**FINANZIATO DA**

Regione Lombardia

ACCORDO DI RILANCIO ECONOMICO SOCIALE E TERRITORIALE (AREST) FINALIZZATA AD ATTUARE UN PROGRAMMA DI INTERVENTI CHE FAVORISCANO L'ATTRATTIVITÀ E LA COMPETITIVITÀ DI TERRITORI E IMPRESE E IL SOSTEGNO ALL'OCCUPAZIONE

**COMMITTENTE**

## COMUNE DI BUSTO GAROLFO

**Città Metropolitana di Milano**
Piazza A. Diaz, 1
20038 - Busto Garolfo (MI)

**IN PARTENARIATO CON**

BANCA DI CREDITO COOPERATIVO di Busto Garolfo e Buguggiate S.c.r.l.
Via Manzoni 50
20038 - Busto Garolfo (MI)

BIRRIFICIO DI LEGNANO S.r.l.
Via San Vittore 40
20123 - Milano (MI)

# PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELL'EDIFICIO EX TESSITURA PESSINA & SALA

CUP: C78C22000760004
Via Verdi 1, Busto Garolfo (MI)

**PROGETTISTI**


CAPOGRUPPO

**Arch. Riccardo Carnaghi**
Via Induno 6, Busto Garolfo (MI)
Ordine degli Architetti di Milano n. 20527
C.F. CRNRCR93D13E514R
P.IVA 10621250967
Tel. +39 333 7513432
riccardocarnaghi@ortles.eu

MANDANTI

**Arch. Matteo Bellini**
Via S. Giuseppe 99, Foresto Sparso (BG)
Ordine degli Architetti di Bergamo n. 3181
C.F. BLLMTT90A24I437A
P.IVA 04367310168
Tel. +39 346 3709799
matteobellini@ortles.eu

**E Plus Studio S.r.l.**
Società d'ingeneria
Via G. Battista Pergolesi 6, Milano (MI)
C.F. 07923140961
P.IVA 07923140961
Tel. +39 0382 572825
info@e-plus.it

**Dott. Geol. Marco Stoppa**
Strada Biandrate 24, Novara (NO)
Ordine dei Geologi del Piemonte n.482
C.F. STPMRC75E26F952K
P.IVA 01780320030
Tel. +39 0321 407246
marco.stoppa@geologipiemonte.it


**TIMBRO E FIRMA**

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTTORE INGEGNERE
PAOLO BACCI
LAUREA SPECIALISTICA - SEZIONE A
SETTORE: A - B - C
ANNO DI ISCRIZIONE: 2002
N° 2250

