



**La Venaria Reale**  
CONSORZIO DI VALORIZZAZIONE CULTURALE

**PROGETTO DI VALORIZZAZIONE E RECUPERO  
DELLA REGGIA DI VENARIA REALE  
E DEL BORGO CASTELLO DELLA MANDRIA**

INTERVENTO DI COMPLETAMENTO DELL'AREA ADIACENTE ALLA CASCINA  
MEDICI DEL VASCELLO NELL'AMBITO DEL RECUPERO GENERALE DELL'AREA.  
INTERVENTO DI ARREDO ORNAMENTALE E BOTANICO

**OGGETTO: RELAZIONE OPERE  
STRUTTURALI**

**PROGETTO  
ESECUTIVO**

SCALA:

DATA: 07/2009

REVISIONE: REV 01

FILE: GI\_OR\_09\_ROS.doc

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**  
Arch. Mirella MACERA

**PROGETTO**

Arch. Maurizio Reggi (Coord.)

Arch. Alessia Bellone

Arch. Diego Bernardi

**Collaborazioni**

Ing. Lorenzo Rolle (strutture e impianti)

Mariangela Mocchiola

# **RELAZIONE ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO**

**(D.P.R. n° 380/2001 art. 65 e s.m.i.)**

## **Oggetto: OPERE IN CEMENTO ARMATO**

La presente relazione dimensiona e verifica le opere in c.a. direttamente connesse con la realizzazione delle opere di “Completamento dell’area adiacente alla Cascina Medici del Vascello nell’ambito del recupero generale dell’area. Intervento di arredo ornamentale e botanico”.

Tale opere si inquadra all’interno del progetto generale di valorizzazione e recupero della Reggia di Venaria R.le e del Borgo Castello della Mandria.

Le opere strutturali previste nel presente progetto esecutivo sono relative a:

- muri laterali e fondo fontana n.1;
- muri laterali e fondo fontana n.2;
- muri laterali, fondo e vasca di accumulo fontana n.3;
- base di appoggio e fontana n.4;
- pergole;
- fondazione cancelli.

Si effettuano le verifiche degli elementi principali per tipologia costruttiva.

I programmi utilizzati per lo svolgimento delle verifiche sono della Concrete, Sismicad e WallCad, descritti nel seguito.

## **DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA PORTANTE**

Le strutture portanti sono costituite da solette in c.a. in getto pieno, sostenute da muri in c.a., muri di sostegno in c.a., pergole in legno.

Le fondazioni sono costituite da platee e cordoli in c.a..

## **MATERIALI PREVISTI**

- Sedime di fondazione con  $\sigma_{tmax} = 1.50 \text{ kgf/cm}^2$ ;
- Calcestruzzo per sottofondazioni C12/15;
- Calcestruzzo per fondazioni e strutture in elevazione C25/30;
- Acciaio per armatura B450C
- Acciaio da carpenteria;
- Acciaio COR-TEN tipo A;
- Legno di cedro:

tensione ammissibile a flessione	$\sigma(\text{adm})$	90	[daN/cm <sup>2</sup> ]
----------------------------------	----------------------	----	------------------------

**DISARMO:** come da norme vigenti.

### ***NORME DI RIFERIMENTO:***

- Legge n°1086 del 05/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.P.R. n° 380 del 06/06/2001;
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 Sicurezza (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12),
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.
- CIRCOLARE del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 02/02/2009 n.617.

L'area oggetto d'intervento ricade nel comune di Venaria, il comune è classificato in zona 4, pertanto le strutture non sono soggette alla normativa antisismica.

Torino, lì luglio 2009

***Il Direttore dei Lavori:***

***Il Progettista delle Opere in c.a.:***

***Il Costruttore:***

# **CALCOLI DI VERIFICA**

## **1 - CALCOLI DI VERIFICA - PERGOLA**

### **1.1 Descrizione del software**

#### **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.

#### **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 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 secondo D.M. 14-01-08 o Eurocodice 5.

## 1.2 Dati generali

### 1.2.1 Materiali

#### 1.2.1.1 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. [daN/cm<sup>2</sup>]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm<sup>2</sup>]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
C25/30	300	314472	0.0025	0.1	142941.64	0.00001

#### 1.2.1.2 Curve di materiali c.a.

Rck: Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [daN/cm<sup>2</sup>]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm<sup>2</sup>]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

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.

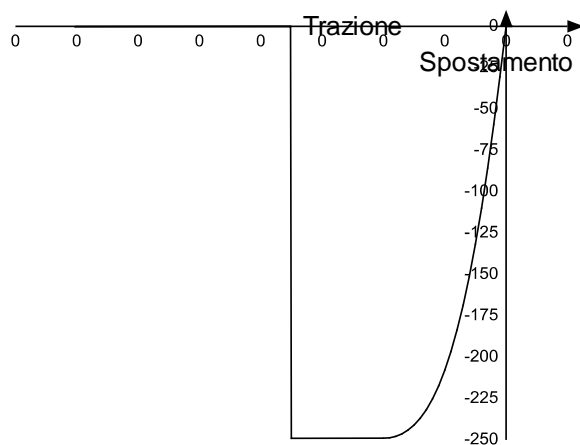
EpsEt: Epsilon elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: Epsilon ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Materiale: C25/30

Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
300	314471.61	0.0025	0.1	142941.64	0.00001

Curva									
Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
No	Si	314471.61	0.0001	-0.002	-0.0035	314471.61	0.0001	0.0000569	0.0000626



#### 1.2.1.3 Materiali legno

Descr.: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [daN/cm<sup>2</sup>]

Gam.: Peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

Pois.: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm2]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Sm,amm: Tensione ammissibile per flessione. [daN/cm2]

St,0,a: Tensione ammissibile per trazione parallela alle fibre. [daN/cm2]

St,90,a: Tensione ammissibile per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm2]

Sc,0,a: Tensione ammissibile per compressione parallela alle fibre. [daN/cm2]

Sc,90,a: Tensione ammissibile per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm2]

Tau,a: Tau ammissibile. [daN/cm2]

fm,k: Resistenza caratteristica per flessione. [daN/cm2]

ft,0,k: Resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre. [daN/cm2]

ft,90,k: Resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm2]

fc,0,k: Resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre. [daN/cm2]

fc,90,k: Resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm2]

fv,k: Resistenza caratteristica a taglio. [daN/cm2]

Descr.	E	Gam.	Pois.	G	Alfa	Sm,amm	St,0,a	St,90,a	Sc,0,a	Sc,90,a	Tau,a	fm,k	ft,0,k	ft,90,k	fc,0,k	fc,90,k	fv,k
Massic. cedro	80000	0.0004	0.3	5000	1.0E-5	90	60	0	70	20	9	140	80	3	160	43	17

## 1.2.1.4 Armature

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: Resistenza caratteristica. [daN/cm2]

Sigma amm.: Tensione ammissibile. [daN/cm2]

Tipo: Tipo di barra.

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [daN/cm2]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm3]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm2]

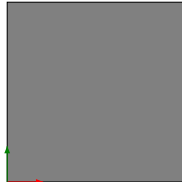
Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	fyk	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	792307.69	0.000012

## 1.2.2 Sezioni

### 1.2.2.1 Sezioni C.A.

#### 1.2.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.



Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

H: Altezza della sezione. [cm]

B: Larghezza della sezione. [cm]

c.s.: Copriferro superiore della sezione. [cm]

c.i.: Copriferro inferiore della sezione. [cm]

c.l.: Copriferro laterale della sezione. [cm]

Descrizione	H	B	c.s.	c.i.	c.l.
R 40*40	40	40	3	3	3

#### 1.2.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Xg: Ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

Yg: Ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

Area: Area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm2]

Jx: Momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]

Jy: Momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm4]

Jxy: Momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [cm4]

Jm: Momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [cm4]

Jn: Momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [cm4]

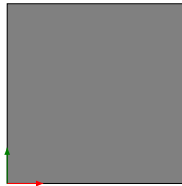
Jt: Momento d'inerzia torsionale. [cm4]

Alfa: Angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	Jt	Alfa
R 40*40	20	20	1600	213333.33	213333.33	0	213333.33	213333.33	315733.33	0

## 1.2.2.2 Sezioni in legno

### 1.2.2.2.1 Sezioni rettangolari in legno



Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

H: Altezza della sezione. [cm]

B: Larghezza della sezione. [cm]

Descrizione	H	B
R 12*12	12	12

### 1.2.2.2.2 Caratteristiche inerziali sezioni in legno

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Xg: Ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

Yg: Ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [cm]

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>]

Jxy: Momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [cm<sup>4</sup>]

Jm: Momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [cm<sup>4</sup>]

Jn: Momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [cm<sup>4</sup>]

Jt: Momento d'inerzia torsionale. [cm<sup>4</sup>]

Alfa: Angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	Jt	Alfa
R 12*12	6	6	144	1728	1728	0	1728	1728	2557.44	0

## 1.2.3 Terreni

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Coesione: Coesione del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

Attrito interno: Angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cls. [deg]

Adesione: Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls. Il valore è adimensionale.

K0: Coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

Gamma naturale: Peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

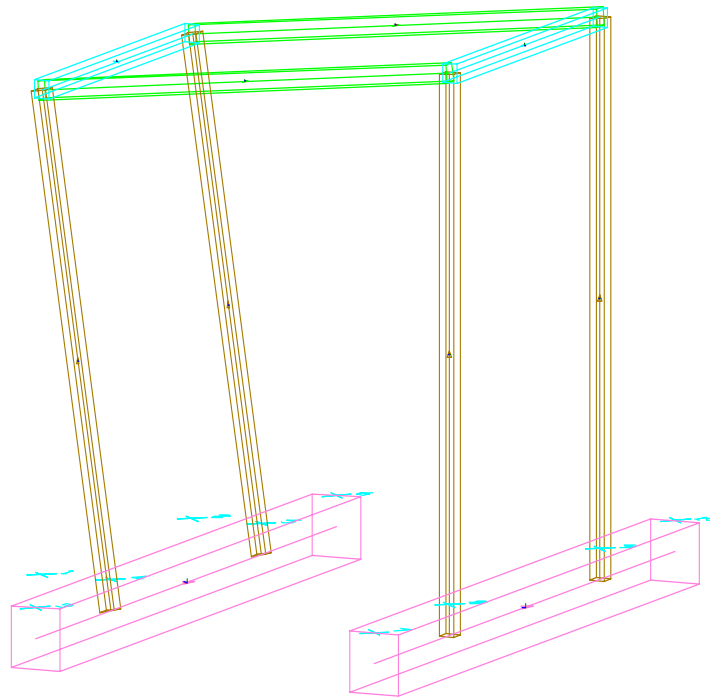
Gamma saturo: Peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

E: Modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

Poisson: Coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson
Sabbia	0	34	0	1	0.238	0.00195	0.00215	900	0.3

## 1.3 Dati di definizione



Struttura

### 1.3.1 Preferenze commessa

#### 1.3.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 14-01-08 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2	
Vn	50	
Classe d'uso	III	
Vr	75	
Tipo di analisi	Lineare statica	
Località	Torino, Venaria Reale - Latitudine (deg)	
Località	45,1248°; Longitudine (deg) 7,6365° (N 45° 7' 29"; E 7° 38' 11")	
Zona sismica	Zona 4	
Categoria del suolo	D	
Categoria topografica	T1	
Ss orizzontale SLO	1.8	
Tb orizzontale SLO	0.184	[s]
Tc orizzontale SLO	0.551	[s]
Td orizzontale SLO	1.712	[s]
Ss orizzontale SLD	1.8	
Tb orizzontale SLD	0.192	[s]
Tc orizzontale SLD	0.575	[s]
Td orizzontale SLD	1.735	[s]
Ss orizzontale SLV	1.8	
Tb orizzontale SLV	0.221	[s]
Tc orizzontale SLV	0.663	[s]
Td orizzontale SLV	1.849	[s]
Ss verticale	1	
Tb verticale	0.05	[s]
Tc verticale	0.15	[s]
Td verticale	1	[s]
St	1	[s]
PVr SLO (%)	81	
Tr SLO	45.16	
Ag/g SLO	0.0281	
Fo SLO	2.58	
Tc* SLO	0.194	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	75.43	
Ag/g SLD	0.0337	
Fo SLD	2.629	
Tc* SLD	0.211	
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	711.84	
Ag/g SLV	0.0623	
Fo SLV	2.779	
Tc* SLV	0.281	
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Scarsamente dissipativa (legno)	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	

Regolarità in pianta	[ cm ]
Regolarità in elevazione	Si
Edificio legno	Si
Altezza costruzione	Si
	344
	[ cm ]
C1	0.05
T1	0.126
Lambda SLO	1
Lambda SLD	1
Lambda SLV	1
Lambda verticale	1
Torsione accidentale semplificata	No
Torsione accidentale per piani flessibili	No
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Fondazione"	0
	[ cm ]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Fondazione"	0
	[ cm ]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 1"	14
	[ cm ]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 1"	14
	[ cm ]
Eccentricità X (per sisma Y) livello "Piano 2"	14
	[ cm ]
Eccentricità Y (per sisma X) livello "Piano 2"	14
	[ cm ]
Limite spostamenti interpiano	0.005
Moltiplicatore sisma X per combinazioni di default	1
Moltiplicatore sisma Y per combinazioni di default	1
Fattore di struttura per sisma X	1.5
Fattore di struttura per sisma Y	1.5
Fattore di struttura per sisma Z	1.5
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	2.3
Coefficiente di sicurezza portanza punta pali infissi	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza laterale compressione pali infissi	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza laterale trazione pali infissi	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza punta pali trivellati	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza laterale compressione pali trivellati	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza laterale trazione pali trivellati	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza punta micropali	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza laterale compressione micropali	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza laterale trazione micropali	1.25
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7

[ s ]

## 1.3.1.2 Preferenze di verifica

### 1.3.1.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica

D.M. 14-01-08 (N.T.C.)

