



# Comune di Montalto Uffugo

*Provincia di Cosenza*

## PROGETTO ESECUTIVO

*Interventi di adeguamento sismico, efficientamento energetico e miglioramento tecnologico della Scuola dell'infanzia in Via Berlinguer*



*Relazione di calcolo Stao di fatto*

*Elaborato*

### *S.03*

*Il Rup*

Progettista e D.D.L

*Ing. Massimiliano Costanzo*

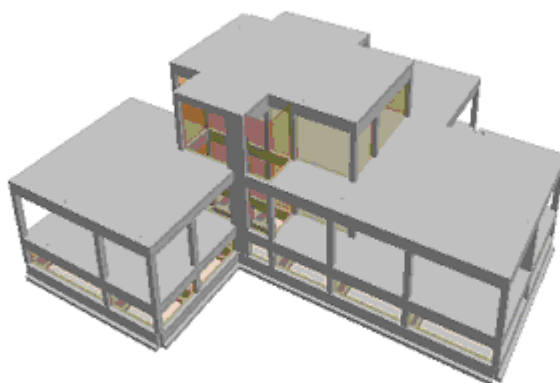
*Arch. Giulio Cesare Guccione*

Comune : MONTALTO UFFUGO

PROVINCIA : COSENZA

## RELAZIONE DI CALCOLO

Vulnerabilità sismica - Cap. 8.3 - D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni"



Archivio: MONTALTO\_SDF - Data: 29/06/2017

**Oggetto:**

**Committente:**

**Progettista:**

**Progettista Strutturale:**

**Direttore dei Lavori:**



## 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 : MONTALTO UFFUGO

PROVINCIA : COSENZA

Oggetto :

Committente :

Indirizzo :

Città :

PROVINCIA :

Telefono :

Progettista :

Indirizzo :

Città :

PROVINCIA :

Telefono :

Progettista Strutturale :

Indirizzo :

Città :

PROVINCIA :

Telefono :

Direttore dei Lavori :

Indirizzo :

Città :

PROVINCIA :

Telefono :

Nome File : MONTALTO\_SDF

### 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."

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

"Norme tecniche per le costruzioni."

**Circolare 617 del 02/02/2009:**

"Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.", ai sensi della Circolare del 20/03/2018 del Servizio Tecnico Centrale - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Prima applicazione del D.M. 17.01.2018, riportante l'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni, alle procedure autorizzative e di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale".

### 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 <sub>y</sub>	: Momento di inerzia rispetto all'asse Y;
J <sub>xy</sub>	: Momento di inerzia centrifugo rispetto agli assi X ed Y;
J <sub>t</sub>	: Fattore torsionale;
N	: sforzo normale;
M <sub>T</sub>	: Momento Torcente;
M <sub>xz</sub>	: Momento Flettente X-Z;
T <sub>xz</sub>	: 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 STATICA NON LINEARE)

L'analisi statica non lineare consiste nell'applicare alla struttura i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica, un sistema di forze orizzontali distribuite, ad ogni livello della costruzione. Il profilo di forze utilizzato può essere di diverse configurazioni: proporzionalmente alle forze d'inerzia, alle altezze o ai modi di vibrare. Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale o globale, lo spostamento orizzontale dc del punto di controllo. Il un punto di controllo viene scelto coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione.

La struttura viene discretizzata con elementi di tipo "beam", in cui le caratteristiche di plasticità sono assegnate esclusivamente agli estremi dell'asta. Ai vari passi di incremento dei carichi orizzontali, lo stato di sollecitazione determina la formazione di diversi tipi di meccanismi di rottura (per flessione, schiacciamento, taglio). I vari meccanismi determinano la ridistribuzione delle rigidezze e, di conseguenza, delle sollecitazioni.

La risoluzione del sistema viene eseguita con il metodo di Newton-Raphson.

Il risultato consiste in un diagramma ("curva di capacità"), dove in ascissa viene riportato lo spostamento di un punto di controllo (al livello della copertura) e in ordinata la forza totale orizzontale applicata alla struttura. Dalla curva di capacità è possibile ricavare la "capacità di spostamento" della struttura.

La verifica globale della struttura si considera soddisfatta se la capacità di spostamento è maggiore della "domanda di spostamento".

$$d_{\max}^* = S_{De}(T^*) \quad \text{per } T^* \geq T_C$$

$$d_{\max}^* = ((S_{De}(T^*)) / q^*) \cdot [1 + (q^* - 1) \cdot T_C / T^*] \quad \text{per } T^* < T_C$$

dove:

$d_{\max}^*$  è la domanda di spostamento.

$T^* = 2\pi\sqrt{m^* / k^*}$  è il periodo del sistema equivalente ad un grado di libertà.

$T_C$  riportato nella tabella 3.2.VI del punto 3.2.3.2.2 del D.M. 17/01/2018.

$m^* = \sum m_i \Phi_i$  è la massa partecipante del sistema equivalente.

$k^*$  è la rigidezza secante del sistema equivalente ad un grado di libertà.

$q^* = S_e(T^*)m^* / F_y^*$  è il rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente.

$S_{De}(T^*)$  è il valore dello spettro di risposta elastico degli spostamenti in corrispondenza del periodo  $T^*$ .

$S_e(T^*)$  è il valore dello spettro di risposta elastico delle accelerazioni in corrispondenza del periodo  $T^*$ .

$m_i$  è la massa di ogni impalcato della struttura.

$\Phi_i$  è il vettore che rappresenta il primo modo di vibrare della struttura.



$F^*_{y}$  è la forza di snervamento del sistema equivalente.

Il calcolo viene eseguito separatamente nelle due direzioni principali della struttura considerando due distribuzioni di forze applicate al baricentro delle masse di ogni impalcato: una di forze proporzionali alle masse ed una di forze proporzionali all'altezza degli impalcati (analisi statica lineare).

