



COMUNE DI REGGIO EMILIA
Provincia di Reggio Emilia

PROCEDIMENTO UNICO AI SENSI DELL'ART. 53, COMMA 1, LETTERA B) DELLA L.R. 24 / 2017 PER L'APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLO STABILIMENTO ESISTENTE DELLA DITTA MEDICI ERMETE & FIGLI S.R.L., IN LOCALITA' VILLA GAIDA - REGGIO EMILIA, IN VARIANTE ALLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE VIGENTE

Localizzazione intervento:
Reggio Emilia - Località Gaida
via Isacco Newton, n.13/a

Proprietà:
Medici Giorgio
Medici Valter
Medici Ermete & Figli s.r.l.
Credemleasing - Società per Azioni

Richiedente:
Medici Ermete & Figli s.r.l.
via Isacco Newton 13/a - 42124 Gaida di Reggio Emilia
tel. 0522 942135 - fax. 0522 941641
P.Iva e Cod.Fisc. 00126840354




MEDICI ERMETE & FIGLI S.R.L.
Via I. Newton, 13/A - 42124 GAIDA
REGGIO EMILIA - ITALIA
Tel. 0522 942135 - Fax 0522 941641
C.F e Partita IVA: 00126840354
Cod. ACCISA. IT00REV00010D

oggetto: RELAZIONE TECNICA
RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO
DGR 1373-2011

scala:

data: Maggio 2020

Progetto architettonico e coordinamento generale:
Andrea Oliva architetto
via L. Ariosto, 17 - 42121 Reggio Emilia
telefax 0522 1713846 - info@cittaarchitettura.it

Geom. Iller Cavatorti
via Donizetti, 2 - 42100 Reggio Emilia

Progetto strutturale:
Delmonte Parisoli ingegneri associati
via D. F. Cecati, 13/B - 42123 Reggio Emilia (RE)

INGEGNERIA 1996 S.R.L.
via Circonvallazione, 358 - 24056 Fontanella (BG)

Progetto impianto elettrico:
Eta Studio s.r.l.
via Maestri del Lavoro, 2 - 42122 Reggio Emilia

Progetto Impianti Meccanici:
Ing. Fiorenzo Chierici
P.le Sallustio, 11 - 43123 Parma (PR)
Daniele Scaglioni
consulenza risparmio energia e impianti tecnologici
P.le Sallustio, 11 - 43123 Parma (PR)

Progetto Prevenzione Incendi:
Studio Tecnico Mattioli
via Legnano, 28/A - 42024 Castelnovo di Sotto (RE)

Emissioni in atmosfera, valutazione impatto acustico, Rapporto Ambientale VAS, AUA :
SIL engineering s.r.l.
via Aristotele 4 - 42122 Reggio Emilia

Progetto Idraulico:
More energy s.r.l.
via Ragazzi del '99, 39/A - 42124 Reggio Emilia

Valutazione energetica:
Ing. Giancarlo Manghi
via E. Arduini, 14/6 - 42025 Cavriago (RE)

Ing. Fiorenzo Chierici
Daniele Scaglioni

INDICE

1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE	3
A. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE	3
B. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	5
C. NORME DI RIFERIMENTO COGENTI	6
D. AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	7
E. DESCRIZIONE DEI MATERIALI	19
F. CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	20
G. CRITERI DI VERIFICA AGLI S.L. INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA	22
H. RISULTATI DELL'ANALISI	23
H.1 DEFORMATE E SOLLECITAZIONI	23
H.2 SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA	26
H.2.1 PREDIMENSIONAMENTO COPERTURA LEGNO R30	26
H.2.2 PREDIMENSIONAMENTO PILASTRI METALLICI: HEA 360	29
H.2.2.1 VERIFICA DI DEFORMABILITA' PILASTRI	38

1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

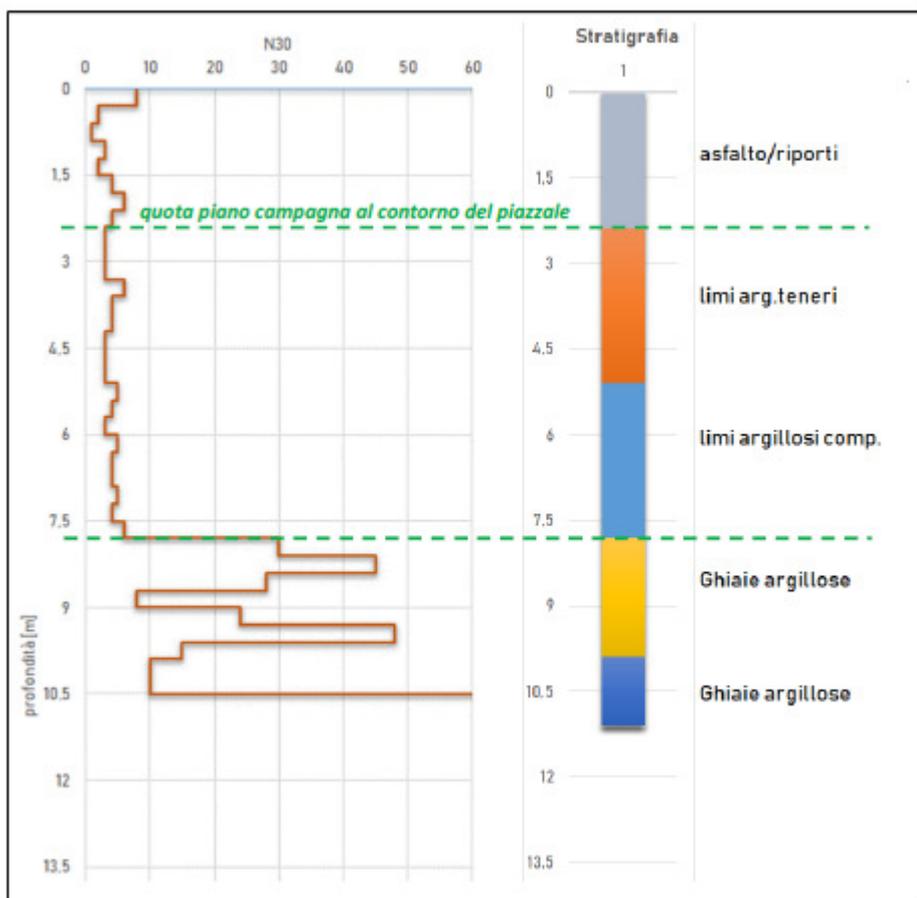
A. DESCRIZIONE DEL CONTESTO AMBIENTALE

La presente relazione di calcolo si riferisce alla realizzazione di un nuovo fabbricato in via I. Newton n. 13 a Reggio Emilia, alla quota topografica di 51.00 m s.l.m.. Il contesto risulta urbanizzato. Il fabbricato sarà con destinazione a magazzino.



Figura 1 Localizzazione

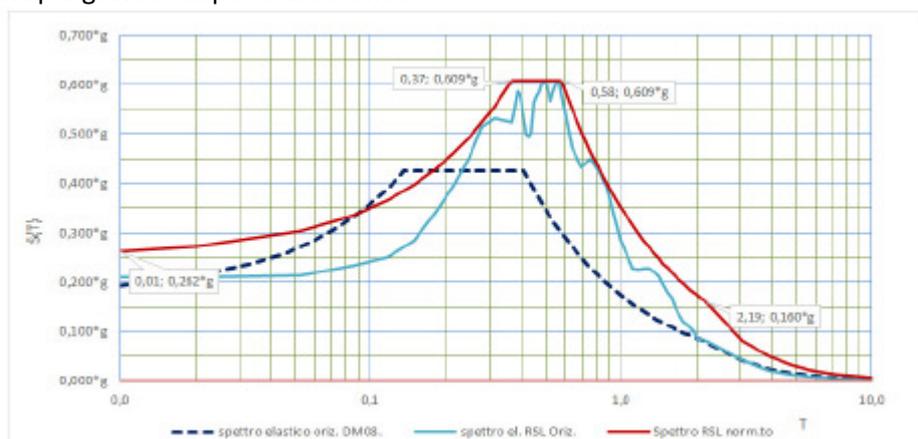
L'indagine geologica, redatta dal Dott. Geol. Thomas Gemelli, è stata effettuata mediante 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH spinte fino a 10.5 m di profondità, uno stendimento sismico ReMi (rilevo dei microtremori) e una prova sismica HVSR per l'individuazione della categoria di suolo. La ricostruzione stratigrafica di superficie, ricavata dalla restituzione delle prove penetrometriche realizzate, mette in evidenza la presenza di limi argillosi e/o argille limose fino a 7.5 m di profondità dal p.c. (rialzato rispetto alla quota del terreno agricolo posto al contorno), dopodichè si rinviene il primo orizzonte ghiaioso compatto. I sondaggi, effettuati sull'area cortiliva retrostante il complesso aziendale, individuano uno spessore di riporto omogeneo per 2.4 m, sovrapposto al substrato alluvionale di cui al p.to precedente.



Ricostruzione stratigrafica terreno

In tutti i fori di sondaggio non è stata rilevata presenza di acqua in falda.

E' stato condotto inoltre uno studio di risposta sismica locale (approfondimento tipo 3). Confrontando lo spettro di risposta locale "del sito" con lo spettro definito per il sito in oggetto dal D.M. 14/01/2008, si vede come il primo sia più gravoso rispetto al secondo.



Per tenere in conto i risultati delle studio di RSL, l'input sismico è stato amplificato come segue:

spettro DM 17/10/2018: $S_d = a_g * S * 1/q * F_o = 0.147 * g * 1.2 * 1 * 2.4102 = 0.425 * g$

studio RSL: $S_d = 0.609 * g$

$0.609/0.425 = 1.433$

Condizioni Sismiche

	Nome	Tipo	SottoTipo	Spettro	ag/g	Molt X	Molt Y	Molt Z
1	Sisma SLD X	Sisma SLE x	SLD	~DM 2018 SLD X	0.0581	1	0	0
2	Sisma SLD Y	Sisma SLE y	SLD	~DM 2018 SLD Y	0.0581	0	1	0
3	Sisma SLD Z	Sisma SLE z	SLD	~DM 2018 SLD Z	0.0581	0	0	-1
4	Sisma SLV X	Sisma SLU x	SLV	~DM 2018 SLV X	0.1473	1.433	0	0
5	Sisma SLV Y	Sisma SLU y	SLV	~DM 2018 SLV Y	0.1473	0	1.433	0
6	Sisma SLV Z	Sisma SLU z	SLV	~DM 2018 SLV Z	0.1473	0	0	-1.433

Per il suolo in esame si assume la **Categoria di Sottosuolo B**: “Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa moltoaddensati o terreni a grana fine molto consistenti, ...”, e una **Categoria Topografica T1** a cui corrispondono i seguenti coefficienti:

- coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s=1.200$;
- coefficiente di amplificazione topografica $S_T=1.000$.

Il geologo esclude il verificarsi di fenomeni di liquefazione.

B. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Il fabbricato con pianta rettangolare sarà caratterizzato da un volume complessivo esteso su due livelli per una superficie di 37.80 m di lunghezza per 22.70 m di larghezza. Il fabbricato si sviluppa su di un livello interrato a cui si aggiunge un livello di piano terra avente altezza sotto trave pari a 9.45 m.

L'altezza massima del tamponamento vale 12.50 m rispetto al piano dell'area cortiliva.

Il vano interrato sarà realizzato mediante pareti controterra in c.a. mentre le strutture in elevazione saranno realizzate in carpenteria metallica. L'impalcato di primo livello sarà realizzato mediante pannelli di solaio alveolare precompresso (sp. 50+12 cm) che grava sulle pareti d'ambito e sulla travatura di spina centrale in c.a. in opera. La copertura, realizzata mediante travi in legno lamellare che appoggiano sui pilastri metallici, avrà il manto realizzato con pannelli sandwich rivestiti di lamiera, così come i tamponamenti perimetrali. Le scale sono realizzate mediante solette in c.a.. Lungo i lati longitudinali e trasversali sono previsti opportuni sistemi di controvento di parete.

E' prevista la realizzazione di rampe di accesso al livello interrato.

Essendo il fabbricato in oggetto costruito in adiacenza ad un capannone esistente, sarà necessario prevedere la realizzazione di una berlinese a sostegno del terreno sottostante i plinti di fondazione esistenti.

C. NORME DI RIFERIMENTO COGENTI

Il quadro normativo tecnico, assunto quale riferimento cogente nello sviluppo della progettazione strutturale è il seguente:

- <1> D.P.R. n. 380 06/06/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia”
- <2> D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”
- <3> D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le costruzioni”
- <4> Circolare n. 7 del 21/01/2019 “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. del 17/01/2018”
- <5> Circolare n. 617 del 02/02/2009 “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. del 14/01/2008
- <6> UNI EN 206-1: 2006 “Classi di esposizione ambientale per il calcestruzzo”
- <7> UNI EN 1993-1-1:2005 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio, parte 1-1 regole generali e regole per gli edifici
- <8> UNI EN 1993-1-8:2005 “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio, parte 1-8 Progettazione dei collegamenti
- <9> Delibera della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 2272/2016

Nel progetto in esame non è stato fatto uso di norme o documenti tecnici ad integrazione del quadro normativo assunto quale cogente.

D. AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Le condizioni di carico statiche per il calcolo dei capannoni metallici considerate sono le seguenti:

1. peso proprio degli elementi strutturali (Tab. 3.1.I delle <2>)
2. sovraccarico permanente non strutturale
3. tamponamenti
4. spinta terreno statica
5. accidentale (scacchiera A)
6. accidentale (scacchiera B)
7. accidentale scala
8. accidentale copertura - neve
9. spinta terreno sisma X (Wood)
10. spinta terreno sisma Y (Wood)
11. vento direzione +X
12. vento direzione -X
13. vento direzione +Y
14. vento direzione -Y

La costruzione è ad uso artigianale/magazzino.

