



## Parco Nazionale dei Monti Sibillini

*Uffici attualmente ospitati presso:*

Località Il Piano  
62039 Visso (MC)  
Tel. +39 0737961563

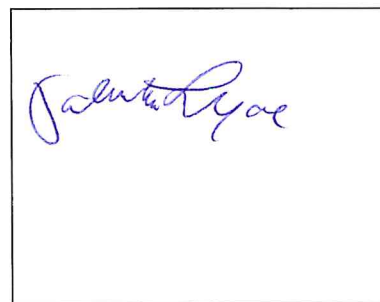
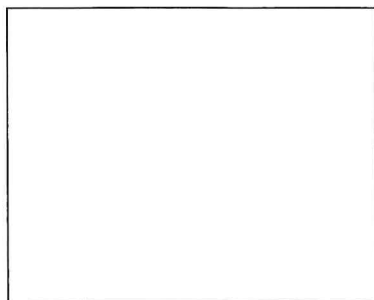
### RIPRISTINO PUNTI TAPPA DEL GRANDE ANELLO DEI SIBILLINI

### INSTALLAZIONE DI STRUTTURE TEMPORANEE SOSTITUTIVE DEI RIFUGI ESCURSIONISTICI (RESP ED ECORESP)

SITO 2 – COLLE LE CESE

### PROGETTO ESECUTIVO

PROPRIETA'	PARCO NAZIONALE DEI MONTI SIBILLINI
ELABORATO 2.8	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
DATA	OTTOBRE 2019



Comune : ARQUATA DEL TRONTO  
PROVINCIA : ASCOLI PICENO

## Relazione di calcolo

Progetto di nuova struttura ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



**SITO 2**  
**(TIPOLOGIA RESP 4\*)**

Archivio: Sito2 RESP 4 - Data: 27/09/2019

**Oggetto: FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.SITO 2- TIPOLOGIA RESP 4\***

Committente:	Progettista:	Progettista Strutturale:	Direttore dei Lavori:
PARCO DEI MONTI SIBILLINI (c.f. 90005440434)  Parco Nazionale  Monti Sibillini	ING. GIANFRANCO TIRICO Ordine degli Ingegneri di Lecce n.1398   GROUP	ING. GIANFRANCO TIRICO Ordine degli Ingegneri di Lecce n.1398   GROUP	GEOM. DOMENICO COLAPIETRO Dipendente del Parco Nazionale dei Monti Sibillini  Parco Nazionale  Monti Sibillini



# 1 Introduzione

## 1.1 Premessa

### 1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software

La relazione seguente riporta i dati relativi ai criteri di progettazione, alla geometria, alla meccanica della struttura descritta al relativo paragrafo, nonché i relativi risultati dei calcoli strutturali così come ricavati dal calcolatore elettronico tramite l'utilizzo del Software "FaTA-e" prodotto e distribuito da Stacec srl con sede in Bovalino (RC), e concesso in licenza al responsabile dei calcoli stessi.

FaTA-e è un programma sviluppato specificatamente per la progettazione e la verifica di edifici tridimensionali multipiano ed industriali realizzati con elementi strutturali in C.A., in Acciaio, in legno (massiccio e/o lamellare) o in muratura.

FaTA-e articola le operazioni di progetto secondo tre fasi distinte:

- 1) **preprocessore**: fase di Input dove viene definita e modellata interamente la struttura;
- 2) **solutore**: fase di elaborazione della struttura tramite un solutore agli elementi finiti;
- 3) **post-processore**: fase di verifica degli elementi, creazione degli elaborati grafici e della relazione di calcolo.

### 1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare

Comune : ARQUATA DEL TRONTO

PROVINCIA : ASCOLI PICENO

Oggetto : FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.SITO 2-TIPOLOGIA RESP 4\*

Committente : PARCO DEI MONTI SIBILLINI  
Indirizzo : PIAZZA DEL FORNO,1  
Città : VISSO  
PROVINCIA : MACERATA  
Telefono : 0737. 961563

Progettista : ING. GIANFRANCO TIRICO  
Indirizzo : VIA SURBO,38  
Città : TREPUZZI  
PROVINCIA : LECCE  
Telefono : 0832.758225

Progettista Strutturale : ING. GIANFRANCO TIRICO  
Indirizzo : VIA SURBO,38  
Città : TREPUZZI  
PROVINCIA : LECCE  
Telefono : 0832.758225

Direttore dei Lavori : GEOM. DOMENICO COLAPIETRO  
Indirizzo : PIAZZA DEL FORNO,1  
Città : VISSO  
PROVINCIA : MACERATA  
Telefono : 3392059937

Nome File : Sito2 RESP 4

## 1.2 Riferimenti Legislativi.

Tutte le operazioni illustrate nel proseguo, relative all'analisi della struttura ed alle verifiche sugli elementi sono state effettuate in piena conformità alle seguenti norme:

**Norme Tecniche C.N.R. 10011:**

"Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione."

**Norme C.N.R. 10024:**

"Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo."

**Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003:**

"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."

**Ordinanza del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005:**

"Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003."

**UNI ENV 1992-1-1: Eurocodice 2:**

"Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"

**UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3:**

"Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici."

**UNI ENV 1998-1-1: Eurocodice 8:**

"Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali."

**D.M. 17/01/2018:**

"Norme tecniche per le costruzioni."

**Circolare CSLLPP n. 7 del 21/01/2019:**

"Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018."

### 1.3 Convenzioni, Unità di misura e simboli adottati.

Nei calcoli sono state utilizzate le seguenti unità:

- distanze	: cm
- forze, tagli, e sforzi normali	: daN
- coppie e momenti flettenti	: daNm
- carichi sulle aste	: daN/m
- carichi su superfici	: daN/m <sup>2</sup>
- peso specifico	: daN/m <sup>3</sup>
- tensioni e resistenze	: daN/m <sup>2</sup>
- temperatura	: °C

I simboli adottati hanno il seguente significato:

q	: fattore di comportamento ;
Rck	: Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo;
fck	: Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo;
Ec	: Modulo elastico secante del calcestruzzo;
Ect	: Modulo elastico a trazione del calcestruzzo
fcd	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo;
fctk,0.05	: Resistenza caratteristica a trazione;
v	: Coefficiente di Poisson;
αt	: Coefficiente di dilatazione termica;
ps	: peso specifico;
fyk	: Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio;
ftk	: Resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio;
fd	: resistenza di calcolo dell'acciaio;

A	: Superficie della sezione trasversale;
$J_x$	: Momento di inerzia rispetto all'asse X;
$J_y$	: Momento di inerzia rispetto all'asse Y;
$J_{xy}$	: Momento di inerzia centrifugo rispetto agli assi X ed Y;
$J_t$	: Fattore torsionale;
N	: sforzo normale;
$M_T$	: Momento Torcente;
$M_{XZ}$	: Momento Flettente X-Z;
$T_{XZ}$	: Taglio X-Z;
$M_{XY}$	: Momento Flettente X-Y;
$T_{XY}$	: Taglio X-Y;
f	: Frequenza del modo i-esimo;
T	: Periodo del modo i-esimo;
$\Gamma_x$	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione x;
$\Gamma_y$	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione y;
$\Gamma_z$	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione z;
$N_{sd}$	: Sforzo Normale sollecitante di calcolo;
$M_{sdXZ}$	: Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
$M_{sdXY}$	: Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;
$M_{ts}$	: Momento Torcente sollecitante di calcolo;
$V_{sdXZ}$	: Taglio X-Z sollecitante di calcolo;
$V_{sdXY}$	: Taglio X-Y sollecitante di calcolo;
$N_{Rd}$	: Sforzo Normale resistente di calcolo;
$M_{RdXZ}$	: Momento Flettente X-Z resistente di calcolo;
$M_{RdXY}$	: Momento Flettente X-Y resistente di calcolo;
$M_{tR}$	: Momento Torcente resistente di calcolo;
$V_{RdXZ}$	: Taglio X-Z resistente di calcolo;
$V_{RdXY}$	: Taglio X-Y resistente di calcolo;
$\sigma_c$	: Tensioni del calcestruzzo;
$\sigma_s$	: Tensioni delle armature;
$\sigma_{c,lim}$	: Tensioni limite del calcestruzzo;
$\sigma_{s,lim}$	: Tensioni limite dell'acciaio;
f/l	: rapporto freccia/lunghezza;
$f_{lim}$	: valore limite del rapporto freccia/lunghezza;

## 2 Descrizione del Modello.

### 2.1 Modello assunto per il calcolo.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Il metodo degli elementi finiti consiste nel sostituire il modello continuo della struttura con un modello discreto equivalente e di approssimare la funzione di spostamento con polinomio algebrico, definito in regioni (dette appunto elementi finiti) che sono delle funzioni interpolanti il valore di spostamento definito in punti discreti (detti nodi).

Gli elementi finiti utilizzabili ai fini della corretta modellazione della struttura verranno descritti di seguito.

Il modello di calcolo può essere articolato sulla base dell'ipotesi di impalcato rigido, in funzione della reale presenza di solai continui atti ad irrigidire tutto l'impalcato.

Tale ipotesi viene realizzata attraverso l'introduzione di adeguate relazioni cinematiche tra i gradi di libertà dei nodi costituenti l'impalcato stesso.

Il metodo di calcolo adottato, le combinazioni di carico, e le procedure di verifica saranno descritte di seguito.

#### Riferimento globale e locale.

La struttura viene definita utilizzando una terna di assi cartesiani formanti un sistema di riferimento levogiro, unico per tutti gli elementi e chiamato "globale". Localmente esiste un ulteriore sistema di riferimento, detto appunto "locale", utile alla definizione delle caratteristiche di rigidezza dei singoli elementi.

I due sistemi di riferimento sono correlati da una matrice, detta di rotazione.

#### Modellazione geometrica della struttura.

Il modello geometrico (mesh) della struttura è basato sull'utilizzo dei seguenti elementi:

### - *Nodi*

Si definiscono nodi, entità geometriche determinate tramite le tre coordinate nel riferimento globale.

I nodi, nello spazio tridimensionale, posseggono tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali.

Essi sono posizionati in modo da definire gli estremi degli elementi finiti e, di regola, in ogni discontinuità strutturale, di carico, di caratteristiche meccaniche, di campo di spostamento.

### - *Vincoli e Molle*

I gradi di libertà possono essere vincolati, bloccando il cinematismo nella direzione voluta o assegnando "molle" applicate ai nodi tramite valori di rigidezza finiti.

Un vincolo assegna a priori un valore di spostamento nullo, e quindi la variabile corrispondente viene eliminata.

### - *Vincoli interni*

Tali vincoli servono a definire le modalità di trasmissione degli sforzi dall'elemento finito ai nodi. Ciò viene associato al concetto di trasferimento della rigidezza.

Generalmente l'elemento considerato è rigidamente connesso ai nodi che lo definiscono, in modo da bloccare tutti i gradi di libertà relativi. E' possibile, comunque "rilasciare" le caratteristiche delle sollecitazioni, in modo da svincolare i gradi di libertà corrispondenti. Nel caso particolare, il modello utilizzato consente di svincolare le tre rotazioni intorno agli assi locali dell'asta.

### - *Aste*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo delimitate da due nodi (i nodi di estremità).

Per questi elementi generalmente la funzione interpolante è quella del modello analitico per cui la mesh non influisce sensibilmente sulla convergenza.

Le aste sono dotate di rigidezza assiale, flessionale, e a taglio, secondo il modello classico della trave inflessa di Eulero-Bernoulli.

Alla singola asta è possibile associare una sezione costante per tutta la sua lunghezza.

### - *Asta su suolo elastico*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo, di definizione simile alle aste. Sono utili a modellare travi di fondazione, considerate poggianti su suolo alla Winkler, e reagenti sia rispetto alle componenti traslazionali di cinematismo, sia rotazionali.

### - *Lastra-Piastra*

Si tratta di elementi finiti bidimensionali, definiti da tre o quattro nodi, posti ai vertici rispettivamente di un triangolo o di un quadrilatero irregolare. La geometria reale dell'elemento viene ricondotta ad un triangolo rettangolo (elemento a tre nodi) o ad un quadrato definito nella trattazione isoparametrica.

L'elemento lastra-piastra non ha rigidezza per la rotazione intorno all'asse perpendicolare al suo piano e viene trattato secondo la teoria di Mindlin-Reissner. Nel modello considerato si tiene conto dell'accoppiamento tra azioni flessionali e membranali.

### - *Forze e coppie concentrate*

Per la risoluzione statica della struttura, tutti i carichi applicati agli elementi vengono trasferiti ai nodi. Ciò avviene in automatico per il peso delle aste, delle piastre, delle pareti, dei pannelli di carico presenti sulle aste e per la distribuzione di carico applicate

agli elementi bidimensionali.

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di forze e coppie ai nodi.

Le forze sono dirette lungo le tre direzioni del sistema di riferimento globale ed in entrambi i versi per ogni direzione.

Le forze concentrate sono riferite ai tre assi del riferimento globale, in entrambi i versi di rotazione di ciascun asse.

### - *Carichi distribuiti*

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di carichi ripartiti sulle aste e di distribuzione di carico su piastre e pareti.

I carichi ripartiti sulle aste possono essere riferite sia al riferimento globale, sia al riferimento locale, lungo le tre direzioni ed in entrambe i versi. E' possibile anche introdurre carichi distribuiti torcenti agenti intorno all'asse dell'asta ed in entrambe i versi di rotazione.

Tutti i tipi di carico ripartito devono avere forma trapezia.

Sugli elementi bidimensionali, che fanno parte della mesh di piastre e pareti, è possibile assegnare una distribuzione uniforme, avente le caratteristiche di una pressione diretta ortogonalmente all'elemento.

### - *Pannelli di carico*

Il pannello di carico è un concetto legato alla reale distribuzione di carichi gravanti sulle aste. Ne fanno parte: solai, balconi, scale.

Da tali pannelli, di forma irregolare come definiti dalla geometria dell'input, si passa alla quantificazione dei carichi trapezoidali ripartiti sulle aste. Per meglio simulare l'effetto dei pannelli, vengono generati in modo automatico anche dei carichi ripartiti torcenti, anch'essi di forma trapezia, relativi ai carichi distribuiti equivalenti al pannello.

### - Sezioni

Le sezioni assegnabili alle aste sono definite attraverso le caratteristiche geometrico-elastiche, i moduli di resistenza plastici (sezioni in acciaio) ed il materiale.

### Materiali.

I materiali, ai fini del calcolo delle sollecitazioni, sono considerati omogenei ed isotropi e sono definiti dalle seguenti caratteristiche: peso per unità di volume, modulo elastico, coefficiente di Poisson, coefficiente di dilatazione, e tutte le caratteristiche meccaniche, riepilogate in seguito, utili alle verifiche strutturali dettate dalla normativa.

### Matrici di calcolo della struttura.

Dalla discretizzazione geometrica della struttura vengono definite le matrici utili a studiare il comportamento globale della struttura in esame.

#### - Matrice di rigidezza

Tale matrice viene costruita partendo dalla matrice di rigidezza espressa nel sistema di riferimento locale dell'elemento considerato. Attraverso un'operazione di trasformazione, mediante la matrice di rotazione, viene riferita al sistema di riferimento globale. L'ultima operazione consiste nell'"assemblaggio" delle singole matrici di ogni elemento, in modo da formare un'unica matrice relativa all'intera struttura.

#### - Matrice delle masse

La generazione della matrice globale è del tutto analoga a quella sopra descritta per la matrice di rigidezza. La matrice delle masse è di tipo "consistent" e considera l'effettiva distribuzione delle masse della struttura. Come definito dalla normativa, alle masse relative ai carichi permanenti, viene aggiunta un'aliquota delle masse equivalenti ai carichi d'esercizio.

## 2.2 Tipo di calcolo.

### ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

Il calcolo risolutivo della struttura è stato effettuato utilizzando un sistema di equazioni lineari (di dimensioni pari ai gradi di libertà), secondo la relazione:

$$\underline{u} = [\underline{K}]^{-1} \underline{F}$$

dove:  $\underline{F}$  = vettore dei carichi risultanti applicate ai nodi;  
 $\underline{u}$  = vettore dei cinematismi nodali;  
 $[\underline{K}]$  = matrice di rigidezza globale.

Tale analisi è stata ripetuta per tutte le condizioni presenti sulla struttura, identificati dai vettori dei carichi relativi a:

- carichi permanenti;
- carichi d'esercizio;
- delta termico;
- carichi utente;
- torsioni accidentali;

I valori delle eccentricità accidentali per le torsioni sono i seguenti:

Imp. Reale	Torsioni Accidentali	
	$e_x$ [cm]	$e_y$ [cm]
1	36.0	16.1

Per ogni impalcato reale si riportano i dati relativi alle rigidezze e ai baricentri:

Imp. Reale	Rigidezze			Centro Massa		Centro Rigidezza	
	Rig X [KN/cm]	Rig Y [KN/cm]	Rig. Tors. [KNcm]	X [cm]	Y [cm]	xR [cm]	yR [cm]
1	35	45	6546694	346.1	146.2	347.2	146.5

L'analisi sismica nella componente orizzontale è basata sulla teoria ed i concetti propri dell'analisi modale.

L'analisi modale consente di determinare le oscillazioni libere della struttura discretizzata.

Tali modi di vibrare sono legati agli autovalori e autovettori del sistema dinamico generalizzato, che può essere riassunto in:

$$[K] \{a\} = \omega^2 [M] \{a\}$$

dove:  $[K]$  = matrice di rigidezza globale  
 $[M]$  = matrice delle masse globale  
 $\{a\}$  = autovettori (forme modali)  
 $\omega^2$  = autovalori del sistema generalizzato

La frequenza (f) dei modi di vibrare è calcolata mediante la seguente formula:

$$f = \omega / 2\pi$$

Il periodo (T) è calcolato come:

$$T = 1 / f$$

I "fattori di partecipazione modali" possono essere calcolati mediante la seguente formula:

$$\Gamma_i = \phi_i^T [M] d$$

dove:  $\phi_i$  = autovettori normalizzati relativi al modo i-esimo  
 $d$  = vettore di trascinamento (o di direzione di entrata del sisma)

Per ogni direzione del sisma vengono scelti i modi efficaci al raggiungimento del valore imposto dalla normativa (85%). Il parametro di riferimento è il "fattore di partecipazione delle masse", la cui formulazione è:

$$\Lambda_{xi} = \Gamma_i^2 / M_{tot}$$

I cinematismi modali vengono calcolati come:

$$u = \phi_i \Gamma_i S_d(T_i) / \omega_i^2$$

dove:  $S_d(T_i)$  = ordinata spettro di risposta orizzontale o verticale.  
 $\omega^2$  = autovalore del modo i-esimo

Gli effetti relativi ai modi di vibrare, vengono combinati utilizzando la combinazione quadratica completa (CQC):

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

dove:  $\rho_{ij}$  =  $(8\xi^2 (1 + \beta_{ij}) \beta_{ij}^{3/2}) / ((1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \beta_{ij} (1 + \beta_{ij}^2) + 8\xi^2 \beta_{ij}^2)$  coefficiente di correlazione tra il modo i-esimo ed il modo j-esimo;  
 $\xi$  = coefficiente di smorzamento viscoso;  
 $\beta_{ij}$  = rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia di modi ( $f_i / f_j$ )  
 $E_i E_j$  = effetti considerati in valore assoluto.

La condizione "Torsione Accidentale" contiene il momento torcente generato dalla forza sismica di piano per l'eccentricità calcolata in funzione della dimensione massima dell'ingombro in pianta nella direzione ortogonale a quella considerata.(5%).

I modi di vibrare del calcolo in oggetto sono i seguenti:



**SLV-SLC**

Modo	Direzione X			Direzione Y		
	f [Hz]	T [s]	$\Delta x$ %	f [Hz]	T [s]	$\Delta y$ %
1	24.577	0.041	96.0	24.606	0.041	95.3
	Totale $\Delta x$ (>=85%)		<b>96.0</b>	Totale $\Delta y$ (>=85%)		<b>95.3</b>

**SLD-SLO**

Modo	Direzione X			Direzione Y		
	f [Hz]	T [s]	$\Delta x$ %	f [Hz]	T [s]	$\Delta y$ %
1	24.577	0.041	96.0	24.606	0.041	95.3
	Totale $\Delta x$ (>=85%)		<b>96.0</b>	Totale $\Delta y$ (>=85%)		<b>95.3</b>

**2.3 Condizioni di carico valutate****Dati Condizioni.**

Nella seguente tabella vengono riportati i dati per la definizione delle condizioni di carico:

Azione	Tipo	Durata
Car. perm. strutt. (Gk1)	C.Perm. (Gk)	Permanente
Car. perm. non strutt. (Gk2)	C.p. non str. (Gk2)	Permanente
Carichi d'esercizio (Qk)	C. Ese. (Qk)	Lunga
$\Delta t$	Carico termico	Breve
Torsione Accidentale X	Azione Sismica	Istantanea
Torsione Accidentale Y	Azione Sismica	Istantanea
Sisma X	Azione Sismica	Istantanea
Sisma Y	Azione Sismica	Istantanea
Sisma Z	Azione Sismica	Istantanea
Vento (+X)	Vento	Breve
Vento (-X)	Vento	Breve
Vento (+Y)	Vento	Breve
Vento (-Y)	Vento	Breve
Neve	Neve	Breve

**Coefficienti di combinazione.**

Nella seguente tabella vengono riportati i coefficienti di combinazione da normativa, relativi agli stati limite ultimi (SLV) e di danno (SLD):

Impalcato	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
Fondazione	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
Piano 1	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.0

Tutte le combinazioni sono da intendersi come somma dell'effetto considerato. Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

**Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita**

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di salvaguardia della vita essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Elementi della Struttura									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0	0
2*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
3*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$-\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
4*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	$\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
5*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	$-\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U3	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U4	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U5	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U6	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U7	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U8	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U9	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U10	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U11	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U12	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U13	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U14	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.90	0.00	0.00	0.00	0.75
U2	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50

U3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.75
U4	0.00	0.90	0.00	0.00	0.75
U5	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50
U6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75
U7	0.00	0.00	0.90	0.00	0.75
U8	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
U9	0.00	0.00	1.50	0.00	0.75
U10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.75
U11	0.00	0.00	0.00	0.90	1.50
U12	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75
U13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
U14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Elementi di fondazione A1									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0	0
2*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
3*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
4*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
5*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U3	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U4	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U5	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U6	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U7	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U8	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U9	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U10	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U11	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U12	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U13	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U14	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.90	0.00	0.00	0.00	0.75
U2	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50
U3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.75
U4	0.00	0.90	0.00	0.00	0.75
U5	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50
U6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75
U7	0.00	0.00	0.90	0.00	0.75
U8	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
U9	0.00	0.00	1.50	0.00	0.75
U10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.75
U11	0.00	0.00	0.00	0.90	1.50
U12	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75
U13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
U14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

### Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Danno

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di danno possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Comb.	Elementi della Struttura								
	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
3	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi_0\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
4	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
5	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi_2\gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A1									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
3	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
4	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
5	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

ELEMENTO	SLV						SLD					
	$\gamma_{G1ns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_{G1s}$	$\gamma_{G2s}$	$\gamma_{Qs}$	$\gamma_{G1ns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_{G1s}$	$\gamma_{G2s}$	$\gamma_{Qs}$

ELEMENTO	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ELEMENTO	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

### Combinazioni per le verifiche allo Stato limite di esercizio

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di esercizio possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

#### Combinazioni Caratteristiche:

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$-\Psi_0 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$	$\gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$	$-\gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00
U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60
U33	1.00	1.00	1.00	0.60
U34	1.00	1.00	0.70	1.00
U35	1.00	1.00	0.70	0.60
U36	1.00	1.00	1.00	-0.60
U37	1.00	1.00	0.70	-1.00
U38	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50

U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$-\Psi_0 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$	$\gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$	$-\gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00

U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60
U33	1.00	1.00	1.00	0.60
U34	1.00	1.00	0.70	1.00
U35	1.00	1.00	0.70	0.60
U36	1.00	1.00	1.00	-0.60
U37	1.00	1.00	0.70	-1.00
U38	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elementi di fondazione A2				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$-\Psi_0 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$	$\gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi_0 \gamma Q_{ns}$	$-\gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60



U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00
U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60
U33	1.00	1.00	1.00	0.60
U34	1.00	1.00	0.70	1.00
U35	1.00	1.00	0.70	0.60
U36	1.00	1.00	1.00	-0.60
U37	1.00	1.00	0.70	-1.00
U38	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Combinazioni Frequenti:

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Elementi di fondazione A2				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 2 \gamma Q_{ns}$

<b>3</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 1\gamma_{Qns}$
<b>4</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 1\gamma_{Qns}$
<b>U1</b>	1.00	1.00	0.30	0.00
<b>U2</b>	1.00	1.00	0.30	0.00
<b>U3</b>	1.00	1.00	0.30	0.00
<b>U4</b>	1.00	1.00	0.30	0.00
<b>U5</b>	1.00	1.00	0.30	0.00
<b>U6</b>	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Combinazioni quasi permanenti :

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
<b>1</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$
<b>2</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 2\gamma_{Qns}$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
<b>1</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$
<b>2</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 2\gamma_{Qns}$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A2				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
<b>1</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$
<b>2</b>	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 2\gamma_{Qns}$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

SLE	Caratteristiche					Frequenti					Q. Permanenti				
ELEMENTO	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_I$	$\gamma_{EG}$	$\gamma_{EQ}$	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_I$	$\gamma_{EG}$	$\gamma_{EQ}$	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_I$	$\gamma_{EG}$	$\gamma_{EQ}$
ELEMENTO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

ELEMENTO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

## 2.4 Procedura di Verifica degli elementi.

### 2.4.1 Elementi in C.A. .

Le Verifiche relative alle strutture in C.A. si possono riassumere, in funzione degli elementi considerati, nei seguenti tipi:

- Pilastri

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di:

- PressoTensoFlessione Deviata
- Taglio
- Stabilità
- Stato tensionale

- Travi

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Deformabilità
- Stato tensionale
- Fessurazione

- Travi di fondazione

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Stato tensionale
- Fessurazione

Le singole verifiche vengono descritte qui di seguito:

- PressoTensoFlessione Deviata

Le sollecitazioni che vengono considerate in tale verifica sono: Sforzo Normale, Momento Flettente X-Z, Momento Flettente X-Y.

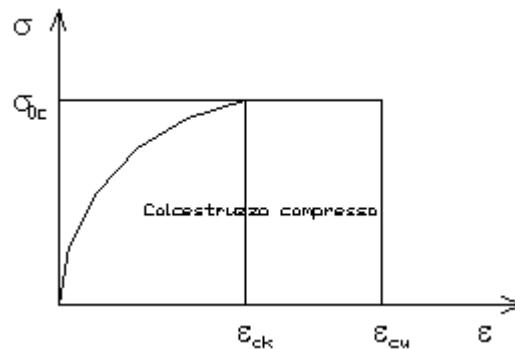
La verifica di resistenza è soddisfatta se la sollecitazione determinata dalla condizione considerata cade all'interno del dominio di sicurezza determinato, attraverso la conoscenza:

- del comportamento meccanico della sezione in esame;
- delle caratteristiche dei materiali di cui è composta;
- dei coefficienti di sicurezza forniti dalla normativa seguita.

Il calcolo è condotto nelle ipotesi che:

1. Le sezioni rimangano piane fino a rottura;
2. Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo;
3. La deformazione massima del calcestruzzo compresso è pari a 0.0035 nel caso di flessione semplice e composta; con asse neutro reale mentre è pari a 0.002 nel caso di compressione semplice;
4. La deformazione massima per l'acciaio teso sia pari a 0.01;
5. Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per il calcestruzzo è di tipo parabola-rettangolo come indicato nella seguente figura:



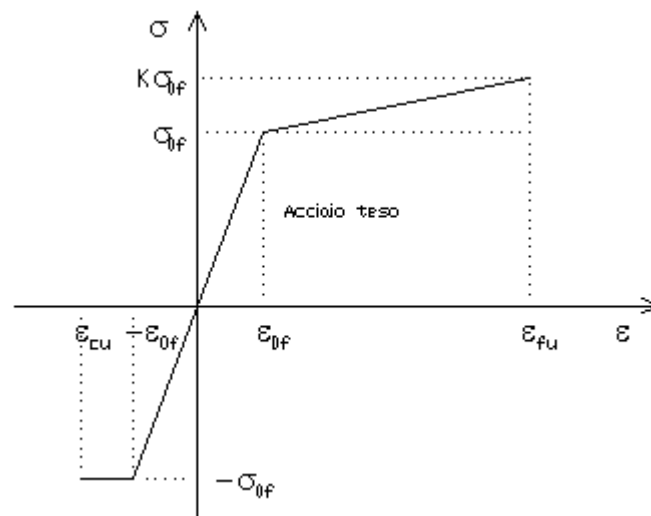
dove:  $\varepsilon_{ck} = 0.002$ ;  
 $\varepsilon_{cu} = 0.0035$ ;  
 $\sigma_{0c} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_c$ ;  
 $R_{ck}$  = resistenza caratteristica del calcestruzzo;  
 $\gamma_{m,c}$  = coefficiente di materiale del calcestruzzo;

Le equazioni che descrivono il diagramma sono:

$$\varepsilon < \varepsilon_{ck} : \sigma(\varepsilon) = 1000 \cdot \sigma_{0c} \cdot \varepsilon \cdot (1 - 250 \cdot \varepsilon);$$

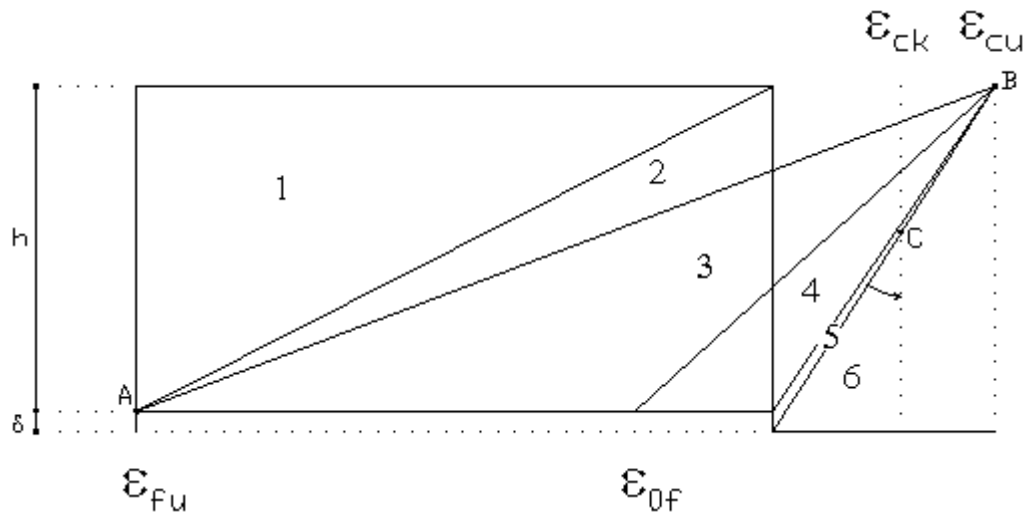
$$\varepsilon_{ck} < \varepsilon < \varepsilon_{cu} : s(\sigma) = \sigma_{0c};$$

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per l'acciaio è indicato nella seguente figura:



dove:  $\varepsilon_{0f} = \sigma_{0f} / E$ ;  
 $E$  = Modulo di elasticità dell'acciaio;  
 $\sigma_{0f}$  = resistenza di calcolo dell'acciaio;  
 $k$  = rapporto di sovrarresistenza (se è pari ad 1 il comportamento è bilineare elastico-perfettamente plastico);  
 $f_{yk}$  = Resistenza caratteristica dell'acciaio;  
 $\gamma_m$  = coefficiente di sicurezza dell'acciaio;  
 $\varepsilon_{fu}$  = deformazione ultima dell'acciaio;  
 $\varepsilon_{cu}$  = deformazione ultima del calcestruzzo;

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica. Tali campi sono descritti nel seguente modo:



**Campo 1 :** è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a  $\epsilon_{Fu}$ . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di rette passanti per il punto (A) mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da  $-\infty$  a 0. E' il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa. La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.

**Campo 2 :** è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a  $\epsilon_{Fu}$  e dalla rotazione del diagramma attorno al punto (A). La deformazione specifica del calcestruzzo varia da 0 al valore massimo del calcestruzzo compresso ( $\epsilon_{cu}$ ) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0 a  $0.259h$ . La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 3 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 4 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 5 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B) mentre la distanza dell'asse neutro varia da  $h$  ad  $h+d$ . L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.

**Campo 6 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato compresso che varia fra  $\epsilon_{cu}$  e  $\epsilon_{ck}$ . Le rette di deformazione specifica appartengono ad un fascio passante per (C) e la distanza dell'asse neutro varia fra 0 e  $-\infty$ . La distanza di (C) dal lembo superiore vale  $3h/7$ . La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

- Taglio

Il calcolo del taglio viene eseguito secondo il metodo di Ritter-Morsch.

Per gli elementi in cui è richiesta la verifica a taglio, deve risultare:

$$V_{Sd} \leq \min[V_{Rsd}, V_{Rcd}]$$

dove:

- $V_{Sd}$  : taglio sollecitante il calcolo;
- $V_{Rsd} = 0.9 d (A_{sw} / s) f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha$ ;
- $V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$ ;
- $d$  : altezza utile della sezione;
- $A_{sw}$  : area dell'armatura trasversale;
- $s$  : passo dell'armatura trasversale;;

$f_{yd}$  : resistenza a snervamento dell'acciaio;  
 $b_w$  : larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace;

Il contributo delle armature a taglio è somma del contributo delle staffe e degli eventuali sagomati. In ogni caso l'aliquota massima che può essere affidata ai sagomati è il 50% dello sforzo di taglio massimo.

### - Stabilità

La verifica di instabilità degli elementi snelli in c.a. viene condotta attraverso un'analisi del secondo ordine che tiene in conto degli effetti flessionali dell'azione assiale sulla configurazione deformata degli elementi stessi.

Si sono assunti legami fra le azioni interne e le deformazioni che mettono in conto il comportamento non lineare dei materiali e si è trascurato il contributo del calcestruzzo teso.

Il valore limite della snellezza per ogni colonna è stato assunto pari a:

$$\lambda_{lim} = 25 / \sqrt{\nu}$$

dove:

$$\nu = N_{ed} / (A_c f_{cd})$$

$$C = 1.7 - r_m$$

$r_m = M_{01} / M_{02}$  è il rapporto fra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro, positivo se i due momenti sono discordi sulla trave ( $|M_{02}| > |M_{01}|$ ).

La snellezza della colonna da confrontare con  $\lambda_{lim}$  è pari a:

$$\lambda = \lambda_0 / i$$

$\lambda_0$  è la lunghezza libera d'inflessione definita in base ai vincoli di estremità ed  $i$  il raggio d'inerzia della sezioni in calcestruzzo non fessurato.

Con riferimento al punto 4.1.2.3.9.3 del D.M. 17/01/2018 in aggiunta al momento sollecitante esterno viene sommata un'aliquota dovuta ad un'eccentricità dello sforzo normale pari a  $1/300$  dell'altezza della colonna (difetto di rettilineità).

In aggiunta viene considerata un'aliquota aggiuntiva che tenga conto dell'inflessione della colonna pari a  $e_2 := 0.222 e_{fy} l_0^2/h$ .

### - Stato tensionale

Tale verifica rientra nell'ambito della verifica di esercizio. Il calcolo delle tensioni si ottiene sfruttando le ipotesi tradizionali per il calcolo del cemento armato ordinario, e cioè:

1. assunzione dei materiali elastico lineari;
2. conservazione delle sezioni piane al crescere dei carichi;
3. perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
4. resistenza nulla a trazione del calcestruzzo;

Inoltre può essere stabilito un coefficiente di omogeneizzazione diverso dal valore ordinario.

Le tensioni di esercizio si possono calcolare considerando le combinazioni di carico caratteristica, frequente e quasi permanente.

La verifica consiste nel confrontare le tensioni di calcolo con quelle limite dei materiali.

### - Fessurazione

Poiché la fessurazione in strutture in cemento armato ordinario è quasi inevitabile, bisogna limitare tali entità in modo da non pregiudicare il corretto funzionamento della struttura.

La fessurazione può essere limitata assicurando un minimo di area di armatura longitudinale che può essere calcolata dalla seguente espressione:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} (A_{ct} / \sigma_s)$$

dove:

$A_s$  : area di armatura nella zona tesa;

$k_c$  : coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni nella sezione subito prima la fessurazione.

Assume valore 0.4 per flessione senza compressione assiale, e 1 per trazione;

$k$  : coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi;

$f_{ct,eff}$  : resistenza efficace a trazione della sezione al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure. In mancanza di dati si utilizza il valore di 3 N/mm<sup>2</sup>;

$A_{ct}$  : area del calcestruzzo in zona tesa subito prima della fessurazione;

$\sigma_s$  : massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura.

Il calcolo delle ampiezze delle fessure si effettua considerando anche la parte di calcestruzzo reagente a trazione utilizzando la seguente espressione:

$$W_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm}$$

$W_k$  : ampiezza di calcolo delle fessure;

$\beta$  : coefficiente di correlazione tra l'ampiezza media delle fessure e il valore di calcolo;

$s_{rm}$  : distanza media finale tra le fessure;

$\varepsilon_{sm}$  : deformazione che tiene conto, nella combinazione di carico considerata, degli effetti "tension stiffening", del ritiro;

La quantità  $\varepsilon_{sm}$  si ottiene dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{sm} = (\sigma_s / E_s) [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2]$$

dove:

$\sigma_s$  : tensione dell'acciaio teso calcolata a sezione fessurata;

$E_s$  : modulo elastico dell'acciaio;

$\sigma_{sr}$  : tensione dell'acciaio teso calcolata nella sezione per una condizione di carico che induce alla prima fessurazione;

$\beta_1$  : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 0.5 per barre lisce e 1 per barre ad aderenza migliorata;

$\beta_2$  : coefficiente di durata dei carichi. Assume valore 0.5 per carichi di lunga durata o per molti cicli ripetuti e 1 per un singolo carico di breve durata.

La quantità  $s_{rm}$  si ottiene dalla seguente espressione:

$$s_{rm} = 50 + 0.25 k_1 k_2 (\phi / \rho_t)$$

dove:

$k_1$  : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 1.6 per barre lisce e 0.8 per barre ad aderenza migliorata;

$k_2$  : coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle deformazioni. Assume valore 0.5 per flessione e 1 per trazione pura;

$\phi$  : diametro delle barre in mm. Se si utilizzano più diametri si utilizza il diametro medio.

La fessurazione causata dalle azioni tangenziali si considera contenuta in limiti accettabili se si adotta un passo delle staffe. Tale verifica non è necessaria in elementi in cui non è richiesta l'armatura a taglio.

#### - Verifiche a deformabilità

Per il calcolo della deformabilità di elementi inflessi si utilizza il metodo che pesa le curvature nelle due situazioni caratteristiche degli elementi in c.a. ("I" sezione integra; "II" sezione fessurata). A tale riguardo la curvatura in una generica sezione può essere valutata con la seguente relazione:

$$\theta = (1 - \zeta) \theta_I + \zeta \theta_{II}$$

dove  $\zeta$  rappresenta l'effetto irrigidente del calcestruzzo tra due fessure consecutive (tension stiffening):

$$\zeta = 1 - c(M_{cr}/M)^2$$

dove:

$c$  : pari a 1 per carichi permanenti;

$M_{cr}$  : momento di prima fessurazione;

$M$  : momento sollecitante.



Per calcolare la freccia di un elemento, si divide in “n” conci uguali e si calcola la curvatura di ogni concio riferita alla coordinata  $x_i$ . La freccia relativa alla sezione  $x_j$  è pari a:

$$\delta_j = \varphi_A x_j - \sum (x_j - x_i) \theta_i \Delta x$$

dove:

- $\varphi_A$  : rotazione dell'estremo iniziale dell'elemento;
- $l$  : lunghezza dell'elemento;
- $\Delta x$  : lunghezza del concio;
- $\theta_i$  : curvatura relativa al concio.

### - Particolari prescrizioni per pareti non dissipative

Le pareti non dissipative sono state progettate utilizzando le sollecitazioni relative allo spettro elastico ( $q = 1$ ).

## 2.4.2 Elementi in Acciaio.

### - VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza per gli elementi in acciaio risultano così organizzate:

- Verifica di resistenza delle aste tese;
- Verifica di resistenza delle aste compresse;
- Verifica di resistenza delle aste inflesse;
- Verifica di resistenza delle aste soggette ad azione tagliante;
- Verifica di resistenza delle aste soggette ad azione tagliante e flettente;
- Verifica di resistenza delle aste pressoinflesse;

La filosofia introdotta dall'Eurocodice 3 conduce a classificare le sezioni secondo il seguente prospetto

Sezione di Classe 1	Sezioni trasversali in grado di generare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta dall'analisi plastica senza alcuna riduzione di resistenza
Sezione di Classe 2	Sezioni trasversali in grado di raggiungere il proprio momento resistente plastico ma con una capacità rotazionale limitata
Sezione di Classe 3	Sezioni trasversali in grado di raggiungere il momento resistente elastico e dunque il valore di snervamento secondo una distribuzione lineare delle tensioni. Il momento resistente plastico non risulta raggiungibile per l'insorgere di fenomeni di instabilità locale
Sezione di Classe 4	Sezioni trasversali non in grado di raggiungere il momento resistente elastico e dunque con capacità di resistenza ridotte in seguito a fenomeni di instabilità locale

Per le sezioni sottili di classe 4 la normativa prevede la definizione e l'utilizzo delle grandezze efficaci degli elementi compressi per il calcolo delle proprietà elastiche degli stessi (proprietà efficaci). Di fatto l'utilizzo delle grandezze efficaci porta a considerare gli effetti dei fenomeni di instabilità locale tramite una riduzione (tanto più consistente quanto più la sezione risulta compressa) delle parti reagenti della sezione trasversale.

### Verifiche Plastiche

#### Trazione

La verifica consiste nell'accertare che risulti:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

dove:

- $N_{Ed}$  : azione di trazione di progetto;
- $N_{t,Rd}$  : resistenza a trazione di progetto calcolata come indicato in seguito.

$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd})$$

dove:

$N_{pl,Rd}$  : resistenza plastica di progetto;  
 $N_{u,Rd}$  : resistenza ultima di progetto.

Inoltre

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{Mo}$$

$$N_{u,Rd} = 0.9 \cdot A_{nett} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

Dove, ancora:

A: area lorda della sezione;  
 $A_{nett}$ : netta della sezione;  
 $f_u, f_y$  : sono le tensioni di rottura e di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}, \gamma_{M2}$  : sono coefficienti riduttivi.

### **Compressione**

La verifica consiste nell'accertare che risulti:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

dove:

$N_{Ed}$  : è l'azione di compressione di progetto;  
 $N_{c,Rd}$  : è la resistenza a compressione di progetto calcolata come indicato in seguito.

$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{Mo}$  Per sezioni di classe 1, 2 e 3  
 $N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1}$  Per sezioni di classe 4

Dove, ancora:

A: area lorda della sezione;  
 $A_{eff}$  : area efficace della sezione;  
 $f_y$  : tensione di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}, \gamma_{M1}$  : coefficienti riduttivi.

### **Taglio**

Il valore di progetto dell'azione tagliante in ogni sezione trasversale deve soddisfare la relazione:

$$V_{sd} / V_{pl,Rd} \leq 1$$

$V_{pl,Rd}$  è il valore del taglio resistente di progetto assunto pari a:

$$V_{pl,Rd} = (A_t \cdot f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{Mo}$$

Dove, ancora:

$A_t$  : area resistente al taglio della sezione;  
 $f_y$  : tensione di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}$  : coefficiente riduttivo.

### **Flessione**

Si verifica in questo caso che il valore del momento flettente di progetto in corrispondenza di ciascuna sezione trasversale analizzata soddisfi la seguente relazione:

$$M_{Sd} / M_{Rd} \leq 1$$

dove:

$M_{Rd}$ : momento flettente resistente di progetto, calcolato tenendo conto dell'effettiva sezione;  
 $M_{Sd}$ : valore del momento di progetto.  
 $M_{Rd}$  è determinato in funzione della classe della sezione.

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= M_{pl} = W_{pl} f_y / \gamma_{Mo} && \text{per le classi 1 e 2} \\ M_{Rd} &= M_{el} = W_{el} f_y / \gamma_{Mo} && \text{per la classe 3} \\ M_{Rd} &= W_{eff} f_y / \gamma_{Mo} && \text{per la classe 4} \end{aligned}$$

dove:

$W_{pl}$  : è il modulo di resistenza plastico;  
 $W_{el}$  : è il modulo di resistenza elastico;  
 $W_{eff}$  : è il modulo di resistenza della sezione efficace;  
 $f_y$  : è la tensione di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}$  : è un coefficiente riduttivo.

