



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 stato di progetto

Elaborato

S. 05

Il RUP

Progettista e D.D.L

Ing. Massimiliano Costanzo

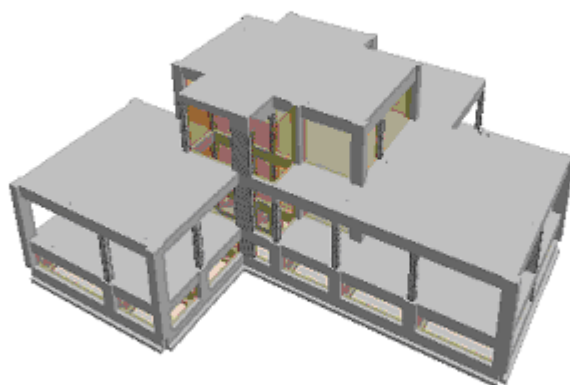
Arch. Giulio Cesare Guccione

Comune : MONTALTO UFFUGO

PROVINCIA : COSENZA

RELAZIONE DI CALCOLO-sdp

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



Archivio: MONTALTO_SDP_20181605 - 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_SDP_20181605

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 ²
- peso specifico	: daN/m ³
- tensioni e resistenze	: daN/m ²
- temperatura	: °C

I simboli adottati hanno il seguente significato:

q	: fattore di comportamento ;
R _{ck}	: Resistenza caratteristica cubica a compressione del calcestruzzo;
f _{ck}	: Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo;
E _c	: Modulo elastico secante del calcestruzzo;
E _{ct}	: Modulo elastico a trazione del calcestruzzo
f _{cd}	: Resistenza di calcolo del calcestruzzo;
f _{ctk,0.05}	: Resistenza caratteristica a trazione;
ν	: Coefficiente di Poisson;
α _t	: Coefficiente di dilatazione termica;
ps	: peso specifico;
f _{yk}	: Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio;
f _{tk}	: Resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio;
f _d	: 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;
Γ_x	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione x;
Γ_y	: Fattore di partecipazione del modo i-esimo in direzione y;
Γ_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;
σ_c	: Tensioni del calcestruzzo;
σ_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.

Φ_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
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
Δt	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

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):

Impalcato	Destinazione	Altre azioni			Delta termico		
		Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{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
Piano 2	Categoria A: Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5	0.0
Piano 3	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		
		Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
C2	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 e di danno

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*	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	0.30	0
2*	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	0.30	0
3*	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	1	0	1	-0.30	0
4*	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	-1	0	1	-0.30	0
5*	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	0.30	0
6	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	0.30	0
7	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	1	0	-1	-0.30	0
8	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	-1	0	-1	-0.30	0
9	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	1	0
10	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	1	0
11	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	1	0
12	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	-1	-0.30	1	0
13	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	1	0.30	-1	0
14	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	-1	0.30	-1	0
15	γG_s	γG_{2s}	$\Psi_2 \gamma Q_s$	0	0	1	-0.30	-1	0
16	γG_s	γG_{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.

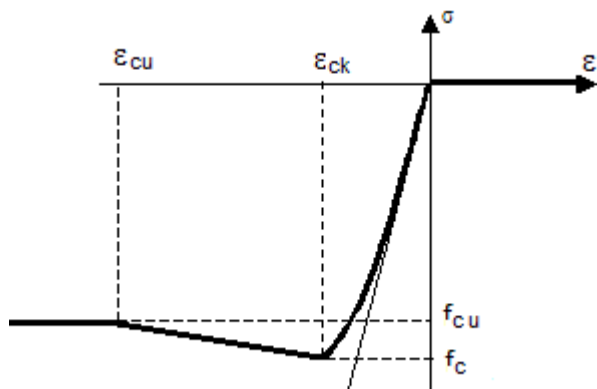
Nel seguente paragrafo vengono riportate informazioni aggiuntive sulla scelta di soluzioni e parametri riguardanti il metodo di analisi statica non lineare.

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;
- e_{ck} : deformazione corrispondente alla resistenza massima;
- e_{cu} : deformazione corrispondente alla resistenza ultima.

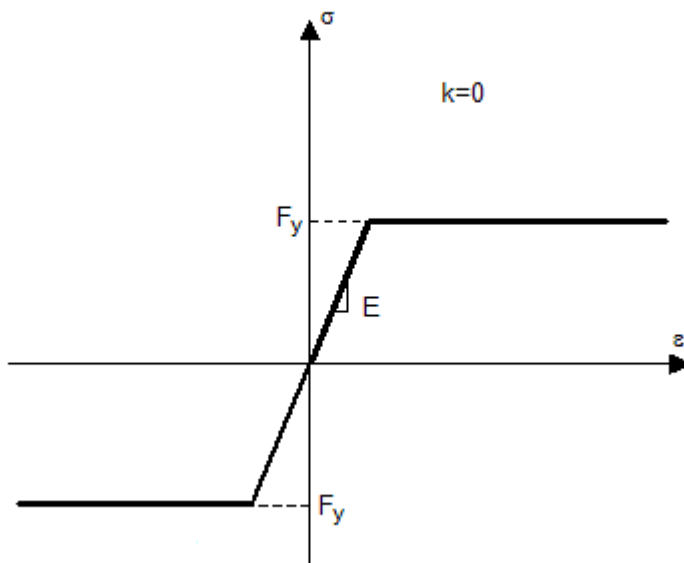
Il modello è rappresentato dalle seguenti equazioni:

- $\sigma = f_c [2(\varepsilon / \varepsilon_{ck}) - (\varepsilon / \varepsilon_{ck})^2]$ 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, B450C,

Modello elastico-perfettamente plastico

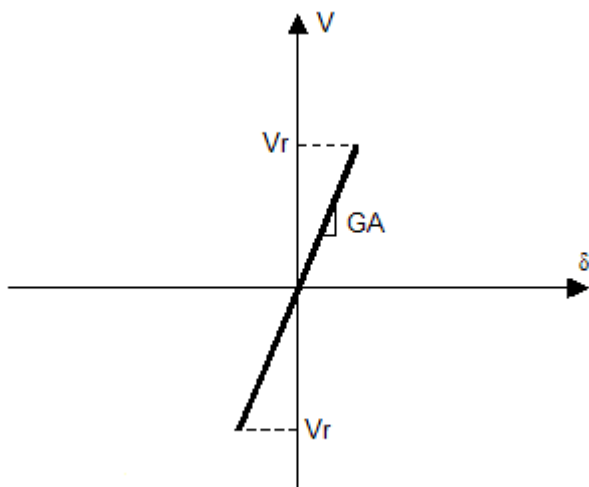


dove:

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):



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

dove:

- k : 1 per duttilità < 2 e 0.7 per duttilità > 6 (tra 2 e 6 si interpola, e comunque utilizziamo 1)
f_c' : resistenza del calcestruzzo
L_s : lunghezza di taglio (approssimativamente 0.5 L)
h : altezza della sezione
P : sforzo normale agente sulla sezione
A_g : area del calcestruzzo
A_w : area della staffa (numbracci • areatondino)
F_y : tensione di snervamento delle barre
s : passo delle staffe

Lunghezza della cerniera plastica

Il calcolo della lunghezza della cerniera plastica è stato effettuato secondo le indicazioni riportate in letteratura da Panagiotakos & Al. (2001), utilizzando la seguente formula:

$$L_p = 0.12 \cdot L_v + 0.014 \cdot d_{s1} \cdot f_y$$

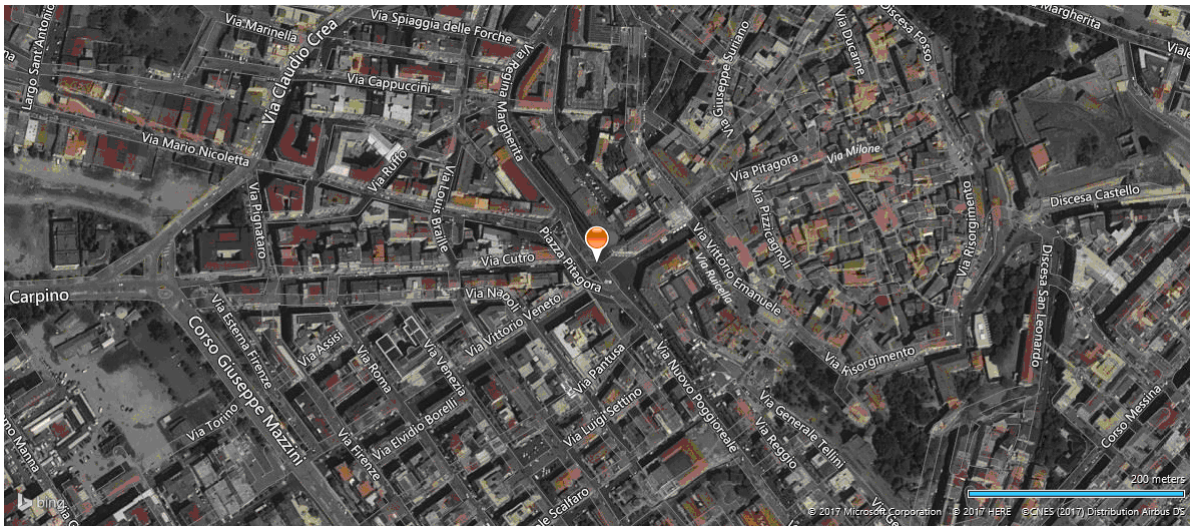
Dati

3.1 Dati Generali

- Numero Impalcati : 3
Numero delle tipologie di sezioni trasversali usate : 17
Numero delle tipologie di solaio utilizzate : 1

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	55
Piano 1	0.00	150.00	150.00	150.00	37	49
Piano 2	150.00	450.00	300.00	300.00	37	49
Piano 3	450.00	750.00	300.00	300.00	16	21

- Coordinate (Datum WGS84) del sito : Latitudine = 39.4032° - Longitudine = 16.1537°
Coordinate (Datum ED50) del sito : Latitudine = 39.4043° - Longitudine = 16.1545°



Identificativi e coordinate (Datum ED50) dei punti che includono il sito		
Numero punto	Latitudine [°]	Longitudine [°]
39224	39.4533	16.1427
39225	39.4517	16.2074
39446	39.4033	16.1407
39447	39.4017	16.2053

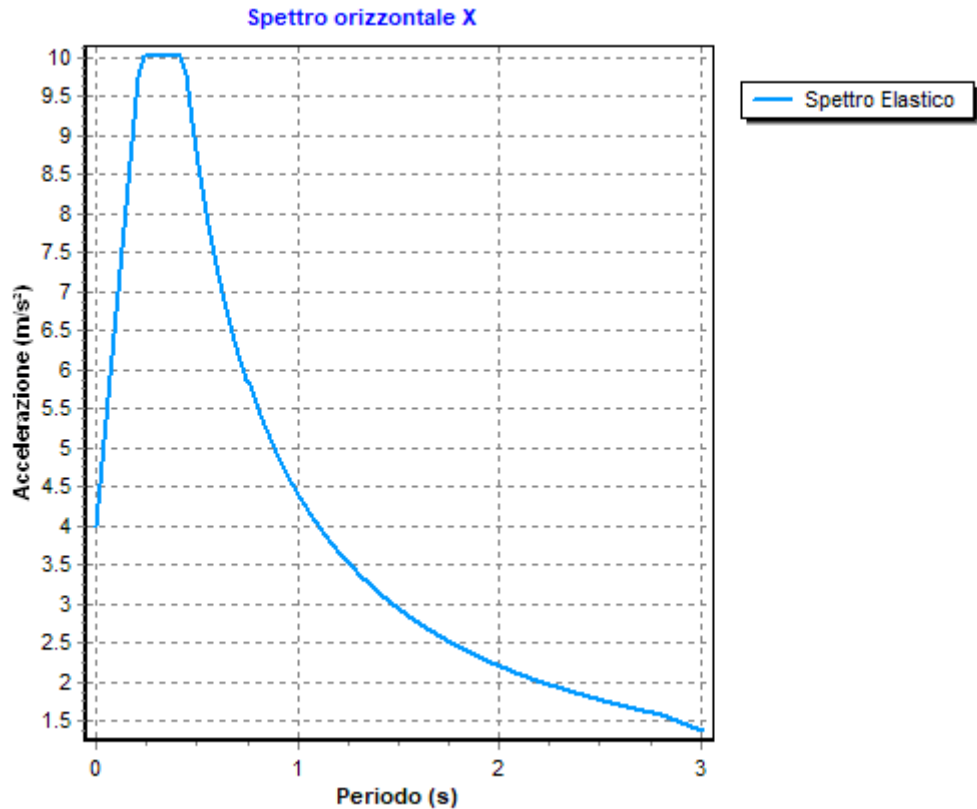
- Zona sismica : SI
Suolo di fondazione : B
Vita nominale : 50