### 1.3.1.2.2 Normativa di verifica C.A.

Acciaio armature	B450C
Descrizione	B450C
fyk	4500
	[ daN/cm <sup>2</sup> ]
Sigma amm.	2550
	[ daN/cm <sup>2</sup> ]
Tipo	Aderenza migliorata
E	2060000
	[ daN/cm <sup>2</sup> ]
Gamma	0.00785
	[ daN/cm <sup>3</sup> ]
Poisson	0.3
G	792307.69
	[ daN/cm <sup>2</sup> ]
Alfa	0.000012
	[ °C <sup>-1</sup> ]
Coefficiente di omogeneizzazione	15
Beta EC2 7.4.3 (7.19)	1
Gamma s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
Gamma c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5
Limite sigmac/fck in combinazione rara	0.6
Limite sigmac/fck in combinazione quasi permanente	0.45
Limite sigmaffyk in combinazione rara	0.8
Massima apertura delle fessure in combinazione frequente	0.04
	[ cm ]
Massima apertura delle fessure in comb. quasi permanente	0.03
	[ cm ]
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7

### 1.3.1.2.3 Normativa di verifica legno

Gamma combinazioni fondamentali	1.5
Gamma combinazioni eccezionali	1
Gamma combinazioni esercizio	1
KMod durata istantaneo, classe 1	1
KMod durata istantaneo, classe 2	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

### 1.3.1.3 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
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 deformazione a taglio delle piastre	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci

### 1.3.1.4 Moltiplicatori inerziali

*Tipologia: Tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.*  
*J2: Moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.*  
*J3: Moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.*  
*Jt: Moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.*  
*A: Moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.*  
*Conci rigidi: Fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.*

Tipologia	J2	J3	Jt	A	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	0.5
Pilastrino C.A.	1	1	0.01	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	0.5

### 1.3.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.0001
Numero massimo iterazioni	50

### 1.3.1.6 Preferenze di analisi carichi superficiali

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

### 1.3.1.7 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	si
Fondazioni bloccate orizzontalmente	si
Considera peso sismico delle fondazioni	no
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3
	[daN/cm3]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	1
	[daN/cm2]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	1
	[daN/cm2]

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della pressione limite	Vesic
Spessore terreno riporto superiore plinti e pali (default)	0
	[ cm ]
Peso specifico terreno riporto superiore plinti e pali (default)	0.0016
	[ daN/cm3 ]
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	200
	[ cm ]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1
K punta palo (default)	4
	[ daN/cm3 ]
Pressione limite punta palo (default)	10
	[ daN/cm2 ]
Pressione limite rottura fondazioni superficiali	6
	[ daN/cm2 ]

### 1.3.1.8 Preferenze progetto legno

Default Beta X cerniera-cerniera	1
Default Beta Y cerniera-cerniera	1
Default Beta X cerniera-incastro	0.8
Default Beta Y cerniera-incastro	0.8
Default Beta X incastro-incastro	0.7
Default Beta Y incastro-incastro	0.7
Default Beta X incastro-libero	2
Default Beta Y incastro-libero	2
Default luce su freccia per travi	300

### 1.3.1.9 Preferenze progetto acciaio

Default Beta X/m cerniera-cerniera	1
Default Beta Y/n cerniera-cerniera	1
Default Beta X/m cerniera-incastro	0.8
Default Beta Y/n cerniera-incastro	0.8
Default Beta X/m incastro-incastro	0.7
Default Beta Y/n incastro-incastro	0.7
Default Beta X/m incastro-libero	2
Default Beta Y/n incastro-libero	2
Default luce su freccia per travi	400
Rapporto di sottoutilizzo	0.8
Modalità di utilizzo del nomogramma	odi fissi
Valutazione delle frecce nelle mensole considerando spostamento relativo tra nodo iniziale e nodo finale	si

### 1.3.1.10 Preferenze progetto muratura

Forza minima aggancio al piano (default)	0
	[ daN/cm ]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8
Minima resistenza trazione travi (default)	30000
	[ daN ]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	30
	[ deg ]
Considera $d = 0.8 * h$ nei maschi senza fibre compresse	si

## 1.3.2 Azioni e carichi

### 1.3.2.1 Condizioni elementari di carico

*Descrizione:* Nome assegnato alla condizione elementare.

*I/II:* Descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

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

*Psi0:* Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

*Psi1:* Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

*Psi2:* Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

*Var.segno:* Descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	Var.segno
Pesi strutturali		Permanente	0	0	0	
Neve	I	Media	0.7	0.5	0.2	
Persona	I	Media	0.7	0.5	0.3	
Delta T	II	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X SLV			0	0	0	
Sisma Y SLV			0	0	0	
Sisma Z SLV			0	0	0	
Eccentricità Y per sisma X SLV			0	0	0	
Eccentricità X per sisma Y SLV			0	0	0	
Sisma X SLO			0	0	0	
Sisma Y SLO			0	0	0	
Sisma Z SLO			0	0	0	
Eccentricità Y per sisma X SLO			0	0	0	
Eccentricità X per sisma Y SLO			0	0	0	
Rig. Ux			0	0	0	
Rig. Uy			0	0	0	
Rig. Rz			0	0	0	

### 1.3.2.2 Combinazioni di carico

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

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T
1	1	0	0	0
2	1	0	1,5	0
3	1	1,05	1,5	0
4	1	1,5	0	0
5	1	1,5	1,05	0
6	1,3	0	0	0
7	1,3	0	1,5	0
8	1,3	1,05	1,5	0
9	1,3	1,5	0	0
10	1,3	1,5	1,05	0

#### Famiglia SLE rara

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T
1	1	0	0	0
2	1	0	1	0
3	1	0,7	1	0
4	1	1	0	0
5	1	1	0,7	0

#### Famiglia SLE frequente

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T
1	1	0	0	0
2	1	0	0,5	0
3	1	0,2	0,5	0
4	1	0,5	0	0
5	1	0,5	0,3	0

#### Famiglia SLE quasi permanente

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T
1	1	0	0	0
2	1	0	0,3	0
3	1	0,2	0	0
4	1	0,2	0,3	0

#### Famiglia SLU eccezionale

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T
------	------------------	------	---------	---------

#### Famiglia SLO

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T	Sisma X SLO	Sisma Y SLO	Sisma Z SLO	Eccentricità Y per sisma X SLO	Eccentricità X per sisma Y SLO
1	1	0,2	0,3	0	-1	-0,3	0	-1	0,3
2	1	0,2	0,3	0	-1	-0,3	0	1	-0,3
3	1	0,2	0,3	0	-1	0,3	0	-1	0,3
4	1	0,2	0,3	0	-1	0,3	0	1	-0,3
5	1	0,2	0,3	0	-0,3	-1	0	-0,3	1
6	1	0,2	0,3	0	-0,3	-1	0	0,3	-1
7	1	0,2	0,3	0	-0,3	1	0	-0,3	1
8	1	0,2	0,3	0	-0,3	1	0	0,3	-1
9	1	0,2	0,3	0	0,3	-1	0	-0,3	1
10	1	0,2	0,3	0	0,3	-1	0	0,3	-1
11	1	0,2	0,3	0	0,3	1	0	-0,3	1
12	1	0,2	0,3	0	0,3	1	0	0,3	-1
13	1	0,2	0,3	0	1	-0,3	0	-1	0,3
14	1	0,2	0,3	0	1	-0,3	0	1	-0,3
15	1	0,2	0,3	0	1	0,3	0	-1	0,3
16	1	0,2	0,3	0	1	0,3	0	1	-0,3

#### Famiglia SLV

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T	Sisma X SLV	Sisma Y SLV	Sisma Z SLV	Eccentricità Y per sisma X SLV	Eccentricità X per sisma Y SLV
1	1	0,2	0,3	0	-1	-0,3	0	-1	0,3
2	1	0,2	0,3	0	-1	-0,3	0	1	-0,3
3	1	0,2	0,3	0	-1	0,3	0	-1	0,3
4	1	0,2	0,3	0	-1	0,3	0	1	-0,3
5	1	0,2	0,3	0	-0,3	-1	0	-0,3	1
6	1	0,2	0,3	0	-0,3	-1	0	0,3	-1
7	1	0,2	0,3	0	-0,3	1	0	-0,3	1
8	1	0,2	0,3	0	-0,3	1	0	0,3	-1
9	1	0,2	0,3	0	0,3	-1	0	-0,3	1
10	1	0,2	0,3	0	0,3	-1	0	0,3	-1
11	1	0,2	0,3	0	0,3	1	0	-0,3	1
12	1	0,2	0,3	0	0,3	1	0	0,3	-1
13	1	0,2	0,3	0	1	-0,3	0	-1	0,3
14	1	0,2	0,3	0	1	-0,3	0	1	-0,3
15	1	0,2	0,3	0	1	0,3	0	-1	0,3
16	1	0,2	0,3	0	1	0,3	0	1	-0,3

## Famiglia SLV fondazioni

Nome	Pesi strutturali	Neve	Persona	Delta T	Sisma X SLV	Sisma Y SLV	Sisma Z SLV	Eccentricità Y per sisma X SLV	Eccentricità X per sisma Y SLV
1	1	0,2	0,3	0	-1,1	-0,33	0	-1,1	0,33
2	1	0,2	0,3	0	-1,1	-0,33	0	1,1	-0,33
3	1	0,2	0,3	0	-1,1	0,33	0	-1,1	0,33
4	1	0,2	0,3	0	-1,1	0,33	0	1,1	-0,33
5	1	0,2	0,3	0	-0,33	-1,1	0	-0,33	1,1
6	1	0,2	0,3	0	-0,33	-1,1	0	0,33	-1,1
7	1	0,2	0,3	0	-0,33	1,1	0	-0,33	1,1
8	1	0,2	0,3	0	-0,33	1,1	0	0,33	-1,1
9	1	0,2	0,3	0	0,33	-1,1	0	-0,33	1,1
10	1	0,2	0,3	0	0,33	-1,1	0	0,33	-1,1
11	1	0,2	0,3	0	0,33	1,1	0	-0,33	1,1
12	1	0,2	0,3	0	0,33	1,1	0	0,33	-1,1
13	1	0,2	0,3	0	1,1	-0,33	0	-1,1	0,33
14	1	0,2	0,3	0	1,1	-0,33	0	1,1	-0,33
15	1	0,2	0,3	0	1,1	0,33	0	-1,1	0,33
16	1	0,2	0,3	0	1,1	0,33	0	1,1	-0,33

## Famiglia Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano

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

### 1.3.2.3 Definizioni di carichi lineari

Nome: Nome identificativo della definizione di carico.

Valori: Valori associati alle condizioni di carico.

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

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fx f.: Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fy i.: Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fy f.: Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fz i.: Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Fz f.: Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Mx i.: Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

Mx f.: Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

My i.: Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

My f.: Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

Mz i.: Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Mz f.: Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Nome	Condizione	Valori											
		Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.
1	Pesi strutturali	0	0	0	0	-0.4	-0.4	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
	Persona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Pesi strutturali	0	0	0	0	-0.2	-0.2	0	0	0	0	0	0
	Neve	0	0	0	0	-0.7	-0.7	0	0	0	0	0	0
	Persona	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 1.3.3 Quote

#### 1.3.3.1 Livelli

Descrizione breve: Nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: Nome assegnato al livello.

Quota: Quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

Spessore: Spessore del livello. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	40
L2	Piano 1	320	12
L3	Piano 2	350	12

#### 1.3.3.2 Tronchi

Descrizione breve: Nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: Nome assegnato al tronco.

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

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Piano 1
T2	Fondazione - Piano 2	Fondazione	Piano 2
T3	Piano 1 - Piano 2	Piano 1	Piano 2

## 1.3.4 Elementi di input

### 1.3.4.1 Fili fissi

#### 1.3.4.1.1 Fili fissi di piano

*Livello:* Quota di inserimento esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

*Punto:* Punto di inserimento.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

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

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

*Tipo:* Tipo di simbolo.

*Prefisso del testo:* Prefisso del testo visualizzato a fianco del simbolo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	Prefisso del testo	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	Prefisso del testo
	X	Y						X	Y				
L1	2211.2	77.7	0	0	Croce	8	L1	1931.2	357.7	0	180	Croce	5
L1	2211.2	-62.3	0	270	Croce	7	L1	2211.2	357.7	0	0	Croce	9
L1	2211.2	497.7	0	270	Croce	10	L1	1874.2	77.7	0	180	Croce	1
L1	1874.2	357.7	0	180	Croce	2	L1	1931.2	77.7	0	180	Croce	4
L1	1931.2	497.7	0	270	Croce	6	L1	1931.2	-62.3	0	270	Croce	3

### 1.3.4.2 Travi di fondazione

#### 1.3.4.2.1 Fondazioni di travi

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

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

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

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

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

*K verticale:* Coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [daN/cm<sup>3</sup>]

*Limite compressione:* Pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [daN/cm<sup>2</sup>]

*Limite trazione:* Pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [daN/cm<sup>2</sup>]

*Sbordo magrone:* Allargamento dell'impronta della trave dovuta al magrone: nel calcolare la reazione del terreno la larghezza della trave sarà incrementata del doppio dello sbordo. [cm]

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione	Sbordo magrone
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica				
FT1	Da sito	0		Default	Default	Default	0

#### 1.3.4.2.2 Travi di fondazione C.A. di piano

*Sezione:* Riferimento ad una definizione di sezione C.A..

*P.i.:* Posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

*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 cemento armato.

*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.

*DeltaT:* Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

*Sov.:* Aliquota di sovraresistenza 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]

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

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sov.	S.Z.	C.i.	C.f.	P.lin.	Fond.
			X	Y	X	Y										

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Fond.
			X	Y	X	Y										
R 40*40	CA	L1	1931.2	497.7	1931.2	-62.3	0	C25/30	Nessuno; G		0	No	No	No	4	FT1
R 40*40	CA	L1	2211.2	497.7	2211.2	-62.3	0	C25/30	Nessuno; G		0	No	No	No	4	FT1

### 1.3.4.3 Travi in legno

#### 1.3.4.3.1 Travi in legno di piano

Sezione: Riferimento ad una definizione di sezione in legno

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 legno.

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.

DeltaT: Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

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

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]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y									
R 12*12	C	L2	1874.2	77.7	1874.2	357.7	0	Massic. cedro	2; G		0	No	No	No	0.06
R 12*12	C	L3	2211.2	77.7	2211.2	357.7	0	Massic. cedro	2; G		0	No	No	No	0.06

#### 1.3.4.3.2 Travi in legno tra piani

Sezione: Riferimento ad una definizione di sezione in legno

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

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

Quota f.: Quota del punto di inserimento finale. 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]

Mat.: Riferimento ad una definizione di materiale in legno.

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.

DeltaT: Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

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

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]

Sezione	P.i.	Quota i.	Quota f.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.
				X	Y	X	Y								
R 12*12	C	L1	L2	1931.2	357.7	1874.2	357.7	Massic. cedro	Nessuno; G		0	No	No	No	0.06
R 12*12	C	L1	L2	1931.2	77.7	1874.2	77.7	Massic. cedro	Nessuno; G		0	No	No	No	0.06
R 12*12	C	L2	L3	1874.2	77.7	2211.2	77.7	Massic. cedro	1; G		0	No	No	No	0.06
R 12*12	C	L2	L3	1874.2	357.7	2211.2	357.7	Massic. cedro	1; G		0	No	No	No	0.06

#### 1.3.4.4 Colonne in legno

Tr.: Riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sezione: Riferimento ad una definizione di sezione in legno

P.i.: Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. SS=Sinistra-sotto, SC=Sinistra-centro, SA=Sinistra-alto, CS=Centro-sotto, CC=Centro-centro, CA=Centro-alto, DS=Destra-sotto, DC=Destra-centro, DA=Destra-alto

Punto: Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

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

Mat.: Riferimento ad una definizione di materiale in legno.