VALUTAZIONE AZIONE DELLA NEVE (punto 3.4 della <2>)

La determinazione del carico a neve fa capo ai seguenti parametri:

Zona I – Mediterranea

$$q_{sk} = 150 \text{ daN/m}^2$$

$$a_0 = 200 \text{ m slm}$$

$$a_s = 51 \text{ m slm}$$

Per $a_s < 200$ m si ha:

valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo q_{sk} :

$$q_{sk} = 150 \text{ daN/m}^2$$

coefficiente di forma della copertura μ_i :

$$\text{Per } \alpha \leq 30^\circ \Rightarrow \mu_i = 0.8$$

coefficiente di esposizione C_E :

$$C_E = 1$$

coefficiente termico C_T :

$$C_T = 1$$

Il carico da neve sulla copertura q_s è quindi valutata nella misura di:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_T = 0.8 \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1 = 120 \text{ daN/m}^2$$

VALUTAZIONE AZIONE DEL VENTO (punto 3.3 della <2>)

La determinazione del carico a vento fa capo ai seguenti parametri:

zona 2;

$$v_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 750 \text{ m slm}$$

$$a_s = 51 \text{ m slm}$$

Per $a_s < 200$ m si ha:

$$v_b = v_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

pressione cinetica di riferimento q_b :

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 1/2 \cdot 1.25 \cdot 25^2 = 39 \text{ daN/m}^2$$

classe di rugosità del terreno C;

$$\text{categoria di esposizione del sito III: } K_r = 0.20$$

$$z_0 = 0.10 \text{ m}$$

$$z_{min} = 5 \text{ m}$$

coefficiente di esposizione c_e :

$$c_e(12.50) = 0.20^2 \cdot \ln\left(\frac{12.50}{0.10}\right) \cdot \left[7 + \ln\left(\frac{12.50}{0.10}\right)\right] = 2.284$$

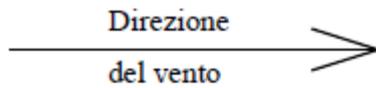
coefficienti di forma c_p :

$c_p=0.8$ in pressione per elementi sopravento

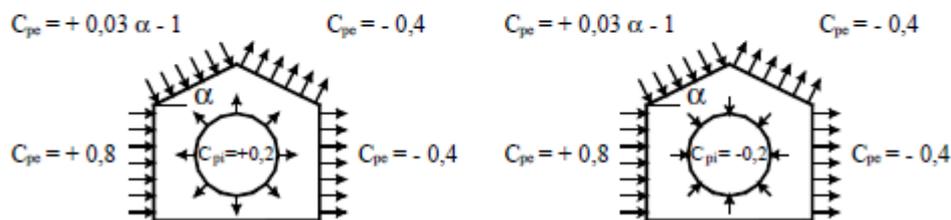
$c_p=0.4$ in depressione per elementi sottovento

coefficienti dinamico c_d :

$c_d=1$



Costruzioni aventi una parete con aperture di superficie < 33 % di quella totale



$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 39 \cdot 2.284 \cdot 0.8 \cdot 1 = 71 \text{ daN/m}^2$$

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 39 \cdot 2.284 \cdot 0.4 \cdot 1 = 36 \text{ daN/m}^2$$

ANALISI DEI CARICHI SOLAI E TAMPONAMENTI

Analisi dei carichi solaio alveolare precompresso 1° liv.

Peso proprio (50+12 cm)	950 daN/m ²
Sovraccarico permanente	300 daN/m ²
Carico permanente totale	1250 daN/m ²
Sovraccarico accidentale magazzino	3000 daN/m ²
Carico totale solaio	4250 daN/m ²

Analisi dei carichi solaio ligneo di copertura

Peso proprio	30 daN/m ²
Sovraccarico permanente	135 daN/m ²
Carico permanente totale	165 daN/m ²
Sovraccarico accidentale (neve)	120 daN/m ²
Carico totale solaio	285 daN/m ²

Tamponamento esterno struttura metallica

Tamponamento in pannelli sandwich	50 daN/mq
-----------------------------------	-----------

Spinta statica del terreno

$$S_t = \gamma \cdot H \cdot k_a = 1900 \cdot 5.17 \cdot 0.333 = 3626 \text{ daN/m}^2$$

con $k_a = \text{tg}^2(\pi/4 - \phi/2) = 0.333$, con $\phi = 30^\circ$

(punto di applicazione a 1/3 di H)

Spinta sismica del terreno

L'addizionale sismica del terreno in condizioni sismiche vale:

$$\Delta S_{\text{sism}} = S_S \cdot S_T \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot H^* = 1.43 \cdot 1.0 \cdot 0.210 \cdot 1900 \cdot 5.17 = 2950 \text{ daN/m}^2 \quad (\text{punto di appl. } 1/2 \text{ di } H)$$

Azione sismica (punto 3.2 della <2>)

Il fabbricato sorgerà in Comune di Reggio Emilia, in Via I. Newton n.13, alla quota topografica di 51.00 m s.l.m..

Le coordinate rappresentative dell'area sono:

Latitudine 44.744718 N

Longitudine 10.503683 E

Ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", in ragione delle caratteristiche dell'opera,

si assume:

V_N = vita nominale 50 anni (opere ordinarie)

Classe d'uso II (normale affollamento, opere infrastrutturali, costruzioni ordinarie)

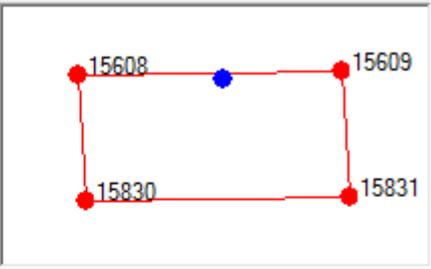
Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50$

Dalla zonazione sismica si hanno i seguenti dati:

Par. 3.2 DM 14/1/2008

Reticolo
 Isole
 Interpolaz. con media pond. (DM '08)
 Interpolaz. con superf. rigata

Lon (°) Lat (°)



SLE

SLO

Auto PVR = % TR = anni
 Auto ag/g = Fo = Tc* = s

SLD

Auto PVR = % TR = anni
 Auto ag/g = Fo = Tc* = s

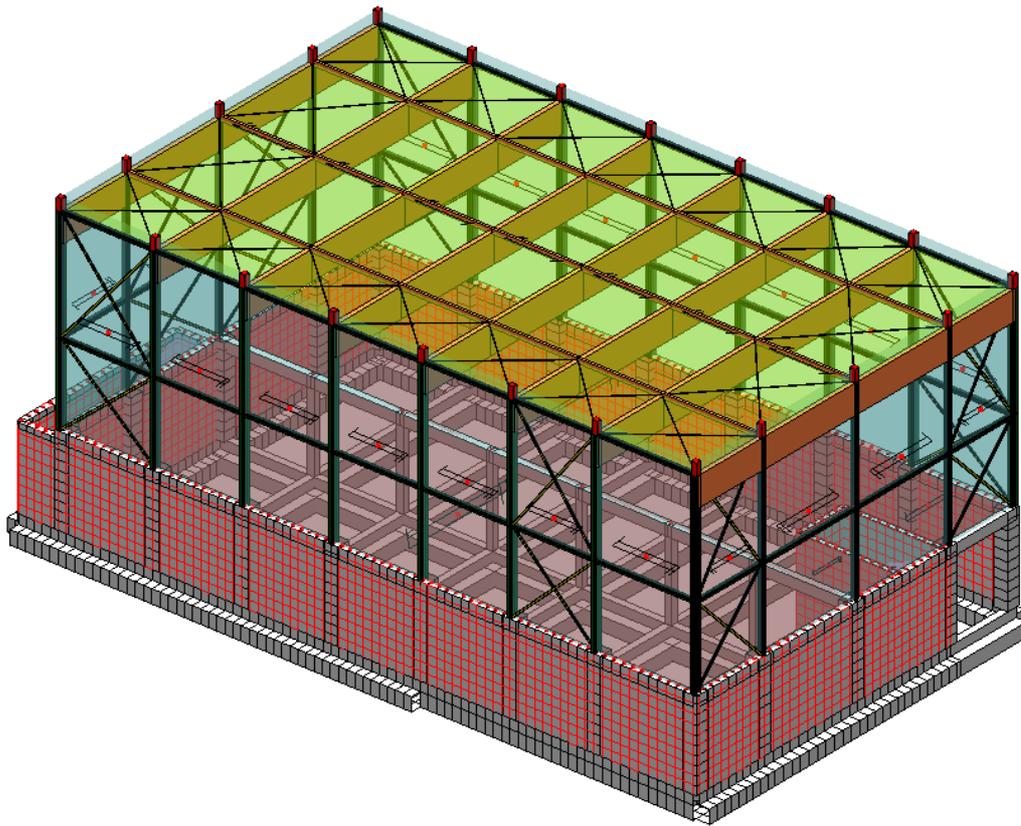
SLU

SLV

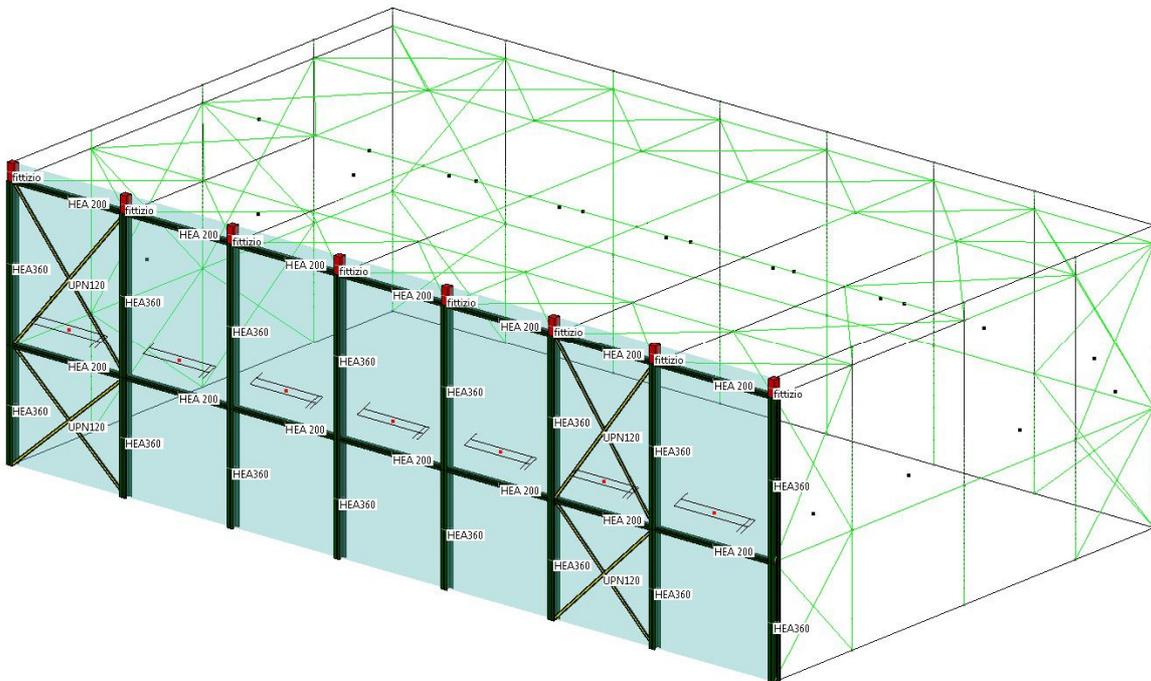
Auto PVR = % TR = anni
 Auto ag/g = Fo = Tc* = s

SLC

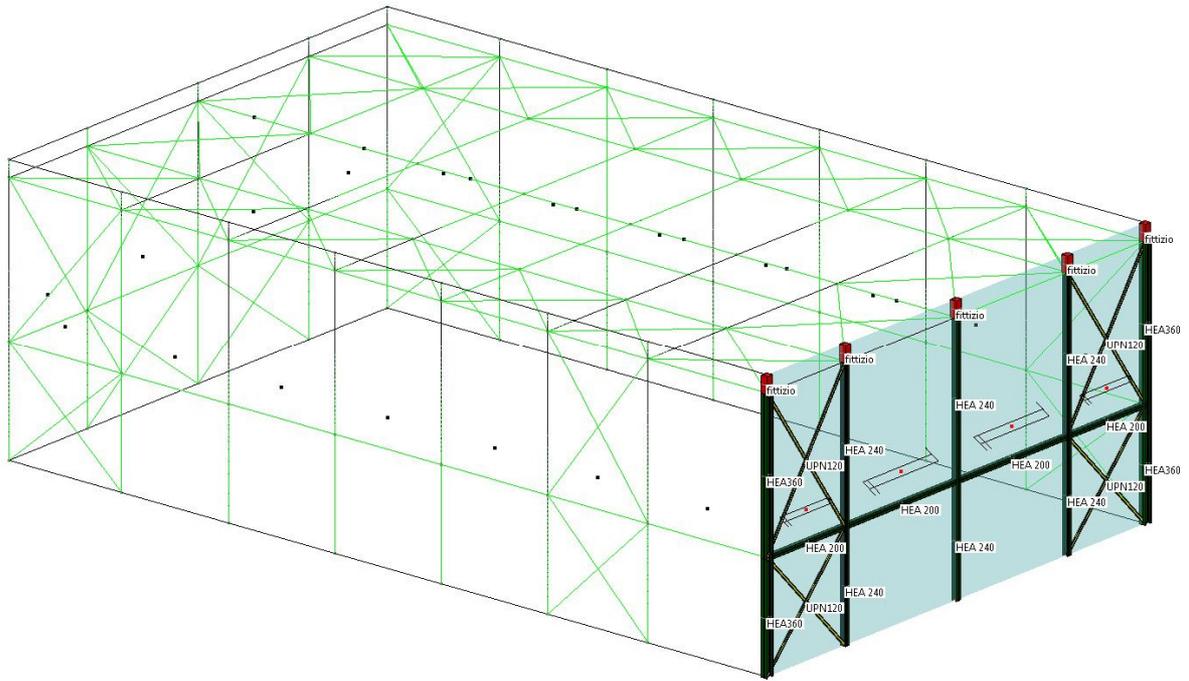
Auto PVR = % TR = anni
 Auto ag/g = Fo = Tc* = s