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	0.306	0.406	0.109	0.083
Coefficiente Fo	2.448	2.484	2.295	2.279
Periodo T _C *	0.382	0.413	0.322	0.302
Coefficiente Ss	1.10	1.00	1.20	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica St	1.00	1.00	1.00	1.00
Prodotto Ss · St	1.10	1.00	1.20	1.20
Periodo T _B	0.17	0.18	0.15	0.14
Periodo T _C	0.51	0.54	0.44	0.42
Periodo T _D	2.82	3.22	2.04	1.93
N.B. per gli stati limite per i quali si utilizza lo spettro per punti, i parametri dello spettro da normativa sono utilizzati per elaborare le storie temporali del moto spettro-compatibili				

SPETTRO ORIZZONTALE								
Punti	SPETTRO SLV		SPETTRO SLD		SPETTRO SLC		SPETTRO SLO	
	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
1	0.00	3.99	-	-	-	-	-	-
2	0.03	4.81	-	-	-	-	-	-
3	0.06	5.64	-	-	-	-	-	-
4	0.09	6.46	-	-	-	-	-	-
5	0.12	7.28	-	-	-	-	-	-
6	0.15	8.10	-	-	-	-	-	-
7	0.18	8.92	-	-	-	-	-	-
8	0.21	9.74	-	-	-	-	-	-
9	0.24	10.02	-	-	-	-	-	-
10	0.27	10.02	-	-	-	-	-	-
11	0.30	10.02	-	-	-	-	-	-
12	0.33	10.02	-	-	-	-	-	-
13	0.36	10.02	-	-	-	-	-	-
14	0.39	10.02	-	-	-	-	-	-
15	0.42	10.02	-	-	-	-	-	-
16	0.45	9.80	-	-	-	-	-	-
17	0.48	9.18	-	-	-	-	-	-
18	0.51	8.64	-	-	-	-	-	-
19	0.54	8.16	-	-	-	-	-	-
20	0.57	7.73	-	-	-	-	-	-
21	0.60	7.35	-	-	-	-	-	-
22	0.63	7.00	-	-	-	-	-	-
23	0.66	6.68	-	-	-	-	-	-
24	0.69	6.39	-	-	-	-	-	-
25	0.72	6.12	-	-	-	-	-	-
26	0.75	5.88	-	-	-	-	-	-
27	0.78	5.65	-	-	-	-	-	-
28	0.81	5.44	-	-	-	-	-	-
29	0.84	5.25	-	-	-	-	-	-
30	0.87	5.07	-	-	-	-	-	-
31	0.90	4.90	-	-	-	-	-	-
32	0.93	4.74	-	-	-	-	-	-
33	0.96	4.59	-	-	-	-	-	-
34	0.99	4.45	-	-	-	-	-	-
35	1.02	4.32	-	-	-	-	-	-
36	1.05	4.20	-	-	-	-	-	-
37	1.08	4.08	-	-	-	-	-	-
38	1.11	3.97	-	-	-	-	-	-
39	1.14	3.87	-	-	-	-	-	-
40	1.17	3.77	-	-	-	-	-	-
41	1.20	3.67	-	-	-	-	-	-
42	1.23	3.58	-	-	-	-	-	-
43	1.26	3.50	-	-	-	-	-	-
44	1.29	3.42	-	-	-	-	-	-

45	1.32	3.34	-	-	-	-	-	-
46	1.35	3.27	-	-	-	-	-	-
47	1.38	3.19	-	-	-	-	-	-
48	1.41	3.13	-	-	-	-	-	-
49	1.44	3.06	-	-	-	-	-	-
50	1.47	3.00	-	-	-	-	-	-
51	1.50	2.94	-	-	-	-	-	-
52	1.53	2.88	-	-	-	-	-	-
53	1.56	2.83	-	-	-	-	-	-
54	1.59	2.77	-	-	-	-	-	-
55	1.62	2.72	-	-	-	-	-	-
56	1.65	2.67	-	-	-	-	-	-
57	1.68	2.62	-	-	-	-	-	-
58	1.71	2.58	-	-	-	-	-	-
59	1.74	2.53	-	-	-	-	-	-
60	1.77	2.49	-	-	-	-	-	-
61	1.80	2.45	-	-	-	-	-	-
62	1.83	2.41	-	-	-	-	-	-
63	1.86	2.37	-	-	-	-	-	-
64	1.89	2.33	-	-	-	-	-	-
65	1.92	2.30	-	-	-	-	-	-
66	1.95	2.26	-	-	-	-	-	-
67	1.98	2.23	-	-	-	-	-	-
68	2.01	2.19	-	-	-	-	-	-
69	2.04	2.16	-	-	-	-	-	-
70	2.07	2.13	-	-	-	-	-	-
71	2.10	2.10	-	-	-	-	-	-
72	2.13	2.07	-	-	-	-	-	-
73	2.16	2.04	-	-	-	-	-	-
74	2.19	2.01	-	-	-	-	-	-
75	2.22	1.99	-	-	-	-	-	-
76	2.25	1.96	-	-	-	-	-	-
77	2.28	1.93	-	-	-	-	-	-
78	2.31	1.91	-	-	-	-	-	-
79	2.34	1.88	-	-	-	-	-	-
80	2.37	1.86	-	-	-	-	-	-
81	2.40	1.84	-	-	-	-	-	-
82	2.43	1.81	-	-	-	-	-	-
83	2.46	1.79	-	-	-	-	-	-
84	2.49	1.77	-	-	-	-	-	-
85	2.52	1.75	-	-	-	-	-	-
86	2.55	1.73	-	-	-	-	-	-
87	2.58	1.71	-	-	-	-	-	-
88	2.61	1.69	-	-	-	-	-	-
89	2.64	1.67	-	-	-	-	-	-
90	2.67	1.65	-	-	-	-	-	-
91	2.70	1.63	-	-	-	-	-	-
92	2.73	1.62	-	-	-	-	-	-
93	2.76	1.60	-	-	-	-	-	-
94	2.79	1.58	-	-	-	-	-	-
95	2.82	1.56	-	-	-	-	-	-
96	2.85	1.53	-	-	-	-	-	-
97	2.88	1.50	-	-	-	-	-	-
98	2.91	1.47	-	-	-	-	-	-
99	2.94	1.44	-	-	-	-	-	-
100	2.97	1.41	-	-	-	-	-	-
101	3.00	1.38	-	-	-	-	-	-



