipo di verifica	fu	fy	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
				97	4913	152	152	1;2	CE	43	27.5	1	SLU 6	1	0.0197	Si

**Asta portante - lato destro**

FvEdX	Veff,RdX	Ant,X	Anv,X	FvEdY	Veff,RdY	Ant,Y	Anv,Y	Indici bulloni	Tipo di verifica	fu	fy	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
				97	4913	152	152	1;2	CE	43	27.5	1	SLU 6	1	0.0197	Si

**Asta portante**

FvEdX	Veff,RdX	Ant,X	Anv,X	FvEdY	Veff,RdY	Ant,Y	Anv,Y	Indici bulloni	Tipo di verifica	fu	fy	Elemento	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
				-193	56550	798.6	2831.4	1;2;3;4	CE	43	27.5	2	SLU 6	1	0.0034	Si

**Verifica a punzonamento §4.2.8.1.1 NTC18****Asta portante - lato sinistro**

Ft,Ed	Bp,Rd	dm	tp	ftk	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
12	7703	18	6.6	43	SLU 6	1	0.0016	Si

**Asta portante - lato destro**

Ft,Ed	Bp,Rd	dm	tp	ftk	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
12	7703	18	6.6	43	SLU 6	1	0.0016	Si

**Verifiche di resistenza in corrispondenza dell'asta portata****Sezione forata****Verifica a taglio in direzione parallela all'anima §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-193	13967	924	SLU 6	1	0.0138	Si

**Verifica a presso/tenso flessione §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Cl.	Sforzo normale			Momento Mx				Momento My				α	β	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd								
1				-15515	2558043	1	1							0	0	SLU 6	1	0.0061	Si

**Sezione spallata non forata****Verifica a taglio in direzione parallela alle ali dell'asta portata §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-14	14365	950	SLV 10	1	0.001	Si

**Verifica a taglio in direzione parallela all'anima dell'asta portata §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-193	6279	415	SLU 8	1	0.0308	Si

**Verifica a presso/tenso flessione §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Cl.	Sforzo normale			Momento Mx				Momento My				$\alpha$	$\beta$	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd								
1				-13893	398922	1	1	286	652743	1	1	1	1	0	0	SLU 8	1	0.0353	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

TEd	TRd	Sfruttamento torsione	Riduzione taglio resistente	$\tau$ Ed,totale	$\tau$ Rd	Sfruttamento taglio-torsione	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
139	52423	0.0027	Non considerata	0.5054	15.1211	0.0669	SLU 6	1	0.0669	Si

**Sezione spallata forata****Verifica a taglio in direzione parallela alle ali dell'asta portata §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-14	14365	950	SLV 9	1	0.001	Si

**Verifica a taglio in direzione parallela all'anima dell'asta portata §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-193	5099	337	SLU 6	1	0.0379	Si

**Verifica a presso/tenso flessione §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Cl.	Sforzo normale			Momento Mx				Momento My				$\alpha$	$\beta$	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd								
1				-9211	316823	1	1	186	649679	1	1	1	1	0	0	SLU 6	1	0.0294	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

TEd	TRd	Sfruttamento torsione	Riduzione taglio resistente	$\tau$ Ed,totale	$\tau$ Rd	Sfruttamento taglio-torsione	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
147	50933	0.0029	Non considerata	0.6166	15.1211	0.0816	SLU 6	1	0.0816	Si

**Sezione forata della squadretta****Verifica a taglio in direzione parallela alle ali dell'asta portata §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-14	2298	152	SLV 9	1	0.006	Si

**Verifica a taglio in direzione parallela all'anima dell'asta portata §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-97	2298	152	SLU 8	1	0.042	Si

**Verifica a presso/tenso flessione §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Cl.	Sforzo normale			Momento Mx				Momento My				$\alpha$	$\beta$	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd								
1				-7756	44786	1	1							0	0	SLU 8	1	0.1732	Si

**Verifica a torsione §4.2.4.1.2.5 NTC18**

TEd	TRd	Sfruttamento torsione	Riduzione taglio resistente	$\tau$ Ed,totale	$\tau$ Rd	Sfruttamento taglio-torsione	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
2	2877	0.0007	Non considerata	0.6464	15.1211	0.0855	SLU 6	1	0.0855	Si

**Verifiche di resistenza in corrispondenza dell'asta portante****Sezione forata della squadretta - lato sinistro****Verifica a taglio in direzione X/M §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-2	2298	152	SLU 6	1	0.0007	Si

**Verifica a taglio in direzione Y/N §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-97	2298	152	SLU 8	1	0.042	Si

**Verifica a sforzo assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
1	-14	6705		1	0	0	SLV 10	1	0.0021	Si

**Verifica a presso/tenso flessione §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Cl.	Sforzo normale			Momento Mx				Momento My				$\alpha$	$\beta$	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd								
1	-4	6705	1	7726	44786	1	1	136	7962	1	1	1	1	0	0	SLU 8	1	0.1902	Si

**Sezione forata della squadretta - lato destro****Verifica a taglio in direzione X/M §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
2	2298	152	SLU 6	1	0.0007	Si

**Verifica a taglio in direzione Y/N §4.2.4.1.2.4 NTC18**

VEd	Vc,Rd	Av	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-97	2298	152	SLU 8	1	0.042	Si

**Verifica a sforzo assiale §4.2.4.1.2.1 - §4.2.4.1.2.2 NTC18**

Classe	NEd	Nc,Rd	Nt,Rd	Riduzione da taglio	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
1	-13	6705		1	0	0	SLV 8	1	0.002	Si

**Verifica a presso/tenso flessione §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18**

Cl.	Sforzo normale			Momento Mx				Momento My				$\alpha$	$\beta$	px	py	Comb.	Coll.	Sfrutt.	Verifica
-----	----------------	--	--	------------	--	--	--	------------	--	--	--	----------	---------	----	----	-------	-------	---------	----------

	NEd	NRd	Rid. NRd da VEd	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	Rid. Mx,Rd da NEd	My,Ed	My,Rd	Rid. My,Rd da VEd	Rid. My,Rd da NEd								
1				7730	44786	1	1	136	7962	1	1	1	1	0	0	SLU 8	1	0.1897	Si

**VERIFICA PARAPETTO**

Parapetto sez. 50x30x4 mm

Altezza parapetto : 1135 mm

Interasse massimo parapetto : 850 mm

Spinta su corrimano : 150 daN

Spinta su singolo montante (slu) = 191 daN

**Verifica Montante sez. 50x4 mm**

Momento max alla base (slu) = 191 daN x 1,13 m = 216 daNm

$W_x \min = 21600 / 2238 = 9,65 \text{ cm}^3$

W (plastico) tubolare sez. 50x4 mm = 12,73 cm<sup>3</sup>

**Verifica collegamento base**

Azione di trazione massima agente sul singolo bullone :

$N_{ed} = M / d = 10800 / 3 = 3600 \text{ daN}$

Sollecitazioni	
$F_{v,Ed} \text{ (N)}$	0
$F_{t,Ed} \text{ (N)}$	36000

Bulloni	
Classe	8,8
d (mm)	12
$\gamma_{M2}$	1,25
$f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	640
$f_{tb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	800
$A_n \text{ (mm}^2\text{)}$	113
$A_{res} \text{ (mm}^2\text{)}$	84

Caratteristiche resistenti bulloni		
Classe	$f_{yb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$	$f_{tb} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
4,6	240	400
5,6	300	500
6,8	480	600
8,8	640	800
10,9	900	1000

Caratteristiche geometriche bulloni		
d (mm)	$A_n \text{ (mm}^2\text{)}$	$A_{res} \text{ (mm}^2\text{)}$
12	113	84
14	153	115

Caratteristiche piastra	
Acciaio	$f_{tk} \text{ (N/mm}^2\text{)}$
S235	360
S275	430
S355	510
S450	550
S235 N/NL	390
S355 N/NL	490
S420 N/NL	520
S460 N/NL	540
S235 M/ML	370
S355 M/ML	470

Piastra di collegamento	
Acciaio	S235
t (mm)	10
$\gamma_{M2}$	1,25
d <sub>0</sub> (mm)	13
f <sub>tk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	360

16	201	157
18	254	192
20	314	245
22	380	303
24	452	353
27	572	459
30	706	561

S420 M/ML	520
S460 M/ML	540
S235 W	360
S355 W	510

Verifica di resistenza con formula 4.2.71

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}}$	0,531
--	-------

F <sub>v,Rd</sub> (N)	32256
F <sub>t,Rd</sub> (N)	48384

$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}}$	0,744
-----------------------------	-------