### ***Flessione e Taglio***

Quando la forza di taglio è maggiore della metà del valore del taglio resistente plastico il momento resistente plastico viene ridotto della quantità

$(1 - \rho)$

dove:

$$\rho = ((2 \cdot V_{Sd} / V_{pl,Rd}) - 1)^2$$

Dove vale la terminologia assunta per le verifiche a taglio.

### ***Presso Flessione***

Per sezioni di classe 1 o 2 la verifica viene condotta controllando che

$$(M_{y,Ed} / M_{Ny,Rd}) + (M_{z,Ed} / M_{Nz,Rd}) \leq 1$$

dove:

$M_{Ny,Rd}, M_{Nz,Rd}$  : momenti flettenti resistenti nelle due direzioni analizzate e ridotti per la presenza dello sforzo normale;  
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$  : momenti flettenti di progetto nelle due direzioni analizzate;

Per sezioni di classe 3, in assenza di azioni di taglio, la verifica a presso o tenso-flessione è condotta in termini tensionali utilizzando le verifiche elastiche.

Per sezioni di classe 4 le verifiche sono condotte sempre in regime tensionale elastico ma utilizzando le sole parti efficaci della sezione trasversale.

### **Verifiche Elastiche**

Le verifiche in campo elastico vengono effettuate in modo che in nessun punto della sezione venga superato il valore della resistenza di calcolo.

La formula utilizzata è:

$$\sigma_{id} \leq f_d$$

Dove:  $f_d = f_y / \gamma_m$

$$\sigma_{id}(x,y) = \sqrt{(\sigma(x,y) + 3 \cdot \tau^2(x,y))}$$

Dove:

$f_d$  : valore della tensione di progetto;  
 $f_y$  : valore di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_m$  : coefficiente di riduzione che dipende dalla normativa di riferimento;  
 $\sigma_{id}(x,y)$  : tensione ideale nel punto di coordinate x ed y della sezione;  
 $\tau(x,y)$  : tensione tangenziale nel punto di coordinate x ed y della sezione;  
 $\sigma(x,y)$  : tensione normale nel punto di coordinate x ed y della sezione;

inoltre,

$$\sigma(x,y) = N / A + ((M_x \cdot J_y + M_y \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot y - ((M_y \cdot J_x + M_x \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot x$$

$$\tau(x,y) = V / A_T$$

Dove, rispetto al sistema di riferimento baricentrico utilizzato:

$x, y$ : ascissa e ordinata di un punto generico della sezione;

$N, M_x, M_y$ : azioni esterne capaci di generare tensioni normali sulla sezione;

$V$ : azione esterna capace di generare tensioni tangenziali sulla sezione;

$J_x, J_y, J_{xy}$ : momenti d'inerzia della sezione;

$A_T$ : area resistente al taglio della sezione;

### - VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Le verifiche di stabilità delle aste vengono effettuate nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere sempre:

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1$$

dove:

$N_{Ed}$  : è l'azione di compressione di calcolo;

$N_{b,Rd}$  : è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa data da:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \quad \text{per sezioni di classe 1, 2 e 3}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1} \quad \text{per sezioni di classe 4}$$

$\chi$ : coefficienti dipendenti dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato, desunti in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionalizzata dalla seguente formula:

$$\chi = 1 / \phi + \sqrt{(\phi^2 - \lambda_a^2)} \leq 1$$

dove:

$$\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2)_a + \lambda_a^2]$$

$\alpha$  : fattore di imperfezione opportunamente tabellato;

Inoltre:

$$\lambda_a = \sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}} \quad \text{per sezioni di classe 1, 2 e 3}$$

$$\lambda_a = \sqrt{A_{eff} \cdot f_y / N_{cr}} \quad \text{per sezioni di classe 4}$$

$N_{cr}$  : carico critico elastico basato sulle proprietà della sezione lorda e sulla lunghezza di libera inflessione dell'asta, calcolato per la modalità di collasso per instabilità appropriata.

### - VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI LATERALI

Ai sensi del punto 4.2.4.2.2 delle NTC vengono controllati gli spostamenti laterali alle sommità delle colonne per le combinazioni SLE. Gli spostamenti devono limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio. Il valore limite deve essere valutato sulla base degli effetti sugli elementi portati, della qualità del confort richiesto alla costruzione e delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti.

### - CONTROLLO DEL CONTENIMENTO DEL DANNO NEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI.

Ai sensi del punto 7.3.7.2 delle NTC viene verificato che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. Per gli edifici in classe I e II, questa verifica si ritiene soddisfatta se gli spostamenti d'interpiano calcolati allo SLD sono inferiori al valore limite, funzione del tipo di elementi non strutturali presenti. Per edifici in classe d'uso III e IV il controllo viene effettuato agli SLO.

### Compatibilità tra fattore di comportamento e classificazione delle sezioni in acciaio

Ai sensi del punto 7.5.3.1 e della tabella 7.5.III delle NTC il valore della classe delle sezioni delle aste che dissipano energia deve essere compatibile con la classe di duttilità e con il fattore di comportamento utilizzato.

### - VERIFICHE INSTABILITA' FLESSO-TORSIONALE.

Nell'esecuzione di tali verifiche si è fatto uso del punto 4.2.4.1.3.2 delle NTC.

Una trave con sezione ad I o H soggetta a flessione nel piano dell'anima, con la piattabanda compressa non sufficientemente vincolata lateralmente, deve essere verificata nei riguardi dell'instabilità flessione torsionale secondo la formula:

$$M_{Ed} / M_{b,Rd} \leq 1$$

dove:

$M_{Ed}$  : massimo momento flettente di calcolo

$M_{b,Rd}$  : momento resistente di progetto per l'instabilità.

Il momento resistente di progetto per i fenomeni di instabilità di una trave lateralmente non vincolata può essere assunto pari a

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk} / \gamma_{M1}$$

dove:

$W_y$  : modulo resistente della sezione:

- per le sezioni di classe 1 e 2 è pari al modulo plastico :  $W_y = W_{pl,y}$
- per le sezioni di classe 3 è pari al modulo elastico :  $W_y = W_{el,y}$
- per le sezioni di classe 4 è pari al modulo efficace :  $W_y = W_{eff,y}$

$\chi_{LT}$  : fattore di riduzione per l'instabilità flessione-torsionale, dipendente dal tipo di profilo impiegato; può essere determinato per profili laminati o composti saldati dalla formula:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1,0 \\ \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \frac{1}{f} \end{cases}$$

dove:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right].$$

Il coefficiente di snellezza adimensionale è dato dalla formula:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$M_{cr}$ : momento critico elastico di instabilità torsionale, calcolato considerando la sezione lorda del profilo e i ritegni torsionali nell'ipotesi di diagramma di momento flettente uniforme.

$\alpha_{LT}$  è il fattore di imperfezione ottenuto dalle indicazioni riportate nella Tab. 4.2.VII.

$\bar{\lambda}_{LT,0}$  è stato assunto pari a 0.4.  $\beta$  è stato assunto pari ad 0.75.

Il fattore  $f$  considera la reale distribuzione del momento flettente tra i ritegni torsionali dell'elemento inflesso ed è definito dalla formula:

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c) \left[ 1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right],$$

$k_c$  assume i valori riportati in Tab. 4.2.VIII.

**Tabella 4.2.VII.** Definizione delle curve d'instabilità per le varie tipologie di sezione e per gli elementi inflessi.

Sezione trasversale	Limiti	Curva di instabilità da Tab. 4.2.VI
Sezione laminata ad I	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Sezione composta saldata	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Altre sezioni trasversali		d

**- VERIFICHE INSTABILITA' PRESSO-FLESSIONALE.**

Nell'esecuzione di tali verifiche si è fatto uso del punto 4.2.4.1.3.3 delle NTC. Tale paragrafo indica che per elementi strutturali oggetti a compressione e flessione, occorre studiare i relativi fenomeni di instabilità facendo riferimento a normative di comprovata validità.

In tal senso si è optato per la norma UNI EN 1993-1-1:2005 la quale al punto 6.3.3 ed all'annesso B indica le procedure da adottare per effettuare le verifiche in questione.

**- GERARCHIA DELLE RESISTENZE.**

Ai sensi del punto 7.5.4.3 delle NTC, per assicurare lo sviluppo del meccanismo globale dissipativo è stata rispettata la gerarchia delle resistenze tra la trave e la colonna. Inoltre sono state rispettate tutte le regole di dettaglio previste nelle NTC, e per ogni nodo colonna-trave è stata verificata la seguente condizione:

$$\sum M_{C,pl,Rd} \geq \gamma_{RD} \cdot \sum M_{b,pl,Rd}$$

dove:

$\gamma_{RD} = 1,3$  se struttura in classe CD "A" e 1.1 se struttura in classe CD "B";

$M_{C,pl,Rd}$ : momento resistente della colonna calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nella colonna nelle combinazioni sismiche delle azioni;

$M_{b,pl,Rd}$ : momento resistente delle travi che convergono nel nodo trave-colonna.

**- EFFETTI DELLE IMPERFEZIONI.**

Nell'analisi della struttura, in quella dei sistemi di controvento e nel calcolo delle membrature si è tenuto conto degli effetti delle imperfezioni geometriche e strutturali quali: mancanza di verticalità o di rettilineità, mancanza di accoppiamento e le inevitabili eccentricità minori presenti nei collegamenti reali.

A tal fine tali effetti sono stati inclusi implicitamente nel calcolo della resistenza degli elementi strutturali così come indicato al punto 4.2.3.5 delle NTC.

**- STABILITÀ DEI PANNELLI D'ANIMA A TAGLIO.**

I pannelli d'anima degli elementi strutturali, laminati oppure realizzati in soluzione composta saldata, devono essere verificati nei confronti dei fenomeni di instabilità dell'equilibrio allo stato limite ultimo (vedi C4.2.4.1.3.4.1 – Circolare esplicativa e UNI EN 1993-1-5:2007).

Ed essendo, inoltre:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{con } f_y \text{ in } \frac{N}{mm^2}$$

I pannelli non irrigiditi vanno verificati se:

$$\frac{h_w}{t} \geq \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

Mentre i pannelli irrigiditi vanno verificati se:

$$\frac{h_w}{t} \geq \frac{31}{\eta} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}$$

Il contributo resistente delle ali (piattabande) si calcola tramite la formula seguente:

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left[ 1 - \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right]$$

Il contributo resistente dell'anima si calcola, invece, tramite la formula seguente:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

<b>h<sub>w</sub></b>	Altezza del pannello
<b>t</b>	Spessore del pannello
<b>a</b>	Larghezza del pannello
<b>V<sub>bw,Rd</sub></b>	Contributo resistente dell'anima
<b>V<sub>bf,Rd</sub></b>	Contributo resistente delle ali (piattabande)
<b>f<sub>yw</sub></b>	Valore di snervamento dell'acciaio dei pannelli d'anima
<b>b<sub>f,sup</sub></b>	Larghezza dell'ala superiore
<b>b<sub>f,inf</sub></b>	Larghezza dell'ala inferiore
<b>t<sub>f,sup</sub></b>	Spessore dell'ala superiore
<b>t<sub>f,inf</sub></b>	Spessore dell'ala inferiore
<b>h</b>	Altezza totale della sezione (comprese le ali)

#### - Particolari prescrizioni per distribuzione irregolare di tamponamenti ed impianti

Nel caso di distribuzione fortemente irregolare in altezza di tamponamenti ed impianti, deve essere considerata la possibilità di forti concentrazioni di danno ai livelli caratterizzati da significativa riduzione del numero di tali elementi.

Questo requisito si intende soddisfatto incrementando le azioni di calcolo per gli elementi verticali (pilastri e pareti) dei livelli con riduzione dei tamponamenti come descritto nel paragrafo 7.2.3 delle N.T.C. I fattori di sovrarresistenza utilizzati nel presente calcolo sono:

Impalcato	Fatt. Sovr.
1	1.00

#### - Operazioni per il controllo della duttilità (DUT) richiesta dagli elementi in c.a

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo il comportamento sismico della struttura è largamente dipendente dal comportamento delle sue zone dissipative, esse devono formarsi ove previsto e mantenere, in presenza di azioni cicliche, la capacità di trasmettere le necessarie sollecitazioni e di dissipare energia, garantendo la capacità in duttilità relativa alla classe di duttilità scelta.

I dettagli costruttivi delle zone dissipative e delle connessioni tra queste zone e le restanti parti della struttura, nonché dei diversi elementi strutturali tra loro, sono fondamentali per un corretto comportamento sismico e devono essere esaurientemente specificati negli elaborati di progetto.

Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate dalle norme per le diverse tipologie costruttive.

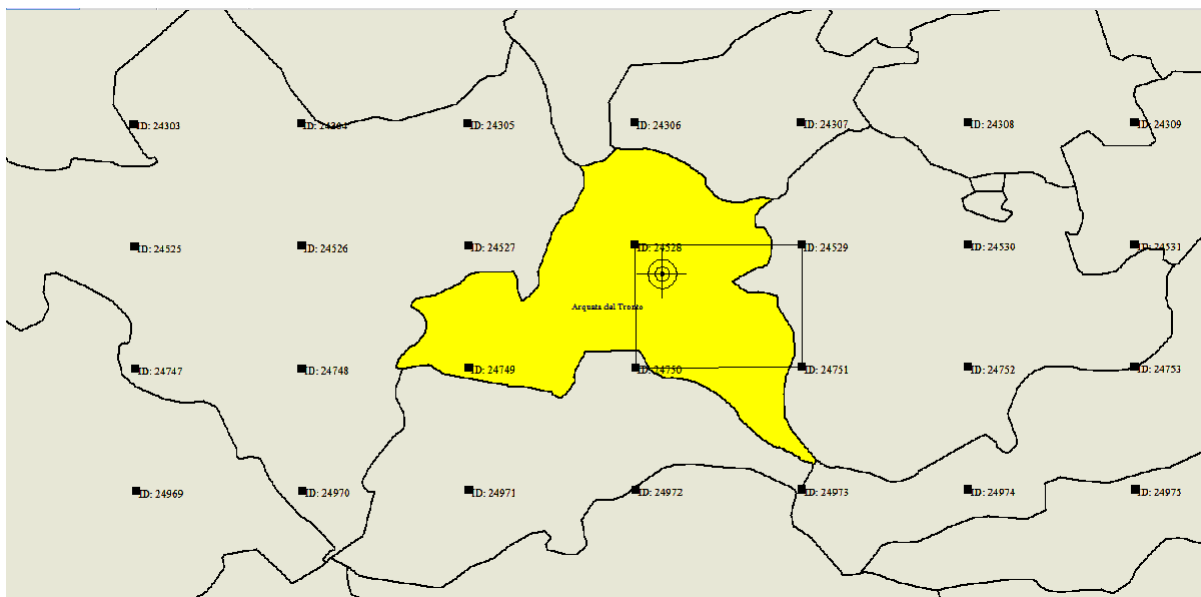
### 3 Dati

#### 3.1 Dati Generali

Numero Impalcati : 1  
 Numero delle tipologie di sezioni trasversali usate : 3  
 Numero delle tipologie di solaio utilizzate : 0

Impalcato	Quota assoluta min [cm]	Quota assoluta max [cm]	Quota relativa min [cm]	Quota relativa max [cm]	Numero Colonne	Numero Travi
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0	4
Piano 1	0.00	270.00	270.00	270.00	8	4

Coordinate (Datum WGS84) del sito : Latitudine = 42.7731° - Longitudine = 13.2967°  
 Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 42.7741° - Longitudine = 13.2976°



Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito		
Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
24528	42.7848	13.2857
24529	42.7849	13.3539
24750	42.7348	13.2859
24751	42.7349	13.3540

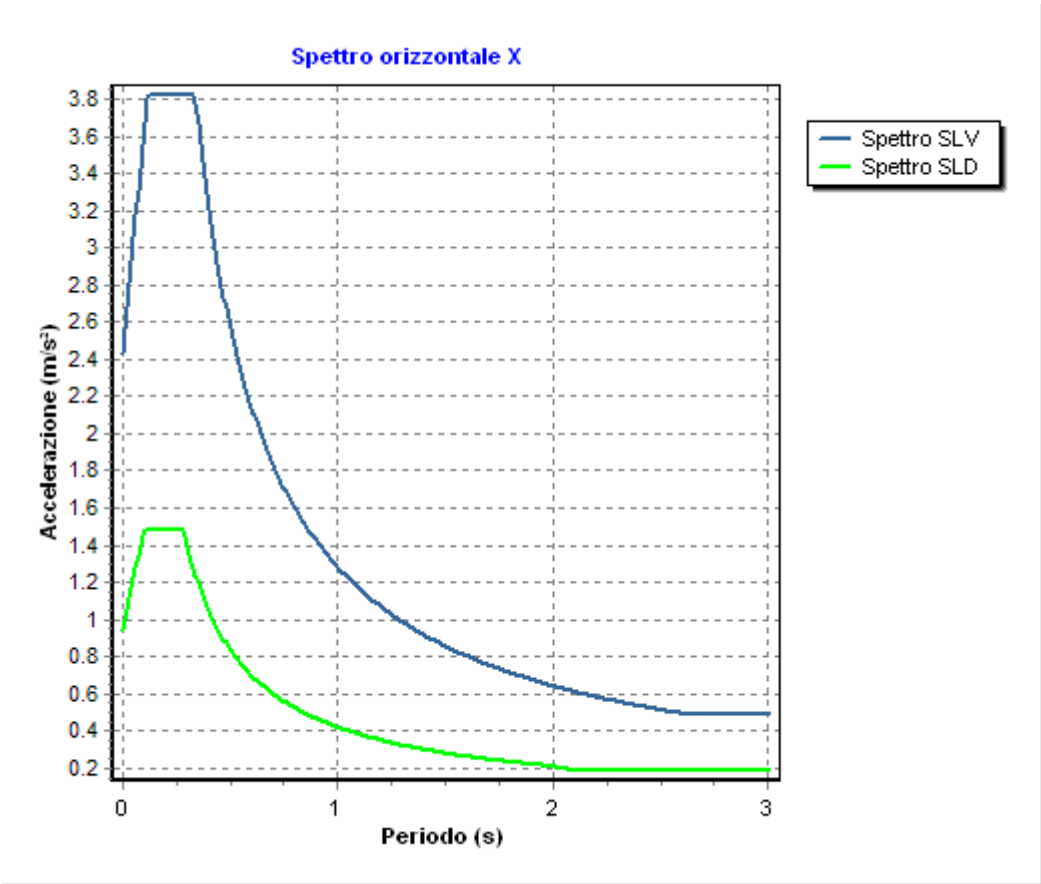
Zona sismica : SI  
 Suolo di fondazione : A  
 Vita nominale : 50  
 Classe di duttilità: Non dissipativa  
 Tipo di opera : Opere ordinarie  
 Classe d'uso : II  
 Vita di riferimento : 50  
 Categoria topografica : T1  
 Coefficiente smorzamento viscoso : 0.05

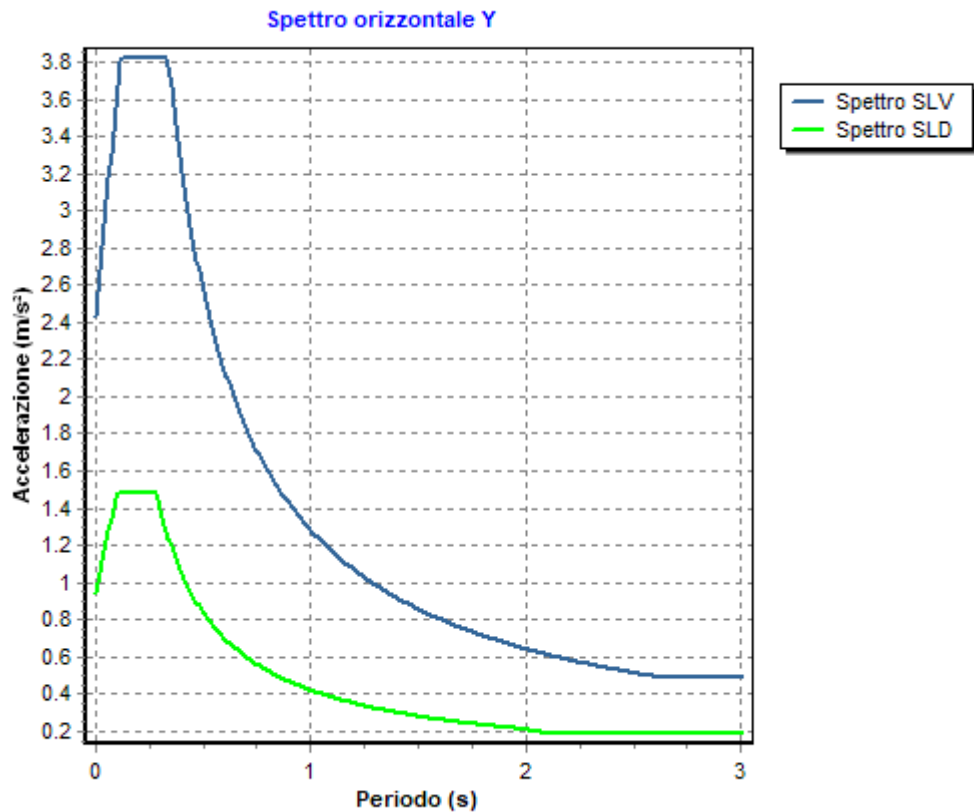
	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	475	975	50	30
Accelerazione sismica	0.248	0.318	0.096	0.074
Coefficiente Fo	2.357	2.396	2.355	2.391
Periodo T <sub>c</sub> *	0.336	0.354	0.284	0.275
Coefficiente S <sub>s</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00



Coefficiente di amplificazione topografica $S_t$	1.00		1.00		1.00		1.00	
Prodotto $S_s \cdot S_t$	1.00		1.00		1.00		1.00	
Periodo $T_B$	0.11		0.12		0.09		0.09	
Periodo $T_C$	0.34		0.35		0.28		0.28	
Periodo $T_D$	2.59		2.87		1.98		1.90	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Coefficiente $\eta$	0.667	0.667	1.000	1.000	*	*	*	*

\*  $\eta$  pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.





- FATTORI DI COMPORTAMENTO -

Fattore di comportamento direzione x (qx)	: 1.50
Fattore di comportamento direzione y (qy)	: 1.50
Fattore di comportamento direzione z (qz)	: 1.50

Modulo di Winkler traslazionale	: 5.00 daN/cm³
Modulo di Winkler tangenziale	: 2.50 daN/cm³
Delta Termico aste di elevazione	: 0
Delta Termico aste di fondazione	: 0
Modulo di omogeneizzazione (per SLE)	: 15
Classe di servizio per le strutture in legno	: 2

Coeff. di riduzione per rigidità fessurata:

SLV-SLC

Pilastrì

Assiale	da Carico Assiale
Flessione	da Carico Assiale
Taglio	da Carico Assiale

Travi

Assiale	da Carico Assiale
Flessione	da Carico Assiale
Taglio	da Carico Assiale

Pareti

Nel Piano	: 1.00
Fuori Piano	: 1.00

Platee

Nel Piano	: 1.00
Fuori Piano	: 1.00

SLD-SLO

Pilastrì

Assiale	da Carico Assiale
---------	-------------------

	Flessione	da Carico Assiale
	Taglio	da Carico Assiale
Travi	Assiale	da Carico Assiale
	Flessione	da Carico Assiale
	Taglio	da Carico Assiale
Pareti	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Platee	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Delta termico		
Slv		: 0.50
Sle		: 0.75

Copriferro Piastre di Fondazione : 2.00 cm

Copriferro Piastre di Elevazione : 2.00 cm

### 3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.

Nell'ambito del progetto si è fatto uso dei seguenti materiali divisi per categoria di appartenenza:

#### b - Calcestruzzo

Nome	Classe	Rck [daN/cm²]	v	ps [daN/m³]	αt [1/°C]	Ec [daN/cm²]	FC	γm,c	Ect/Ec	fck [daN/cm²]	fcm [daN/cm²]	fed SLU [daN/cm²]	fed SLU [daN/cm²]	fed SLD [daN/cm²]	fed SLD [daN/cm²]	fedk,0.05 [daN/cm²]	fctm [daN/cm²]	εc2 [%]	εcu2 [%]
ClsI	C25/30	300	0.15	2500	1.0E-005	314758.1	-	1.50	0.50	250.0	-	141.7	12.0	212.5	18.0	18.0	25.6	2.00	3.50

#### c - Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γm	FC	Es [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	ftk [daN/cm²]	fd SLU [daN/cm²]	fd SLD [daN/cm²]	fd SLE [daN/cm²]	k	εud [%]
Barre1	B450C	1.15	-	2100000.0	4500.0	5400.0	3913.0	4500.0	3913.0	1.00	10.00

#### d - Acciaio per carpenteria.

Nome	Norm.	Tipo	v	ps [daN/m³]	αt [1/°C]	E [daN/cm²]	FC	γM0	γM1	γM2	fy [daN/cm²]	fu [daN/cm²]
Acciaio1	UNI EN 10025-2	S235	0.30	7850	1.2E-005	2100000.0	1.00	1.05	1.05	1.25	2350.0	3600.0

### 3.3 Elenco e caratteristiche delle colonne stratigrafiche.

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna	: nome della colonna stratigrafica;
Filo	: filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Impalcato	: Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Falda	: Presenza della falda;
Prof. Falda	: Profondità della falda (se è presente);
Spicc. Fond.	: Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;
No. Strati	: Numero degli strati della colonna stratigrafica.

RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
3	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
4	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
5	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
12	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-

#### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	E <sub>ed</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
Colonna 1	Strato 1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

### 3.4 Elenco dei carichi.

#### 3.4.1 Pesi propri unitari - G1.

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]
Fondazione	-	-	-
Piano 1	-	-	-

- Analisi dei Carichi -

#### 3.4.2 Carichi Permanenti unitari - G2.

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]	Influenza Tramezzi [daN/m <sup>2</sup> ]	Tamponature [daN/m]
Fondazione	100	100	100	100	582
Piano 1	100	100	100	0	0

- Analisi dei Carichi -

Fondazione
------------

#### Influenza Tramezzi

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni (D.M. 17/01/2018)

Piano 1
---------

### 3.4.3 Carichi Variabili unitari - Q.

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m²]		
	Solai	Balconi	Scale
Fondazione	200	400	400
Piano 1	200	400	400

### 3.4.4 Pesì Impalcati.

Ai fini della valutazione dei pesi "W" a livello dei vari impalcati, si tiene conto dei carichi di tipo G1 relativi agli elementi strutturali e dei carichi di tipo G2 relativi agli elementi non strutturali sommati ai sovraccarichi d'esercizio Q<sub>k</sub> moltiplicati per una aliquota Ψ<sub>2i</sub> (determinata dalla destinazione d'uso dell'opera ai vari piani

$$W_i = G1_i + G2_i + \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Dove il pedice "i" è il piano i-esimo della struttura.

Impalcato	Destinazione	Ψ <sub>2i</sub>
Fondazione	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3
Piano 1	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Ψ <sub>2i</sub>
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.6

Imp. Reale	G1 [daN]	G2 [daN]	Ψ <sub>2</sub> · Q <sub>k</sub> [daN]	W (SLV-SLD) [daN]
0	19505.60	5032.00	1509.60	26047.20
1	635.60	0.00	0.00	635.60

### 3.4.5 Azione del Vento.

La velocità di riferimento del vento  $v_r$  riferita ad un generico periodo di ritorno  $T_R$  e all'altitudine del sito è data dall'espressione:

$$v_r = v_{b0} \cdot c_a \cdot c_r$$

dove:

$v_r$  è la velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

$c_r$  è un coefficiente ricavabile dall'espressione:

$$c_r = 0.75((1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)])^{1/2}$$

$c_a$  è un coefficiente di altitudine ricavabile dall'espressione:

$$c_a = 1 + k_s [(a_s/a_0) - 1]$$

Nel caso in esame  $T_R = 50$  anni

La pressione esterna del vento è data dall'espressione:  $p_e = q_b \cdot C_e \cdot C_{pe} \cdot C_d$

La pressione interna del vento è data dall'espressione:  $p_i = q_b \cdot C_e \cdot C_{pi} \cdot C_d$

$q_r = 60.14$  daN/mq è la pressione cinetica di riferimento valutata con l'espressione:

$$q_r = 0.1 \cdot (1/2 \cdot \rho \cdot (v_r)^2) \text{ in (daN/m}^2\text{)}$$

essendo:

$v_r(T_R)$  la velocità di riferimento del vento (in m/s);  
 $\rho$  la densità dell'aria assunta pari a 1.25 daN/m³.  
 $C_e..... = 1.63$  è il coefficiente di esposizione.  
 $C_{pe}$ : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione esterna.  
 $C_{pi}$ : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione interna.  
 $C_d..... = 1.00$  è il coefficiente dinamico

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:  $p_t = q_b \cdot C_e \cdot C_f$  essendo:

$C_f..... = 0.00$  il coefficiente d'attrito

Nel caso in esame la zona selezionata è la **3: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria.)**

Il fabbricato si trova sulla terraferma ad una distanza di **0.0 Km** dalla costa e ad un'altezza di **700.00 mt** sul livello del mare.

Il tipo di costruzione è :

**Edificio a pianta rettangolare con copertura piana, a falda inclinata o curva.**

La superficie della costruzione è

La classe di rugosità del terreno è la **A**: "Aree urbane in cui almeno il **15%** della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i **15 mt.**"

Il coefficiente di esposizione  $C_e$ , funzione dell'altezza della costruzione  $z = 0.00$  mt sul suolo, della rugosità, della topografia del terreno, e dell'esposizione del sito ove sorge la costruzione, è dato dalla formula:

$C_e(z_{min}) = K_r \cdot C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0)]$  valida per  $z < z_{min}$ .

Dove:  $K_r..... = 0.220$ ;

$z_0..... = 0.300$ ;

$z_{min}... = 8.000$ ;

sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito dove sorge la costruzione.

$C_t..... = 1.000$  è il coefficiente di topografia.

I coefficienti di forma sono stati ricavati, per una costruzione di tipo **con copertura a falde**, con un angolo pari a **0°**, **avente una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale.**

Il coefficiente di forma  $c_{pe}$  viene riferito all'esterno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione esterna  $>0$  sulla superficie esterna, negativo per depressione (per pressione esterna  $<0$ ).

Il coefficiente di forma  $c_{pi}$  viene riferito all'interno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione interna  $>0$  sulla superficie interna, negativo per depressione (per pressione interna  $<0$ ).

I valori delle pressioni esterna ed interna da applicare alle varie superfici sono riportati nella seguente tabella:

	$C_{pe}$	$p_e$ [daN/m²]	$C_{pi}$	$P_i$ [daN/m²]
<b>Parete sopra vento</b>	0.80	78.62	0.20	19.65
<b>Falda sopra vento</b>	-0.40	-39.31	0.20	19.65
<b>Falda sottovento</b>	-0.40	-39.31	0.20	19.65
<b>Parete sottovento</b>	-0.40	-39.31	0.20	19.65

L'azione tangente  $p_f$  parallela alla direzione del vento è pari a 0.00 [daN/m²].

### 3.4.6 Carico della Neve.

Tale calcolo viene effettuato ai sensi di:

D.M. del 17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni";

Il carico neve sulle coperture è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t$$

Dove:  $q_s$  è il carico cercato;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni.

$C_e$  è il coefficiente di esposizione che viene utilizzato per modificare il carico neve in funzione delle caratteristiche dell'area in cui sorge l'opera;

$C_t$  è il coefficiente termico;

$C_e = 1.0$  valido per topografia: Normale (Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi).

$C_t = 1.0$

Il carico agisce in direzione verticale ed riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

Per il calcolo di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento alla seguente espressione :

$$q_{sk} = 100 \cdot 0.85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ daN/m}^2$$

valida per:

- Zona 2

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, L'Aquila, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.

- quota ' $a_s$ ' del suolo sul livello del mare  $> 200\text{m}$  .

L'altezza sul livello del mare della costruzione è di **700 mt** per cui il valore di riferimento del carico neve al suolo ( $q_{sk}$ ) è: **265.02 daN/m<sup>2</sup>**.

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

Il tipo di copertura del fabbricato è : **Ad una falda**

con un angolo di **0** gradi sessagesimali.

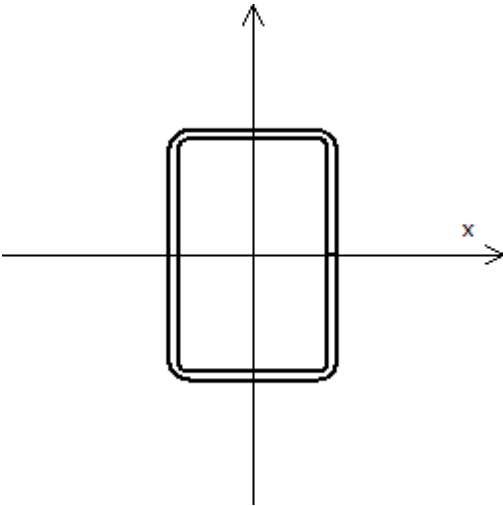
Il coefficiente di forma  $\mu_1$  vale **0.80**.

La condizione di carico da considerare è una, la quale deve essere utilizzata per i casi di carico con e senza vento.

$$\mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t = \mathbf{212.02 \text{ daN/m}^2}$$

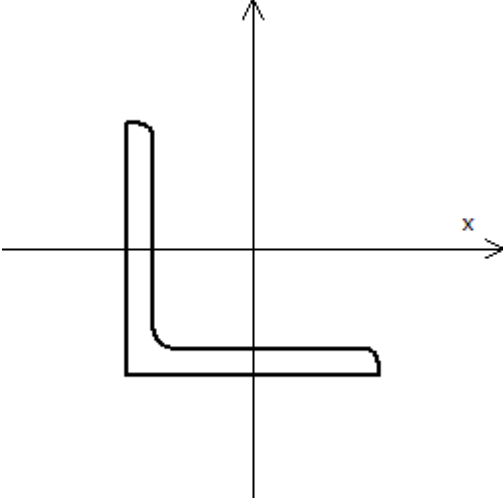
### 3.5 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.

**Tipologia N.1 (Sezione Metallica)**



Nome	= R150x100x50
A	= 23 cm <sup>2</sup>
Jx	= 706.87 cm <sup>4</sup>
Jy	= 378.54 cm <sup>4</sup>
Jxy	= 0.00 cm <sup>4</sup>
Jt	= 790.63 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Acciaio1
Peso	= 18.16 daN/ml

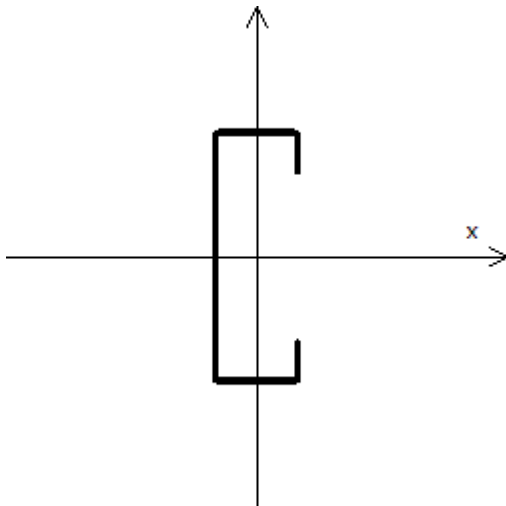
**Tipologia N.2 (Sezione Metallica)**



Nome	= E180x18
A	= 62 cm <sup>2</sup>
Jx	= 1865.51 cm <sup>4</sup>
Jy	= 1865.51 cm <sup>4</sup>
Jxy	= -1097.25 cm <sup>4</sup>
Jt	= 66.48 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Acciaio1
Peso	= 48.60 daN/ml

**Tipologia N.3 (Sezione Metallica)**





Nome = C120X40X20X1.0  
 A = 2 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 50.52 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 5.86 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>xy</sub> = 0.00 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 0.01 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = Acciaio1  
 Peso = 1.83 daN/ml

### 3.6 Geometria Struttura.

#### 3.6.1 Fili Fissi.

Numero : numerazione del filo fisso.  
 Ascissa : coordinata X del filo fisso.  
 Ordinata : coordinata Y del filo fisso.  
 Angolo : angolo del filo fisso (in gradi);  
 Tipo : tipo del filo fisso.

Numero	Ascissa [cm]	Ordinata [cm]	Quota [cm]	Angolo [°]	Tipo
1	0.00	0.00	0.00	0.00	5
2	0.00	300.00	0.00	0.00	5
3	-20.00	-20.00	0.00	0.00	5
4	720.00	320.00	0.00	0.00	5
5	-20.00	320.00	0.00	0.00	5
6	233.00	0.00	0.00	0.00	5
7	466.00	0.00	0.00	0.00	5
8	700.00	0.00	0.00	0.00	5
9	700.00	300.00	0.00	0.00	5
10	466.00	300.00	0.00	0.00	5
11	233.00	300.00	0.00	0.00	5
12	720.00	-20.00	0.00	0.00	5

#### 3.6.2 Caratteristiche dei nodi.

I dati seguenti riportano tutte le caratteristiche relative ai nodi che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo : numerazione interna del nodo.  
 Coordinate : coordinate del nodo secondo il sistema di riferimento globale cartesiano.  
 Imp. : impalcato di appartenenza del nodo.  
 Slave : nodo dipendente da un nodo MASTER definito nella tabella specifica;  
 Vincoli : eventuali vincoli esterni del nodo in ognuna delle 6 direzioni:

x : direzione X rispetto al sistema di riferimento globale;  
y : direzione Y rispetto al sistema di riferimento globale;  
z : direzione Z rispetto al sistema di riferimento globale;  
Rx : rotazione attorno all'asse X del sistema di riferimento globale;  
Ry : rotazione attorno all'asse Y del sistema di riferimento globale;  
Rz : rotazione attorno all'asse Z del sistema di riferimento globale;

Inoltre:

np : non presenza di vincoli;  
p : valore infinito della rigidezza;  
Kt : valore finito delle rigidezze traslazionali da leggere nella tabella specifica;  
Kr : valore finito delle rigidezze rotazionali da leggere nella tabella specifica;

Masse Nodali:

M : valore della massa traslazionale  
MIx : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse X  
MIy : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Y  
MIz : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Z

Nodo	Coordinate [cm]			Impalcato	Slave	Vincoli						Masse Nodali			
	x	y	z			x	y	z	Rx	Ry	Rz	M [daNM]	MIx [daNM*cm <sup>2</sup> ]	MIy [daNM*cm <sup>2</sup> ]	MIz [daNM*cm <sup>2</sup> ]
1	-3.9	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-3.9	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-20.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
4	720.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
5	-20.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
6	232.3	0.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
7	465.3	0.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
8	696.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
9	696.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
10	465.3	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
11	232.3	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
12	720.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
13	-3.9	-3.9	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
14	-3.9	296.1	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
15	232.3	0.0	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
16	465.3	0.0	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
17	696.1	-3.9	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
18	696.1	296.1	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
19	465.3	300.0	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
20	232.3	300.0	270.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
21	72.5	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
22	165.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
23	257.5	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
24	350.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
25	442.5	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
26	535.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
27	627.5	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
28	720.0	235.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
29	720.0	150.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
30	720.0	65.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
31	627.5	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
32	535.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
33	442.5	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
34	350.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
35	257.5	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
36	165.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
37	72.5	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
38	-20.0	65.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
39	-20.0	150.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
40	-20.0	235.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
41	-3.9	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
42	-3.9	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
43	96.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
44	196.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
45	296.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
46	396.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
47	496.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

48	596.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
49	596.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
50	496.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
51	396.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
52	296.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
53	196.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
54	96.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
55	696.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
56	696.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
57	620.6	301.2	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
58	542.3	298.7	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
59	387.7	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
60	310.0	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
61	603.3	-3.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
62	510.6	-2.3	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
63	417.8	-1.6	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
64	325.1	-0.8	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
65	196.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
66	196.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
67	410.6	97.7	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
68	403.3	196.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
69	249.7	96.5	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
70	303.3	96.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
71	357.0	97.3	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
72	314.2	48.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
73	255.2	22.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
74	503.3	-3.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
75	310.6	-2.3	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
76	407.0	-2.7	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
77	600.9	96.6	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
78	505.8	97.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
79	460.6	47.7	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
80	538.6	309.4	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
81	708.1	308.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
82	-11.9	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
83	96.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
84	96.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
85	326.5	196.7	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
86	265.3	193.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
87	237.0	161.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
88	363.0	47.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
89	500.9	196.6	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
90	598.5	196.4	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
91	447.9	15.4	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
92	523.2	47.2	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
93	453.7	309.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
94	397.1	310.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
95	708.1	215.6	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
96	708.1	153.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
97	623.8	310.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
98	-11.9	80.6	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
99	-11.9	142.2	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
100	84.3	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
101	180.6	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
102	276.8	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
103	373.1	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
104	469.3	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
105	533.5	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella dei Nodi Master:

Nodo	Tipo Nodo	Coordinate [cm]		
		x	y	z
M1	Impalcato Rigido	346.15	146.16	270.00

### 3.6.3 Caratteristiche delle aste.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle aste della struttura ed in modo particolare la colonna:

Asta : numerazione dell'asta  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta  
 NI : nodo iniziale dell'asta  
 NF : nodo finale dell'asta  
 Tipo : funzione dell'asta  
 Sez : sezione trasversale associata all'asta  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta  
 Imp. : impalcato di appartenenza dell'asta  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Asta	Fili	NI	NF	Tipo	Sez	L [cm]	Imp.	Kwn [daN/c m <sup>3</sup> ]	Kwt [daN/c m <sup>3</sup> ]	Vincoli interni											
										Estremo In.						Estremo Fin.					
										SpoX	SpoY	SpoZ	RotX	RotY	RotZ	SpoX	SpoY	SpoZ	RotX	RotY	RotZ
1	2, 1	2	41	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2, 1	41	42	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	2, 1	42	1	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1, 8	1	43	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1, 8	43	44	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1, 8	44	45	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1, 8	45	46	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1, 8	46	47	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1, 8	47	48	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1, 8	48	8	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	9, 2	9	49	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	9, 2	49	50	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	9, 2	50	51	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	9, 2	51	52	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	9, 2	52	53	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	9, 2	53	54	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	9, 2	54	2	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	8, 9	8	55	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	8, 9	55	56	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	8, 9	56	9	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	2, 1	14	13	Trave Elev.	1	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	1, 8	13	17	Trave Elev.	1	700.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	9, 2	18	14	Trave Elev.	1	700.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	8, 9	17	18	Trave Elev.	1	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1	13	1	Pilastro	2	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	2	14	2	Pilastro	2	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	6	15	6	Pilastro	3	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	7	16	7	Pilastro	3	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	8	17	8	Pilastro	2	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	9	18	9	Pilastro	2	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31	10	19	10	Pilastro	3	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
32	11	20	11	Pilastro	3	270.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

### 3.6.4 Caratteristiche delle Piastre.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle piastre della struttura:

Piastra : numerazione della piastra  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra  
 Spess. : spessore della piastra  
 Tipo : tipologia della piastra (parete o platea)  
 Numero Elementi : numero di elementi che compongono la piastra  
 Nome Materiale : nome del materiale usato per progettare la piastra  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Piastra	Impalcato	Fili	Spess.	Tipo	Numero Elementi	Nome Materiale	Kwn [daN /cm <sup>3</sup> ]	Kwt [daN /cm <sup>3</sup> ]
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	30.00	Platea Cls	91	Cls1	5.00	2.50

### 3.6.5 Carichi distribuiti sugli elementi.

**Carichi Globali Aste**

Asta : numero dell'asta come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";  
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";  
 DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;  
 in : valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";  
 fin : valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste".

Asta	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m]		DGlob Y [daN/m]		DGlob Z [daN/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	Fondazione	2, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
2	Fondazione	2, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
3	Fondazione	2, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
4	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
5	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
6	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
7	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
8	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
9	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
10	Fondazione	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
11	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
12	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
13	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
14	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
15	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
16	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
17	Fondazione	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
18	Fondazione	8, 9	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
19	Fondazione	8, 9	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
20	Fondazione	8, 9	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
21	Piano 1	2, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
22	Piano 1	1, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
23	Piano 1	9, 2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
24	Piano 1	8, 9	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
25	Piano 1	1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
26	Piano 1	2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
27	Piano 1	6	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
28	Piano 1	7	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
29	Piano 1	8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
30	Piano 1	9	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
31	Piano 1	10	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
32	Piano 1	11	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83

**Carichi Locali distribuiti sulle Piastre**

Piastra : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle piastre";  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";  
 DLoc : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento locale della piastra;

Piastra	Imp.	Fili	C.C.	DLoc X [daN/m²]	DLoc Y [daN/m²]	DLoc Z [daN/m²]
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	Car. Permanenti G1	0.00	0.00	0.00
			Car. Permanenti G2	0.00	0.00	0.00
			Car. d'Esercizio	0.00	0.00	0.00

**Carichi Globali distribuiti sulle Piastre**

Piastra : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle piastre";  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";  
 DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale della piastra;

Piastra	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m²]	DGlob Y [daN/m²]	DGlob Z [daN/m²]
1	Fondazio ne	5, 4, 12, 3	Car. Permanenti G1	0.00	0.00	-750.00
			Car. Permanenti G2	0.00	0.00	-200.00
			Car. d'Esercizio	0.00	0.00	-200.00

#### 4 Risultati di Calcolo.

#### 4.1 Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.

X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.

Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 0.II

Tensioni Terreno					
		SLV	SLD	SLE	
		A1	A1	Caratt.	Freq.
Piastra	Fili	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	5, 4, 12, 3	0.19(1)	0.14(1)	0.14(1) *	0.13(1) *

\* valore massimo.

## 4.2 Verifische Nodi.

### 4.2.1 Verifiche SLV - Verifica Nodo.

Nodo : numerazione interna del nodo;

Filo : filo fisso al quale appartiene il nodo considerato;

D staffe : passo delle staffe;

$\emptyset$  : diametro delle staffe;

S traz : coefficiente di sicurezza per integrità per fessurazione;

S comp : coefficiente di sicurezza per compressione puntone diagonale;

Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;

: NV = NON VERIFICATA;

Tabella 1.I

Nodo	Imp.	Filo	D staffe [cm]	Ø [mm]	η	vd	VjbdX [daN]	S comp X	VjbdY [daN]	S comp Y	Esito comp	S traz	Esito traz
------	------	------	------------------	-----------	---	----	----------------	----------	----------------	----------	---------------	--------	---------------

### 4.3 Verifica Aste.

#### 4.3.1 Aste in Acciaio.

#### 4.3.1.1 Verifiche Generiche.

Dati 2.I

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 1 - [Asta 25] : E180x18****Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1***-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-91	34	-5	11	69	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA  
 Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 5.5 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **41.009**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 2 - [Asta 26] : E180x18****Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1***-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-91	34	5	-11	69	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA  
 Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 6.1 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **36.396**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 6 - [Asta 27] : C120X40X20X1.0****Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1***-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto (N<sub>Ed</sub>) : 6.4 daN  
 Resistenza di progetto (N<sub>c,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto (N<sub>o,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm  
 Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **559.911**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 5400.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 340.9  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 2.4 KN  
 · Fattore di sicurezza : **37.38**

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 5400.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 116.1  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 15.0 KN  
 · Fattore di sicurezza : **233.453**

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 7 - [Asta 28] : C120X40X20X1.0**

Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1

-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto ( $N_{Ed}$ ) : 6.4 daN  
 Resistenza di progetto ( $N_{c,Rd}$ ) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto ( $N_{o,Rd}$ ) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm  
 Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **559.911**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 5400.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 340.9  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 2.4 KN  
 · Fattore di sicurezza : **37.38**

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 5400.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 116.1  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 15.0 KN  
 · Fattore di sicurezza : **233.453**

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 8 - [Asta 29] : E180x18**

Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1

-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-91	-34	-5	11	-69	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA



Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 6.4 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **34.786**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 9 - [Asta 30] : E180x18**

**Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-91	-34	5	-11	-69	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA  
 Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 5.7 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **38.954**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 10 - [Asta 31] : C120X40X20X1.0**

**Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto (N<sub>Ed</sub>) : 6.4 daN  
 Resistenza di progetto (N<sub>c,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto (N<sub>o,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm  
 Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **559.911**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta β : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione l<sub>0</sub> : 5400.0 mm  
 · Snellezza λ : 340.9

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta β : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione l<sub>0</sub> : 5400.0 mm  
 · Snellezza λ : 116.1

· Capacità portante $N_{b,Rd}$	: 2.4 KN	· Capacità portante $N_{b,Rd}$	: 15.0 KN
· Fattore di sicurezza	: <b>37.38</b>	· Fattore di sicurezza	: <b>233.453</b>

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 11 - [Asta 32] : C120X40X20X1.0**

**Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1**

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA	: COMPRESSIONE
Classe sezione	: 4
Azione di progetto ( $N_{Ed}$ )	: 6.4 daN
Resistenza di progetto ( $N_{c,Rd}$ )	: 3601.0 daN
Resistenza ult. di progetto ( $N_{o,Rd}$ )	: 3601.0 daN
Mom. flett. asse Y aggiuntivo	: 0 daNm
Mom. flett. asse Z aggiuntivo	: 0 daNm
Valore di confronto	: 0.00
fattore di sicurezza	: <b>559.911</b>

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-6	0	0	0	0	0	NO

**PIANO A.P.I. XY.**

· Beta $\beta$	: 2.0
· Lungh. libera inflessione $l_o$	: 5400.0 mm
· Snellezza $\lambda$	: 340.9
· Capacità portante $N_{b,Rd}$	: 2.4 KN
· Fattore di sicurezza	: <b>37.38</b>

**PIANO A.P.I. XZ.**

· Beta $\beta$	: 2.0
· Lungh. libera inflessione $l_o$	: 5400.0 mm
· Snellezza $\lambda$	: 116.1
· Capacità portante $N_{b,Rd}$	: 15.0 KN
· Fattore di sicurezza	: <b>233.453</b>

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 2, 1 - [Asta 1] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	0	0	11	-2	0	0	NO

TIPO VERIFICA	: TAGLIO
Piano XY	
· Azione di progetto ( $V_{sd}$ )	: 0.0 daN
· Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ )	: 12921.6 daN
Piano XZ	
· Azione di progetto ( $V_{sd}$ )	: 10.8 daN
· Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ )	: 19382.5 daN
fattore di sicurezza	: <b>1000.000</b>

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA' (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 1, 8 - [Asta 4] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
**-ESITO VERIFICHE POSITIVO-**

**VERIFICHE DI RESISTENZA (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	3	0	11	-3	0	0	NO

TIPO VERIFICA : TAGLIO

Piano XY

· Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 0.0 daN  
· Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 12921.6 daN

Piano XZ

· Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 11.2 daN  
· Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 19382.5 daN  
fattore di sicurezza : **1000.000**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA' (ESITO POSITIVO)**

Lunghezza L	: 7000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -1.53 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 23.33 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 28.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 18.30

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 9, 2 - [Asta 11] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
**-ESITO VERIFICHE POSITIVO-**

**VERIFICHE DI RESISTENZA (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	2	0	12	-3	0	0	NO

TIPO VERIFICA : TAGLIO

Piano XY

· Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 0.0 daN  
· Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 12921.6 daN

Piano XZ

· Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 11.6 daN  
· Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 19382.5 daN  
fattore di sicurezza : **1000.000**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)**

Lunghezza L	: 7000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -1.53 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 23.33 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 28.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 18.30

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 8, 9 - [Asta 18] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	0	0	11	-2	0	0	NO

TIPO VERIFICA : TAGLIO

Piano XY

- Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 0.0 daN
- Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 12921.6 daN

Piano XZ

- Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 10.9 daN
- Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 19382.5 daN
- fattore di sicurezza : **1000.000**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 2, 1 - [Asta 21] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 16 [SLV] [IN]	7	-5	0	-41	-32	0	0	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE

Classe sezione

- : 1
- Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN
- Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm
- Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm
- Fattore di sicurezza : **81.124**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 1, 8 - [Asta 22] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	-44	0	83	-89	0	0	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE

Classe sezione : 1

· Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN

· Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm

· Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm

· Fattore di sicurezza : **28.155**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)**

Lunghezza L	: 7000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -1.53 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 23.33 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 28.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 18.30

**Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 9, 2 - [Asta 23] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-45	0	-83	-89	0	0	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE

Classe sezione : 1

· Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN

· Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm

· Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm

· Fattore di sicurezza : **28.149**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)**

Lunghezza L	: 7000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -1.53 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 23.33 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 28.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 18.30

**Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 8, 9 - [Asta 24] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

**VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 15 [SLV] [IN]	1	-5	0	41	-32	0	0	NO

TIPO VERIFICA	: PRESSOFLESSIONE
Classe sezione	: 1
· Resistenza assiale plastica	: 51785.9 daN
· Mom. res. plastico Y (A.P.I.)	: 2575.8 daNm
· Mom. res. plastico Z (A.P.I.)	: 1952.6 daNm
· Fattore di sicurezza	: <b>80.099</b>

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

## 4.4 Verifica Stati Limite di Danno.

### 4.4.1 Involuppi dei Cinematismi nodali.

I dati seguenti riportano i valori dei Cinematismi nodali che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo	: numerazione interna del nodo.
X	: distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta.

Cinematismi nodali	: valore dello Sforzo Normale nel punto considerato:
Vx	: traslazione X rispetto al sistema di riferimento globale.
Vy	: traslazione Y rispetto al sistema di riferimento globale.
Vz	: Traslazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.
Rx	: rotazione X rispetto al sistema di riferimento globale.
Ry	: rotazione Y rispetto al sistema di riferimento globale.
Rz	: rotazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.
Max	: valore massimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo.
Min	: valore minimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo.
CMax	: combinazione massima di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.
CMin	: combinazione minima di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tabella 3.I

STATO LIMITE DI DANNO												
Nodo	Vx [cm]		Vy [cm]		Vz [cm]		Rx [rad]		Ry [rad]		Rz [rad]	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.024	-0.027	-6.1E-6	-1.7E-5	2.8E-5	2.1E-5	4.7E-7	-4.0E-7
2	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.027	1.4E-5	3.8E-6	2.6E-5	2.0E-5	4.0E-7	-4.6E-7
3	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.024	-0.028	-6.4E-6	-1.8E-5	2.8E-5	2.2E-5	3.5E-7	-3.5E-7
4	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.024	-0.027	1.4E-5	3.8E-6	-1.9E-5	-2.4E-5	4.1E-6	-4.1E-6
5	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.024	-0.027	1.4E-5	3.8E-6	2.7E-5	2.1E-5	6.1E-6	-6.1E-6
6	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	-3.6E-9	-3.9E-6	6.9E-6	5.6E-6	5.9E-2	-5.9E-2
7	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.1E-6	-3.5E-6	-6.5E-6	-7.8E-6	2.1E-1	-2.1E-1
8	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.027	-5.4E-6	-1.6E-5	-1.9E-5	-2.5E-5	2.2E-7	-2.5E-7
9	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	1.3E-5	3.5E-6	-1.9E-5	-2.4E-5	3.8E-7	-3.5E-7
10	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.5E-6	-4.6E-7	-5.5E-6	-7.0E-6	1.0E-1	-1.0E-1
11	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.4E-6	-5.4E-7	6.8E-6	5.4E-6	2.7E-1	-2.7E-1
12	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.024	-0.027	-5.9E-6	-1.7E-5	-1.9E-5	-2.5E-5	1.6E-6	-1.6E-6
13	0.002	-0.002	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	6.3E-5	-1.6E-5	-9.3E-5	-1.7E-4	7.7E-6	-7.4E-6
14	0.002	-0.002	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	1.4E-5	-6.5E-5	-9.3E-5	-1.7E-4	7.7E-6	-7.4E-6
15	0.001	-0.004	0.003	-0.004	-0.020	-0.023	4.9E-5	-5.3E-5	5.4E-5	-4.1E-5	7.6E-6	-7.6E-6
16	0.004	0.000	0.003	-0.004	-0.020	-0.023	5.0E-5	-5.2E-5	4.0E-5	-5.5E-5	7.6E-6	-7.6E-6
17	0.002	-0.003	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	6.3E-5	-1.7E-5	1.7E-4	9.4E-5	7.7E-6	-7.4E-6
18	0.002	-0.003	0.005	-0.005	-0.023	-0.027	1.5E-5	-6.6E-5	1.7E-4	9.4E-5	7.7E-6	-7.4E-6
19	0.004	-0.001	0.004	-0.003	-0.020	-0.023	5.3E-5	-5.0E-5	4.0E-5	-5.3E-5	7.6E-6	-7.6E-6
20	0.001	-0.004	0.004	-0.003	-0.020	-0.023	5.2E-5	-4.9E-5	5.3E-5	-4.0E-5	7.6E-6	-7.6E-6
21	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	8.8E-6	1.8E-6	2.2E-5	1.8E-5	3.3E-7	-3.3E-7
22	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	4.6E-6	-1.6E-7	1.2E-5	1.0E-5	3.3E-6	-3.3E-6
23	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.8E-6	-8.8E-7	4.9E-6	3.8E-6	7.2E-6	-7.2E-6
24	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.2E-6	-9.9E-7	2.7E-7	-4.3E-7	5.8E-6	-5.8E-6
25	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.9E-6	-7.9E-7	-4.3E-6	-5.6E-6	1.2E-6	-1.2E-6
26	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	5.3E-6	2.4E-7	-9.8E-6	-1.2E-5	2.4E-6	-2.4E-6
27	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	9.5E-6	2.0E-6	-1.6E-5	-2.0E-5	7.4E-7	-7.4E-7
28	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	1.1E-5	3.5E-6	-1.6E-5	-2.0E-5	4.7E-6	-4.7E-6
29	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	2.4E-6	-2.9E-6	-1.4E-5	-1.7E-5	2.5E-6	-2.5E-6
30	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	-5.1E-6	-1.2E-5	-1.6E-5	-2.0E-5	3.6E-6	-3.6E-6
31	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	-3.4E-6	-1.1E-5	-1.7E-5	-2.1E-5	5.8E-6	-5.8E-6
32	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	-1.1E-6	-6.1E-6	-1.0E-5	-1.3E-5	4.9E-6	-4.9E-6
33	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.2E-8	-3.8E-6	-4.4E-6	-5.8E-6	1.7E-6	-1.7E-6
34	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.3E-7	-3.0E-6	1.2E-7	-6.2E-7	1.1E-6	-1.1E-6
35	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.9E-7	-3.4E-6	5.1E-6	3.9E-6	1.4E-6	-1.4E-6
36	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	-6.3E-7	-5.4E-6	1.3E-5	1.0E-5	3.4E-6	-3.4E-6
37	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	-3.2E-6	-1.0E-5	2.2E-5	1.8E-5	5.6E-7	-5.6E-7
38	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.027	-5.3E-6	-1.3E-5	2.2E-5	1.8E-5	4.2E-6	-4.2E-6
39	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	2.4E-6	-2.8E-6	1.9E-5	1.6E-5	6.0E-6	-6.0E-6
40	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.027	1.1E-5	3.7E-6	2.2E-5	1.8E-5	2.7E-6	-2.7E-6
41	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	7.9E-6	2.0E-6	2.0E-5	1.6E-5	3.4E-7	-4.0E-7
42	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	-3.6E-6	-9.6E-6	2.0E-5	1.7E-5	4.2E-7	-3.6E-7
43	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	-2.6E-6	-8.9E-6	2.0E-5	1.6E-5	4.0E-7	-4.0E-7
44	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	-3.1E-7	-4.6E-6	9.6E-6	7.8E-6	3.7E-7	-3.7E-7
45	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-7	-3.2E-6	3.0E-6	2.1E-6	2.5E-7	-2.6E-7
46	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.5E-7	-3.3E-6	-2.1E-6	-3.0E-6	1.9E-7	-1.9E-7
47	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	-6.4E-7	-5.1E-6	-7.5E-6	-9.4E-6	9.5E-8	-9.5E-8
48	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.025	-2.6E-6	-9.0E-6	-1.5E-5	-1.8E-5	1.5E-7	-1.5E-7
49	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.025	8.0E-6	1.6E-6	-1.4E-5	-1.7E-5	3.0E-7	-3.1E-7
50	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	4.2E-6	-1.0E-7	-7.3E-6	-9.2E-6	3.3E-7	-3.4E-7
51	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-6	-8.2E-7	-1.8E-6	-2.7E-6	3.8E-7	-3.8E-7
52	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.6E-6	-8.2E-7	2.7E-6	1.9E-6	3.7E-7	-3.7E-7
53	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	4.0E-6	-3.1E-7	9.2E-6	7.5E-6	3.6E-7	-3.5E-7
54	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.025	7.5E-6	1.4E-6	1.9E-5	1.6E-5	4.1E-7	-4.1E-7
55	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	-3.4E-6	-9.3E-6	-1.5E-5	-1.8E-5	4.0E-7	-4.7E-7
56	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	7.7E-6	1.8E-6	-1.5E-5	-1.8E-5	4.3E-7	-3.7E-7
57	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	9.2E-6	2.1E-6	-1.5E-5	-1.9E-5	2.0E-6	-2.0E-6
58	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	5.9E-6	6.3E-7	-1.0E-5	-1.3E-5	1.7E-7	-1.7E-7
59	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.4E-6	-8.3E-7	-1.5E-6	-2.3E-6	8.4E-7	-8.4E-7
60	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-6	-8.5E-7	2.0E-6	1.2E-6	2.7E-6	-2.7E-6
61	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	-2.8E-6	-9.3E-6	-1.5E-5	-1.8E-5	4.9E-8	-4.9E-8
62	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.024	-8.8E-7	-5.5E-6	-8.4E-6	-1.0E-5	2.6E-7	-2.6E-7
63	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-8	-3.6E-6	-3.2E-6	-4.3E-6	4.9E-7	-4.9E-7
64	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.3E-7	-3.1E-6	1.4E-6	6.4E-7	7.0E-7	-7.0E-7
65	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.0E-6	-1.2E-6	8.0E-6	7.3E-6	4.6E-7	-4.6E-7
66	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-7	-4.0E-6	8.1E-6	7.3E-6	4.9E-6	-4.9E-6
67	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	4.8E-7	-2.9E-6	-2.4E-6	-2.8E-6	4.3E-6	-4.3E-6
68	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.4E-6	-1.0E-6	-2.1E-6	-2.6E-6	4.6E-6	-4.6E-6

69	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	4.9E-7	-3.1E-6	4.7E-6	4.3E-6	3.1E-6	-3.1E-6
70	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	5.8E-7	-2.7E-6	2.1E-6	1.7E-6	7.9E-6	-7.9E-6
71	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	5.4E-7	-2.6E-6	-1.6E-7	-6.6E-7	7.2E-6	-7.2E-6
72	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.7E-7	-3.2E-6	1.8E-6	1.2E-6	8.8E-6	-8.8E-6
73	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.3E-9	-3.7E-6	5.2E-6	4.2E-6	1.8E-6	-1.8E-6
74	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.024	-7.6E-7	-5.3E-6	-7.9E-6	-9.9E-6	1.7E-7	-1.7E-7
75	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.3E-7	-3.2E-6	2.1E-6	1.4E-6	1.2E-7	-1.2E-7
76	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	8.1E-8	-3.5E-6	-2.6E-6	-3.7E-6	4.3E-7	-4.3E-7
77	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	-5.7E-7	-6.0E-6	-1.3E-5	-1.5E-5	1.8E-6	-1.8E-6
78	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	5.5E-7	-3.6E-6	-7.3E-6	-8.1E-6	5.4E-6	-5.4E-6
79	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.5E-7	-3.8E-6	-5.2E-6	-6.1E-6	7.1E-6	-7.1E-6
80	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	5.6E-6	4.4E-7	-1.0E-5	-1.3E-5	3.2E-6	-3.2E-6
81	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.027	1.3E-5	3.8E-6	-1.9E-5	-2.4E-5	2.6E-6	-2.6E-6
82	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.024	-0.027	-6.3E-6	-1.7E-5	2.8E-5	2.2E-5	2.0E-6	-2.0E-6
83	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	-4.5E-7	-6.0E-6	1.6E-5	1.4E-5	2.2E-6	-2.2E-6
84	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	4.6E-6	-7.6E-7	1.6E-5	1.3E-5	2.1E-6	-2.1E-6
85	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.1E-6	-1.1E-6	1.1E-6	5.9E-7	3.8E-6	-3.8E-6
86	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.1E-6	-1.4E-6	3.6E-6	3.3E-6	5.3E-6	-5.3E-6
87	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.7E-6	-2.1E-6	5.0E-6	4.9E-6	2.1E-6	-2.1E-6
88	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	1.6E-7	-3.1E-6	-4.4E-7	-1.0E-6	7.1E-7	-7.1E-7
89	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.1E-6	-1.1E-6	-6.9E-6	-7.5E-6	1.0E-6	-1.0E-6
90	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	4.7E-6	-5.2E-7	-1.2E-5	-1.4E-5	1.4E-6	-1.4E-6
91	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	-1.1E-6	-4.8E-6	-4.4E-6	-5.7E-6	1.8E-7	-1.8E-7
92	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	-5.9E-7	-5.2E-6	-8.7E-6	-1.0E-5	3.1E-6	-3.1E-6
93	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	3.2E-6	-6.3E-7	-4.9E-6	-6.4E-6	5.7E-6	-5.7E-6
94	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-6	-8.2E-7	-2.0E-6	-2.9E-6	1.1E-7	-1.1E-7
95	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	9.6E-6	2.8E-6	-1.5E-5	-1.9E-5	3.0E-6	-3.0E-6
96	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	3.1E-6	-2.6E-6	-1.5E-5	-1.8E-5	8.1E-7	-8.1E-7
97	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	9.3E-6	2.0E-6	-1.6E-5	-2.0E-5	4.7E-7	-4.7E-7
98	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	-4.6E-6	-1.1E-5	2.1E-5	1.7E-5	2.1E-6	-2.1E-6
99	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.023	-0.026	1.5E-6	-4.2E-6	1.9E-5	1.6E-5	2.5E-6	-2.5E-6
100	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.022	-0.025	-2.9E-6	-9.7E-6	2.1E-5	1.8E-5	2.3E-7	-2.3E-7
101	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.024	-4.6E-7	-5.0E-6	1.1E-5	9.1E-6	1.3E-6	-1.3E-6
102	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.9E-7	-3.3E-6	4.0E-6	2.9E-6	5.5E-7	-5.5E-7
103	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	2.5E-7	-3.1E-6	-9.9E-7	-1.8E-6	1.5E-6	-1.5E-6
104	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.020	-0.023	-2.7E-7	-4.4E-6	-6.0E-6	-7.6E-6	3.7E-7	-3.7E-7
105	0.006	-0.006	0.006	-0.006	-0.021	-0.024	-1.3E-6	-6.3E-6	-1.0E-5	-1.3E-5	3.4E-6	-3.4E-6

Per edifici con il seguente tipo di elementi: tamponamenti collegati rigidamente (Tamponature fragili), il controllo viene fatto tramite la seguente relazione:

$$d_r < 0.0050 h$$

dove:

$d_r$ : spostamento relativo tra due impalcati consecutivi;

$h$ : altezza dell'impalcato;

Piano : piano considerato;

ELEMENTO : tipo e numero dell'elemento considerato;

$d_{rx}$  : traslazione relativa X globale del piano considerato;

$d_{ry}$  : traslazione relativa Y globale del piano considerato;

H : altezza del piano considerato;

$d_{lim}$  : spostamento limite da normativa;

Esito : esito della verifica;

Tabella 3.II

Piano	ELEMENTO	$d_{rx}$ [cm]	$d_{ry}$ [cm]	H [cm]	$d_{lim}$ [cm]	Esito
Piano 1	Pilastro N° 1	0.0040	0.0016	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 2	0.0039	0.0016	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 6	0.0056	0.0035	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 7	0.0059	0.0033	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 8	0.0045	0.0016	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 9	0.0044	0.0016	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 10	0.0056	0.0034	270.0000	1.3500	Verificato
	Pilastro N° 11	0.0055	0.0033	270.0000	1.3500	Verificato

## 4.5 Verifica Elementi Bidimensionali.



#### 4.5.1 Verifica Piastre.

#### 4.5.1.1 Verifica Piastre in C.A..

#### 4.5.1.1.1 Dati Generali

Piastra	: numero della Piastra;
Imp.	: impalcato al quale appartiene la piastra;
Fili	: fili fissi ai quali appartiene la piastra;
Sp.	: spessore della Piastra;
Largh. Striscia	: Larghezza della striscia unitaria di Piastra rispetto alla quale sono state effettuate le verifiche;
Lungh. Concio	: Lunghezza del concio di Piastra rispetto alla quale sono state effettuate le verifiche a taglio;

Tabella 4.I

Piastra	Imp.	Fili	Sp. [cm]	Largh. striscia [cm]	Lungh. concio [cm]
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	30	100	100

## Disposizione Armature

Piastra	: numero della Piastra;
Imp.	: impalcato al quale appartiene la piastra;
Fili	: fili fissi ai quali appartiene la piastra;
Dir.	: Direzione rispetto alla quale disporre le armature;
Diam.	: diametro delle armature da disporre nella direzione indicata;
Inter. intrad.	: interasse rispetto al quale posizionare le armature all'intradosso nella direzione indicata;
Inter. estrad.	: interasse rispetto al quale posizionare le armature all'estradosso nella direzione indicata;

Tabella 4.II

Piastra	Imp.	Fili	Dir.	Diam. [mm]	Inter. intrad. [cm]	Inter. estrad. [cm]
1	Fond azion e	5, 4, 12, 3	X	10	25.0	25.0
			Y	10	25.0	25.0

#### 4.5.1.1.2 Verifichie SLV - Flessione.

Piastra	: numero della Piastra;
Imp.	: impalcato al quale appartiene la piastra;
Fili	: fili fissi ai quali appartiene la piastra;
RCrit	: regione critica;
Dir.	: direzione attorno alla quale sono valutate le caratteristiche flettenti;
$\epsilon_{c2}$	: deformazione di contrazione del calcestruzzo al raggiungimento della massima tensione;
$\epsilon_{cu2}$	: deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo;
Msd	: momento sollecitante;
$\epsilon_{Cls}$	: deformazione massima del calcestruzzo compresso
$\epsilon_{acc}$	: deformazione massima dell'armatura tesa
MRd	: momento resistente;
S	: Coefficiente di sicurezza;
Esito	: Esito della verifica
	: V = VERIFICATA;
	: NV = NON VERIFICATA;

Tabella 5.I

Piastra	Imp.	Fili	RC rit	Dir.	$\epsilon_c$ [%]	$\epsilon_{cu}$ [%]	Cop. sup. [cm]	Arm. sup.	Cop. inf. [cm]	Arm. inf.	Msd [daN m]	$\epsilon_{cls}$ [%]	$\epsilon_{acc}$ [%]	Mrd [daN m]	S	Esito
1	Fondazi	5, 4, 12,		X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-81	0.38	1.86	-3117	38.4	V

	one	3													9	
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-79	0.38	1.86	-3117	39.64	V
			1	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-58	0.38	1.86	-3117	53.71	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-19	0.38	1.86	-3117	164.00	V
			2	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-76	0.38	1.86	-3117	40.80	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	108	0.38	1.86	3117	28.98	V
			3	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-63	0.38	1.86	-3117	49.79	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-22	0.38	1.86	-3117	139.08	V
			4	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-61	0.38	1.86	-3117	51.44	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-8	0.38	1.86	-3117	415.27	V

#### 4.5.1.1.3 Verifiche SLV - Taglio

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 RCrit : regione critica;  
 cot( $\theta$ ) : cotangente dell'angolo  $\theta$ ;  
 Diam. : diametro del braccio della staffa;  
 AStaffe : area di armatura a taglio da disporre nell'unità di superficie;  
 DLong : distanza longitudinale fra i bracci delle staffe;  
 DTrasv : distanza trasversale fra i bracci delle staffe;  
 VSd : Taglio sollecitante di calcolo;  
 VRd : Taglio resistente di calcolo;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 6.I

Piastra	Imp.	Fili	RCrit	cot( $\theta$ )	Armature				Tagli		Esito
					Diam. [mm]	Dlong [cm]	Dtrasv [cm]	Area [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Vsd [daN]	VRd [daN]	
1	Fondazione	5, 4, 12, 3		1.0	8	-	-	-	363	8133	V

#### 4.5.1.1.4 Verifiche SLV - Taglio-Punzonamento

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 RCrit : regione critica;  
 Diam : diametro del braccio della staffa;  
 DLong : distanza longitudinale fra i bracci delle staffe per taglio-punzonamento;  
 DTrasv : distanza trasversale fra i bracci delle staffe per taglio-punzonamento;  
 vsd : tensione sollecitante di calcolo;  
 vrd : tensione resistente di calcolo;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 7.I

Piastra	Imp.	Fili	RCrit	Diam [mm]	Dlong [cm]	Dtrasv [cm]	vsd [daN/cm <sup>2</sup> ]	vrd [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	1	8	0	0	0.00	38.25	1000.00	V

	e									
			2	8	0	0	0.00	38.25	1000.00	V
			3	8	0	0	0.00	38.25	1000.00	V
			4	8	0	0	0.00	38.25	1000.00	V

#### 4.5.1.1.5 Verifiche SLE - Fessurazione

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Comb. : combinazione di carico (Caratteristica, Frequente, Quasi Permanente);  
 RCrit : regione critica;  
 Dir. : direzione dell'asse attorno al quale viene valutata la caratteristica flettente;  
 Msd : azione sollecitante flettente massima;  
 MCr : momento di prima fessurazione;  
 Fess. Calc. : fessura di calcolo;  
 Fess. Lim. : fessura limite;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 8.I

Piastra	Imp.	Fili	Comb.	RCrit	Dir.	Msd [daNm]	MCr [daNm]	Fess. Calc. [mm]	Fess. Lim. [mm]	S	Esito
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	Freq.		X	-62.28	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-59.36	3026.82	0.00	0.40	-	V
				1	X	-44.64	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-14.62	3026.82	0.00	0.40	-	V
				2	X	-58.77	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	79.88	3026.82	0.00	0.40	-	V
				3	X	-47.45	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-14.75	3026.82	0.00	0.40	-	V
				4	X	-46.61	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-5.65	3026.82	0.00	0.40	-	V
			Q. Perm.		X	-62.28	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	-59.36	3026.82	0.00	0.30	-	V
				1	X	-58.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	79.88	3026.82	0.00	0.30	-	V
				2	X	-58.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	79.88	3026.82	0.00	0.30	-	V
				3	X	-58.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	79.88	3026.82	0.00	0.30	-	V
				4	X	-58.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	79.88	3026.82	0.00	0.30	-	V

#### 4.5.1.1.6 Verifiche SLE - Tensioni di Esercizio

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Comb. : combinazione di carico (Caratteristica, Frequente, Quasi Permanente);  
 RCrit : regione critica;  
 Dir. : direzione dell'asse attorno al quale viene valutata la caratteristica flettente;  
 Msd : valore massimo della caratteristica flettente di calcolo;  
 $\sigma_c$  : tensioni d'esercizio del calcestruzzo (compressione positiva);  
 $\sigma_{c,lim}$  : Tensioni limite del calcestruzzo;  
 $S_{cls}$  : coefficiente di sicurezza per la verifica del calcestruzzo;  
 $\sigma_s$  : tensioni d'esercizio dell'acciaio (trazione positiva);

$\sigma_{s,lim}$  : Tensioni limite dell'acciaio;  
 $S_{acc.}$  : coefficiente di sicurezza per la verifica dell'acciaio;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 9.I

Piastra	Imp.	Fili	Comb.	RCrit	Dir.	Msd [daNm]	$\sigma_c$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,lim}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S cls	$\sigma_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,lim}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S acc.	Esito
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	Caratteristica		X	-62.28	1.03	150.00	100.00	-78.00	3600.00	46.15	V
					Y	-59.36	0.98	150.00	100.00	-74.34	3600.00	48.43	V
				1	X	-44.64	0.74	150.00	100.00	-55.90	3600.00	64.40	V
					Y	-14.62	0.24	150.00	100.00	-18.31	3600.00	100.00	V
				2	X	-58.77	0.97	150.00	100.00	-73.60	3600.00	48.91	V
					Y	79.88	1.32	150.00	100.00	-100.04	3600.00	35.99	V
				3	X	-47.45	0.78	150.00	100.00	-59.42	3600.00	60.59	V
					Y	-14.75	0.24	150.00	100.00	-18.48	3600.00	100.00	V
				4	X	-46.61	0.77	150.00	100.00	-58.37	3600.00	61.67	V
					Y	-5.65	0.09	150.00	100.00	-7.08	3600.00	100.00	V
			Q. Perm.		X	-62.28	1.03	112.50	100.00	-78.00	3600.00	46.15	V
					Y	-59.36	0.98	112.50	100.00	-74.34	3600.00	48.43	V
				1	X	-44.64	0.74	112.50	100.00	-55.90	3600.00	64.40	V
					Y	-14.62	0.24	112.50	100.00	-18.31	3600.00	100.00	V
				2	X	-58.77	0.97	112.50	100.00	-73.60	3600.00	48.91	V
					Y	79.88	1.32	112.50	85.30	-100.04	3600.00	35.99	V
				3	X	-47.45	0.78	112.50	100.00	-59.42	3600.00	60.59	V
					Y	-14.75	0.24	112.50	100.00	-18.48	3600.00	100.00	V
				4	X	-46.61	0.77	112.50	100.00	-58.37	3600.00	61.67	V
					Y	-5.65	0.09	112.50	100.00	-7.08	3600.00	100.00	V

## 5 ALLEGATI.

### 5.1 ALLEGATO A - (Scheda Sintetica NTC).

#### DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Oggetto : FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.SITO 2-TIPOLOGIA RESP 4\*

#### CRITERI GENERALI DI VERIFICA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Normativa : D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"  
 Struttura : Nuova  
 Vita nominale : 50  
 Tipo di opera : Opere ordinarie  
 Classe d'uso : II  
 Vita di riferimento : 50  
 Approccio Verifiche GEO : Approccio 2

#### Analisi dei Carichi

Peso dei materiali strutturali:

##### b - Calcestruzzo

Cls1 - Peso Specifico 2500.00 daN/m<sup>3</sup>

##### c - Acciaio per carpenteria.

Acciaio1 - Peso Specifico 7850.00 daN/m<sup>3</sup>

Pesi propri unitari - G1:

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]
Fondazione	-	-	-
Piano 1	-	-	-

- Analisi dei Carichi -

Carichi Permanenti - G2:

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]	Influenza Tramezzi [daN/m <sup>2</sup> ]	Tamponature [daN/m <sup>2</sup> ]
Fondazione	100	100	100	100	582
Piano 1	100	100	100	0	0

- Analisi dei Carichi -

<b>Fondazione</b>
-------------------

**Influenza Tramezzi**

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni (D.M. 17/01/2018)

<b>Piano 1</b>
----------------

Carichi Variabili - Q:

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m <sup>2</sup> ]		
	Solai	Balconi	Scale
Fondazione	200	400	400
Piano 1	200	400	400

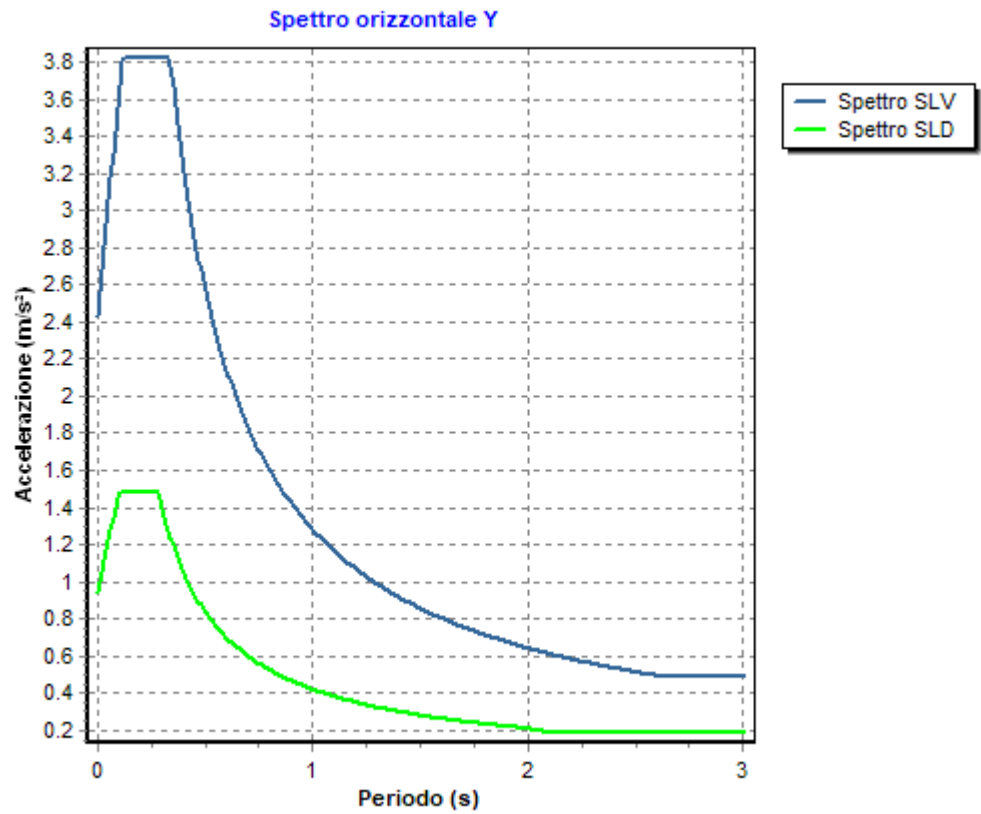
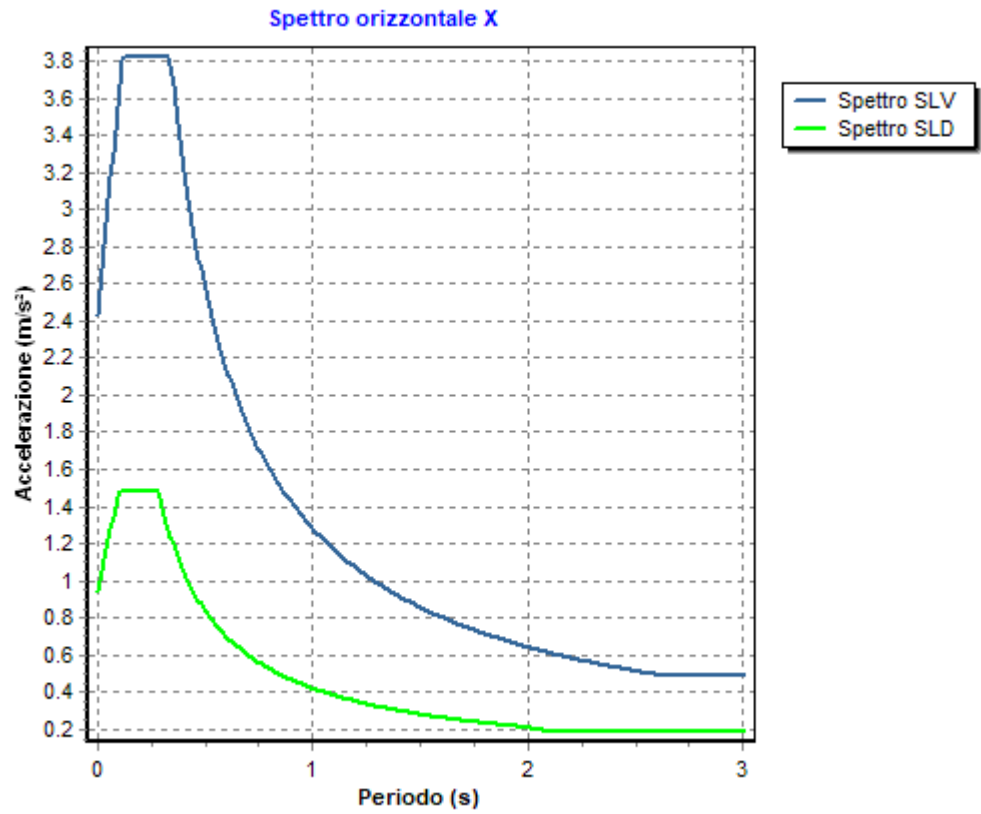
**CLASSE DI DUTTILITA': Non dissipativa**

**Azione Sismica**

Comune : Arquata del Tronto  
 Latitudine : 42.7741°  
 Longitudine : 13.2976°  
 Suolo di fondazione : A  
 Categoria topografica : T1  
 Coeff. smorz. viscoso : 0.05

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale							
	SLV		SLC		SLD		SLO	
Tempo di ritorno	475		975		50		30	
Accelerazione sismica	0.248		0.318		0.096		0.074	
Coefficiente Fo	2.357		2.396		2.355		2.391	
Periodo T <sub>c</sub> *	0.336		0.354		0.284		0.275	
Coefficiente S <sub>s</sub>	1.00		1.00		1.00		1.00	
Coefficiente di amplificazione topografica S <sub>t</sub>	1.00		1.00		1.00		1.00	
Prodotto S <sub>s</sub> · S <sub>t</sub>	1.00		1.00		1.00		1.00	
Periodo T <sub>B</sub>	0.11		0.12		0.09		0.09	
Periodo T <sub>C</sub>	0.34		0.35		0.28		0.28	
Periodo T <sub>D</sub>	2.59		2.87		1.98		1.90	
	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>x</b>	<b>y</b>	<b>x</b>	<b>y</b>
Coefficiente η	0.667	0.667	1.000	1.000	*	*	*	*

\*  $\eta$  pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.



## FATTORI DI STRUTTURA

Fattore di comportamento direzione x (qx) : 1.50

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura : Acciaio  
 Regularità in elevazione : SI  
 Regularità in pianta : SI  
 Kr : 1.00  
 Tipologia Edificio : Edifici ad un piano  
 $\alpha_u / \alpha_l$  : 1.10  
 Tipologia Strutturale : Strutture intelaiate

Fattore di comportamento direzione y (qy) : 1.50

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura : Acciaio  
 Regularità in elevazione : SI  
 Regularità in pianta : SI  
 Kr : 1.00  
 Tipologia Edificio : Edifici ad un piano  
 $\alpha_u / \alpha_l$  : 1.10  
 Tipologia Strutturale : Strutture intelaiate

Fattore di comportamento direzione z (qz) : 1.50

## RIEPILOGO MODI DI VIBRARE

Periodo [s]	Gamma	Coeff. <sub>MasseX</sub>	Coeff. <sub>MasseY</sub>	Coeff. <sub>MasseZ</sub>	Coeff. <sub>MasseRX</sub>	Coeff. <sub>MasseRY</sub>	Coeff. <sub>MasseRZ</sub>
<b>0.041</b>	5.11	96.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>0.041</b>	5.09	0.00	95.31	0.00	0.00	0.00	0.00

**VERIFICHE SLD : ESEGUITE**

Verifica spostamenti : ESEGUITA  
 Valore limite drp : 0.0050  
 Verifica resistenza : NON ESEGUITA

**VERIFICHE SLO : NON ESEGUITE**

## MATERIALI

Materiale	Tipo	Classe	Normativa
Cls1	Calcestruzzo	C25/30	-
Barre1	Acciaio per C.A.	B450C	-
Acciaio1	Acciaio per carpenteria	S235	UNI EN 10025-2

## TIPO DI ANALISI SVOLTA:

ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

## ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Titolo : FaTA e-version  
 Autore : Stacec s.r.l.  
 Produttore : Stacec s.r.l.  
 Versione : 34.0.13

Numero di licenza : S/2379-D/2596  
Intestata a : R.I. SpA



## 5.2 ALLEGATO B - (Regolarità Strutturale)

### Regolarità in pianta.

a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento:

Nella struttura non sono presenti rientranze in pianta.

$\Delta R_{ig} X$  : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione X;  
 $\Delta R_{ig} Y$  : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione Y;  
 $\Delta M_{asse} X$  : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione X;  
 $\Delta M_{asse} Y$  : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione Y;  
Esito Rig : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze  
Esito Masse : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze

Piano Reale	$\Delta R_{ig} X$ [cm]	$\Delta R_{ig} Y$ [cm]	$\Delta M_{asse} X$ [cm]	$\Delta M_{asse} Y$ [cm]	Esito Rig	Esito Masse
PR 1	0.23	1.54	1.89	1.54	X = V ; Y = V	X = V ; Y = V

Esito: SI

---

b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4:

Il rapporto tra i lati del rettangolo risulta pari a: 2.18

Esito: SI

---

c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione:

Esito: SI

---

### Regolarità in altezza.

d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio:

Esito: SI

---

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

$\Delta M_{asse}$  : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore delle masse  
 $\Delta R_{ig} X$  : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione X  
 $\Delta R_{ig} Y$  : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione Y  
 $\Delta Esito\ Masse$  : esito sul controllo della variazione delle masse  
 $\Delta Esito\ Rig\ X$  : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione X  
 $\Delta Esito\ Rig\ Y$  : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione Y

Piano Reale	$\Delta$ Masse [%]	$\Delta$ Rig X [%]	$\Delta$ Rig Y [%]	Esito Masse	Esito Rig X	Esito Rig Y
PR 1	0.00	0.00	0.00	SI	SI	SI

Esito: SI

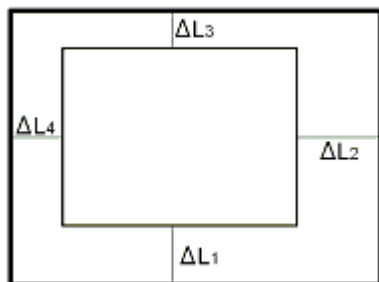
f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti:

Res. Eff : resistenza a taglio effettiva del piano  
 Res. Rich. X : resistenza a taglio richiesta in direzione X  
 Res. Rich. Y : resistenza a taglio richiesta in direzione Y  
 Var. Rapp. : variazione massima del rapporto tra Res. Eff. e Res. Rich. per piano

Piano	Res. Eff [daN]	Res. Rich. X [daN]	Res. Rich. Y [daN]	Var. Rapp. [%]
Piano 1	348653.37	194.54	109.73	100.00

Esito: SI

g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento:



$\Delta L1$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);  
 $\Delta L2$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);  
 $\Delta L3$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);  
 $\Delta L4$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);

Rientri rispetto al piano inferiore						
Piano	$\Delta L1$ [cm]	$\Delta L2$ [cm]	$\Delta L3$ [cm]	$\Delta L4$ [cm]	Val Lim. X [cm]	Val Lim. Y [cm]
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	740.00	340.00
Piano 1	0.00	-23.90	-20.00	0.00	700.00	303.90

Esito: SI

### Tipologia strutturale.

Struttura mista equivalente a telai

- *strutture miste telaio-pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti.