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.

DeltaT: Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sistema 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]

Corr.: Lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y										
T2	R 12*12	CC	2211.2	77.7	0	Massic. cedro	Nessuno; G		0	No	No	No	0.06	2
T2	R 12*12	CC	2211.2	357.7	0	Massic. cedro	Nessuno; G		0	No	No	No	0.06	1

### 1.3.4.5 Nodi e connessioni strutture in legno

Nel modello di calcolo si considerano gli elementi tra loro collegati, in quanto si utilizzano delle bullonature, avvitature, piastre tali da rendere solidali gli elementi e dare continuità alla struttura stessa.

## 1.4 Dati di modellazione

### 1.4.1 Nodi modello

#### 1.4.1.1 Nodi di definizione del modello

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

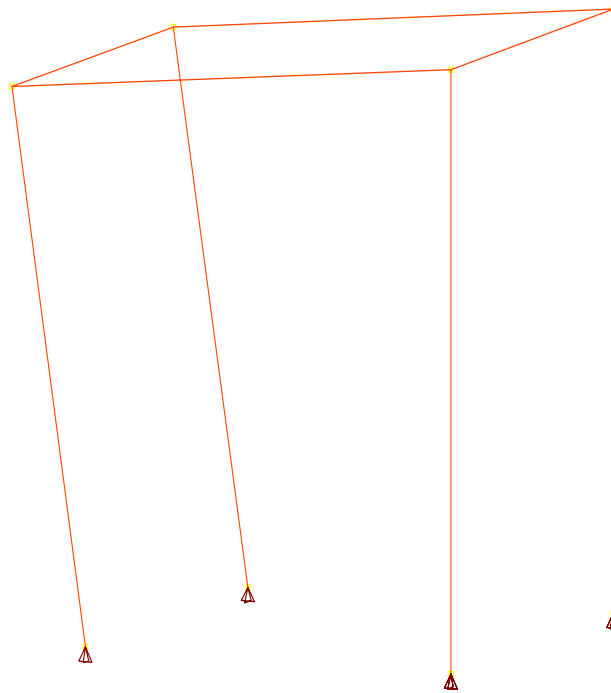
Posizione: Coordinate del nodo.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Z: Coordinata Z. [cm]

Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	1931.2	77.7	-20	3	2211.2	77.7	-20	4	1931.2	357.7	-20	5	2211.2	357.7	-20
6	1874.2	77.7	314	7	1874.2	357.7	314	8	2211.2	77.7	344	9	2211.2	357.7	344



Modello

### 1.4.2 Carichi concentrati

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Nodo: Nodo su cui agisce il carico.

Condizione: Condizione elementare mappata nella quale agisce il carico.

Fx: Componente della forza lungo l'asse X. [daN]

Fy: Componente della forza lungo l'asse Y. [daN]

Fz: Componente della forza lungo l'asse Z. [daN]

Mx: Componente del momento attorno all'asse X. [daN\*cm]

My: Componente del momento attorno all'asse Y. [daN\*cm]

Mz: Componente del momento attorno all'asse Z. [daN\*cm]

Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	6	Sisma X SLV	28.1	0	0	0	0	0	2	6	Sisma Y SLV	0	28.1	0	0	0	0
3	6	Sisma X SLO	17.8	0	0	0	0	0	4	6	Sisma Y SLO	0	17.8	0	0	0	0
5	7	Sisma X SLV	28.1	0	0	0	0	0	6	7	Sisma Y SLV	0	28.1	0	0	0	0
7	7	Sisma X SLO	17.8	0	0	0	0	0	8	7	Sisma Y SLO	0	17.8	0	0	0	0
9	8	Sisma X SLV	30.9	0	0	0	0	0	10	8	Sisma Y SLV	0	30.9	0	0	0	0
11	8	Sisma X SLO	19.6	0	0	0	0	0	12	8	Sisma Y SLO	0	19.6	0	0	0	0
13	9	Sisma X SLV	30.9	0	0	0	0	0	14	9	Sisma Y SLV	0	30.9	0	0	0	0
15	9	Sisma X SLO	19.6	0	0	0	0	0	16	9	Sisma Y SLO	0	19.6	0	0	0	0

### 1.4.3 Carichi concentrati sismici

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Nodo: Nodo su cui agisce il carico.

Condizione: Condizione elementare mappata nella quale agisce il carico.

Fx: Componente della forza lungo l'asse X. [daN]

Fy: Componente della forza lungo l'asse Y. [daN]

Fz: Componente della forza lungo l'asse Z. [daN]

Mz: Componente del momento attorno all'asse Z. [daN\*cm]

Peso: Peso sismico. [daN]

Gamma: Coefficiente gamma. Il valore è adimensionale.

Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mz	Peso	Gamma	Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mz	Peso	Gamma
1	6	Sisma X SLV	28.1	0	0	0	1.8E2	0.954	2	6	Sisma Y SLV	0	28.1	0	0	1.8E2	0.954
3	6	Sisma X SLO	17.8	0	0	0	1.8E2	0.954	4	6	Sisma Y SLO	0	17.8	0	0	1.8E2	0.954
5	7	Sisma X SLV	28.1	0	0	0	1.8E2	0.954	6	7	Sisma Y SLV	0	28.1	0	0	1.8E2	0.954
7	7	Sisma X SLO	17.8	0	0	0	1.8E2	0.954	8	7	Sisma Y SLO	0	17.8	0	0	1.8E2	0.954
9	8	Sisma X SLV	30.9	0	0	0	1.8E2	1.045	10	8	Sisma Y SLV	0	30.9	0	0	1.8E2	1.045
11	8	Sisma X SLO	19.6	0	0	0	1.8E2	1.045	12	8	Sisma Y SLO	0	19.6	0	0	1.8E2	1.045
13	9	Sisma X SLV	30.9	0	0	0	1.8E2	1.045	14	9	Sisma Y SLV	0	30.9	0	0	1.8E2	1.045
15	9	Sisma X SLO	19.6	0	0	0	1.8E2	1.045	16	9	Sisma Y SLO	0	19.6	0	0	1.8E2	1.045

### 1.4.4 Aste

#### 1.4.4.1 Carichi su aste modello

##### 1.4.4.1.1 Carichi trapezoidali locali su aste modello

Indice asta: Indice dell'asta a cui si riferisce il carico trapezoidale.

Condizione: Condizione elementare di carico a cui si riferisce il carico.

Posizione iniziale: Posizione iniziale del carico sull'asse locale 1. [cm]

F1 iniziale: Componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/cm]

F2 iniziale: Componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/cm]

F3 iniziale: Componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/cm]

Posizione finale: Posizione finale del carico sull'asse locale 1. [cm]

F1 finale: Componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/cm]

F2 finale: Componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/cm]

F3 finale: Componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/cm]

Indice asta	Condizione	Posizione iniziale	F1 iniziale	F2 iniziale	F3 iniziale	Posizione finale	F1 finale	F2 finale	F3 finale
3	Pesi strutturali	0	-0.035	-0.398	0	338.3	-0.035	-0.398	0
3	Neve	0	-0.089	-0.996	0	338.3	-0.089	-0.996	0
4	Pesi strutturali	0	-0.035	-0.398	0	338.3	-0.035	-0.398	0
4	Neve	0	-0.089	-0.996	0	338.3	-0.089	-0.996	0
7	Pesi strutturali	0	0	-0.2	0	280	0	-0.2	0
7	Neve	0	0	-0.7	0	280	0	-0.7	0
8	Pesi strutturali	0	0	-0.2	0	280	0	-0.2	0
8	Neve	0	0	-0.7	0	280	0	-0.7	0

#### 1.4.4.2 Caratteristiche meccaniche aste

I seguenti dati si riferiscono alle caratteristiche meccaniche delle aste utilizzate dal solutore ad elementi finiti. Normalmente differiscono dalle caratteristiche inerziali delle sezioni definite nel database. Tengono conto dei moltiplicatori inerziali espressi nelle preferenze FEM e di indicazioni tratte dalla bibliografia (SAP 90 Volume I Figura X-8; Belluzzi Vol. 1.

I.: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Area: Area della sezione trasversale. [cm<sup>2</sup>]

Area 2: Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [cm<sup>2</sup>]

Area 3: Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [cm<sup>2</sup>]

In.2: Momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [cm<sup>4</sup>]

In.3: Momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [cm<sup>4</sup>]

In.tors.: Momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [cm<sup>4</sup>]

E: Modulo di elasticità longitudinale. [daN/cm<sup>2</sup>]

G: Modulo di elasticità tangenziale. [daN/cm<sup>2</sup>]

Alfa: Coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C<sup>-1</sup>]

P.unit.: Peso per unità di lunghezza dell'elemento. [daN/cm]

S.fibre: Caratteristiche della sezione a fibre

Sez.corr.: Sezione degli elementi correlati.

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

*Mat.corr.: Materiale degli elementi correlati.*

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

I.	Area	Area 2	Area 3	In.2	In.3	In.tors.	E	G	Alfa	P.unit.	S.fibre	Sez.corr. Desc.	Mat.corr. Desc.
1	144	120	120	1728	1728	2557	80000	5000	0.00001	0.058		R 12*12	Massic. cedro
2	144	120	120	1728	1728	2557	80000	5000	0.00001	0.058		R 12*12	Massic. cedro

### 1.4.4.3 Definizioni aste

*Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.*

*Nodo I: Nodo iniziale.*

*Nodo J: Nodo finale.*

*Nodo K: Nodo che definisce l'asse locale 2.*

*Sezione: Caratteristiche inerziali-meccaniche della sezione.*

*Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.*

Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione Indice	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione Indice
1	5	9	11	1	2	3	8	11	1
3	6	8	12	2	4	7	9	12	2
5	4	7	12	2	6	2	6	12	2
7	8	9	12	2	8	6	7	12	2

## 1.5 Risultati numerici

### 1.5.1 Spostamenti di interpiano

Nodo inferiore: Nodo inferiore.

I.: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Pos.: Coordinate del nodo.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Z: Coordinata Z. [cm]

Nodo superiore: Nodo superiore.

I.: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Pos.: Coordinate del nodo.

Z: Coordinata Z. [cm]

Spost. rel.: Spostamento relativo. Il valore è adimensionale.

Combinazione: Combinazione.

Spostamento inferiore: Spostamento in pianta del nodo inferiore.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Spostamento superiore: Spostamento in pianta del nodo superiore.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

S.V.: Si intende non verificato qualora lo spostamento relativo sia superiore al valore limite espresso nelle preferenze di analisi.

limite SLO = 0,003333

Nodo inferiore				Nodo superiore		Spost. rel.	Combinazione	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
I.	Pos.			I.	Pos.			X	Y	X	Y	
	X	Y	Z		Z							
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002981	Famiglia "SLO" 1	0	0	-1.432	-0.224	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002981	Famiglia "SLO" 2	0	0	-1.432	-0.224	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002915	Famiglia "SLO" 3	0	0	-1.407	0.225	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002915	Famiglia "SLO" 4	0	0	-1.407	0.225	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.003195	Famiglia "SLO" 5	0	0	-0.89	-0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.003195	Famiglia "SLO" 6	0	0	-0.89	-0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.003028	Famiglia "SLO" 7	0	0	-0.809	0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.003028	Famiglia "SLO" 8	0	0	-0.809	0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002333	Famiglia "SLO" 9	0	0	-0.402	-0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002333	Famiglia "SLO" 10	0	0	-0.402	-0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002237	Famiglia "SLO" 11	0	0	-0.321	0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.002237	Famiglia "SLO" 12	0	0	-0.321	0.748	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.000819	Famiglia "SLO" 13	0	0	0.196	-0.224	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.000819	Famiglia "SLO" 14	0	0	0.196	-0.224	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.000865	Famiglia "SLO" 15	0	0	0.221	0.225	Si
3	2211.2	77.7	-20	8	344	0.000865	Famiglia "SLO" 16	0	0	0.221	0.225	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002237	Famiglia "SLO" 9	0	0	-0.321	-0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.003028	Famiglia "SLO" 5	0	0	-0.809	-0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002237	Famiglia "SLO" 10	0	0	-0.321	-0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002981	Famiglia "SLO" 3	0	0	-1.432	0.224	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002333	Famiglia "SLO" 11	0	0	-0.402	0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.003028	Famiglia "SLO" 6	0	0	-0.809	-0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002333	Famiglia "SLO" 12	0	0	-0.402	0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002915	Famiglia "SLO" 2	0	0	-1.407	-0.225	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.000865	Famiglia "SLO" 13	0	0	0.221	-0.225	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.003195	Famiglia "SLO" 7	0	0	-0.89	0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.000865	Famiglia "SLO" 14	0	0	0.221	-0.225	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002981	Famiglia "SLO" 4	0	0	-1.432	0.224	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.000819	Famiglia "SLO" 15	0	0	0.196	0.224	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.003195	Famiglia "SLO" 8	0	0	-0.89	0.748	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.000819	Famiglia "SLO" 16	0	0	0.196	0.224	Si
5	2211.2	357.7	-20	9	344	0.002915	Famiglia "SLO" 1	0	0	-1.407	-0.225	Si

### 1.5.2 Verifica effetti secondo ordine

Quota inferiore: Quota inferiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Quota superiore: Quota superiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Combinazione: Combinazione.

Carico verticale: Carico verticale. [daN]

Spostamento: Spostamento medio di interpiano. [cm]

Forza orizzontale totale: Forza orizzontale totale. [daN]

Altezza del piano: Altezza del piano. [cm]

Theta: Coefficiente Theta formula (4.13). [cm]

Stato di verifica: Si intende non verificato qualora lo spostamento relativo sia superiore al valore limite di 0.3.