#### 4.J GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Si procede alla verifica della trave centrale

#### > ANALISI DEI CARICHI

##### Gk - Permanenti

G1.1 *Peso Proprio* Tavolato sp. 4,5 cm 0.20 kN/m<sup>2</sup>

**Gk Totale (SLU)** **0.26** kN/m<sup>2</sup>

##### Qk - Variabili

Q1 Carico variabile (ponte pedonale) 5.00 kN/m<sup>2</sup>

**Qk Totale (SLU)** **7.50** kN/m<sup>2</sup>

Dati geometrici :

Lunghezza trave : 675 cm



Interasse trave : 126 cm

Carico lineare (slu) : 9,78 kN/m

Momento max (slu) =  $ql^2 / 8 = 55,70$  kNm

Profilo IPE 270

$W_x = 428,9$  cm<sup>3</sup>

$F_{yd} = 2619$  daN/cm<sup>2</sup>

$\sigma = M / W_x < f_{yd}$

$\sigma = 557000 / 428,9 = 1298$  daN/cm<sup>2</sup>

#### Verifica a flessione semplice X §§ 4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6 - 4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.8 NTC18

X	Comb.	Sfruttamento	Classe	Mx,Ed	Mx,Rd	Rid. Mx,Rd da VEd	px	py	Verifica
323.9	SLU 8	0.339	1	-430218.9	1269027.9	1	0	0	Si

## 1.K CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO;

### Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

### Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.21

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

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

Versione: 12.13

Identificatore licenza: SW-8591533

Intestatario della licenza: Spignoli ing. Daniele - Via Valgimigli 30 - Bagno di Romagna FC

Versione regolarmente licenziata

### Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni

richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità 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.

#### **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.

#### **Verifiche delle membrature in legno**

Le verifiche delle aste in legno possono essere condotte con il metodo alle tensioni ammissibili nello spirito delle DIN 1052 o con il metodo agli stati limiti

## 1.1 STRUTTURE GEOTECNICHE E DI FONDAZIONE;

Nell'area interessata dall'intervento, allo scopo di verificare la successione stratigrafica che caratterizza i terreni del primo sottosuolo e valutare le caratteristiche fisico meccaniche degli stessi, è stata condotta dal Geol. Andrea Zanotti un'indagine geognostica in sito e un'indagine sismica locale, per determinare il parametro Vs30, al fine di classificare il suolo di fondazione.

I valori di riferimento geotecnici utilizzati per la verifica delle fondazioni sono i seguenti.

### Cap. 5 MODELLO GEOTECNICO

#### 5.1 Caratteristiche geotecniche

I dati acquisiti con la prova penetrometrica evidenziano che all'interno del volume significativo sono presenti 4 strati a diversa consistenza, che corrispondono ad altrettante UNITÀ GEOTECNICHE. Vengono di seguito forniti i valori dei parametri geotecnici relativi ad ogni unità:

PARAMETRI CARATTERISTICI	VALORI MEDI	UNITA' MISURA	STATO ADDENSAMENTO TERRENO
angolo attrito interno - $\phi_k$ peso di volume - $\gamma$ peso di volume saturo - $\gamma_{sat}$ coesione efficace - $c'_k$ coesione non drenata - $C_{uk}$ numero colpi SPT - $N_{spt}$	20.10 1.65 1.85 2.21 15.50 2.20	(°) [t/m <sup>3</sup> ] [t/m <sup>3</sup> ] [kPa] [kN/m <sup>2</sup> ]	terreno sciolto
angolo attrito interno - $\phi_k$ peso di volume - $\gamma$ peso di volume saturo - $\gamma_{sat}$ coesione efficace - $c'_k$ coesione non drenata - $C_{uk}$ numero colpi SPT - $N_{spt}$	23.87 1.74 1.92 5.67 39.67 6.30	(°) [t/m <sup>3</sup> ] [t/m <sup>3</sup> ] [kPa] [kPa]	terreno poco addensato
angolo attrito interno - $\phi_k$ peso di volume - $\gamma$ peso di volume saturo - $\gamma_{sat}$ coesione efficace - $c'_k$ coesione non drenata - $C_{uk}$ numero colpi SPT - $N_{spt}$	28.53 1.85 2.00 15.05 105.33 20.10	(°) [t/m <sup>3</sup> ] [t/m <sup>3</sup> ] [kPa] [kPa]	terreno mediamente addensato
angolo attrito interno - $\phi_k$ peso di volume - $\gamma$ peso di volume saturo - $\gamma_{sat}$ coesione efficace - $c'_k$ coesione non drenata - $C_{uk}$	39.10 2.00 2.20 51.33 359.33	(°) [t/m <sup>3</sup> ] [t/m <sup>3</sup> ] [kPa] [kPa]	terreno addensato

## 1.8 Verifiche delle fondazioni

*Verifiche delle fondazioni: contiene la descrizione degli stati limite considerati, gli approcci e le combinazioni di calcolo adottate; vengono poi elencate le pressioni e gli spostamenti massimi e minimi raggiunti nei diversi SL e le verifiche condotte sulle fondazioni presenti, superficiali e profonde.*

Le verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) sono state effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'approccio 2:

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1:(A1+M1+R3)

Le verifiche strutturali delle fondazioni in combinazioni sismiche sono state condotte in campo sostanzialmente elastico.

<testo utente: si consiglia di integrare il paragrafo con la descrizione e la motivazione dell'approccio adottato e degli altri eventuali stati limite considerati nelle verifiche (clic dx per modificare il paragrafo)>

### 1.8.1 Verifiche pali

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

**Verifica:** stato di verifica.

**Posizione:** posizione del palo.

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

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

**Ind.:** indice del palo.

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

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

**Taglio:** verifica a taglio.

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

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

**Mt:** momento torcente. [daN\*cm]

**Comb.:** combinazione peggiore a taglio torsione.

**Vrd:** resistenza di progetto a taglio torsione. [daN]

**C.S.tt:** coefficiente di sicurezza minimo a taglio/torsione.

**Pressoflessione:** verifica a pressoflessione.

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

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

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

**Comb.:** combinazione peggiore a pressoflessione.

**Mrd:** resistenza di progetto a pressoflessione. [daN\*cm]

**C.S.pf:** coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione.

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

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

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

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

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

**Comb.:** combinazione peggiore.

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

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

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

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

**C.S.:** coefficiente di sicurezza.

#### Pali coinvolti

Palo a coordinate x,y: (2893.1, 1722);(2893.1, 1470.5);(3539.1, 1470.5);(3539.1, 1596.2);(3539.1, 1722);(2893.1, 1596.2);