Azione. Vert. : sforzo normale agente a carichi verticali (NG1+NG2+NQ)  
 Res. Or. : resistenza orizzontale a taglio degli elementi

	Pilastri		Pareti	
Piano	Res. Or. [daN]	Azione Vert. [daN]	Res. Or. [daN]	Azione Vert. [daN]
Piano 1	534107.29	907.93	0.00	0.00

Rig. X : rigidezza di piano in direzione X  
 Rig. Y : rigidezza di piano in direzione Y  
 Jr : rigidezza torsionale di piano  
 r/Ls : rapporto tra i raggi giratori delle rigidezze e delle masse

Piano Reale	Rig. X [daN/cm]	Rig. Y [daN/cm]	Jr [daNcm]	r <sup>2</sup> /Ls <sup>2</sup>
PR 1	3471.87	4514.05	654669351.18	1.01

### Calcolo parametri per non linearità (par. 7.3.1).

Le non linearità geometriche possono essere trascurate in base al paragrafo (7.3.1)

$$\theta = P d_r / V h \leq 0.1$$

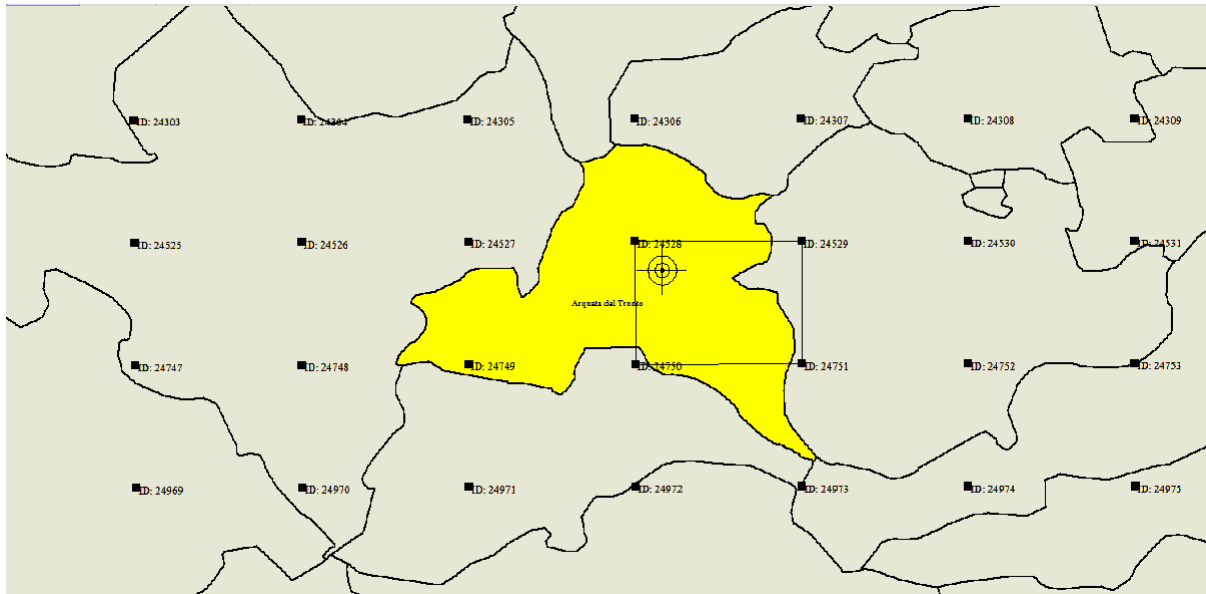
I risultati per i vari piani sono i seguenti:

P : carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame  
 dx : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione x  
 dy : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione y  
 Vx : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione x  
 Vy : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione y  
 h : distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante  
 θx : coefficiente non linearità in direzione x  
 θy : coefficiente non linearità in direzione y

Piano Reale	P [daN]	dx [cm]	dy [cm]	Vx [daN]	Vy [daN]	h [cm]	θx	θy
PR 0	363.27	---	---	53.52	71.35	---	---	---
PR 1	363.27	-0.0548	-0.0585	53.52	71.35	270.0	0.0014	0.0011

**5.3 ALLEGATO C - (Pericolosità sismica di base)**

Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 42.7741° - Longitudine = 13.2976°



Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito														
Punto	Lat. [°]	Long. [°]	SLV			SLC			SLD			SLO		
			Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*
24528	42.7848	13.2857	0.254	2.357	0.336	0.326	2.398	0.353	0.098	2.353	0.284	0.076	2.389	0.275
24529	42.7849	13.3539	0.242	2.355	0.337	0.311	2.385	0.354	0.092	2.392	0.288	0.073	2.404	0.276
24750	42.7348	13.2859	0.259	2.360	0.338	0.332	2.399	0.356	0.103	2.318	0.281	0.078	2.387	0.274
24751	42.7349	13.3540	0.252	2.353	0.338	0.323	2.396	0.355	0.096	2.370	0.286	0.075	2.389	0.275

I valori dei parametri  $p$  ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto sono stati calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \sum_{(i=1..4)} [p_i / d_i] / \sum_{(i=1..4)} [1 / d_i]$$

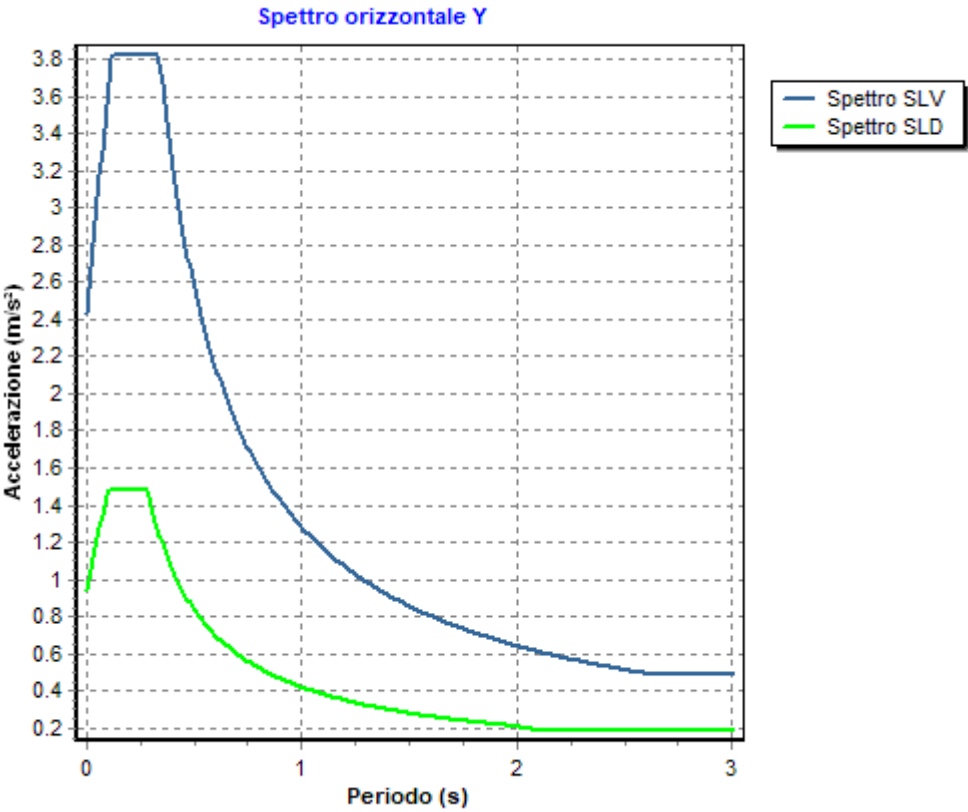
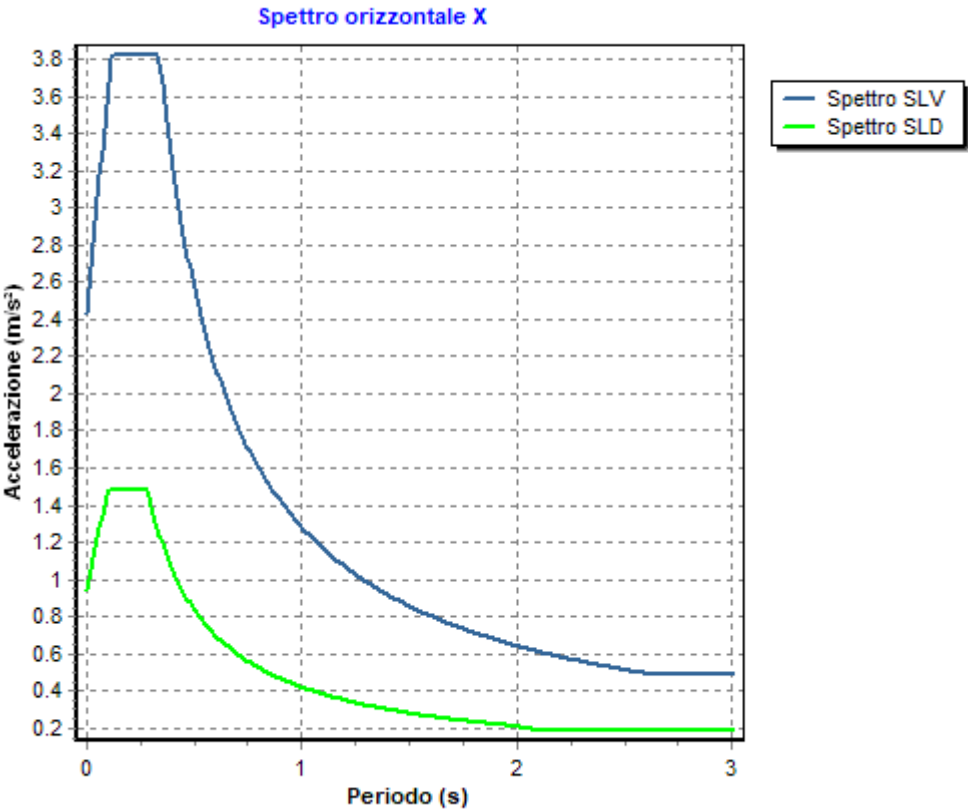
nella quale:

$p$  : valore del parametro di interesse nel punto in esame;

$p_i$  : valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

$d_i$  : è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia suddetta.

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	475	975	50	30
Accelerazione sismica	0.248	0.318	0.096	0.074
Coefficiente $F_o$	2.357	2.396	2.355	2.391
Periodo $T_c^*$	0.336	0.354	0.284	0.275



## 6 RELAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI.

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle elaborazioni a carattere geotecnico eseguite per le opere di fondazione da realizzare nell'ambito dei lavori di:

**FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.SITO 2- TIPOLOGIA RESP 4\***

I risultati delle indagini effettuate, degli studi eseguiti e delle valutazioni geotecniche operate, parte integrante degli elaborati progettuali relativi ai lavori in oggetto, faranno riferimento per le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ai dati riportati nella Relazione geologico-tecnica redatta dal dott. geol.

**TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE X:**

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

**TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE Y:**

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

**TIPOLOGIA FONDAZIONI:**

Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da platee di fondazione.

#### **Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.**

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: , platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

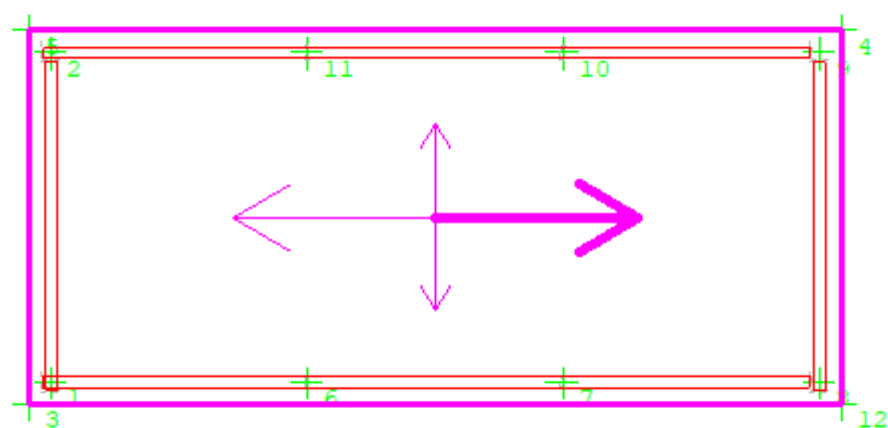
#### **Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.**

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	30	5.00	2.50

**Piante fondazioni.**

Fondazione



## 6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (CAP. 6 delle N.T.C.)

### Problemi geotecnici e scelte tipologiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione compresi nel volume significativo, ovvero in quella parte di sottosuolo che viene influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in oggetto, viene riportata in dettaglio nella relazione geologico-tecnica allegata.

Vengono di seguito indicati i parametri fondamentali per la valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e le scelte tipologiche adottate per il dimensionamento delle opere di fondazione, non avendo riscontrato altre particolari problematiche di tipo geotecnico.

Al fine d'identificare la categoria di sottosuolo, tramite la conoscenza dello spessore e natura dei diversi strati che compongono il terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle stesse sono state effettuate delle indagini in sito ubicate nell'area oggetto dell'intervento.

L'area in esame è sostanzialmente pianeggiante, caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T1, pertanto non si osservano variazioni di quota della superficie topografica degne di valutazioni particolari.

### Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.

Per definire la stratigrafia di progetto, dei terreni di sedime dei lavori in oggetto e per acquisire i parametri fisico-meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna di indagini.

Il programma delle indagini e delle prove con l'ubicazione delle stesse è stato definito a seguito di un attento sopralluogo dell'area in oggetto e risulta più ampiamente descritto nella relazione geologica allegata.

### Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

#### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
3	Colonna 1	Strato1	Strato1

#### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Falda : Presenza della falda;  
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
 RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
3	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
4	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
5	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
12	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-

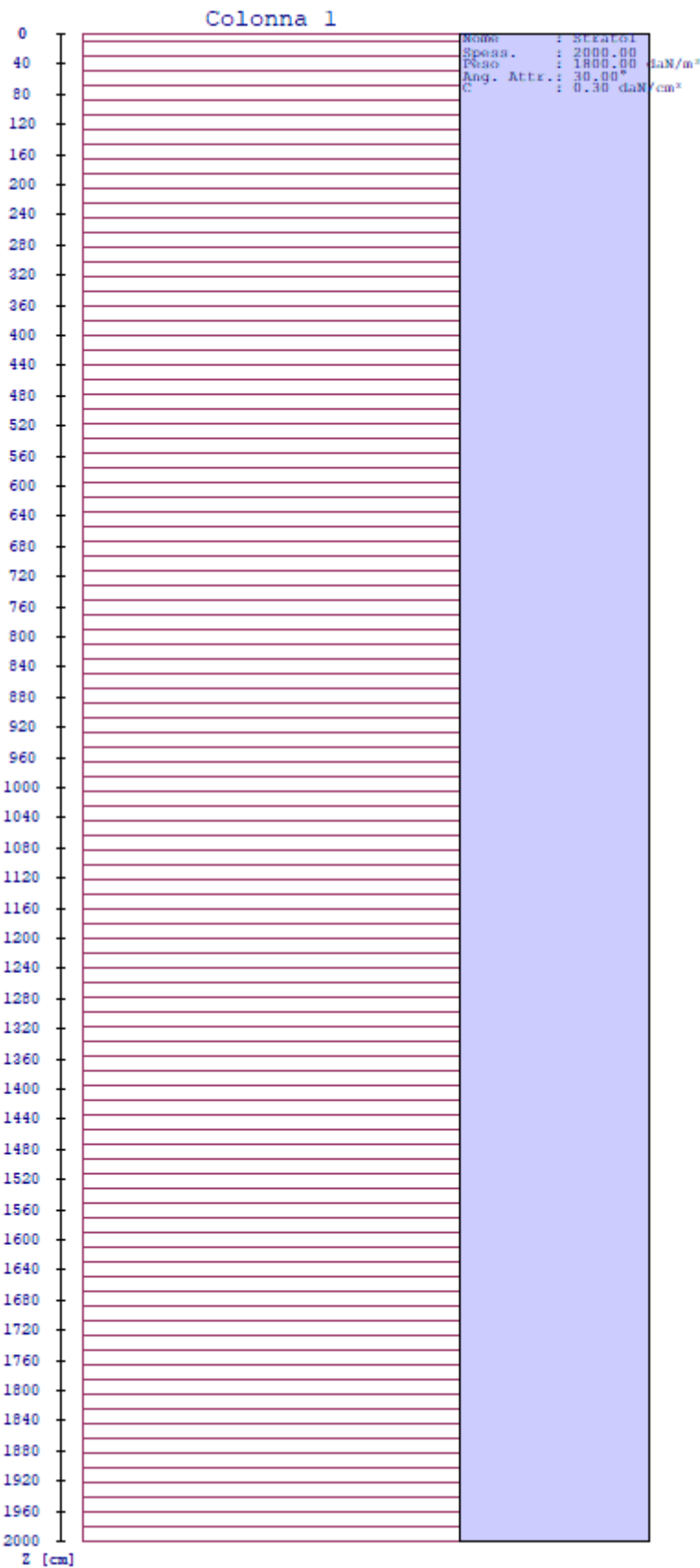


**Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:**

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 $E_{ed}$  : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT T	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
<b>Colonna 1</b>	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

- Sezioni Geologiche:



### - Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: A

Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi.

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = k_v w$$

dove  $K_v$  è detta costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno e  $w$  è l'abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante.

Il valore di tale coefficiente  $k$  adottato nel lavoro in oggetto ( $k_v = 5.00 \text{ daN/cm}^3$ ), con riferimento ai dati geologico-geotecnici fornitici, è stato desunto da valori tabellati riportati in letteratura.

Tale modello viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento, utilizzando un valore della costante orizzontale pari a  $k_o = 2.50 \text{ daN/cm}^3$ .

Le platee di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito che segue sempre la giacitura di un piano. L'elemento lastra-piastra, nel seguito denominato guscio, possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio).

La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari.

La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi.

Nel caso delle platee di fondazione, l'interazione viene modellata attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

### Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite.

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio. Le verifiche nei riguardi degli stati limite previsti dalla Normativa ed eseguite sono:

STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo allegata;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

### Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.

### TEORIA DI CALCOLO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Il calcolo è stato effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;

- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Si riportano di seguito le formule considerate nelle varie colonne stratigrafiche assegnate ai fili fissi:

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = 0.5 \cdot B' \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q$$

Dove:  $B' = B - 2 \cdot e_B$

$B$  è il lato minore della fondazione.

$e_B$  è l'eccentricità del carico lungo  $B$ .

$D$  è la profondità del piano di posa della fondazione.

$\gamma_1$  è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2$  è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.

$C$  è la coesione del terreno.

$q$  è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

#### Fattori di portanza Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	30.14	18.40	15.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.28	1.27	0.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.04	1.03	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>
1	5, 4, 12, 3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Z $\gamma$	Zc	Zq	Z $\gamma$	Zc	Zq	Z $\gamma$	Zc	Zq	Z $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	0.98	0.95	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)									
		A1				A2			
		Lt		Bt		Lt		Bt	
Platea	Fili	e <sub>yk</sub>	e <sub>yi</sub>	e <sub>yk</sub>	e <sub>yi</sub>	e <sub>yk</sub>	e <sub>yi</sub>	e <sub>yk</sub>	e <sub>yi</sub>
1	5, 4, 12, 3	0.72	0.31	-	-	-	-	-	-

### Fattori di portanza Platee. SLD

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;  
 A1 : verifica della combinazione di carico A1;  
 Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	30.14	18.40	15.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.28	1.27	0.82	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.04	1.03	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$
1	5, 4, 12, 3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>
1	5, 4, 12, 3	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>
1	5, 4, 12, 3	0.98	0.95	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)									
		A1				A2			
		Lt		Bt		Lt		Bt	
Platea	Fili	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>
1	5, 4, 12, 3	0.72	0.31	-	-	-	-	-	-

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:

- (punti 6.4.2.1 delle N.T.C. e 6.4.3 per fondazioni su pali)

A1 + M1 + R3

dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

CARICHI	COEFFICIENTE PARZIALE	Comb. A1
PERMANENTI	γ <sub>G1ns</sub>	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	γ <sub>G2ns</sub>	1.5
VARIABILI	γ <sub>Qi</sub>	1.5

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE	Comb. M1
Tangente dell'angolo di attrito	tanφ	1.0
Coesione drenata del terreno	C	1.0
Coesione non drenata del terreno	Cu	1.0
Peso dell'unità di volume	γ	1.0

- Coefficienti parziali γ<sub>R</sub> per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE R3
Capacità portante	γ <sub>R</sub> = 2.3

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle.

**Platee. SLU-SLV**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 D : profondità del piano di posa;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
1	5, 4, 12, 3	30.00	7.90	0.19	41.58	V

**Platee. SLD**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 D : profondità del piano di posa;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
1	5, 4, 12, 3	30.00	7.90	0.14	56.43	V

**Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).**

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 delle N.T.C.) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per la combinazione di esercizio, quasi permanente

**Platee.**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 Comb. : tipo di sviluppo;  
 Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;  
 Istant. : cedimento istantaneo;  
 Consol. : cedimento di consolidamento;  
 Tot. : cedimento totale;  
 Diff. : cedimento differenziale;  
 Lim. : cedimento limite (4‰ x Dist.);  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

	Max	Min	
--	-----	-----	--

Platea	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
1	5, 4, 12, 3	Q. Perm.	408.7	-0.0248	-0.2101	-0.2348	-0.0199	-0.1989	-0.2188	0.0161	1.6348	101.66	V

Dalle tabelle relative al cedimento differenziale limite delle fondazioni, si evince che i cedimenti differenziali massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto.



## 7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

### 7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

#### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: , platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

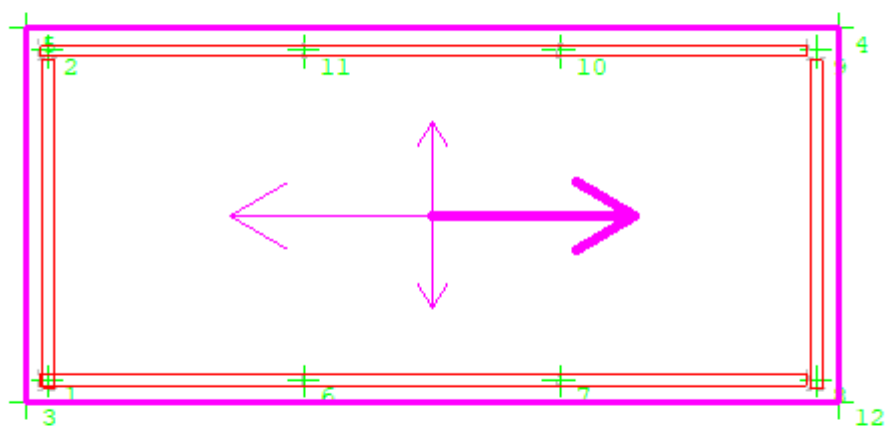
#### Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	Fondazione	5, 4, 12, 3	30	5.00	2.50

**Piante fondazioni.**

Fondazione



## 7.2 Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.  
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.  
 Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.  
 Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 9.II

Tensioni Terreno				
	SLU	SLE		
		Caratteristi che	Frequenti	Quasi Permanenti
Piastra	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	0.19(1) *	0.14(1) *	0.13(1) *	0.12(1) *

\* valore massimo.

### Descrizione del suolo di fondazione.

#### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
3	Colonna 1	Strato1	Strato1

#### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Falda : Presenza della falda;  
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
 RQD : (Rock Quality Designation)grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

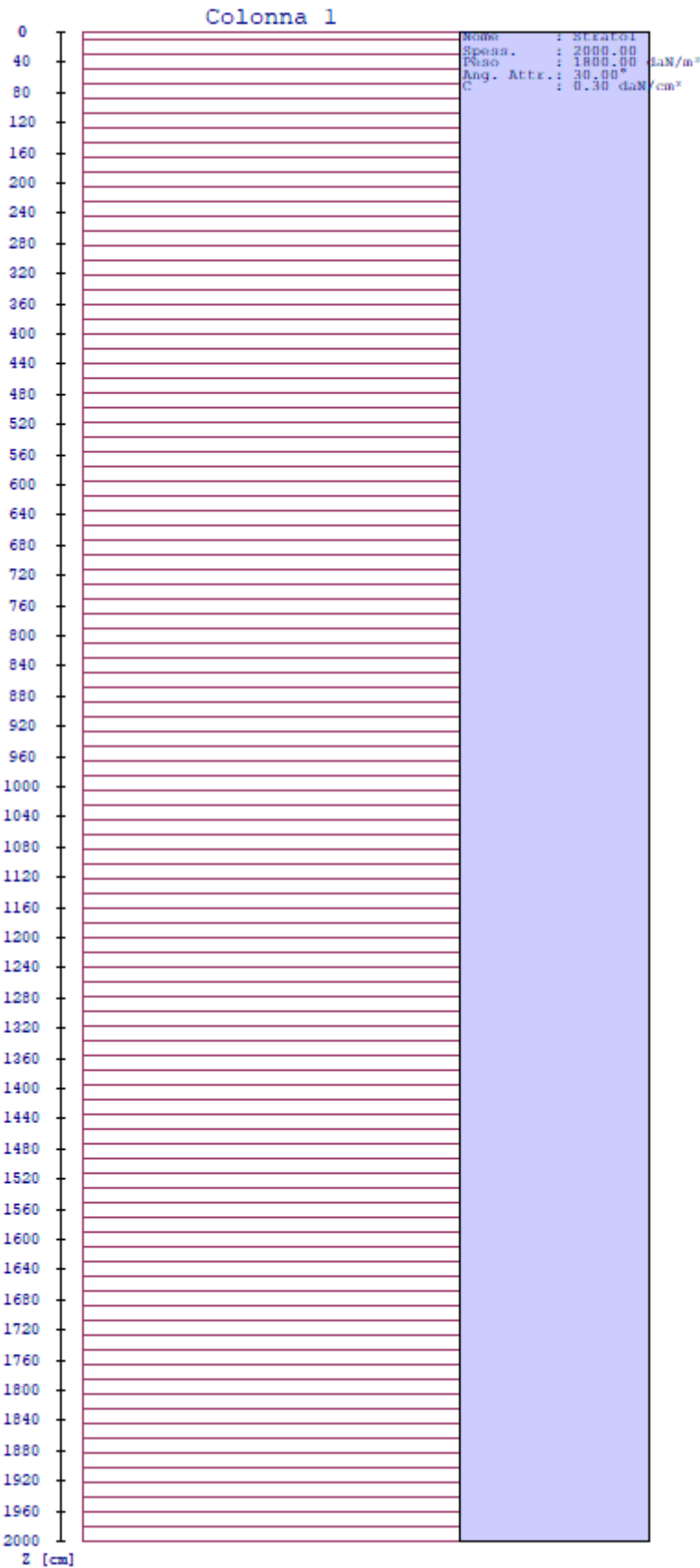
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
3	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
4	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
5	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
12	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-

**Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:**

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT T	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	E <sub>ed</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
<b>Colonna 1</b>	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

- Sezioni Geologiche:



**- Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:**

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: A

### 7.3 Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018)

**Scelta del tipo di fondazioni.**

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalzamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione risultano descritte nella prima parte della presente relazione e vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

**Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.**

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

ELEMENTO	Tipo verifica	S Min	S Max
Platee di fondazione	Capacità Portante SLU-SLV	41.58	41.58
	Capacità Portante SLD	56.43	56.43
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	101.66	101.66

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altro, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica redatta dal Dott. Geologo per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

## SOMMARIO

<b>1 Introduzione .....</b>	<b>0</b>
<b>1.1 Premessa .....</b>	<b>0</b>
<b>1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software.....</b>	<b>0</b>
<b>1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare .....</b>	<b>0</b>
<b>1.2 Riferimenti Legislativi.....</b>	<b>0</b>
<b>1.3 Convenzioni,Unità di misura e simboli adottati.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Descrizione del Modello.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Modello assunto per il calcolo.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Tipo di calcolo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Condizioni di carico valutate .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Procedura di Verifica degli elementi.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.1 Elementi in C.A. ....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.2 Elementi in Acciaio. ....</b>	<b>22</b>
<b>3 Dati .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Dati Generali .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Elenco e caratteristiche delle colonne stratigrafiche. ....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Elenco dei carichi.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.1 Pesi propri unitari - G1. ....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2 Carichi Permanenti unitari - G2.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.3 Carichi Variabili unitari - Q. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4 Pesi Impalcati. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.5 Azione del Vento.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.6 Carico della Neve. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.5 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.....</b>	<b>36</b>
<b>3.6 Geometria Struttura. ....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.1 Fili Fissi. ....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.2 Caratteristiche dei nodi. ....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.3 Caratteristiche delle aste. ....</b>	<b>41</b>
<b>3.6.4 Caratteristiche delle Piastre.....</b>	<b>41</b>
<b>3.6.5 Carichi distribuiti sugli elementi. ....</b>	<b>41</b>
<b>4 Risultati di Calcolo.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Tensioni sul Terreno. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Verifiche Nodi.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.1 Verifiche SLV - Verifica Nodo.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Verifica Aste. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.1 Aste in Acciaio. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.1.1 Verifiche Generiche. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.4 Verifica Stati Limite di Danno.....</b>	<b>51</b>
<b>4.4.1 Involuppi dei Cinematismi nodali. ....</b>	<b>51</b>
<b>4.5 Verifica Elementi Bidimensionali.....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.1 Verifica Piastre.....</b>	<b>54</b>
<b>4.5.1.1 Verifica Piastre in C.A.....</b>	<b>54</b>
<b>4.5.1.1.1 Dati Generali .....</b>	<b>54</b>
<b>4.5.1.1.2 Verifiche SLV - Flessione. ....</b>	<b>54</b>
<b>4.5.1.1.3 Verifiche SLV - Taglio.....</b>	<b>55</b>
<b>4.5.1.1.4 Verifiche SLV - Taglio-Punzonamento .....</b>	<b>55</b>
<b>4.5.1.1.5 Verifiche SLE - Fessurazione.....</b>	<b>56</b>

<b>4.5.1.1.6 Verifiche SLE - Tensioni di Esercizio .....</b>	<b>56</b>
<b>5 ALLEGATI.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 ALLEGATO A - (Scheda Sintetica NTC).....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 ALLEGATO B - (Regolarità Strutturale) .....</b>	<b>62</b>
<b>5.3 ALLEGATO C - (Pericolosità sismica di base).....</b>	<b>65</b>
<b>6 RELAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>67</b>
<b>6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI. ....</b>	<b>67</b>
<b>6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (CAP. 6 delle N.T.C.) .....</b>	<b>69</b>
<b>7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI.....</b>	<b>78</b>
<b>7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.....</b>	<b>78</b>
<b>7.2 Tensioni sul Terreno. ....</b>	<b>80</b>
<b>7.3 Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018).....</b>	<b>83</b>



Comune : ARQUATA DEL TRONTO  
PROVINCIA : ASCOLI PICENO

## Relazione di calcolo

Progetto di nuova struttura ai sensi del D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



**SITO 2**  
**(TIPOLOGIA RESP 6\*)**

Archivio: SITO2 RESP 6 - Data: 30/09/2019

**Oggetto: FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.**

**TIPOLOGIA RESP 6\***

Committente:	Progettista:	Progettista Strutturale:	Direttore dei Lavori:
PARCO DEI MONTI SIBILLINI (c.f. 90005440434)   Parco Nazionale Monti Sibillini	ING. GIANFRANCO TIRICO Ordine degli Ingegneri di Lecce n.1398   GROUP	ING. GIANFRANCO TIRICO Ordine degli Ingegneri di Lecce n.1398   GROUP	GEOM. DOMENICO COLAPIETRO Dipendente del Parco Nazionale dei Monti Sibillini   Parco Nazionale Monti Sibillini



# 1 Introduzione

## 1.1 Premessa

### 1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software

La relazione seguente riporta i dati relativi ai criteri di progettazione, alla geometria, alla meccanica della struttura descritta al relativo paragrafo, nonché i relativi risultati dei calcoli strutturali così come ricavati dal calcolatore elettronico tramite l'utilizzo del Software "FaTA-e" prodotto e distribuito da Stacec srl con sede in Bovalino (RC), e concesso in licenza al responsabile dei calcoli stessi.

FaTA-e è un programma sviluppato specificatamente per la progettazione e la verifica di edifici tridimensionali multipiano ed industriali realizzati con elementi strutturali in C.A., in Acciaio, in legno (massiccio e/o lamellare) o in muratura.

FaTA-e articola le operazioni di progetto secondo tre fasi distinte:

- 1) **preprocessore**: fase di Input dove viene definita e modellata interamente la struttura;
- 2) **solutore**: fase di elaborazione della struttura tramite un solutore agli elementi finiti;
- 3) **post-processore**: fase di verifica degli elementi, creazione degli elaborati grafici e della relazione di calcolo.

### 1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare

Comune : ARQUATA DEL TRONTO

PROVINCIA : ASCOLI PICENO

Oggetto : FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.TIPOLOGIA RESP 6\*

Committente : PARCO DEI MONTI SIBILLINI  
Indirizzo : PIAZZA DEL FORNO,1  
Città : VISSO  
PROVINCIA : MACERATA  
Telefono : 0737.961563

Progettista : ING. GIANFRANCO TIRICO  
Indirizzo : VIA SURBO,38  
Città : TREPuzzi  
PROVINCIA : LECCE  
Telefono : 0832.758225

Progettista Strutturale : ING. GIANFRANCO TIRICO  
Indirizzo : VIA SURBO,38  
Città : TREPuzzi  
PROVINCIA : LECCE  
Telefono : 0832.758225

Direttore dei Lavori : GEOM. DOMENICO COLAPIETRO  
Indirizzo : PIAZZA DEL FORNO,1  
Città : VISSO  
PROVINCIA : MACERATA  
Telefono : 339.2059937

Nome File : SITO2 RESP 6

## 1.2 Riferimenti Legislativi.

Tutte le operazioni illustrate nel proseguo, relative all'analisi della struttura ed alle verifiche sugli elementi sono state effettuate in piena conformità alle seguenti norme:

**Norme Tecniche C.N.R. 10011:**

"Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione."

**Norme C.N.R. 10024:**

"Analisi delle strutture mediante calcolatore elettronico: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo."

**Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003:**

"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."

**Ordinanza del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005:**

"Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003."

**UNI ENV 1992-1-1: Eurocodice 2:**

"Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"

**UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3:**

"Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici."

**UNI ENV 1998-1-1: Eurocodice 8:**

"Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 1-1: Regole generali."

**D.M. 17/01/2018:**

"Norme tecniche per le costruzioni."

**Circolare CSLLPP n. 7 del 21/01/2019:**

"Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018."

### 1.3 Convenzioni, Unità di misura e simboli adottati.

Nei calcoli sono state utilizzate le seguenti unità:

- distanze	: cm
- forze, tagli, e sforzi normali	: daN
- coppie e momenti flettenti	: daNm
- carichi sulle aste	: daN/m
- carichi su superfici	: daN/m <sup>2</sup>
- peso specifico	: daN/m <sup>3</sup>
- tensioni e resistenze	: daN/m <sup>2</sup>
- temperatura	: °C

I simboli adottati hanno il seguente significato:

q	: fattore di comportamento ;
R <sub>ck</sub>	: Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo;
f <sub>ck</sub>	: Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo;
E <sub>c</sub>	: Modulo elastico secante del calcestruzzo;
E <sub>ct</sub>	: Modulo elastico a trazione del calcestruzzo
f <sub>cd</sub>	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo;
f <sub>ctk,0.05</sub>	: Resistenza caratteristica a trazione;
ν	: Coefficiente di Poisson;
α <sub>t</sub>	: Coefficiente di dilatazione termica;
ps	: peso specifico;
f <sub>yk</sub>	: Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio;
f <sub>tk</sub>	: Resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio;
f <sub>d</sub>	: resistenza di calcolo dell'acciaio;
A	: Superficie della sezione trasversale;
J <sub>x</sub>	: Momento di inerzia rispetto all'asse X;

$J_y$	: Momento di inerzia rispetto all'asse Y;
$J_{xy}$	: Momento di inerzia centrifugo rispetto agli assi X ed Y;
$J_t$	: Fattore torsionale;
$N$	: sforzo normale;
$M_T$	: Momento Torcente;
$M_{XZ}$	: Momento Flettente X-Z;
$T_{XZ}$	: Taglio X-Z;
$M_{XY}$	: Momento Flettente X-Y;
$T_{XY}$	: Taglio X-Y;
$f$	: Frequenza del modo i-esimo;
$T$	: Periodo del modo i-esimo;
$\Gamma_x$	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione x;
$\Gamma_y$	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione y;
$\Gamma_z$	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione z;
$N_{sd}$	: Sforzo Normale sollecitante di calcolo;
$M_{sdXZ}$	: Momento Flettente X-Z sollecitante di calcolo;
$M_{sdXY}$	: Momento Flettente X-Y sollecitante di calcolo;
$M_{ts}$	: Momento Torcente sollecitante di calcolo;
$V_{sdXZ}$	: Taglio X-Z sollecitante di calcolo;
$V_{sdXY}$	: Taglio X-Y sollecitante di calcolo;
$N_{Rd}$	: Sforzo Normale resistente di calcolo;
$M_{RdXZ}$	: Momento Flettente X-Z resistente di calcolo;
$M_{RdXY}$	: Momento Flettente X-Y resistente di calcolo;
$M_{tr}$	: Momento Torcente resistente di calcolo;
$V_{RdXZ}$	: Taglio X-Z resistente di calcolo;
$V_{RdXY}$	: Taglio X-Y resistente di calcolo;
$\sigma_c$	: Tensioni del calcestruzzo;
$\sigma_s$	: Tensioni delle armature;
$\sigma_{c,lim}$	: Tensioni limite del calcestruzzo;
$\sigma_{s,lim}$	: Tensioni limite dell'acciaio;
$f/l$	: rapporto freccia/lunghezza;
$f_{lim}$	: valore limite del rapporto freccia/lunghezza;

## 2 Descrizione del Modello.

### 2.1 Modello assunto per il calcolo.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Il metodo degli elementi finiti consiste nel sostituire il modello continuo della struttura con un modello discreto equivalente e di approssimare la funzione di spostamento con polinomio algebrico, definito in regioni (dette appunto elementi finiti) che sono delle funzioni interpolanti il valore di spostamento definito in punti discreti (detti nodi).

Gli elementi finiti utilizzabili ai fini della corretta modellazione della struttura verranno descritti di seguito.

Il modello di calcolo può essere articolato sulla base dell'ipotesi di impalcato rigido, in funzione della reale presenza di solai continui atti ad irrigidire tutto l'impalcato.

Tale ipotesi viene realizzata attraverso l'introduzione di adeguate relazioni cinematiche tra i gradi di libertà dei nodi costituenti l'impalcato stesso.

Il metodo di calcolo adottato, le combinazioni di carico, e le procedure di verifica saranno descritte di seguito.

#### Riferimento globale e locale.

La struttura viene definita utilizzando una terna di assi cartesiani formanti un sistema di riferimento levogiro, unico per tutti gli elementi e chiamato "globale". Localmente esiste un ulteriore sistema di riferimento, detto appunto "locale", utile alla definizione delle caratteristiche di rigidezza dei singoli elementi.

I due sistemi di riferimento sono correlati da una matrice, detta di rotazione.

#### Modellazione geometrica della struttura.

Il modello geometrico (mesh) della struttura è basato sull'utilizzo dei seguenti elementi:

### - *Nodi*

Si definiscono nodi, entità geometriche determinate tramite le tre coordinate nel riferimento globale.

I nodi, nello spazio tridimensionale, posseggono tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali.

Essi sono posizionati in modo da definire gli estremi degli elementi finiti e, di regola, in ogni discontinuità strutturale, di carico, di caratteristiche meccaniche, di campo di spostamento.

### - *Vincoli e Molle*

I gradi di libertà possono essere vincolati, bloccando il cinematismo nella direzione voluta o assegnando "molle" applicate ai nodi tramite valori di rigidezza finiti.

Un vincolo assegna a priori un valore di spostamento nullo, e quindi la variabile corrispondente viene eliminata.

### - *Vincoli interni*

Tali vincoli servono a definire le modalità di trasmissione degli sforzi dall'elemento finito ai nodi. Ciò viene associato al concetto di trasferimento della rigidezza.

Generalmente l'elemento considerato è rigidamente connesso ai nodi che lo definiscono, in modo da bloccare tutti i gradi di libertà relativi. E' possibile, comunque "rilasciare" le caratteristiche delle sollecitazioni, in modo da svincolare i gradi di libertà corrispondenti. Nel caso particolare, il modello utilizzato consente di svincolare le tre rotazioni intorno agli assi locali dell'asta.

### - *Aste*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo delimitate da due nodi (i nodi di estremità).

Per questi elementi generalmente la funzione interpolante è quella del modello analitico per cui la mesh non influisce sensibilmente sulla convergenza.

Le aste sono dotate di rigidezza assiale, flessionale, e a taglio, secondo il modello classico della trave inflessa di Eulero-Bernoulli.

Alla singola asta è possibile associare una sezione costante per tutta la sua lunghezza.

### - *Asta su suolo elastico*

Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo, di definizione simile alle aste. Sono utili a modellare travi di fondazione, considerate poggianti su suolo alla Winkler, e reagenti sia rispetto alle componenti traslazionali di cinematismo, sia rotazionali.

### - *Lastra-Piastra*

Si tratta di elementi finiti bidimensionali, definiti da tre o quattro nodi, posti ai vertici rispettivamente di un triangolo o di un quadrilatero irregolare. La geometria reale dell'elemento viene ricondotta ad un triangolo rettangolo (elemento a tre nodi) o ad un quadrato definito nella trattazione isoparametrica.

L'elemento lastra-piastra non ha rigidezza per la rotazione intorno all'asse perpendicolare al suo piano e viene trattato secondo la teoria di Mindlin-Reissner. Nel modello considerato si tiene conto dell'accoppiamento tra azioni flessionali e membranali.

### - *Forze e coppie concentrate*

Per la risoluzione statica della struttura, tutti i carichi applicati agli elementi vengono trasferiti ai nodi. Ciò avviene in automatico per il peso delle aste, delle piastre, delle pareti, dei pannelli di carico presenti sulle aste e per la distribuzione di carico applicate

agli elementi bidimensionali.

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di forze e coppie ai nodi.

Le forze sono dirette lungo le tre direzioni del sistema di riferimento globale ed in entrambi i versi per ogni direzione.

Le coppie concentrate sono riferite ai tre assi del riferimento globale, in entrambi i versi di rotazione di ciascun asse.

### - *Carichi distribuiti*

Il modello di calcolo consente anche l'introduzione di carichi ripartiti sulle aste e di distribuzione di carico su piastre e pareti.

I carichi ripartiti sulle aste possono essere riferite sia al riferimento globale, sia al riferimento locale, lungo le tre direzioni ed in entrambe i versi. E' possibile anche introdurre carichi distribuiti torcenti agenti intorno all'asse dell'asta ed in entrambe i versi di rotazione.

Tutti i tipi di carico ripartito devono avere forma trapezia.

Sugli elementi bidimensionali, che fanno parte della mesh di piastre e pareti, è possibile assegnare una distribuzione uniforme, avente le caratteristiche di una pressione diretta ortogonalmente all'elemento.

### - *Pannelli di carico*

Il pannello di carico è un concetto legato alla reale distribuzione di carichi gravanti sulle aste. Ne fanno parte: solai, balconi, scale.