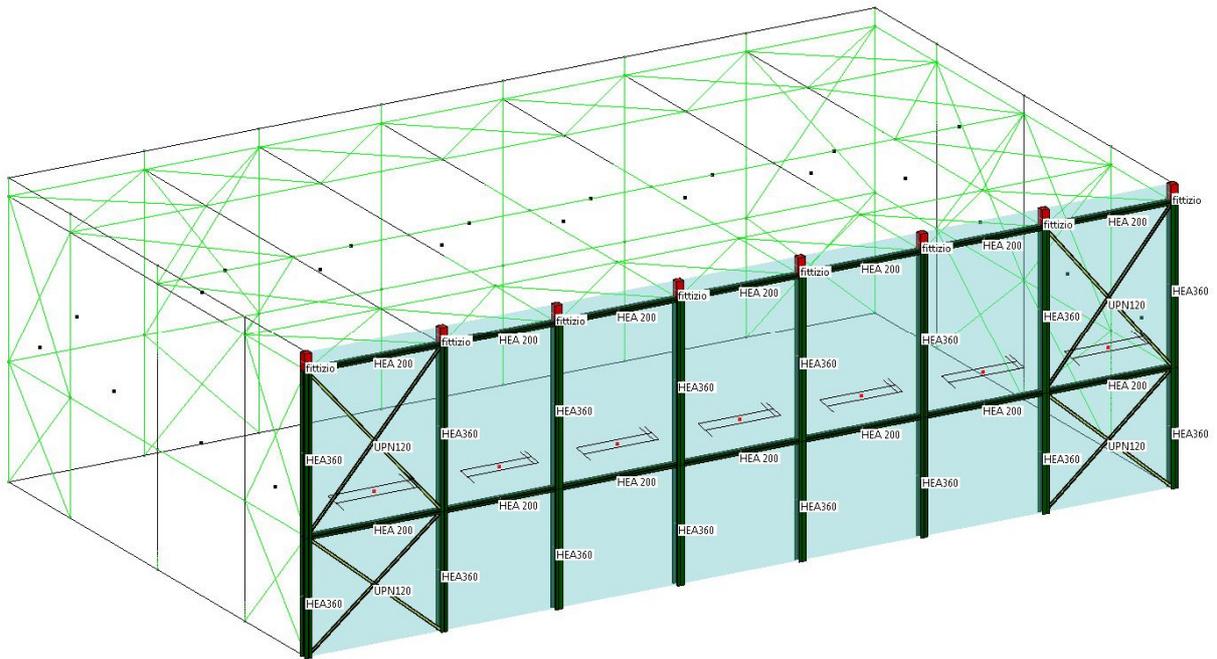
Vista solida edificio



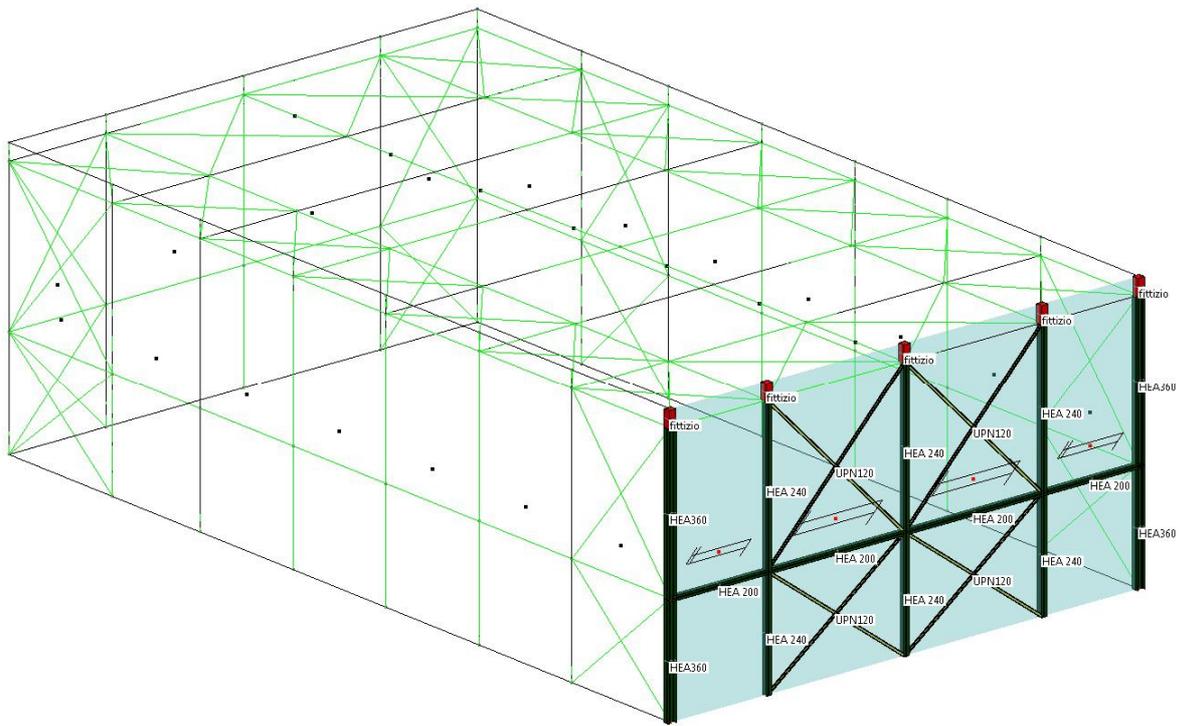
Vista laterale edificio – fronte Sud



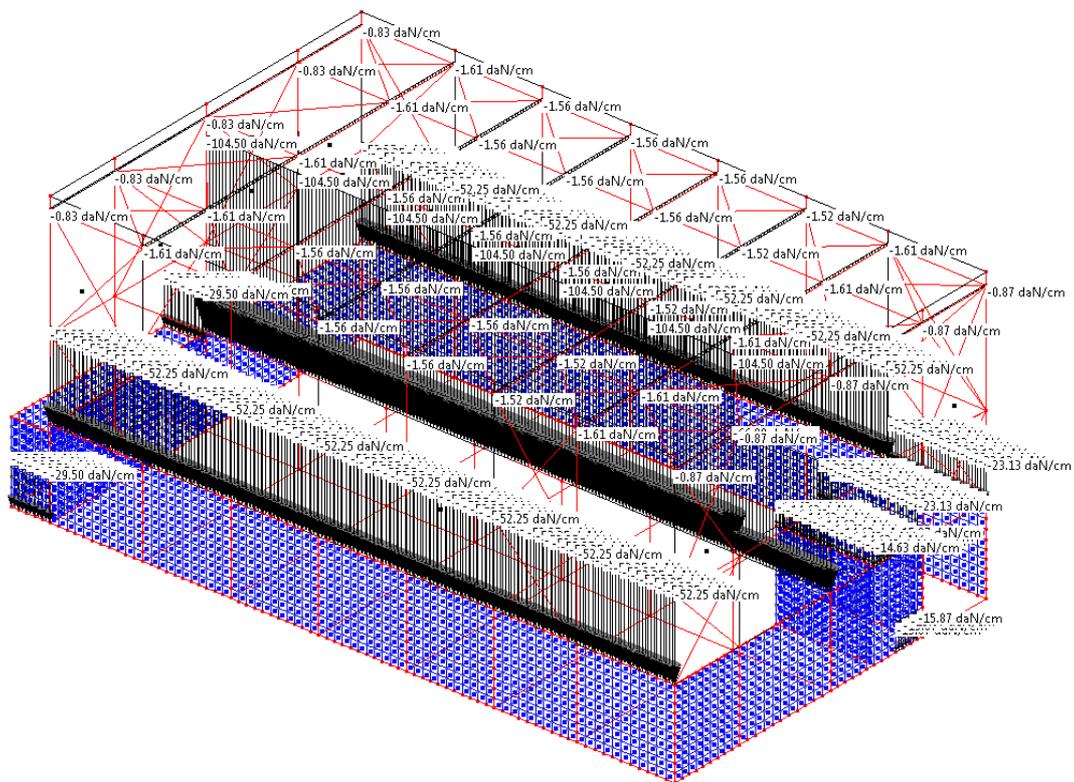
Vista laterale edificio – fronte Est



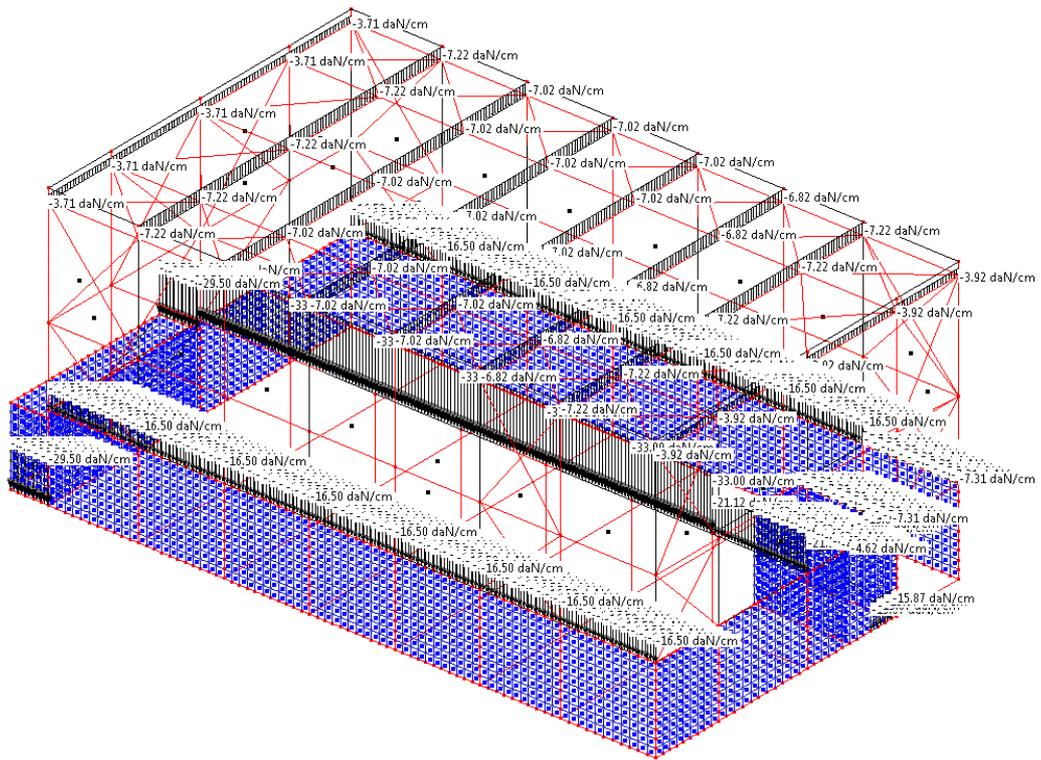
Vista laterale edificio – fronte Nord



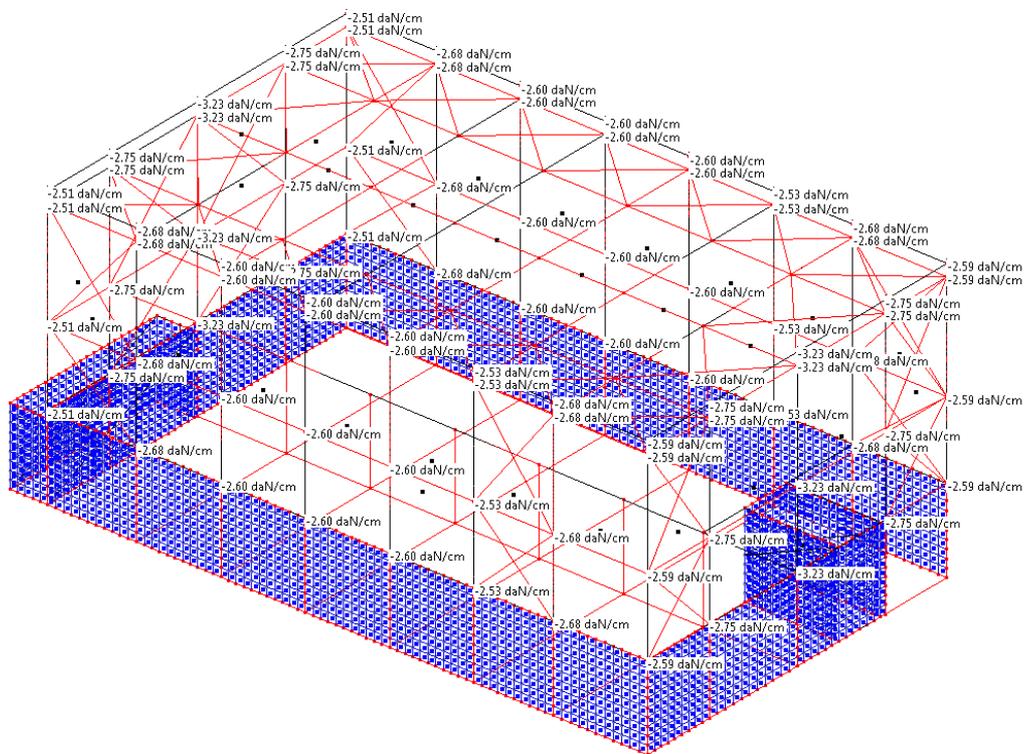
Vista laterale edificio – fronte Ovest



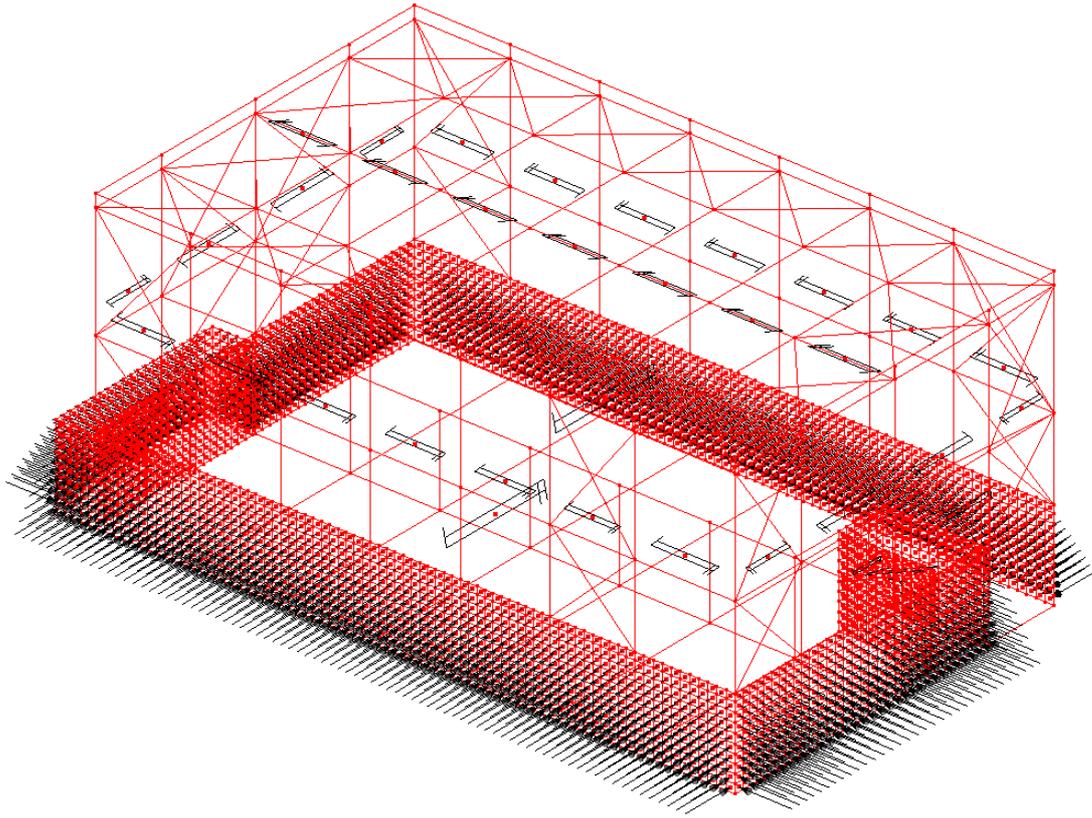
cdc 1 permanenti strutturali (in daN/cm);