Quota inferiore	Quota superiore	Combinazione	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta	Stato di verifica
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 1	749	6.736	123.321204524	364	0.112	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 2	749	6.736	123.321204524	364	0.112	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 3	749	6.736	123.321204524	364	0.112	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 4	749	6.736	123.321204524	364	0.112	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 5	749	5.4	123.32120598	364	0.09	soddisfatta

Quota inferiore	Quota superiore	Combinazione	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta	Stato di verifica
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 6	749	5.4	123.32120598	364	0.09	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 7	749	5.4	123.32120598	364	0.09	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 8	749	5.4	123.32120598	364	0.09	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 9	749	4.209	123.321205743	364	0.07	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 10	749	4.209	123.321205743	364	0.07	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 11	749	4.209	123.321205743	364	0.07	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 12	749	4.209	123.321205743	364	0.07	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 13	749	2.686	123.321203733	364	0.045	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 14	749	2.686	123.321203733	364	0.045	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 15	749	2.686	123.321203733	364	0.045	soddisfatta
Fondazione	Piano 2	Famiglia "SLV" 16	749	2.686	123.321203733	364	0.045	soddisfatta

### 1.5.3 Tagli ai livelli

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

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

*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	Contesto	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	Condizione Pesì strutturali	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	Condizione Neve	0	0	-1069	8	0	-493	0	0	0
Fondazione	Condizione Sisma X SLV	118	0	0	58	0	-54	0	0	0
Fondazione	Condizione Sisma Y SLV	0	118	0	0	59	0	0	0	0
Fondazione	Condizione Sisma X SLO	75	0	0	37	0	-34	0	0	0
Fondazione	Condizione Sisma Y SLO	0	75	0	0	37	0	0	0	0
Fondazione	Condizione Rig. Ux	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Condizione Rig. Uy	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Condizione Rig. Rz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	SLU 1	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLU 2	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLU 3	0	0	-1657	13	0	-769	0	0	0
Fondazione	SLU 4	0	0	-2138	17	0	-991	0	0	0
Fondazione	SLU 5	0	0	-2138	17	0	-991	0	0	0
Fondazione	SLU 6	0	0	-695	5	0	-326	0	0	0
Fondazione	SLU 7	0	0	-695	5	0	-326	0	0	0
Fondazione	SLU 8	0	0	-1817	14	0	-844	0	0	0
Fondazione	SLU 9	0	0	-2298	18	0	-1066	0	0	0
Fondazione	SLU 10	0	0	-2298	18	0	-1066	0	0	0
Fondazione	SLE rara 1	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLE rara 2	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLE rara 3	0	0	-1283	10	0	-596	0	0	0
Fondazione	SLE rara 4	0	0	-1604	12	0	-744	0	0	0
Fondazione	SLE rara 5	0	0	-1604	12	0	-744	0	0	0
Fondazione	SLE frequente 1	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLE frequente 2	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLE frequente 3	0	0	-749	6	0	-349	0	0	0
Fondazione	SLE frequente 4	0	0	-1069	8	0	-497	0	0	0
Fondazione	SLE frequente 5	0	0	-1069	8	0	-497	0	0	0
Fondazione	SLE quasi permanente 1	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLE quasi permanente 2	0	0	-535	4	0	-251	0	0	0
Fondazione	SLE quasi permanente 3	0	0	-749	6	0	-349	0	0	0
Fondazione	SLE quasi permanente 4	0	0	-749	6	0	-349	0	0	0
Fondazione	SLO 1	-75	-22	-749	-31	-11	-315	0	0	0
Fondazione	SLO 2	-75	-22	-749	-31	-11	-315	0	0	0
Fondazione	SLO 3	-75	-22	-749	-31	-11	-315	0	0	0
Fondazione	SLO 4	-75	-22	-749	-31	-11	-315	0	0	0
Fondazione	SLO 5	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 6	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 7	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 8	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 9	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 10	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 11	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 12	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 13	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 14	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 15	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0
Fondazione	SLO 16	-22	-75	-749	-5	-37	-339	0	0	0

Livello	Contesto	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Fondazione	SLV 1	-118	-35	-749	-52	-18	-295	0	0	0
Fondazione	SLV 2	-118	-35	-749	-52	-18	-295	0	0	0
Fondazione	SLV 3	-118	35	-749	-52	18	-295	0	0	0
Fondazione	SLV 4	-118	35	-749	-52	18	-295	0	0	0
Fondazione	SLV 5	-35	-118	-749	-12	-59	-333	0	0	0
Fondazione	SLV 6	-35	-118	-749	-12	-59	-333	0	0	0
Fondazione	SLV 7	-35	118	-749	-12	59	-333	0	0	0
Fondazione	SLV 8	-35	118	-749	-12	59	-333	0	0	0
Fondazione	SLV 9	35	-118	-749	23	-59	-365	0	0	0
Fondazione	SLV 10	35	-118	-749	23	-59	-365	0	0	0
Fondazione	SLV 11	35	118	-749	23	59	-365	0	0	0
Fondazione	SLV 12	35	118	-749	23	59	-365	0	0	0
Fondazione	SLV 13	118	-35	-749	64	-18	-403	0	0	0
Fondazione	SLV 14	118	-35	-749	64	-18	-403	0	0	0
Fondazione	SLV 15	118	35	-749	64	18	-403	0	0	0
Fondazione	SLV 16	118	35	-749	64	18	-403	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 1	-130	-39	-749	-58	-20	-290	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 2	-130	-39	-749	-58	-20	-290	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 3	-130	39	-749	-58	20	-290	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 4	-130	39	-749	-58	20	-290	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 5	-39	-130	-749	-13	-65	-331	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 6	-39	-130	-749	-13	-65	-331	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 7	-39	130	-749	-13	65	-331	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 8	-39	130	-749	-13	65	-331	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 9	39	-130	-749	25	-65	-367	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 10	39	-130	-749	25	-65	-367	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 11	39	130	-749	25	65	-367	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 12	39	130	-749	25	65	-367	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 13	130	-39	-749	69	-20	-409	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 14	130	-39	-749	69	-20	-409	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 15	130	39	-749	69	20	-409	0	0	0
Fondazione	SLV fondazioni 16	130	39	-749	69	20	-409	0	0	0
Fondazione	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Ux+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Ux-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Uy+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Uy-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Rz+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fondazione	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Rz-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Condizione Pesi strutturali	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	Condizione Neve	0	0	-873	8	0	-493	0	0	0
Piano 1	Condizione Sisma X SLV	62	0	0	58	0	-54	0	0	0
Piano 1	Condizione Sisma Y SLV	0	62	0	0	59	0	0	0	0
Piano 1	Condizione Sisma X SLO	39	0	0	37	0	-34	0	0	0
Piano 1	Condizione Sisma Y SLO	0	39	0	0	37	0	0	0	0
Piano 1	Condizione Rig. Ux	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Condizione Rig. Uy	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Condizione Rig. Rz	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	SLU 1	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLU 2	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLU 3	0	0	-1301	13	0	-729	0	0	0
Piano 1	SLU 4	0	0	-1694	17	0	-952	0	0	0
Piano 1	SLU 5	0	0	-1694	17	0	-952	0	0	0
Piano 1	SLU 6	0	0	-500	5	0	-275	0	0	0
Piano 1	SLU 7	0	0	-500	5	0	-275	0	0	0
Piano 1	SLU 8	0	0	-1416	14	0	-793	0	0	0
Piano 1	SLU 9	0	0	-1809	18	0	-1015	0	0	0
Piano 1	SLU 10	0	0	-1809	18	0	-1015	0	0	0
Piano 1	SLE rara 1	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLE rara 2	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLE rara 3	0	0	-995	10	0	-557	0	0	0
Piano 1	SLE rara 4	0	0	-1257	12	0	-705	0	0	0
Piano 1	SLE rara 5	0	0	-1257	12	0	-705	0	0	0
Piano 1	SLE frequente 1	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLE frequente 2	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLE frequente 3	0	0	-559	6	0	-310	0	0	0
Piano 1	SLE frequente 4	0	0	-821	8	0	-458	0	0	0
Piano 1	SLE frequente 5	0	0	-821	8	0	-458	0	0	0
Piano 1	SLE quasi permanente 1	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLE quasi permanente 2	0	0	-385	4	0	-211	0	0	0
Piano 1	SLE quasi permanente 3	0	0	-559	6	0	-310	0	0	0
Piano 1	SLE quasi permanente 4	0	0	-559	6	0	-310	0	0	0
Piano 1	SLO 1	-39	-12	-559	-31	-11	-276	0	0	0
Piano 1	SLO 2	-39	-12	-559	-31	-11	-276	0	0	0
Piano 1	SLO 3	-39	12	-559	-31	11	-276	0	0	0
Piano 1	SLO 4	-39	12	-559	-31	11	-276	0	0	0
Piano 1	SLO 5	-12	-39	-559	-5	-37	-300	0	0	0
Piano 1	SLO 6	-12	-39	-559	-5	-37	-300	0	0	0
Piano 1	SLO 7	-12	39	-559	-5	37	-300	0	0	0
Piano 1	SLO 8	-12	39	-559	-5	37	-300	0	0	0
Piano 1	SLO 9	12	-39	-559	17	-37	-320	0	0	0
Piano 1	SLO 10	12	-39	-559	17	-37	-320	0	0	0
Piano 1	SLO 11	12	39	-559	17	37	-320	0	0	0
Piano 1	SLO 12	12	39	-559	17	37	-320	0	0	0
Piano 1	SLO 13	39	-12	-559	42	-11	-344	0	0	0
Piano 1	SLO 14	39	-12	-559	42	-11	-344	0	0	0
Piano 1	SLO 15	39	12	-559	42	11	-344	0	0	0
Piano 1	SLO 16	39	12	-559	42	11	-344	0	0	0
Piano 1	SLV 1	-62	-19	-559	-52	-18	-256	0	0	0
Piano 1	SLV 2	-62	-19	-559	-52	-18	-256	0	0	0
Piano 1	SLV 3	-62	19	-559	-52	18	-256	0	0	0
Piano 1	SLV 4	-62	19	-559	-52	18	-256	0	0	0

Livello	Contesto	Totale			Aste verticali			Pareti		
		F			F			F		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Piano 1	SLV 5	-19	-62	-559	-12	-59	-294	0	0	0
Piano 1	SLV 6	-19	-62	-559	-12	-59	-294	0	0	0
Piano 1	SLV 7	-19	62	-559	-12	59	-294	0	0	0
Piano 1	SLV 8	-19	62	-559	-12	59	-294	0	0	0
Piano 1	SLV 9	19	-62	-559	23	-59	-326	0	0	0
Piano 1	SLV 10	19	-62	-559	23	-59	-326	0	0	0
Piano 1	SLV 11	19	62	-559	23	59	-326	0	0	0
Piano 1	SLV 12	19	62	-559	23	59	-326	0	0	0
Piano 1	SLV 13	62	-19	-559	64	-18	-364	0	0	0
Piano 1	SLV 14	62	-19	-559	64	-18	-364	0	0	0
Piano 1	SLV 15	62	19	-559	64	18	-364	0	0	0
Piano 1	SLV 16	62	19	-559	64	18	-364	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 1	-68	-20	-559	-58	-20	-250	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 2	-68	-20	-559	-58	-20	-250	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 3	-68	20	-559	-58	20	-250	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 4	-68	20	-559	-58	20	-250	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 5	-20	-68	-559	-13	-65	-292	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 6	-20	-68	-559	-13	-65	-292	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 7	-20	68	-559	-13	65	-292	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 8	-20	68	-559	-13	65	-292	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 9	20	-68	-559	25	-65	-328	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 10	20	-68	-559	25	-65	-328	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 11	20	68	-559	25	65	-328	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 12	20	68	-559	25	65	-328	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 13	68	-20	-559	69	-20	-370	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 14	68	-20	-559	69	-20	-370	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 15	68	20	-559	69	20	-370	0	0	0
Piano 1	SLV fondazioni 16	68	20	-559	69	20	-370	0	0	0
Piano 1	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Ux+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Ux-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Uy+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Uy-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Rz+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Piano 1	Calcolo rigidezza torsionale/flessionale di piano Rig. Rz-	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 1.5.4 Equilibrio forze

Contributo: Nome attribuito al sistema risultante.

Fx: Componente X di traslazione del sistema risultante. [daN]

Fy: Componente Y di traslazione del sistema risultante. [daN]

Fz: Componente Z di traslazione del sistema risultante. [daN]

Mx: Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN\*cm]

My: Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN\*cm]

Mz: Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN\*cm]

### Bilancio in condizione di carico: Pesi strutturali

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-534.9	-116400	1094000	0
Reazioni	0	0	534.9	116400	-1094000	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

### Bilancio in condizione di carico: Neve

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-1069	-232700	2183000	0
Reazioni	0	0	1069	232700	-2183000	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

### Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	118.1	0	0	0	38950	-25720
Reazioni	-118.1	0	0	0	-38950	25720
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

### Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLV

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	118.1	0	-38950	0	242200
Reazioni	0	-118.1	0	38950	0	-242200
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

### Bilancio in condizione di carico: Sisma X SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	74.77	0	0	0	24650	-16280
Reazioni	-74.77	0	0	0	-24650	16280
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

#### Bilancio in condizione di carico: Sisma Y SLO

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	74.77	0	-24650	0	153300
Reazioni	0	-74.77	0	24650	0	-153300
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

#### Bilancio in condizione di carico: Rig. Ux

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

#### Bilancio in condizione di carico: Rig. Uy

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

#### Bilancio in condizione di carico: Rig. Rz

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	0	0	0	0
Reazioni	0	0	0	0	0	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

### 1.5.5 Annotazioni solutore

Informazioni: Informazioni fornite dal solutore al termine del calcolo del modello.