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO**

**Arch. Andrea Fogagnolo**
Responsabile Area Demanio e Patrimonio Immobiliare

**CONSULENTI**

Arch. Giorgio Faccincani
Ing. Matteo Monegato
P.I. Gabriele Latini

## PROGETTO ESECUTIVO

**ELABORATO**

## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

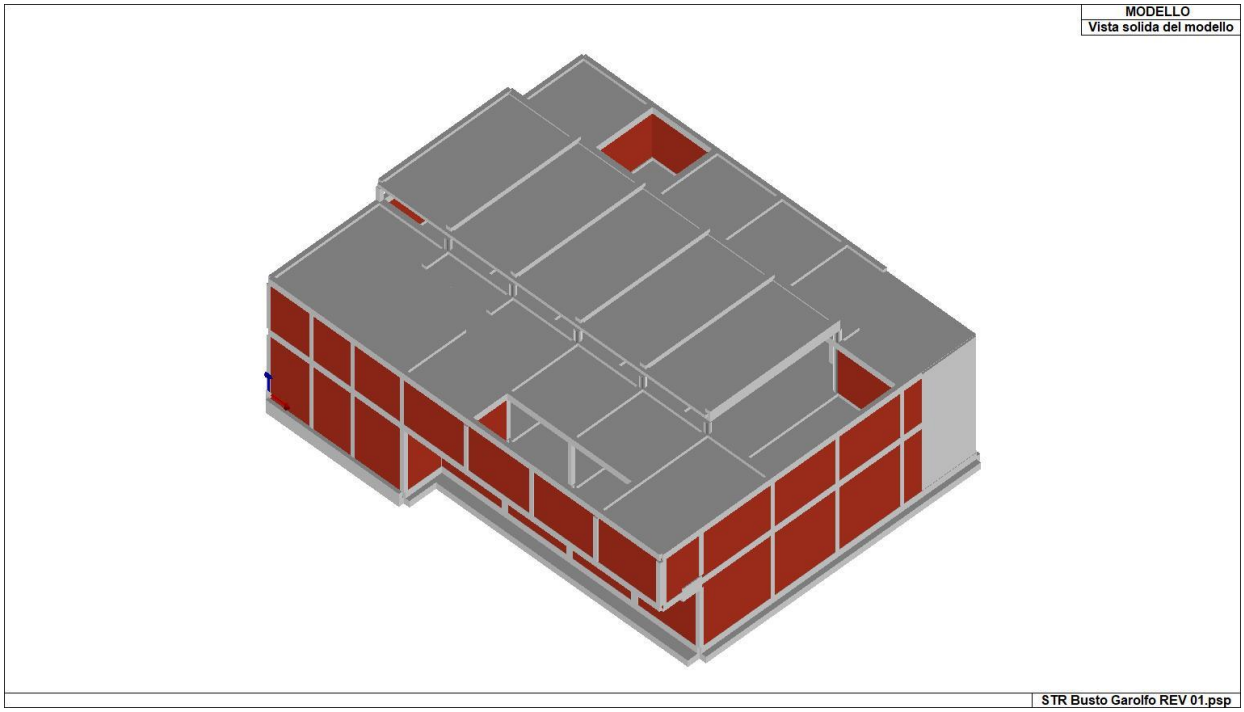
**SCALA**

| | Data | Revisione | Descrizione |
|---|---|---|---|
| 1 | 7 maggio 2024 | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

**TAVOLA**

# D.24

# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE




## Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

| | |
|---|---|
| Codice di calcolo: | PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program |
| Versione: | PROFESSIONAL (build 2023-07-199) |
| Produttore-<br>Distributore: | 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l.<br>Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE ( Italy)<br>Tel. +39 0532 200091 www.2si.it |
| Codice Licenza: | Licenza dsi2513 |

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" disponibile per il download sul sito: https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/

# ***INDICE***


1. RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA ..... 1
1.1 PREMESSA ..... 1
1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO ..... 1
1.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA ..... 2
2. MODELLAZIONE ..... 6
2.1 ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI ..... 6
3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI ..... 12
3.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI ..... 12
4. NEVE E VENTO ..... 16
5. ANALISI DEI CARICHI DEI SOLAI ..... 18
6. AZIONE SISMICA ..... 22
6.1 CALCOLO FATTORE DI COMPORTAMENTO ..... 23
7. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO ..... 28
8. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI ..... 43
8.1 TIPO DI ANALISI EFFETTUATE ..... 44
8.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO ..... 44
9. PRINCIPALI RISULTATI ..... 48
10. SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA ..... 50
11. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI ..... 72
12. ULTERIORI VERIFICHE ..... 73
12.1 VERIFICA PRIMO SOLAIO PREDALLES ..... 73
12.2 VERIFICA SOLAIO DI COPERTURA PREDALLES ..... 76
12.3 VERIFICA PARAPETTO C.A. H117 ..... 78
12.4 VERIFICA PARAPETTO C.A. H165 ..... 79
12.5 VERIFICA PIANEROTTOLO DI ARRIVO IN C.A. VANO SCALA ..... 80
12.6 VERIFICA SOLETTA PIENA IN C.A. SECONDO SOLAIO ..... 81
12.7 VERIFICA SCALA EMERGENZA IN ACCIAIO ..... 83
12.8 VERIFICA STRUTTURE DI SUPPORTO IN ACCIAIO PER U-GLASS ..... 83
12.9 VERIFICA A RIBALTAMENTO TAMPONAMENTI IN LATERIZIO ..... 83
12.10 VERIFICA COLLEGAMENTI IN ACCIAIO SCALA IN C.A. – SETTI IN C.A. ..... 88
13. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICHE ..... 99
13.1 RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO ..... 99
14. RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO ..... 100

# 1. RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA

## 1.1 PREMESSA

Nella presente introduzione sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale e alle prestazioni attese dalla struttura.

## 1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Le Norme e i documenti assunti a riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

| **Progetto-verifica degli elementi** | |
|---|---|
| Progetto cemento armato | D.M. 17-01-2018 |
| Progetto acciaio | D.M. 17-01-2018 |
| Progetto muratura | D.M. 17-01-2018 |
| **Azione sismica** | |
| Norma applicata per l' azione sismica | D.M. 17-01-2018 |

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. Circolare 21/01/19, n. 7 C.S.LL.PP "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"
3. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
7. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
8. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
9. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
12. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
13. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
14. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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" e successive modificazioni e integrazioni.
15. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
16. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
17. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
18. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
19. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.

20. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
21. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
22. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
23. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
24. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
25. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
26. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
27. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
28. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
29. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
30. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
31. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
32. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
33. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
34. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
35. CNR DT-200/2013 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzat
36. CNR DT-215/2018 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica

## 1.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Trattasi della realizzazione di nuovo edificio a destinazione commerciale e servizi.
La struttura portante sarà realizzata con telaio in c.a. a travi e pilastri su due piani fuori terra a pianta rettangolare e solai in lastre prefabbricate di cls e blocchi di alleggerimento in polistirolo (Predalles).
I tamponamenti esterni saranno in parte in in blocchi alveolari di laterizio (tipo Normablok) ed in parte a pannelli prefabbricati in cls; le pareti perimetrali del piano primo e secondo saranno rivestite con sistema U-Glass.
All'interno dell'edificio si trova un vano scala e ascensore con setti in c.a.; la rampa scala sarà realizzata da soletta piena in c.a. di spessore 25 cm.
È' prevista anche una scala di emergenza in acciaio, completamente svincolata dalla restante struttura dell'edificio.
L'intervento prevede il mantenimento di porzioni di murature esistenti in mattoni pieni a faccia vista che dovranno essere collegate e solidarizzate alla struttura in c.a. di nuova realizzazione mediante placcaggi con intonaco armato firbrorinforzato e connettori.
Le fondazioni saranno realizzate con travi continue rovesce.
Le strutture sono state verificate con analisi simica dinamica modale lineare mediante la definizione di un modello ad elementi finiti con struttura non dissipativa in classe d'uso III, categoria di suolo B e categoria topografica T1.

<u>TIPOLOGIA DELLE STRUTTURE:</u>

- Struttura: intelaiata a travi ribassate e pilastri in c.a. gettati in opera.
- Strutture verticali: Setti in c.a. di spessore 20 – 25 – 30 cm per i vani scala e ascensore.
- Solai: in lastre prefabbricate tralicciate con interposti blocchi di alleggerimento in polisitorlo, completati con getto in opera; altezza totale al finito 25 cm.
- Copertura: in lastre prefabbricate tralicciate con interposti blocchi di alleggerimento in polisitorlo, completati con getto in opera; altezza totale al finito 25 cm.
- Tamponamenti esterni: pareti in pannelli prefabbricati in c.a. e tamponamenti in blocchi alveolari di laterizio (tipo Normablok).
- Fondazioni: travi rovesce in c.a.

| Descrizione generale dell'opera | |
|---|---|
| Opera di nuova realizzazione | SI |
| Fabbricato ad uso | COMMERCIALE |
| Ubicazione | Comune di BUSTO GAROLFO (MI) (Regione LOMBARDIA) |
| | Località BUSTO GAROLFO (MI) |
| | Longitudine 8.883, Latitudine 45.546 (Riferimento WGS84) |
| Numero di piani | Fuori terra 2 |
| | Interrati 0 |
| | Le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 30,40 x 24,40 m |
| Numero vani scale | 2 |
| Numero vani ascensore | 1 |
| Tipo di fondazione | Travi rovesce |

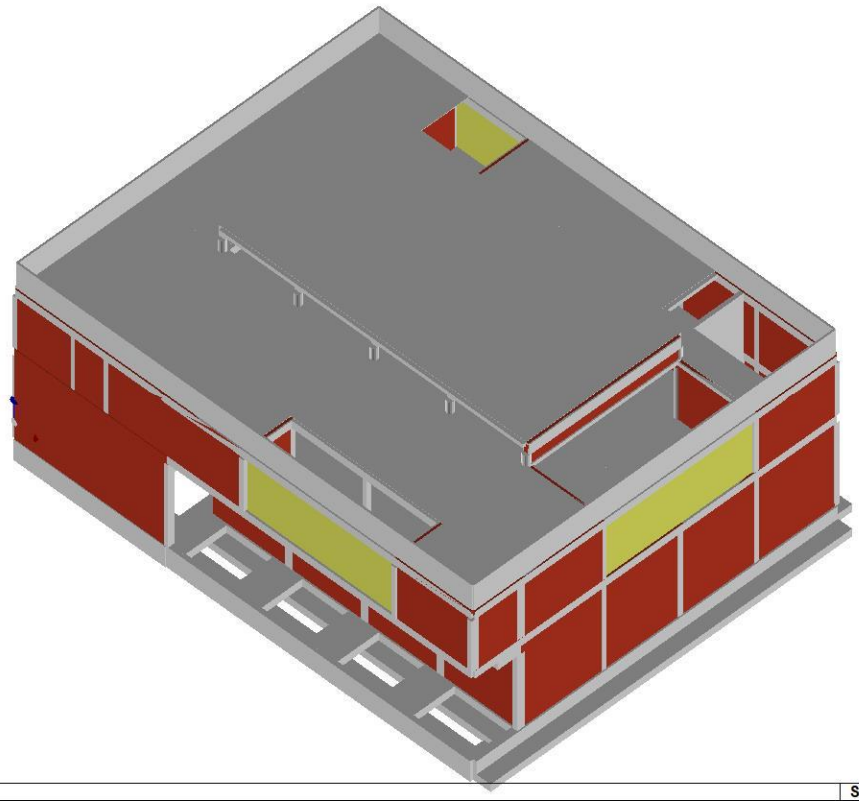
| Materiali impiegati | |
|---|---|
| Cemento Armato | SI |
| Acciaio | SI |
| Legno | NO |
| Muratura | TAMPONAMENTI |