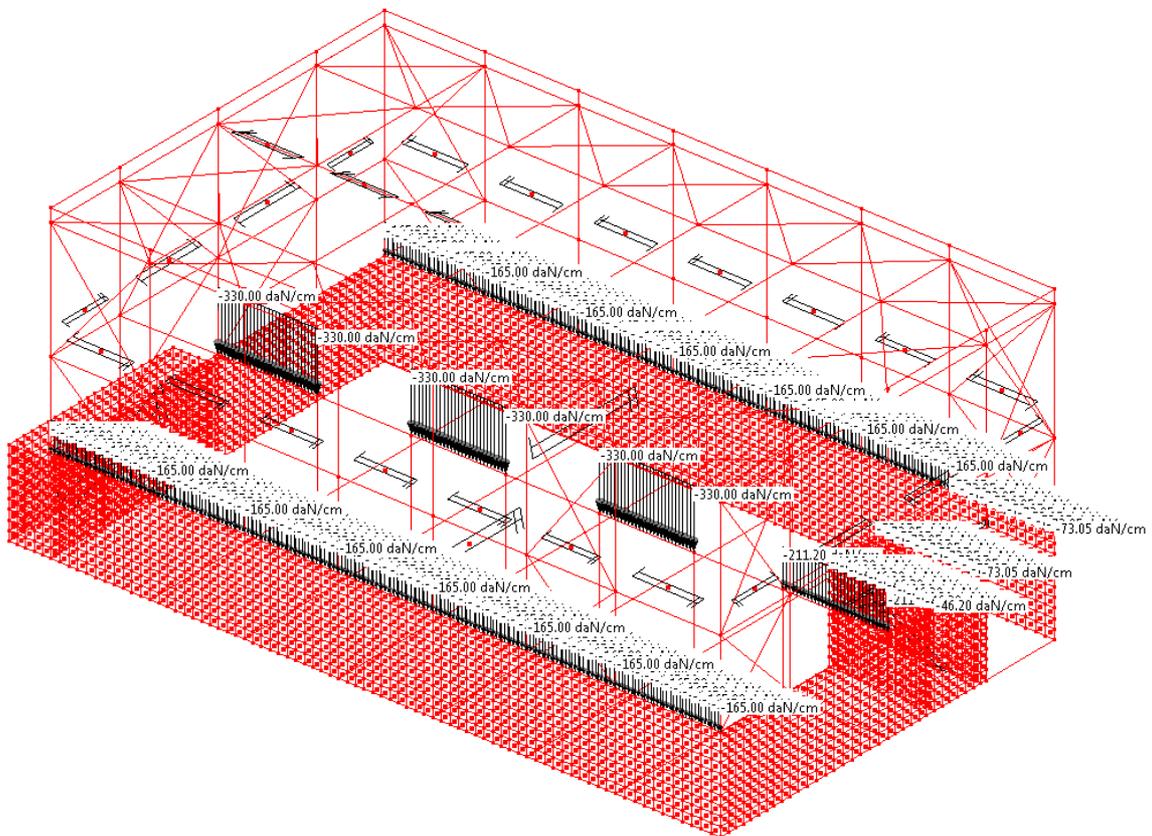
cdc 2 Sovraccarichi permanenti (in daN/cm);



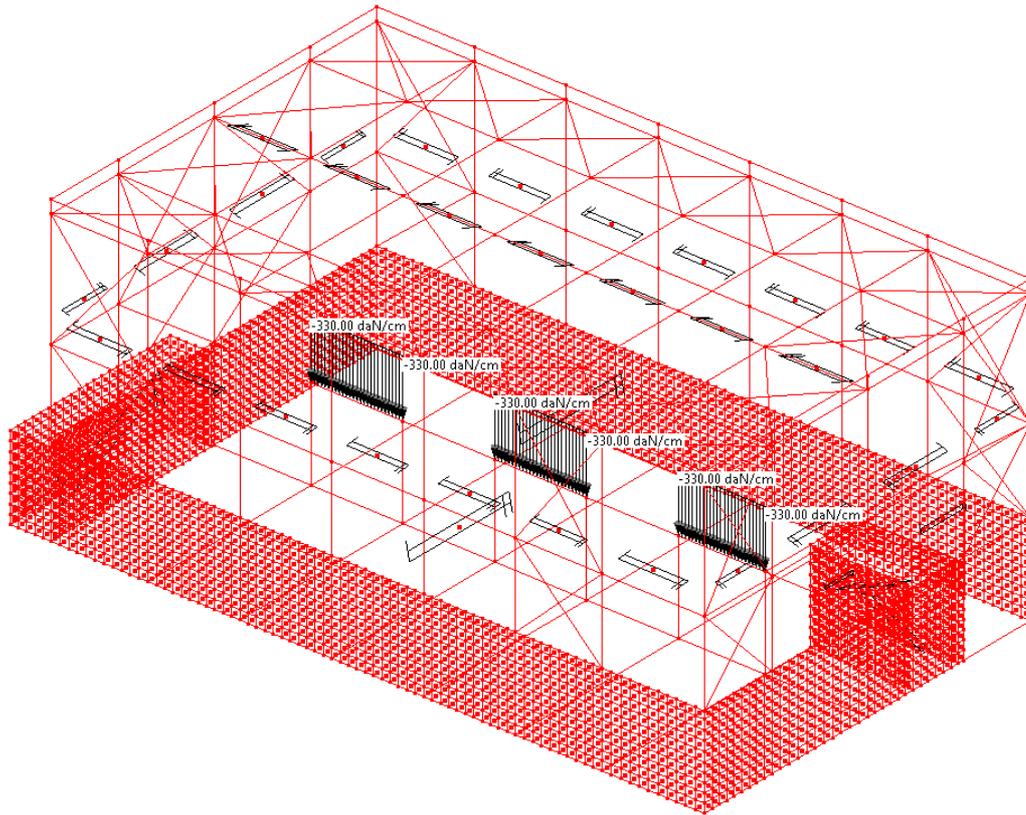
cdc 3 tamponamenti (in daN/cm);



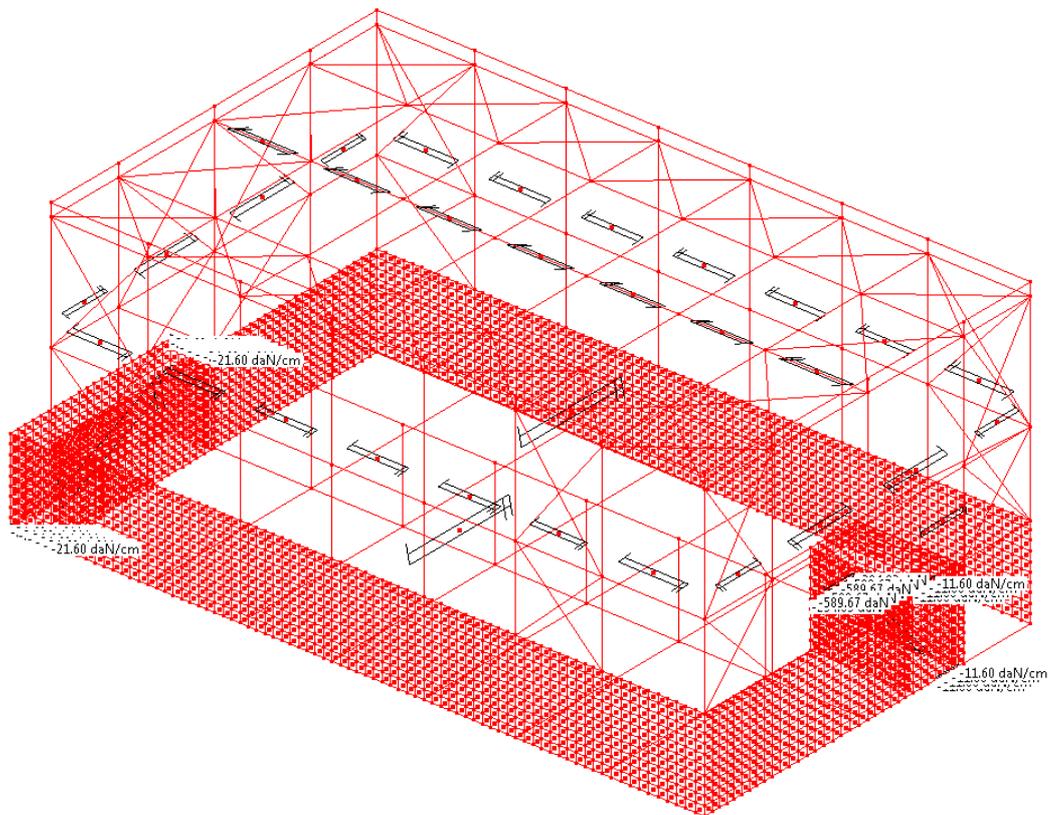
cdc 4 spinta terreno statica (daN/cm);



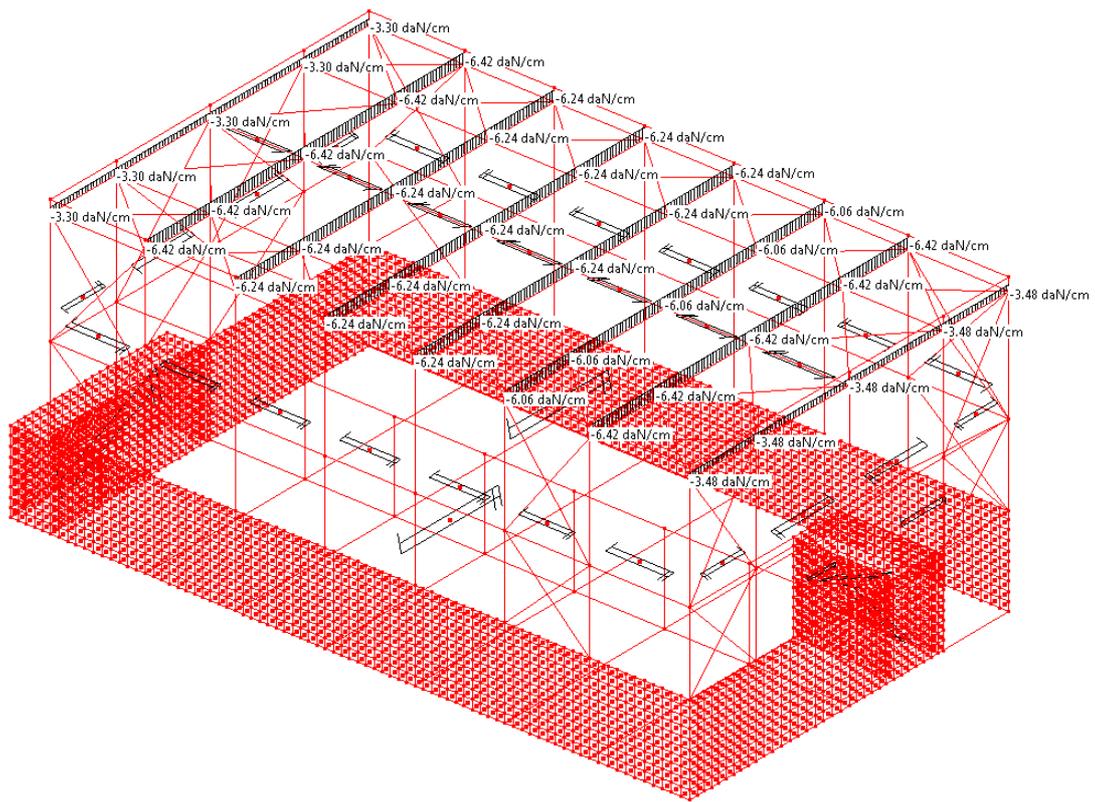
cdc 5 sovraccarico accidentale scacc. A (daN/cm);



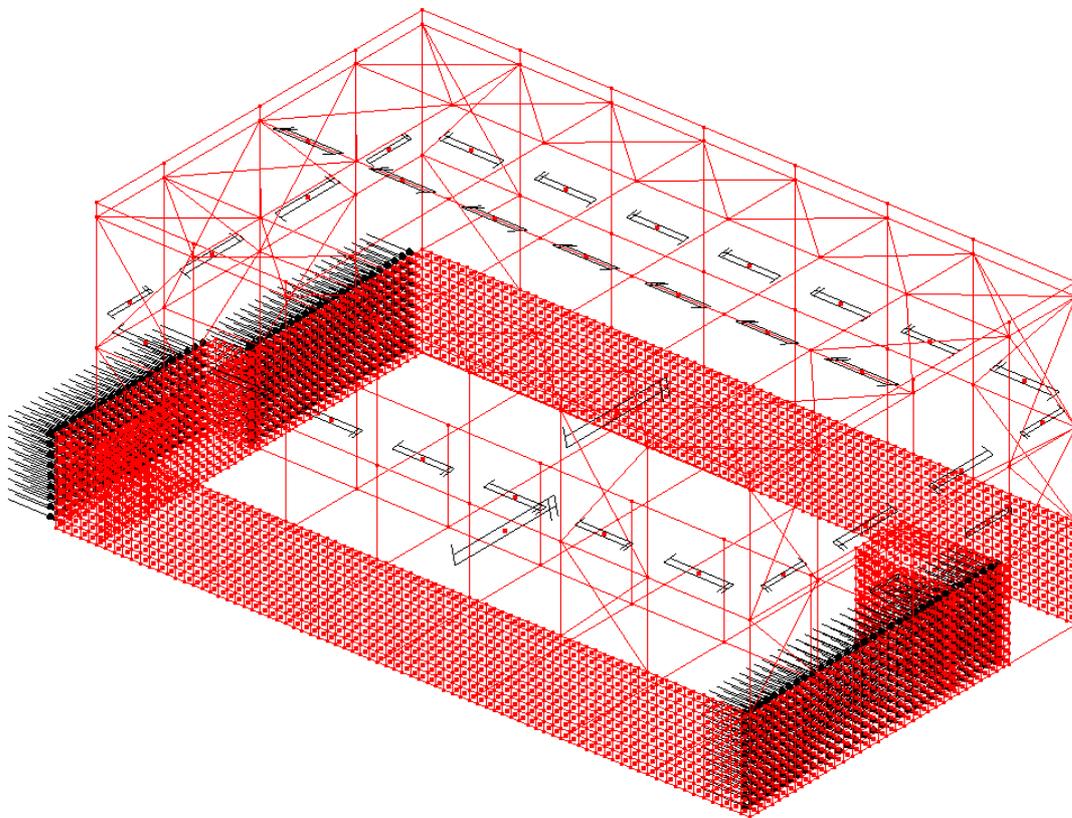
cdc 6 sovraccarico accidentale scacc. B (daN/cm);