Da tali pannelli, di forma irregolare come definiti dalla geometria dell'input, si passa alla quantificazione dei carichi trapezoidali ripartiti sulle aste. Per meglio simulare l'effetto dei pannelli, vengono generati in modo automatico anche dei carichi ripartiti torcenti, anch'essi di forma trapezia, relativi ai carichi distribuiti equivalenti al pannello.

### - Sezioni

Le sezioni assegnabili alle aste sono definite attraverso le caratteristiche geometrico-elastiche, i moduli di resistenza plastici (sezioni in acciaio) ed il materiale.

### Materiali.

I materiali, ai fini del calcolo delle sollecitazioni, sono considerati omogenei ed isotropi e sono definiti dalle seguenti caratteristiche: peso per unità di volume, modulo elastico, coefficiente di Poisson, coefficiente di dilatazione, e tutte le caratteristiche meccaniche, riepilogate in seguito, utili alle verifiche strutturali dettate dalla normativa.

### Matrici di calcolo della struttura.

Dalla discretizzazione geometrica della struttura vengono definite le matrici utili a studiare il comportamento globale della struttura in esame.

### - Matrice di rigidezza

Tale matrice viene costruita partendo dalla matrice di rigidezza espressa nel sistema di riferimento locale dell'elemento considerato. Attraverso un'operazione di trasformazione, mediante la matrice di rotazione, viene riferita al sistema di riferimento globale. L'ultima operazione consiste nell'"assemblaggio" delle singole matrici di ogni elemento, in modo da formare un'unica matrice relativa all'intera struttura.

### - Matrice delle masse

La generazione della matrice globale è del tutto analoga a quella sopra descritta per la matrice di rigidezza. La matrice delle masse è di tipo "consistent" e considera l'effettiva distribuzione delle masse della struttura. Come definito dalla normativa, alle masse relative ai carichi permanenti, viene aggiunta un'aliquota delle masse equivalenti ai carichi d'esercizio.

## 2.2 Tipo di calcolo.

### ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

Il calcolo risolutivo della struttura è stato effettuato utilizzando un sistema di equazioni lineari (di dimensioni pari ai gradi di libertà), secondo la relazione:

$$\underline{u} = [\underline{K}]^{-1} \underline{F}$$

dove:  $\underline{F}$  = vettore dei carichi risultanti applicate ai nodi;  
 $\underline{u}$  = vettore dei cinematismi nodali;  
 $[\underline{K}]$  = matrice di rigidezza globale.

Tale analisi è stata ripetuta per tutte le condizioni presenti sulla struttura, identificati dai vettori dei carichi relativi a:

- carichi permanenti;
- carichi d'esercizio;
- delta termico;
- carichi utente;
- torsioni accidentali;

I valori delle eccentricità accidentali per le torsioni sono i seguenti:

Imp. Reale	Torsioni Accidentali	
	$e_x$ [cm]	$e_y$ [cm]
1	41.0	16.1

Per ogni impalcato reale si riportano i dati relativi alle rigidezze e ai baricentri:

Imp. Reale	Rigidezze			Centro Massa		Centro Rigidezza	
	Rig X [kN/cm]	Rig Y [kN/cm]	Rig. Tors. [kNm]	X [cm]	Y [cm]	xR [cm]	yR [cm]
1	26	34	6172977	396.2	146.2	398.0	150.5

L'analisi sismica nella componente orizzontale è basata sulla teoria ed i concetti propri dell'analisi modale.

L'analisi modale consente di determinare le oscillazioni libere della struttura discretizzata.

Tali modi di vibrare sono legati agli autovalori e autovettori del sistema dinamico generalizzato, che può essere riassunto in:

$$[K] \{a\} = \omega^2 [M] \{a\}$$

dove:  $[K]$  = matrice di rigidezza globale  
 $[M]$  = matrice delle masse globale  
 $\{a\}$  = autovettori (forme modali)  
 $\omega^2$  = autovalori del sistema generalizzato

La frequenza (f) dei modi di vibrare è calcolata mediante la seguente formula:

$$f = \omega / 2\pi$$

Il periodo (T) è calcolato come:

$$T = 1 / f$$

I "fattori di partecipazione modali" possono essere calcolati mediante la seguente formula:

$$\Gamma_i = \phi_i^T [M] d$$

dove:  $\phi_i$  = autovettori normalizzati relativi al modo i-esimo  
 $d$  = vettore di trascinamento (o di direzione di entrata del sisma)

Per ogni direzione del sisma vengono scelti i modi efficaci al raggiungimento del valore imposto dalla normativa (85%). Il parametro di riferimento è il "fattore di partecipazione delle masse", la cui formulazione è:

$$\Lambda_{xi} = \Gamma_i^2 / M_{tot}$$

I cinematismi modali vengono calcolati come:

$$u = \phi_i \Gamma_i S_d(T_i) / \omega_i^2$$

dove:  $S_d(T_i)$  = ordinata spettro di risposta orizzontale o verticale.  
 $\omega_i^2$  = autovalore del modo i-esimo

Gli effetti relativi ai modi di vibrare, vengono combinati utilizzando la combinazione quadratica completa (CQC):

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

dove:  $\rho_{ij}$  =  $(8\xi^2 (1 + \beta_{ij}) \beta_{ij}^{3/2}) / ((1 - \beta_{ij})^2 + 4\xi^2 \beta_{ij} (1 + \beta_{ij}) + 8\xi^2 \beta_{ij}^2)$  coefficiente di correlazione tra il modo i-esimo ed il modo j-esimo;  
 $\xi$  = coefficiente di smorzamento viscoso;  
 $\beta_{ij}$  = rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia di modi ( $f_i / f_j$ )  
 $E_i E_j$  = effetti considerati in valore assoluto.

La condizione "Torsione Accidentale" contiene il momento torcente generato dalla forza sismica di piano per l'eccentricità calcolata in funzione della dimensione massima dell'ingombro in pianta nella direzione ortogonale a quella considerata.(5%).

I modi di vibrare del calcolo in oggetto sono i seguenti:

SLV-SLC

Modo	Direzione X			Direzione Y		
	f [Hz]	T [s]	$\Delta x$ %	f [Hz]	T [s]	$\Delta y$ %
1	24.538	0.041	96.6	24.550	0.041	95.7
	Totale $\Delta x$ (>=85%)		96.6	Totale $\Delta y$ (>=85%)		95.7

**SLD-SLO**

Modo	Direzione X			Direzione Y		
	f [Hz]	T [s]	$\Delta x$ %	f [Hz]	T [s]	$\Delta y$ %
1	24.538	0.041	96.6	24.550	0.041	95.7
	Totale $\Delta x$ (>=85%)		96.6	Totale $\Delta y$ (>=85%)		95.7

**2.3 Condizioni di carico valutate****Dati Condizioni.**

Nella seguente tabella vengono riportati i dati per la definizione delle condizioni di carico:

Azione	Tipo	Durata
Car. perm. strutt. (Gk1)	C.Perm. (Gk)	Permanente
Car. perm. non strutt. (Gk2)	C.p. non str. (Gk2)	Permanente
Carichi d'esercizio (Qk)	C. Ese. (Qk)	Lunga
$\Delta t$	Carico termico	Breve
Torsione Accidentale X	Azione Sismica	Istantanea
Torsione Accidentale Y	Azione Sismica	Istantanea
Sisma X	Azione Sismica	Istantanea
Sisma Y	Azione Sismica	Istantanea
Sisma Z	Azione Sismica	Istantanea
Vento (+X)	Vento	Breve
Vento (-X)	Vento	Breve
Vento (+Y)	Vento	Breve
Vento (-Y)	Vento	Breve
Neve	Neve	Breve

**Coefficienti di combinazione.**

Nella seguente tabella vengono riportati i coefficienti di combinazione da normativa, relativi agli stati limite ultimi (SLV) e di danno (SLD):

Impalcato	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
Fondazione	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
Piano 1	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.0

Tutte le combinazioni sono da intendersi come somma dell'effetto considerato. Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

**Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita**

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di salvaguardia della vita essere riassunte nelle seguenti tabelle:



Elementi della Struttura									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0	0
2*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
3*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
4*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
5*	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U3	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U4	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U5	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U6	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U7	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U8	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U9	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U10	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U11	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U12	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U13	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U14	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1 *	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.90	0.00	0.00	0.00	0.75
U2	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50
U3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.75
U4	0.00	0.90	0.00	0.00	0.75

U5	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50
U6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75
U7	0.00	0.00	0.90	0.00	0.75
U8	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
U9	0.00	0.00	1.50	0.00	0.75
U10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.75
U11	0.00	0.00	0.00	0.90	1.50
U12	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75
U13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
U14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Elementi di fondazione A1									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0	0
2*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
3*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$-\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
4*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	$\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
5*	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	$-\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	-1	0
U1	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U3	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U4	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U5	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U6	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U7	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U8	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U9	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U10	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U11	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U12	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U13	1.30	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U14	1.30	1.50	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.90	0.00	0.00	0.00	0.75
U2	0.90	0.00	0.00	0.00	1.50
U3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.75
U4	0.00	0.90	0.00	0.00	0.75
U5	0.00	0.90	0.00	0.00	1.50
U6	0.00	1.50	0.00	0.00	0.75
U7	0.00	0.00	0.90	0.00	0.75
U8	0.00	0.00	0.90	0.00	1.50
U9	0.00	0.00	1.50	0.00	0.75
U10	0.00	0.00	0.00	0.90	0.75
U11	0.00	0.00	0.00	0.90	1.50
U12	0.00	0.00	0.00	1.50	0.75
U13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
U14	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

\*Combinazione fondamentale (par. 2.5.3, formula 2.5.1)

### Combinazioni per le verifiche allo Stato Limite di Danno

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di danno possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Elementi della Struttura									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\gamma Q_{ns}$	$-\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	$\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
5	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 0 \gamma Q_{ns}$	$-\gamma Q_{ns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A1									
Comb.	Condizione								
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)	Tors. acc. X(Mx)	Tors. acc. Y(My)	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0	0
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
3	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi 0 \gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
4	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
5	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 0 \gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$	0	0	0	0	0
6	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	0.30	0
7	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	0.30	0
8	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	1	-0.30	0
9	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	1	-0.30	0
10	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	0.30	0
11	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	0.30	0
12	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	1	0	-1	-0.30	0
13	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	-1	0	-1	-0.30	0
14	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	1	0
15	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	1	0
16	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	1	0
17	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	1	0
18	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	0.30	-1	0
19	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	0.30	-1	0
20	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	1	-0.30	-1	0
21	$\gamma_{Gs}$	$\gamma_{G2s}$	$\Psi 2 \gamma_{Qs}$	0	0	-1	-0.30	-1	0

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

ELEMENTO	SLV						SLD					
	$\gamma_{G1ns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_{G1s}$	$\gamma_{G2s}$	$\gamma_{Qs}$	$\gamma_{G1ns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_{G1s}$	$\gamma_{G2s}$	$\gamma_{Qs}$
ELEMENTO	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ELEMENTO	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fondazione A1	1.3	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

### Combinazioni per le verifiche allo Stato limite di esercizio

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi degli stati limite di esercizio possono essere riassunte nelle seguenti tabelle:

Combinazioni Caratteristiche:

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi_0\gamma_{Qns}$
3	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$
4	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00
U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60
U33	1.00	1.00	1.00	0.60
U34	1.00	1.00	0.70	1.00
U35	1.00	1.00	0.70	0.60
U36	1.00	1.00	1.00	-0.60
U37	1.00	1.00	0.70	-1.00
U38	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50

U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi_0 \gamma_{Qns}$
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi_0 \gamma_{Qns}$
3	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0 \gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$
4	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0 \gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60
U12	1.00	1.00	0.70	0.60
U13	1.00	1.00	1.00	0.60
U14	1.00	1.00	0.70	1.00
U15	1.00	1.00	0.70	0.60
U16	1.00	1.00	0.70	0.60
U17	1.00	1.00	1.00	-0.60
U18	1.00	1.00	0.70	-1.00
U19	1.00	1.00	0.70	-0.60
U20	1.00	1.00	0.70	-0.60
U21	1.00	1.00	1.00	-0.60
U22	1.00	1.00	0.70	-1.00
U23	1.00	1.00	0.70	-0.60
U24	1.00	1.00	0.70	-0.60
U25	1.00	1.00	1.00	-0.60
U26	1.00	1.00	0.70	-1.00
U27	1.00	1.00	0.70	-0.60
U28	1.00	1.00	0.70	-0.60
U29	1.00	1.00	1.00	-0.60
U30	1.00	1.00	0.70	-1.00
U31	1.00	1.00	0.70	-0.60
U32	1.00	1.00	0.70	-0.60

<b>U33</b>	1.00	1.00	1.00	0.60
<b>U34</b>	1.00	1.00	0.70	1.00
<b>U35</b>	1.00	1.00	0.70	0.60
<b>U36</b>	1.00	1.00	1.00	-0.60
<b>U37</b>	1.00	1.00	0.70	-1.00
<b>U38</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elementi di fondazione A2				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\gamma_{Qns}$	$-\Psi_0\gamma_{Qns}$
3	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$\gamma_{Qns}$
4	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi_0\gamma_{Qns}$	$-\gamma_{Qns}$
U1	1.00	1.00	1.00	0.60
U2	1.00	1.00	0.70	1.00
U3	1.00	1.00	0.70	0.60
U4	1.00	1.00	0.70	0.60
U5	1.00	1.00	1.00	0.60
U6	1.00	1.00	0.70	1.00
U7	1.00	1.00	0.70	0.60
U8	1.00	1.00	0.70	0.60
U9	1.00	1.00	1.00	0.60
U10	1.00	1.00	0.70	1.00
U11	1.00	1.00	0.70	0.60

<b>U12</b>	1.00	1.00	0.70	0.60
<b>U13</b>	1.00	1.00	1.00	0.60
<b>U14</b>	1.00	1.00	0.70	1.00
<b>U15</b>	1.00	1.00	0.70	0.60
<b>U16</b>	1.00	1.00	0.70	0.60
<b>U17</b>	1.00	1.00	1.00	-0.60
<b>U18</b>	1.00	1.00	0.70	-1.00
<b>U19</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U20</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U21</b>	1.00	1.00	1.00	-0.60
<b>U22</b>	1.00	1.00	0.70	-1.00
<b>U23</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U24</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U25</b>	1.00	1.00	1.00	-0.60
<b>U26</b>	1.00	1.00	0.70	-1.00
<b>U27</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U28</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U29</b>	1.00	1.00	1.00	-0.60
<b>U30</b>	1.00	1.00	0.70	-1.00
<b>U31</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U32</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60
<b>U33</b>	1.00	1.00	1.00	0.60
<b>U34</b>	1.00	1.00	0.70	1.00
<b>U35</b>	1.00	1.00	0.70	0.60
<b>U36</b>	1.00	1.00	1.00	-0.60
<b>U37</b>	1.00	1.00	0.70	-1.00
<b>U38</b>	1.00	1.00	0.70	-0.60

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U2	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U4	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U5	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U6	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U7	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U8	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U9	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U10	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U11	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U12	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U13	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U14	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U15	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U16	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U17	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U18	0.60	0.00	0.00	0.00	0.50
U19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00
U21	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U22	0.00	0.60	0.00	0.00	0.50
U23	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50
U24	0.00	0.60	0.00	0.00	1.00
U25	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U26	0.00	0.00	0.60	0.00	0.50
U27	0.00	0.00	1.00	0.00	0.50
U28	0.00	0.00	0.60	0.00	1.00
U29	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U30	0.00	0.00	0.00	0.60	0.50
U31	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50
U32	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00
U33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
U36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
U37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50



U38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
-----	------	------	------	------	------

Combinazioni Frequenti:

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Elementi di fondazione A2				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
2	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 2 \gamma Q_{ns}$
3	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$\Psi 1 \gamma Q_{ns}$
4	$\gamma G_{ns}$	$\gamma G_{2ns}$	$\Psi 2 \gamma Q_{ns}$	$-\Psi 1 \gamma Q_{ns}$

U1	1.00	1.00	0.30	0.00
U2	1.00	1.00	0.30	0.00
U3	1.00	1.00	0.30	0.00
U4	1.00	1.00	0.30	0.00
U5	1.00	1.00	0.30	0.00
U6	1.00	1.00	0.30	0.00

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
U1	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
U2	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
U3	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
U4	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00
U5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
U6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20

Combinazioni quasi permanenti :

Elementi della Struttura				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 2\gamma_{Qns}$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A1				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 2\gamma_{Qns}$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elementi di fondazione A2				
Comb.	Condizione			
	C. perm.(Gk1)	C. p. non str.(Gk2)	C. ese.(Qk)	Delta T(DT)
1	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$
2	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{G2ns}$	$\Psi 2\gamma_{Qns}$	$-\Psi 2\gamma_{Qns}$

Comb.	Condizione				
	Vento (+X)	Vento (-X)	Vento (+Y)	Vento (-Y)	Neve
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

SLE	Caratteristiche										Q. Permanenti				
ELEMENTO	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_I$	$\gamma_{EG}$	$\gamma_{EQ}$	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_I$	$\gamma_{EG}$	$\gamma_{EQ}$	$\gamma_{Gns}$	$\gamma_{Qns}$	$\gamma_I$	$\gamma_{EG}$	$\gamma_{EQ}$
ELEMENTO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ELEMENTO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Fondazione A1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fondazione A2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
---------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tali combinazioni vengono considerate sovrapponendo i diagrammi secondo la tecnica dell'involuppo.

## 2.4 Procedura di Verifica degli elementi.

### 2.4.1 Elementi in C.A. .

Le Verifiche relative alle strutture in C.A. si possono riassumere, in funzione degli elementi considerati, nei seguenti tipi:

- Pilastri

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di:

- PressoTensoFlessione Deviata
- Taglio
- Stabilità
- Stato tensionale

- Travi

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Deformabilità
- Stato tensionale
- Fessurazione

- Travi di fondazione

Tali elementi vengono verificati utilizzando lo stato sollecitante completo nei riguardi di

- PressoTensoFlessione
- Taglio
- Stato tensionale
- Fessurazione

Le singole verifiche vengono descritte qui di seguito:

- PressoTensoFlessione Deviata

Le sollecitazioni che vengono considerate in tale verifica sono: Sforzo Normale, Momento Flettente X-Z, Momento Flettente X-Y.

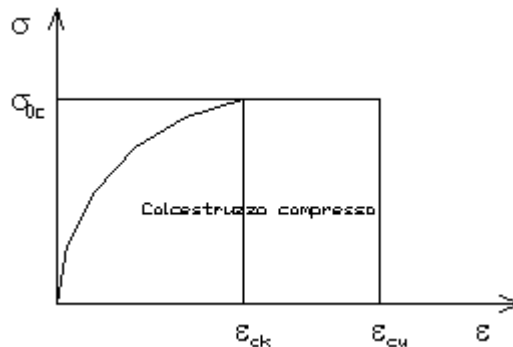
La verifica di resistenza è soddisfatta se la sollecitazione determinata dalla condizione considerata cade all'interno del dominio di sicurezza determinato, attraverso la conoscenza:

- del comportamento meccanico della sezione in esame;
- delle caratteristiche dei materiali di cui è composta;
- dei coefficienti di sicurezza forniti dalla normativa seguita.

Il calcolo è condotto nelle ipotesi che:

1. Le sezioni rimangano piane fino a rottura;
2. Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo;
3. La deformazione massima del calcestruzzo compresso è pari a 0.0035 nel caso di flessione semplice e composta; con asse neutro reale mentre è pari a 0.002 nel caso di compressione semplice;
4. La deformazione massima per l'acciaio teso sia pari a 0.01;
5. Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per il calcestruzzo è di tipo parabola-rettangolo come indicato nella seguente figura:



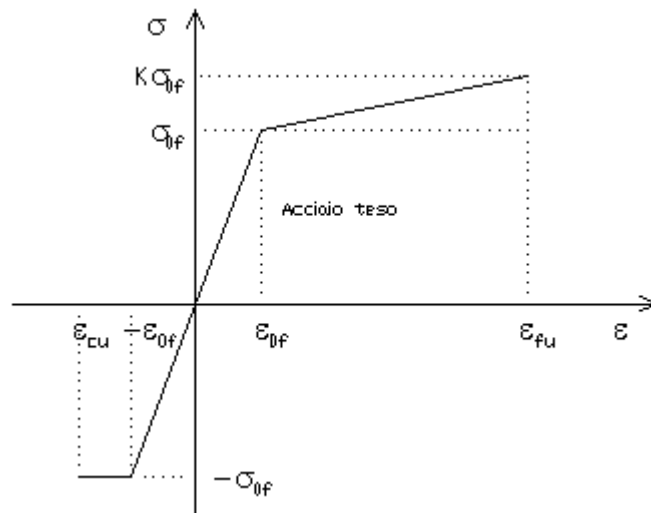
dove:  $\varepsilon_{ck} = 0.002$ ;  
 $\varepsilon_{cu} = 0.0035$ ;  
 $\sigma_{0c} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_c$ ;  
 $R_{ck}$  = resistenza caratteristica del calcestruzzo;  
 $\gamma_{m,c}$  = coefficiente di materiale del calcestruzzo;

Le equazioni che descrivono il diagramma sono:

$$\varepsilon < \varepsilon_{ck} : \sigma(\varepsilon) = 1000 \cdot \sigma_{0c} \cdot \varepsilon \cdot (1 - 250 \cdot \varepsilon);$$

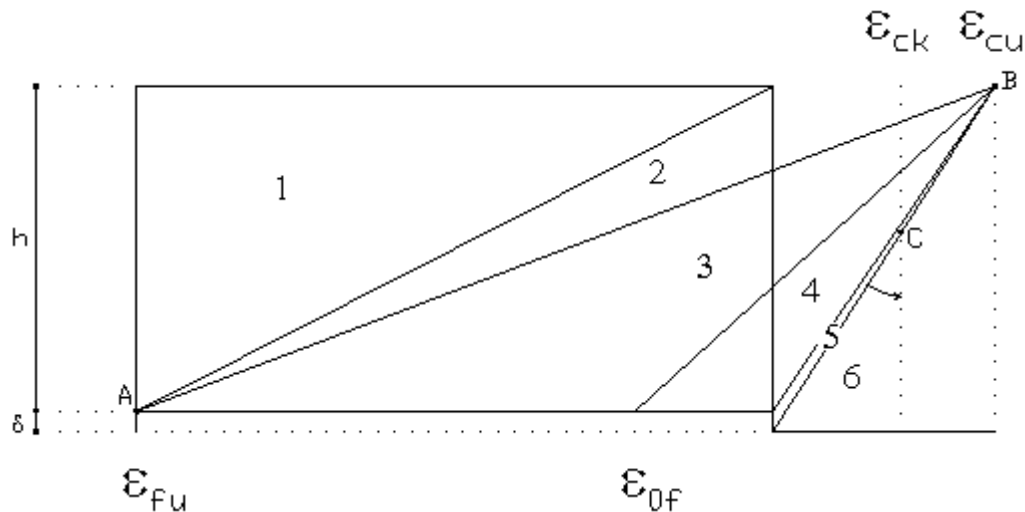
$$\varepsilon_{ck} < \varepsilon < \varepsilon_{cu} : s(\sigma) = \sigma_{0c};$$

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per l'acciaio è indicato nella seguente figura:



dove:  $\varepsilon_{0f} = \sigma_{0f} / E$ ;  
 $E$  = Modulo di elasticità dell'acciaio;  
 $\sigma_{0f}$  = resistenza di calcolo dell'acciaio;  
 $k$  = rapporto di sovrarresistenza (se è pari a 1 il comportamento è bilineare elastico-perfettamente plastico);  
 $f_{yk}$  = Resistenza caratteristica dell'acciaio;  
 $\gamma_m$  = coefficiente di sicurezza dell'acciaio;  
 $\varepsilon_{fu}$  = deformazione ultima dell'acciaio;  
 $\varepsilon_{cu}$  = deformazione ultima del calcestruzzo;

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica. Tali campi sono descritti nel seguente modo:



**Campo 1 :** è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a  $\epsilon_{Fu}$ . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di rette passanti per il punto (A) mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da  $-\infty$  a 0. E' il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa. La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.

**Campo 2 :** è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a  $\epsilon_{Fu}$  e dalla rotazione del diagramma attorno al punto (A). La deformazione specifica del calcestruzzo varia da 0 al valore massimo del calcestruzzo compresso ( $\epsilon_{cu}$ ) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0 a  $0.259h$ . La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 3 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 4 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

**Campo 5 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a  $\epsilon_{cu}$ . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B) mentre la distanza dell'asse neutro varia da  $h$  ad  $h+d$ . L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.

**Campo 6 :** è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato compresso che varia fra  $\epsilon_{cu}$  e  $\epsilon_{ck}$ . Le rette di deformazione specifica appartengono ad un fascio passante per (C) e la distanza dell'asse neutro varia fra 0 e  $-\infty$ . La distanza di (C) dal lembo superiore vale  $3h/7$ . La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

- Taglio

Il calcolo del taglio viene eseguito secondo il metodo di Ritter-Morsch.

Per gli elementi in cui è richiesta la verifica a taglio, deve risultare:

$$V_{Sd} \leq \min[V_{Rsd}, V_{Rcd}]$$

dove:

- $V_{Sd}$  : taglio sollecitante il calcolo;
- $V_{Rsd} = 0.9 d (A_{sw} / s) f_{yd} (\cot \alpha + \cot \theta) \sin \alpha$ ;
- $V_{Rcd} = 0.9 d b_w \alpha_c f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \theta)$ ;
- $d$  : altezza utile della sezione;
- $A_{sw}$  : area dell'armatura trasversale;
- $s$  : passo dell'armatura trasversale;;

$f_{yd}$  : resistenza a snervamento dell'acciaio;  
 $b_w$  : larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace;

Il contributo delle armature a taglio è somma del contributo delle staffe e degli eventuali sagomati. In ogni caso l'aliquota massima che può essere affidata ai sagomati è il 50% dello sforzo di taglio massimo.

### - Stabilità

La verifica di instabilità degli elementi snelli in c.a. viene condotta attraverso un'analisi del secondo ordine che tiene in conto degli effetti flessionali dell'azione assiale sulla configurazione deformata degli elementi stessi.

Si sono assunti legami fra le azioni interne e le deformazioni che mettono in conto il comportamento non lineare dei materiali e si è trascurato il contributo del calcestruzzo teso.

Il valore limite della snellezza per ogni colonna è stato assunto pari a:

$$\lambda_{lim} = 25 / \sqrt{\nu}$$

dove:

$$\nu = N_{ed} / (A_c f_{cd})$$

$$C = 1.7 - r_m$$

$r_m = M_{01} / M_{02}$  è il rapporto fra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro, positivo se i due momenti sono discordi sulla trave ( $|M_{02}| > |M_{01}|$ ).

La snellezza della colonna da confrontare con  $\lambda_{lim}$  è pari a:

$$\lambda = \lambda_0 / i$$

$\lambda_0$  è la lunghezza libera d'inflessione definita in base ai vincoli di estremità ed  $i$  il raggio d'inerzia della sezioni in calcestruzzo non fessurato.

Con riferimento al punto 4.1.2.3.9.3 del D.M. 17/01/2018 in aggiunta al momento sollecitante esterno viene sommata un'aliquota dovuta ad un'eccentricità dello sforzo normale pari a  $1/300$  dell'altezza della colonna (difetto di rettilineità).

In aggiunta viene considerata un'aliquota aggiuntiva che tenga conto dell'inflessione della colonna pari a  $e_2 := 0.222 e_{fy} l_0^2/h$ .

### - Stato tensionale

Tale verifica rientra nell'ambito della verifica di esercizio. Il calcolo delle tensioni si ottiene sfruttando le ipotesi tradizionali per il calcolo del cemento armato ordinario, e cioè:

1. assunzione dei materiali elastico lineari;
2. conservazione delle sezioni piane al crescere dei carichi;
3. perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
4. resistenza nulla a trazione del calcestruzzo;

Inoltre può essere stabilito un coefficiente di omogeneizzazione diverso dal valore ordinario.

Le tensioni di esercizio si possono calcolare considerando le combinazioni di carico caratteristica, frequente e quasi permanente.

La verifica consiste nel confrontare le tensioni di calcolo con quelle limite dei materiali.

### - Fessurazione

Poiché la fessurazione in strutture in cemento armato ordinario è quasi inevitabile, bisogna limitare tali entità in modo da non pregiudicare il corretto funzionamento della struttura.

La fessurazione può essere limitata assicurando un minimo di area di armatura longitudinale che può essere calcolata dalla seguente espressione:

$$A_s = k_c k f_{ct,eff} (A_{ct} / \sigma_s)$$

dove:

$A_s$  : area di armatura nella zona tesa;

$k_c$  : coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni nella sezione subito prima la fessurazione.

Assume valore 0.4 per flessione senza compressione assiale, e 1 per trazione;

$k$  : coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi;

$f_{ct,eff}$  : resistenza efficace a trazione della sezione al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure. In mancanza di dati si utilizza il valore di 3 N/mm<sup>2</sup>;

$A_{ct}$  : area del calcestruzzo in zona tesa subito prima della fessurazione;

$\sigma_s$  : massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura.

Il calcolo delle ampiezze delle fessure si effettua considerando anche la parte di calcestruzzo reagente a trazione utilizzando la seguente espressione:

$$W_k = \beta s_{rm} \varepsilon_{sm}$$

$W_k$  : ampiezza di calcolo delle fessure;

$\beta$  : coefficiente di correlazione tra l'ampiezza media delle fessure e il valore di calcolo;

$s_{rm}$  : distanza media finale tra le fessure;

$\varepsilon_{sm}$  : deformazione che tiene conto, nella combinazione di carico considerata, degli effetti "tension stiffening", del ritiro;

La quantità  $\varepsilon_{sm}$  si ottiene dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{sm} = (\sigma_s / E_s) [1 - \beta_1 \beta_2 (\sigma_{sr} / \sigma_s)^2]$$

dove:

$\sigma_s$  : tensione dell'acciaio teso calcolata a sezione fessurata;

$E_s$  : modulo elastico dell'acciaio;

$\sigma_{sr}$  : tensione dell'acciaio teso calcolata nella sezione per una condizione di carico che induce alla prima fessurazione;

$\beta_1$  : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 0.5 per barre lisce e 1 per barre ad aderenza migliorata;

$\beta_2$  : coefficiente di durata dei carichi. Assume valore 0.5 per carichi di lunga durata o per molti cicli ripetuti e 1 per un singolo carico di breve durata.

La quantità  $s_{rm}$  si ottiene dalla seguente espressione:

$$s_{rm} = 50 + 0.25 k_1 k_2 (\phi / \rho_t)$$

dove:

$k_1$  : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 1.6 per barre lisce e 0.8 per barre ad aderenza migliorata;

$k_2$  : coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle deformazioni. Assume valore 0.5 per flessione e 1 per trazione pura;

$\phi$  : diametro delle barre in mm. Se si utilizzano più diametri si utilizza il diametro medio.

La fessurazione causata dalle azioni tangenziali si considera contenuta in limiti accettabili se si adotta un passo delle staffe. Tale verifica non è necessaria in elementi in cui non è richiesta l'armatura a taglio.

#### - Verifiche a deformabilità

Per il calcolo della deformabilità di elementi inflessi si utilizza il metodo che pesa le curvature nelle due situazioni caratteristiche degli elementi in c.a. ("I" sezione integra; "II" sezione fessurata). A tale riguardo la curvatura in una generica sezione può essere valutata con la seguente relazione:

$$\theta = (1 - \zeta) \theta_I + \zeta \theta_{II}$$

dove  $\zeta$  rappresenta l'effetto irrigidente del calcestruzzo tra due fessure consecutive (tension stiffening):

$$\zeta = 1 - c(M_{cr}/M)^2$$

dove:

$c$  : pari a 1 per carichi permanenti;

$M_{cr}$  : momento di prima fessurazione;

$M$  : momento sollecitante.

Per calcolare la freccia di un elemento, si divide in “n” conci uguali e si calcola la curvatura di ogni concio riferita alla coordinata  $x_i$ . La freccia relativa alla sezione  $x_j$  è pari a:

$$\delta_j = \varphi_A x_j - \sum (x_j - x_i) \theta_i \Delta x$$

dove:

- $\varphi_A$  : rotazione dell'estremo iniziale dell'elemento;
- $l$  : lunghezza dell'elemento;
- $\Delta x$  : lunghezza del concio;
- $\theta_i$  : curvatura relativa al concio.

### - Particolari prescrizioni per pareti non dissipative

Le pareti non dissipative sono state progettate utilizzando le sollecitazioni relative allo spettro elastico ( $q = 1$ ).

## 2.4.2 Elementi in Acciaio.

### - VERIFICHE DI RESISTENZA

Le verifiche di resistenza per gli elementi in acciaio risultano così organizzate:

- Verifica di resistenza delle aste tese;
- Verifica di resistenza delle aste compresse;
- Verifica di resistenza delle aste inflesse;
- Verifica di resistenza delle aste soggette ad azione tagliante;
- Verifica di resistenza delle aste soggette ad azione tagliante e flettente;
- Verifica di resistenza delle aste pressoinflesse;

La filosofia introdotta dall'Eurocodice 3 conduce a classificare le sezioni secondo il seguente prospetto

Sezione di Classe 1	Sezioni trasversali in grado di generare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta dall'analisi plastica senza alcuna riduzione di resistenza
Sezione di Classe 2	Sezioni trasversali in grado di raggiungere il proprio momento resistente plastico ma con una capacità rotazionale limitata
Sezione di Classe 3	Sezioni trasversali in grado di raggiungere il momento resistente elastico e dunque il valore di snervamento secondo una distribuzione lineare delle tensioni. Il momento resistente plastico non risulta raggiungibile per l'insorgere di fenomeni di instabilità locale
Sezione di Classe 4	Sezioni trasversali non in grado di raggiungere il momento resistente elastico e dunque con capacità di resistenza ridotte in seguito a fenomeni di instabilità locale

Per le sezioni sottili di classe 4 la normativa prevede la definizione e l'utilizzo delle grandezze efficaci degli elementi compressi per il calcolo delle proprietà elastiche degli stessi (proprietà efficaci). Di fatto l'utilizzo delle grandezze efficaci porta a considerare gli effetti dei fenomeni di instabilità locale tramite una riduzione (tanto più consistente quanto più la sezione risulta compressa) delle parti reagenti della sezione trasversale.

### Verifiche Plastiche

#### Trazione

La verifica consiste nell'accertare che risulti:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

dove:

- $N_{Ed}$  : azione di trazione di progetto;
- $N_{t,Rd}$  : resistenza a trazione di progetto calcolata come indicato in seguito.



$$N_{t,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{u,Rd})$$

dove:

$N_{pl,Rd}$  : resistenza plastica di progetto;  
 $N_{u,Rd}$  : resistenza ultima di progetto.

Inoltre

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{Mo}$$

$$N_{u,Rd} = 0.9 \cdot A_{nett} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

Dove, ancora:

A: area lorda della sezione;  
 $A_{nett}$ : netta della sezione;  
 $f_u, f_y$  : sono le tensioni di rottura e di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}, \gamma_{M2}$  : sono coefficienti riduttivi.

### **Compressione**

La verifica consiste nell'accertare che risulti:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

dove:

$N_{Ed}$  : è l'azione di compressione di progetto;  
 $N_{c,Rd}$  : è la resistenza a compressione di progetto calcolata come indicato in seguito.

$N_{c,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{Mo}$  Per sezioni di classe 1, 2 e 3  
 $N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1}$  Per sezioni di classe 4

Dove, ancora:

A: area lorda della sezione;  
 $A_{eff}$  : area efficace della sezione;  
 $f_y$  : tensione di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}, \gamma_{M1}$  : coefficienti riduttivi.

### **Taglio**

Il valore di progetto dell'azione tagliante in ogni sezione trasversale deve soddisfare la relazione:

$$V_{sd} / V_{pl,Rd} \leq 1$$

$V_{pl,Rd}$  è il valore del taglio resistente di progetto assunto pari a:

$$V_{pl,Rd} = (A_t \cdot f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{Mo}$$

Dove, ancora:

$A_t$  : area resistente al taglio della sezione;  
 $f_y$  : tensione di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}$  : coefficiente riduttivo.

### **Flessione**

Si verifica in questo caso che il valore del momento flettente di progetto in corrispondenza di ciascuna sezione trasversale analizzata soddisfi la seguente relazione:

$$M_{Sd} / M_{Rd} \leq 1$$

dove:

$M_{Rd}$ : momento flettente resistente di progetto, calcolato tenendo conto dell'effettiva sezione;  
 $M_{Sd}$ : valore del momento di progetto.  
 $M_{Rd}$  è determinato in funzione della classe della sezione.

$$\begin{aligned} M_{Rd} &= M_{pl} = W_{pl} f_y / \gamma_{Mo} && \text{per le classi 1 e 2} \\ M_{Rd} &= M_{el} = W_{el} f_y / \gamma_{Mo} && \text{per la classe 3} \\ M_{Rd} &= W_{eff} f_y / \gamma_{Mo} && \text{per la classe 4} \end{aligned}$$

dove:

$W_{pl}$  : è il modulo di resistenza plastico;  
 $W_{el}$  : è il modulo di resistenza elastico;  
 $W_{eff}$  : è il modulo di resistenza della sezione efficace;  
 $f_y$  : è la tensione di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_{Mo}$  : è un coefficiente riduttivo.

### ***Flessione e Taglio***

Quando la forza di taglio è maggiore della metà del valore del taglio resistente plastico il momento resistente plastico viene ridotto della quantità

$(1 - \rho)$

dove:

$$\rho = ((2 \cdot V_{Sd} / V_{pl,Rd}) - 1)^2$$

Dove vale la terminologia assunta per le verifiche a taglio.

### ***Presso Flessione***

Per sezioni di classe 1 o 2 la verifica viene condotta controllando che

$$(M_{y,Ed} / M_{Ny,Rd}) + (M_{z,Ed} / M_{Nz,Rd}) \leq 1$$

dove:

$M_{Ny,Rd}, M_{Nz,Rd}$  : momenti flettenti resistenti nelle due direzioni analizzate e ridotti per la presenza dello sforzo normale;  
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$  : momenti flettenti di progetto nelle due direzioni analizzate;

Per sezioni di classe 3, in assenza di azioni di taglio, la verifica a presso o tenso-flessione è condotta in termini tensionali utilizzando le verifiche elastiche.

Per sezioni di classe 4 le verifiche sono condotte sempre in regime tensionale elastico ma utilizzando le sole parti efficaci della sezione trasversale.

### **Verifiche Elastiche**

Le verifiche in campo elastico vengono effettuate in modo che in nessun punto della sezione venga superato il valore della resistenza di calcolo.

La formula utilizzata è:

$$\sigma_{id} \leq f_d$$

Dove:  $f_d = f_y / \gamma_m$

$$\sigma_{id}(x,y) = \sqrt{(\sigma(x,y) + 3 \cdot \tau^2(x,y))}$$

Dove:

$f_d$  : valore della tensione di progetto;  
 $f_y$  : valore di snervamento dell'acciaio;  
 $\gamma_m$  : coefficiente di riduzione che dipende dalla normativa di riferimento;  
 $\sigma_{id}(x,y)$  : tensione ideale nel punto di coordinate x ed y della sezione;  
 $\tau(x,y)$  : tensione tangenziale nel punto di coordinate x ed y della sezione;  
 $\sigma(x,y)$  : tensione normale nel punto di coordinate x ed y della sezione;

inoltre,

$$\sigma(x,y) = N / A + ((M_x \cdot J_y + M_y \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot y - ((M_y \cdot J_x + M_x \cdot J_{xy}) / (J_x J_y - J_{xy}^2)) \cdot x$$

$$\tau(x,y) = V / A_T$$

Dove, rispetto al sistema di riferimento baricentrico utilizzato:

$x, y$ : ascissa e ordinata di un punto generico della sezione;

$N, M_x, M_y$ : azioni esterne capaci di generare tensioni normali sulla sezione;

$V$ : azione esterna capace di generare tensioni tangenziali sulla sezione;

$J_x, J_y, J_{xy}$ : momenti d'inerzia della sezione;

$A_T$ : area resistente al taglio della sezione;

### - VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Le verifiche di stabilità delle aste vengono effettuate nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere sempre:

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1$$

dove:

$N_{Ed}$  : è l'azione di compressione di calcolo;

$N_{b,Rd}$  : è la resistenza all'instabilità nell'asta compressa data da:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1} \quad \text{per sezioni di classe 1, 2 e 3}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1} \quad \text{per sezioni di classe 4}$$

$\chi$ : coefficienti dipendenti dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato, desunti in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionalizzata dalla seguente formula:

$$\chi = 1 / \phi + \sqrt{(\phi^2 - \lambda_a^2)} \leq 1$$

dove:

$$\phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda - 0.2)_a + \lambda_a^2]$$

$\alpha$  : fattore di imperfezione opportunamente tabellato;

Inoltre:

$$\lambda_a = \sqrt{A \cdot f_y / N_{cr}} \quad \text{per sezioni di classe 1, 2 e 3}$$

$$\lambda_a = \sqrt{A_{eff} \cdot f_y / N_{cr}} \quad \text{per sezioni di classe 4}$$

$N_{cr}$  : carico critico elastico basato sulle proprietà della sezione lorda e sulla lunghezza di libera inflessione dell'asta, calcolato per la modalità di collasso per instabilità appropriata.

### - VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI LATERALI

Ai sensi del punto 4.2.4.2.2 delle NTC vengono controllati gli spostamenti laterali alle sommità delle colonne per le combinazioni SLE. Gli spostamenti devono limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio. Il valore limite deve essere valutato sulla base degli effetti sugli elementi portati, della qualità del confort richiesto alla costruzione e delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti.

### - CONTROLLO DEL CONTENIMENTO DEL DANNO NEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI.

Ai sensi del punto 7.3.7.2 delle NTC viene verificato che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile. Per gli edifici in classe I e II, questa verifica si ritiene soddisfatta se gli spostamenti d'interpiano calcolati allo SLD sono inferiori al valore limite, funzione del tipo di elementi non strutturali presenti. Per edifici in classe d'uso III e IV il controllo viene effettuato agli SLO.

### Compatibilità tra fattore di comportamento e classificazione delle sezioni in acciaio

Ai sensi del punto 7.5.3.1 e della tabella 7.5.III delle NTC il valore della classe delle sezioni delle aste che dissipano energia deve essere compatibile con la classe di duttilità e con il fattore di comportamento utilizzato.

### - VERIFICHE INSTABILITA' FLESSO-TORSIONALE.

Nell'esecuzione di tali verifiche si è fatto uso del punto 4.2.4.1.3.2 delle NTC.

Una trave con sezione ad I o H soggetta a flessione nel piano dell'anima, con la piattabanda compressa non sufficientemente vincolata lateralmente, deve essere verificata nei riguardi dell'instabilità flessione torsionale secondo la formula:

$$M_{Ed} / M_{b,Rd} \leq 1$$

dove:

$M_{Ed}$  : massimo momento flettente di calcolo

$M_{b,Rd}$  : momento resistente di progetto per l'instabilità.

Il momento resistente di progetto per i fenomeni di instabilità di una trave lateralmente non vincolata può essere assunto pari a

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk} / \gamma_{M1}$$

dove:

$W_y$  : modulo resistente della sezione:

- per le sezioni di classe 1 e 2 è pari al modulo plastico :  $W_y = W_{pl,y}$
- per le sezioni di classe 3 è pari al modulo elastico :  $W_y = W_{el,y}$
- per le sezioni di classe 4 è pari al modulo efficace :  $W_y = W_{eff,y}$

$\chi_{LT}$  : fattore di riduzione per l'instabilità flessione-torsionale, dipendente dal tipo di profilo impiegato; può essere determinato per profili laminati o composti saldati dalla formula:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{f} \cdot \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq \begin{cases} 1,0 \\ \frac{1}{\bar{\lambda}_{LT}^2} \cdot \frac{1}{f} \end{cases}$$

dove:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \left[ 1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right].$$

Il coefficiente di snellezza adimensionale è dato dalla formula:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$M_{cr}$ : momento critico elastico di instabilità torsionale, calcolato considerando la sezione lorda del profilo e i ritegni torsionali nell'ipotesi di diagramma di momento flettente uniforme.

$\alpha_{LT}$  è il fattore di imperfezione ottenuto dalle indicazioni riportate nella Tab. 4.2.VII.

$\bar{\lambda}_{LT,0}$  è stato assunto pari a 0.4.  $\beta$  è stato assunto pari ad 0.75.

Il fattore  $f$  considera la reale distribuzione del momento flettente tra i ritegni torsionali dell'elemento inflesso ed è definito dalla formula:

$$f = 1 - 0,5(1 - k_c) \left[ 1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right],$$

$k_c$  assume i valori riportati in Tab. 4.2.VIII.

**Tabella 4.2.VII.** Definizione delle curve d'instabilità per le varie tipologie di sezione e per gli elementi inflessi.