Nel primo caso le forze sono computate secondo le seguenti formule:

$$F_{Ih} = F_H W_I / (\sum W_I);$$

$$F_H = S_d(T_I) W_{tot} \lambda$$

Nel secondo caso le forze sono computate secondo le seguenti formule:

$$F_{Ih} = F_H (W_I z_I) / (\sum W_I z_I);$$

dove:

$z_I$  quota dell'impalcato  
 $S_d(T_I)$  ordinata spettro di risposta;  
 $\lambda = 0.85 (N_{piani} \geq 3 - T_I \leq 2 T_C)$  oppure 1.00 (in tutti gli altri casi);  
 $W_I = (G_K + \sum_i \Psi_{Ei} Q_{ik});$

## 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
<b>Car. perm. strutt. (Gk1)</b>	C.Perm. (Gk)	Permanente
<b>Car. perm. non strutt. (Gk2)</b>	C.p. non str. (Gk2)	Permanente
<b>Carichi d'esercizio (Qk)</b>	C. Ese. (Qk)	Lunga
<b><math>\Delta t</math></b>	Carico termico	Breve
<b>Torsione Accidentale X</b>	Azione Sismica	Istantanea
<b>Torsione Accidentale Y</b>	Azione Sismica	Istantanea
<b>Sisma X</b>	Azione Sismica	Istantanea
<b>Sisma Y</b>	Azione Sismica	Istantanea
<b>Sisma Z</b>	Azione Sismica	Istantanea

### Coefficienti di combinazione.

Nella seguente tabella vengono riportati i coefficienti di combinazione, dettati dalle normative, relativi agli stati limite ultimi (SLV) e di danno (SLD / SLO):

Impalcato	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
<b>Fondazione</b>	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
<b>Piano 1</b>	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
<b>Piano 2</b>	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
<b>Piano 3</b>	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		
		$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$	$\Psi_{0i}$	$\Psi_{1i}$	$\Psi_{2i}$
<b>C2</b>	Balconi, ballatoi e scale	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.0

### Combinazioni per le verifiche allo stato limite di salvaguardia della vita, di danno e di operatività

Le azioni di calcolo presenti sulla struttura e le relative combinazioni di carico nei riguardi dello stato limite ultimo 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*	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	0.30	0
2*	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	0.30	0
3*	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	-0.30	0
4*	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	-0.30	0
5*	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	0.30	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	0	1	0.30	1	0
10	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	1	0
11	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	1	0
12	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	1	0
13	$\gamma G_s$	$\gamma G_{2s}$	$\Psi 2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	-1	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

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

I coefficienti utilizzati assumono i seguenti valori:

$$\begin{aligned}\gamma G_{1s} &= 1.00 \\ \gamma G_{2s} &= 1.00 \\ \gamma Q_s &= 1.00\end{aligned}$$

Tutte le combinazioni sono da intendersi come somma dell'effetto considerato.

## 2.4 Procedura di Verifica degli elementi.

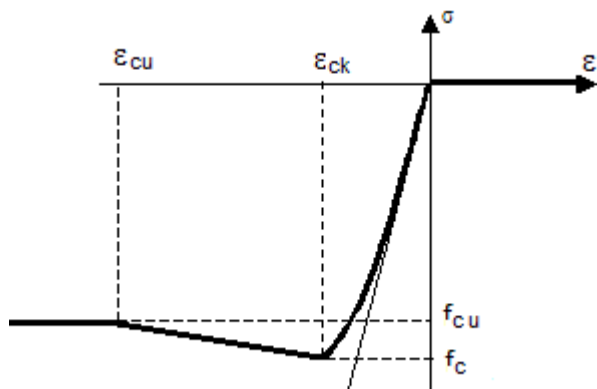
Nel seguente paragrafo vengono riportate informazioni aggiuntive sulla scelta di soluzioni e parametri riguardanti il metodo di analisi statica non lineare.

Il modello strutturale utilizzato è di tipo a plasticità concentrate. In queste condizioni si impone che la formazione della cerniera plastica avvenga esclusivamente agli estremi dell'elemento finito di tipo "Beam". Al fine di stabilire il danneggiamento progressivo vengono utilizzati diversi legami tensioni-deformazioni per i vari tipi di collasso.

### Modelli di comportamento dei materiali

Il diagramma momento-curvatura viene creato ad ogni passo di integrazione considerando la sezione discretizzata secondo una mesh con appositi elementi finiti, in base ai diversi comportamenti dei materiali.

Per il materiale "calcestruzzo" verrà usato il modello di Kent & Park (1971) con calcestruzzo non resistente a trazione:



dove:

- $f_c$  : resistenza a compressione del calcestruzzo;
- $f_{cu}$  : resistenza a compressione residua;
- $\epsilon_{ck}$  : deformazione corrispondente alla resistenza massima;
- $\epsilon_{cu}$  : deformazione corrispondente alla resistenza ultima.

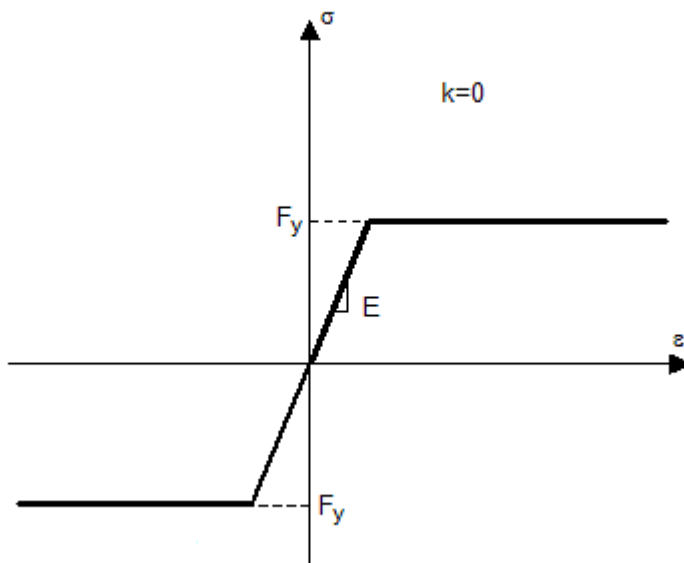
Il modello è rappresentato dalle seguenti equazioni:

- $\sigma = f_c [2(\varepsilon / \varepsilon_{ck}) - (\varepsilon / \varepsilon_{ck})^2]$  se  $0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{ck}$
- $\sigma = f_c [1 + Z(\varepsilon - \varepsilon_{ck})]$  se  $\varepsilon_{ck} \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{cu}$
- $\sigma = f_{cu}$  se  $\varepsilon > \varepsilon_{cu}$

con  $Z$  pari a  $(f_{cu} - f_c) / [f_c(\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{ck})]$

Per i seguenti materiali delle barre di armatura viene usato il modello elastico-perfettamente plastico (K=0): FEB44k,

Modello elastico-perfettamente plastico

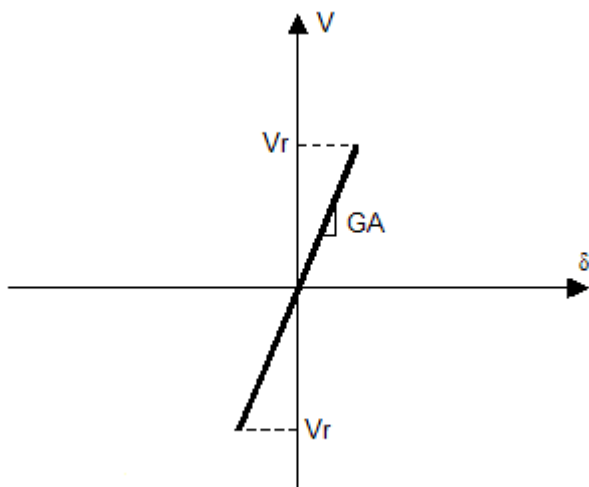


dove:

- $E$  : modulo elastico dell'acciaio;
- $f_y$  : resistenza dell'acciaio.

## Resistenza a taglio

Il modello di rottura a taglio utilizzato è di tipo elasto-fragile con taglio resistente calcolato con il modello di Sezen & Moehle (2005):

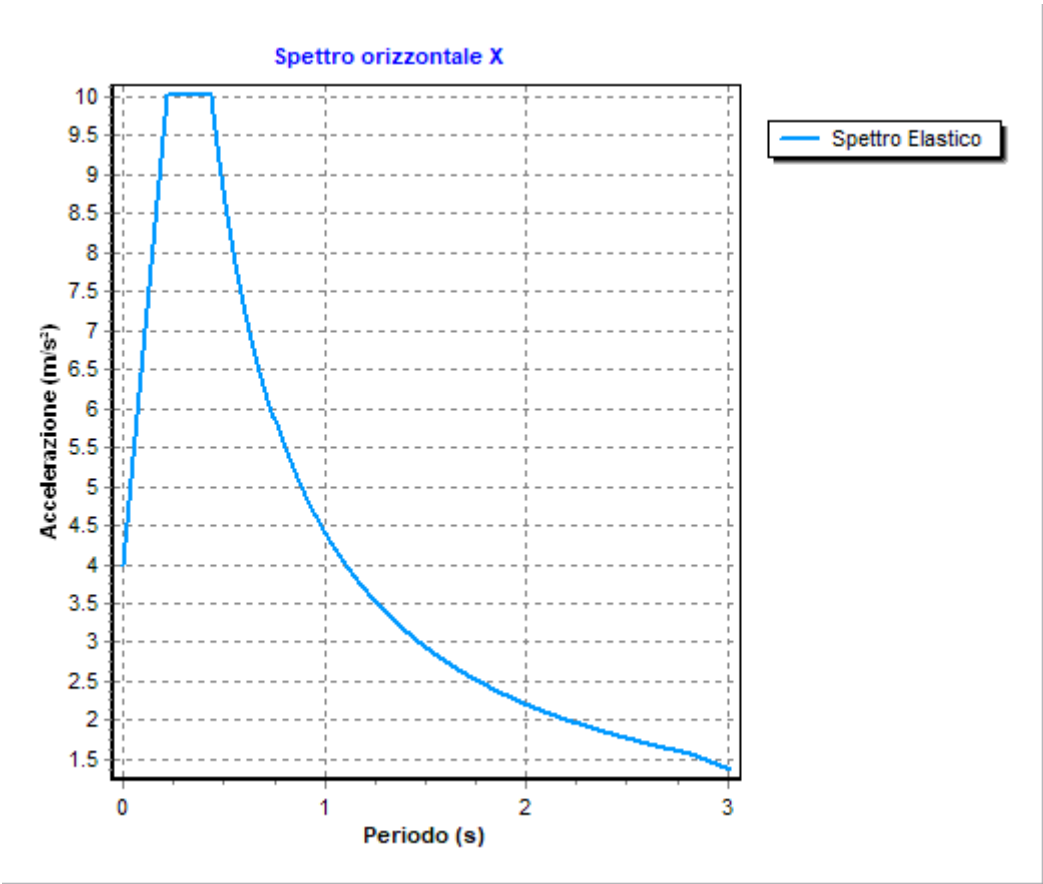


$$V_r = k \left( \frac{0.5\sqrt{f'_c}}{L_s/h} \sqrt{1 + \frac{P}{0.5\sqrt{f'_c}A_g}} \right) \cdot 0.8 \cdot A_g + k \frac{A_w f_y h}{s}$$



Classe di duttilità: B  
Tipo di opera : Opere ordinarie  
Classe d'uso : III  
Vita di riferimento : 75  
Categoria topografica : T1  
Coefficiente smorzamento viscoso : 0.05

	Parametri dello spettro di risposta orizzontale			
	SLV	SLC	SLD	SLO
Tempo di ritorno	712	1462	75	45
Accelerazione sismica	0.407	0.406	0.109	0.083
Coefficiente Fo	2.510	2.484	2.295	2.279
Periodo T <sub>c</sub> *	0.440	0.413	0.322	0.302
Coefficiente Ss	1.00	1.00	1.20	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica St	1.00	1.00	1.00	1.00
Prodotto Ss · St	1.00	1.00	1.20	1.20
Periodo T <sub>B</sub>	0.22	0.18	0.15	0.14
Periodo T <sub>C</sub>	0.44	0.54	0.44	0.42
Periodo T <sub>D</sub>	2.82	3.22	2.04	1.93



Modulo di Winkler traslazionale : 5.00 daN/cm<sup>3</sup>  
Modulo di Winkler tangenziale : 2.50 daN/cm<sup>3</sup>  
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 : 1