Informazioni

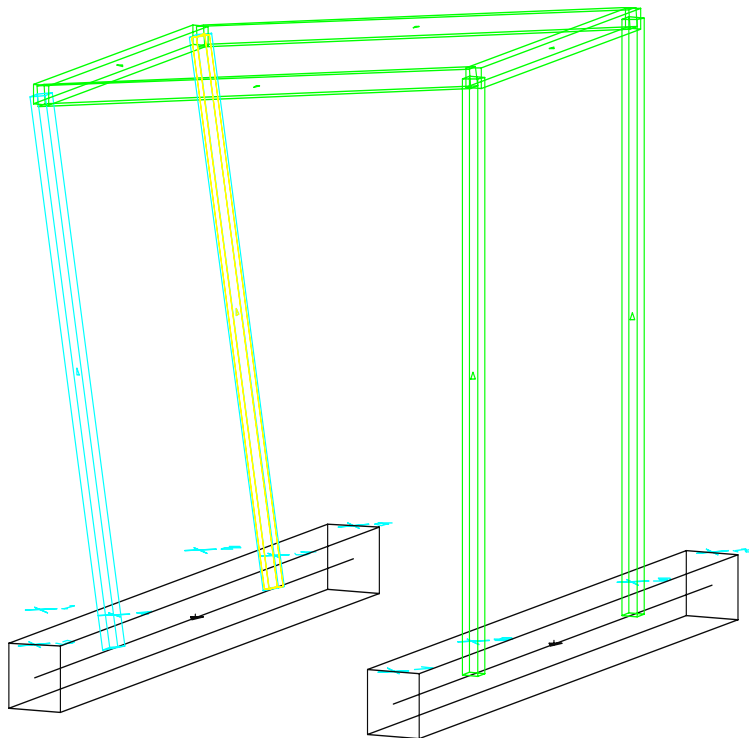
### 1.5.6 Statistiche soluzione

Tipo di equazioni	Lineari
Tecnica di soluzione	Matrici sparse
Numero equazioni	24
Elemento minimo diagonale	32030
Elemento massimo	3600000
Rapporto max/min	112.4
Elementi non nulli	220

## 1.6 Verifiche

### 1.6.1 Verifiche aste in legno

Luce/Freccia amm.	valore ammissibile del rapporto luce su freccia
Beta x	coeff. moltiplicativo della luce per sbandamento in direzione x
Beta y	coeff. moltiplicativo della luce per sbandamento in direzione y
comb	combinazione di carico
Mx	momento flettente attorno all'asse x locale
My	momento flettente attorno all'asse y locale
N	sforzo normale
Kcrit	coeff. riduttivo per sbandamento laterale (EC5 5.2.2b)
Kmod	coeff. moltiplicativo della resistenza caratteristica (EC5 3.1.7)
Gamma	coeff. di sicurezza parziale (EC5 2.3.3.2)
Sm,y,d	tensione di progetto dovuta alla flessione attorno all'asse orizzontale della sezione (EC5 fig.6.1)
Sm,z,d	tensione di progetto dovuta alla flessione attorno all'asse verticale della sezione (EC5 fig.6.1)
fm,y,d	resistenza di progetto a flessione attorno all'asse orizzontale della sezione
fm,z,d	resistenza di progetto a flessione attorno all'asse verticale della sezione
fc,0,d	resistenza di progetto a compressione parallela alle fibre
ft,0,d	resistenza di progetto a trazione parallela alle fibre
fv,d	resistenza di progetto a taglio
Km	coefficiente di sezione (EC5 6.1.6 nota 2)
Snellezza,max	snellezza massima
fx,max	freccia massima in direzione x locale
fy,max	freccia massima in direzione y locale
Kdef	coeff. correttivo della deformazione per effetto di umidità e viscosità (EC5 4.1)
Luce asta	lunghezza effettiva dell'asta
Lfx,max	rapporto luce su freccia in direzione x locale
Lfy,max	rapporto luce su freccia in direzione y locale
Tau,x	tensione tangenziale in direzione x
Tau,y	tensione tangenziale in direzione y
Tau,max	tensione tangenziale risultante



Verifiche

#### Asta 1: Colonna in legno tronco Fondazione - Piano 2 filo 9

Unità di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza = 364 cm  
Sezione: R 12\*12  
Materiale: Massic. cedro  
Beta,x = 0.7  
Beta,y = 0.7  
Rapporto luce/freccia elastica limite = 300  
Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Classe di servizio Uno

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.9: Taglio

Sezione ad ascissa 364 cm  
Kmod = 1,00  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$   
 $\sqrt{0.1^2 + 0.37^2} = 0.39 \leq 11.33$   
Combinazione:SLV, 12  
Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo  
Tx = 10.1 daN  
Ty = -36 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.8: Pressoflessione

Sezione ad ascissa 364 cm  
Kmod = 0,80  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$   
 $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + K_m(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$   
 $(3.5/85.3)^2 + 0.7 \cdot 18.8/78.1 + 21.5/78.1 = 0.45 \leq 1$  [4.4.7b]  
Combinazione:SLU, 10  
Durata minima del carico nella combinazione: media  
Mx = -5427.9 daN\*cm  
My = -6199 daN\*cm  
N = -505.6 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.10: Torsione

Sezione ad ascissa 364 cm  
Kmod = 1,00  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $\tau_{tor,d} \leq K_{sh} \cdot f_{v,d}$   
 $0.06 \leq 13.03$   
Combinazione:SLV, 8  
Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo  
Mt = 21 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.2: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione

Sezione ad ascissa 364 cm  
fc,0,k = 160  
Kmod = 0,80  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
fc,0,d = Kmod \* fc,0,k / Gamma = 85,3  
leff,x (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) = BetaX \* L = 254,8  
leff,y (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) = BetaY \* L = 254,8  
Snellezza l,x = L,x / Sqrt(Jx / Area) = 73,6  
Snellezza l,y = L,y / Sqrt(Jy / Area) = 73,6  
E,0.5% = 53600  
Sig,crit,x = PI^2 \* E,0.5% / (l,x^2) = 97,8  
Sig,crit,y = PI^2 \* E,0.5% / (l,y^2) = 97,8  
Snellezza relativa lrel,x = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,x) = 1,28  
Snellezza relativa lrel,y = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,y) = 1,28  
Beta,c = 0,20  
Kx = 0.5 \* (1 + Beta,c \* (l,relx - 0.3) + l,relx^2) = 1,42  
Kcx = 1 / (Kx + Sqrt(Kx^2 - l,relx^2)) = 0,49  
Ky = 0.5 \* (1 + Beta,c \* (l,rely - 0.3) + l,rely^2) = 1,42  
Kcy = 1 / (Ky + Sqrt(Ky^2 - l,rely^2)) = 0,49  
 $\sigma_{c,0,d}/(f_{c,0,d} \cdot K_c) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} + K_m(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) \leq 1$   
 $\sigma_{c,0,d}/(f_{c,0,d} \cdot K_c) + K_m(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} \leq 1$   
 $3.5/(0.49 \cdot 85.3) + 0.7 \cdot 18.8/78.1 + 21.5/78.1 = 0.53 \leq 1$   
Combinazione:SLU, 10  
Mx = -5427.9 daN\*cm  
My = -6199 daN\*cm  
N = -505.6 daN

EC5 Paragrafo 2.2.3 (2): Verifica della freccia istantanea

Sezione ad ascissa 194.1 cm  
Kdef = 0  
Uinst in x = -0.38 cm  
Uinst in y = 0.13 cm  
Uinst = 0.38 cm  
Luca/Uinst > limite  
364/0.38=950.3 > 300  
Combinazione:SLE rara, 5

EC5 Paragrafo 2.2.3 (3): Verifica della freccia finale

Sezione ad ascissa 194.1 cm  
Kdef = 0,60  
Ufin in x = -0.49 cm  
Ufin in y = 0.17 cm  
Ufin = 0.49 cm  
Luca/Ufin > limite  
364/0.49=747.7 > 300  
Combinazione:SLE quasi permanente, 4

---

## Asta 2: Colonna in legno tronco Fondazione - Piano 2 filo 8

Unità di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza = 364 cm  
Sezione: R 12\*12  
Materiale: Massic. cedro  
Beta,x = 0.7  
Beta,y = 0.7  
Rapporto luce/freccia elastica limite = 300  
Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Classe di servizio Uno

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.9: Taglio

Sezione ad ascissa 364 cm

Kmod = 1,00

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50

Kh = 1,046 (formula 3.1)

$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$

$\sqrt{0.1^2 + 0.37^2} = 0.39 \leq 11.33$

Combinazione:SLV, 10

Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo

Tx = 10.1 daN

Ty = 36 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.8: Pressoflessione

Sezione ad ascissa 364 cm

Kmod = 0,80

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50

Kh = 1,046 (formula 3.1)

$(S_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + S_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m \cdot (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$

$(S_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + K_m \cdot (S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + S_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$

$(3.5/85.3)^2 + 0.7 \cdot 18.8/78.1 + 21.5/78.1 = 0.45 \leq 1$  [4.4.7b]

Combinazione:SLU, 10

Durata minima del carico nella combinazione: media

Mx = 5427.9 daN\*cm

My = -6199 daN\*cm

N = -505.6 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.10: Torsione

Sezione ad ascissa 364 cm

Kmod = 1,00

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50

Kh = 1,046 (formula 3.1)

$\tau_{tor,d} \leq K_{sh} \cdot f_{v,d}$

0.06 ≤ 13.03

Combinazione:SLV, 10

Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo

Mt = -21 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.2: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione

Sezione ad ascissa 364 cm

fc,0,k = 160

Kmod = 0,80

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50

fc,0,d = Kmod \* fc,0,k / Gamma = 85,3

leff,x (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) = BetaX \* L = 254,8

leff,y (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) = BetaY \* L = 254,8

Snellezza l,x = L,x / Sqrt(Jx / Area) = 73,6

Snellezza l,y = L,y / Sqrt(Jy / Area) = 73,6

E,0.5% = 53600

Sig,crit,x = PI^2 \* E,0.5% / (l,x^2) = 97,8

Sig,crit,y = PI^2 \* E,0.5% / (l,y^2) = 97,8

Snellezza relativa lrel,x = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,x) = 1,28

Snellezza relativa lrel,y = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,y) = 1,28

Beta,c = 0,20

Kx = 0.5 \* (1 + Beta,c \* (l,relx - 0.3) + l,relx^2) = 1,42

Kcx = 1 / (Kx + Sqrt(Kx^2 - l,relx^2)) = 0,49

Ky = 0.5 \* (1 + Beta,c \* (l,rely - 0.3) + l,rely^2) = 1,42

Kcy = 1 / (Ky + Sqrt(Ky^2 - l,rely^2)) = 0,49

Sc,0,d/(fc,0,d\*Kc,z) + Sm,z,d/fm,z,d + Km\*(Sm,y,d/fm,y,d) ≤ 1

Sc,0,d/(fc,0,d\*Kc,y) + Km\*(Sm,z,d/fm,z,d) + Sm,y,d/fm,y,d ≤ 1

3.5/(0.49\*85.3) + 0.7\*18.8/78.1 + 21.5/78.1 = 0.53 ≤ 1

Combinazione:SLU, 10

Mx = 5427.9 daN\*cm

My = -6199 daN\*cm

N = -505.6 daN

EC5 Paragrafo 2.2.3 (2): Verifica della freccia istantanea

Sezione ad ascissa 194.1 cm

Kdef = 0

Uinst in x = -0.38 cm

Uinst in y = -0.13 cm

Uinst = 0.38 cm

Luce/Uinst > limite

364/0.38=950.3 > 300

Combinazione:SLE rara, 5

EC5 Paragrafo 2.2.3 (3): Verifica della freccia finale

Sezione ad ascissa 194.1 cm

Kdef = 0,60

Ufin in x = -0.49 cm

Ufin in y = -0.17 cm

Ufin = 0.49 cm

Luce/Ufin > limite

364/0.49=747.7 > 300

Combinazione:SLE quasi permanente, 4

---

### Asta 3: Trave in legno a (livello Piano 1 filo 1) (livello Piano 2 filo 8)

Unità di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza = 338.3 cm

Sezione: R 12\*12

Materiale: Massic. cedro

Beta,x = 0.7

Beta,y = 0.7  
Rapporto luce/freccia elastica limite = 300  
Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Classe di servizio Uno

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.6: Flessione  
Sezione ad ascissa 0 cm  
Kmod = 0,80  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $Sm,y,d/fm,y,d + Km*(Sm,z,d/fm,z,d) \leq 1$   
 $Km*(Sm,y,d/fm,y,d) + Sm,z,d/fm,z,d \leq 1$   
 $70.5/78.1+0.7*2.6/78.1=0.93 \leq 1$  (formula 4.4.5a)  
Combinazione:SLU, 10  
Durata minima del carico nella combinazione: media  
Mx = 20295.6 daN\*cm  
My = -750.1 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.9: Taglio  
Sezione ad ascissa 0 cm  
Kmod = 0,80  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$   
 $\text{Sqrt}(0.03^2+4.11^2) = 4.11 \leq 9.07$   
Combinazione:SLU, 10  
Durata minima del carico nella combinazione: media  
Tx = 3.2 daN  
Ty = 394.7 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.10: Torsione  
Sezione ad ascissa 338.3 cm  
Kmod = 0,80  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $\tau_{v,tor,d} \leq K_{sh} * f_{v,d}$   
 $0.01 \leq 10.43$   
Combinazione:SLU, 10  
Durata minima del carico nella combinazione: media  
Mt = -4.8 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.2: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione  
Sezione ad ascissa 0 cm  
fc,0,k = 160  
Kmod = 0,80  
Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
fc,0,d = Kmod \* fc,0,k / Gamma = 85,3  
leff,x (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) = BetaX \* L = 236,8  
leff,y (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) = BetaY \* L = 236,8  
Snellezza l,x = L,x/ Sqrt(Jx / Area)= 68,4  
Snellezza l,y = L,y/ Sqrt(Jy / Area)= 68,4  
E,0.5% = 53600  
Sig,crit,x =  $\text{PI}^2 * E,0.5\% / (l,x^2) = 113,2$   
Sig,crit,y =  $\text{PI}^2 * E,0.5\% / (l,y^2) = 113,2$   
Snellezza relativa lrel,x =  $\text{Sqrt}(Fc,0,k / \text{Sig,crit,x}) = 1,19$   
Snellezza relativa lrel,y =  $\text{Sqrt}(Fc,0,k / \text{Sig,crit,y}) = 1,19$   
Beta,c = 0,20  
Kx =  $0.5 * (1 + \text{Beta,c} * (l,relx - 0.3) + l,relx^2) = 1,30$   
Kcx =  $1 / (Kx + \text{Sqrt}(Kx^2 - l,relx^2)) = 0,55$   
Ky =  $0.5 * (1 + \text{Beta,c} * (l,relx - 0.3) + l,relx^2) = 1,30$   
Kcy =  $1 / (Ky + \text{Sqrt}(Ky^2 - l,relx^2)) = 0,55$   
Sc,0,d/(fc,0,d\*Kc,z) + Sm,z,d/fm,z,d + Km\*(Sm,y,d/fm,y,d) <= 1  
Sc,0,d/(fc,0,d\*Kc,y) + Km\*(Sm,z,d/fm,z,d) + Sm,y,d/fm,y,d <= 1  
 $0.3/(0.55*85.3)+70.5/78.1+0.7*2.6/78.1=0.93 \leq 1$   
Combinazione:SLU, 10  
Mx = 20295.6 daN\*cm  
My = -750.1 daN\*cm  
N = -44.1 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.1: Verifica della stabilità laterale torsionale  
Sezione ad ascissa 0 cm  
fm,k = 140  
Kmod = 0,80  
Gamma = 1,50  
fm,d = Kmod \* fm,k / Gamma = 78  
Lunghezza efficace lef,y = BetaY \* L = 236,8  
E,0.5% = 80000  
G,0.5% = 5000  
Sig,m,crit =  $\text{PI}^2 * \text{Sqrt}(E,0.5\% * Jx * G,0.5\% * Jt) / (Wx * lef,y) = 3161,7$   
Wx = 288,0  
Jt = 2557,4  
Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)  
L,rel =  $\text{Sqrt}(fm,k / \text{Sig,m,crit}) = 0,21$   
L,rel <= 0.75 --> Kcrit = 1  
Sm,d <= Kcrit\*fm,d  
73.1 <= 1\*78.1  
Combinazione:SLU, 10  
Mx = 20295.6 daN\*cm  
My = -750.1 daN\*cm  
N = -44.1 daN

EC5 Paragrafo 2.2.3 (2): Verifica della freccia istantanea  
Sezione ad ascissa 180.4 cm  
Kdef = 0  
Uinst in x = -0.02 cm  
Uinst in y = -0.88 cm