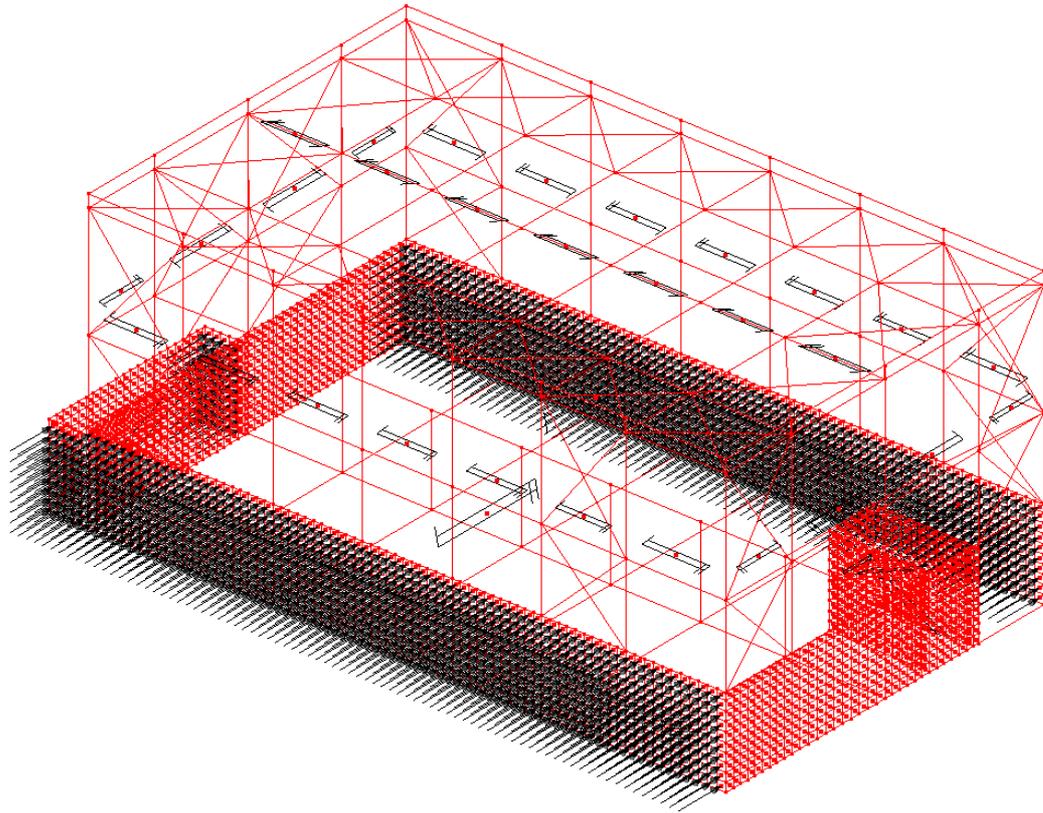
cdc 7 sovraccarico accidentale scala (daN/cm);



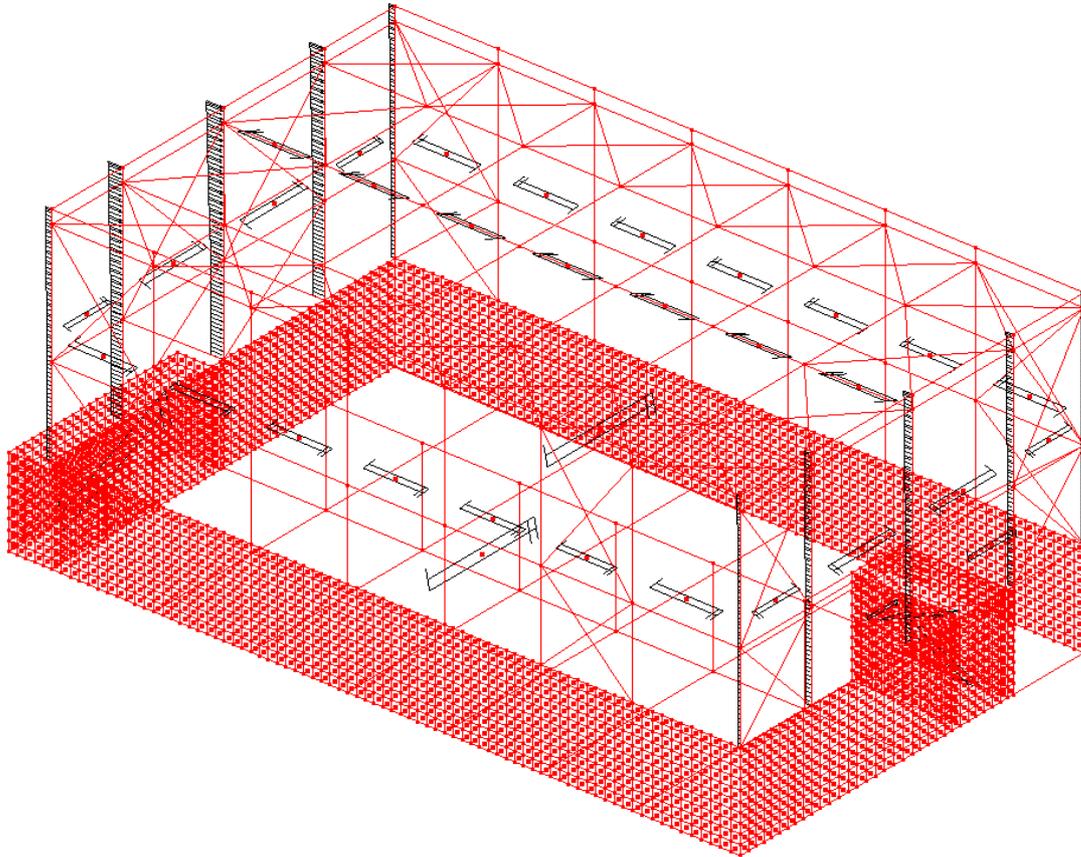
cdc 8 sovraccarico accidentale neve (daN/cm);



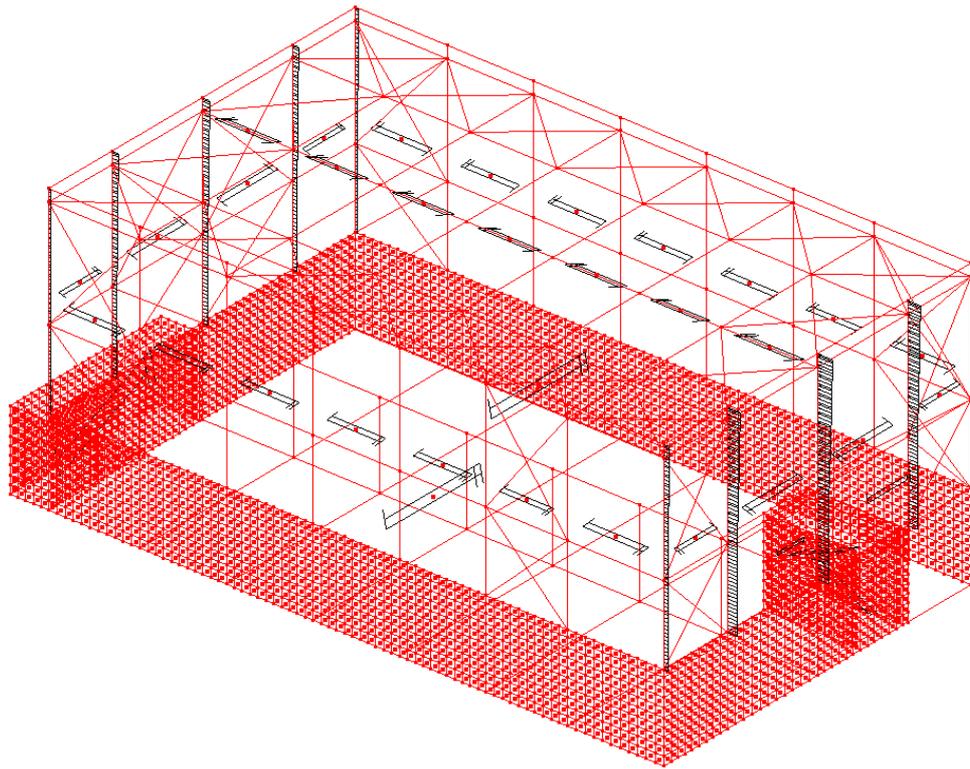
cdc 9 spinta terreno sisma X (daN/cm);



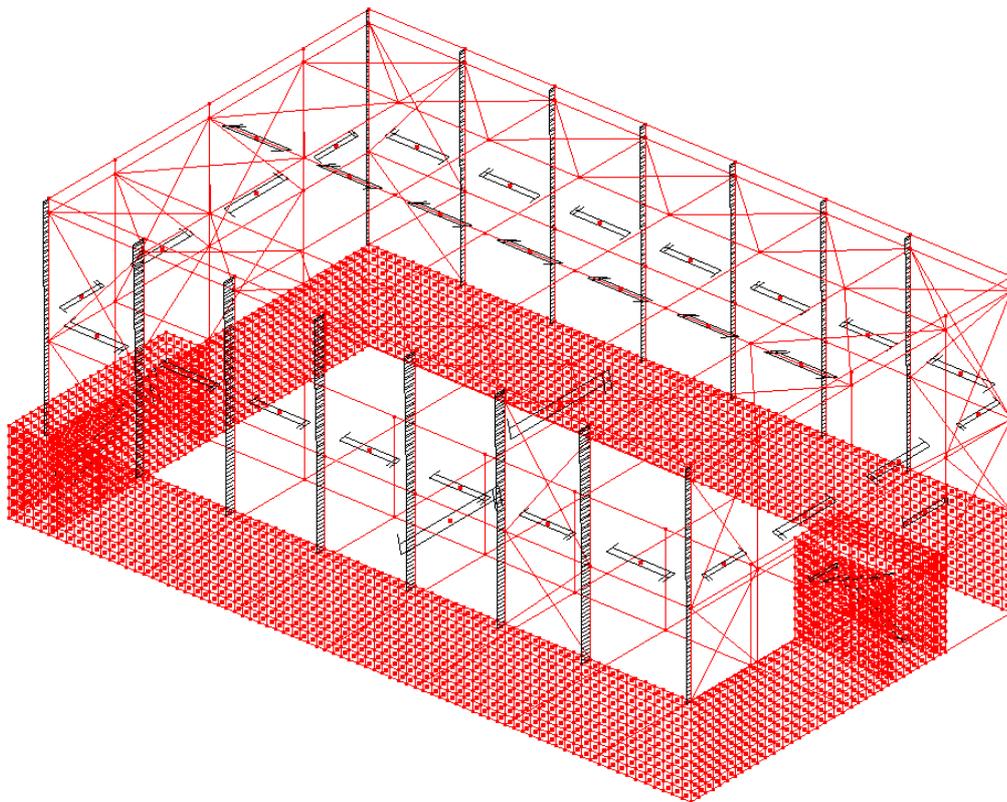
cdc 10 spinta terreno sisma Y (daN/cm);



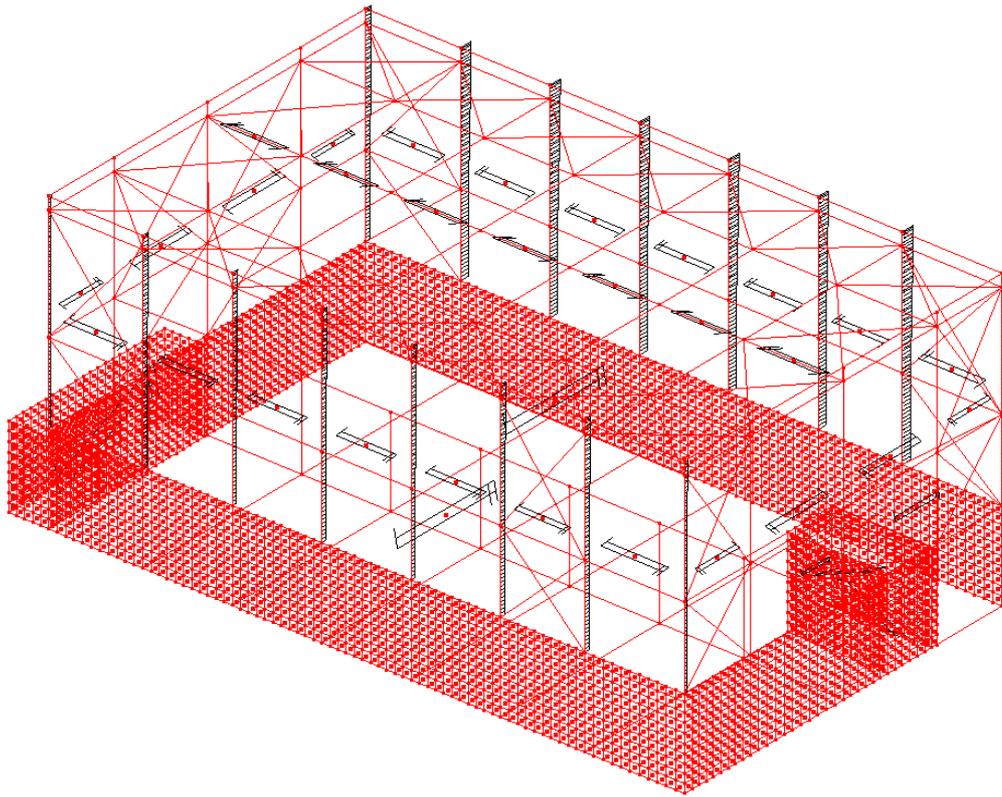
cdc 11 vento +X



cdc 12 vento -X



cdc 13 vento +Y



cdc 14 vento -Y

E. DESCRIZIONE DEI MATERIALI

La scelta dei materiali è finalizzata a garantire la necessaria durabilità delle caratteristiche fisiche e meccaniche per tutta la vita utile prevista per la struttura.

CEMENTO ARMATO

Per le opere di cemento armato in fondazione e in elevazione sono previsti i seguenti materiali:

- Calcestruzzo classe C30/37 (classe di esposizione ambientale XC2, in conformità con la UNI EN 206-1: 2006)
- Acciaio in barre tonde ad aderenza migliorata B 450 C controllato in cantiere

ACCIAIO

Per le opere in acciaio di nuova realizzazione (profilati, IPE, HE, UPN, tondi, piatti e piastrame), si sono considerate le seguenti caratteristiche:

- Acciaio S 275

Per le opere in acciaio di nuova realizzazione (tubolari), si sono considerate le seguenti caratteristiche:

- Acciaio S 235

LEGNO

Per le opere in legno di nuova fornitura, si sono considerate le seguenti caratteristiche:

- Legno lamellare di Conifera - Classe di resistenza GL24h

STRUTTURE DI FONDAZIONE IN C.A.

Si definisce una classe di esposizione ambientale XC2.