Coeff. di riduzione per rigidità fessurata:  
SLV-SLC  
Pilastri  
Assiale : 1.00

	Flessione	: 1.00
	Taglio	: 1.00
Travi		
	Assiale	: 1.00
	Flessione	: 1.00
	Taglio	: 1.00
Pareti		
	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Platee		
	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
SLD-SLO		
Pilastr		
	Assiale	: 1.00
	Flessione	: 1.00
	Taglio	: 1.00
Travi		
	Assiale	: 1.00
	Flessione	: 1.00
	Taglio	: 1.00
Pareti		
	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Platee		
	Nel Piano	: 1.00
	Fuori Piano	: 1.00
Delta termico		
Slv		: 0.50
Sle		: 0.50

Copriferro Travi di Elevazione in C.A. : 2.50 cm  
Copriferro Pilastr in C.A. : 2.50 cm

### 3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.

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

#### a - Calcestruzzo

Nom e	Classe	Rck [daN/c m²]	v	ps [daN/c m³]	αt [1/°C]	Ec [daN/c m²]	FC	γm,c	Ect/E c	fck [daN/cm²]	fcm [daN/c m²]	fed SLU [daN/c m²]	fedt SLU [daN/c m²]	fed SLD [daN/c m²]	fedt SLD [daN/c m²]	fctk,0.0 5 [daN/c m²]	fctm [daN/c m²]	εc2 [%]	εcu2 [%]
CLS da prove	da prove	-	0.15	2500	1.0E-005	313030.2	1.00	1.50	0.50	-	200.0	113.3	10.3	170.0	15.5	15.5	22.1	2.00	3.50

#### b - Acciaio per C.A.

Nome	Tipo	γm	FC	Es [daN/cm²]	fym [daN/cm²]	ftm [daN/cm²]	fd SLU [daN/cm²]	fd SLD [daN/cm²]	fd SLE [daN/cm²]	k	εud [%]
FEB44k	da prove	1.15	1.00	2100000.0	4100.0	5672.0	3565.2	4100.0	3565.2	1.00	10.00

### 3.3 Elenco dei carichi.

#### 3.3.1 Pesi propri unitari - G1.

Impalcato	Solai [daN/m²]	Balconi [daN/m²]	Scale [daN/m²]
Fondazione	-	-	-
Piano 1	353	-	-
Piano 2	353	-	-
Piano 3	353	-	-

- Analisi dei Carichi -

#### Piano 1

##### Solai

Tipologia solaio prevalente: SLC\_H\_20+5( LATERO CEMENTO )

Altezza pignatta	20.0 cm
Larghezza pignatta	32.0 cm
Larghezza travetto	8.0 cm
Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Peso dell'unità di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m³
Peso Pignatte	128.0 daN/m²

**Peso Proprio Solaio: 353 daN/m²**

#### Piano 2

##### Solai

Tipologia solaio prevalente: SLC\_H\_20+5( LATERO CEMENTO )

Altezza pignatta	20.0 cm
Larghezza pignatta	32.0 cm
Larghezza travetto	8.0 cm
Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Peso dell'unità di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m³
Peso Pignatte	128.0 daN/m²

**Peso Proprio Solaio: 353 daN/m²**

#### Piano 3

##### Solai

Tipologia solaio prevalente: SLC\_H\_20+5( LATERO CEMENTO )

Altezza pignatta	20.0 cm
Larghezza pignatta	32.0 cm
Larghezza travetto	8.0 cm
Altezza soletina collaborante	5.0 cm
Peso dell'unità di volume calcestruzzo armato	2500.0 daN/m³
Peso Pignatte	128.0 daN/m²

**Peso Proprio Solaio: 353 daN/m²**

### 3.3.2 Carichi Permanenti unitari - G2.

Impalcato	Solai [daN/m²]	Balconi [daN/m²]	Scale [daN/m²]	Influenza Tramezzi [daN/m²]	Tamponature [daN/m]
Fondazione	100	100	100	100	194
Piano 1	100	100	100	100	582
Piano 2	100	100	100	100	582
Piano 3	100	100	100	0	0

- Analisi dei Carichi -

#### Fondazione

### Influenza Tramezzi

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

### Tamponature

**Tipologia tamponatura prevalente: Tamp\_Default (Tamponatura rigidamente connessa)**

Descrizione Strato	Spessore	Peso per unità di volume
Intonaco	2.0 cm	1600.0 daN/m <sup>3</sup>
Mattone forato	8.0 cm	600.0 daN/m <sup>3</sup>
Camera d'aria	4.0 cm	0.0 daN/m <sup>3</sup>
Isolante termico	4.0 cm	150.0 daN/m <sup>3</sup>
Mattone forato	12.0 cm	600.0 daN/m <sup>3</sup>
Intonaco	2.0 cm	1800.0 daN/m <sup>3</sup>

**Peso proprio tamponatura: 194.0 daN/m<sup>2</sup>**

### Piano 1

### Solai

**Tipologia solaio prevalente:** Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di solaio adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

### Influenza Tramezzi

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

### Tamponature

**Tipologia tamponatura prevalente: Tamp\_Default (Tamponatura rigidamente connessa)**

Descrizione Strato	Spessore	Peso per unità di volume
Intonaco	2.0 cm	1600.0 daN/m <sup>3</sup>
Mattone forato	8.0 cm	600.0 daN/m <sup>3</sup>
Camera d'aria	4.0 cm	0.0 daN/m <sup>3</sup>
Isolante termico	4.0 cm	150.0 daN/m <sup>3</sup>
Mattone forato	12.0 cm	600.0 daN/m <sup>3</sup>
Intonaco	2.0 cm	1800.0 daN/m <sup>3</sup>

**Peso proprio tamponatura: 194.0 daN/m<sup>2</sup>**

### Piano 2

### Solai

**Tipologia solaio prevalente:** Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di solaio adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