Modulo di Winkler traslazionale	: 5.00 daN/cm ³
Modulo di Winkler tangenziale	: 2.50 daN/cm ³
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

Pilastrì	
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

Pilastrì	
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 Pilastri 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/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]	fctd SLU [daN/c m²]	fed SLD [daN/c m²]	fctd SLD [daN/c m²]	fctk,0.05 [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
RC K 350	C28/35	350	0.15	2500	1.0E-005	323082.5	-	1.50	0.50	280.0	-	158.7	12.9	238.0	19.4	19.4	27.7	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
B450C	B450C	1.15	-	2100000.0	4500.0	5400.0	3913.0	4500.0	3913.0	1.00	10.00

3.3 Elenco dei carichi.

3.3.1 Pesì 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	250	250	250	100	582
Piano 1	250	250	250	100	582
Piano 2	250	250	250	100	582
Piano 3	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)

Tamponature

Tipologia tamponatura prevalente: Tamp_Default (Tamponatura rigidamente connessa)

Descrizione Strato	Spessore	Peso per unità di volume
Intonaco	2.0 cm	1600.0 daN/m³
Mattone forato	8.0 cm	600.0 daN/m³
Camera d'aria	4.0 cm	0.0 daN/m³
Isolante termico	4.0 cm	150.0 daN/m³
Mattone forato	12.0 cm	600.0 daN/m³
Intonaco	2.0 cm	1800.0 daN/m³

Peso proprio tamponatura: 194.0 daN/m²

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 ³
Mattone forato	8.0 cm	600.0 daN/m ³
Camera d'aria	4.0 cm	0.0 daN/m ³
Isolante termico	4.0 cm	150.0 daN/m ³
Mattone forato	12.0 cm	600.0 daN/m ³
Intonaco	2.0 cm	1800.0 daN/m ³

Peso proprio tamponatura: 194.0 daN/m²

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 ³
Mattone forato	8.0 cm	600.0 daN/m ³
Camera d'aria	4.0 cm	0.0 daN/m ³
Isolante termico	4.0 cm	150.0 daN/m ³
Mattone forato	12.0 cm	600.0 daN/m ³
Intonaco	2.0 cm	1800.0 daN/m ³

Peso proprio tamponatura: 194.0 daN/m²

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/m ²]		
	Solai	Balconi	Scale
Fondazione	300	400	400
Piano 1	300	400	400
Piano 2	300	400	400
Piano 3	200	400	400

3.3.4 Pesi 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 Qk moltiplicati per una aliquota Ψ_{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	Ψ_{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

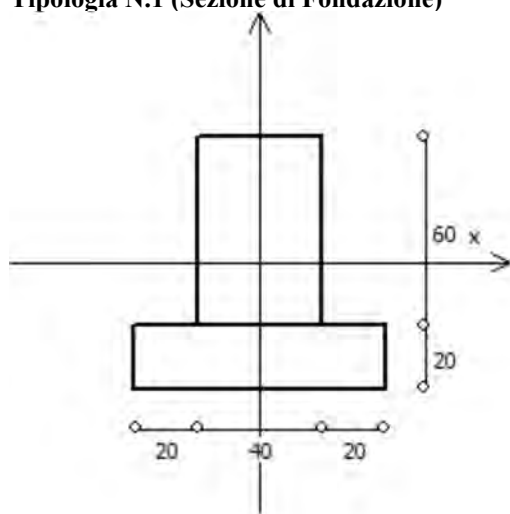
Per balconi e scale verranno usati i coefficienti calcolati come i maggiori tra quelli relativi alla categoria di carico di piano ed i seguenti:

Cat.	Destinazione	Ψ_{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	170340.55	40922.28	5581.20	216844.03
1	308917.65	140270.27	38805.21	487993.14
2	299837.97	142457.25	38805.21	481100.43
3	99394.28	21270.03	12105.21	132769.52

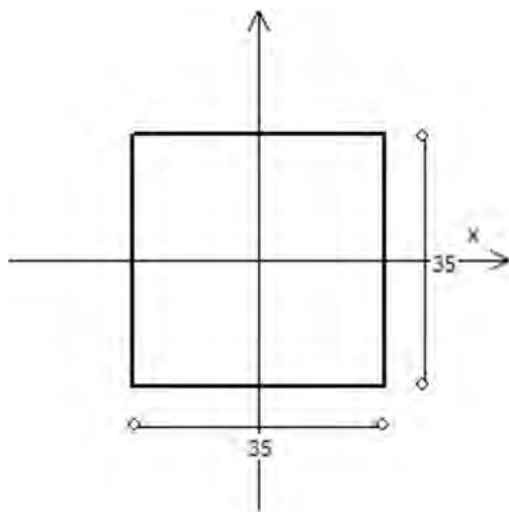
3.4 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.