#### Caratteristiche geometriche

Tubo in acciaio EN10219 139,7x6

Diametro tubo 140 mm

Spessore tubo 6 mm

Lunghezza 400 cm

#### Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo C25/30

Acciaio S275

## Verifiche secondo DM18

Posizione				Taglio					PressoFlessione							Verifica	
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-50	-	-	2893	1470	1308	-15	1	SLU 6	23157	17.71	734	75459	-3049	SLU 6	268315	3.56	SI
-50	-	-	3539	1470	-1308	-15	-1	SLU 6	23158	17.71	720	-75443	-3051	SLU 6	268315	3.56	SI
-50	-	-	3539	1596	-1319	0	0	SLU 6	23158	17.56	-1	-76117	-3082	SLU 6	268315	3.53	SI
-50	-	-	3539	1722	-1308	15	1	SLU 6	23157	17.71	-721	-75441	-3051	SLU 6	268315	3.56	SI
-50	-	-	2893	1596	1319	0	0	SLU 6	23158	17.56	0	76141	-3085	SLU 6	268315	3.52	SI
-50	-	-	2893	1722	1308	15	-1	SLU 6	23158	17.71	-734	75457	-3049	SLU 6	268315	3.56	SI
-50	-	-	2893	1470	149	-8	-1	SLD 7	23158	154.85	432	8630	-1001	SLD 7	268315	31.05	SI
-50	-	-	3539	1470	-153	0	1	SLD 9	23157	151.13	-100	-8859	-1056	SLD 9	268315	30.29	SI
-50	-	-	3539	1596	-146	2	0	SLD 13	23157	158.89	-104	-8411	-1034	SLD 13	268315	31.9	SI
-50	-	-	3539	1722	-153	0	-1	SLD 11	23158	151.13	100	-8859	-1056	SLD 11	268315	30.29	SI
-50	-	-	2893	1596	146	1	0	SLD 1	23158	158.78	-51	8418	-1034	SLD 1	268315	31.88	SI
-50	-	-	2893	1722	149	8	1	SLD 5	23157	154.85	-432	8630	-1001	SLD 5	268315	31.05	SI
-50	-	-	2893	1470	164	-6	0	SLV FO 3	23158	141.29	318	9454	-1021	SLV FO 3	268315	28.36	SI
-50	-	-	3539	1470	-165	-3	0	SLV FO 13	23158	140.33	131	-9526	-1040	SLV FO 13	268315	28.16	SI
-50	-	-	3539	1596	-160	2	0	SLV FO 13	23157	144.61	-123	-9242	-1038	SLV FO 13	268315	29.03	SI
-50	-	-	3539	1722	-165	3	0	SLV FO 15	23158	140.33	-131	-9526	-1040	SLV FO 15	268315	28.16	SI
-50	-	-	2893	1596	160	1	0	SLV FO 1	23158	144.52	-57	9248	-1038	SLV FO 1	268315	29.01	SI
-50	-	-	2893	1722	164	6	0	SLV FO 1	23158	141.3	-317	9454	-1021	SLV FO 1	268315	28.36	SI
-86	-	-	2893	1470	1308	-15	1	SLU 6	23157	17.71	185	28237	-3073	SLU 6	268315	9.5	SI
-86	-	-	3539	1470	-1308	-15	-1	SLU 6	23158	17.71	181	-28231	-3075	SLU 6	268315	9.5	SI
-86	-	-	3539	1596	-1319	0	0	SLU 6	23158	17.56	0	-28506	-3107	SLU 6	268315	9.41	SI
-86	-	-	3539	1722	-1308	15	1	SLU 6	23157	17.71	-182	-28230	-3075	SLU 6	268315	9.5	SI
-86	-	-	2893	1596	1319	0	0	SLU 6	23158	17.56	0	28515	-3110	SLU 6	268315	9.41	SI
-86	-	-	2893	1722	1308	15	-1	SLU 6	23158	17.71	-185	28236	-3073	SLU 6	268315	9.5	SI
-86	-	-	2893	1470	149	-8	-1	SLD 7	23158	154.85	146	3238	-1020	SLD 7	268315	82.79	SI
-86	-	-	3539	1470	-153	0	1	SLD 9	23157	151.13	-83	-3326	-1074	SLD 9	268315	80.64	SI
-86	-	-	3539	1596	-146	2	0	SLD 13	23157	158.89	-44	-3150	-1052	SLD 13	268315	85.18	SI
-86	-	-	3539	1722	-153	0	-1	SLD 11	23158	151.13	83	-3326	-1074	SLD 11	268315	80.64	SI
-86	-	-	2893	1596	146	1	0	SLD 1	23158	158.78	-24	3152	-1052	SLD 1	268315	85.13	SI
-86	-	-	2893	1722	149	8	1	SLD 5	23157	154.85	-146	3238	-1020	SLD 5	268315	82.79	SI
-86	-	-	2893	1470	164	-6	0	SLV FO 3	23158	141.29	93	3541	-1039	SLV FO 3	268315	75.75	SI
-86	-	-	3539	1470	-165	-3	0	SLV FO 13	23158	140.33	12	-3569	-1059	SLV FO 13	268315	75.19	SI
-86	-	-	3539	1596	-160	2	0	SLV FO 13	23157	144.61	-52	-3461	-1057	SLV FO 13	268315	77.53	SI
-86	-	-	3539	1722	-165	3	0	SLV FO 15	23158	140.33	-12	-3569	-1059	SLV FO 15	268315	75.19	SI
-86	-	-	2893	1596	160	1	0	SLV FO 1	23158	144.52	-27	3463	-1057	SLV FO 1	268315	77.48	SI
-86	-	-	2893	1722	164	6	0	SLV FO 1	23158	141.3	-92	3541	-1039	SLV FO 1	268315	75.75	SI
-122	-	-	3539	1722	163	-3	0	SLU 6	23157	142.14	317	15725	-1992	SLU 6	268315	17.06	SI
-122	-	-	2893	1596	-164	0	0	SLU 6	23158	141.25	0	-15829	-2015	SLU 6	268315	16.95	SI
-122	-	-	3539	1596	164	0	0	SLU 6	23158	141.3	0	15823	-2013	SLU 6	268315	16.96	SI
-122	-	-	2893	1470	-163	3	0	SLU 6	23157	142.1	-322	-15730	-1991	SLU 6	268315	17.05	SI
-122	-	-	2893	1722	-163	-3	0	SLU 6	23158	142.1	322	-15729	-1991	SLU 6	268315	17.05	SI
-122	-	-	3539	1470	163	3	0	SLU 6	23158	142.14	-317	15726	-1992	SLU 6	268315	17.06	SI
-122	-	-	3539	1722	19	-1	0	SLD 11	23158	1224.16	66	1825	-677	SLD 11	268315	146.89	SI
-122	-	-	2893	1596	-18	0	0	SLD 1	23158	1276.75	2	-1751	-662	SLD 1	268315	153.22	SI
-122	-	-	3539	1596	18	0	0	SLD 13	23158	1277.78	13	1750	-662	SLD 13	268315	153.35	SI
-122	-	-	2893	1470	-19	1	0	SLD 3	23158	1247.96	-115	-1788	-651	SLD 3	268315	149.77	SI
-122	-	-	2893	1722	-19	-1	0	SLD 1	23158	1247.99	115	-1788	-651	SLD 1	268315	149.77	SI
-122	-	-	3539	1470	19	1	0	SLD 9	23157	1224.13	-66	1825	-677	SLD 9	268315	146.89	SI
-122	-	-	3539	1722	20	-1	0	SLV FO 15	23158	1128.91	97	1978	-666	SLV FO 15	268315	135.48	SI
-122	-	-	2893	1596	-20	0	0	SLV FO 1	23158	1162.14	2	-1924	-665	SLV FO 1	268315	139.47	SI
-122	-	-	3539	1596	20	0	0	SLV FO 13	23158	1162.98	15	1922	-665	SLV FO 13	268315	139.57	SI
-122	-	-	2893	1470	-20	1	0	SLV FO 3	23158	1135.75	-116	-1965	-654	SLV FO 3	268315	136.3	SI
-122	-	-	2893	1722	-20	-1	0	SLV FO 1	23158	1135.77	116	-1965	-654	SLV FO 1	268315	136.31	SI
-122	-	-	3539	1470	20	1	0	SLV FO 13	23158	1128.9	-97	1978	-666	SLV FO 13	268315	135.48	SI
-158	-	-	3539	1722	163	-3	0	SLU 6	23157	142.14	198	9844	-2016	SLU 6	268315	27.25	SI
-158	-	-	2893	1596	-164	0	0	SLU 6	23158	141.25	0	-9909	-2039	SLU 6	268315	27.08	SI
-158	-	-	3539	1596	164	0	0	SLU 6	23158	141.3	0	9905	-2037	SLU 6	268315	27.09	SI
-158	-	-	2893	1470	-163	3	0	SLU 6	23157	142.1	-201	-9847	-2015	SLU 6	268315	27.24	SI
-158	-	-	2893	1722	-163	-3	0	SLU 6	23158	142.1	201	-9847	-2015	SLU 6	268315	27.24	SI
-158	-	-	3539	1470	163	3	0	SLU 6	23158	142.14	-197	9844	-2016	SLU 6	268315	27.25	SI
-158	-	-	3539	1722	19	-1	0	SLD 11	23158	1224.16	41	1143	-695	SLD 11	268315	234.63	SI
-158	-	-	2893	1596	-18	0	0	SLD 1	23158	1276.75	1	-1096	-681	SLD 1	268315	244.76	SI
-158	-	-	3539	1596	18	0	0	SLD 13	23158	1277.78	8	1095	-681	SLD 13	268315	244.96	SI
-158	-	-	2893	1470	-19	1	0	SLD 3	23158	1247.96	-72	-1119	-670	SLD 3	268315	239.25	SI
-158	-	-	2893	1722	-19	-1	0	SLD 1	23158	1247.99	72	-1119	-670	SLD 1	268315	239.25	SI
-158	-	-	3539	1470	19	1	0	SLD 9	23157	1224.13	-40	1143	-695	SLD 9	268315	234.62	SI
-158	-	-	3539	1722	20	-1	0	SLV FO 15	23158	1128.91	60	1238	-685	SLV FO 15	268315	216.42	SI
-158	-	-	2893	1596	-20	0	0	SLV FO 1	23158	1162.14	1	-1204	-684	SLV FO 1	268315	222.79	SI
-158	-	-	3539	1596	20	0	0	SLV FO 13	23158	1162.98	9	1203	-684	SLV FO 13	268315	222.95	SI
-158	-	-	2893	1470	-20	1	0	SLV FO 3	23158	1135.75	-72	-1230	-672	SLV FO 3	268315	217.73	SI
-158	-	-	2893	1722	-20	-1	0	SLV FO 1	23158	1135.77	72	-1230	-672	SLV FO 1	268315	217.74	SI
-158	-	-	3539	1470	20	1	0	SLV FO 13	23158	1128.9	-60	1238	-685	SLV FO 13	268315	216.42	SI
-194	-	-	3539	1722	163	-3	0	SLU 6	23157	142.14	78	3963	-2040	SLU 6	268315	67.69	SI
-194	-	-	2893	1596	-164	0	0	SLU 6	23158	141.25	0	-3989	-2064	SLU 6	268315	67.26	SI
-194	-	-	3539	1596	164	0	0	SLU 6	23158	141.3	0	3988	-2062	SLU 6	268315	67.28	SI
-194	-	-	2893	1470	-163	3	0	SLU 6	23157	142.1	-79	-3964	-2039	SLU 6	268315	67.68	SI
-194	-	-	2893	1722	-163	-3	0	SLU 6	23158	142.1	79	-3964	-2039	SLU 6	268315	67.68	SI
-194	-	-	3539	1470	163	3	0	SLU 6	23158	142.14	-78	3963	-2041	SLU 6	268315	67.69	SI
-194	-	-															