### Influenza Tramezzi

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

### Tamponature

**Tipologia tamponatura prevalente: Tamp\_Default (Tamponatura rigidamente connessa)**

Descrizione Strato	Spessore	Peso per unità di volume
Intonaco	2.0 cm	1600.0 daN/m <sup>3</sup>
Mattone forato	8.0 cm	600.0 daN/m <sup>3</sup>
Camera d'aria	4.0 cm	0.0 daN/m <sup>3</sup>
Isolante termico	4.0 cm	150.0 daN/m <sup>3</sup>
Mattone forato	12.0 cm	600.0 daN/m <sup>3</sup>
Intonaco	2.0 cm	1800.0 daN/m <sup>3</sup>

**Peso proprio tamponatura: 194.0 daN/m<sup>2</sup>**

### Piano 3

### Solai



**Tipologia solaio prevalente:** Il carico permanente non strutturale G2 deriva dall'analisi della tipologia di solaio adottata in fase di progettazione e descritta nei relativi elaborati

### 3.3.3 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
Piano 2	200	400	400
Piano 3	200	400	400

### 3.3.4 Pesì Impalcati.

Ai fini della valutazione dei pesi "W" a livello dei vari impalcato, 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 Qk moltiplicati per una aliquota  $\Psi_{2i}$  (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	$\Psi_{2i}$
Fondazione	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3
Piano 1	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3
Piano 2	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3
Piano 3	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.3

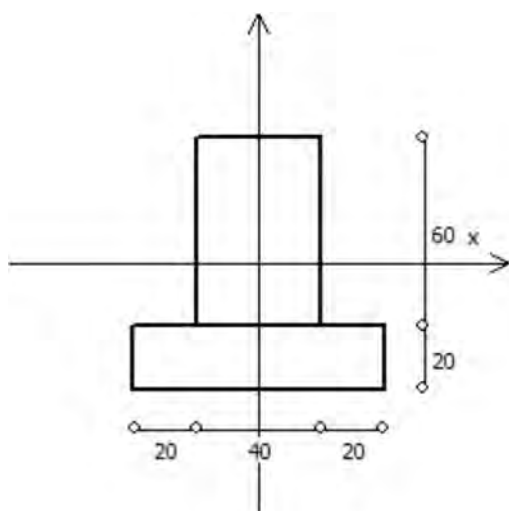
Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	$\Psi_{2i}$
C2	Balconi, ballatoi e scale	0.6

Imp. Reale	G1 [daN]	G2 [daN]	$\Psi_2 \cdot Q_k$ [daN]	W (SLV-SLD) [daN]
0	153146.80	31620.28	3720.80	188487.88
1	274190.42	135250.41	37818.60	447259.43
2	272516.98	137437.39	37818.60	447772.97
3	89606.78	21270.03	12105.21	122982.02

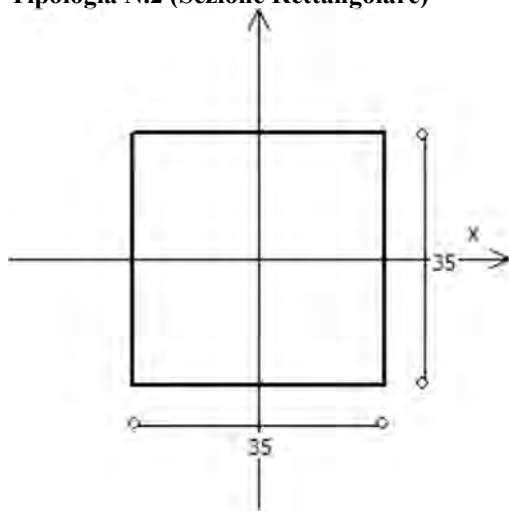
## 3.4 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.

### Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



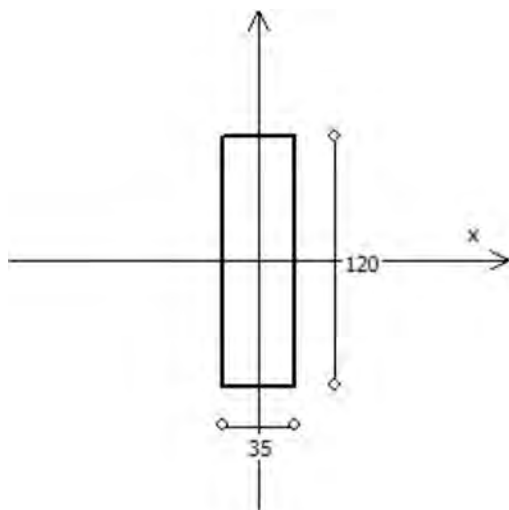
A = 2400 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 720000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 320000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 744960 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 600 daN/ml

#### Tipologia N.2 (Sezione Rettangolare)



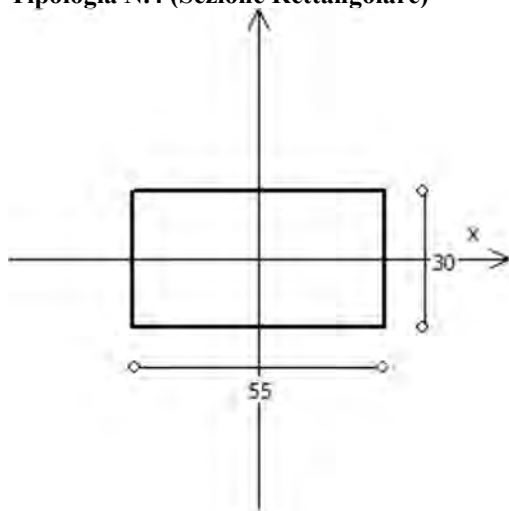
A = 1225 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 125052 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 125052 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 210940 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 306 daN/m

#### Tipologia N.3 (Sezione Rettangolare)



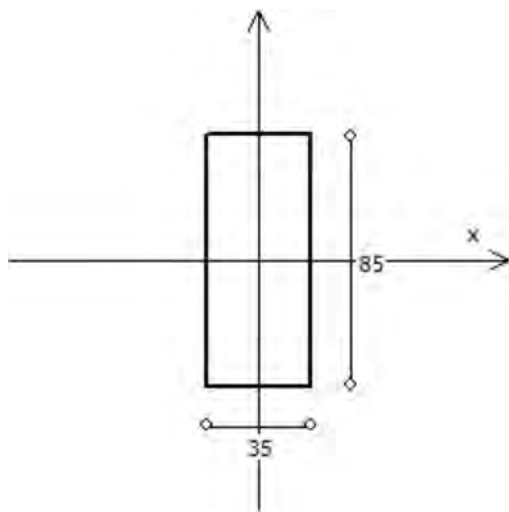
A = 4200 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 5040000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 428750 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 1401369 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 1050 daN/m