Tipologia N.1 (Sezione di Fondazione)



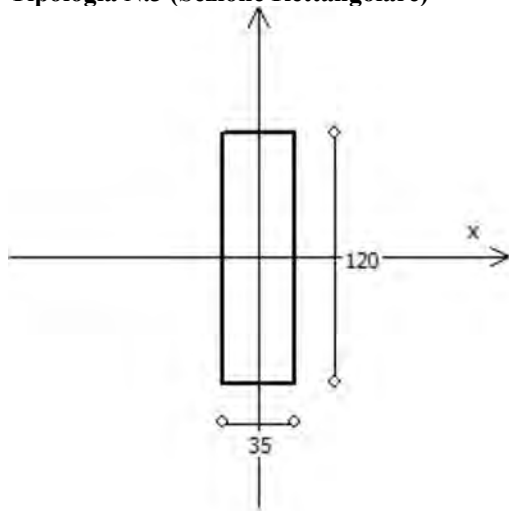
A	= 2400 cm ²
Jx	= 720000 cm ⁴
Jy	= 320000 cm ⁴
Jt	= 744960 cm ⁴
Materiale	= CLS_da prove
Peso	= 600 daN/ml

Tipologia N.2 (Sezione Rettangolare)



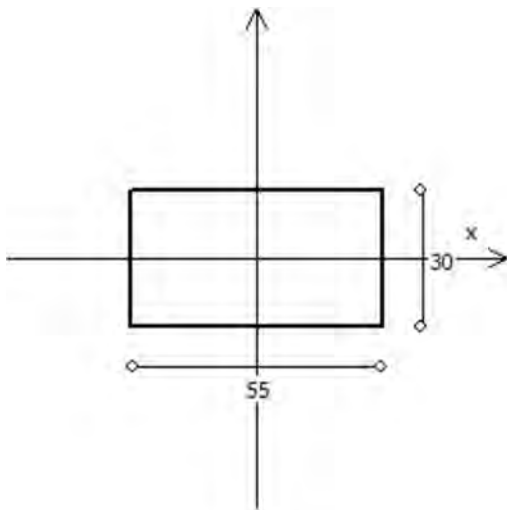
A = 1225 cm²
 J_x = 125052 cm⁴
 J_y = 125052 cm⁴
 J_t = 210940 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 306 daN/m

Tipologia N.3 (Sezione Rettangolare)



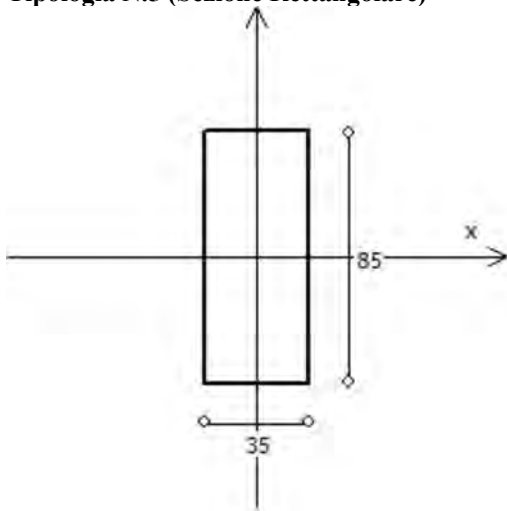
A = 4200 cm²
 J_x = 5040000 cm⁴
 J_y = 428750 cm⁴
 J_t = 1401369 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 1050 daN/m

Tipologia N.4 (Sezione Rettangolare)



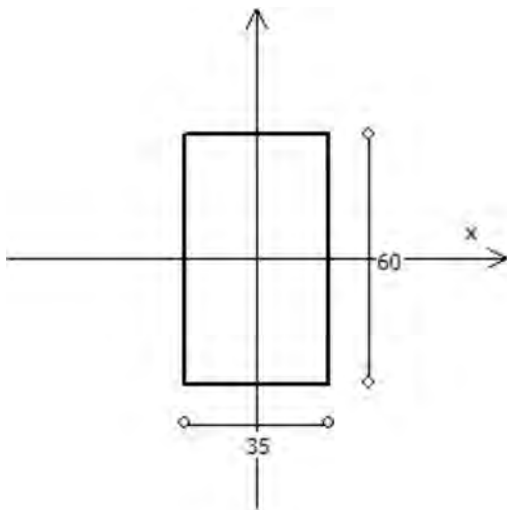
A = 1650 cm²
 J_x = 123750 cm⁴
 J_y = 415938 cm⁴
 J_t = 325710 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 413 daN/m

Tipologia N.5 (Sezione Rettangolare)



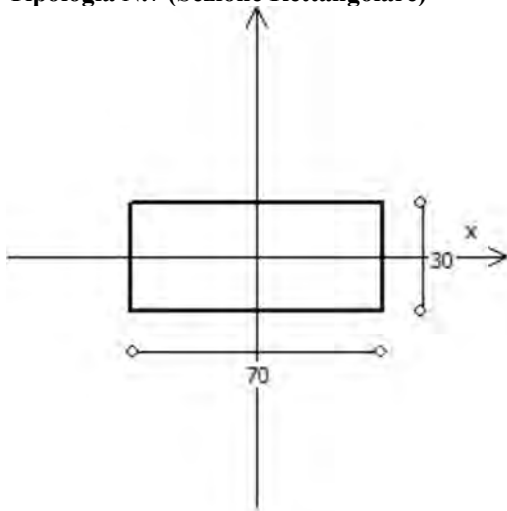
A = 2975 cm²
 J_x = 1791198 cm⁴
 J_y = 303698 cm⁴
 J_t = 901161 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 744 daN/m

Tipologia N.6 (Sezione Rettangolare)



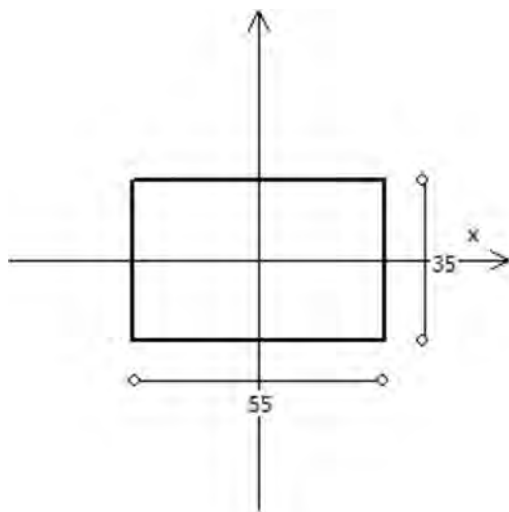
A = 2100 cm²
 J_x = 630000 cm⁴
 J_y = 214375 cm⁴
 J_t = 543869 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 525 daN/m