Sezione trasversale	Limiti	Curva di instabilità da Tab. 4.2.VI
Sezione laminata ad I	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Sezione composta saldata	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Altre sezioni trasversali		d

**- VERIFICHE INSTABILITA' PRESSO-FLESSIONALE.**

Nell'esecuzione di tali verifiche si è fatto uso del punto 4.2.4.1.3.3 delle NTC. Tale paragrafo indica che per elementi strutturali oggetti a compressione e flessione, occorre studiare i relativi fenomeni di instabilità facendo riferimento a normative di comprovata validità.

In tal senso si è optato per la norma UNI EN 1993-1-1:2005 la quale al punto 6.3.3 ed all'annesso B indica le procedure da adottare per effettuare le verifiche in questione.

**- GERARCHIA DELLE RESISTENZE.**

Ai sensi del punto 7.5.4.3 delle NTC, per assicurare lo sviluppo del meccanismo globale dissipativo è stata rispettata la gerarchia delle resistenze tra la trave e la colonna. Inoltre sono state rispettate tutte le regole di dettaglio previste nelle NTC, e per ogni nodo colonna-trave è stata verificata la seguente condizione:

$$\sum M_{C,pl,Rd} \geq \gamma_{RD} \cdot \sum M_{b,pl,Rd}$$

dove:

$\gamma_{RD} = 1,3$  se struttura in classe CD "A" e 1.1 se struttura in classe CD "B";

$M_{C,pl,Rd}$ : momento resistente della colonna calcolato per i livelli di sollecitazione assiale presenti nella colonna nelle combinazioni sismiche delle azioni;

$M_{b,pl,Rd}$ : momento resistente delle travi che convergono nel nodo trave-colonna.

**- EFFETTI DELLE IMPERFEZIONI.**

Nell'analisi della struttura, in quella dei sistemi di controvento e nel calcolo delle membrature si è tenuto conto degli effetti delle imperfezioni geometriche e strutturali quali: mancanza di verticalità o di rettilineità, mancanza di accoppiamento e le inevitabili eccentricità minori presenti nei collegamenti reali.

A tal fine tali effetti sono stati inclusi implicitamente nel calcolo della resistenza degli elementi strutturali così come indicato al punto 4.2.3.5 delle NTC.

**- STABILITÀ DEI PANNELLI D'ANIMA A TAGLIO.**

I pannelli d'anima degli elementi strutturali, laminati oppure realizzati in soluzione composta saldata, devono essere verificati nei confronti dei fenomeni di instabilità dell'equilibrio allo stato limite ultimo (vedi C4.2.4.1.3.4.1 – Circolare esplicativa e UNI EN 1993-1-5:2007).

Ed essendo, inoltre:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} \quad \text{con } f_y \text{ in } \frac{N}{mm^2}$$

I pannelli non irrigiditi vanno verificati se:

$$\frac{h_w}{t} \geq \frac{72}{\eta} \cdot \varepsilon$$

Mentre i pannelli irrigiditi vanno verificati se:

$$\frac{h_w}{t} \geq \frac{31}{\eta} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}$$

Il contributo resistente delle ali (piattabande) si calcola tramite la formula seguente:

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yf}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left[ 1 - \frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right]$$

Il contributo resistente dell'anima si calcola, invece, tramite la formula seguente:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

<b>h<sub>w</sub></b>	Altezza del pannello
<b>t</b>	Spessore del pannello
<b>a</b>	Larghezza del pannello
<b>V<sub>bw,Rd</sub></b>	Contributo resistente dell'anima
<b>V<sub>bf,Rd</sub></b>	Contributo resistente delle ali (piattabande)
<b>f<sub>yw</sub></b>	Valore di snervamento dell'acciaio dei pannelli d'anima
<b>b<sub>f,sup</sub></b>	Larghezza dell'ala superiore
<b>b<sub>f,inf</sub></b>	Larghezza dell'ala inferiore
<b>t<sub>f,sup</sub></b>	Spessore dell'ala superiore
<b>t<sub>f,inf</sub></b>	Spessore dell'ala inferiore
<b>h</b>	Altezza totale della sezione (comprese le ali)

#### - Particolari prescrizioni per distribuzione irregolare di tamponamenti ed impianti

Nel caso di distribuzione fortemente irregolare in altezza di tamponamenti ed impianti, deve essere considerata la possibilità di forti concentrazioni di danno ai livelli caratterizzati da significativa riduzione del numero di tali elementi.

Questo requisito si intende soddisfatto incrementando le azioni di calcolo per gli elementi verticali (pilastri e pareti) dei livelli con riduzione dei tamponamenti come descritto nel paragrafo 7.2.3 delle N.T.C. I fattori di sovrarresistenza utilizzati nel presente calcolo sono:

Impalcato	Fatt. Sovr.
1	1.00

#### - Operazioni per il controllo della duttilità (DUT) richiesta dagli elementi in c.a

Nel caso di comportamento strutturale dissipativo il comportamento sismico della struttura è largamente dipendente dal comportamento delle sue zone dissipative, esse devono formarsi ove previsto e mantenere, in presenza di azioni cicliche, la capacità di trasmettere le necessarie sollecitazioni e di dissipare energia, garantendo la capacità in duttilità relativa alla classe di duttilità scelta.

I dettagli costruttivi delle zone dissipative e delle connessioni tra queste zone e le restanti parti della struttura, nonché dei diversi elementi strutturali tra loro, sono fondamentali per un corretto comportamento sismico e devono essere esaurientemente specificati negli elaborati di progetto.

Nel caso di analisi lineare la verifica di duttilità si può ritenere soddisfatta, rispettando per tutti gli elementi strutturali, sia primari sia secondari, le regole specifiche per i dettagli costruttivi precisate dalle norme per le diverse tipologie costruttive.

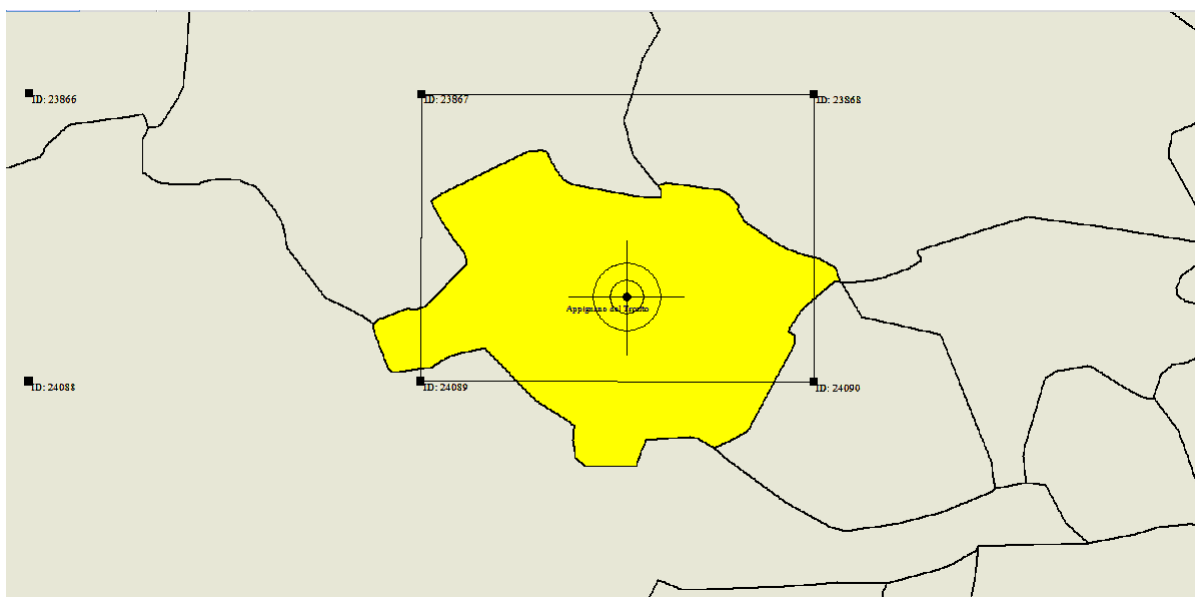
### 3 Dati

#### 3.1 Dati Generali

Numero Impalcati : 1  
 Numero delle tipologie di sezioni trasversali usate : 3  
 Numero delle tipologie di solaio utilizzate : 0

Impalcato	Quota assoluta min [cm]	Quota assoluta max [cm]	Quota relativa min [cm]	Quota relativa max [cm]	Numero Colonne	Numero Travi
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	0	4
Piano 1	0.00	300.00	300.00	300.00	8	4

Coordinate (Datum WGS84) del sito : Latitudine = 42.8996° - Longitudine = 13.6623°  
 Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 42.9006° - Longitudine = 13.6632°



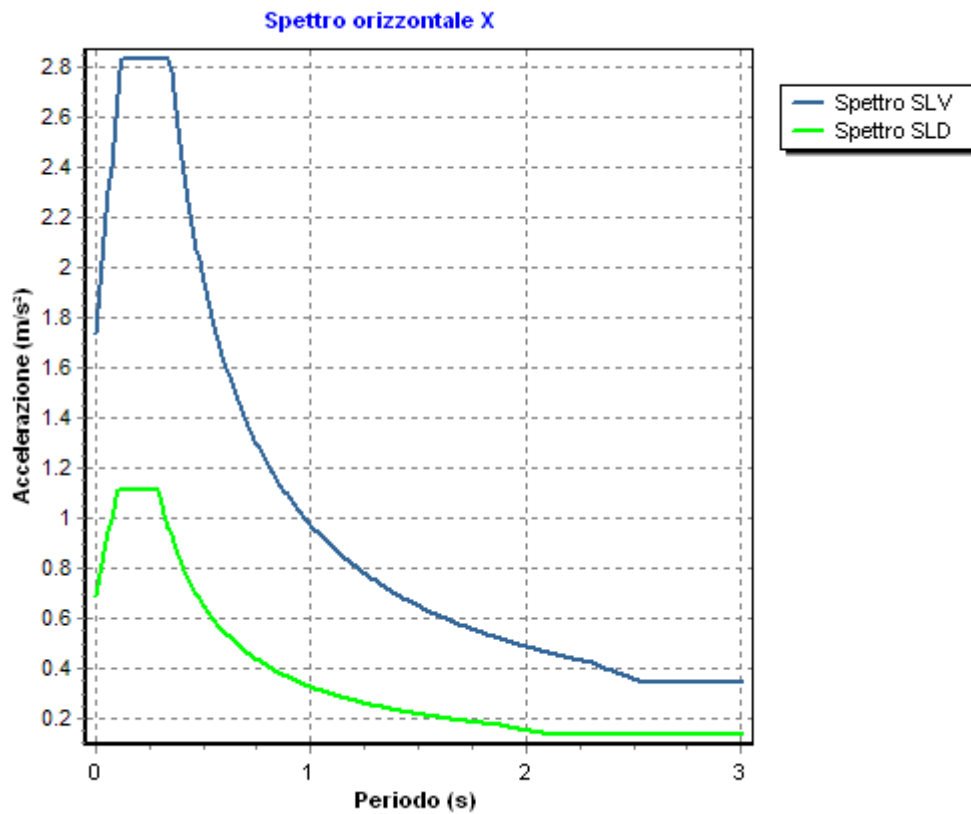
Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito		
Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
23867	42.9349	13.6267
23868	42.9348	13.6949
24089	42.8849	13.6266
24090	42.8848	13.6948

Zona sismica : SI  
 Suolo di fondazione : A  
 Vita nominale : 50  
 Classe di duttilità: Non dissipativa  
 Tipo di opera : Opere ordinarie  
 Classe d'uso : II  
 Vita di riferimento : 50  
 Categoria topografica : T1  
 Coefficiente smorzamento viscoso : 0.05

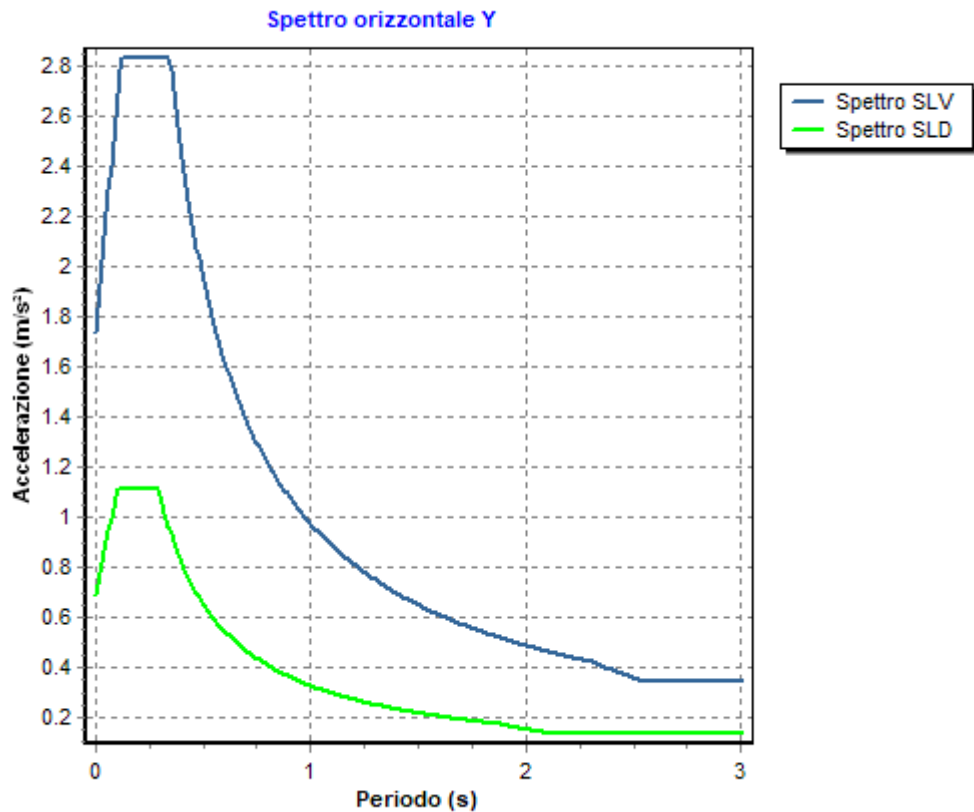
	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	475	975	50	30
Accelerazione sismica	0.177	0.228	0.070	0.056
Coefficiente Fo	2.446	2.487	2.434	2.461
Periodo T <sub>c</sub> *	0.344	0.350	0.293	0.276
Coefficiente S <sub>s</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficiente di amplificazione topografica $S_t$	1.00		1.00		1.00		1.00	
Prodotto $S_s \cdot S_t$	1.00		1.00		1.00		1.00	
Periodo $T_B$	0.12		0.12		0.10		0.09	
Periodo $T_C$	0.34		0.35		0.29		0.28	
Periodo $T_D$	2.31		2.51		1.88		1.82	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Coefficiente $\eta$	0.667	0.667	1.000	1.000	*	*	*	*

\*  $\eta$  pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.







- FATTORI DI COMPORTAMENTO -

Fattore di comportamento direzione x (qx)	: 1.50
Fattore di comportamento direzione y (qy)	: 1.50
Fattore di comportamento direzione z (qz)	: 1.50

Modulo di Winkler traslazionale	: 5.00 daN/cm³
Modulo di Winkler tangenziale	: 2.50 daN/cm³
Delta Termico aste di elevazione	: 0
Delta Termico aste di fondazione	: 0
Modulo di omogeneizzazione (per SLE)	: 15
Classe di servizio per le strutture in legno	: 2

Coeff. di riduzione per rigidità fessurata:

SLV-SLC

Pilastrì

Assiale	da Carico Assiale
Flessione	da Carico Assiale
Taglio	da Carico Assiale

Travi

Assiale	da Carico Assiale
Flessione	da Carico Assiale
Taglio	da Carico Assiale

Pareti

Nel Piano	: 1.00
Fuori Piano	: 1.00

Platee

Nel Piano	: 1.00
Fuori Piano	: 1.00

SLD-SLO

Pilastrì

Assiale	da Carico Assiale
---------	-------------------

	Flessione	da Carico Assiale
	Taglio	da Carico Assiale
Travi	Assiale	da Carico Assiale
	Flessione	da Carico Assiale
	Taglio	da Carico Assiale
Pareti	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Platee	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Delta termico	Slv	: 0.50
	Sle	: 0.75
Copriferro Piastre di Fondazione		: 2.00 cm
Copriferro Piastre di Elevazione		: 2.00 cm

### 3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.

Nell'ambito del progetto si è fatto uso dei seguenti materiali divisi per categoria di appartenenza:

#### b - Calcestruzzo

Nome	Classe	Rck [daN/cm²]	v	ps [daN/m³]	αt [1/°C]	Ec [daN/cm²]	FC	γm,c	Ect/Ec	fck [daN/cm²]	fcm [daN/cm²]	fed SLU [daN/cm²]	fed SLU [daN/cm²]	fed SLD [daN/cm²]	fed SLD [daN/cm²]	fedk,0.05 [daN/cm²]	fctm [daN/cm²]	εc2 [%]	εcu2 [%]
ClsI	C25/30	300	0.15	2500	1.0E-005	314758.1	-	1.50	0.50	250.0	-	141.7	12.0	212.5	18.0	18.0	25.6	2.00	3.50

#### c - Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γm	FC	Es [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	ftk [daN/cm²]	fd SLU [daN/cm²]	fd SLD [daN/cm²]	fd SLE [daN/cm²]	k	εud [%]
Barre1	B450C	1.15	-	2100000.0	4500.0	5400.0	3913.0	4500.0	3913.0	1.00	10.00

#### d - Acciaio per carpenteria.

Nome	Norm.	Tipo	v	ps [daN/m³]	αt [1/°C]	E [daN/cm²]	FC	γM0	γM1	γM2	fy [daN/cm²]	fu [daN/cm²]
Acciaio1	UNI EN 10025-2	S235	0.30	7850	1.2E-005	2100000.0	1.00	1.05	1.05	1.25	2350.0	3600.0

### 3.3 Elenco e caratteristiche delle colonne stratigrafiche.

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna	: nome della colonna stratigrafica;
Filo	: filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Impalcato	: Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;
Falda	: Presenza della falda;
Prof. Falda	: Profondità della falda (se è presente);
Spicc. Fond.	: Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;
No. Strati	: Numero degli strati della colonna stratigrafica.

RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
9	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
10	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
11	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
12	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-

#### Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 $E_{ed}$  : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
Colonna 1	Strato 1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

### 3.4 Elenco dei carichi.

#### 3.4.1 Pesi propri unitari - G1.

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]
Fondazione	-	-	-
Piano 1	-	-	-

- Analisi dei Carichi -

#### 3.4.2 Carichi Permanenti unitari - G2.

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]	Influenza Tramezzi [daN/m <sup>2</sup> ]	Tamponature [daN/m]
Fondazione	100	100	100	100	582
Piano 1	100	100	100	0	0

- Analisi dei Carichi -

Fondazione
------------

#### Influenza Tramezzi

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni (D.M. 17/01/2018)

Piano 1
---------

### 3.4.3 Carichi Variabili unitari - Q.

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m²]		
	Solai	Balconi	Scale
Fondazione	200	400	400
Piano 1	200	400	400

### 3.4.4 Pesì Impalcati.

Ai fini della valutazione dei pesi "W" a livello dei vari impalcati, si tiene conto dei carichi di tipo G1 relativi agli elementi strutturali e dei carichi di tipo G2 relativi agli elementi non strutturali sommati ai sovraccarichi d'esercizio Q<sub>k</sub> moltiplicati per una aliquota Ψ<sub>2i</sub> (determinata dalla destinazione d'uso dell'opera ai vari piani

$$W_i = G1_i + G2_i + \Psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Dove il pedice "i" è il piano i-esimo della struttura.

Impalcato	Destinazione	Ψ <sub>2i</sub>
Fondazione	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3
Piano 1	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3

Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Ψ <sub>2i</sub>
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.6

Imp. Reale	G1 [daN]	G2 [daN]	Ψ <sub>2</sub> · Q <sub>k</sub> [daN]	W (SLV-SLD) [daN]
0	21103.88	5440.45	1632.14	28176.47
1	702.18	0.00	0.00	702.18

### 3.4.5 Azione del Vento.

La velocità di riferimento del vento v<sub>r</sub> riferita ad un generico periodo di ritorno T<sub>R</sub> e all'altitudine del sito è data dall'espressione:

$$v_r = v_{b0} \cdot c_a \cdot c_r$$

dove:

v<sub>r</sub> è la velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

c<sub>r</sub> è un coefficiente ricavabile dall'espressione:

$$c_r = 0.75((1 - 0.2 \ln[-\ln(1 - 1/T_R)])^{1/2}$$

c<sub>a</sub> è un coefficiente di altitudine ricavabile dall'espressione:

$$c_a = 1 + k_s [(a_s/a_0) - 1]$$

Nel caso in esame T<sub>R</sub> = 50 anni

La pressione esterna del vento è data dall'espressione: p<sub>e</sub> = q<sub>b</sub> · C<sub>e</sub> · C<sub>pe</sub> · C<sub>d</sub>

La pressione interna del vento è data dall'espressione: p<sub>i</sub> = q<sub>b</sub> · C<sub>e</sub> · C<sub>pi</sub> · C<sub>d</sub>

q<sub>r</sub> = 45.63 daN/mq è la pressione cinetica di riferimento valutata con l'espressione:

$$q_r = 0.1 \cdot (1/2 \cdot \rho \cdot (v_r)^2) \text{ in (daN/m}^2\text{)}$$

essendo:

$v_r(T_R)$  la velocità di riferimento del vento (in m/s);  
 $\rho$  la densità dell'aria assunta pari a 1.25 daN/m³.  
 $C_e..... = 1.63$  è il coefficiente di esposizione.  
 $C_{pe}$ : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione esterna.  
 $C_{pi}$ : è il coefficiente di forma per la valutazione della pressione interna.  
 $C_d..... = 1.00$  è il coefficiente dinamico

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:  $p_f = q_b \cdot C_e \cdot C_f$  essendo:

$C_{f.....} = 0.00$  il coefficiente d'attrito

Nel caso in esame la zona selezionata è la **3: Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria.)**

Il fabbricato si trova sulla terraferma ad una distanza di **0.0 Km** dalla costa e ad un'altezza di **184.00 mt** sul livello del mare.

Il tipo di costruzione è :

**Edificio a pianta rettangolare con copertura piana, a falda inclinata o curva.**

La superficie della costruzione è

La classe di rugosità del terreno è la **A**: "Aree urbane in cui almeno il **15%** della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i **15 mt.**"

Il coefficiente di esposizione  $C_e$ , funzione dell'altezza della costruzione  $z = 0.00$  mt sul suolo, della rugosità, della topografia del terreno, e dell'esposizione del sito ove sorge la costruzione, è dato dalla formula:

$C_e(z_{min}) = K_r \cdot C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0) \cdot [7 + C_t \cdot \ln(z_{min}/z_0)]$  valida per  $z < z_{min}$ .

Dove:  $K_r..... = 0.220$ ;

$z_0..... = 0.300$ ;

$z_{min}... = 8.000$ ;

sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito dove sorge la costruzione.

$C_t..... = 1.000$  è il coefficiente di topografia.

I coefficienti di forma sono stati ricavati, per una costruzione di tipo **con copertura a falde**, con un angolo pari a **0°**, **avente una parete con aperture di superficie < 33% di quella totale.**

Il coefficiente di forma  $c_{pe}$  viene riferito all'esterno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione esterna  $>0$  sulla superficie esterna, negativo per depressione (per pressione esterna  $<0$ ).

Il coefficiente di forma  $c_{pi}$  viene riferito all'interno del corpo di fabbrica; esso è positivo per pressione interna  $>0$  sulla superficie interna, negativo per depressione (per pressione interna  $<0$ ).

I valori delle pressioni esterna ed interna da applicare alle varie superfici sono riportati nella seguente tabella:

	$C_{pe}$	$p_e$ [daN/m²]	$C_{pi}$	$P_i$ [daN/m²]
<b>Parete sopra vento</b>	0.80	59.65	0.20	14.91
<b>Falda sopra vento</b>	-0.40	-29.83	0.20	14.91
<b>Falda sottovento</b>	-0.40	-29.83	0.20	14.91
<b>Parete sottovento</b>	-0.40	-29.83	0.20	14.91

L'azione tangente  $p_f$  parallela alla direzione del vento è pari a 0.00 [daN/m²].

### 3.4.6 Carico della Neve.

Tale calcolo viene effettuato ai sensi di:

D.M. del 17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni";

Il carico neve sulle coperture è valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t$$

Dove:  $q_s$  è il carico cercato;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;

$q_{sk}$  è il valore di riferimento del carico neve al suolo riferito ad un periodo di ritorno di 50 anni.

$C_e$  è il coefficiente di esposizione che viene utilizzato per modificare il carico neve in funzione delle caratteristiche dell'area in cui sorge l'opera;

$C_t$  è il coefficiente termico;

$C_e = 1.0$  valido per topografia: Normale (Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi).

$C_t = 1.0$

Il carico agisce in direzione verticale ed riferito alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

Per il calcolo di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento alla seguente espressione :

$$q_{sk} = 100 \text{ daN/m}^2$$

valida per:

- Zona 2

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, L'Aquila, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.

- quota 'as' del suolo sul livello del mare  $\leq 200\text{m}$ .

L'altezza sul livello del mare della costruzione è di **184 mt** per cui il valore di riferimento del carico neve al suolo ( $q_{sk}$ ) è: **100.00 daN/m<sup>2</sup>**.

Si assume che la neve non sia impedita di scivolare.

Il tipo di copertura del fabbricato è : **Ad una falda**

con un angolo di **0** gradi sessagesimali.

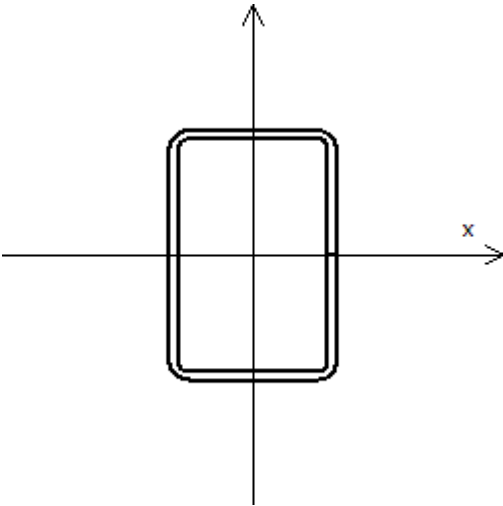
Il coefficiente di forma  $\mu_1$  vale **0.80**.

La condizione di carico da considerare è una, la quale deve essere utilizzata per i casi di carico con e senza vento.

$$\mu_1 \cdot q_{sk} \cdot C_e \cdot C_t = \mathbf{80.00 \text{ daN/m}^2}$$

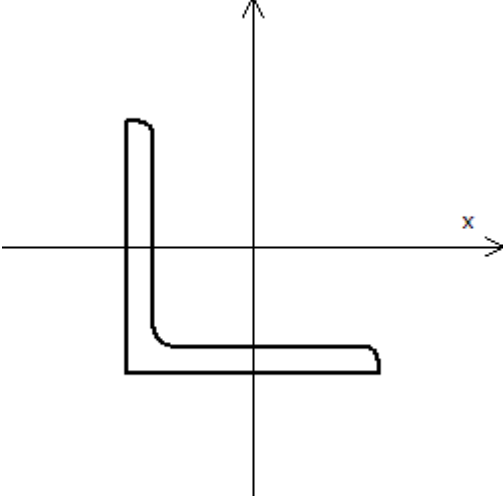
### 3.5 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.

**Tipologia N.1 (Sezione Metallica)**



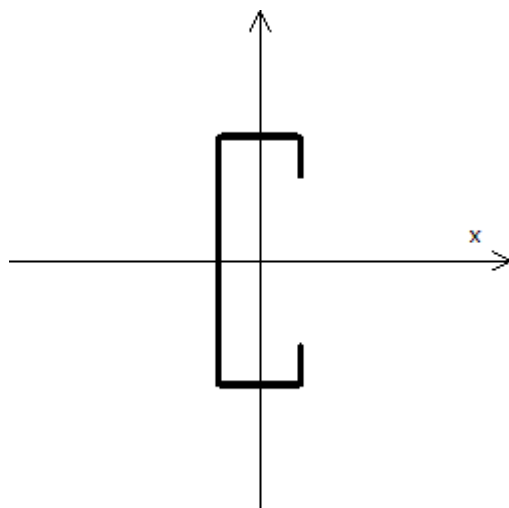
Nome	= R150x100x50
A	= 23 cm <sup>2</sup>
Jx	= 706.87 cm <sup>4</sup>
Jy	= 378.54 cm <sup>4</sup>
Jxy	= 0.00 cm <sup>4</sup>
Jt	= 790.63 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Acciaio1
Peso	= 18.16 daN/ml

**Tipologia N.2 (Sezione Metallica)**



Nome	= E180x18
A	= 62 cm <sup>2</sup>
Jx	= 1865.51 cm <sup>4</sup>
Jy	= 1865.51 cm <sup>4</sup>
Jxy	= -1097.25 cm <sup>4</sup>
Jt	= 66.48 cm <sup>4</sup>
Materiale	= Acciaio1
Peso	= 48.60 daN/ml

**Tipologia N.3 (Sezione Metallica)**



Nome = C120X40X20X1.0  
 A = 2 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 50.52 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 5.86 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>xy</sub> = 0.00 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 0.01 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = Acciaio1  
 Peso = 1.83 daN/ml

### 3.6 Geometria Struttura.

#### 3.6.1 Fili Fissi.

Numero : numerazione del filo fisso.

Ascissa : coordinata X del filo fisso.

Ordinata: coordinata Y del filo fisso.

Angolo : angolo del filo fisso (in gradi);

Tipo : tipo del filo fisso.

Numero	Ascissa [cm]	Ordinata [cm]	Quota [cm]	Angolo [°]	Tipo
1	0.00	0.00	0.00	0.00	5
2	267.00	0.00	0.00	0.00	5
3	534.00	0.00	0.00	0.00	5
4	800.00	0.00	0.00	0.00	5
5	800.00	300.00	0.00	0.00	5
6	534.00	300.00	0.00	0.00	5
7	267.00	300.00	0.00	0.00	5
8	0.00	300.00	0.00	0.00	5
9	-20.00	-20.00	0.00	0.00	5
10	820.00	-20.00	0.00	0.00	5
11	820.00	320.00	0.00	0.00	5
12	-20.00	320.00	0.00	0.00	5

#### 3.6.2 Caratteristiche dei nodi.

I dati seguenti riportano tutte le caratteristiche relative ai nodi che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo : numerazione interna del nodo.

Coordinate : coordinate del nodo secondo il sistema di riferimento globale cartesiano.

Imp. : impalcato di appartenenza del nodo.

Slave : nodo dipendente da un nodo MASTER definito nella tabella specifica;

Vincoli : eventuali vincoli esterni del nodo in ognuna delle 6 direzioni:



x : direzione X rispetto al sistema di riferimento globale;  
y : direzione Y rispetto al sistema di riferimento globale;  
z : direzione Z rispetto al sistema di riferimento globale;  
Rx : rotazione attorno all'asse X del sistema di riferimento globale;  
Ry : rotazione attorno all'asse Y del sistema di riferimento globale;  
Rz : rotazione attorno all'asse Z del sistema di riferimento globale;

Inoltre:

np : non presenza di vincoli;  
p : valore infinito della rigidezza;  
Kt : valore finito delle rigidezze traslazionali da leggere nella tabella specifica;  
Kr : valore finito delle rigidezze rotazionali da leggere nella tabella specifica;

Masse Nodali:

M : valore della massa traslazionale  
MIx : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse X  
MIy : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Y  
MIz : valore del momento d'inerzia della massa attorno all'asse Z

Nodo	Coordinate [cm]			Impalcato	Slave	Vincoli						Masse Nodali			
	x	y	z			x	y	z	Rx	Ry	Rz	M [daNM]	MIx [daNM*cm <sup>2</sup> ]	MIy [daNM*cm <sup>2</sup> ]	MIz [daNM*cm <sup>2</sup> ]
1	-3.9	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
2	266.3	0.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
3	533.3	0.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
4	796.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
5	796.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
6	533.3	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
7	266.3	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
8	-3.9	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
9	-20.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
10	820.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
11	820.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
12	-20.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
13	-3.9	-3.9	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
14	266.3	0.0	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
15	533.3	0.0	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
16	796.1	-3.9	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
17	796.1	296.1	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
18	533.3	300.0	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
19	266.3	300.0	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
20	-3.9	296.1	300.0	Piano 1	M1	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
21	73.3	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
22	166.7	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
23	260.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
24	353.3	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
25	446.7	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
26	540.0	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
27	633.3	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
28	726.7	320.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
29	820.0	235.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
30	820.0	150.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
31	820.0	65.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
32	726.7	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
33	633.3	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
34	540.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
35	446.7	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
36	353.3	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
37	260.0	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
38	166.7	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
39	73.3	-20.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
40	-20.0	65.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
41	-20.0	150.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
42	-20.0	235.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
43	96.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
44	196.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
45	296.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
46	396.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
47	496.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

48	596.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
49	696.1	-3.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
50	-3.9	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
51	-3.9	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
52	796.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
53	796.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
54	696.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
55	596.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
56	496.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
57	396.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
58	296.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
59	196.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
60	96.1	296.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
61	708.5	297.4	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
62	620.9	298.7	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
63	444.3	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
64	355.3	300.0	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
65	396.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
66	396.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
67	196.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
68	196.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
69	296.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
70	96.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
71	596.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
72	596.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
73	496.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
74	20.3	308.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
75	84.7	308.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
76	181.4	308.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
77	608.5	297.4	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
78	514.7	298.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
79	808.4	10.8	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
80	296.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
81	96.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
82	696.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
83	696.1	96.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
84	496.1	196.1	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
85	-11.9	215.6	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
86	518.1	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
87	711.4	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
88	614.7	-11.9	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00
89	808.2	57.3	0.0	Fondazione	-	np	np	np	np	np	np	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella dei Nodi Master:

Nodo	Tipo Nodo	Coordinate [cm]		
		x	y	z
M1	Impalcato Rigido	396.16	146.17	300.00

### 3.6.3 Caratteristiche delle aste.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle aste della struttura ed in modo particolare la colonna:

Asta : numerazione dell'asta  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta  
 NI : nodo iniziale dell'asta  
 NF : nodo finale dell'asta  
 Tipo : funzione dell'asta  
 Sez : sezione trasversale associata all'asta  
 L : lunghezza teorica (nodo-nodo) dell'asta  
 Imp. : impalcato di appartenenza dell'asta  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

										Vincoli interni											
Asta	Fili	NI	NF	Tipo	Sez	L [cm]	Imp.	Kwn [daN/c m³]	Kwt [daN/c m³]	Estremo In.						Estremo Fin.					
										SpoX	SpoY	Spo Z	Rot X	Rot Y	RotZ	SpoX	SpoY	Spo Z	Rot X	Rot Y	RotZ
1	1, 4	1	43	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1, 4	43	44	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1, 4	44	45	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1, 4	45	46	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1, 4	46	47	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1, 4	47	48	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1, 4	48	49	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1, 4	49	4	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	8, 1	8	50	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	8, 1	50	51	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	8, 1	51	1	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	4, 5	4	52	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	4, 5	52	53	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	4, 5	53	5	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	5, 8	5	54	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	5, 8	54	55	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	5, 8	55	56	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	5, 8	56	57	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	5, 8	57	58	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	5, 8	58	59	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	5, 8	59	60	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	5, 8	60	8	Trave Elev.	1	100.00	Fondazione	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	1, 4	13	16	Trave Elev.	1	800.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	8, 1	20	13	Trave Elev.	1	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	4, 5	16	17	Trave Elev.	1	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	5, 8	17	20	Trave Elev.	1	800.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	1	13	1	Pilastro	2	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	2	14	2	Pilastro	3	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	3	15	3	Pilastro	3	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	4	16	4	Pilastro	2	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31	5	17	5	Pilastro	2	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
32	6	18	6	Pilastro	3	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
33	7	19	7	Pilastro	3	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
34	8	20	8	Pilastro	2	300.00	Piano 1	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

### 3.6.4 Caratteristiche delle Piastre.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle piastre della struttura:

Piastra : numerazione della piastra  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra  
 Spess. : spessore della piastra  
 Tipo : tipologia della piastra (parete o platea)  
 Numero Elementi : numero di elementi che compongono la piastra  
 Nome Materiale : nome del materiale usato per progettare la piastra  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Piastra	Impalcato	Fili	Spess.	Tipo	Numero Elementi	Nome Materiale	Kwn [daN /cm³]	Kwt [daN /cm³]
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	30.00	Platea Cls	80	Cls1	5.00	2.50

### 3.6.5 Carichi distribuiti sugli elementi.

#### Carichi Globali Aste

Asta : numero dell'asta come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";  
 Imp. : impalcato al quale appartiene l'asta;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene l'asta;  
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";  
 DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;  
 in : valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste";  
 fin : valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle aste".

Asta	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m]		DGlob Y [daN/m]		DGlob Z [daN/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16

2	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
3	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
4	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
5	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
6	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
7	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
8	Fondazione	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
9	Fondazione	8, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
10	Fondazione	8, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
11	Fondazione	8, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
12	Fondazione	4, 5	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
13	Fondazione	4, 5	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
14	Fondazione	4, 5	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
15	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
16	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
17	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
18	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
19	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
20	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
21	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
22	Fondazione	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
23	Piano 1	1, 4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
24	Piano 1	8, 1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
25	Piano 1	4, 5	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
26	Piano 1	5, 8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-18.16	-18.16
27	Piano 1	1	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
28	Piano 1	2	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
29	Piano 1	3	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
30	Piano 1	4	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
31	Piano 1	5	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60
32	Piano 1	6	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
33	Piano 1	7	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.83	-1.83
34	Piano 1	8	Car. Perm. G1	0.00	0.00	0.00	0.00	-48.60	-48.60

### Carichi Locali distribuiti sulle Piastre

Piastra : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle piastre";  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";  
 DLoc : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento locale della piastra;

Piastra	Imp.	Fili	C.C.	DLoc X [daN/m <sup>2</sup> ]	DLoc Y [daN/m <sup>2</sup> ]	DLoc Z [daN/m <sup>2</sup> ]
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	Car. Permanenti G1	0.00	0.00	0.00
			Car. Permanenti G2	0.00	0.00	0.00
			Car. d'Esercizio	0.00	0.00	0.00

### Carichi Globali distribuiti sulle Piastre

Piastra : numero della piastra come da paragrafo "Caratteristiche delle piastre";  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 C.C. : condizione di carico come da paragrafo "Condizioni di carico valutate";  
 DGlob : direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale della piastra;

Piastra	Imp.	Fili	C.C.	DGlob X [daN/m <sup>2</sup> ]	DGlob Y [daN/m <sup>2</sup> ]	DGlob Z [daN/m <sup>2</sup> ]
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	Car. Permanenti G1	0.00	0.00	-750.00
			Car. Permanenti G2	0.00	0.00	-200.00
			Car. d'Esercizio	0.00	0.00	-200.00



Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 7.2 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **30.903**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 2 - [Asta 28] : C120X40X20X1.0**

**Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto (N<sub>Ed</sub>) : 7.1 daN  
 Resistenza di progetto (N<sub>c,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto (N<sub>o,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm  
 Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **503.920**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta β : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione l<sub>o</sub> : 6000.0 mm  
 · Snellezza λ : 378.8  
 · Capacità portante N<sub>b,Rd</sub> : 2.0 KN  
 · Fattore di sicurezza : **27.60**

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta β : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione l<sub>o</sub> : 6000.0 mm  
 · Snellezza λ : 129.0  
 · Capacità portante N<sub>b,Rd</sub> : 12.9 KN  
 · Fattore di sicurezza : **181.045**

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 3 - [Asta 29] : C120X40X20X1.0**

**Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto (N<sub>Ed</sub>) : 7.1 daN  
 Resistenza di progetto (N<sub>c,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto (N<sub>o,Rd</sub>) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm

Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **503.920**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 6000.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 378.8  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 2.0 KN  
 · Fattore di sicurezza : **27.60**

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 6000.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 129.0  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 12.9 KN  
 · Fattore di sicurezza : **181.045**

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 4 - [Asta 30] : E180x18**

**Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-100	-41	-4	11	-90	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA  
 Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 8.3 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **26.881**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 5 - [Asta 31] : E180x18**

**Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-100	-43	4	-11	-91	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA  
 Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
 Tensione ideale di calcolo : 7.7 N/mm<sup>2</sup>  
 fattore di sicurezza : **29.134**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 6 - [Asta 32] : C120X40X20X1.0**

**Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1**

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto ( $N_{Ed}$ ) : 7.1 daN  
 Resistenza di progetto ( $N_{c,Rd}$ ) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto ( $N_{o,Rd}$ ) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm  
 Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **503.920**

VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 6000.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 378.8  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 2.0 KN  
 · Fattore di sicurezza : **27.60**

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 6000.0 mm  
 · Snellezza  $\lambda$  : 129.0  
 · Capacità portante  $N_{b,Rd}$  : 12.9 KN  
 · Fattore di sicurezza : **181.045**

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 7 - [Asta 33] : C120X40X20X1.0**

Sezione C120X40X20X1.0. Acciaio Acciaio1

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 4  
 Azione di progetto ( $N_{Ed}$ ) : 7.1 daN  
 Resistenza di progetto ( $N_{c,Rd}$ ) : 3601.0 daN  
 Resistenza ult. di progetto ( $N_{o,Rd}$ ) : 3601.0 daN  
 Mom. flett. asse Y aggiuntivo : 0 daNm  
 Mom. flett. asse Z aggiuntivo : 0 daNm  
 Valore di confronto : 0.00  
 fattore di sicurezza : **503.920**

VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-7	0	0	0	0	0	NO

PIANO A.P.I. XY.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 6000.0 mm

PIANO A.P.I. XZ.

· Beta  $\beta$  : 2.0  
 · Lungh. libera inflessione  $l_0$  : 6000.0 mm



· Snellezza $\lambda$	: 378.8	· Snellezza $\lambda$	: 129.0
· Capacità portante $N_{b,Rd}$	: 2.0 KN	· Capacità portante $N_{b,Rd}$	: 12.9 KN
· Fattore di sicurezza	: <b>27.60</b>	· Fattore di sicurezza	: <b>181.045</b>

**Pilastro - IMP. : Piano 1 - Filo 8 - [Asta 34] : E180x18**

**Sezione E180x18. Acciaio Acciaio1**  
-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [CAR] [ST]	1	-100	43	3	-10	90	0	NO

TIPO VERIFICA : ELASTICA  
Tensione di Progetto : 223.8 N/mm<sup>2</sup>  
Tensione ideale di calcolo : 7.9 N/mm<sup>2</sup>  
fattore di sicurezza : **28.211**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 1, 4 - [Asta 1] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 16 [SLV] [IN]	5	-7	0	251	-121	0	28	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE  
Classe sezione : 1  
· Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN  
· Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm  
· Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm  
· Fattore di sicurezza : **21.161**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

Lunghezza L	: 8000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -5.91 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 26.67 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 32.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 5.42

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 8, 1 - [Asta 9] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	-2	0	7	0	0	-2	NO

TIPO VERIFICA : COMPRESSIONE  
 Classe sezione : 1  
 Azione di progetto ( $N_{Ed}$ ) : 1.9 daN  
 Resistenza di progetto ( $N_{c,Rd}$ ) : 51785.9 daN  
 Resistenza plast. di progetto ( $N_{pl,Rd}$ ): 51785.9 daN  
 Resistenza ult. di progetto ( $N_{o,Rd}$ ) : 0.0 daN  
 fattore di sicurezza : **1000.000**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 4, 5 - [Asta 12] : R150x100x50**

Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1  
 -ESITO VERIFICHE POSITIVO-

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	0	0	10	-2	0	1	NO

TIPO VERIFICA : TAGLIO  
 Piano XY  
 · Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 0.1 daN  
 · Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 12921.6 daN  
 Piano XZ  
 · Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 10.3 daN  
 · Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 19382.5 daN  
 fattore di sicurezza : **1000.000**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Fondazione - Fili 5, 8 - [Asta 15] : R150x100x50**

Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1  
 -ESITO VERIFICHE POSITIVO-

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	1	3	0	11	-3	0	0	NO

TIPO VERIFICA : TAGLIO

Piano XY

· Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 0.0 daN  
 · Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 12921.6 daN

Piano XZ

· Azione di progetto ( $V_{sd}$ ) : 11.3 daN  
 · Resistenza di progetto ( $V_{pl,Rd}$ ) : 19382.5 daN  
 fattore di sicurezza : **1000.000**

#### VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

#### VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

Lunghezza L	: 8000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -2.61 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 26.67 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 32.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 12.26

#### Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 1, 4 - [Asta 23] : R150x100x50

Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1

-ESITO VERIFICHE POSITIVO-

#### VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 1 [SLV] [LT]	7	-54	0	-95	-118	0	0	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE

Classe sezione

: 1  
 · Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN  
 · Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm  
 · Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm  
 · Fattore di sicurezza : **21.344**

#### VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

#### VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

Lunghezza L	: 8000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -2.61 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 26.67 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 32.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 12.26

#### Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 8, 1 - [Asta 24] : R150x100x50

Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1

*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 21 [SLV] [IN]	1	-3	0	34	-21	0	0	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE  
 Classe sezione : 1  
 · Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN  
 · Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm  
 · Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm  
 · Fattore di sicurezza : **117.625**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 4, 5 - [Asta 25] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.
Comb 17 [SLV] [IN]	1	-4	0	37	-26	0	-1	NO

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE  
 Classe sezione : 1  
 · Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN  
 · Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm  
 · Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm  
 · Fattore di sicurezza : **97.859**

**VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)**

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne capaci di innescare fenomeni deformativi di rilievo.