**Tipologia N.4 (Sezione Rettangolare)**



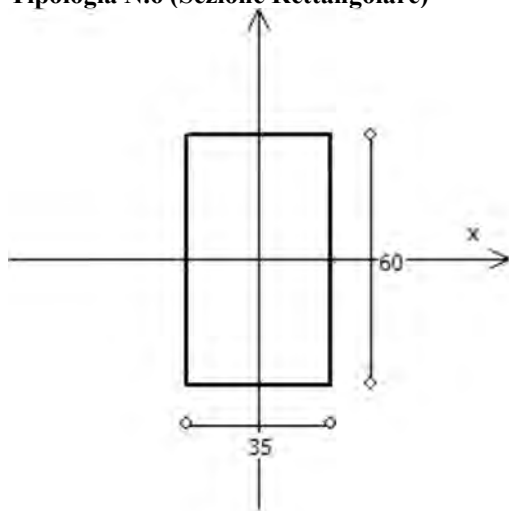
A = 1650 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 123750 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 415938 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 325710 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 413 daN/m

**Tipologia N.5 (Sezione Rettangolare)**



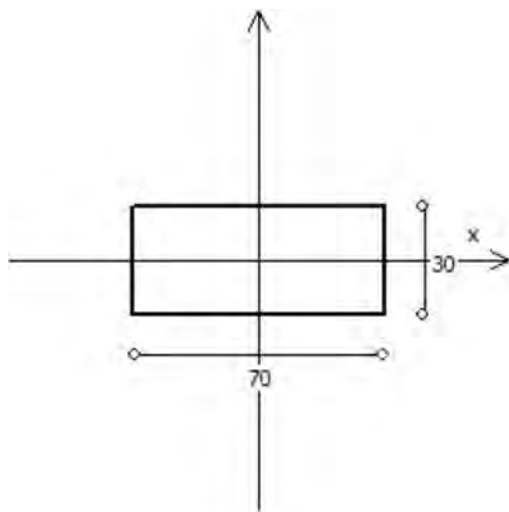
A = 2975 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 1791198 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 303698 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 901161 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 744 daN/m

**Tipologia N.6 (Sezione Rettangolare)**



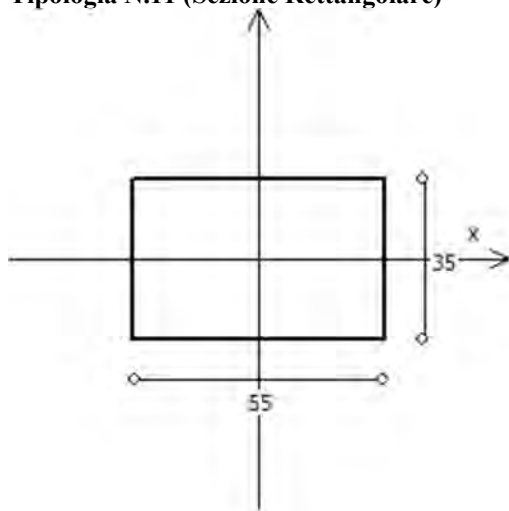
A = 2100 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 630000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 214375 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 543869 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 525 daN/m

**Tipologia N.7 (Sezione Rettangolare)**



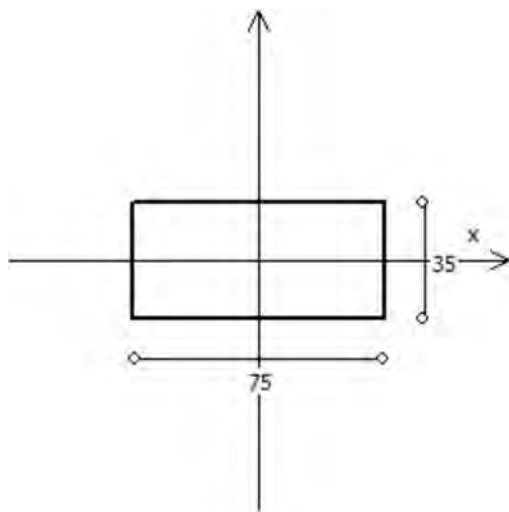
A = 2100 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 157500 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 857500 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 460710 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 525 daN/m

**Tipologia N.11 (Sezione Rettangolare)**



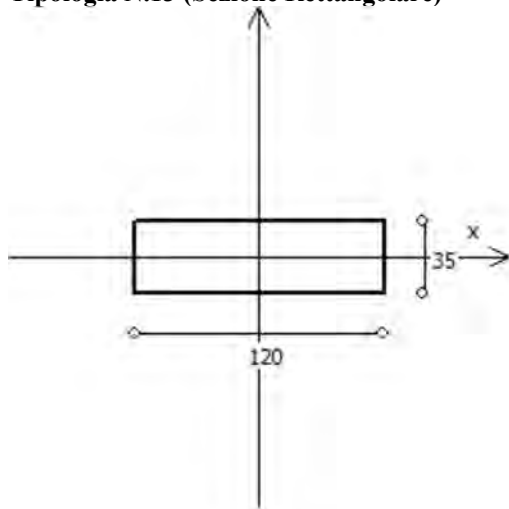
A = 1925 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 196510 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 485260 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 472411 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 481 daN/m

**Tipologia N.12 (Sezione Rettangolare)**



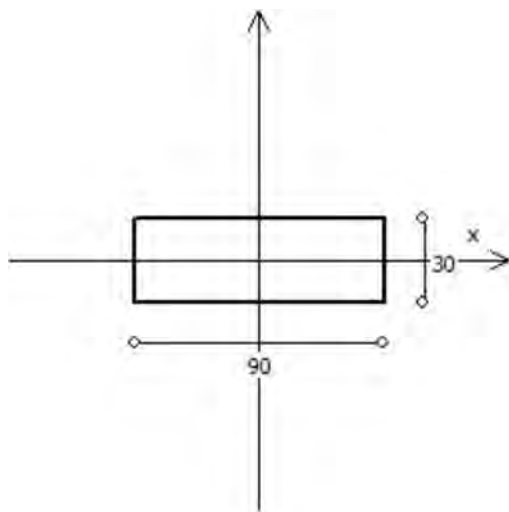
A = 2625 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 267969 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 1230469 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 758244 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 656 daN/m