Tipologia N.7 (Sezione Rettangolare)



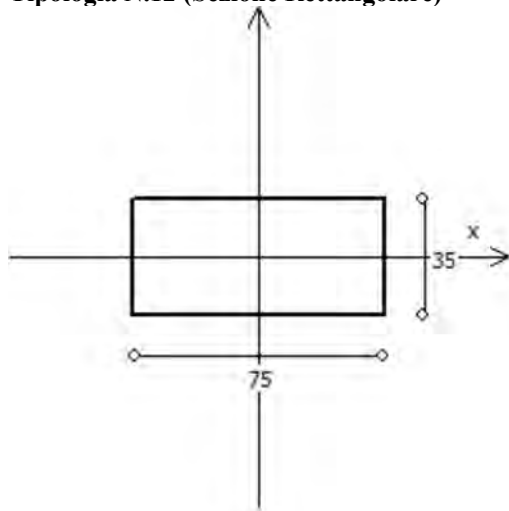
A = 2100 cm²
 J_x = 157500 cm⁴
 J_y = 857500 cm⁴
 J_t = 460710 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 525 daN/m

Tipologia N.11 (Sezione Rettangolare)



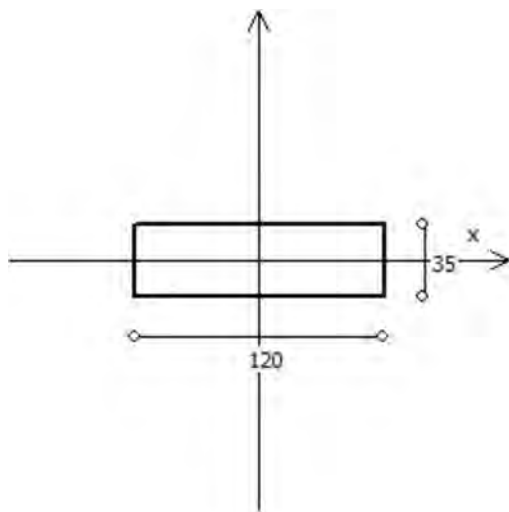
A = 1925 cm²
 J_x = 196510 cm⁴
 J_y = 485260 cm⁴
 J_t = 472411 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 481 daN/m

Tipologia N.12 (Sezione Rettangolare)



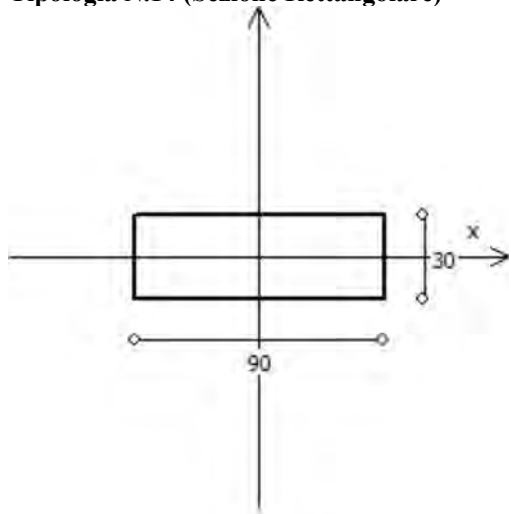
A = 2625 cm²
 J_x = 267969 cm⁴
 J_y = 1230469 cm⁴
 J_t = 758244 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 656 daN/m

Tipologia N.13 (Sezione Rettangolare)



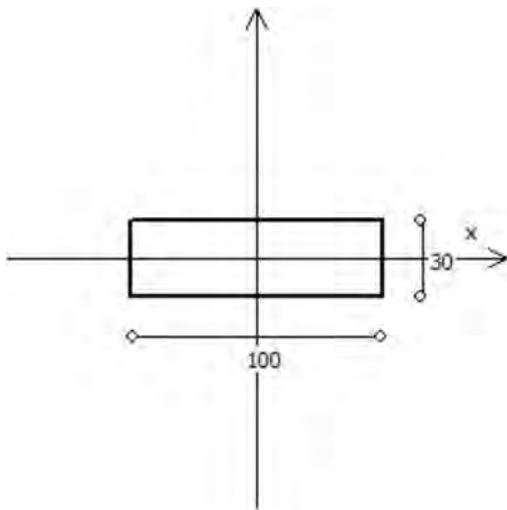
A = 4200 cm²
 J_x = 428750 cm⁴
 J_y = 5040000 cm⁴
 J_t = 1401369 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 1050 daN/m

Tipologia N.14 (Sezione Rettangolare)



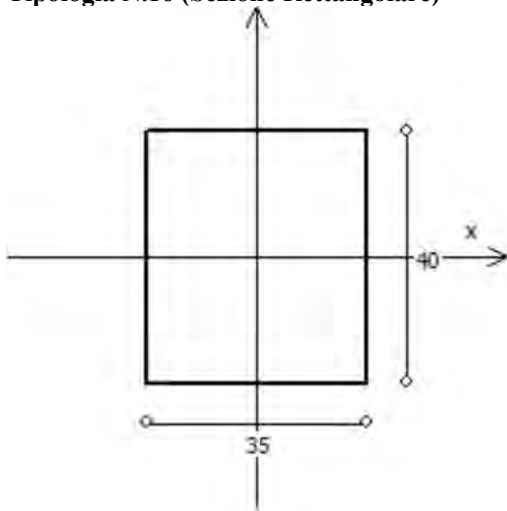
A = 2700 cm²
 J_x = 202500 cm⁴
 J_y = 1822500 cm⁴
 J_t = 640710 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 675 daN/m

Tipologia N.15 (Sezione Rettangolare)