**Trave - IMP. : Piano 1 - Fili 5, 8 - [Asta 26] : R150x100x50**

**Sezione R150x100x50. Acciaio Acciaio1**  
*-ESITO VERIFICHE POSITIVO-*

VERIFICHE DI RESISTENZA. (ESITO POSITIVO)

AZIONI DI PROGETTO								
Comb. più gravosa	Sez.	N [daN]	Ty [daN]	Tz [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Mt [danM]	Incr. Az.

Comb 1 [SLV] [LT]	1	-56	0	95	-118	0	0	NO
-------------------	---	-----	---	----	------	---	---	----

TIPO VERIFICA : PRESSOFLESSIONE  
 Classe sezione : 1  
 · Resistenza assiale plastica : 51785.9 daN  
 · Mom. res. plastico Y (A.P.I.) : 2575.8 daNm  
 · Mom. res. plastico Z (A.P.I.) : 1952.6 daNm  
 · Fattore di sicurezza : **21.297**

#### VERIFICA DI STABILITA' A COMPRESSIONE. (ESITO POSITIVO)

L'asta in oggetto non risulta interessata da azioni esterne destabilizzanti di rilievo a carico di punta.

#### VERIFICHE DI DEFORMABILITA'. (ESITO POSITIVO)

Lunghezza L	: 8000 mm	Freccia Car.Acc.	: 0.00 mm
Peso Proprio Trave	: -18.2 daN/m	Freccia Car.Tot.	: -2.61 mm
Carico Variabile	: 0.0 daN/m	Freccia Max Car.Acc. L/300	: 26.67 mm
Carico Totale	: -18.2 daN/m	Freccia Max Car.Tot. L/250	: 32.00 mm
Monta iniziale	: 0.00 mm	Fattore di sicurezza	: 12.26

### 4.4 Verifica Stati Limite di Danno.

#### 4.4.1 Involuppi dei Cinematismi nodali.

I dati seguenti riportano i valori dei Cinematismi nodali che definiscono la struttura ed in modo particolare:

Nodo : numerazione interna del nodo.  
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta.  
 Cinematismi nodali : valore dello Sforzo Normale nel punto considerato:  
     Vx : traslazione X rispetto al sistema di riferimento globale.  
     Vy : traslazione Y rispetto al sistema di riferimento globale.  
     Vz : Traslazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.  
     Rx : rotazione X rispetto al sistema di riferimento globale.  
     Ry : rotazione Y rispetto al sistema di riferimento globale.  
     Rz : rotazione Z rispetto al sistema di riferimento globale.  
     Max : valore massimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo.  
     Min : valore minimo (rispetto al sistema di riferimento globale) dell'involuppo.  
     CMax : combinazione massima di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.  
     CMin : combinazione minima di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.

Tabella 3.I

STATO LIMITE DI DANNO												
Nodo	Vx [cm]		Vy [cm]		Vz [cm]		Rx [rad]		Ry [rad]		Rz [rad]	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
1	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.025	-0.029	-2.0E-5	-4.7E-5	2.4E-5	2.1E-5	6.7E-7	-6.6E-7
2	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	-2.6E-5	-6.5E-5	6.4E-5	2.8E-5	1.1E-0	-1.1E-0
3	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.019	-0.022	1.6E-5	4.8E-6	-8.4E-6	-1.5E-5	1.1E-0	-1.1E-0
4	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.025	-0.028	-1.2E-5	-1.5E-5	-2.9E-5	-3.3E-5	4.6E-7	-5.5E-7
5	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	1.1E-5	6.3E-6	-2.2E-5	-2.5E-5	4.9E-7	-4.4E-7
6	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	7.7E-7	-1.1E-6	-4.9E-6	-6.0E-6	4.1E-2	-4.1E-2
7	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	2.4E-6	5.0E-7	3.5E-6	5.3E-7	7.8E-2	-7.8E-2
8	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.027	8.6E-6	5.1E-6	5.7E-6	3.8E-6	5.4E-7	-6.3E-7
9	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.026	-0.030	-2.3E-5	-5.5E-5	2.3E-5	1.8E-5	7.1E-6	-7.1E-6
10	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.026	-0.029	-8.2E-6	-9.8E-6	-3.3E-5	-3.9E-5	2.0E-6	-2.0E-6
11	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.025	-0.028	1.1E-5	6.4E-6	-2.3E-5	-2.6E-5	1.5E-6	-1.5E-6
12	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.024	-0.028	1.9E-5	1.5E-5	3.0E-5	2.4E-5	6.0E-6	-6.0E-6
13	0.003	0.000	0.000	-0.007	-0.025	-0.030	4.4E-5	-2.8E-6	-1.7E-4	-2.1E-4	9.5E-6	-7.3E-6
14	-0.012	-0.015	-0.012	-0.016	-0.020	-0.023	-2.2E-5	-6.8E-5	7.9E-5	1.4E-5	8.4E-6	-8.4E-6
15	0.005	0.002	0.005	0.001	-0.019	-0.022	4.6E-5	-2.5E-5	1.8E-5	-4.1E-5	8.4E-6	-8.4E-6

16	0.002	-0.001	0.003	-0.005	-0.025	-0.028	5.2E-5	-4.9E-6	2.1E-4	1.6E-4	9.4E-6	-7.4E-6
17	0.003	0.000	0.003	-0.005	-0.024	-0.027	-1.2E-6	-5.8E-5	2.0E-4	1.5E-4	9.4E-6	-7.4E-6
18	0.003	0.000	0.002	-0.002	-0.021	-0.023	3.3E-5	-3.3E-5	2.4E-5	-3.5E-5	8.4E-6	-8.4E-6
19	0.001	-0.002	0.002	-0.002	-0.020	-0.023	3.3E-5	-3.0E-5	3.2E-5	-2.8E-5	8.4E-6	-8.4E-6
20	0.004	0.001	0.000	-0.007	-0.024	-0.027	-1.1E-5	-6.9E-5	-1.6E-4	-2.1E-4	9.5E-6	-7.3E-6
21	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.022	-0.026	7.4E-6	1.8E-6	2.0E-5	1.8E-5	5.6E-6	-5.6E-6
22	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.021	-0.024	1.0E-5	9.0E-6	1.5E-5	1.3E-5	3.3E-6	-3.3E-6
23	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	3.1E-6	1.9E-6	4.6E-6	1.3E-6	7.3E-7	-7.3E-7
24	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	1.9E-6	9.2E-7	2.1E-6	1.1E-6	1.3E-6	-1.3E-6
25	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	1.6E-6	1.1E-6	-1.0E-6	-2.7E-6	1.1E-5	-1.1E-5
26	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	6.9E-7	-1.2E-6	-5.1E-6	-6.1E-6	8.3E-6	-8.3E-6
27	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.021	-0.024	3.0E-6	1.4E-6	-9.5E-6	-1.1E-5	1.1E-5	-1.1E-5
28	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.023	-0.025	7.1E-6	4.3E-6	-1.9E-5	-2.1E-5	8.8E-6	-8.8E-6
29	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	9.0E-6	6.0E-6	-1.9E-5	-2.1E-5	7.9E-6	-7.9E-6
30	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	-9.0E-7	-2.6E-6	-1.8E-5	-2.0E-5	4.0E-6	-4.0E-6
31	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	-1.2E-5	-1.6E-5	-2.1E-5	-2.4E-5	7.5E-6	-7.5E-6
32	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.023	-0.026	-5.6E-6	-7.0E-6	-2.3E-5	-2.8E-5	2.7E-7	-2.7E-7
33	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.021	-0.024	2.5E-7	-2.8E-6	-1.5E-5	-1.9E-5	2.2E-7	-2.2E-7
34	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.019	-0.022	5.0E-6	8.7E-7	-8.5E-6	-1.0E-5	1.7E-7	-1.7E-7
35	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.018	-0.021	2.1E-5	9.0E-6	-7.9E-6	-1.3E-5	2.5E-6	-2.5E-6
36	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.022	5.8E-5	2.6E-5	6.4E-5	2.6E-5	8.1E-7	-8.1E-7
37	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.021	-0.025	-1.9E-5	-4.9E-5	2.8E-5	1.3E-5	3.0E-6	-3.0E-6
38	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.027	-1.1E-4	-2.7E-4	6.0E-5	3.2E-5	2.2E-6	-2.2E-6
39	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.024	-0.028	-1.0E-5	-2.6E-5	2.6E-5	2.1E-5	3.5E-6	-3.5E-6
40	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.024	-0.028	-1.4E-5	-3.2E-5	3.0E-5	2.3E-5	6.2E-6	-6.2E-6
41	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.026	-1.8E-6	-1.6E-5	2.9E-5	2.4E-5	1.7E-6	-1.7E-6
42	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.026	1.3E-5	9.9E-6	2.4E-5	2.2E-5	3.2E-6	-3.2E-6
43	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.027	-2.1E-5	-5.3E-5	2.2E-5	1.8E-5	5.2E-7	-7.1E-7
44	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	-1.2E-4	-2.9E-4	8.8E-5	4.2E-5	6.5E-7	-6.4E-7
45	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.021	-0.024	5.8E-5	2.7E-5	9.2E-5	3.8E-5	6.6E-7	-5.2E-7
46	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.019	-0.022	3.4E-5	1.5E-5	9.4E-6	2.4E-6	6.0E-7	-6.3E-7
47	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.019	-0.022	9.0E-6	3.4E-6	-6.2E-6	-6.6E-6	6.2E-7	-6.0E-7
48	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	2.2E-6	-1.5E-6	-1.2E-5	-1.6E-5	5.5E-7	-5.4E-7
49	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.022	-0.025	-3.8E-6	-5.6E-6	-2.0E-5	-2.5E-5	5.8E-7	-5.6E-7
50	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.026	9.5E-6	3.0E-6	2.7E-5	2.4E-5	5.4E-7	-6.0E-7
51	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.027	-1.3E-5	-3.2E-5	3.3E-5	2.4E-5	6.1E-7	-6.3E-7
52	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.023	-0.026	-8.9E-6	-1.1E-5	-2.0E-5	-2.2E-5	5.7E-7	-7.0E-7
53	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.023	-0.026	5.1E-6	3.3E-6	-1.8E-5	-2.0E-5	7.4E-7	-6.1E-7
54	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.022	-0.025	5.8E-6	3.7E-6	-1.5E-5	-1.7E-5	3.2E-7	-3.1E-7
55	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.021	-0.024	2.0E-6	4.2E-7	-6.9E-6	-8.1E-6	2.1E-7	-2.1E-7
56	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	6.1E-7	-1.1E-6	-3.6E-6	-5.6E-6	4.6E-7	-4.5E-7
57	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	3.3E-6	2.7E-6	1.1E-6	4.4E-8	5.6E-7	-5.6E-7
58	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	1.1E-6	-1.9E-6	3.0E-6	4.6E-7	4.6E-7	-4.6E-7
59	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	1.2E-5	8.5E-6	9.7E-6	7.3E-6	4.8E-7	-4.7E-7
60	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.022	-0.025	8.9E-6	2.3E-6	2.5E-5	2.1E-5	6.1E-7	-6.9E-7
61	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.022	-0.025	6.3E-6	4.0E-6	-1.7E-5	-1.8E-5	2.4E-7	-2.4E-7
62	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.021	-0.024	2.9E-6	1.1E-6	-8.7E-6	-1.0E-5	4.3E-8	-4.3E-8
63	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	1.7E-6	1.1E-6	-1.1E-6	-2.7E-6	1.5E-6	-1.5E-6
64	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	2.1E-6	1.4E-6	2.5E-6	1.5E-6	2.5E-6	-2.5E-6
65	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.024	8.0E-7	2.7E-7	2.8E-5	1.1E-5	5.0E-6	-5.0E-6
66	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	-3.8E-6	-1.1E-5	-6.8E-6	-1.6E-5	2.6E-6	-2.6E-6
67	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	-5.6E-6	-2.0E-5	1.1E-5	1.0E-5	3.4E-6	-3.4E-6
68	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.018	-0.021	9.0E-5	4.1E-5	2.0E-5	1.3E-5	7.7E-7	-7.7E-7
69	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.020	-0.023	-2.8E-5	-6.8E-5	-2.7E-5	-6.6E-5	6.6E-6	-6.6E-6
70	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.021	-0.024	1.7E-5	1.2E-5	1.1E-5	7.0E-6	3.0E-6	-3.0E-6
71	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	3.4E-6	-2.5E-7	-8.6E-6	-1.1E-5	6.0E-6	-6.0E-6
72	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.021	-0.023	3.4E-6	1.8E-6	-6.8E-6	-7.2E-6	5.6E-6	-5.6E-6
73	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	1.3E-5	4.3E-6	-1.7E-7	-1.9E-6	7.9E-6	-7.9E-6
74	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.026	1.4E-5	1.0E-5	3.0E-5	2.5E-5	7.7E-6	-7.7E-6
75	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.022	-0.025	7.0E-6	1.6E-6	1.7E-5	1.6E-5	6.5E-6	-6.5E-6
76	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.021	-0.024	1.1E-5	9.3E-6	1.5E-5	1.1E-5	9.9E-7	-9.9E-7
77	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.021	-0.024	2.5E-6	7.8E-7	-7.8E-6	-9.1E-6	8.5E-8	-8.5E-8
78	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	7.6E-7	-9.8E-7	-4.2E-6	-5.8E-6	6.2E-7	-6.2E-7
79	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.025	-0.028	-1.5E-5	-2.0E-5	-2.8E-5	-3.3E-5	1.9E-6	-1.9E-6
80	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.019	-0.022	2.8E-5	1.4E-5	7.8E-6	5.2E-6	7.6E-7	-7.6E-7
81	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.021	-0.024	-4.4E-6	-1.6E-5	3.3E-5	2.3E-5	4.5E-6	-4.5E-6
82	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.022	-0.024	2.4E-6	1.3E-6	-1.4E-5	-1.5E-5	4.6E-6	-4.6E-6
83	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.022	-0.025	-2.6E-6	-3.8E-6	-1.6E-5	-1.8E-5	2.0E-7	-2.0E-7
84	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	-8.0E-8	-1.7E-6	5.4E-6	9.5E-7	3.5E-6	-3.5E-6
85	0.005	-0.005	0.004	-0.004	-0.023	-0.026	1.2E-5	6.6E-6	2.5E-5	2.2E-5	7.7E-7	-7.7E-7
86	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.019	-0.022	7.5E-6	2.3E-6	-7.5E-6	-8.8E-6	1.7E-6	-1.7E-6
87	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.022	-0.025	-4.8E-6	-6.3E-6	-2.2E-5	-2.6E-5	4.2E-6	-4.2E-6

<b>88</b>	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.020	-0.023	1.2E-6	-2.1E-6	-1.3E-5	-1.8E-5	4.0E-6	-4.0E-6
<b>89</b>	0.005	-0.005	0.005	-0.005	-0.024	-0.027	-1.0E-5	-1.2E-5	-2.3E-5	-2.6E-5	4.9E-6	-4.9E-6

Per edifici con il seguente tipo di elementi: tamponamenti collegati rigidamente (Tamponature fragili), il controllo viene fatto tramite la seguente relazione:

$$d_r < 0.0050 h$$

dove:

$d_r$ : spostamento relativo tra due impalcati consecutivi;

$h$ : altezza dell'impalcato;

Piano : piano considerato;

ELEMENTO : tipo e numero dell'elemento considerato;

$d_{rx}$  : traslazione relativa X globale del piano considerato;

$d_{ry}$  : traslazione relativa Y globale del piano considerato;

H : altezza del piano considerato;

$d_{lim}$  : spostamento limite da normativa;

Esito : esito della verifica;

Tabella 3.II

Piano	ELEMENTO	$d_{rx}$ [cm]	$d_{ry}$ [cm]	H [cm]	$d_{lim}$ [cm]	Esito
<b>Piano 1</b>	Pilastro N° 1	0.0046	0.0039	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 2	0.0170	0.0162	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 3	0.0066	0.0057	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 4	0.0039	0.0014	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 5	0.0047	0.0014	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 6	0.0048	0.0026	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 7	0.0037	0.0030	300.0000	1.5000	Verificato
	Pilastro N° 8	0.0055	0.0039	300.0000	1.5000	Verificato

## 4.5 Verifica Elementi Bidimensionali.

### 4.5.1 Verifica Piastre.

#### 4.5.1.1 Verifica Piastre in C.A..

##### 4.5.1.1.1 Dati Generali

Piastra : numero della Piastra;

Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;

Sp. : spessore della Piastra;

Largh. Striscia : Larghezza della striscia unitaria di Piastra rispetto alla quale sono state effettuate le verifiche;

Lungh. Concio : Lunghezza del concio di Piastra rispetto alla quale sono state effettuate le verifiche a taglio;

Tabella 4.I

Piastra	Imp.	Fili	Sp. [cm]	Largh. striscia [cm]	Lungh. concio [cm]
<b>1</b>	Fondazione	12, 11, 10, 9	30	100	100

#### Disposizione Armature

Piastra : numero della Piastra;

Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;

Dir. : Direzione rispetto alla quale disporre le armature;

Diam. : diametro delle armature da disporre nella direzione indicata;

Inter. intrad. : interasse rispetto al quale posizionare le armature all'intradosso nella direzione indicata;

Inter. estrad. : interasse rispetto al quale posizionare le armature all'estradosso nella direzione indicata;

Tabella 4.II

Piastra	Imp.	Fili	Dir.	Diam. [mm]	Inter. intrad. [cm]	Inter. estrad. [cm]
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	X	10	25.0	25.0
			Y	10	25.0	25.0

#### 4.5.1.1.2 Verifiche SLV - Flessione.

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 RCrit : regione critica;  
 Dir. : direzione attorno alla quale sono valutate le caratteristiche flettenti;  
 $\epsilon_{c2}$  : deformazione di contrazione del calcestruzzo al raggiungimento della massima tensione;  
 $\epsilon_{cu2}$  : deformazione ultima di contrazione del calcestruzzo;  
 Msd : momento sollecitante;  
 $\epsilon_{Cls}$  : deformazione massima del calcestruzzo compresso  
 $\epsilon_{acc}$  : deformazione massima dell'armatura tesa  
 MRd : momento resistente;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 5.I

Piastra	Imp.	Fili	RCrit	Dir.	$\epsilon_{c2}$ [‰]	$\epsilon_{cu2}$ [‰]	Cop. sup. [cm]	Arm. sup.	Cop. inf. [cm]	Arm. inf.	Msd [daNm]	$\epsilon_{cls}$ [‰]	$\epsilon_{acc}$ [‰]	MRd [daNm]	S	Esito
1	Fondazione	12, 11, 10, 9		X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-624	0.38	1.86	-3117	4.99	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	690	0.38	1.86	3117	4.52	V
			1	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	1883	0.38	1.86	3117	1.66	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 12.5	3.0	Ø 10 / 12.5	-4504	0.54	1.86	-6097	1.35	V
			2	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-127	0.38	1.86	-3117	24.60	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-90	0.38	1.86	-3117	34.66	V
			3	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-85	0.38	1.86	-3117	36.56	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-116	0.38	1.86	-3117	26.77	V
			4	X	2.00	3.50	3.0	Ø 10 / 25.0	2.0	Ø 10 / 25.0	-57	0.38	1.86	-3117	54.83	V
				Y	2.00	3.50	2.0	Ø 10 / 25.0	3.0	Ø 10 / 25.0	-98	0.38	1.86	-3117	31.81	V

#### 4.5.1.1.3 Verifiche SLV - Taglio

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 RCrit : regione critica;  
 $\cot(\theta)$  : cotangente dell'angolo  $\theta$ ;  
 Diam. : diametro del braccio della staffa;  
 AStaffe : area di armatura a taglio da disporre nell'unità di superficie;  
 DLong : distanza longitudinale fra i bracci delle staffe;  
 DTrasv : distanza trasversale fra i bracci delle staffe;  
 VSd : Taglio sollecitante di calcolo;  
 VRd : Taglio resistente di calcolo;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;



: NV = NON VERIFICATA;

Tabella 6.I

Piastra	Imp.	Fili	RCrit	cot( $\theta$ )	Armature				Tagli		Esito
					Diam. [mm]	Dlong [cm]	Dtrasv [cm]	Area [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]	Vsd [daN]	VRd [daN]	
1	Fondazione	12, 11, 10, 9		2.5	8	25.0	24.3	8.29	19806	20075	V

#### 4.5.1.1.4 Verifiche SLV - Taglio-Punzonamento

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 RCrit : regione critica;  
 Diam : diametro del braccio della staffa;  
 DLong : distanza longitudinale fra i bracci delle staffe per taglio-punzonamento;  
 DTrasv : distanza trasversale fra i bracci delle staffe per taglio-punzonamento;  
 vsd : tensione sollecitante di calcolo;  
 vrd : tensione resistente di calcolo;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 7.I

Piastra	Imp.	Fili	RCrit	Diam [mm]	Dlong [cm]	Dtrasv [cm]	vsd [daN/cm <sup>2</sup> ]	vrd [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	1	8	25	24	0.00	7.60	1000.00	V
			2	8	25	24	0.00	7.60	1000.00	V
			3	8	25	24	0.00	7.60	1000.00	V
			4	8	25	24	0.00	7.60	1000.00	V

#### 4.5.1.1.5 Verifiche SLE - Fessurazione

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Comb. : combinazione di carico (Caratteristica, Frequente, Quasi Permanente);  
 RCrit : regione critica;  
 Dir. : direzione dell'asse attorno al quale viene valutata la caratteristica flettente;  
 Msd : azione sollecitante flettente massima;  
 MCr : momento di prima fessurazione;  
 Fess. Calc. : fessura di calcolo;  
 Fess. Lim. : fessura limite;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 8.I

Piastra	Imp.	Fili	Comb.	RCrit	Dir.	Msd [daNm]	MCr [daNm]	Fess. Calc. [mm]	Fess. Lim. [mm]	S	Esito
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	Freq.		X	-473.09	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	388.97	3026.82	0.00	0.40	-	V
				1	X	1047.77	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-2552.87	3214.38	0.00	0.40	-	V

				2	X	-58.42	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-49.76	3026.82	0.00	0.40	-	V
				3	X	-57.77	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-72.40	3026.82	0.00	0.40	-	V
				4	X	-42.82	3026.82	0.00	0.40	-	V
					Y	-57.53	3026.82	0.00	0.40	-	V
			Q. Perm.		X	-473.09	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	388.97	3026.82	0.00	0.30	-	V
				1	X	1047.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	-2552.87	3214.38	0.00	0.30	-	V
				2	X	1047.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	-2552.87	3214.38	0.00	0.30	-	V
				3	X	1047.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	-2552.87	3214.38	0.00	0.30	-	V
				4	X	1047.77	3026.82	0.00	0.30	-	V
					Y	-2552.87	3214.38	0.00	0.30	-	V

#### 4.5.1.1.6 Verifiche SLE - Tensioni di Esercizio

Piastra : numero della Piastra;  
 Imp. : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Comb. : combinazione di carico (Caratteristica, Frequente, Quasi Permanente);  
 RCrit : regione critica;  
 Dir. : direzione dell'asse attorno al quale viene valutata la caratteristica flettente;  
 Msd : valore massimo della caratteristica flettente di calcolo;  
 $\sigma_c$  : tensioni d'esercizio del calcestruzzo (compressione positiva);  
 $\sigma_{c,lim}$  : Tensioni limite del calcestruzzo;  
 $S_{cls}$  : coefficiente di sicurezza per la verifica del calcestruzzo;  
 $\sigma_s$  : tensioni d'esercizio dell'acciaio (trazione positiva);  
 $\sigma_{s,lim}$  : Tensioni limite dell'acciaio;  
 $S_{acc.}$  : coefficiente di sicurezza per la verifica dell'acciaio;  
 Esito : Esito della verifica : V = VERIFICATA;  
 : NV = NON VERIFICATA;

Tabella 9.I

Piastra	Imp.	Fili	Comb.	RCrit	Dir.	Msd [daNm]	$\sigma_c$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{c,lim}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S cls	$\sigma_s$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,lim}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S acc.	Esito
<b>1</b>	Fondazione	12, 11, 10, 9	Caratteristica		X	-473.09	7.81	150.00	19.20	-592.49	3600.00	6.08	V
					Y	388.97	6.42	150.00	23.36	-487.15	3600.00	7.39	V
				1	X	1047.77	17.30	150.00	8.67	-1312.21	3600.00	2.74	V
					Y	-2552.87	30.20	150.00	4.97	-1631.57	3600.00	2.21	V
				2	X	-58.42	0.96	150.00	100.00	-73.16	3600.00	49.21	V
					Y	-49.76	0.82	150.00	100.00	-62.32	3600.00	57.77	V
				3	X	-57.77	0.95	150.00	100.00	-72.35	3600.00	49.76	V
					Y	-72.40	1.20	150.00	100.00	-90.67	3600.00	39.71	V
				4	X	-42.82	0.71	150.00	100.00	-53.62	3600.00	67.13	V
					Y	-57.53	0.95	150.00	100.00	-72.05	3600.00	49.96	V
			Q. Perm.		X	-473.09	7.81	112.50	14.40	-592.49	3600.00	6.08	V
					Y	388.97	6.42	112.50	17.52	-487.15	3600.00	7.39	V
				1	X	1047.77	17.30	112.50	6.50	-1312.21	3600.00	2.74	V
					Y	-2552.87	30.20	112.50	3.73	-1631.57	3600.00	2.21	V
				2	X	-58.42	0.96	112.50	100.00	-73.16	3600.00	49.21	V
					Y	-49.76	0.82	112.50	100.00	-62.32	3600.00	57.77	V
				3	X	-57.77	0.95	112.50	100.00	-72.35	3600.00	49.76	V
					Y	-72.40	1.20	112.50	94.12	-90.67	3600.00	39.71	V
				4	X	-42.82	0.71	112.50	100.00	-53.62	3600.00	67.13	V
					Y	-57.53	0.95	112.50	100.00	-72.05	3600.00	49.96	V

## 5 ALLEGATI.

**5.1 ALLEGATO A - (Scheda Sintetica NTC).****DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**

Oggetto : FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.TIPOLOGIA RESP 6\*

**CRITERI GENERALI DI VERIFICA E RIFERIMENTI NORMATIVI**

Normativa : D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"  
 Struttura : Nuova  
 Vita nominale : 50  
 Tipo di opera : Opere ordinarie  
 Classe d'uso : II  
 Vita di riferimento : 50  
 Approccio Verifiche GEO : Approccio 2

**Analisi dei Carichi**

Peso dei materiali strutturali:

**b - Calcestruzzo**

Cls1 - Peso Specifico 2500.00 daN/m<sup>3</sup>

**c - Acciaio per carpenteria.**

Acciaio1 - Peso Specifico 7850.00 daN/m<sup>3</sup>

Pesi propri unitari - G1:

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]
Fondazione	-	-	-
Piano 1	-	-	-

- Analisi dei Carichi -

Carichi Permanenti - G2:

Impalcato	Solai [daN/m <sup>2</sup> ]	Balconi [daN/m <sup>2</sup> ]	Scale [daN/m <sup>2</sup> ]	Influenza Tramezzi [daN/m <sup>2</sup> ]	Tamponature [daN/m]
Fondazione	100	100	100	100	582
Piano 1	100	100	100	0	0

- Analisi dei Carichi -

<b>Fondazione</b>
-------------------

**Influenza Tramezzi**

Il peso proprio degli elementi divisorii interni viene ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito come definito dal punto 3.1.3.1 - Elementi divisorii interni (D.M. 17/01/2018)

<b>Piano 1</b>
----------------

Carichi Variabili - Q:

Le intensità assunte per i carichi variabili verticali ripartiti sono riportate nella seguente tabella:

Impalcato	Carichi d'esercizio [daN/m <sup>2</sup> ]		
	Solai	Balconi	Scale
Fondazione	200	400	400

Piano 1	200	400	400
---------	-----	-----	-----

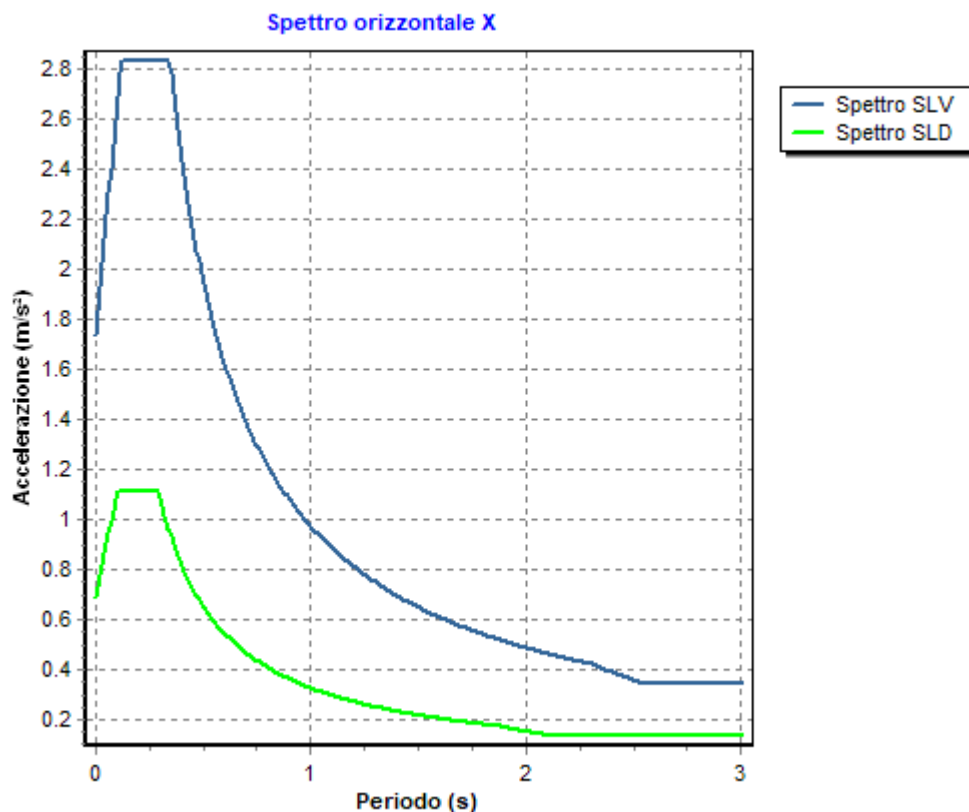
**CLASSE DI DUTTILITA': Non dissipativa**

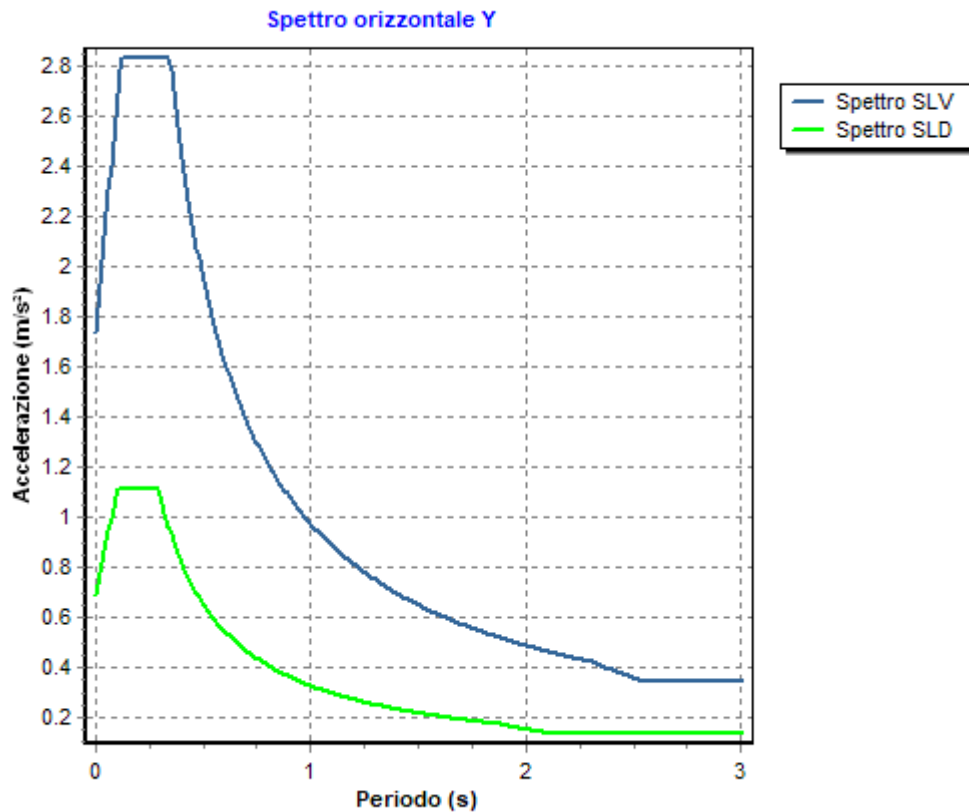
**Azione Sismica**

Comune : Appignano del Tronto  
 Latitudine : 42.9006°  
 Longitudine : 13.6632°  
 Suolo di fondazione : A  
 Categoria topografica : T1  
 Coeff. smorz. viscoso : 0.05

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale							
	SLV	SLC	SLD	SLO				
Tempo di ritorno	475	975	50	30				
Accelerazione sismica	0.177	0.228	0.070	0.056				
Coefficiente Fo	2.446	2.487	2.434	2.461				
Periodo $T_C^*$	0.344	0.350	0.293	0.276				
Coefficiente Ss	1.00	1.00	1.00	1.00				
Coefficiente di amplificazione topografica St	1.00	1.00	1.00	1.00				
Prodotto Ss · St	1.00	1.00	1.00	1.00				
Periodo $T_B$	0.12	0.12	0.10	0.09				
Periodo $T_C$	0.34	0.35	0.29	0.28				
Periodo $T_D$	2.31	2.51	1.88	1.82				
	x	y	x	y	x	y	x	y
Coefficiente $\eta$	0.667	0.667	1.000	1.000	*	*	*	*

\*  $\eta$  pari a 1 per gli spostamenti e 2/3 per le sollecitazioni.





## FATTORI DI STRUTTURA

Fattore di comportamento direzione x (qx) : 1.50

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura	: Acciaio
Regolarità in elevazione	: SI
Regolarità in pianta	: SI
Kr	: 1.00
Tipologia Edificio	: Edifici ad un piano
$\alpha_u / \alpha_1$	: 1.10
Tipologia Strutturale	: Strutture intelaiate

Fattore di comportamento direzione y (qy) : 1.50

Calcolato considerando i seguenti parametri:

Tipo Struttura	: Acciaio
Regolarità in elevazione	: SI
Regolarità in pianta	: SI
Kr	: 1.00
Tipologia Edificio	: Edifici ad un piano
$\alpha_u / \alpha_1$	: 1.10
Tipologia Strutturale	: Strutture intelaiate

Fattore di comportamento direzione z (qz) : 1.50

## RIEPILOGO MODI DI VIBRARE

Periodo [s]	Gamma	Coeff. <sub>MasseX</sub>	Coeff. <sub>MasseY</sub>	Coeff. <sub>MasseZ</sub>	Coeff. <sub>MasseRX</sub>	Coeff. <sub>MasseRY</sub>	Coeff. <sub>MasseRZ</sub>
<b>0.041</b>	5.33	96.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>0.041</b>	5.31	0.00	95.69	0.00	0.00	0.00	0.01

**VERIFICHE SLD** : ESEGUITE  
 Verifica spostamenti : ESEGUITA  
 Valore limite drp : 0.0050  
 Verifica resistenza : NON ESEGUITA

**VERIFICHE SLO** : NON ESEGUITE

#### MATERIALI

Materiale	Tipo	Classe	Normativa
Cls1	Calcestruzzo	C25/30	-
Barre1	Acciaio per C.A.	B450C	-
Acciaio1	Acciaio per carpenteria	S235	UNI EN 10025-2

#### TIPO DI ANALISI SVOLTA:

ANALISI ORIZZONTALE DINAMICA LINEARE

#### ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Titolo : FaTA e-version  
 Autore : Stacec s.r.l.  
 Produttore : Stacec s.r.l.  
 Versione : 34.0.13  
 Numero di licenza : S/2379-D/2596  
 Intestata a : R.I. SpA

## 5.2 ALLEGATO B - (Regolarità Strutturale)

### Regolarità in pianta.

a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento:

Nella struttura non sono presenti rientranze in pianta.

$\Delta R_{ig} X$  : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione X;  
 $\Delta R_{ig} Y$  : distanza tra centro delle rigidezze e centro geometrico del piano in direzione Y;  
 $\Delta M_{asse} X$  : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione X;  
 $\Delta M_{asse} Y$  : distanza tra centro delle masse e centro geometrico del piano in direzione Y;  
Esito Rig : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze  
Esito Masse : esito del controllo con il valore limite (10% dell'ingombro nelle due direzioni) per le rigidezze

Piano Reale	$\Delta R_{ig} X$ [cm]	$\Delta R_{ig} Y$ [cm]	$\Delta M_{asse} X$ [cm]	$\Delta M_{asse} Y$ [cm]	Esito Rig	Esito Masse
PR 1	0.06	2.41	1.89	2.41	X = V ; Y = V	X = V ; Y = V

Esito: SI

---

b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4:

Il rapporto tra i lati del rettangolo risulta pari a: 2.47

Esito: SI

---

c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione:

Esito: SI

---

### Regolarità in altezza.

d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio:

Esito: SI

---

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

$\Delta M_{asse}$  : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore delle masse  
 $\Delta R_{ig} X$  : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione X  
 $\Delta R_{ig} Y$  : variazione massima rispetto al piano inferiore e superiore della rigidezza in direzione Y  
 $\Delta Esito\ Masse$  : esito sul controllo della variazione delle masse  
 $\Delta Esito\ Rig\ X$  : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione X  
 $\Delta Esito\ Rig\ Y$  : esito sul controllo della variazione delle rigidezze in direzione Y

Piano Reale	$\Delta$ Masse [%]	$\Delta$ Rig X [%]	$\Delta$ Rig Y [%]	Esito Masse	Esito Rig X	Esito Rig Y
PR 1	0.00	0.00	0.00	SI	SI	SI

Esito: SI

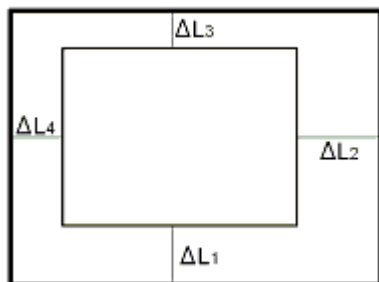
f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti:

Res. Eff : resistenza a taglio effettiva del piano  
 Res. Rich. X : resistenza a taglio richiesta in direzione X  
 Res. Rich. Y : resistenza a taglio richiesta in direzione Y  
 Var. Rapp. : variazione massima del rapporto tra Res. Eff. e Res. Rich. per piano

Piano	Res. Eff [daN]	Res. Rich. X [daN]	Res. Rich. Y [daN]	Var. Rapp. [%]
Piano 1	348653.37	219.40	62.94	100.00

Esito: SI

g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento:



$\Delta L1$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);  
 $\Delta L2$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);  
 $\Delta L3$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);  
 $\Delta L4$  : rientro rispetto al piano di confronto (segno negativo se rientro);

Rientri rispetto al piano inferiore						
Piano	$\Delta L1$ [cm]	$\Delta L2$ [cm]	$\Delta L3$ [cm]	$\Delta L4$ [cm]	Val Lim. X [cm]	Val Lim. Y [cm]
Fondazione	0.00	0.00	0.00	0.00	840.00	340.00
Piano 1	0.00	-23.90	-20.00	0.00	800.00	303.90

Esito: SI

### Tipologia strutturale.

Struttura mista equivalente a telai



- *strutture miste telaio-pareti*, nelle quali la resistenza alle azioni verticali è affidata prevalentemente ai telai, la resistenza alle azioni orizzontali è affidata in parte ai telai ed in parte alle pareti, singole o accoppiate; se più del 50% dell'azione orizzontale è assorbita dai telai si parla di strutture miste equivalenti a telai, altrimenti si parla di strutture miste equivalenti a pareti.