Rapporto A/C max

0.6

Contenuto minimo di cemento	300 daN/m ³
Classe di resistenza minima (N/mm ²)	C25/30
Copriferro minimo (mm)	25

CALCESTRUZZO CLASSE C30/37

Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck}=300 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck}=370 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} = 29 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 20 \text{ daN/cm}^2$
Valore medio modulo di elasticità normale	$E=328365 \text{ daN/cm}^2$
Valore medio modulo di elasticità tangenziale	$G=136819 \text{ daN/cm}^2$

ACCIAIO B450C

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 5400 \text{ daN/cm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$
Valore medio modulo di elasticità normale	$E=2000000 \text{ daN/cm}^2$
Valore medio modulo di elasticità tangenziale	$G=769231 \text{ daN/cm}^2$

ACCIAIO S275

Tensione caratteristica di sverramento	$f_{yk}=2750 \text{ daN/cm}^2$
Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{tk}=4300 \text{ daN/cm}^2$
Modulo elastico	$E=2100000 \text{ daN/cm}^2$

ACCIAIO S235

Tensione caratteristica di sverramento	$f_{yk}=2350 \text{ daN/cm}^2$
Tensione caratteristica di rottura a trazione	$f_{tk}=3600 \text{ daN/cm}^2$
Modulo elastico	$E=2100000 \text{ daN/cm}^2$

LEGNO LAMELLARE DI CONIFERA- CLASSE DI RESISTENZA GL24H

Resistenza caratteristica a flessione	$f_{m,k} = 240 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica a taglio	$f_{v,k} = 22 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione	$f_{c,0,k} = 210 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{t,0,k} = 140 \text{ daN/cm}^2$
Modulo di elasticità medio // fibre	$E_{0,mean}=116000 \text{ daN/cm}^2$
Modulo di elasticità caratteristico // fibre	$E_{0,05}=94000 \text{ daN/cm}^2$
Modulo di elasticità tangenziale medio	$G_{mean}=5900 \text{ daN/cm}^2$

F. CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Il modello della struttura è tridimensionale per rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza.

Per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa viene attribuita una eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo pari a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti.

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti di tipo shell-beam sottoposto ad analisi dinamica lineare.

È stato assunto un fattore di struttura pari a 1.

Per determinare gli effetti dell'azione sismica si utilizza nel caso in esame l'analisi modale con spettro di risposta, che consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale)

- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati,
- nella combinazione di questi effetti.

Sono stati presi in considerazione tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo (CQC).

Oltre alle necessarie verifiche degli elementi strutturali agli SLU prescritti dalle normative, saranno condotte le verifiche agli SLE relativamente a danneggiamenti locali che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto, a spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione o compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti e macchinari.

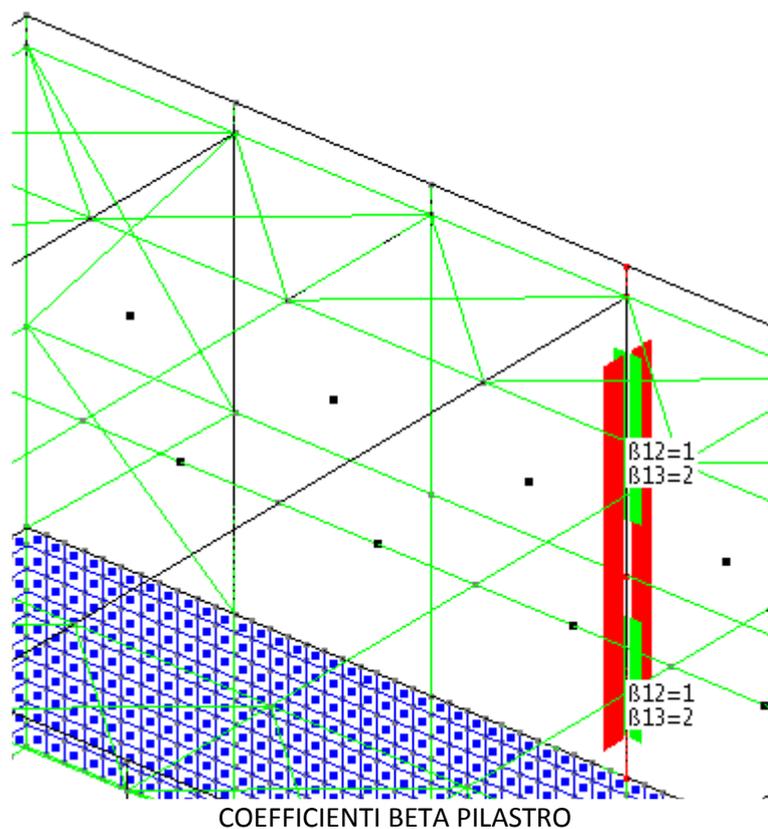
Al fine di limitare i danni agli elementi non strutturali e agli impianti (punto 7.3.6.1 delle <2>) tali da impedire la funzionalità dell'edificio, per i terremoti di medio-bassa intensità, è stato controllato che gli spostamenti relativi dei nodi di interpiano risultino minori o uguali a 0.01 h.

In ambito statico, è stato controllato che gli spostamenti laterali alla sommità delle colonne per le combinazioni caratteristiche delle azioni si limitino ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio da valutarsi in funzione degli effetti sugli elementi portati, della qualità del comfort richiesto alla costruzione e delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti. Per edifici industriali monopiano senza carroponte, tale limitazione corrisponde a 1/150 dell'altezza (§4.2.4.2.2 delle <2>).

L'analisi strutturale è stata svolta su un modello di elementi finiti sottoposto ad analisi dinamica lineare.

Lo schema statico delle colonne perimetrali è quello di mensola nella direzione trasversale e di telaio in quella longitudinale (configurazione resa possibile dalla presenza di controventi di parete perimetrali).

Pertanto la lunghezza libera di inflessione nelle colonne corrisponde, nelle varie tipologie, a quanto riportato in figura con i rispettivi coefficienti $\beta_{13}=2$ (schema a mensola) e $\beta_{12}=1.0$ (schema a telaio):



Sono stati indagati i seguenti Stati limite per le strutture in c.a. di fondazione:
SLU STR sugli elementi di fondazione
SLU GEO per gli elementi di fondazione (in approccio 2 come da par. 2.6.1. NTC 2018)
SLE verifiche delle tensioni di esercizio e verifiche di fessurazione.

Sono stati indagati i seguenti Stati limite per le strutture in acciaio in elevazione:
SLU STR sulle membrature
SLE verifiche agli spostamenti laterali (Tab. 4.2.XIII delle <2>) e agli spostamenti verticali (Tab. 4.2.XII delle <2>).

Per la modellazione è stato utilizzato il solutore agli Elementi Finiti Xfinest 11 (elaborato da CEAS Centro di Analisi Strutturale, viale Giustiniano 10 - 20129 Milano), con interfaccia CMP, versione 30.0.2.3 (prodotto da CAIREPRO s.c. via Gandhi, 1 - 42100 Reggio Emilia). In allegato si riporta la dichiarazione di affidabilità del codice di calcolo redatta dal produttore.

G. CRITERI DI VERIFICA AGLI S.L. INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA

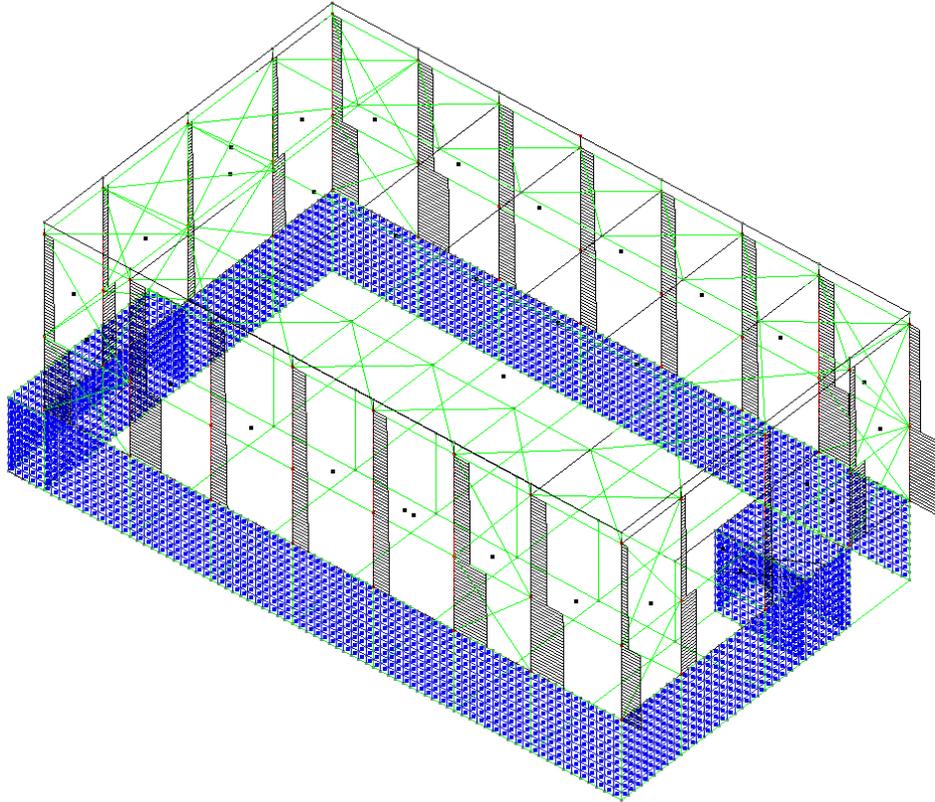
Sono stati considerati gli Stati Limite SLV relativi alla Resistenza delle strutture e alla Resistenza del sistema fondazione-terreno.

Nell'ambito degli SLE degli elementi strutturali si sono effettuati i controlli rispettivamente in termini di resistenza, di fessurazione e di deformazione (per la parte in elevazione).

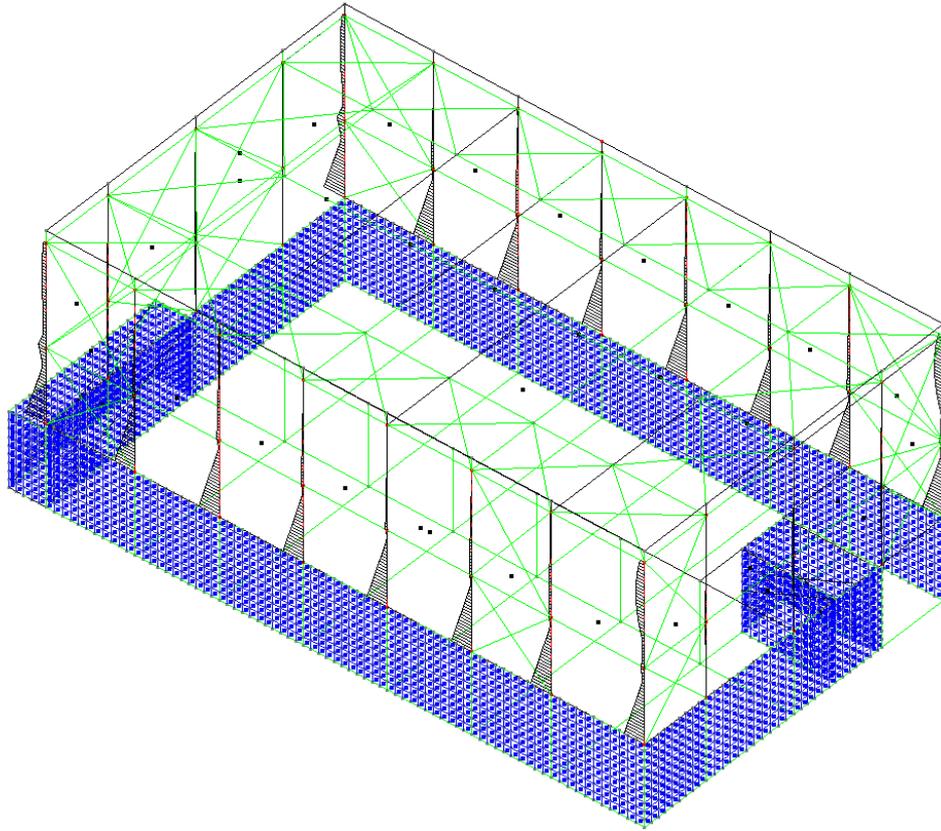
H. RISULTATI DELL'ANALISI

H.1 DEFORMATE E SOLLECITAZIONI

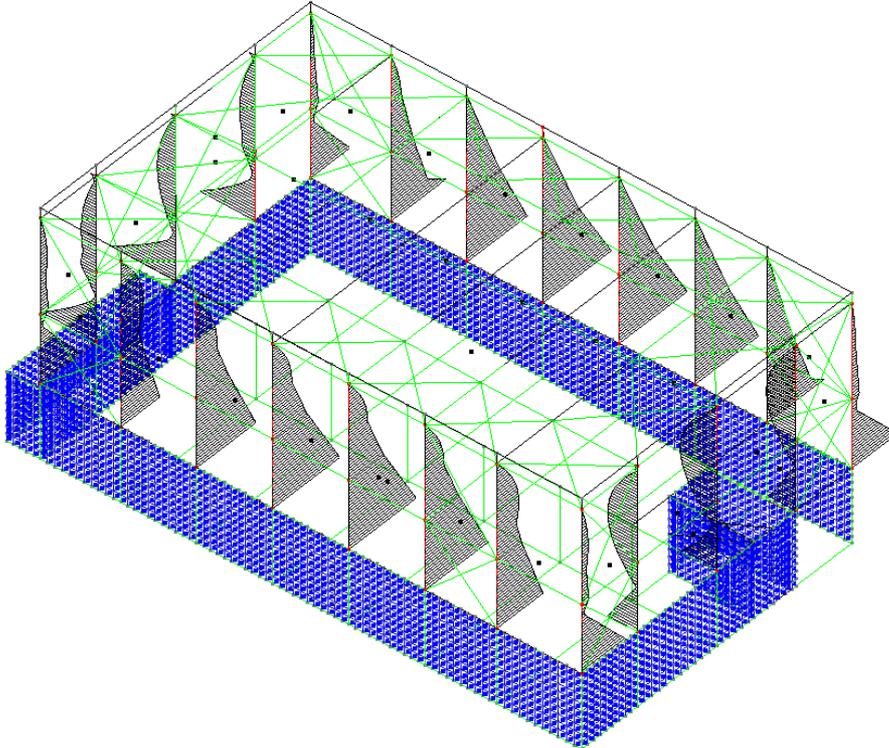
Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura in termini di stati di sollecitazione e di deformazione.