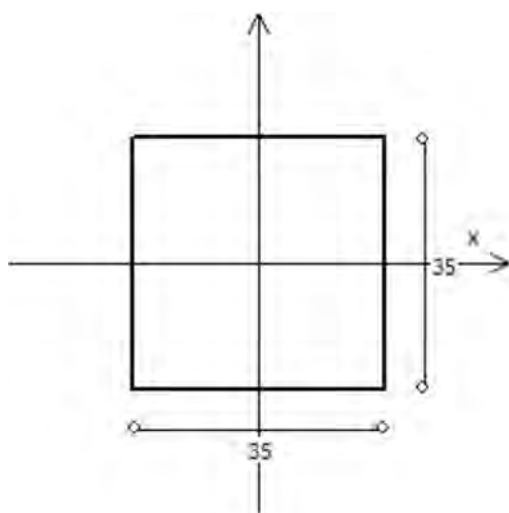
A = 3000 cm²
 J_x = 225000 cm⁴
 J_y = 2500000 cm⁴
 J_t = 730710 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 750 daN/m

Tipologia N.16 (Sezione Rettangolare)



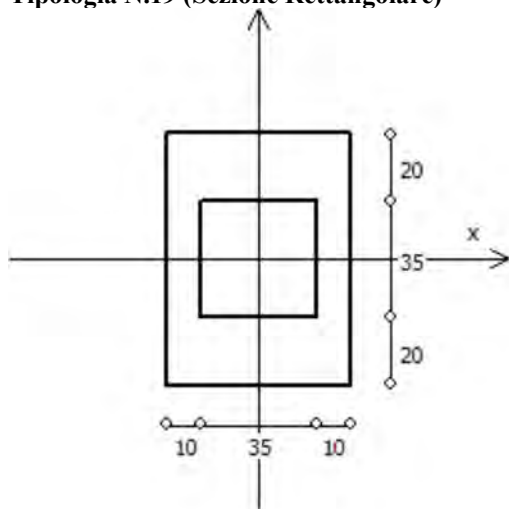
A = 1400 cm²
 J_x = 186667 cm⁴
 J_y = 142917 cm⁴
 J_t = 258036 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 350 daN/m

Tipologia N.17 (Sezione Rettangolare)



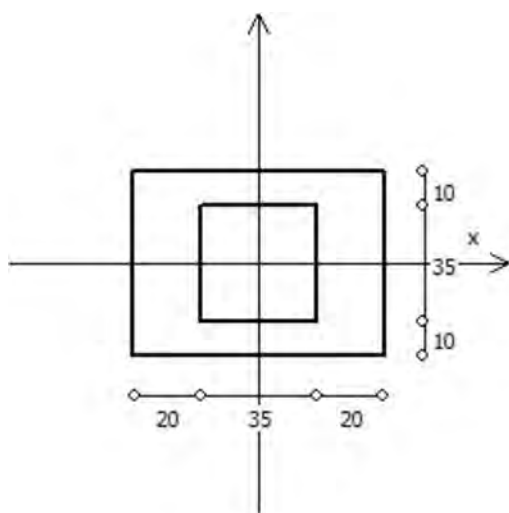
A = 1225 cm²
 J_x = 125052 cm⁴
 J_y = 125052 cm⁴
 J_t = 210940 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 306 daN/m

Tipologia N.19 (Sezione Rettangolare)



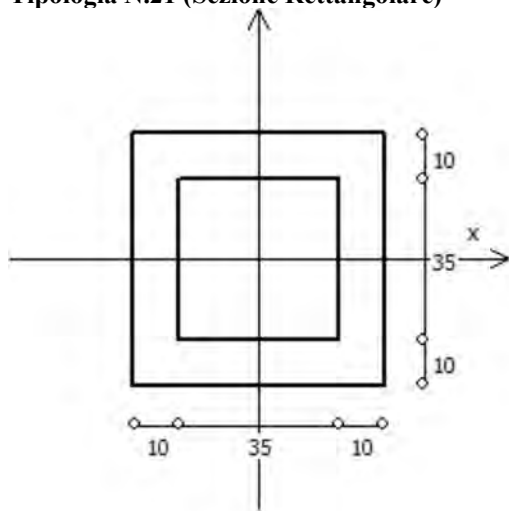
A = 4125 cm²
 J_x = 1933594 cm⁴
 J_y = 1039844 cm⁴
 J_t = 2246895 cm⁴
 Materiale = RCK_350
 Peso = 1031 daN/m

Tipologia N.20 (Sezione Rettangolare)



A = 4125 cm²
 J_x = 1039844 cm⁴
 J_y = 1933594 cm⁴
 J_t = 2246895 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 1031 daN/m

Tipologia N.21 (Sezione Rettangolare)



A = 3025 cm²
 J_x = 762552 cm⁴
 J_y = 762552 cm⁴
 J_t = 1286284 cm⁴
 Materiale = CLS_da prove
 Peso = 756 daN/m

3.5 Elenco e Caratteristiche dei Consolidamenti.

3.5.1 Consolidamenti in Elevazione.

Allargamenti Pilastro

Nome : Nome del consolidamento applicato per aumento portanza
 All. Base : allargamento della base del pilastro, per lato, per il consolidamento dello stesso;
 All. Altezza : allargamento dell'altezza del pilastro, per lato, per il consolidamento dello stesso;
 Materiale cls : tipo di cls usato per il consolidamento;

ARMATURA

Materiale Barre : tipo di acciaio delle barre usato per il consolidamento;
 Diam. Reggistaffe : diametro barre armature reggistaffe;
 Numero arm. long. base : numero di ferri longitudinali intermedi presenti nel consolidamento lungo la base della sezione consolidata (esclusi i reggistaffe);
 Numero arm. long. altezza : numero di ferri longitudinali intermedi presenti nel consolidamento lungo l'altezza della sezione consolidata (esclusi i reggistaffe);
 Diametro arm. long. : diametro barre armature longitudinali lungo la base e l'altezza della sezione consolidata;
 Presenza arm. interna : presenza oppure no di armatura interna longitudinale supplementare;
 Diametro arm. interna : diametro dell'eventuale armatura interna longitudinale supplementare;
 Copriferro arm. interna : copriferro dell'eventuale armatura interna longitudinale supplementare;
 Passo staffe : passo barre armature trasversali;
 Diam. Staffe : diametro barre armature trasversali;
 Passo staffe Nodo testa : passo barre armature trasversali nel nodo in testa al pilastro;
 Diam. staffe Nodo testa : diametro barre armature trasversali nel nodo in testa al pilastro;