**Tipologia N.13 (Sezione Rettangolare)**



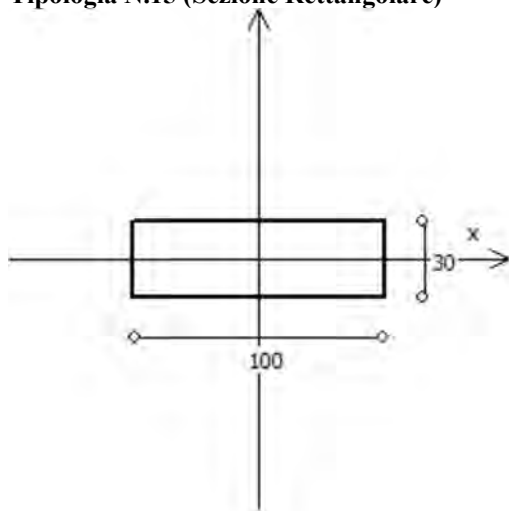
A = 4200 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 428750 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 5040000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 1401369 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 1050 daN/m

**Tipologia N.14 (Sezione Rettangolare)**



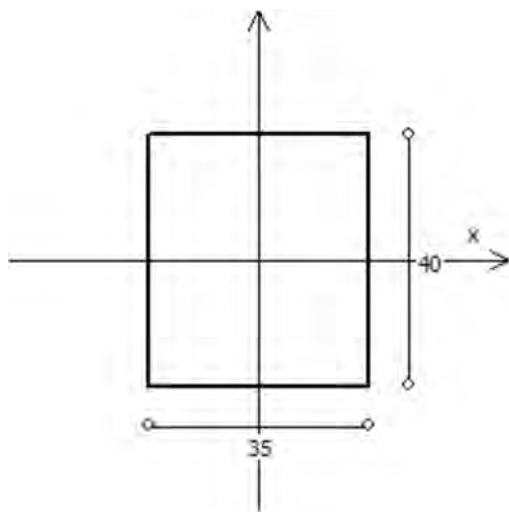
A = 2700 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 202500 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 1822500 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 640710 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 675 daN/m

**Tipologia N.15 (Sezione Rettangolare)**



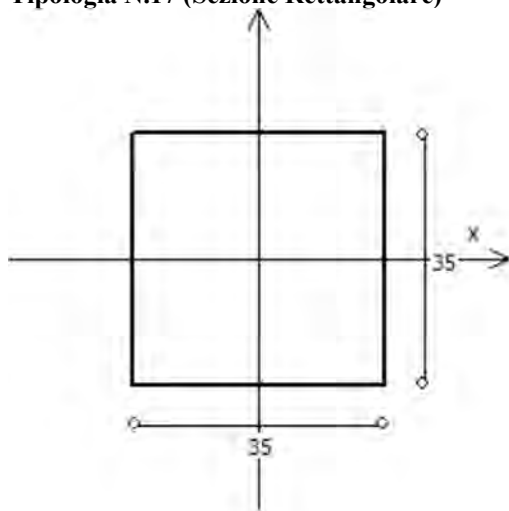
A = 3000 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 225000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 2500000 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 730710 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 750 daN/m

**Tipologia N.16 (Sezione Rettangolare)**



A = 1400 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 186667 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 142917 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 258036 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 350 daN/m

**Tipologia N.17 (Sezione Rettangolare)**



A = 1225 cm<sup>2</sup>  
 J<sub>x</sub> = 125052 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>y</sub> = 125052 cm<sup>4</sup>  
 J<sub>t</sub> = 210940 cm<sup>4</sup>  
 Materiale = CLS\_da prove  
 Peso = 306 daN/m

**4 Risultati di Calcolo.**



## 4.1 Risultati del calcolo non lineare.

### 4.1.1 Verifiche

#### 4.1.1.1 Verifiche calcolo globale della struttura agli SLV.

$F_{\max}$	: valore massimo della forza orizzontale applicata sulla struttura (Taglio alla base della struttura);
$\Gamma$	: coefficiente di partecipazione;
$F_{\max}^*$	: $F_{\max} / \Gamma$ ;
$\alpha_u / \alpha_1$	: rapporto tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione;
$q^*$	: fattore di comportamento ( $q^* = m^* S_e(T^*) / F^* y$ );
$u_{cs}$	: capacità di spostamento della struttura;
$d_{\max}$	: spostamento richiesto del punto di controllo della struttura;
$S$	: Coefficiente di sicurezza;
Esito	: V : Verificato
	: NV : Non Verificato;

Sisma X(+) SisSec(+) - masse	: Sisma X(+) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma X(-) SisSec(+) - masse	: Sisma X(-) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma X(+) SisSec(+) - altezze	: Sisma X(+) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma X(-) SisSec(+) - altezze	: Sisma X(-) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma Y(+) SisSec(+) - masse	: Sisma Y(+) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma Y(-) SisSec(+) - masse	: Sisma Y(-) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma Y(+) SisSec(+) - altezze	: Sisma Y(+) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma Y(-) SisSec(+) - altezze	: Sisma Y(-) Sisma Sec(+) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma X(+) SisSec(-) - masse	: Sisma X(+) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma X(-) SisSec(-) - masse	: Sisma X(-) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma X(+) SisSec(-) - altezze	: Sisma X(+) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma X(-) SisSec(-) - altezze	: Sisma X(-) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma Y(+) SisSec(-) - masse	: Sisma Y(+) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma Y(-) SisSec(-) - masse	: Sisma Y(-) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale masse
Sisma Y(+) SisSec(-) - altezze	: Sisma Y(+) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale altezze
Sisma Y(-) SisSec(-) - altezze	: Sisma Y(-) Sisma Sec(-) - Distr. forze: Proporzionale altezze