Uinst = 0.88 cm  
 Luce/Uinst > limite  
 $338.3/0.88=386.6 > 300$   
 Combinazione:SLE rara, 5

EC5 Paragrafo 2.2.3 (3): Verifica della freccia finale  
 Sezione ad ascissa 180.4 cm  
 Kdef = 0,60  
 Ufin in x = -0.02 cm  
 Ufin in y = -1.11 cm  
 Ufin = 1.11 cm  
 Luce/Ufin > limite  
 $338.3/1.11=304.1 > 300$   
 Combinazione:SLE quasi permanente, 4

## Asta 4: Trave in legno a (livello Piano 1 filo 2) (livello Piano 2 filo 9)

Unità di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza = 338.3 cm  
 Sezione: R 12\*12  
 Materiale: Massic. cedro  
 Beta,x = 0.7  
 Beta,y = 0.7  
 Rapporto luce/freccia elastica limite = 300  
 Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Classe di servizio Uno

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.6: Flessione  
 Sezione ad ascissa 0 cm  
 Kmod = 0,80  
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
 Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $Sm,y,d/fm,y,d + Km*(Sm,z,d/fm,z,d) \leq 1$   
 $Km*(Sm,y,d/fm,y,d) + Sm,z,d/fm,z,d \leq 1$   
 $70.5/78.1+0.7*2.6/78.1=0.93 \leq 1$  (formula 4.4.5a)  
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 Mx = 20295.6 daN\*cm  
 My = 750.1 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.9: Taglio  
 Sezione ad ascissa 0 cm  
 Kmod = 0,80  
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
 Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $\tau,d \leq f_{v,d}$   
 $Sqrt(0.03^2+4.11^2) = 4.11 \leq 9.07$   
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 Tx = -3.2 daN  
 Ty = 394.7 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.10: Torsione  
 Sezione ad ascissa 338.3 cm  
 Kmod = 0,80  
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
 Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 $\tau_{tor,d} \leq K_{sh} * f_{v,d}$   
 $0.01 \leq 10.43$   
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 Mt = 4.8 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.2: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione  
 Sezione ad ascissa 0 cm  
 fc,0,k = 160  
 Kmod = 0,80  
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
 $fc,0,d = Kmod * fc,0,k / Gamma = 85,3$   
 leff,x (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) = BetaX \* L = 236,8  
 leff,y (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) = BetaY \* L = 236,8  
 Snellezza l,x = L,x/ Sqrt(Jx / Area)= 68,4  
 Snellezza l,y = L,y/ Sqrt(Jy / Area)= 68,4  
 E,0.5% = 53600  
 $Sig,crit,x = PI^2 * E,0.5% / * (l,x^2) = 113,2$   
 $Sig,crit,y = PI^2 * E,0.5% / * (l,y^2) = 113,2$   
 Snellezza relativa lrel,x = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,x) = 1,19  
 Snellezza relativa lrel,y = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,y) = 1,19  
 Beta,c = 0,20  
 $Kx = 0.5 * (1 + Beta,c * (l,relx - 0.3) + l,relx ^ 2) = 1,30$   
 $Kcx = 1 / (Kx + Sqrt(Kx ^ 2 - l,relx ^ 2)) = 0,55$   
 $Ky = 0.5 * (1 + Beta,c * (l,rely - 0.3) + l,rely ^ 2) = 1,30$   
 $Kcy = 1 / (Ky + Sqrt(Ky ^ 2 - l,rely ^ 2)) = 0,55$   
 $Sc,0,d/(fc,0,d*Kc,z) + Sm,z,d/fm,z,d + Km*(Sm,y,d/fm,y,d) \leq 1$   
 $Sc,0,d/(fc,0,d*Kc,y) + Km*(Sm,z,d/fm,z,d) + Sm,y,d/fm,y,d \leq 1$   
 $0.3/(0.55*85.3)+70.5/78.1+0.7*2.6/78.1=0.93 \leq 1$   
 Combinazione:SLU, 10  
 Mx = 20295.6 daN\*cm  
 My = 750.1 daN\*cm  
 N = -44.1 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.1: Verifica della stabilità laterale torsionale  
 Sezione ad ascissa 0 cm  
 fm,k = 140

Kmod = 0,80  
 Gamma = 1,50  
 $fm,d = Kmod * fm,k / Gamma = 78$   
 Lunghezza efficace  $lef,y = BetaY * L = 236,8$   
 $E,0.5\% = 80000$   
 $G,0.5\% = 5000$   
 $Sig,m,crit = PI*Sqr(E0,05*Jx*G0,05*Jt)/(Wx*lef,y) = 3161,7$   
 $Wx = 288,0$   
 $Jt = 2557,4$   
 Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)  
 $L,rel = Sqr(fm,k / Sig,m,crit) = 0,21$   
 $L,rel <= 0.75 \rightarrow Kcrit = 1$   
 $Sm,d <= Kcrit*fm,d$   
 $73.1 <= 1*78.1$   
 Combinazione:SLU, 10  
 $Mx = 20295.6 \text{ daN*cm}$   
 $My = 750.1 \text{ daN*cm}$   
 $N = -44.1 \text{ daN}$

EC5 Paragrafo 2.2.3 (2): Verifica della freccia istantanea  
 Sezione ad ascissa 180.4 cm  
 $Kdef = 0$   
 $Uinst \text{ in } x = 0.02 \text{ cm}$   
 $Uinst \text{ in } y = -0.88 \text{ cm}$   
 $Uinst = 0.88 \text{ cm}$   
 $Luce/Uinst > limite$   
 $338.3/0.88=386.6 > 300$   
 Combinazione:SLE rara, 5

EC5 Paragrafo 2.2.3 (3): Verifica della freccia finale  
 Sezione ad ascissa 180.4 cm  
 $Kdef = 0,60$   
 $Ufin \text{ in } x = 0.02 \text{ cm}$   
 $Ufin \text{ in } y = -1.11 \text{ cm}$   
 $Ufin = 1.11 \text{ cm}$   
 $Luce/Ufin > limite$   
 $338.3/1.11=304.1 > 300$   
 Combinazione:SLE quasi permanente, 4

## Asta 7: Trave in legno a livello Piano 2 fili 8-9

Unità di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza = 280 cm  
 Sezione: R 12\*12  
 Materiale: Massic. cedro  
 $Beta,x = 0.7$   
 $Beta,y = 0.7$   
 Rapporto luce/freccia elastica limite = 300  
 Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Classe di servizio Uno

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.6: Flessione  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 $Kmod = 0,80$   
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale  $Gamma = 1,50$   
 $Kh = 1,046$  (formula 3.1)  
 $Sm,y,d/fm,y,d + Km*(Sm,z,d/fm,z,d) <= 1$   
 $Km*(Sm,y,d/fm,y,d) + Sm,z,d/fm,z,d <= 1$   
 $28.2/78.1+0.7*1.2/78.1=0.37 <= 1$  (formula 4.4.5a)  
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 $Mx = -8108.2 \text{ daN*cm}$   
 $My = 334.9 \text{ daN*cm}$

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.9: Taglio  
 Sezione ad ascissa 280 cm  
 $Kmod = 0,80$   
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale  $Gamma = 1,50$   
 $Kh = 1,046$  (formula 3.1)  
 $tau,d <= fv,d$   
 $Sqr(0^2+2.02^2) = 2.02 <= 9.07$   
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 $Tx = 0 \text{ daN}$   
 $Ty = -193.9 \text{ daN}$

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.10: Torsione  
 Sezione ad ascissa 280 cm  
 $Kmod = 1,00$   
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale  $Gamma = 1,50$   
 $Kh = 1,046$  (formula 3.1)  
 $tau,tor,d <= Ksh * fv,d$   
 $0.03 <= 13.03$   
 Combinazione:SLV, 8  
 Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo  
 $Mt = -10.4 \text{ daN*cm}$

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.2: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 $fc,0,k = 160$   
 $Kmod = 0,80$   
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale  $Gamma = 1,50$   
 $fc,0,d = Kmod * fc,0,k / Gamma = 85,3$   
 $leff,x$  (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) =  $BetaX * L = 196,0$

leff,y (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) = BetaY \* L = 196,0  
 Snellezza l,x = L,x/ Sqrt(Jx / Area)= 56,6  
 Snellezza l,y = L,y/ Sqrt(Jy / Area)= 56,6  
 E,0.5% = 53600  
 Sig,crit,x = PI^2 \* E,0.5% / \* (l,x^2) = 165,2  
 Sig,crit,y = PI^2 \* E,0.5% / \* (l,y^2) = 165,2  
 Snellezza relativa lrel,x = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,x) = 0,98  
 Snellezza relativa lrel,y = Sqrt(Fc,0,k / Sig,crit,y) = 0,98  
 Beta,c = 0,20  
 Kx = 0.5 \* (1 + Beta,c \* (l,relx - 0.3) + l,relx ^ 2) = 1,05  
 Kcx = 1 / (Kx + Sqrt(Kx ^ 2 - l,relx ^ 2)) = 0,70  
 Ky = 0.5 \* (1 + Beta,c \* (l,rely - 0.3) + l,rely ^ 2) = 1,05  
 Kcy = 1 / (Ky + Sqrt(Ky ^ 2 - l,rely ^ 2)) = 0,70  
 Sc,0,d/(fc,0,d\*Kc,z)+ Sm,z,d/fm,z,d + Km\*(Sm,y,d/fm,y,d) <= 1  
 Sc,0,d/(fc,0,d\*Kc,y)+ Km\*(Sm,z,d/fm,z,d) + Sm,y,d/fm,y,d <= 1  
 0.2/(0.7\*85.3)+28.2/78.1+0.7\*1.2/78.1=0.37 <= 1  
 Combinazione:SLU, 10  
 Mx = -8108.2 daN\*cm  
 My = 334.9 daN\*cm  
 N = -25.5 daN

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.1: Verifica della stabilità laterale torsionale  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 fm,k = 140  
 Kmod = 0,80  
 Gamma = 1,50  
 fm,d = Kmod \* fm,k / Gamma = 78  
 Lunghezza efficace lef,y = BetaY \* L = 196,0  
 E,0.5% = 80000  
 G,0.5% = 5000  
 Sig,m,crit = PI\*Sqr(E0,05\*Jx\*G0,05\*Jt)/(Wx\*lef,y) = 3820,4  
 Wx = 288,0  
 Jt = 2557,4  
 Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)  
 L,rel = Sqrt(fm,k / Sig,m,crit) = 0,19  
 L,rel <= 0.75 --> Kcrit = 1  
 Sm,d <= Kcrit\*fm,d  
 29.3 <= 1\*78.1  
 Combinazione:SLU, 10  
 Mx = -8108.2 daN\*cm  
 My = 334.9 daN\*cm  
 N = -25.5 daN

EC5 Paragrafo 2.2.3 (2): Verifica della freccia istantanea  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 Kdef = 0  
 Uinst in x = 0.02 cm  
 Uinst in y = -0.3 cm  
 Uinst = 0.3 cm  
 Luce/Uinst > limite  
 280/0.3=929.5 > 300  
 Combinazione:SLE rara, 5

EC5 Paragrafo 2.2.3 (3): Verifica della freccia finale  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 Kdef = 0,60  
 Ufin in x = 0.02 cm  
 Ufin in y = -0.38 cm  
 Ufin = 0.38 cm  
 Luce/Ufin > limite  
 280/0.38=744.1 > 300  
 Combinazione:SLE quasi permanente, 4

## Asta 8: Trave in legno a livello Piano 1 fili 1-2

Unità di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza = 280 cm  
 Sezione: R 12\*12  
 Materiale: Massic. cedro  
 Beta,x = 0.7  
 Beta,y = 0.7  
 Rapporto luce/freccia elastica limite = 300  
 Rapporto luce/freccia elastica differita = 300

Classe di servizio Uno

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.6: Flessione  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 Kmod = 0,80  
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
 Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 Sm,y,d/fm,y,d + Km\*(Sm,z,d/fm,z,d) <= 1  
 Km\*(Sm,y,d/fm,y,d) + Sm,z,d/fm,z,d <= 1  
 27.9/78.1+0.7\*0.6/78.1=0.36 <= 1 (formula 4.4.5a)  
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 Mx = -8025.6 daN\*cm  
 My = -159.5 daN\*cm

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.9: Taglio  
 Sezione ad ascissa 280 cm  
 Kmod = 0,80  
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale Gamma = 1,50  
 Kh = 1,046 (formula 3.1)  
 tau,d <= fv,d

$\text{Sqrt}(0^2+2.02^2) = 2.02 \leq 9.07$   
 Combinazione:SLU, 10  
 Durata minima del carico nella combinazione: media  
 $T_x = 0 \text{ daN}$   
 $T_y = -193.9 \text{ daN}$

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.1.10: Torsione  
 Sezione ad ascissa 280 cm  
 $K_{\text{mod}} = 1,00$   
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale  $\Gamma = 1,50$   
 $K_h = 1,046$  (formula 3.1)  
 $\tau_{\text{tor,d}} \leq K_{\text{sh}} * f_{v,d}$   
 $0.03 \leq 13.03$   
 Combinazione:SLV, 8  
 Durata minima del carico nella combinazione: istantaneo  
 $M_t = -12.2 \text{ daN*cm}$

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.2: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 $f_{c,0,k} = 160$   
 $K_{\text{mod}} = 0,80$   
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale  $\Gamma = 1,50$   
 $f_{c,0,d} = K_{\text{mod}} * f_{c,0,k} / \Gamma = 85,3$   
 $l_{\text{eff,x}}$  (per sbandamento attorno all'asse x della sezione) =  $\text{BetaX} * L = 196,0$   
 $l_{\text{eff,y}}$  (per sbandamento attorno all'asse y della sezione) =  $\text{BetaY} * L = 196,0$   
 $\text{Snellezza } l_x = L_x / \text{Sqrt}(J_x / \text{Area}) = 56,6$   
 $\text{Snellezza } l_y = L_y / \text{Sqrt}(J_y / \text{Area}) = 56,6$   
 $E, 0.5\% = 53600$   
 $\text{Sig,crit,x} = \text{PI}^2 * E, 0.5\% / * (l_x^2) = 165,2$   
 $\text{Sig,crit,y} = \text{PI}^2 * E, 0.5\% / * (l_y^2) = 165,2$   
 $\text{Snellezza relativa } l_{\text{rel,x}} = \text{Sqrt}(F_{c,0,k} / \text{Sig,crit,x}) = 0,98$   
 $\text{Snellezza relativa } l_{\text{rel,y}} = \text{Sqrt}(F_{c,0,k} / \text{Sig,crit,y}) = 0,98$   
 $\text{Beta,c} = 0,20$   
 $K_x = 0.5 * (1 + \text{Beta,c} * (l_{\text{rel,x}} - 0.3) + l_{\text{rel,x}}^2) = 1,05$   
 $K_{c,x} = 1 / (K_x + \text{Sqrt}(K_x^2 - 1, l_{\text{rel,x}}^2)) = 0,70$   
 $K_y = 0.5 * (1 + \text{Beta,c} * (l_{\text{rel,y}} - 0.3) + l_{\text{rel,y}}^2) = 1,05$   
 $K_{c,y} = 1 / (K_y + \text{Sqrt}(K_y^2 - 1, l_{\text{rel,y}}^2)) = 0,70$   
 $\text{Sc}, 0, d / (f_{c,0,d} * K_{c,z}) + \text{Sm}, z, d / f_{m,z,d} + K_m * (\text{Sm}, y, d / f_{m,y,d}) \leq 1$   
 $\text{Sc}, 0, d / (f_{c,0,d} * K_{c,y}) + K_m * (\text{Sm}, z, d / f_{m,z,d}) + \text{Sm}, y, d / f_{m,y,d} \leq 1$   
 $0.1 / (0.7 * 85.3) + 27.9 / 78.1 + 0.7 * 0.6 / 78.1 = 0.36 \leq 1$   
 Combinazione:SLU, 10  
 $M_x = -8025.6 \text{ daN*cm}$   
 $M_y = -159.5 \text{ daN*cm}$   
 $N = -21.2 \text{ daN}$