Posizione				Taglio					PressoFlessione					Verifica			
Quota	Filo	Ind.	Xp	Yp	Tx	Ty	Mt	Comb.	Vrd	C.S.tt	Mx	My	N	Comb.	Mrd	C.S.pf	
-194	-	-	3539	1470	20	1	0	SLV FO 13	23158	1128.9	-23	499	-704	SLV FO 13	268315	537.55	SI
-249	-	-	3539	1596	-32	0	0	SLU 6	23158	731.84	0	-3209	-1002	SLU 6	268315	83.61	SI
-249	-	-	3539	1470	-31	-1	0	SLU 6	23158	735.97	68	-3190	-991	SLU 6	268315	84.09	SI
-249	-	-	3539	1722	-31	1	0	SLU 6	23158	735.98	-68	-3190	-991	SLU 6	268315	84.09	SI
-249	-	-	2893	1722	31	1	0	SLU 6	23158	735.79	-69	3191	-991	SLU 6	268315	84.06	SI
-249	-	-	2893	1470	31	-1	0	SLU 6	23158	735.77	69	3191	-991	SLU 6	268315	84.06	SI
-249	-	-	2893	1596	32	0	0	SLU 6	23158	731.53	0	3210	-1003	SLU 6	268315	83.58	SI
-249	-	-	3539	1596	-3	0	0	SLD 13	23158	6617.47	-2	-355	-326	SLD 13	268315	756.06	SI
-249	-	-	3539	1470	-4	0	0	SLD 9	23158	6343.57	15	-370	-333	SLD 9	268315	724.76	SI
-249	-	-	3539	1722	-4	0	0	SLD 11	23158	6343.69	-15	-370	-333	SLD 11	268315	724.78	SI
-249	-	-	2893	1722	4	0	0	SLD 1	23158	6462.51	-24	363	-321	SLD 1	268315	738.35	SI
-249	-	-	2893	1470	4	0	0	SLD 3	23158	6462.37	24	363	-321	SLD 3	268315	738.34	SI
-249	-	-	2893	1596	4	0	0	SLD 1	23158	6612.05	0	355	-326	SLD 1	268315	755.44	SI
-249	-	-	3539	1596	-4	0	0	SLV FO 13	23158	6022.96	-3	-390	-328	SLV FO 13	268315	688.13	SI
-249	-	-	3539	1470	-4	0	0	SLV FO 13	23158	5846.37	21	-401	-328	SLV FO 13	268315	667.96	SI
-249	-	-	3539	1722	-4	0	0	SLV FO 15	23158	5846.43	-21	-401	-328	SLV FO 15	268315	667.96	SI
-249	-	-	2893	1722	4	0	0	SLV FO 1	23158	5881.58	-25	399	-322	SLV FO 1	268315	671.98	SI
-249	-	-	2893	1470	4	0	0	SLV FO 3	23158	5881.47	25	399	-322	SLV FO 3	268315	671.97	SI
-249	-	-	2893	1596	4	0	0	SLV FO 1	23158	6018.53	0	390	-328	SLV FO 1	268315	687.63	SI
-285	-	-	3539	1596	-32	0	0	SLU 6	23158	731.84	0	-2066	-1026	SLU 6	268315	129.84	SI
-285	-	-	3539	1470	-31	-1	0	SLU 6	23158	735.97	44	-2054	-1016	SLU 6	268315	130.58	SI
-285	-	-	3539	1722	-31	1	0	SLU 6	23158	735.98	-44	-2054	-1016	SLU 6	268315	130.58	SI
-285	-	-	2893	1722	31	1	0	SLU 6	23158	735.79	-44	2055	-1015	SLU 6	268315	130.54	SI
-285	-	-	2893	1470	31	-1	0	SLU 6	23158	735.77	44	2055	-1015	SLU 6	268315	130.54	SI
-285	-	-	2893	1596	32	0	0	SLU 6	23158	731.53	0	2067	-1027	SLU 6	268315	129.79	SI
-285	-	-	3539	1596	-3	0	0	SLD 13	23158	6617.47	-2	-229	-345	SLD 13	268315	1174.07	SI
-285	-	-	3539	1470	-4	0	0	SLD 9	23158	6343.57	10	-238	-352	SLD 9	268315	1125.48	SI
-285	-	-	3539	1722	-4	0	0	SLD 11	23158	6343.69	-10	-238	-352	SLD 11	268315	1125.5	SI
-285	-	-	2893	1722	4	0	0	SLD 1	23158	6462.51	-16	233	-339	SLD 1	268315	1146.58	SI
-285	-	-	2893	1470	4	0	0	SLD 3	23158	6462.37	16	233	-339	SLD 3	268315	1146.56	SI
-285	-	-	2893	1596	4	0	0	SLD 1	23158	6612.05	0	229	-345	SLD 1	268315	1173.11	SI
-285	-	-	3539	1596	-4	0	0	SLV FO 13	23158	6022.96	-2	-251	-346	SLV FO 13	268315	1068.6	SI
-285	-	-	3539	1470	-4	0	0	SLV FO 13	23158	5846.37	14	-258	-347	SLV FO 13	268315	1037.26	SI
-285	-	-	3539	1722	-4	0	0	SLV FO 15	23158	5846.43	-14	-258	-347	SLV FO 15	268315	1037.28	SI
-285	-	-	2893	1722	4	0	0	SLV FO 1	23158	5881.58	-16	257	-341	SLV FO 1	268315	1043.51	SI
-285	-	-	2893	1470	4	0	0	SLV FO 3	23158	5881.47	16	257	-341	SLV FO 3	268315	1043.49	SI
-285	-	-	2893	1596	4	0	0	SLV FO 1	23158	6018.53	0	251	-346	SLV FO 1	268315	1067.81	SI
-321	-	-	3539	1596	-32	0	0	SLU 6	23158	731.84	0	-924	-1051	SLU 6	268315	290.4	SI
-321	-	-	3539	1470	-31	-1	0	SLU 6	23158	735.97	20	-919	-1040	SLU 6	268315	292.04	SI
-321	-	-	3539	1722	-31	1	0	SLU 6	23158	735.98	-20	-919	-1040	SLU 6	268315	292.05	SI
-321	-	-	2893	1722	31	1	0	SLU 6	23158	735.79	-20	919	-1039	SLU 6	268315	291.97	SI
-321	-	-	2893	1470	31	-1	0	SLU 6	23158	735.77	20	919	-1039	SLU 6	268315	291.97	SI
-321	-	-	2893	1596	32	0	0	SLU 6	23158	731.53	0	924	-1052	SLU 6	268315	290.28	SI
-321	-	-	3539	1596	-3	0	0	SLD 13	23158	6617.47	-1	-102	-364	SLD 13	268315	2625.92	SI
-321	-	-	3539	1470	-4	0	0	SLD 9	23158	6343.57	4	-107	-371	SLD 9	268315	2517.24	SI
-321	-	-	3539	1722	-4	0	0	SLD 11	23158	6343.69	-4	-107	-371	SLD 11	268315	2517.28	SI
-321	-	-	2893	1722	4	0	0	SLD 1	23158	6462.51	-7	104	-358	SLD 1	268315	2564.43	SI
-321	-	-	2893	1470	4	0	0	SLD 3	23158	6462.37	7	104	-358	SLD 3	268315	2564.38	SI
-321	-	-	2893	1596	4	0	0	SLD 1	23158	6612.05	0	102	-364	SLD 1	268315	2623.77	SI
-321	-	-	3539	1596	-4	0	0	SLV FO 13	23158	6022.96	-1	-112	-365	SLV FO 13	268315	2390.01	SI
-321	-	-	3539	1470	-4	0	0	SLV FO 13	23158	5846.37	6	-115	-366	SLV FO 13	268315	2319.94	SI
-321	-	-	3539	1722	-4	0	0	SLV FO 15	23158	5846.43	-6	-115	-366	SLV FO 15	268315	2319.96	SI
-321	-	-	2893	1722	4	0	0	SLV FO 1	23158	5881.58	-7	115	-359	SLV FO 1	268315	2333.91	SI
-321	-	-	2893	1470	4	0	0	SLV FO 3	23158	5881.47	7	115	-359	SLV FO 3	268315	2333.87	SI
-321	-	-	2893	1596	4	0	0	SLV FO 1	23158	6018.53	0	112	-365	SLV FO 1	268315	2388.26	SI
-357	-	-	3539	1470	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-50	SLU 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1722	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-50	SLU 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1722	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-50	SLU 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1596	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-50	SLU 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1470	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-50	SLU 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1596	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-50	SLU 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1470	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-50	SLD 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1722	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-50	SLD 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1722	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-49	SLD 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1596	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-51	SLD 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1470	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-50	SLD 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1596	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-50	SLD 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1470	0	0	0	SLV FO 1	23158	10000	0	0	-50	SLV FO 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1722	0	0	0	SLV FO 1	23158	10000	0	0	-48	SLV FO 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1596	0	0	0	SLV FO 1	23158	10000	0	0	-51	SLV FO 1	268315	10000	SI
-357	-	-	2893	1470	0	0	0	SLV FO 1	23158	10000	0	0	-51	SLV FO 1	268315	10000	SI
-357	-	-	3539	1596	0	0	0	SLV FO 1	23158	10000	0	0	-50	SLV FO 1	268315	10000	SI
-393	-	-	3539	1470	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-68	SLU 1	268315	10000	SI
-393	-	-	2893	1722	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-68	SLU 1	268315	10000	SI
-393	-	-	3539	1722	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-68	SLU 1	268315	10000	SI
-393	-	-	2893	1596	0	0	0	SLU 1	23158	10000	0	0	-69	SLU 1	268315	10000	SI
-393	-	-	3539	1470	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-69	SLD 1	268315	10000	SI
-393	-	-	2893	1722	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-68	SLD 1	268315	10000	SI
-393	-	-	3539	1722	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-68	SLD 1	268315	10000	SI
-393	-	-	2893	1596	0	0	0	SLD 1	23158	10000	0	0	-69	SLD 1	268315	10000	SI
-393	-	-	2893	1470	0	0	0	SLD 1	23158								