Azione. Vert. : sforzo normale agente a carichi verticali (NG1+NG2+NQ)  
 Res. Or. : resistenza orizzontale a taglio degli elementi

	<b>Pilastr</b>		<b>Pareti</b>	
<b>Piano</b>	<b>Res. Or.</b> <b>[daN]</b>	<b>Azione Vert.</b> <b>[daN]</b>	<b>Res. Or.</b> <b>[daN]</b>	<b>Azione Vert.</b> <b>[daN]</b>
<b>Piano 1</b>	534107.29	1004.77	0.00	0.00

Rig. X : rigidezza di piano in direzione X  
 Rig. Y : rigidezza di piano in direzione Y  
 Jr : rigidezza torsionale di piano  
 r/Ls : rapporto tra i raggi giratori delle rigidezze e delle masse

<b>Piano Reale</b>	<b>Rig. X</b> <b>[daN/cm]</b>	<b>Rig. Y</b> <b>[daN/cm]</b>	<b>Jr [daNcm]</b>	<b>r<sup>2</sup>/Ls<sup>2</sup></b>
<b>PR 1</b>	2571.33	3428.63	617297741.4 5	1.00

### **Calcolo parametri per non linearità (par. 7.3.1).**

Le non linearità geometriche possono essere trascurate in base al paragrafo (7.3.1)

$$\theta = P \, d_r / V \, h \leq 0.1$$

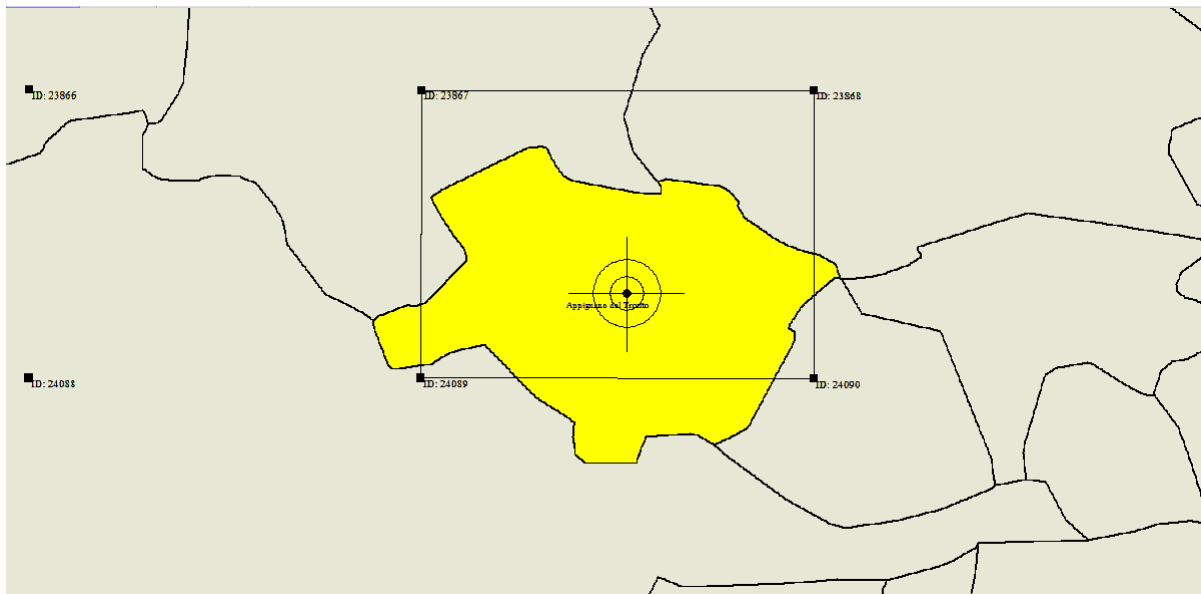
I risultati per i vari piani sono i seguenti:

P : carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame  
 dx : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione x  
 dy : spostamento orizzontale medio d'interpiano in direzione y  
 Vx : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione x  
 Vy : forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame in direzione y  
 h : distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante  
 θx : coefficiente non linearità in direzione x  
 θy : coefficiente non linearità in direzione y

<b>Piano Reale</b>	<b>P [daN]</b>	<b>dx [cm]</b>	<b>dy [cm]</b>	<b>Vx [daN]</b>	<b>Vy [daN]</b>	<b>h [cm]</b>	<b>θx</b>	<b>θy</b>
<b>PR 0</b>	399.60	---	---	26.40	32.12	---	---	---
<b>PR 1</b>	399.60	-0.0365	-0.0374	26.40	32.12	300.0	0.0018	0.0016

**5.3 ALLEGATO C - (Pericolosità sismica di base)**

Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 42.9006° - Longitudine = 13.6632°



Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito														
Punto	Lat. [°]	Long. [°]	SLV			SLC			SLD			SLO		
			Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*	Acc. sismica	Coeff. Fo	Periodo Tc*
23867	42.9349	13.6267	0.180	2.448	0.342	0.232	2.488	0.349	0.072	2.435	0.293	0.057	2.464	0.276
23868	42.9348	13.6949	0.180	2.431	0.343	0.232	2.470	0.350	0.071	2.430	0.292	0.056	2.450	0.274
24089	42.8849	13.6266	0.181	2.455	0.345	0.233	2.501	0.349	0.073	2.442	0.293	0.058	2.471	0.277
24090	42.8848	13.6948	0.180	2.446	0.344	0.232	2.484	0.351	0.072	2.428	0.293	0.057	2.456	0.276

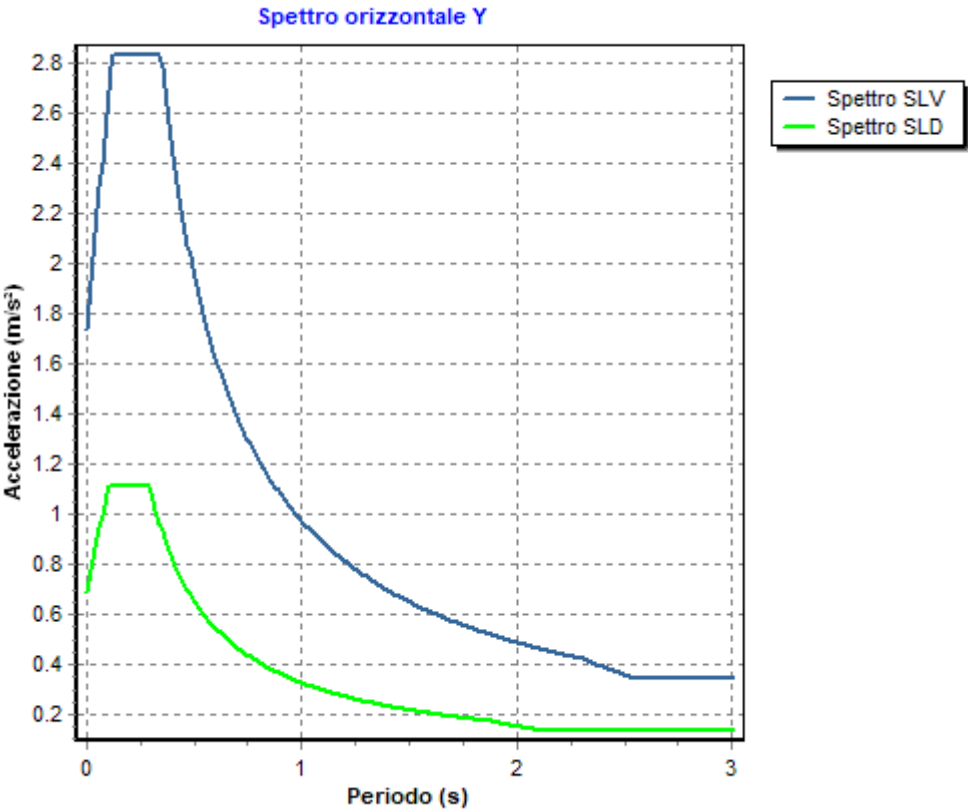
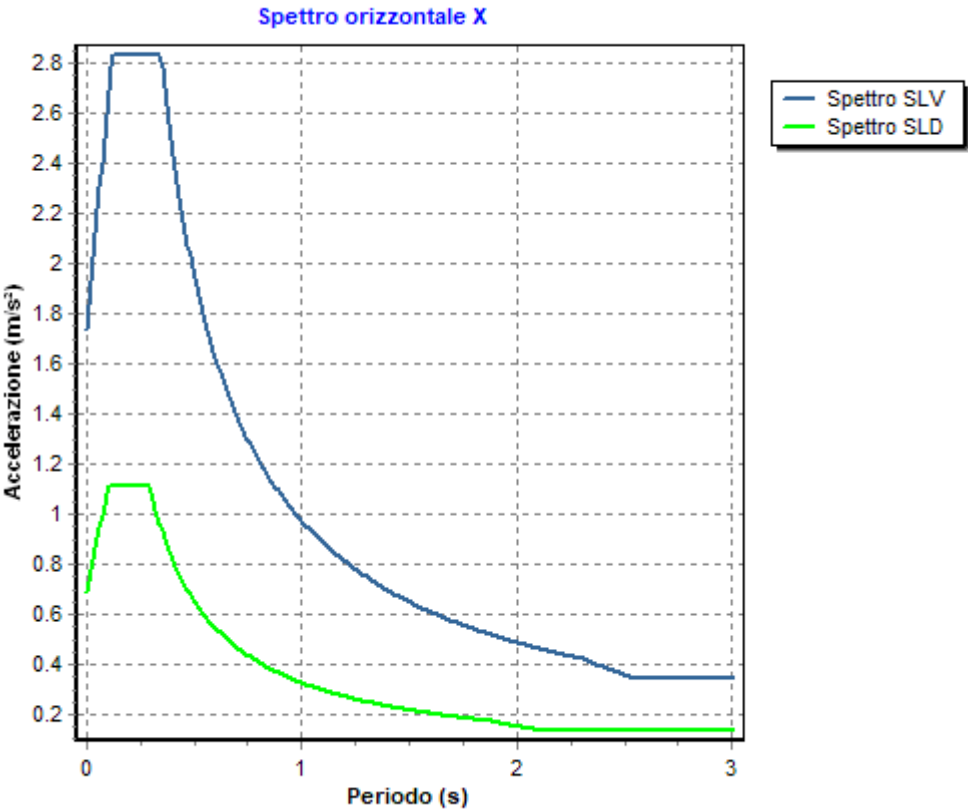
I valori dei parametri  $p$  ( $ag$ ,  $Fo$ ,  $Tc^*$ ) di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto sono stati calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \sum_{(i=1..4)} [p_i / d_i] / \sum_{(i=1..4)} [1 / d_i]$$

nella quale:

- $p$  : valore del parametro di interesse nel punto in esame;  
 $p_i$  : valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;  
 $d_i$  : è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia suddetta.

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	475	975	50	30
Accelerazione sismica	0.177	0.228	0.070	0.056
Coefficiente $Fo$	2.446	2.487	2.434	2.461
Periodo $Tc^*$	0.344	0.350	0.293	0.276



## 6 RELAZIONE GEOTECNICA

### 6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI.

Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle elaborazioni a carattere geotecnico eseguite per le opere di fondazione da realizzare nell'ambito dei lavori di:

**FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO.TIPOLOGIA RESP 6\***

I risultati delle indagini effettuate, degli studi eseguiti e delle valutazioni geotecniche operate, parte integrante degli elaborati progettuali relativi ai lavori in oggetto, faranno riferimento per le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione ai dati riportati nella Relazione geologico-tecnica redatta dal dott. geol.

**TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE X:**

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

**TIPOLOGIA STRUTTURALE IN DIREZIONE Y:**

Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste

**TIPOLOGIA FONDAZIONI:**

Fondazioni superficiali, quindi del tipo dirette, costituite da platee di fondazione.

#### **Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.**

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: , platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

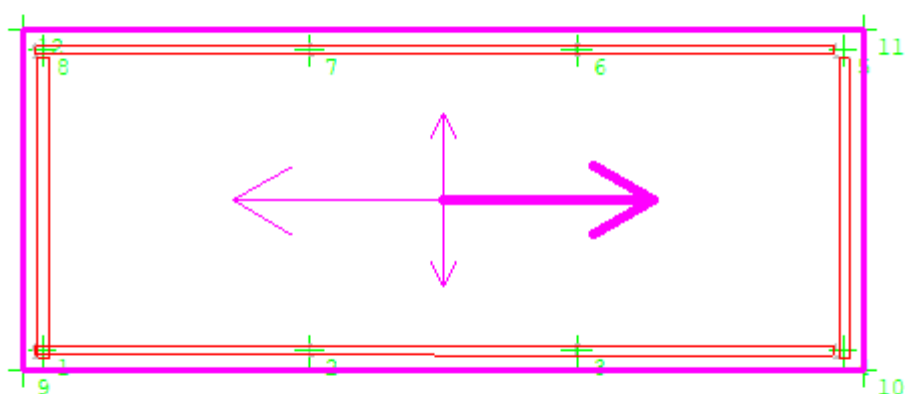
#### **Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.**

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
1	Fondazione	12, 11, 10, 9	30	5.00	2.50

**Piante fondazioni.**

Fondazione



## 6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (CAP. 6 delle N.T.C.)

### Problemi geotecnici e scelte tipologiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione compresi nel volume significativo, ovvero in quella parte di sottosuolo che viene influenzata direttamente o indirettamente dalle opere in oggetto, viene riportata in dettaglio nella relazione geologico-tecnica allegata.

Vengono di seguito indicati i parametri fondamentali per la valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e le scelte tipologiche adottate per il dimensionamento delle opere di fondazione, non avendo riscontrato altre particolari problematiche di tipo geotecnico.

Al fine d'identificare la categoria di sottosuolo, tramite la conoscenza dello spessore e natura dei diversi strati che compongono il terreno sottostante il piano di posa delle fondazioni, per il dimensionamento strutturale e geotecnico delle stesse sono state effettuate delle indagini in sito ubicate nell'area oggetto dell'intervento.

L'area in esame è sostanzialmente pianeggiante, caratterizzata da un fattore di amplificazione topografico pari a T1, pertanto non si osservano variazioni di quota della superficie topografica degne di valutazioni particolari.

### Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche.

Per definire la stratigrafia di progetto, dei terreni di sedime dei lavori in oggetto e per acquisire i parametri fisico-meccanici dei terreni in esame è stata condotta sull'area interessata dall'intervento di progetto una campagna di indagini.

Il programma delle indagini e delle prove con l'ubicazione delle stesse è stato definito a seguito di un attento sopralluogo dell'area in oggetto e risulta più ampiamente descritto nella relazione geologica allegata.

### Caratterizzazione fisico meccanica dei terreni e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici.

#### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
9	Colonna 1	Strato1	Strato1

#### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Falda : Presenza della falda;  
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
 RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

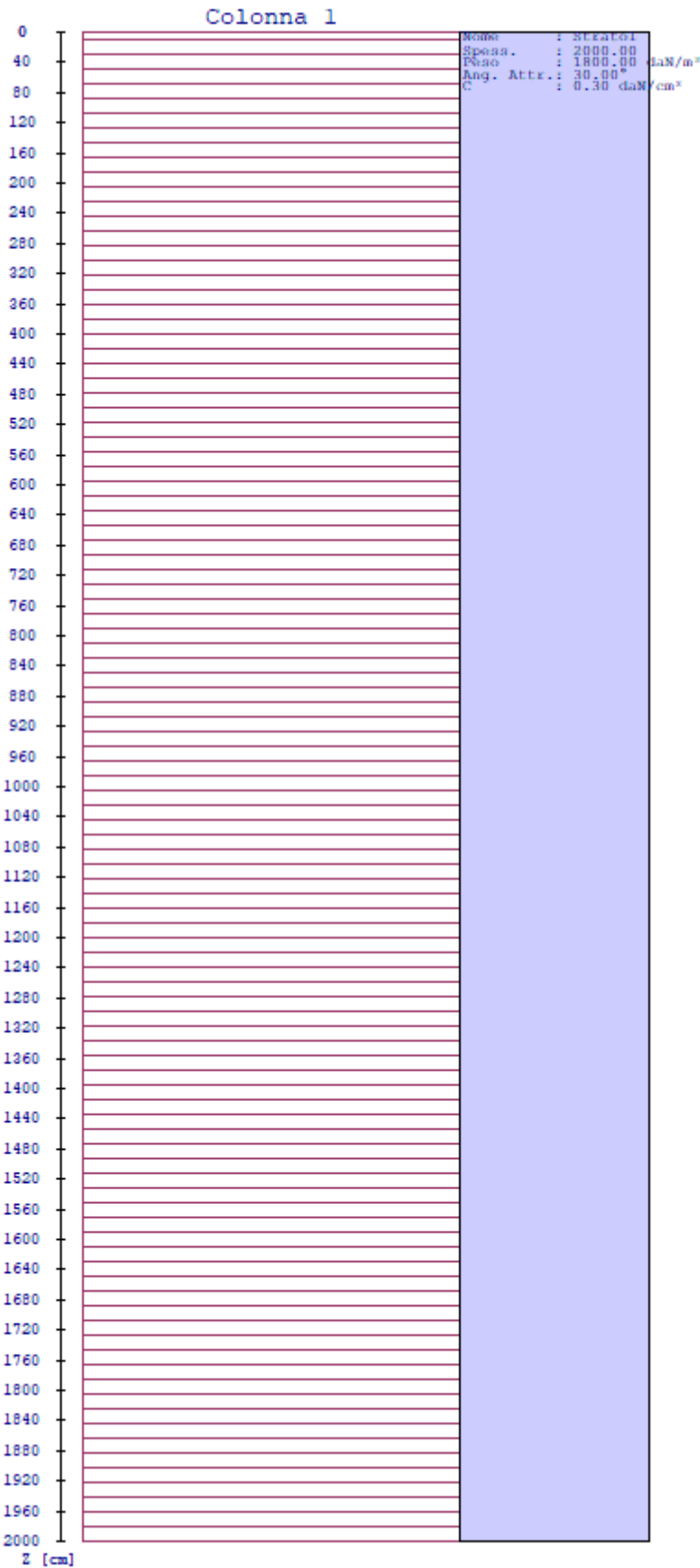
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
9	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
10	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
11	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
12	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-

**Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:**

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 $E_{ed}$  : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT T	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	$E_{ed}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
<b>Colonna 1</b>	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

- Sezioni Geologiche:





### - Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: A

Modelli geotecnici di sottosuolo e metodi di analisi.

L'interazione terreno struttura viene modellata applicando il modello di Winkler, il quale caratterizza il sottosuolo con una relazione lineare fra il cedimento in un punto della superficie limite e la pressione agente nello stesso punto, indipendentemente da altri carichi applicati in punti diversi. Si assume cioè che:

$$p = k_v w$$

dove  $K_v$  è detta costante di sottofondo o coefficiente di reazione del terreno e  $w$  è l'abbassamento della trave di fondazione tale da comprimere il terreno sottostante.

Il valore di tale coefficiente  $k$  adottato nel lavoro in oggetto ( $k_v = 5.00 \text{ daN/cm}^3$ ), con riferimento ai dati geologico-geotecnici fornitici, è stato desunto da valori tabellati riportati in letteratura.

Tale modello viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento, utilizzando un valore della costante orizzontale pari a  $k_o = 2.50 \text{ daN/cm}^3$ .

Le platee di fondazione vengono modellate utilizzando un elemento finito che segue sempre la giacitura di un piano. L'elemento lastra-piastra, nel seguito denominato guscio, possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio).

La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari.

La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi.

Nel caso delle platee di fondazione, l'interazione viene modellata attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

### Verifiche della sicurezza e delle prestazioni: identificazione dei relativi stati limite.

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio. Le verifiche nei riguardi degli stati limite previsti dalla Normativa ed eseguite sono:

STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo allegata;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

### Verifiche GEO: Approcci progettuali e valori di progetto dei parametri geotecnici.

### TEORIA DI CALCOLO PER FONDAZIONI SUPERFICIALI.

Il calcolo è stato effettuato seguendo la teoria di Brinch Hansen, la quale tiene conto:

- della forma della fondazione;

- della profondità del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del carico sulla fondazione;
- dell'eccentricità del carico;
- dell'inclinazione del piano di posa della fondazione;
- dell'inclinazione del piano di campagna;
- dell'effetto inerziale nella fondazione;
- dell'effetto cinematico del sottosuolo;

Si riportano di seguito le formule considerate nelle varie colonne stratigrafiche assegnate ai fili fissi:

Il carico limite si ottiene dalla seguente espressione:

$$q_{lim} = 0.5 \cdot B' \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \cdot z_\gamma \cdot e_{\gamma k} \cdot e_{\gamma i} + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c \cdot z_c + (q + \gamma_1 \cdot D) \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q \cdot z_q$$

Dove:  $B' = B - 2 \cdot e_B$

$B$  è il lato minore della fondazione.

$e_B$  è l'eccentricità del carico lungo  $B$ .

$D$  è la profondità del piano di posa della fondazione.

$\gamma_1$  è il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione.

$\gamma_2$  è il peso del terreno sotto il piano di posa della fondazione.

$C$  è la coesione del terreno.

$q$  è il carico uniformemente distribuito ai lati della fondazione.

#### Fattori di portanza Platee. SLU-SLV

Platea : numero della platea;

Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;

A1 : verifica della combinazione di carico A1;

Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	30.14	18.40	15.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.25	1.23	0.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.04	1.03	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>
1	12, 11, 10, 9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ	Zc	Zq	Zγ
1	12, 11, 10, 9	0.98	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)									
		A1				A2			
		Lt		Bt		Lt		Bt	
Platea	Fili	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>
1	12, 11, 10, 9	0.81	0.44	-	-	-	-	-	-

### Fattori di portanza Platee. SLD

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea;  
 A1 : verifica della combinazione di carico A1;  
 Lt : verifica a lungo termine.

Fattori di carico limite													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$	Nc	Nq	N $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	30.14	18.40	15.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di forma													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$	Sc	Sq	S $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.25	1.23	0.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di profondità													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$	Dc	Dq	D $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.04	1.03	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano di posa													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$	Bc	Bq	B $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione del piano campagna													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$	Gc	Gq	G $\gamma$
1	12, 11, 10, 9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di inclinazione dei carichi													
		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>	Ic	Iq	I <sub>γ</sub>
1	12, 11, 10, 9	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto inerziale (Paolucci Pecker)												
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		A1						A2					
		Lt			Bt			Lt			Bt		
Platea	Fili	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>	Zc	Zq	Z <sub>γ</sub>
1	12, 11, 10, 9	0.98	0.97	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fattori di portanza dell'effetto cinematico (Maugeri-Cascone)									
		A1				A2			
		Lt		Bt		Lt		Bt	
Platea	Fili	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>	e <sub>γk</sub>	e <sub>γi</sub>
1	12, 11, 10, 9	0.81	0.44	-	-	-	-	-	-

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE.

La verifica del sistema di fondazione relativo alla struttura in oggetto, è stata effettuata sulla base dei dati geologici e dei parametri geotecnici forniti, seguendo l'approccio di progetto relativo alla normativa di riferimento:

- (punti 6.4.2.1 delle N.T.C. e 6.4.3 per fondazioni su pali)

A1 + M1 + R3

dove:

- Coefficienti parziali per le azioni

CARICHI	COEFFICIENTE PARZIALE	Comb. A1
PERMANENTI	$\gamma_{G1ns}$	1.3
PERMANENTI NON STRUTTURALI	$\gamma_{G2ns}$	1.5
VARIABILI	$\gamma_{Qi}$	1.5

- Coefficienti per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPL. IL COEFF. PARZIALE	Comb. M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\tan\phi$	1.0
Coesione drenata del terreno	C	1.0
Coesione non drenata del terreno	Cu	1.0
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	1.0

- Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati ultimi di fondazioni superficiali

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE R3
Capacità portante	$\gamma_R = 2.3$

Le verifiche vengono riassunte nelle successive tabelle.

**Platee. SLU-SLV**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 D : profondità del piano di posa;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
<b>1</b>	12, 11, 10, 9	30.00	8.08	0.20	40.40	V

**Platee. SLD**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 A1 - Lt : verifica della combinazione di carico A1 a lungo termine;  
 D : profondità del piano di posa;  
 qlimd : carico limite di calcolo;  
 $\sigma_t$  : tensione di calcolo;  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

Platea	Fili	Combinazione A1 - Lt				
		D [cm]	qlimd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	S	Esito
<b>1</b>	12, 11, 10, 9	30.00	8.08	0.15	53.87	V

**Verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).**

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 delle N.T.C.) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera. Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito per la combinazione di esercizio, quasi permanente

**Platee.**

Platea : numero della platea;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la platea considerata;  
 Comb. : tipo di sviluppo;  
 Dist. : distanza tra i punti di massimo cedimento differenziale;  
 Istant. : cedimento istantaneo;  
 Consol. : cedimento di consolidamento;  
 Tot. : cedimento totale;  
 Diff. : cedimento differenziale;  
 Lim. : cedimento limite (4‰ x Dist.);  
 S : Coefficiente di sicurezza;  
 Esito : V = Verificato; NV = Non Verificato

	Max	Min	
--	-----	-----	--

Platea	Fili	Comb.	Dist. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Istant. [cm]	Consol. [cm]	Tot. [cm]	Diff. [cm]	Lim. [cm]	S	Esito
1	12, 11, 10, 9	Q. Perm.	466.7	-0.0273	-0.2160	-0.2433	-0.0184	-0.1955	-0.2139	0.0294	1.8667	63.39	V

Dalle tabelle relative al cedimento differenziale limite delle fondazioni, si evince che i cedimenti differenziali massimi stimati risultano compatibili con la funzionalità dei lavori in oggetto.

## 7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

### 7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.

#### Descrizione delle tipologie di fondazione utilizzate.

Nell'ambito dei lavori in oggetto si sono utilizzate le seguenti tipologie di fondazione: , platee, le cui dimensioni e la loro ubicazione vengono di seguito meglio descritte.

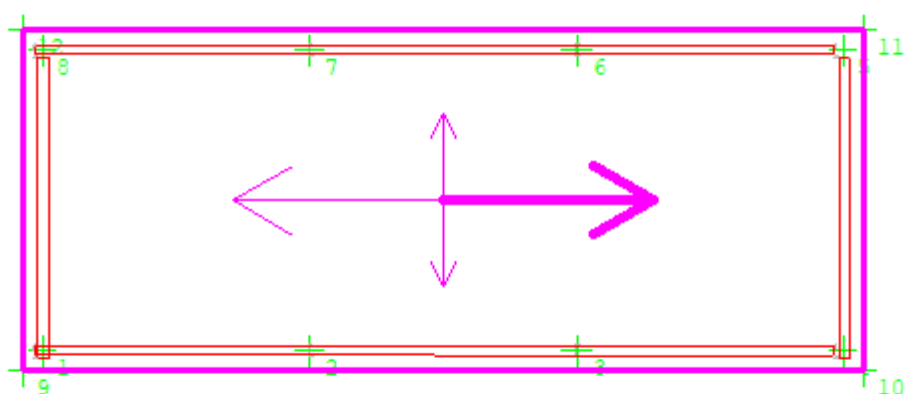
#### Descrizione delle platee di fondazione e loro ubicazione in pianta.

Platea : numero della platea;  
 Impalcato : impalcato al quale appartiene la piastra;  
 Fili : fili fissi ai quali appartiene la piastra;  
 Spessore : spessore della Piastra;  
 KwN : modulo di Winkler normale;  
 KwT : modulo di Winkler tangenziale;

Platea	Impalcato	Fili	Spessore [cm]	KwN [daN/cm <sup>3</sup> ]	KwT [daN/cm <sup>3</sup> ]
<b>1</b>	Fondazione	12, 11, 10, 9	30	5.00	2.50

**Piante fondazioni.**

Fondazione





## 7.2 Tensioni sul Terreno.

I dati seguenti riportano i valori delle tensioni esercitate dalla fondazione sul terreno.

Asta/Piastra : numerazione interna dell'asta/piastra.  
 X : distanza dal nodo iniziale misurata lungo l'asse dell'asta/piastra.  
 Comb : combinazione di appartenenza del valore considerato nell'involuppo.  
 Tensioni ( $\sigma_T$ ) : valore della tensione dovuta alla pressione dell'asta/piastra di fondazione:

Tabella 9.II

Tensioni Terreno				
	SLU	SLE		
		Caratteristi che	Frequenti	Quasi Permanenti
Piastra	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	0.20(1) *	0.15(1) *	0.14(1) *	0.14(1) *

\* valore massimo.

### Descrizione del suolo di fondazione.

#### - Caratteristiche litostratigrafiche

L'analisi dei risultati ottenuti dalle indagini per la caratterizzazione del suolo di fondazione sono meglio indicati nella relazione geologico-tecnica allegata. Per quanto riguarda l'aspetto geologico a seguito il rilevamento di un significativo intorno della zona in esame si è riscontrata la presenza delle seguenti successioni litostratigrafiche nelle relative sezioni geologiche (colonne stratigrafiche):

Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Descrizione : descrizione dello strato;

Filo	Colonna	Strato	Descrizione
9	Colonna 1	Strato 1	Strato 1

#### - Caratteristiche fisico meccaniche dei terreni di fondazione

Nell'ambito del progetto si è fatto uso delle seguenti colonne stratigrafiche:

#### Caratteristiche delle colonne stratigrafiche:

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Filo : filo fisso al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Impalcato : Impalcato al quale appartiene la colonna stratigrafica;  
 Falda : Presenza della falda;  
 Prof. Falda : Profondità della falda (se è presente);  
 Spicc. Fond. : Quota dell'estradosso della fondazione rispetto al piano campagna;  
 No. Strati : Numero degli strati della colonna stratigrafica.  
 RQD : (Rock Quality Designation) grado di fratturazione dell'ammasso roccioso in [0-1]

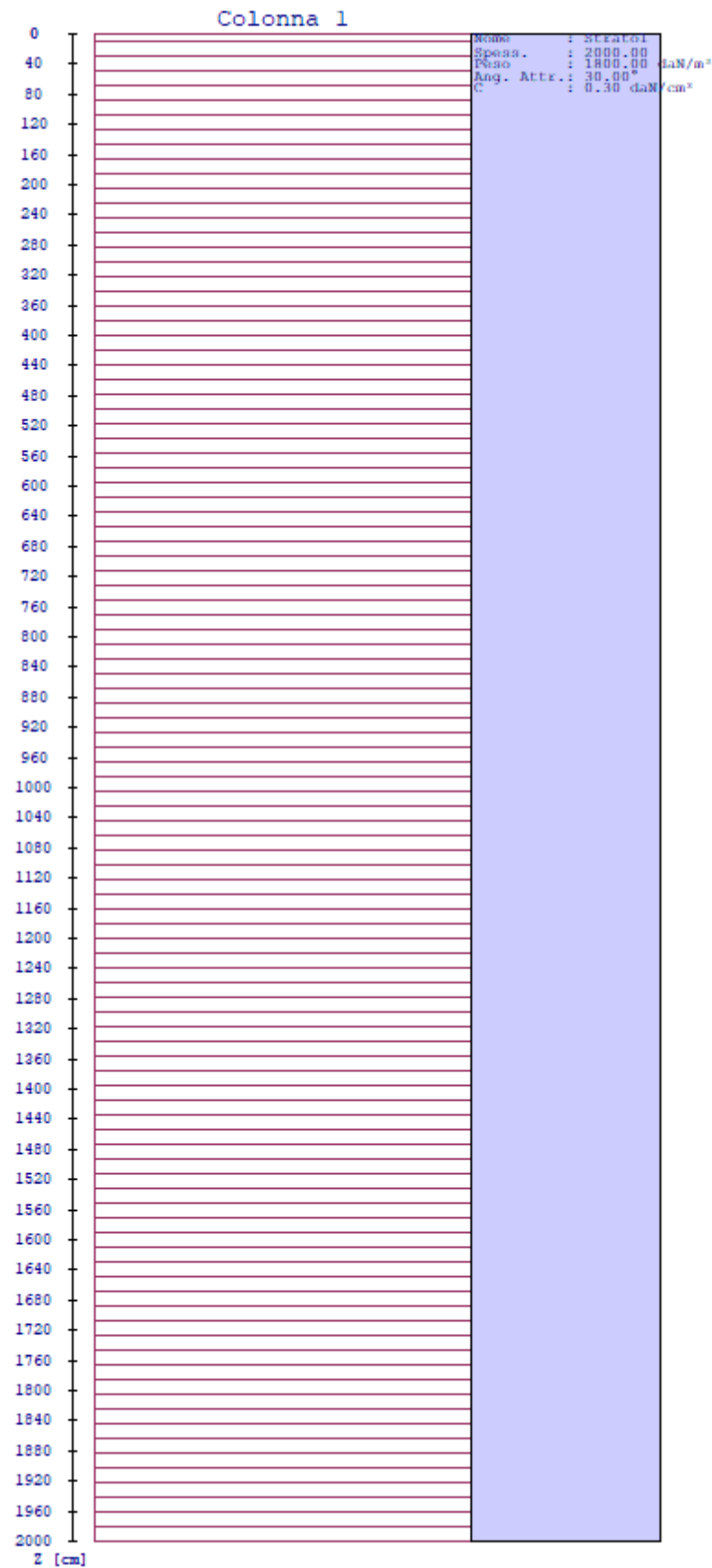
Filo	Colonna	Impalcato	Falda	Prof. Falda [cm]	Spicc. Fond. [cm]	No. Strati	RQD
9	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
10	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
11	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-
12	Colonna 1	Fondazione	Non Presente	-	0.00	1	-

**Caratteristiche degli strati appartenenti alle colonne stratigrafiche:**

Colonna : nome della colonna stratigrafica;  
 Strato : nome dello strato appartenente la colonna stratigrafica;  
 Spess. : Spessore dello strato;  
 Peso : Peso dell'unità di volume dello strato;  
 Peso eff. : Peso dell'unità di volume efficace dello strato;  
 NSPT : Numero di colpi medio misurato nello strato;  
 Qc : Resistenza alla punta media misurata nello strato;  
 $\phi$  : Angolo di attrito del terreno;  
 C : Coesione drenata del terreno;  
 Cu : Coesione non drenata del terreno;  
 E : Modulo elastico del terreno;  
 G : Modulo di taglio del terreno;  
 $\nu_t$  : Coefficiente di Poisson;  
 E<sub>ed</sub> : Modulo Edometrico;  
 OCR : Grado di sovraconsolidazione del terreno.

Colonna	Strato	Spess. [cm]	Peso [daN/m <sup>3</sup> ]	Peso eff. [daN/m <sup>3</sup> ]	NSPT T	Qc [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\phi$ [°]	C [daN/cm <sup>2</sup> ]	Cu [daN/cm <sup>2</sup> ]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	G [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu_t$	E <sub>ed</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	OCR
<b>Colonna 1</b>	Strato1	2000.0	1800.0	800.0	10	15.00	30.0	0.30	0.70	200.00	100.00	0.35	80.00	1.00

- Sezioni Geologiche:



**- Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione:**

La categoria assunta per il suolo di fondazione per il sito in oggetto è: A

### 7.3 Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018)

**Scelta del tipo di fondazioni.**

In funzione dei risultati ottenuti dalla campagna di indagini eseguite e della tipologia strutturale adottata per i lavori in oggetto, si è proceduto alla scelta delle tipologie di fondazione superficiali per distribuire i carichi trasmessi dalla sovrastruttura al terreno di fondazione ripartendoli il più possibile in modo uniforme sul suolo di sedime delle fondazioni stesse. La scelta della profondità del piano di posa ha permesso il superamento del suolo vegetale, della zona soggetta a gelo-disgelo e variazioni stagionali di umidità. La profondità del piano di posa delle fondazioni risulta tale da prevenire fenomeni di erosione o scalzamento.

Le dimensioni strutturali delle opere di fondazione, le tipologie usate e la loro ubicazione risultano descritte nella prima parte della presente relazione e vengono meglio evidenziate negli elaborati grafici allegati.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) ed agli stati limite d'esercizio (SLE) indagati risultano tali da non limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza, la durabilità della struttura garantendo un grado di sicurezza ed un livello di prestazioni nel rispetto della normativa vigente in materia.

**Ipotesi assunte ed analisi dei risultati nei riguardi del complesso terreno-opera di fondazione.**

Tutte le analisi presentate si riferiscono studio del sottosuolo semplificando la situazione reale con criteri cautelativi, analizzando diverse possibili schematizzazioni ed adottando i risultati meno favorevoli mediante coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno, coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni e coefficienti parziali di sicurezza da applicare alle resistenze caratteristiche.

Le analisi delle elaborazioni eseguite permette di evidenziare i seguenti livelli di sicurezza:

Riassunto risultati verifiche:

ELEMENTO	Tipo verifica	S Min	S Max
Platee di fondazione	Capacità Portante SLU-SLV	40.40	40.40
	Capacità Portante SLD	53.87	53.87
	Cedim. Diff. SLE Q. Perm.	63.39	63.39

La caratterizzazione geologica da un lato, le caratteristiche dimensionali, strutturali e le configurazioni di carico dall'altro, hanno reso possibile effettuare valutazioni che hanno conto del comportamento complessivo delle strutture e delle interazioni terreno-fondazione.

Si rimanda alla Relazione Geologica-Tecnica redatta dal Dott. Geologo per prendere visione di ogni altra informazione relativa alla stratigrafia che caratterizza il suolo di fondazione.

I coefficienti di sicurezza per tutte le verifiche di resistenza eseguite sulle strutture di fondazione, sono riportate nella Relazione di Calcolo allegata.

Dalle verifiche eseguite su tutti gli elementi di fondazione risultano livelli di sicurezza accettabili e pertanto i lavori in oggetto si valutano realizzabili.

Per quanto sopra esposto, a seguito delle analisi geomorfologiche e dalle verifiche geotecniche svolte l'intervento in oggetto, nel rispetto delle disposizioni progettuali individuate, si ritiene perfettamente compatibile con le caratteristiche del sottosuolo ed attuabile nel rispetto delle Norme vigenti e delle esigenze della Committenza.

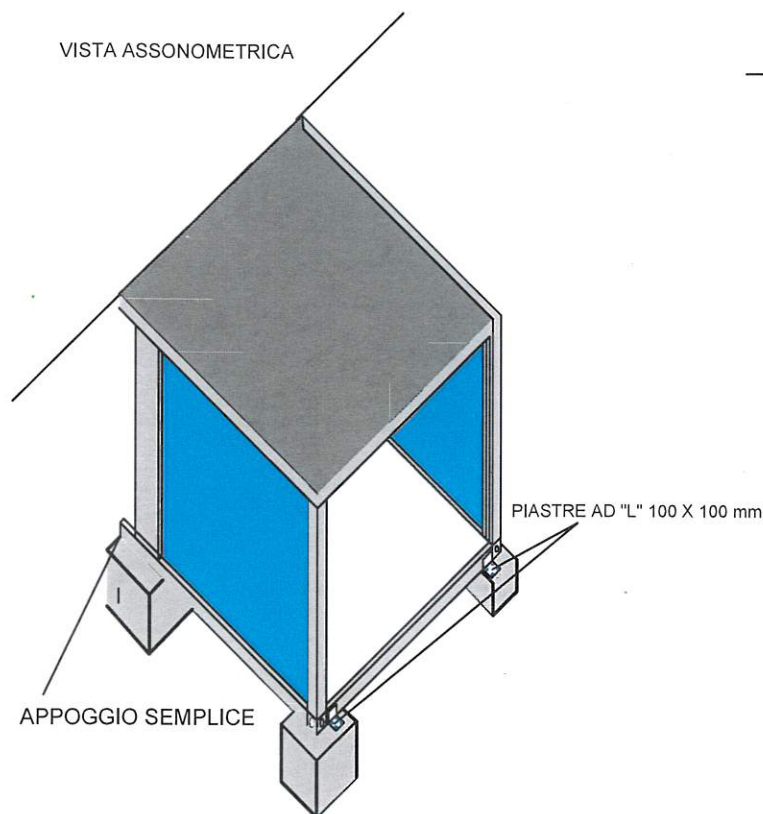
Si prescrive che in corso d'opera si debba riscontrare la rispondenza della caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione reale e che la sistemazione esterna dovrà evitare infiltrazioni di acqua tale da variare le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

## SOMMARIO

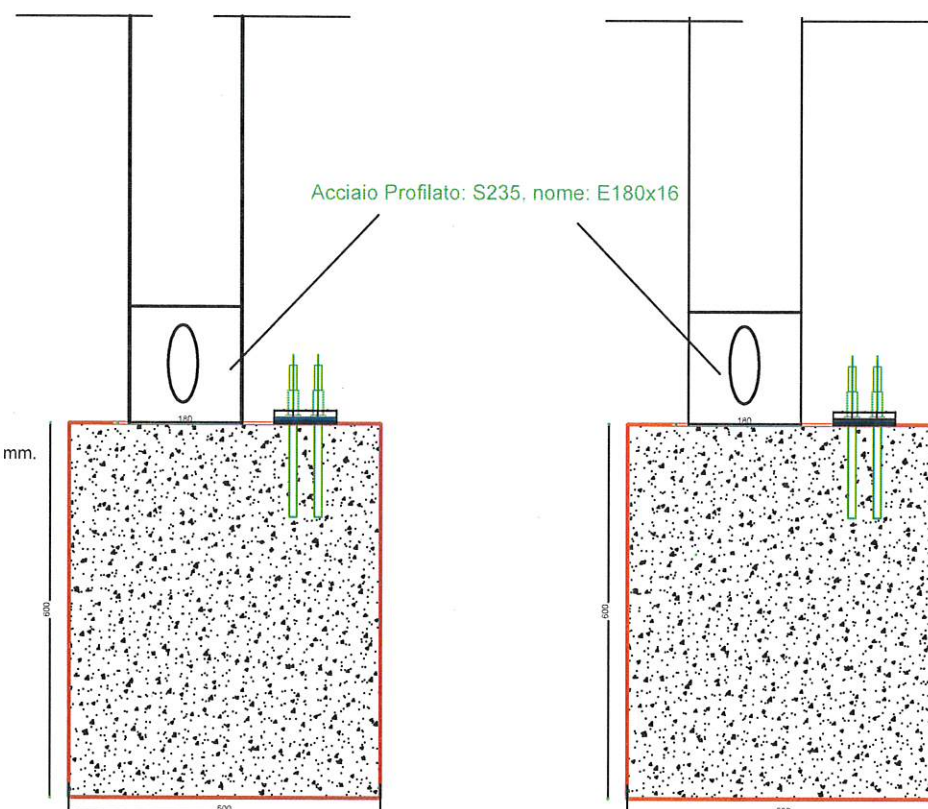
<b>1 Introduzione .....</b>	<b>0</b>
<b>1.1 Premessa .....</b>	<b>0</b>
<b>1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software.....</b>	<b>0</b>
<b>1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare .....</b>	<b>0</b>
<b>1.2 Riferimenti Legislativi.....</b>	<b>0</b>
<b>1.3 Convenzioni,Unità di misura e simboli adottati.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Descrizione del Modello.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Modello assunto per il calcolo.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Tipo di calcolo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Condizioni di carico valutate .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Procedura di Verifica degli elementi.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.1 Elementi in C.A. ....</b>	<b>17</b>
<b>2.4.2 Elementi in Acciaio. ....</b>	<b>22</b>
<b>3 Dati .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Dati Generali .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 Elenco e caratteristiche delle colonne stratigrafiche. ....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 Elenco dei carichi.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.1 Pesi propri unitari - G1. ....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2 Carichi Permanenti unitari - G2.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4.3 Carichi Variabili unitari - Q. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.4 Pesi Impalcati. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.5 Azione del Vento.....</b>	<b>34</b>
<b>3.4.6 Carico della Neve. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.5 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.....</b>	<b>36</b>
<b>3.6 Geometria Struttura. ....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.1 Fili Fissi. ....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.2 Caratteristiche dei nodi. ....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.3 Caratteristiche delle aste. ....</b>	<b>40</b>
<b>3.6.4 Caratteristiche delle Piastre.....</b>	<b>41</b>
<b>3.6.5 Carichi distribuiti sugli elementi. ....</b>	<b>41</b>
<b>4 Risultati di Calcolo.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1 Tensioni sul Terreno. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Verifiche Nodi.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.1 Verifiche SLV - Verifica Nodo.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3 Verifica Aste. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.1 Aste in Acciaio. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.1.1 Verifiche Generiche. ....</b>	<b>43</b>
<b>4.4 Verifica Stati Limite di Danno.....</b>	<b>51</b>
<b>4.4.1 Involuppi dei Cinematismi nodali. ....</b>	<b>51</b>
<b>4.5 Verifica Elementi Bidimensionali.....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.1 Verifica Piastre.....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.1.1 Verifica Piastre in C.A.....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.1.1.1 Dati Generali .....</b>	<b>53</b>
<b>4.5.1.1.2 Verifiche SLV - Flessione. ....</b>	<b>54</b>
<b>4.5.1.1.3 Verifiche SLV - Taglio.....</b>	<b>54</b>
<b>4.5.1.1.4 Verifiche SLV - Taglio-Punzonamento .....</b>	<b>55</b>
<b>4.5.1.1.5 Verifiche SLE - Fessurazione.....</b>	<b>55</b>

<b>4.5.1.1.6 Verifiche SLE - Tensioni di Esercizio .....</b>	<b>56</b>
<b>5 ALLEGATI.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1 ALLEGATO A - (Scheda Sintetica NTC).....</b>	<b>57</b>
<b>5.2 ALLEGATO B - (Regolarità Strutturale) .....</b>	<b>61</b>
<b>5.3 ALLEGATO C - (Pericolosità sismica di base).....</b>	<b>64</b>
<b>6 RELAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>66</b>
<b>6.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA E DEGLI INTERVENTI. ....</b>	<b>66</b>
<b>6.2 RELAZIONE GEOTECNICA (CAP. 6 delle N.T.C.) .....</b>	<b>68</b>
<b>7 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI.....</b>	<b>77</b>
<b>7.1 Strutture di fondazione e del suolo di fondazione.....</b>	<b>77</b>
<b>7.2 Tensioni sul Terreno. ....</b>	<b>79</b>
<b>7.3 Relazione sulle fondazioni (D.M. 17/01/2018).....</b>	<b>82</b>

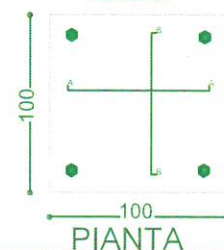
VISTA ASSONOMETRICA



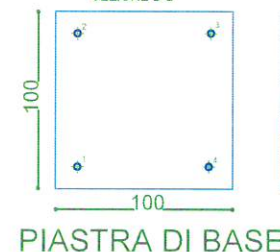
Acciaio Profilato: S235, nome: E180x16



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B

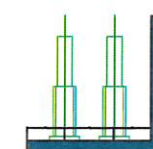
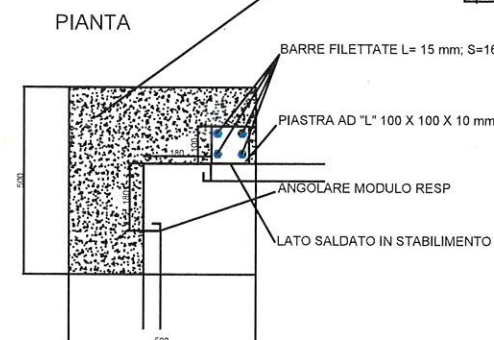


FORO	X (mm)	Y (mm)	Ø (mm)
1	30,0	30,0	17,0
2	30,0	70,0	17,0
3	70,0	70,0	17,0
4	70,0	30,0	17,0

NOTE:

1. Tirafondi classe: 8.8 Ø 16
2. Acciaio Piastra di Base: S235
3. Acciaio Profilato: S235, nome: E180x16
4. Spessore saldature: 10 mm
5. Tipo ancoraggio: mediante Barra Dritta ad aderenza migliorata

Le saldature calcolate vanno intese ad arco con elettrodi rivestiti. Gli elettrodi impiegati dovranno essere del tipo omologato secondo le norme UNI 5132. Essendo il tipo di acciaio S235 e lo spessore della lamiera ≤ 10 mm si adotteranno elettrodi di tipo E52 di classi di qualità 3 o 4.



FORNITURA DI STRUTTURE TEMPORANEE  
NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RIATTIVAZIONE  
DEL SISTEMA DI FRUIZIONE DEL PARCO

R.I. Spa Via Surbo, 38 - 73019 Trepuzzi (LE)  
www.rigroup.it Tel. 0832.758225

COMMITTENTE:	TECNICO:
Parco Nazionale Monti Sibillini	Dott. Ing. Gianfranco TIRICO (tecnico.tirico@rigroup.it)
	30.09.2019