DM 14-01-08 Paragrafo 4.4.8.2.1: Verifica della stabilità laterale torsionale  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 $f_{m,k} = 140$   
 $K_{\text{mod}} = 0,80$   
 $\Gamma = 1,50$   
 $f_{m,d} = K_{\text{mod}} * f_{m,k} / \Gamma = 78$   
 Lunghezza efficace  $l_{\text{ef,y}} = \text{BetaY} * L = 196,0$   
 $E, 0.5\% = 80000$   
 $G, 0.5\% = 5000$   
 $\text{Sig}, m, \text{crit} = \text{PI} * \text{Sqr}(E0,05 * J_x * G0,05 * J_t) / (W_x * l_{\text{ef,y}}) = 3820,4$   
 $W_x = 288,0$   
 $J_t = 2557,4$   
 Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)  
 $L_{\text{rel}} = \text{Sqrt}(f_{m,k} / \text{Sig}, m, \text{crit}) = 0,19$   
 $L_{\text{rel}} \leq 0.75 \rightarrow K_{\text{crit}} = 1$   
 $\text{Sm}, d \leq K_{\text{crit}} * f_{m,d}$   
 $28.4 \leq 1 * 78.1$   
 Combinazione:SLU, 10  
 $M_x = -8025.6 \text{ daN*cm}$   
 $M_y = -159.5 \text{ daN*cm}$   
 $N = -21.2 \text{ daN}$

EC5 Paragrafo 2.2.3 (2): Verifica della freccia istantanea  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 $K_{\text{def}} = 0$   
 $U_{\text{inst in x}} = -0.01 \text{ cm}$   
 $U_{\text{inst in y}} = -0.3 \text{ cm}$   
 $U_{\text{inst}} = 0.3 \text{ cm}$   
 $\text{Luce} / U_{\text{inst}} > \text{limite}$   
 $280 / 0.3 = 942.2 > 300$   
 Combinazione:SLE rara, 5

EC5 Paragrafo 2.2.3 (3): Verifica della freccia finale  
 Sezione ad ascissa 140 cm  
 $K_{\text{def}} = 0,60$   
 $U_{\text{fin in x}} = -0.01 \text{ cm}$   
 $U_{\text{fin in y}} = -0.37 \text{ cm}$   
 $U_{\text{fin}} = 0.37 \text{ cm}$   
 $\text{Luce} / U_{\text{fin}} > \text{limite}$   
 $280 / 0.37 = 754.3 > 300$   
 Combinazione:SLE quasi permanente, 4

## **2 - CALCOLI DI VERIFICA – FONTANA 1 (muri di sostegno)**

### **2.1 Geometria del muro**

La descrizione della geometria del muro si avvale di una rappresentazione in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

#### **2.1.1 Sistema di riferimento**

Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Ascisse X (esprese in centimetri) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in centimetri) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto

Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

#### **2.1.2 Rappresentazione analitica**

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

##### **Ingombro globale**

Larghezza totale del muro	: 80 cm
Altezza totale del muro	: 80 cm
Peso specifico del muro	: 2500 daN/m <sup>3</sup>

##### **Paramento**

Base inf.	: 20 cm
Base sup.	: 20 cm
Altezza	: 50 cm
Disassamento	: 0 cm

##### **Mensola sinistra in fondazione**

Larghezza	: 30 cm
Alt.interna	: 30 cm
Alt.esterna	: 30 cm
Disassamento	: 0 cm

##### **Zoccolo centrale in fondazione**

Larghezza	: 20 cm
Altezza a sx	: 30 cm
Altezza a dx	: 30 cm
Sfalsamento	: 0 cm

##### **Mensola destra in fondazione**

Larghezza	: 30 cm
Alt.interna	: 30 cm
Alt.esterna	: 30 cm
Disassamento	: 0 cm

### **2.2 Caratteristiche dei terreni**

Significato dei simboli e unità di misura:

Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m<sup>3</sup>)

Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m<sup>3</sup>)

Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)

C': Coesione drenata del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)

Al: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)

OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)

Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)

E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm<sup>2</sup>)

Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	Al	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Sabbia densa	2100	1850	34,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,44	500	200	1,00E-02

## 2.3 Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligoni di separazione degli strati di terreno.

Strato n.1, materiale sottostante: Sabbia densa

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	10	50
2	2	250	50

Strato n.2, materiale sottostante: Sabbia densa

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	3	-280	0
2	4	-40	0

Strato n.3, materiale sottostante: Sabbia densa  
Stratigrafia adattata al profilo del muro.

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	-	-40	-30
2	-	-10	-30
3	-	10	-30
4	-	40	-30

## 2.4 Carichi uniformi

Comp.permanente di carico uniforme a monte : -0.03 daN/cm<sup>2</sup>  
Comp.variabile di carico uniforme a monte : -0.04 daN/cm<sup>2</sup>

## 2.5 Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

Metodo di calcolo della spinta del terreno : Coulomb  
Metodo di calcolo della portanza del terreno : Brinch-Hansen  
Normativa adottata per le verifiche locali : D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Normativa adottata per il sisma: D.M. 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2008.

Localizzazione dell'opera: Torino, Venaria Reale

Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni

Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 2

Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV

Accelerazione relativa Ag/g massima attesa al suolo: 0.0565 g

Categoria del suolo di fondazione: D

Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.5

Coefficiente di amplificazione topografica: 1

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito (Beta s): 0.2

Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri (Beta m): 0.18

Punto di applicazione della forza dinamica: stesso punto di quella statica

Effetto della componente verticale di accelerazione sismica trascurato.

### 2.5.1 Descrizione della normativa sismica

In zona sismica per l'opera di sostegno viene condotta una analisi pseudostatica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 D.M. del 14/01/2008, paragrafo 7.11.6).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$\begin{aligned}k_h &= \beta_m \cdot (a_{\max}/g) \\k_v &= \pm 0.5 \cdot k_h \\a_{\max} &= S_S \cdot S_T \cdot a_g\end{aligned}$$

Dove:  $\beta_m$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;  
 $a_{\max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  è l'accelerazione di gravità;  
 $S_S$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;  
 $S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;  
 $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di  $\beta_m$  sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.II, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima  $a_g$ .

Il coefficiente  $S_S$  di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di  $S_S$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente  $S_T$  di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di  $S_T$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

I coefficienti sismici sopra definiti sono considerati costanti lungo l'altezza del muro.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto  $E_d$  agente sull'opera di sostegno è data da:

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

dove:  $\gamma$  è il peso specifico del terreno;  
 $K$  è il coefficiente di spinta del terreno;  
 $h$  è l'altezza del muro;  
 $E_{ws}$  è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche\*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove:  $\gamma$  è il peso specifico del terreno saturo;  
 $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua;

- nel caso di terreno sopra falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

\*eccetto il metodo di Mononobe-Okabe, che include il sisma in modo nativo nella formulazione.

L'acqua interstiziale viene considerata non libera all'interno dello scheletro solido del terreno, trattando quindi quest'ultimo come un mezzo monofase. In presenza di acqua libera sulla faccia del muro viene aggiunta la sovrappressione (considerata agente nel caso peggiore, cioè da monte verso valle) dovuta all'effetto idrodinamico, secondo la relazione:

$$q(z) = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

dove:  $h$  è l'altezza totale della zona interessata dall'acqua libera;  
 $z$  è la distanza dal pelo libero dell'acqua;

## Stabilità globale

In presenza di sisma viene condotta una analisi pseudo-statica secondo NTC 2008, paragrafo 7.11.3.5, secondo cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso del volume di terreno instabile ed ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot (a_{\max}/g)$$

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

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

Dove:  $\beta_s$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;  
 $a_{\max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, in funzione della zona sismica;  
 $g$  è l'accelerazione di gravità;  
 $S_S$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;  
 $S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;  
 $a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di  $\beta_s$  sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.I, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima  $a_g$ .

Il coefficiente  $S_S$  di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di  $S_S$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente  $S_T$  di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di  $S_T$  sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

Il calcolo viene condotto nelle combinazioni stabilite dall'utente, con i coefficienti parziali sulle azioni, sui materiali e resistenze indicati; di default vengono create combinazioni per il caso statico e sismico.

Il margine di sicurezza alla stabilità del pendio ottenuto deve essere valutato e motivato dal progettista.

## 2.5.2 Descrizione del metodo di calcolo delle spinte

La teoria di Coulomb fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e considera l'equilibrio globale del cuneo di spinta alle spalle del muro di sostegno sottoposto alla forza nota del peso proprio ed alle due forze, note solo in direzione, costituite dalla reazione del terreno lungo la superficie di scorrimento e dalla spinta attiva agente sul paramento del muro.

$$P_A = \frac{\gamma H^2}{2} K_A$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\theta + \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

$$P_P = \frac{\gamma H^2}{2} K_P$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\theta + \phi)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[ 1 - \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \beta)} \right]^2}$$

$K_P$  VALUES ARE SATISFACTORY FOR  $\delta \leq \phi/3$  BUT ARE UNCONSERVATIVE FOR  $\delta > \phi/3$  AND THEREFORE SHOULD NOT BE USED.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo, nella generalizzazione analitica di Muller/Breslau, sono:

- Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
- Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
- Superficie di rottura piana.
- Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
- La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
- Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.
- Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.

Scrivendo le equazioni di equilibrio lungo la superficie di rottura unitamente alla condizione di rottura sopra menzionata e massimizzando la spinta derivante dal calcolo al variare dell'angolo si perviene all'equazione della spinta attiva:

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot K_a$$

dove  $K_a$  è il coefficiente di spinta attiva, usualmente scritto in funzione della geometria del problema in una delle varie forme presenti in letteratura, ad esempio la seguente:

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

I simboli usati in questa formulazione sono:

- $\theta$  = angolo che il paramento del muro forma con l'orizzontale.
- $\delta$  = angolo di attrito terreno-muro.
- $\varepsilon$  = angolo che il profilo del terrapieno forma con l'orizzontale.
- $\phi$  = angolo di attrito interno del terreno.

Utilizzando la medesima formulazione della spinta attiva e minimizzando la spinta conseguente al variare dell'angolo, si perviene all'equazione della spinta passiva:

$$P_p = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot K_p$$

dove  $K_p$  è il coefficiente di spinta passiva, usualmente scritto in funzione della geometria del problema in una delle varie forme presenti in letteratura, ad esempio la seguente:

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

I simboli usati in questa formulazione sono gli stessi del caso attivo.

Questa teoria ci fornisce il valore in modulo della spinta, attiva o passiva, la sua direzione, normale al paramento ma incrementata dell'angolo di attrito  $\delta$  (muro-terreno), ed il punto di applicazione, posto a 2/3 della profondità considerata (quindi ad 1/3 dell'altezza del muro partendo dalla base, indipendentemente dall'inclinazione del paramento).

### 2.5.3 Descrizione del metodo di calcolo della portanza

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Brinch-Hansen, nel caso generale:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

Nel caso di terreno eminentemente coesivo ( $\phi = 0$ ) tale relazione diventa:

$$Q_{lim} = (2 + \pi) \cdot c_u \cdot (1 + s'_c + d'_c - i'_c - b'_c - g'_c) + q$$

dove:

$\gamma$  = peso di volume dello strato di fondazione;

$B$  = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $B = B_f - 2e$ );

$L$  = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico  $L = L_f - 2e$ );

$c$  = coesione dello strato di fondazione;

$c_u$  = coesione non drenata dello strato di fondazione;

$q$  = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

$N_y, N_c, N_q$  = fattori di capacità portante;

$s_y, s_c, s_q$  = fattori di forma della fondazione;

$d_y, d_c, d_q$  = fattori di profondità del piano di posa della fondazione.

$i_y, i_c, i_q$  = fattori di inclinazione del carico;

$b_y, b_c, b_q$  = fattori di inclinazione della base della fondazione;

$g_y, g_c, g_q$  = fattori di inclinazione del piano campagna;

Per la teoria di Brinch-Hansen i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi; \quad N_q = tg^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{(\pi \cdot tg\phi)}; \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg\phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B}{L} \cdot \frac{N_q}{N_c}; \quad s'_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg\phi; \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_c = 1 + 0.4 \cdot k; \quad d'_c = 0.4 \cdot k; \quad d_q = 1 + 2 \cdot k \cdot tg\phi \cdot (1 - \sin\phi)^2; \quad d_\gamma = 1$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}; \quad i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{B \cdot L \cdot c_a}}; \quad i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot ctg\phi}\right)^5;$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot ctg\phi}\right)^5 \quad (\text{se } \eta=0); \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ) \cdot H}{V + B \cdot L \cdot c_a \cdot ctg\phi}\right)^5 \quad (\text{se } \eta>0)$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g'_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}; \quad g_q = (1 - 0.5 \cdot tg\beta)^5; \quad g_\gamma = g_q$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}; \quad b_q = e^{(-2 \cdot \eta \cdot tg\phi)}; \quad b_\gamma = e^{(-2.7 \cdot \eta \cdot tg\phi)}$$

$$\text{dove: } k = \frac{D}{B_f} \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} \leq 1); \quad k = arctg\left(\frac{D}{B_f}\right) \quad (\text{se } \frac{D}{B_f} > 1)$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

$\phi$  = angolo di attrito dello strato di fondazione;

$c_a$  = aderenza alla base della fondazione;

$\eta$  = inclinazione del piano di posa della fondazione sull'orizzontale ( $\eta = 0$  se orizzontale);

$\beta$  = inclinazione del pendio;

$H$  = componente orizzontale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

$V$  = componente verticale del carico trasmesso sul piano di posa della fondazione;

$D$  = profondità della fondazione.