**Verifica di capacità portante per la famiglia SLU****Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo**Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 434.1 \* 1.3

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	2893.13	1470.45	1.15	1.35	2043	3761	0.0426	SLU 6	LT	-3581	-4145	5804	1.4	Si
-	-	2893.09	1596.21	1.15	1.35	2043	3761		SLU 6	LT	-3624	-4188	5804	1.39	Si
-	-	2893.13	1721.95	1.15	1.35	2043	3761		SLU 6	LT	-3581	-4145	5804	1.4	Si
-	-	3539.09	1470.46	1.15	1.35	2043	3761		SLU 6	LT	-3583	-4147	5804	1.4	Si
-	-	3539.06	1596.21	1.15	1.35	2043	3761		SLU 6	LT	-3620	-4184	5804	1.39	Si
-	-	3539.09	1721.96	1.15	1.35	2043	3761		SLU 6	LT	-3583	-4147	5804	1.4	Si

**Verifica di capacità portante per la famiglia SLD****Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo**Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 434.1 \* 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	2893.13	1470.45	1.15	1.35	2043	3761	0.0426	SLD 5	LT	-1223	-1657	5804	3.5	Si
-	-	2893.09	1596.21	1.15	1.35	2043	3761		SLD 3	LT	-1217	-1651	5804	3.52	Si
-	-	2893.13	1721.95	1.15	1.35	2043	3761		SLD 7	LT	-1223	-1657	5804	3.5	Si
-	-	3539.09	1470.46	1.15	1.35	2043	3761		SLD 9	LT	-1242	-1676	5804	3.46	Si
-	-	3539.06	1596.21	1.15	1.35	2043	3761		SLD 15	LT	-1216	-1650	5804	3.52	Si
-	-	3539.09	1721.96	1.15	1.35	2043	3761		SLD 11	LT	-1242	-1676	5804	3.46	Si

**Verifica di capacità portante per la famiglia SLV FO****Verifica di capacità portante verticale riferita al palo singolo**Fattore di correlazione  $\psi$  scelto in base alla conoscenza del sito = 1.7

Peso del palo = 434.1 \* 1

Filo	Ind.	Xp	Yp	yR laterale	yR punta	Pl,d	Pp,d	Def.vol	Comb.	Cnd	N	Ed	Rd	C.S.	Verifica
-	-	2893.13	1470.45	1.15	1.35	2043	3761	0.0426	SLV FO 5	LT	-1227	-1661	5804	3.49	Si
-	-	2893.09	1596.21	1.15	1.35	2043	3761		SLV FO 3	LT	-1222	-1656	5804	3.51	Si
-	-	2893.13	1721.95	1.15	1.35	2043	3761		SLV FO 7	LT	-1227	-1661	5804	3.49	Si
-	-	3539.09	1470.46	1.15	1.35	2043	3761		SLV FO 9	LT	-1251	-1685	5804	3.44	Si
-	-	3539.06	1596.21	1.15	1.35	2043	3761		SLV FO 15	LT	-1221	-1656	5804	3.51	Si
-	-	3539.09	1721.96	1.15	1.35	2043	3761		SLV FO 11	LT	-1251	-1685	5804	3.44	Si

## **COMUNE DI VALSAMOGGIA**

**CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**

**OGGETTO : ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL  
PROGETTO STRUTTURALE PER INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE  
DI PONTE CICLOPEDONALE – PIANO DI MANUTENZIONE**

### **RIFERIMENTI INTERVENTO :**

COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE TRA MONTEVEGLIO E  
CASTELLO DI SERRAVALLE -MERCATELLO – LUNGO VIA BARLETE

### **RIFERIMENTI CATASTALI:**

-----

### **COMMITTENTE :**

COMUNE DI VALSAMOGGIA

### **PROGETTISTA INCARICATO :**

Arch. Giacomo Migliori  
Piazza Garibaldi 29 – Bazzano  
Valsamoggia - Bo



**PREMESSA**

Il presente documento riguarda le opere previste dal progetto esecutivo e realizzazione ponte ciclopedonale tra monteveglio e castello di serravalle.

*“Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti operativi, salvo diversa motivata indicazione del responsabile del procedimento:*

- a) il manuale d'uso;*
- b) il manuale di manutenzione;*
- c) il programma di manutenzione.”*

Vengono qui di seguito riportati i tre documenti operativi previsti:

1) **Manuale d'uso:** si riferisce all'uso delle parti significative del bene, ed in particolare degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità per la migliore utilizzazione del bene, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

2) **Manuale di manutenzione:** si riferisce alla manutenzione delle parti significative del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

3) **Programma di manutenzione:** si realizza, a cadenze prefissate temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni. Esso si articola in tre sottoprogrammi:

- a) il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
- b) il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche comprendenti, ove necessario, anche quelle geodetiche, topografiche e fotogrammetriche, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- c) il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

**MANUALE D'USO****3 Corpi d'opera****3.1 Struttura in acciaio**

Rif.	Denominazione
3.1.1	Struttura in elevazione in acciaio

**3.1.1 Struttura in elevazione in acciaio**

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.1.1.1	Trave in acciaio		pezzi	1

**3.1.1.1 Trave in acciaio**

E' un elemento strutturale orizzontale o inclinato con una dimensione predominante, atto a trasferire una sollecitazione tendenzialmente trasversale al proprio asse geometrico lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino alle parti strutturali ad esso collegate.

Tali tipologie di travi vengono comunemente usate nei telai d'acciaio per gli edifici e per i ponti.

Profilati comuni di travi sono sezioni IPE, HE, a C, a L, la trave rettangolare cava e la trave circolare cava.

Qualora il profilo metallico fosse sottoposto a sole sollecitazioni di trazione viene definito tirante.