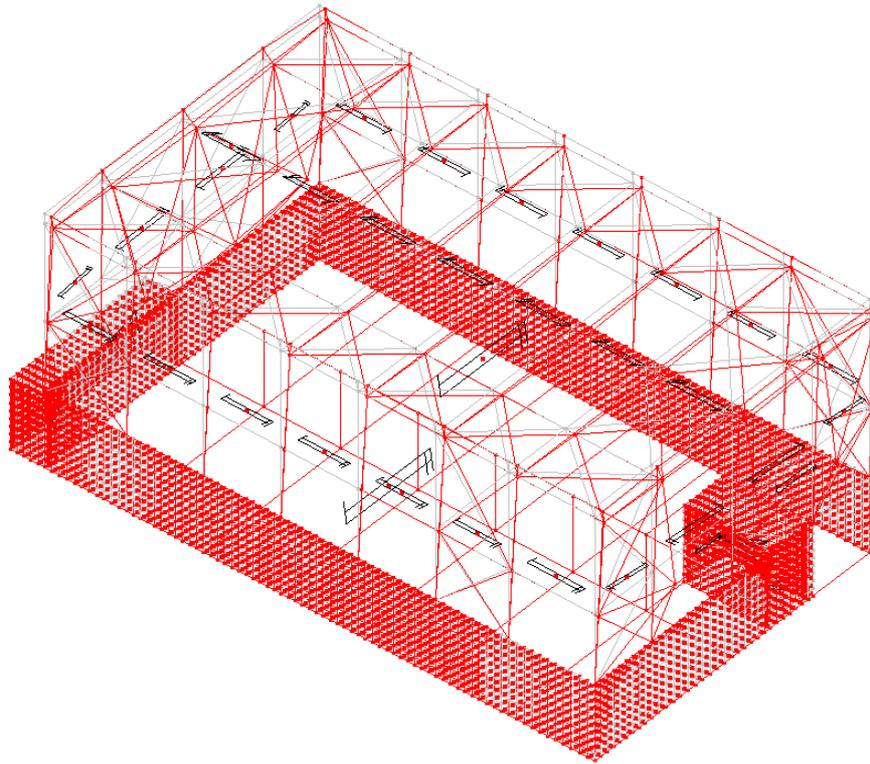
SL18 STR SLV Sollecitazioni Nmin



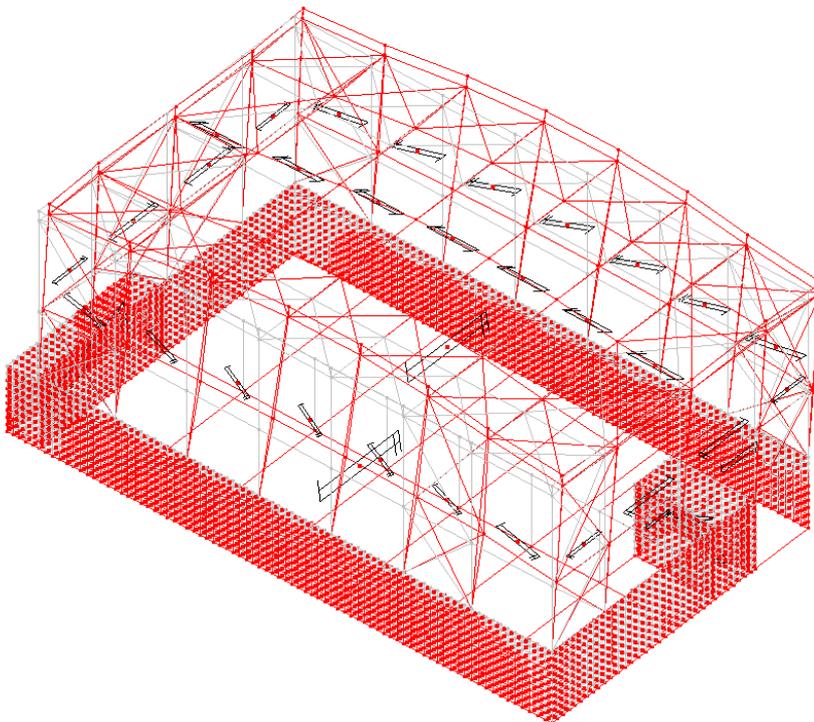
SL18 STR SLV Sollecitazioni M12 min



SL18 STR SLV Sollecitazioni M13 min



Deformata Vento +X



Deformata Vento +Y

H.2 SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA

Vengono riportati i principali risultati delle verifiche di sicurezza:

H.2.1 PREDIMENSIONAMENTO COPERTURA LEGNO R30

- TRAVETTI 14x28 cm – legno lamellare di conifera - Classe di resistenza GL24h**

Schema statico

Trave appoggiata a una campata

Luce di calcolo massima

$l=575$ cm

Interasse elementi strutturali

$i=110$ cm

TRAVETTI	14x28 cm	lamellare	GL24h
caratt. sezione		$f_{m,k}$	240 daN/cm ²
base	14 cm	$f_{v,k}$	27 daN/cm ²
altezza	28 cm	E_m	116000 daN/cm ²
A	392 cm ²	K_{mod}	0,8
W	1829 cm ³	γ_m	1,45
J	25611 cm ⁴	F.C.	1
		$f_{m,d}$	132 daN/cm ²
		$f_{v,d}$	14,9 daN/cm ²
comb. carichi		coeff. carichi	
perm. strutt.	30 daN/m ²	γ_{G1}	1,30
perm. non strutt.	135 daN/m ²	γ_{G2}	1,50
acc.	120 daN/m ²	γ_{Q1}	1,50
Fd	422 daN/m ²	Classe servizio	1
area d'influenza	1,10 m	K_{def}	0,6
carico ml	464 daN/ml	Ψ_2	0
luce	5,75 m		
calcolo sollecitazioni			
momento	1916 daNm		
taglio	1333 daN		
verifica resistenza			
$\sigma_{m,d}$	105 daN/cm ²		
$\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0,79 < 1	VERIFICATO	
τ_d	5,1 daN/cm ² < $f_{v,d}$	VERIFICATO	
verifica deformabilità			
carico caratteristico			
$Q_{es,perm}$	182 daN/ml		
$Q_{es,acc}$	132 daN/ml		
$f_{1,ist}$	0,87 cm		

$f_{2,ist}$	0,63 cm				
$f_{max,ist}$	1,50 cm \Rightarrow	L/ 383	<	<L/300	VERIFICATO
$f_{1,fin}$	1,39				
$f_{2,fin}$	0,63				
f_{tot}	2,02 cm \Rightarrow	L/ 284	<	<L/200	VERIFICATO

TRAVETTI	14x28 cm - R30			lamellare	GL24h
caratt. sezione		sez. ridotta		$f_{m,k}$	240 daN/cm ²
base	14 cm	8,40		$f_{v,k}$	27 daN/cm ²
altezza	28 cm	25,2		E_m	116000 daN/cm ²
A	392 cm ²	211,68		K_{mod}	0,8
W	1829 cm ³	889		γ_m	1,45
J	25611 cm ⁴			F.C.	1
				$f_{m,d}$	132 daN/cm ²
				$f_{v,d}$	14,9 daN/cm ²
comb. carichi				coeff. carichi	
perm. strutt.	30 daN/mq			γ_{G1}	1,30
perm. non strutt.	135 daN/mq			γ_{G2}	1,50
acc.	120 daN/mq			γ_{Q1}	1,50
Fd	422 daN/mq	241,5		Classe servizio	1
area d'influenza	1,10 m			K_{def}	0,6
carico ml	464 daN/ml	265,65		Ψ_2	0
luce	5,75 m			d0	7
				K0	1
calcolo sollecitazioni				β_n	0,7
momento	1098 daNm			t	30
taglio	764 daN			Ψ_{20}	0
verifica resistenza					
$\sigma_{m,d}$	123 daN/cm ²				
$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$	0,93 <	1		VERIFICATO	
τ_d	5,4 daN/cm ²	<	$f_{v,d}$	VERIFICATO	

• **TRAVE 25x170 cm – legno lamellare di conifera - Classe di resistenza GL24h**

Schema statico

Trave appoggiata a una campata

Luce di calcolo massima

l=2190 cm

Interasse elementi strutturali

i=535 cm

TRAVE	25x170 cm			lamellare	GL24h
caratt. sezione				$f_{m,k}$	240 daN/cm ²
				$f_{v,k}$	27 daN/cm ²

base	25	cm		E_m	116000	daN/cmq
altezza	170	cm		K_{mod}	0,8	
A	4250	cm ²		γ_m	1,45	
W	120417	cm ³		F.C.	1,0	
J	10235417	cm ⁴		$f_{m,d}$	132	daN/cmq
p.p.	272	daN/m		$f_{v,d}$	14,9	daN/cmq
comb. carichi				coeff. carichi		
perm. strutt.	30	daN/mq		γ_{G1}	1,30	
perm. non strutt.	135	daN/mq		γ_{G2}	1,50	
acc.	120	daN/mq		γ_{Q1}	1,50	
Fd	422	daN/mq		Classe servizio	1	
area di influenza	5,35	m		K_{def}	0,6	
carico ml	2609	daN/ml		Ψ_2	0	
luce	21,90	m				
calcolo sollecitazioni						
momento	156390	daNm				
taglio	28564	daN				
verifica resistenza						
$\sigma_{m,d}$	130	daN/cmq				
$\sigma_{m,d} / f_{m,d}$	0,98	<	1	VERIFICATO		
τ_d	10,1	daN/cmq	<	$f_{v,d}$	VERIFICATO	
verifica deformabilità						
carico caratteristico						
$Q_{es,perm}$	1155	daN/ml				
$Q_{es,acc}$	642	daN/ml				
$f_{1,ist}$	2,91	cm				
$f_{2,ist}$	1,62	cm				
$f_{max,ist}$	4,53	cm \Rightarrow	L/ 483	<	<L/300	VERIFICATO
$f_{1,fin}$	4,66					
$f_{2,fin}$	1,62					
f_{tot}	6,28	cm \Rightarrow	L/ 349	<	<L/200	VERIFICATO
TRAVE	25x170 cm - R30			lamellare	GL24h	
caratt. sezione			sez. ridotta	$f_{m,k}$	240	daN/cmq
base	25	cm	19,4	$f_{v,k}$	27	daN/cmq
altezza	170	cm	167,2	E_m	116000	daN/cmq
A	4250	cm ²	3243,68	K_{mod}	0,8	
W	120417	cm ³	90390,5	γ_m	1,45	
J	10235417	cm ⁴		F.C.	1,0	
				$f_{m,d}$	132	daN/cmq

p.p.	272 daN/m	$f_{v,d}$	14,9 daN/cm ²
comb. carichi		coeff. carichi	
perm. strutt.	30 daN/m ²	γ_{G1}	1,30
perm. non strutt.	135 daN/m ²	γ_{G2}	1,50
acc.	120 daN/m ²	γ_{Q1}	1,50
Fd	422 daN/m ²		241,5
area d'influenza	5,35 m	Classe servizio	1
carico ml	2609 daN/ml	K_{def}	0,6
luce	21,90 m	Ψ_2	0
calcolo sollecitazioni		d0	7
momento	14478 daNm	k0	1
taglio	2644 daN	β_n	0,7
		t	30
		Ψ_{20}	0
verifica resistenza			
$\sigma_{m,d}$	16 daN/cm ²		
$\sigma_{m,d}/f_{m,d}$	0,12 < 1	VERIFICATO	
τ_d	1,2 daN/cm ² < $f_{v,d}$	VERIFICATO	

H.2.2 PREDIMENSIONAMENTO PILASTRI METALLICI: HEA 360

VERIFICHE

VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS

A seguito verranno indicate le verifiche più gravose per ogni sezione base o armatura

Descrizione set involuppi di verifica

Di seguito sono descritti i set involuppi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “~SL18”

E' costituito dai seguenti involuppi:

- Involuppi SLE Combinazione Q.Perm. secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE q.perm.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0

- Involuppi SLE Combinazione Frequente secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE freq.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE freq._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE freq._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell'involucro "~SL18 SLE freq."

Descrizione involucro "~SL18 SLE freq._1":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0.9	0.9
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0.9	0.9
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0.9	0.9
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0

Descrizione involucro "~SL18 SLE freq._2":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0.2	0.2
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0	0
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0

Descrizione involucro "~SL18 SLE freq._3":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0.2	0.2

- Involucri SLE Combinazione Rara secondo il DM 17/01/2018

Descrizione involucro "~SL18 SLE caratt."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involucro	~SL18 SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLE caratt._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involucro	~SL18 SLE caratt._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell'involucro "~SL18 SLE caratt."

Descrizione involucro "~SL18 SLE caratt._1":

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		1	1
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6

CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
Descrizione involuppo “~SL18 SLE caratt._2”:					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		1	1
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		1	1
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0.6	0.6
Descrizione involuppo “~SL18 SLE caratt._3”:					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		1	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		1	1
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		1	1
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	1	1
- Involuppi S.L.U. secondo il DM 17/01/2018					
Descrizione Involuppo “~SL18 STR SLV”					
Agisce su tutte le entità del modello.					
Condizioni di involuppo automatiche					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Descrizione degli involuppi contenuti nell’involuppo “~SL18 STR SLV”					
Descrizione involuppo “~SL18 STR SLV_1”:					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
Descrizione involuppo “~SL18 STR SLV_2”:					
n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0	1.5

CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	1.5
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	0.9

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0	1.5
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0	1.5
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 11St	vento +X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 12St	vento -X	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 13St	vento +Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5
CdC elem. 14St	vento -Y	Var.non Contemp.	3	0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz._1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		0	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		0	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		0	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0
CdC elem. 9St	spinta terreno sisma X	Var.non Contemp.	3	-1	1
CdC elem. 10St	spinte terreno sisma Y	Var.non Contemp.	4	-0.3	0.3
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	5	-1	1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	6	-0.3	0.3
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	6	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz._2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	perm. strutturali	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	perm. non strutturali	Permanente		0	1
CdC elem. 3St	tamponamenti	Permanente		0	1
CdC elem. 4St	spinta terreno statica	Permanente		0	1
CdC elem. 5St	acc. scacchiera A	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 6St	acc. scacchiera B	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 7St	acc. scala	Variabile		0.8	0.8
CdC elem. 8St	acc. neve	Variabile		0	0
CdC elem. 9St	spinta terreno sisma X	Var.non Contemp.	3	-0.3	0.3
CdC elem. 10St	spinte terreno sisma Y	Var.non Contemp.	4	-1	1
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	5	-0.3	0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	6	-1	1
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	6	-1	1

Verifiche S.L.U. acciaio

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo

- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo
- 18 involuppo che determina S1 massimo positivo
- 19 involuppo che determina S2 massimo negativo
- 20 involuppo che determina S2 massimo positivo
- 21 involuppo che determina S3 massimo negativo
- 22 involuppo che determina S3 massimo positivo
- 23 involuppo che determina S4 massimo negativo
- 24 involuppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V₁₂, V₁₃ = tagli agenti in direzione 2 e 3

M₁₂, M₁₃ = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi del paragrafo 4.2 del DM 17/01/2018 e del cap.6 di EN1993-1-1:2005.