Nome	All. Base [cm]	All. Altezza [cm]	Materiale cls	ARMATURA											
				Materiale Barre	Diam. reggistaffe [mm]	Numero arm. long. base	Numero arm. long. altezza	Diametro arm. long. [mm]	Presenza arm. interna	Diametro arm. interna [mm]	Copriferro arm. interna [cm]	Passo staffe [cm]	Diam. staffe [mm]	Passo staffe Nodo testa [cm]	Diam. staffe Nodo testa [cm]
TIPO 1	10.00	20.00	RCK_350	B450C	20	2	2	20	Assente	-	-	10	10	10	10
TIPO 2	20.00	10.00	RCK_350	B450C	20	2	2	20	Assente	-	-	10	10	10	10
TIPO 3	10.00	10.00	RCK_350	B450C	20	2	2	20	Assente	-	-	10	10	10	10

Pilastri con rinforzi CAM

PILASTRO - Filo 11 - Piano: Piano 1										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					SI					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	10	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 16 - Piano: Piano 1										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					SI					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	10	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 24 - Piano: Piano 1										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					SI					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	10	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 25 - Piano: Piano 1										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 28 - Piano: Piano 1										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					SI					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	10	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 2 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 4 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 5 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 6 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco						Rinforzo Taglio Attivo				
SI						NO				
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 9 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco						Rinforzo Taglio Attivo				
SI						NO				
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 10 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 11 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 12 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 13 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 14 - Piano: Piano 2										
-------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali						Spigoli			
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 16 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 18 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 21 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 22 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 24 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 25 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco				Rinforzo Taglio Attivo						

SI						NO				
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 28 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 34 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 35 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 36 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 37 - Piano: Piano 2										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 9 - Piano: Piano 3										
Unico Blocco								Rinforzo Taglio Attivo		
SI								NO		

Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 10 - Piano: Piano 3										
Unico Blocco							Rinforzo Taglio Attivo			
SI							NO			
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 11 - Piano: Piano 3										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 18 - Piano: Piano 3										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 21 - Piano: Piano 3										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 22 - Piano: Piano 3										
Unico Blocco					Rinforzo Taglio Attivo					
SI					NO					
Blocco										
Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistemza [%]	ftk [daN/cm²]	fyk [daN/cm²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

PILASTRO - Filo 28 - Piano: Piano 3		
Unico Blocco		Rinforzo Taglio Attivo
SI		NO
Blocco		

Luce [%]	Trasversali							Spigoli		
	Numero	Larghezza [cm]	Nastri							
			Avvolgimenti	Spessore [mm]	Resistenza [%]	ftk [daN/cm ²]	fyk [daN/cm ²]	Larghezza [cm]	Spessore [mm]	Connessi
100	20	1.90	1	0.90	70	9700.00	8400.00	6.00	6.00	SI

4 ALLEGATI.

5 ALLEGATI.

5.1 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

PARAMETRO	SLD (63%)	DLV (10%)
a_g	0.109	vedi RSL
F_0	2.295	vedi RSL
T_c^*	0.322	vedi RSL
T_D	2.036	vedi RSL

Categoria suolo di fondazione

	SLD (63%)	DLV (10%)
S_s	1.20	vedi RSL
T_c	0.44	vedi RSL

Coefficiente di amplificazione topografica

vedi RSL

Resistenza dei materiali.

- Calcestruzzo.

Nome	= CLS_da prove
Resistenza a compressione (f_{cd} [daN/cm ²])	= 113.33
Resistenza a trazione (f_{ctd} [daN/cm ²])	= 10.32
Resistenza a taglio (f_{ctd} [daN/cm ²])	= 10.32
Modulo di elasticità normale (E [daN/cm ²])	= 313030.16
Modulo di elasticità tangenziale (G [daN/cm ²])	= 136100.07
Nome	= RCK_350
Resistenza a compressione (f_{cd} [daN/cm ²])	= 158.67
Resistenza a trazione (f_{ctd} [daN/cm ²])	= 12.91
Resistenza a taglio (f_{ctd} [daN/cm ²])	= 12.91
Modulo di elasticità normale (E [daN/cm ²])	= 323082.50
Modulo di elasticità tangenziale (G [daN/cm ²])	= 140470.65

- Acciaio in barre.

Nome	= FEB44k
RESISTENZA (fd [daN/cm ²])	= 3565.22
Modulo di elasticità normale (E [daN/cm ²])	= 2100000
Nome	= B450C
RESISTENZA (fd [daN/cm ²])	= 3913.04
Modulo di elasticità normale (E [daN/cm ²])	= 2100000

Metodo di analisi

Orizzontale Statica non Lineare

Valori di riferimento

PGA_{SLV} = 0.4070 g

Indicatori di rischio

Stato Limite	Rapp. PGA
per la vita (α_{av})	1.3007

Riepilogo PGA

PGA SLV = 0.5290g

SOMMARIO

1 Introduzione	2
1.1 Premessa	2
1.1.1 Cenni sulla casa produttrice del software.....	2
1.1.2 Descrizione dell'Opera da calcolare	2
1.2 Riferimenti Legislativi.....	2
1.3 Convenzioni,Unità di misura e simboli adottati.....	3
2 Descrizione del Modello.....	4
2.1 Modello assunto per il calcolo.....	4
2.2 Tipo di calcolo. (ANALISI STATICA NON LINEARE)	6
2.3 Condizioni di carico valutate	7
2.4 Procedura di Verifica degli elementi.....	8
3 Dati	10
3.1 Dati Generali	10
3.2 Elenco e Caratteristiche dei materiali.....	14
3.3 Elenco dei carichi.....	14
3.3.1 Pesi propri unitari - G1.	14
3.3.2 Carichi Permanenti unitari - G2.	15
3.3.3 Carichi Variabili unitari - Q.	16
3.3.4 Pesi Impalcati.	16
3.4 Elenco e Caratteristiche delle sezioni trasversali.....	17
3.5 Elenco e Caratteristiche dei Consolidamenti.....	25
3.5.1 Consolidamenti in Elevazione.....	26
4 ALLEGATI.	32
5 ALLEGATI.	32
5.1 ALLEGATO A - (Scheda PGA)	32