**Modalità d'uso**

La stabilità dell'elemento strutturale e dei suoi collegamenti con il resto della struttura non deve essere compromessa, si proceda ad un controllo periodico delle parti in vista e il riscontro di eventuali anomalie che possano essere indice di danneggiamenti, dissesti e/o cedimenti. La trave sotto l'azione dei carichi verticali assumerà una configurazione deformata dipendente, oltre che dal valore e dalla distribuzione di questi, dalle condizioni di vincolo alle estremità, per evitare una deformazione iniziale dell'elemento è possibile metterlo in opera con una monta iniziale.

**Struttura in legno**

Rif.	Denominazione
3.2.1	Struttura in elevazione in legno

**3.2.1 Struttura in elevazione in legno**

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.2.1.1	Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica		pezzi	1

### 3.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica

Ferramenta metallica costituita da chiodi, viti, cambrette, spinotti, staffe, hold-down o altro che viene utilizzata per la connessione tra diversi elementi strutturali lignei.

Si fa riferimento alle connessioni tra:

- trave-trave
- trave-colonna
- carpenteria metallica per pareti di legno
- connessioni tra pareti di legno e fondazioni
- connessioni con solai in legno

#### Modalità d'uso

Il posizionamento e dimensionamento di tali elementi di connessione, nonché la scelta della tipologia devono sottostare ad apposita progettazione.

## Opera di sostegno in c.a. su pali

L'opera è costituita da mensole in c.a. di fondazione ed in elevazione variamente collegate, in grado di realizzare il sostegno richiesto.

Rif.	Denominazione
3.3.1	Struttura

### 3.3.1 Struttura

Insieme degli elementi strutturali.

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.3.1.1	Palificata		pezzi	1

#### 3.3.1.1 Palificata

Insieme dei pali collocati sotto la fondazione e disposti sia in direzione longitudinale che trasversale rispetto alla direzione principale dell'opera.

#### Modalità d'uso

**MANUALE DI MANUTENZIONE****3 Corpi d'opera****3.1 Struttura in acciaio**

Rif.	Denominazione
3.1.1	Struttura in elevazione in acciaio

**3.1.1 Struttura in elevazione in acciaio**

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.1.1.1	Trave in acciaio		pezzi	1

**3.1.1.1 Trave in acciaio**

E' un elemento strutturale orizzontale o inclinato con una dimensione predominante, atto a trasferire una sollecitazione tendenzialmente trasversale al proprio asse geometrico lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino alle parti strutturali ad esso collegate.

Tali tipologie di travi vengono comunemente usate nei telai d'acciaio per gli edifici e per i ponti.

Profilati comuni di travi sono sezioni IPE, HE, a C, a L, la trave rettangolare cava e la trave circolare cava.

Qualora il profilo metallico fosse sottoposto a sole sollecitazioni di trazione viene definito tirante.

**In caso di emergenza**


---

Danni evidenti o riscontrabili

Modalità dell'intervento

Centro di assistenza/supporto

**Anomalie****Arcuatura**

Curvatura semplice o multipla dell'elemento in direzione della lunghezza.

**Imbarcamento**

Curvatura dell'elemento in direzione della larghezza.

**Svergolamento**

Deformazione elicoidale dell'elemento in direzione della lunghezza.

**Degrado**

Degrado generalizzato della vernice antiruggine, del rivestimento e della protezione antincendio.

**Fessurazioni**

Presenza di fessurazioni e indebolimento delle sezioni e delle saldature a causa della corrosione.

**Deterioramento**

Deterioramento della protezione antincendio.

**Allentamento**

Allentamento di bulloni, rivetti, appoggi.

**Degradazione**

Forte degradazione del pilastro: pressoflessione, presenza di lesioni per urti, deformazione.

**Fissaggio deteriorato**

Saldature o elementi di fissaggio deteriorati

**Freccia**

Deformazione dell'elemento strutturale sotto carico, in caso di superamento del limite elastico rimangono delle deformazioni permanenti dell'elemento.

**Problemi agli appoggi**

Rotazione o usura degli appoggi.

**Controlli****Ispezione visiva**

---

Incaricato	non specificato
Periodicità	all'occorrenza

**Istruzioni**

Ispezione visiva dello stato delle travi metalliche.

**Identificazione**

Incaricato	non specificato
Periodicità	all'occorrenza

**Istruzioni**

Identificazione e rilevamento delle anomalie.

**Ricerca cause**

Incaricato	non specificato
Periodicità	all'occorrenza

**Istruzioni**

Ricerca delle cause del degradamento.

**Controllo qualità**

Incaricato	non specificato
Periodicità	all'occorrenza

**Istruzioni**

Controllo della qualità dell'acciaio.

**Manutenzioni****Pulizia superfici**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Pulire puntualmente le superfici che presentano tracce di rugginee: applicare un'apposita protezione.

**Rifacimento protezione**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Procedere al rifacimento della continuità della protezione antiruggine.

**Rinforzo fessurazioni**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Rinforzare preventivamente le eventuali fessurazioni in modo da preservare l'acciaio dalla corrosione in profondità (aggiunta di piastre). Riparazione delle fessurazioni tramite saldatura o con placche riportate e successivamente saldate.

**Rifacimento pittura**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Rifacimento integrale della pittura antiruggine, qualora presenti dei segni di invecchiamento: raschiatura, decappaggio e sabbiatura; applicare nuovamente prodotto antiruggine.

**Rinforzo contro corrosione**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Rinforzo locale delle sezioni indebolite dalla corrosione.

**Rifacimento rivestimento**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Rifacimento integrale del rivestimento e della protezione antincendio della trave.

**Verifica connessioni**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Verifica generale dei diversi nodi di connessione.

**Risserraggio**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Risserraggio dei bulloni, sostituzione degli elementi mancanti.

#### Riparazione saldature

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Riparazione delle saldature inadeguate.

## 3.2 Struttura in legno

Rif.	Denominazione
3.2.1	Struttura in elevazione in legno

### 3.2.1 Struttura in elevazione in legno

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.2.1.1	Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica		pezzi	1

#### 3.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica

Ferramenta metallica costituita da chiodi, viti, cambrette, spinotti, staffe, hold-down o altro che viene utilizzata per la connessione tra diversi elementi strutturali lignei.

Si fa riferimento alle connessioni tra:

- trave-trave
- trave-colonna
- carpenteria metallica per pareti di legno
- connessioni tra pareti di legno e fondazioni
- connessioni con solai in legno

#### In caso di emergenza

---

Danni evidenti o riscontrabili

Modalità dell'intervento

Centro di assistenza/supporto

#### Requisiti e prestazioni garantiti

##### Grado di vincolo

La carpenteria metallica della connessione (chiodi, viti, piastre metalliche o altro) deve offrire un opportuno collegamento tra le membrature strutturali, tale da trasferire le sollecitazioni di progetto. La natura e il dimensionamento di tali connessioni influiscono sulla rigidezza della parete.

**Livelli minimi:**

Il dimensionamento della connessione deve essere stabilito mediante apposito calcolo.

**Durabilità della connessione**

Conservazione nel tempo delle proprietà fisicomeccaniche dei materiali.

**Livelli minimi:**

Ai fini della durabilità sono rilevanti i trattamenti e le categorie dei materiali costituenti la connessione e qualora esposta alle intemperie non si adotti alcun principio di protezione costruttiva.

**Evitare ristagno acqua**

Le connessioni devono avere una geometria o delle protezioni tali da evitare il formarsi di ristagni d'acqua o umidità che risultano dannose per le parti lignee a contatto.

**Livelli minimi:**

Si evitino conformazioni che possano favorire il ristagno di acqua.

**Anomalie****Umidità**

Presenza di umidità nel collegamento che può rendere marcescente il legno a contatto.

**Ruggine**

Presenza di ruggine nella carpenteria metallica che costituisce la connessione.

**Allentamento**

Allentamento di bulloni, rivetti, appoggi.

**Controlli****Ispezione Visiva**

Incaricato	Ispettore non definito
Periodicità	all'occorrenza

**Istruzioni**

Ispezione visiva del collegamento

**Stato della ferramenta**

Incaricato	Ispettore non definito
Periodicità	all'occorrenza

**Istruzioni**

Controllo degli elementi che costituiscono parte attiva della connessione affinché non presentino segni di degrado.

**Manutenzioni****Risserraggio**

Periodo consigliato:	ogni 10 anni
Categoria:	Straordinaria
Incaricato:	Incaricato addetto alla manutenzione

Risserraggio dei bulloni, sostituzione degli elementi mancanti.