\* non usare i coeff.  $s_i$  insieme a  $i_i$ .

## 2.6 Distribuzioni di spinte e pressioni

### 2.6.1 Coefficienti di spinta

#### 2.6.1.1 Combinazione EQU-1

Coefficienti di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	10	50	10	0	0.36
2	0	0	0	0	0

Coefficienti di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	0	0	0	0	0

Coefficienti di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	40	50	40	-30	0.36
2	0	0	0	0	0

Coefficienti di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	40	0	40	-30	2.81
2	0	0	0	0	0

#### 2.6.1.2 Combinazione EQU-2

Coefficienti di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	10	50	10	0	0.41
2	0	0	0	0	0

Coefficienti di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	0	0	0	0	0

Coefficienti di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	40	50	40	-30	0.41
2	0	0	0	0	0

Coefficienti di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0

#### 2.6.1.3 Combinazione STR-1

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	40	0	40	-30	3.54
2	0	0	0	0	0

#### 2.6.1.4 Combinazione STR-2

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	40	0	40	-30	3.54
2	0	0	0	0	0

#### 2.6.1.5 Combinazione STR-3

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	40	0	40	-30	3.54
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.6 Combinazione STR-4

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	40	0	40	-30	3.54
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.7 Combinazione GEO-1

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.36
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.36
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>

1	40	0	40	-30	2.81
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.8 Combinazione GEO-2

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	10	50	10	0	0.36
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	40	50	40	-30	0.36
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	40	0	40	-30	2.81
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.9 Combinazione SIS-1

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	10	50	10	0	0.29
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	40	50	40	-30	0.29
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_p$
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.10 Combinazione SIS-2

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	$X_1$	$Y_1$	$X_2$	$Y_2$	$K_a$
1	10	50	10	0	0.37
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.37
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.11 Combinazione SLE-1

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	40	0	40	-30	3.54
2	0	0	0	0	0

### 2.6.1.12 Combinazione SLE-2

Coefficients di spinta sul paramento a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	10	50	10	0	0.28
2	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul paramento a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	0	0	0	0	0

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>a</sub>
1	40	50	40	-30	0.28

2	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle					
N.	tratto di calcolo				coefficiente
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	K <sub>p</sub>
1	40	0	40	-30	3.54
2	0	0	0	0	0

## 2.6.2 Pressioni

Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore (VX1, VY1) sino ad un valore (VX2, VY2). Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.

### 2.6.2.1 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.03	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.06	0

### 2.6.2.2 Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.06	-0.01	0	0	0	0	-0.01	0	-0.06	-0.01

### 2.6.2.3 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.03	0

### 2.6.2.4 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.03	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.05	0

### 2.6.2.5 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-3

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.05	0

### 2.6.2.6 Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-4

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.03	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.06	0

### 2.6.2.7 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>	VX <sub>1</sub>	Vy <sub>1</sub>	VX <sub>2</sub>	Vy <sub>2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.04	0

### 2.6.2.8 Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	10	50	10	0	-0.03	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.06	0

### 2.6.2.9 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.04	0

### 2.6.2.10 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.05	0

### 2.6.2.11 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.03	0

### 2.6.2.12 Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-2

N.	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>	V <sub>x1</sub>	V <sub>y1</sub>	V <sub>x2</sub>	V <sub>y2</sub>
1	10	50	10	0	-0.01	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.04	0

## 2.7 Risultante delle azioni agenti sul muro

Vengono riportate le combinazioni di calcolo ed il riepilogo delle azioni risultanti agenti sul muro per le verifiche geotecniche.

### 2.7.1 Combinazioni di calcolo

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M2	R0	1	EQU-1	0.9	1.5	0	0
EQU	A0	M2	R0	2	EQU-2	1	0.3	1	0
STR	A1	M1	R1	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R1	2	STR-2	1	1.5	0	0
STR	A1	M1	R1	3	STR-3	1.3	0	0	0
STR	A1	M1	R1	4	STR-4	1.3	1.5	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	2	GEO-2	1	1.3	0	0
SIS	A0	M1	R1	1	SIS-1	1	0.3	1	0
SIS	A0	M2	R2	2	SIS-2	1	0.3	1	0
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0
SLE	A0	M0	R0	2	SLE-2	1	0.3	0	0

#### 2.7.1.1 Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x <sub>p</sub>	y <sub>p</sub>	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-7.65
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.5
Spinta del terreno a monte	0	4	-4.38	0
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.1	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-2.61

### 2.7.1.2 Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	40	1	-3.81	-0.32
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.34	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-1.26
Forza di inerzia dovuta al muro	0	-3	-0.72	0
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	25	25	-0.24	0

### 2.7.1.3 Combinazione di carico STR-1

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	0	1	-2.35	0
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.94	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-0.9

### 2.7.1.4 Combinazione di carico STR-2

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	0	4	-3.71	0
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.94	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-2.7

### 2.7.1.5 Combinazione di carico STR-3

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-11.05
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-3.61
Spinta del terreno a monte	0	1	-3.06	0
Spinta del terreno a valle	0	-20	3.83	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-1.17

### 2.7.1.6 Combinazione di carico STR-4

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-11.05
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-3.61
Spinta del terreno a monte	0	3	-4.41	0
Spinta del terreno a valle	0	-20	3.83	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-2.97

### 2.7.1.7 Combinazione di carico GEO-1

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	0	1	-2.96	0

Spinta del terreno a valle	0	-20	2.34	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-0.9

### 2.7.1.8 Combinazione di carico GEO-2

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	0	4	-4.44	0
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.34	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-2.46

### 2.7.1.9 Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	40	1	-2.7	-0.04
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.94	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-1.26
Forza di inerzia dovuta al muro	0	-3	-0.13	0
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	25	25	-0.04	0

### 2.7.1.10 Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	$x_p$	$y_p$	$F_x$	$F_y$
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	0	-3	0	-8.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	25	25	0	-2.78
Spinta del terreno a monte	40	1	-3.39	-0.05
Spinta del terreno a valle	0	-20	2.34	0
Carichi su terreno a monte	25	0	0	-1.26
Forza di inerzia dovuta al muro	0	-3	-0.13	0
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	25	25	-0.04	0

## 2.8 Verifiche di stabilità locale

### 2.8.1 Tensioni trasmesse sul terreno

Moltiplicatore spinta passiva per equilibrio	: 0
Sigma ammissibile terreno di fondazione	: 2 daN/cm <sup>2</sup>
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	: 1.7 cm (comb. STR-3)
Momento rispetto al baricentro della fondazione	: 19 daN cm (comb. GEO-2)
Larghezza reagente minima in fondazione	: 80 cm (comb. STR-1)
Tensione max sul terreno allo spigolo di valle	: 0.2 daN/cmq (comb. STR-4)
Tensione max sul terreno allo spigolo di monte	: 0.24 daN/cmq (comb. STR-4)

### 2.8.2 Verifica a traslazione

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: GEO-2	
Moltiplicatore spinta passiva per traslazione	: 0
Coefficiente di attrito caratteristico terreno-fondazione	: 0.42
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	: 14 daN
Sforzo tangenziale positivo all'intradosso della fondazione	: 0 daN
Sforzo tangenziale negativo all'intradosso della fondazione	: 4 daN
Coefficiente limite verifica alla traslazione	: 1
Coefficiente di sicurezza alla traslazione	: 1.03

### 2.8.3 Verifica a ribaltamento

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-1

Moltiplicatore spinta passiva per ribaltamento	: 0
Momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle	: 150 daN cm
Momento stabilizzante rispetto a spigolo di valle	: -638 daN cm
Coefficiente limite verifica al ribaltamento	: 1
Coefficiente di sicurezza al ribaltamento	: 4.26

### 2.8.4 Verifica al carico limite

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: GEO-2

Moltiplicatore spinta passiva per portanza terreno	: 0
Inclinazione della risultante rispetto alla normale	: 17.9 °
Base efficace	: 77 cm
Carico ultimo della fondazione	: 47.9 daN/cm
Lunghezza Fondazione per verifica carico limite	: 1000 cm
Coefficiente limite verifica al carico limite	: 1
Coefficiente di sicurezza al carico limite	: 3.49

Tabella dei coefficienti di capacità portante

Coefficienti	Coesione	Sovraccarico	Attrito
Coefficienti di capacità portante	$N_c= 27$	$N_q= 15$	$N_g= 12$
Coefficienti di forma	$s_c= 1$	$s_q= 1$	$s_g= 1$
Coefficienti di profondità	$d_c= 1.15$	$d_q= 1.11$	$d_g= 1$
Coefficienti di inclinazione del carico	$i_c= 0.37$	$i_q= 0.41$	$i_g= 0.28$
Coefficienti di inclinazione del piano di posa della fondazione	$b_c= 1$	$b_q= 1$	$b_g= 1$
Coefficienti di inclinazione del pendio	$g_c= 1$	$g_q= 1$	$g_g= 1$

## 2.9 Parametri per dimensionamento armatura

Metodo di calcolo: D.M. 14-01-2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Rck (resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo)	: 300 daN/cm <sup>2</sup>
Modulo elastico longitudinale Ec	: 311769 daN/cm <sup>2</sup>
Rapporto Ea/Ec per calcolo tensioni in esercizio	: 15
Rapporto Ea/Ec per calcolo ampiezza fessure	: 7
Fyk (tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio)	: 4400 daN/cm <sup>2</sup>
Fattore parziale di sicurezza dell'acciaio	: 1.15
Fattore parziale di sicurezza del calcestruzzo	: 1.6
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure	: 0.5
Riduzione della tau di aderenza per cattiva aderenza	: 0.7
fct,eff/fctm per calcolo ampiezza fessure	: 1.2
Limite sigmac/fck	: 0.45
Limite sigmaf/fyk	: 0.7
Ampiezza limite delle fessure	: 0.1 mm
Coefficiente Beta per punzonamento pali sul bordo	: 1.4
Coefficiente Beta per punzonamento pali interni	: 1.15

## 2.10 Sollecitazioni e verifiche strutturali

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

A<sub>s</sub>: area efficace dello strato superiore per metro

C<sub>s</sub>: copriferro medio dello strato superiore

A<sub>i</sub>: area efficace dello strato inferiore per metro

C<sub>i</sub>: copriferro medio dello strato inferiore

v<sub>mi</sub>: soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

$c_{res}$ : combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta  
 $M_d$ : momento di calcolo  
 $N_d$ : sforzo normale di calcolo  
 $M_u$ : momento ultimo  
 $N_u$ : sforzo normale ultimo  
 $c.s.$ : coefficiente di sicurezza  
 $v_{res}$ : soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta  
 $X$ : ascissa del baricentro della sezione  
 $Y$ : ordinata del baricentro della sezione  
 $H$ : altezza della sezione  
 $c_{es}$ : combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta  
 $M_e$ : momento in esercizio  
 $N_e$ : sforzo normale in esercizio  
 $\sigma_f$ : trazione massima sull'armatura  
 $\sigma_c$ : compressione massima sul calcestruzzo  
 $v_{es}$ : soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta  
 $c_f$ : combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione  
 $M_f$ : momento di calcolo per la verifica di fessurazione  
 $N_f$ : sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione  
 $S_{rm}$ : interasse delle fessure  
 $W_k$ : ampiezza caratteristica delle fessure  
 $v_f$ : soddisfacimento verifica fessurazione  
 $X$ : ascissa del baricentro della sezione  
 $Y$ : ordinata del baricentro della sezione  
 $H$ : altezza della sezione  
 $c_i$ : combinazione di carico critica per la verifica a taglio  
 $VSd$ : taglio di calcolo  
 $VRdc$ : taglio resistente in assenza di armatura a taglio  
 $VRdmax$ : taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse  
 $VRds$ : taglio resistente in presenza di armatura a taglio  
 $v_t$ : soddisfacimento verifica a taglio

Paramento (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	$A_s$	$C_s$	$A_i$	$C_i$	$v_{ml}$	$c_{res}$	$M_d$	$N_d$	$M_u$	$N_u$	c.s.	$v_{res}$
cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	20	2.6	3.5	2.6	3.5	ok	GEO-2	5022	-250	293504	-14612	58.4	ok
0	30	20	2.1	3.5	2.1	3.5	ok	GEO-2	672	-100	747602	-111294	>999	ok

X	Y	H	$c_{es}$	$M_e$	$N_e$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$v_{es}$	$c_f$	$M_f$	$N_f$	$S_{rm}$	$W_k$	$v_f$
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	20	SLE-2	2574	-250	18	-1	ok	SLE-2	2574	-250	-	-	ok
0	30	20	SLE-2	307	-100	0	0	ok	SLE-2	307	-100	-	-	ok

X	Y	H	$c_i$	$VSd$	$VRdc$	$VRdmax$	$VRds$	$v_t$
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	20	GEO-2	-228	8181	-	-	ok
0	30	20	GEO-2	-72	8163	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	$A_s$	$C_s$	$A_i$	$C_i$	$v_{ml}$	$c_{res}$	$M_d$	$N_d$	$M_u$	$N_u$	c.s.	$v_{res}$
cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm			daN cm	daN		daN cm		
-10	-15	30	2.6	3.5	2.6	3.5	ok	STR-4	4995	0	266940	0	53.4	ok

X	Y	H	$c_{es}$	$M_e$	$N_e$	$\sigma_f$	$\sigma_c$	$v_{es}$	$c_f$	$M_f$	$N_f$	$S_{rm}$	$W_k$	$v_f$
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>			daN cm	daN	cm	mm	
-10	-15	30	SLE-2	3099	0	47	-1	ok	SLE-2	3099	0	-	-	ok

X	Y	H	$c_i$	$VSd$	$VRdc$	$VRdmax$	$VRds$	$v_t$
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-10	-15	30	STR-4	339	11823	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	$A_s$	$C_s$	$A_i$	$C_i$	$v_{ml}$	$c_{res}$	$M_d$	$N_d$	$M_u$	$N_u$	c.s.	$v_{res}$
---	---	---	-------	-------	-------	-------	----------	-----------	-------	-------	-------	-------	------	-----------

cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	cm			daN cm	daN		daN cm		
10	-15	30	2.6	3.5	2.6	3.5	ok	GEO-2	-4243	-216	-751187	-38244	177	ok

X	Y	H	c <sub>es</sub>	M <sub>e</sub>	N <sub>e</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	v <sub>es</sub>	c <sub>f</sub>	M <sub>f</sub>	N <sub>f</sub>	S <sub>rm</sub>	W <sub>k</sub>	v <sub>f</sub>
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>			daN cm	daN	cm	mm	
10	-15	30	SLE-2	-1917	-138	6	0	ok	SLE-2	-1917	-138	-	-	ok

X	Y	H	c <sub>t</sub>	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v <sub>t</sub>
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
10	-15	30	GEO-2	-266	11852	-	-	ok