Tabella 1.1

	$F_{\max}$ [daN]	$\Gamma$	$F_{\max}^*$ [daN]	$\alpha_u / \alpha_1$	$q^*$	$u_{cs}$ [cm]	$d_{\max}$ [cm]	$S$	Esito
Sisma X(+) SisSec(+) - masse	264124.79	1.29	205386.9	1.78	2.53	3.49926	5.03155	0.70	NV
Sisma X(-) SisSec(+) - masse	261845.12	1.29	202638.9	1.78	2.55	3.48250	5.07226	0.69	NV
Sisma X(+) SisSec(+) - altezze	164496.27	1.36	121046.4	1.78	3.16	2.94345	5.90137	0.50	NV
Sisma X(-) SisSec(+) - altezze	160920.45	1.37	117035.0	1.76	3.23	2.90914	5.89989	0.49	NV
Sisma Y(+) SisSec(+) - masse	251271.34	1.29	195520.7	2.22	2.24	5.05782	6.08604	0.83	NV
Sisma Y(-) SisSec(+) - masse	248710.57	1.28	194989.5	2.24	2.24	4.70401	6.15433	0.76	NV
Sisma Y(+) SisSec(+) - altezze	172808.45	1.41	122797.0	1.62	2.60	4.61888	6.96429	0.66	NV
Sisma Y(-) SisSec(+) - altezze	169598.77	1.42	119127.8	1.60	2.66	4.56566	6.91711	0.66	NV
Sisma X(+) SisSec(-) - masse	264124.79	1.29	205386.9	1.78	2.53	3.49926	5.03155	0.70	NV
Sisma X(-) SisSec(-) - masse	261845.12	1.29	202638.9	1.78	2.55	3.48250	5.07226	0.69	NV
Sisma X(+) SisSec(-) - altezze	164496.27	1.36	121046.4	1.78	3.16	2.94345	5.90137	0.50	NV
Sisma X(-) SisSec(-) - altezze	160920.45	1.37	117035.0	1.76	3.23	2.90914	5.89989	0.49	NV
Sisma Y(+) SisSec(-) - masse	251271.34	1.29	195520.7	2.22	2.24	5.05782	6.08604	0.83	NV

Sisma Y(-) SisSec(-) - masse	248710.57	1.28	194989.5	2.24	2.24	4.70401	6.15433	0.76	NV
Sisma Y(+) SisSec(-) - altezze	172808.45	1.41	122797.0	1.62	2.60	4.61888	6.96429	0.66	NV
Sisma Y(-) SisSec(-) - altezze	169598.77	1.42	119127.8	1.60	2.66	4.56566	6.91711	0.66	NV

## 5 ALLEGATI.

## 6 ALLEGATI.

### 6.1 ALLEGATO A - (Scheda PGA)

#### Vita nominale

$V_N = 50$

#### Classe d'uso

Classe III

$C_u = 1.5$

#### Periodo di riferimento

$V_R = 75$

#### Pericolosità sismica di base

PARAMET RO	SLO (81%)	SLD (63%)	DLV (10%)
$a_g$	0.083	0.109	0.407
$F_0$	2.279	2.295	2.510
$T_C^*$	0.302	0.322	0.440
$T_D$	1.932	2.036	2.816

#### Categoria suolo di fondazione

	SLO (81%)	SLD (63%)	DLV (10%)
Ss	1.20	1.20	1.00
Tc	0.42	0.44	0.44

#### Coefficiente di amplificazione topografica

$St = 1.00$

#### Resistenza dei materiali.

##### - Calcestruzzo.

Nome	= CLS_da prove
Resistenza a compressione ( $f_{cd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 113.33
Resistenza a trazione ( $f_{ctd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 10.32
Resistenza a taglio ( $f_{ctd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 10.32
Modulo di elasticità normale (E [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 313030.16
Modulo di elasticità tangenziale (G [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 136100.07

##### - Acciaio in barre.

Nome	= FEB44k
RESISTENZA ( $f_d$ [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 3565.22
Modulo di elasticità normale (E [daN/cm <sup>2</sup> ])	= 2100000

#### Metodo di analisi

Orizzontale Statica non Lineare

#### Valori di riferimento

PGA <sub>SLV</sub>	= 0.4070 g
PGA <sub>SLC</sub>	= 0.0000 g

$PGA_{SLD}$	= 0.1308 g
$PGA_{SLO}$	= 0.0000 g
$Tr_{SLV}$	= 712 anni
$Tr_{SLC}$	= 0 anni
$Tr_{SLD}$	= 75 anni
$Tr_{SLO}$	= 0 anni

**Indicatori di rischio**

Stato Limite	Rapp. PGA	(Rapp. Tr) <sup>a</sup>
per la vita ( $\alpha_{av}$ )	0.6143	0.8203

**Riepilogo PGA**

ag SLV	= 0.2500g
PGA SLV	= 0.2500g
Tr SLV	= 440 anni



## SOMMARIO

<b>1 Introduzione .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Riferimenti Legislativi.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Convenzioni,Unità di misura e simboli adottati.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Descrizione del Modello.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Modello assunto per il calcolo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Tipo di calcolo. (ANALISI STATICA NON LINEARE) .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Condizioni di carico valutate .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4 Procedura di Verifica degli elementi.....</b>	<b>8</b>
<b>3 Dati .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Dati Generali .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Elenco dei carichi.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.1 Pesi propri unitari - G1. ....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.2 Carichi Permanenti unitari - G2. ....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.3 Carichi Variabili unitari - Q. ....</b>	<b>15</b>
<b>3.3.4 Pesi Impalcati. ....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.....</b>	<b>15</b>
<b>4 Risultati di Calcolo.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Risultati del calcolo non lineare.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.1 Verifiche.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.1.1 Verifiche calcolo globale della struttura agli SLV.....</b>	<b>23</b>
<b>5 ALLEGATI. ....</b>	<b>24</b>
<b>6 ALLEGATI. ....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 ALLEGATO A - (Scheda PGA) .....</b>	<b>24</b>