**Rinforzo contro corrosione.**

Periodo consigliato: ogni 10 anni

Categoria: Straordinaria

Incaricato: Incaricato addetto alla manutenzione

Rinforzo locale delle sezioni indebolite dalla corrosione.

## 3.3 Opera di sostegno in c.a. su pali

L'opera è costituita da mensole in c.a. di fondazione ed in elevazione variamente collegate, in grado di realizzare il sostegno richiesto.

Rif.	Denominazione
3.3.1	Struttura

### 3.3.1 Struttura

Insieme degli elementi strutturali.

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.3.1.1	Palificata		pezzi	1

#### 3.3.1.1 Palificata

Insieme dei pali collocati sotto la fondazione e disposti sia in direzione longitudinale che trasversale rispetto alla direzione principale dell'opera.

#### In caso di emergenza

---

Danni evidenti o riscontrabili

Modalità dell'intervento

Centro di assistenza/supporto

#### Requisiti e prestazioni garantiti

##### Resistenza

La palificata deve garantire sufficiente resistenza ai carichi verticali e trasversali, e al contempo contenere gli spostamenti e le rotazioni sui livelli previsti.

**Livelli minimi:**

#### PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

## 2.1 Struttura in acciaio

Rif.	Denominazione
2.1.1	Struttura in elevazione in acciaio

### 2.1.1 Struttura in elevazione in acciaio

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
2.1.1.1	Trave in acciaio		pezzi	1

#### 2.1.1.1 Trave in acciaio

E' un elemento strutturale orizzontale o inclinato con una dimensione predominante, atto a trasferire una sollecitazione tendenzialmente trasversale al proprio asse geometrico lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino alle parti strutturali ad esso collegate.

Tali tipologie di travi vengono comunemente usate nei telai d'acciaio per gli edifici e per i ponti.

Profilati comuni di travi sono sezioni IPE, HE, a C, a L, la trave rettangolare cava e la trave circolare cava.

Qualora il profilo metallico fosse sottoposto a sole sollecitazioni di trazione viene definito tirante.

## 2.2 Struttura in legno

Rif.	Denominazione
2.2.1	Struttura in elevazione in legno

### 2.2.1 Struttura in elevazione in legno

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
2.2.1.1	Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica		pezzi	1

#### 2.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica

Ferramenta metallica costituita da chiodi, viti, cambrette, spinotti, staffe, hold-down o altro che viene utilizzata per la connessione tra diversi elementi strutturali lignei.

Si fa riferimento alle connessioni tra:

- trave-trave
- trave-colonna
- carpenteria metallica per pareti di legno
- connessioni tra pareti di legno e fondazioni
- connessioni con solai in legno

#### Requisiti e prestazioni garantiti

##### Grado di vincolo

La carpenteria metallica della connessione (chiodi, viti, piastre metalliche o altro) deve offrire un opportuno collegamento tra le membrature strutturali, tale da trasferire le sollecitazioni di progetto. La natura e il dimensionamento di tali connessioni influiscono sulla rigidezza della parete.

##### Livelli minimi:

Il dimensionamento della connessione deve essere stabilito mediante apposito calcolo.

##### Durabilità della connessione

Conservazione nel tempo delle proprietà fisicomeccaniche dei materiali.

##### Livelli minimi:

Ai fini della durabilità sono rilevanti i trattamenti e le categorie dei materiali costituenti la connessione e qualora esposta alle intemperie non si adotti alcun principio di protezione costruttiva.

##### Evitare ristagno acqua

Le connessioni devono avere una geometria o delle protezioni tali da evitare il formarsi di ristagni d'acqua o umidità che risultano dannose per le parti lignee a contatto.

##### Livelli minimi:

Si evitino conformazioni che possano favorire il ristagno di acqua.

## 2.3 Opera di sostegno in c.a. su pali

L'opera è costituita da mensole in c.a. di fondazione ed in elevazione variamente collegate, in grado di realizzare il sostegno richiesto.

Rif.	Denominazione
2.3.1	Struttura

### 2.3.1 Struttura

Insieme degli elementi strutturali.

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
2.3.1.1	Palificata		pezzi	1

#### 2.3.1.1 Palificata

Insieme dei pali collocati sotto la fondazione e disposti sia in direzione longitudinale che trasversale rispetto alla direzione principale dell'opera.

#### Requisiti e prestazioni garantiti

##### Resistenza

La palificata deve garantire sufficiente resistenza ai carichi verticali e trasversali, e al contempo contenere gli spostamenti e le rotazioni sui livelli previsti.

##### Livelli minimi:

**3 Sottoprogramma ispezioni****3.1 Struttura in acciaio**

Rif.	Denominazione
3.1.1	Struttura in elevazione in acciaio

**3.1.1 Struttura in elevazione in acciaio**

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.1.1.1	Trave in acciaio		pezzi	1

**3.1.1.1 Trave in acciaio**

E' un elemento strutturale orizzontale o inclinato con una dimensione predominante, atto a trasferire una sollecitazione tendenzialmente trasversale al proprio asse geometrico lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino alle parti strutturali ad esso collegate.

Tali tipologie di travi vengono comunemente usate nei telai d'acciaio per gli edifici e per i ponti.

Profilati comuni di travi sono sezioni IPE, HE, a C, a L, la trave rettangolare cava e la trave circolare cava.

Qualora il profilo metallico fosse sottoposto a sole sollecitazioni di trazione viene definito tirante.

**Controlli****Ispezione visiva**

Incaricato non specificato  
Periodicità all'occorrenza

**Istruzioni**

Ispezione visiva dello stato delle travi metalliche.

**Identificazione**

Incaricato non specificato  
Periodicità all'occorrenza

**Istruzioni**

Identificazione e rilevamento delle anomalie.

**Ricerca cause**

Incaricato non specificato  
Periodicità all'occorrenza

**Istruzioni**

Ricerca delle cause del degradamento.

**Controllo qualità**

Incaricato non specificato

Periodicità all'occorrenza

**Istruzioni**

Controllo della qualità dell'acciaio.

## 3.2 Struttura in legno

Rif.	Denominazione
3.2.1	Struttura in elevazione in legno

### 3.2.1 Struttura in elevazione in legno

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.2.1.1	Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica		pezzi	1

#### 3.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica

Ferramenta metallica costituita da chiodi, viti, cambrette, spinotti, staffe, hold-down o altro che viene utilizzata per la connessione tra diversi elementi strutturali lignei.

Si fa riferimento alle connessioni tra:

- trave-trave
- trave-colonna
- carpenteria metallica per pareti di legno
- connessioni tra pareti di legno e fondazioni
- connessioni con solai in legno

#### Controlli

##### Ispezione Visiva

Incaricato                      Ispettore non definito  
Periodicità                      all'occorrenza

##### Istruzioni

Ispezione visiva del collegamento

##### Stato della ferramenta

Incaricato                      Ispettore non definito  
Periodicità                      all'occorrenza

##### Istruzioni

Controllo degli elementi che costituiscono parte attiva della connessione affinché non presentino segni di degrado.



## 3.3 Opera di sostegno in c.a. su pali

L'opera è costituita da mensole in c.a. di fondazione ed in elevazione variamente collegate, in grado di realizzare il sostegno richiesto.

Rif.	Denominazione
3.3.1	Struttura

### 3.3.1 Struttura

Insieme degli elementi strutturali.

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
3.3.1.1	Palificata		pezzi	1

#### 3.3.1.1 Palificata





Insieme dei pali collocati sotto la fondazione e disposti sia in direzione longitudinale che trasversale rispetto alla direzione principale dell'opera.

## 4 Cronoprogramma ispezioni

### 4.1 Struttura in acciaio

Manutenzione / Scadenza	0 anni	1 mese	2 mesi	3 mesi	4 mesi	5 mesi	6 mesi	7 mesi	8 mesi	9 mesi	10 mesi	11 mesi	1 anno	13 mesi	14 mesi	15 mesi	16 mesi	17 mesi	18 mesi	19 mesi	20 mesi	21 mesi	22 mesi	23 mesi	2 anni	
4.1.1.1 Trave in acciaio																										
Ispezione visiva																										
Identificazione																										
Ricerca cause																										
Controllo qualità																										

### 4.2 Struttura in legno

Manutenzione / Scadenza	0 anni	1 mese	2 mesi	3 mesi	4 mesi	5 mesi	6 mesi	7 mesi	8 mesi	9 mesi	10 mesi	11 mesi	1 anno	13 mesi	14 mesi	15 mesi	16 mesi	17 mesi	18 mesi	19 mesi	20 mesi	21 mesi	22 mesi	23 mesi	2 anni		
4.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica																											
Ispezione Visiva											quando necessario																
Stato della ferramenta											quando necessario																

### 4.3 Opera di sostegno in c.a. su pali

**5 Sottoprogramma manutenzioni****5.1 Struttura in acciaio**

Rif.	Denominazione
5.1.1	Struttura in elevazione in acciaio

**5.1.1 Struttura in elevazione in acciaio**

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
5.1.1.1	Trave in acciaio		pezzi	1

**5.1.1.1 Trave in acciaio**

E' un elemento strutturale orizzontale o inclinato con una dimensione predominante, atto a trasferire una sollecitazione tendenzialmente trasversale al proprio asse geometrico lungo tale asse, dalle sezioni investite dal carico fino alle parti strutturali ad esso collegate.