In base alla classe della sezione (par.4.2.3.1 DM2018) si adotta la seguente metodologia di verifica:

Sezioni compatte: Classi 1-2, verifica plastica

Sezioni moderatamente snelle: Classe 3, verifica elastica

Sezioni snelle: Classe 4, non verificate; possono essere forzate ad essere considerate come sezioni di classe 3, con conseguente verifica elastica.

Le sezioni snelle sono soggette a fenomeni di imbozzamento locali, pertanto devono essere effettuate analisi locali sui singoli elementi costituenti la sezione (EN 1993-1-5), tali verifiche non sono eseguite in automatico da CMP.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CoeffRes = coeff. di sfruttamento di resistenza pari, per le classi 1 e 2, al massimo tra CoeffMN, CoeffV e CoeffT, mentre per le classi 3 e 4 è calcolato come rapporto tensionale elastico (eq.4.2.4 par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5) EC3).

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a pressoflessione deviata (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5,7) EC3))

CoeffV = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.6 EC3); le verifiche di resistenza al taglio sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali coeffV è calcolato come la somma del rapporto tra taglio agente e resistente in direzione 2 e 3, e le sezioni di classe 3 e 4, per le quali coeffV è calcolato come rapporto tensionale.

CoeffT = coefficiente di sfruttamento di resistenza a torsione (par. 4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.7 EC3)

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITÀ:

Per le verifiche di instabilità si usa sempre la sezione base.

CoeffN = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione (par.4.2.4.1.3.1 DM2018 e par.6.3.1 EC3)

CoeffNM12, CoeffNM13 = coefficiente di sfruttamento d'instabilità flessotorsionale piano 12 e 13 (par.4.2.4.1.3.2 DM2018 ed eq.6.61 e 6.62 par.6.3.3 EC3); per i fattori di interazione viene applicato l'Annex B dell'EC3.

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Lrif = lunghezza di riferimento per le verifiche di instabilità su cui si valuta la forma del diagramma del momento sia per il piano di sbandamento 12 e sia 13.

Per il momento M_{cr} del par.4.2.4.1.3.2 DM2018 (e par.6.3 EC3), poiché non è specificato come calcolarlo, si è adottato il metodo del par.4.3 del BS 5950-1:2000.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffN>1, CoeffNM12>1, CoeffNM13>1)

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLU”

Tipo Verifica: verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~ACCIAIO

Resistenza materiali per sezioni di Classe 1-2-3-4 per verifiche SLU (t = spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	f _y (t<40mm) (daN/cm ²)	f _y (t>40mm) (daN/cm ²)	γ _{M0}
n.3	S 275 E/2	2750	2550	1.05
n.29	S 275	2750	2550	1.05

Il CoeffV, per le sezioni di classe 1 e 2 e differenti da tubolari e a doppio T è valutato anche con il rapporto tensionale tangenziale elastico.

Beam n.34 - Sezione “HEA360 [HEA 360]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT		
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe					
Massimo CoeffMN:										
21	0.00	-66447.65		550.04	-498.84	-242747.90		376281.80	-28.92	0
0.3071	0.3071	0.0102	0.0002	1						
Massimo CoeffRes:										
21	0.00	-66447.65		550.04	-498.84	-242747.90		376281.80	-28.92	0
0.3071	0.3071	0.0102	0.0002	1						

Beam n.35 - Sezione "HEA360 [HEA 360]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT		
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe					
Massimo CoeffT:										
7	0.00	-13132.57		-72.42	1207.12	66654.23	-726182.62		-85.19	0
0.1702	0.1702	0.0168	0.0007	1						

Beam n.37 - Sezione "HEA360 [HEA 360]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT		
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe					
Massimo CoeffV:										
6	0.00	-26870.78		-4.93	3340.91	1016.47	-1028689.15		4.96	0
0.2464	0.2464	0.0452	0.0000	1						

Beam n.42 - Sezione "HEA 240 [HEA 240]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT		
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe					
Massimo CoeffMN:										
19	0.00	-15325.50		-0.23	-3781.34	0.00	888411.90		0.40	0
0.4970	0.4970	0.0993	0.0000	1						
Massimo CoeffV:										
5	0.00	-10817.31		-0.27	-3785.69	0.00	891824.87		0.00	0
0.4865	0.4865	0.0994	0.0000	1						
Massimo CoeffRes:										
19	0.00	-15325.50		-0.23	-3781.34	0.00	888411.90		0.40	0
0.4970	0.4970	0.0993	0.0000	1						

Beam n.328 - Sezione "HEA 240 [HEA 240]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (cm)	N (daN)	V12 (daN)	V13 (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	MT (daNcm)	ArmNMT		
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe					
Massimo CoeffT:										
7	0.00	-1525.65	-3.57	262.07	2351.09	-154079.71		-77.03	0	
0.0861	0.0861	0.0069	0.0015	1						

Verifica di Instabilità "~PressoFless.Acciaio SLU"

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~**ACCIAIO**

Resistenza materiali per instabilità delle membrature a SLU (con t spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	f_y (t<40mm) (daN/cm ²)	f_y (t>40mm) (daN/cm ²)	γ_{M1}
n.3	S 275 E/2	2750	2550	1.05
n.29	S 275	2750	2550	1.05

Beam n.34 - Sezione “HEA360 [HEA 360]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 1135 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{ab} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta “(A)”:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	2	1
Lunghezze effettive aste	476.5 cm	1135 cm	476.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	476.5 cm	2270 cm	476.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 39)	presente (A)	presente	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 225)	presente (A)	assente	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 64.1074

Snellezza sbandamento piano 13: 149.102

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffNM13:								
21	238.25	-66447.65		-242747.90		376281.80	0.6504 0.7595	0.4008 1
Massimo CoeffNM12:								
21	238.25	-66447.65		-242747.90		376281.80	0.6504 0.7595	0.4008 1

Beam n.39 - Sezione “HEA360 [HEA 360]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 1135 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{ab} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta “(A)”:

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	2	1
Lunghezze effettive aste	476.5 cm	1135 cm	476.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	476.5 cm	2270 cm	476.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 34)	presente (A)	presente	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 226)	presente (A)	assente	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 64.1074

Snellezza sbandamento piano 13: 149.102

Ver	Dist	N	M12	M13	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
-----	------	---	-----	-----	--------	-----------	-----------	--------

	(cm)	(daN)	(daNcm)	(daNcm)					
Massimo CoeffN:	1	238.25	-67890.94	245902.76	-127212.57	0.6645	0.7343	0.3617	1

Beam n.197 - Sezione "HEA 240 [HEA 240]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 1135 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	476.5 cm	1135 cm	476.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	476.5 cm	1135 cm	476.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 74)	presente	presente	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 4712)	presente	assente	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 79.377

Snellezza sbandamento piano 13: 112.918

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
-----	-----------	---------	-------------	-------------	--------	-----------	-----------	--------

Massimo CoeffN:	1	238.25	-38565.10	13118.11	10644.79	0.4493	0.4635	0.3417	1
-----------------	---	--------	-----------	----------	----------	--------	--------	--------	---

Beam n.199 - Sezione "HEA 240 [HEA 240]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 1135 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	476.5 cm	1135 cm	476.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	476.5 cm	1135 cm	476.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 73)	presente	presente	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 4711)	presente	assente	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 79.377

Snellezza sbandamento piano 13: 112.918

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
-----	-----------	---------	-------------	-------------	--------	-----------	-----------	--------

Massimo CoeffNM12:	9	238.25	-36102.14	-13294.86	165814.57	0.4206	0.4879	0.3982	1
--------------------	---	--------	-----------	-----------	-----------	--------	--------	--------	---

Beam n.332 - Sezione "HEA 240 [HEA 240]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 cm; 0 cm

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 1135 cm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	658.5 cm	1135 cm	658.5 cm
Lunghezze libere di inflessione	658.5 cm	1135 cm	658.5 cm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 4713)	presente	assente	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 66)	presente	presente	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 109.695

Snellezza sbandamento piano 13: 112.918

Ver	Dist (cm)	N (daN)	M12 (daNcm)	M13 (daNcm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe	
Massimo CoeffNM13:									
17	329.25	-12237.10		-86.91	854886.41	0.1426	0.4553	0.6681	1

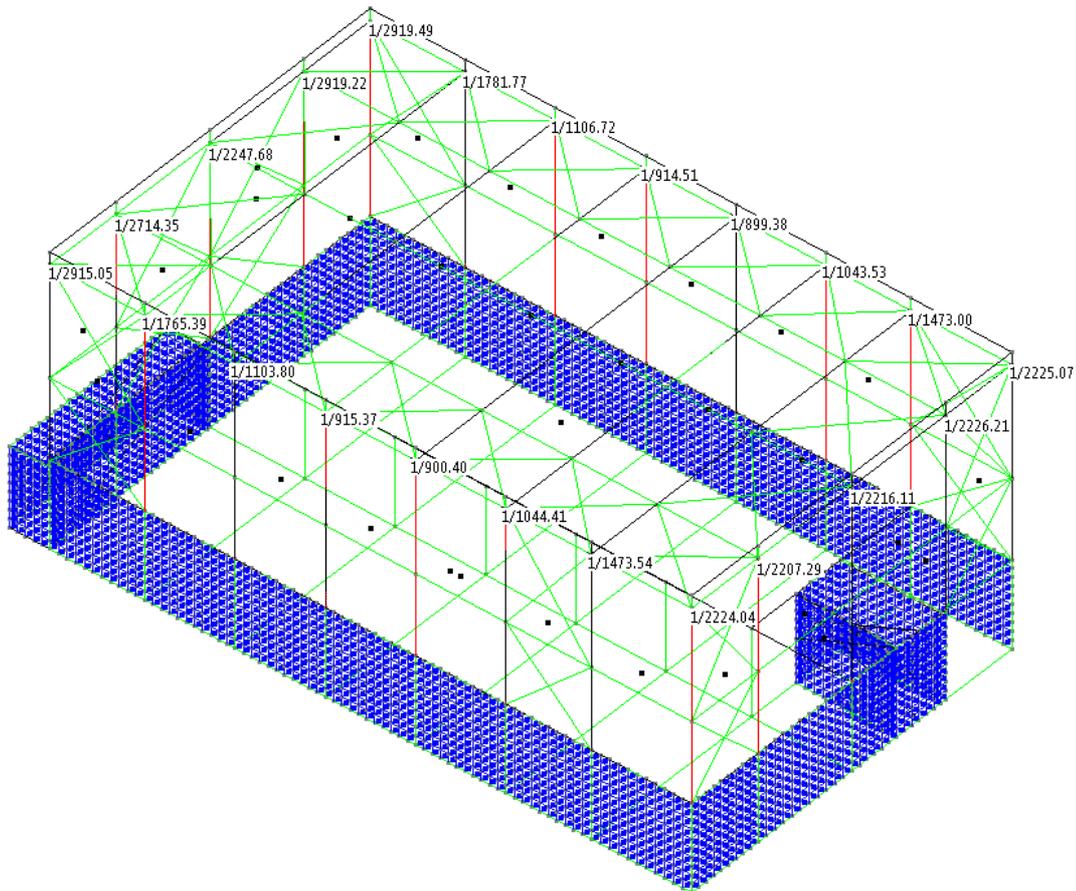
H.2.2.1 VERIFICA DI DEFORMABILITA' PILASTRI

SPOSTAMENTI LATERALI

Negli edifici industriali monopiano senza carroponte, si assume che gli spostamenti laterali alla sommità delle colonne per le combinazioni caratteristiche delle azioni, si limitino ad una frazione dell'altezza della colonna (nel caso, corrispondente con l'altezza complessiva dell'edificio), pari a $1/150$ (§4.2.4.2.2 delle NTC2018).

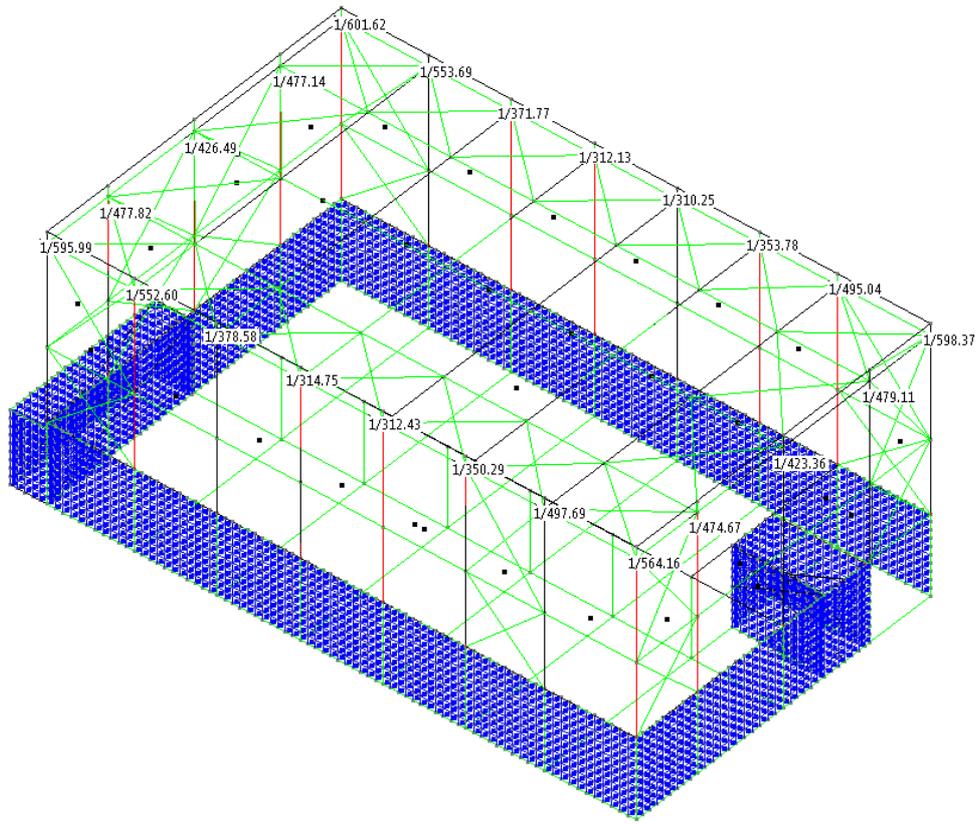
Al fine di limitare i danni agli elementi non strutturali e agli impianti (punto 7.3.6.1 delle <2>) tali da impedire la funzionalità dell'edificio, per i terremoti di medio-bassa intensità, è stato controllato che gli spostamenti relativi dei nodi di interpiano risultino minori o uguali a $0.01 h$.

SLE



Deformata XY

SISMA



Deformata XY