Tali tipologie di travi vengono comunemente usate nei telai d'acciaio per gli edifici e per i ponti.

Profilati comuni di travi sono sezioni IPE, HE, a C, a L, la trave rettangolare cava e la trave circolare cava.

Qualora il profilo metallico fosse sottoposto a sole sollecitazioni di trazione viene definito tirante.

**Manutenzioni****Pulizia superfici**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Pulire puntualmente le superfici che presentano tracce di rugginee: applicare un'apposita protezione.

**Rifacimento protezione**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Procedere al rifacimento della continuità della protezione antiruggine.

**Rinforzo fessurazioni**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Rinforzare preventivamente le eventuali fessurazioni in modo da preservare l'acciaio dalla corrosione in profondità (aggiunta di piastre). Riparazione delle fessurazioni tramite saldatura o con placche riportate e successivamente saldate.

**Rifacimento pittura**

Periodo consigliato: all'occorrenza

Categoria: Straordinaria

Incaricato: non specificato

Rifacimento integrale della pittura antiruggine, qualora presenti dei segni di invecchiamento: raschiatura, decappaggio e sabbatura; applicare nuovamente prodotto antiruggine.

#### **Rinforzo contro corrosione**

Periodo consigliato: all'occorrenza  
Categoria: Straordinaria  
Incaricato: non specificato  
Rinforzo locale delle sezioni indebolite dalla corrosione.

#### **Rifacimento rivestimento**

Periodo consigliato: all'occorrenza  
Categoria: Straordinaria  
Incaricato: non specificato  
Rifacimento integrale del rivestimento e della protezione antincendio della trave.

#### **Verifica connessioni**

Periodo consigliato: all'occorrenza  
Categoria: Straordinaria  
Incaricato: non specificato  
Verifica generale dei diversi nodi di connessione.

#### **Risserraggio**

Periodo consigliato: all'occorrenza  
Categoria: Straordinaria  
Incaricato: non specificato  
Risserraggio dei bulloni, sostituzione degli elementi mancanti.

#### **Riparazione saldature**

Periodo consigliato: all'occorrenza  
Categoria: Straordinaria  
Incaricato: non specificato  
Riparazione delle saldature inadeguate.

## 5.2 Struttura in legno

Rif.	Denominazione
5.2.1	Struttura in elevazione in legno

### 5.2.1 Struttura in elevazione in legno

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
5.2.1.1	Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica		pezzi	1

#### 5.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica

Ferramenta metallica costituita da chiodi, viti, cambrette, spinotti, staffe, hold-down o altro che viene utilizzata per la connessione tra diversi elementi strutturali lignei.

Si fa riferimento alle connessioni tra:

- trave-trave
- trave-colonna
- carpenteria metallica per pareti di legno
- connessioni tra pareti di legno e fondazioni
- connessioni con solai in legno

#### Manutenzioni

##### Risserraggio

Periodo consigliato: ogni 10 anni  
 Categoria: Straordinaria  
 Incaricato: Incaricato addetto alla manutenzione  
 Risserraggio dei bulloni, sostituzione degli elementi mancanti.

##### Rinforzo contro corrosione.

Periodo consigliato: ogni 10 anni  
 Categoria: Straordinaria  
 Incaricato: Incaricato addetto alla manutenzione  
 Rinforzo locale delle sezioni indebolite dalla corrosione.

## 5.3 Opera di sostegno in c.a. su pali

L'opera è costituita da mensole in c.a. di fondazione ed in elevazione variamente collegate, in grado di realizzare il sostegno richiesto.

Rif.	Denominazione
5.3.1	Struttura

### 5.3.1 Struttura

Insieme degli elementi strutturali.

Rif.	Elemento tecnico	Collocazione	Unità	Quantità
5.3.1.1	Palificata		pezzi	1

#### 5.3.1.1 Palificata

Insieme dei pali collocati sotto la fondazione e disposti sia in direzione longitudinale che trasversale rispetto alla direzione principale dell'opera.

## 6 Cronoprogramma manutenzioni

### 6.1 Struttura in acciaio

Manutenzione / Scadenza	0 anni	1 mese	2 mesi	3 mesi	4 mesi	5 mesi	6 mesi	7 mesi	8 mesi	9 mesi	10 mesi	11 mesi	1 anno	13 mesi	14 mesi	15 mesi	16 mesi	17 mesi	18 mesi	19 mesi	20 mesi	21 mesi	22 mesi	23 mesi	2 anni
<b>6.1.1.1 Trave in acciaio</b>																									
Pulizia superfici													quando necessario												
Rifacimento protezione													quando necessario												
Rinforzo fessurazioni													quando necessario												
Rifacimento pittura													quando necessario												
Rinforzo contro corrosione													quando necessario												
Rifacimento rivestimento													quando necessario												
Verifica connessioni													quando necessario												
Risserraggio													quando necessario												
Riparazione saldature													quando necessario												

### 6.2 Struttura in legno

Manutenzione / Scadenza	0 anni	10 anni	20 anni
<b>6.2.1.1 Collegamento strutturale tra elementi lignei con carpenteria metallica</b>			
Risserraggio	◆	◆	◆
Rinforzo contro corrosione.	◆	◆	◆

### 6.3 Opera di sostegno in c.a. su pali

## **COMUNE DI VALSAMOGGIA**

### **CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA**

**OGGETTO : ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL  
PROGETTO STRUTTURALE PER INTERVENTO DI NUOVA COSTRUZIONE  
DI PONTE CICLOPEDONALE – RELAZIONE SUI MATERIALI**

#### **RIFERIMENTI INTERVENTO :**

COLLEGAMENTO CICLOPEDONALE TRA MONTEVEGLIO E  
CASTELLO DI SERRAVALLE -MERCATELLO – LUNGO VIA BARLETE

#### **RIFERIMENTI CATASTALI:**

-----

#### **COMMITTENTE :**

COMUNE DI VALSAMOGGIA

#### **PROGETTISTA INCARICATO :**

Arch. Giacomo Migliori  
Piazza Garibaldi 29 – Bazzano  
Valsamoggia - Bo



## MATERIALI DI PROGETTO

### ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI E LORO MODALITA' DI POSA

Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa

I materiali impiegati nelle opere di progetto sono:

- per le strutture di fondazione calcestruzzo C 25/30
- per le strutture in elevazione acciaio tipo S275 jr / S235 jr
- Tavolato classe C24

### DURABILITA'

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali, che nel caso delle opere in calcestruzzo, anche l'ampiezza delle fessure.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle NTC2018.

### Acciaio

#### Proprietà acciai base

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

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

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

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

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

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

Descrizione	E	G	v	y	α
S275	2100000	Default (807692.31)	0.3	0.00785	0.000012

#### Proprietà acciai EC3/DM08/DM18

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

**Tipo:** descrizione per norma.

**f<sub>y</sub>(s≤40 mm):** resistenza di snervamento f<sub>y</sub> per spessori ≤40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]

**fy(s>40 mm):** resistenza di snervamento fy per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**fu(s<=40 mm):** resistenza di rottura per trazione fu per spessori <=40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**fu(s>40 mm):** resistenza di rottura per trazione fu per spessori >40 mm. [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione	Tipo	fy(s<=40 mm)	fy(s>40 mm)	fu(s<=40 mm)	fu(s>40 mm)
S275	S275	2750	2550	4300	4100

## Materiali c.a.

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

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

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

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

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

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

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	v	γ	α
C25/30	300	314472	Default (142941.64)	0.1	0.0025	0.00001

## Curve di materiali c.a.

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

**Curva:** curva caratteristica.

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

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

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [daN/cm<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. [daN/cm<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									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
C25/30	No	Si	314471.61	0.001	-0.002	-0.0035	314471.61	0.001	0.0000569	0.0000626

## Armature

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

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

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

**Tipo:** tipo di barra.

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

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

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

**α:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-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	fyk	σamm.	Tipo	E	γ	v	α	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	0.000012	Nuovo