| Principali caratteristiche della struttura | |
|---|---|
| Struttura regolare in pianta | NO |
| Struttura regolare in altezza | NO |
| Classe di duttilità | ND struttura non dissipativa |
| Elementi non strutturali | NO |
| Elementi secondari | NO |
| Elementi in falso | SI – PORZIONE A SBALZO |
| Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma | SI – PORZIONE A SBALZO |
| Analisi per carichi non sismici | Dinamica lineare |
| Analisi sismica | SI |
| Verifica SLD di resistenza | SI |

| Parametri della struttura | | | |
|---|---|---|---|
| Classe d'uso | Vita Vn [anni] | Coeff. Uso | Periodo Vr [anni] |
| III | 50.0 | 1.5 | 75.0 |

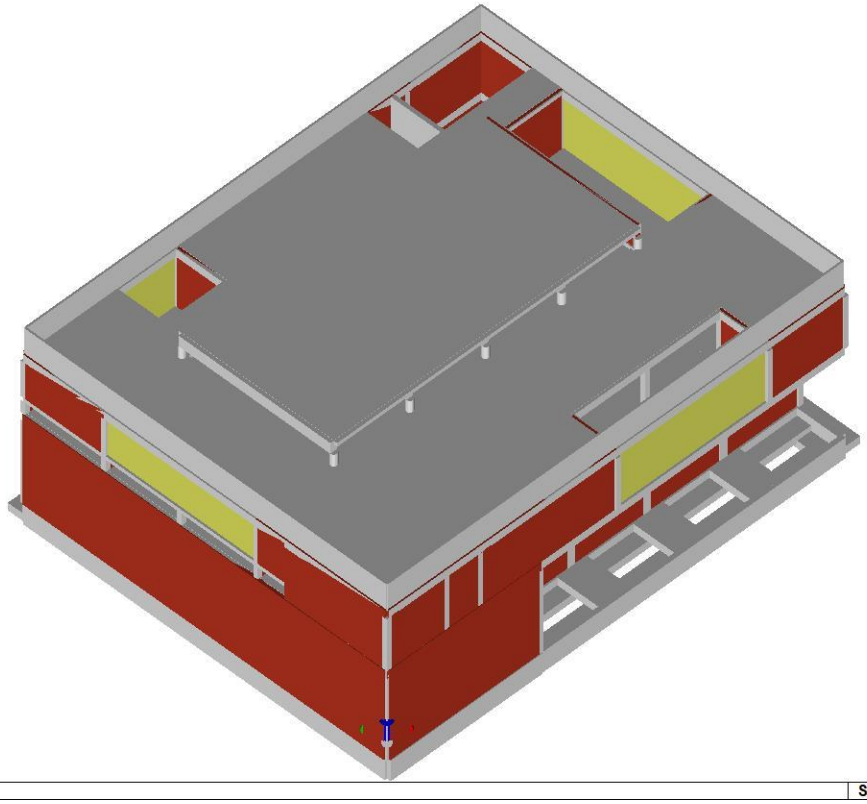
Di seguito si riportano le immagini del modello strutturale:

MODELLO
Vista solida del modello



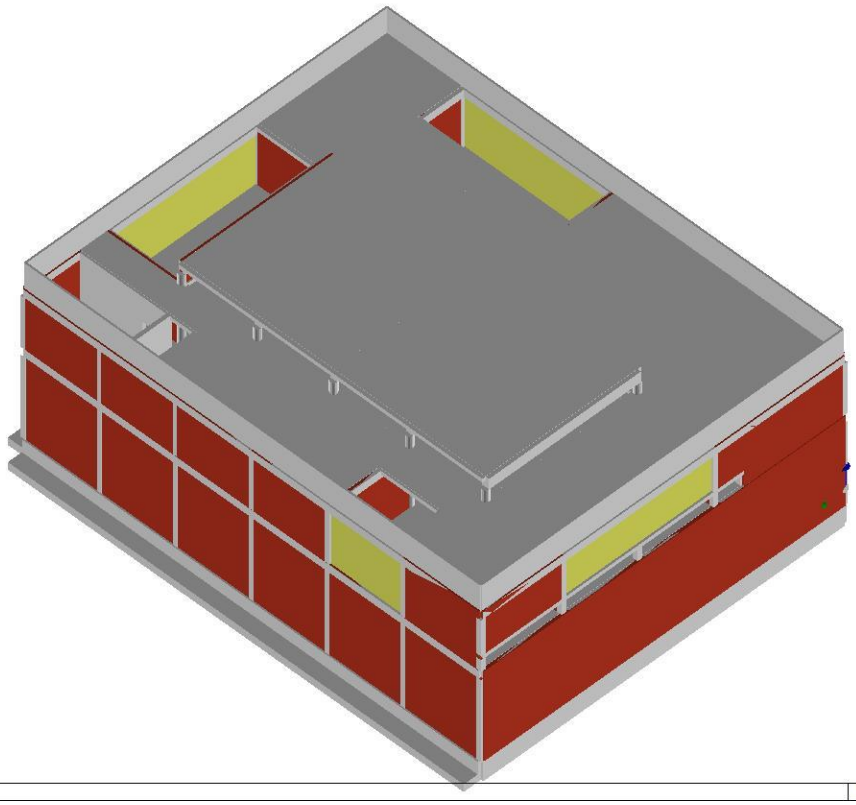
STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Vista solida del modello



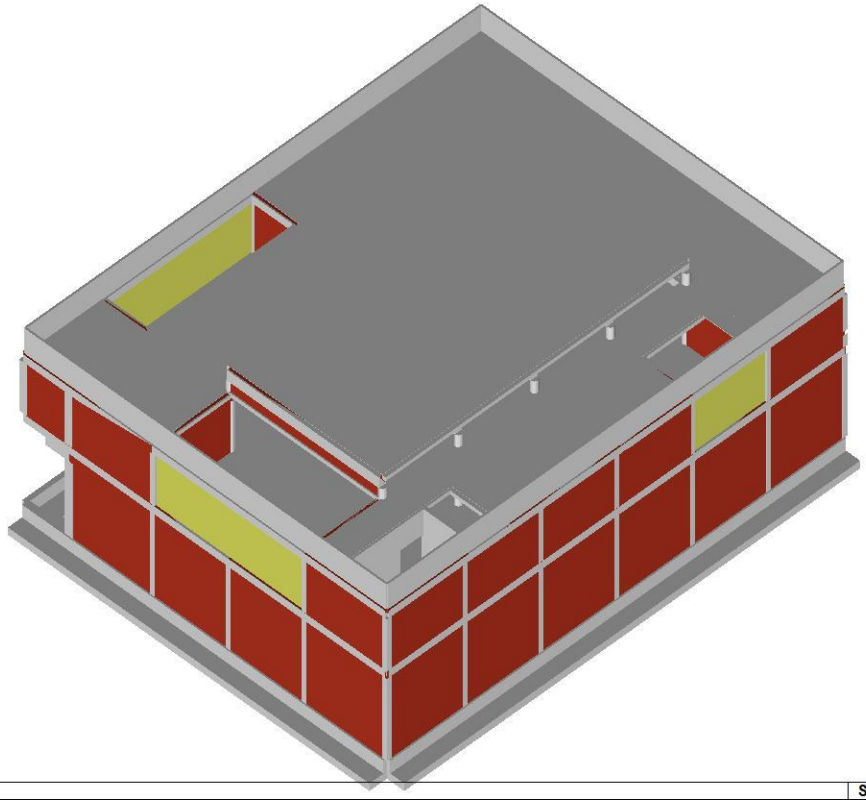
STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Vista solida del modello



STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Vista solida del modello



STR Busto Garolfo_ESE.psp

# 2. MODELLAZIONE

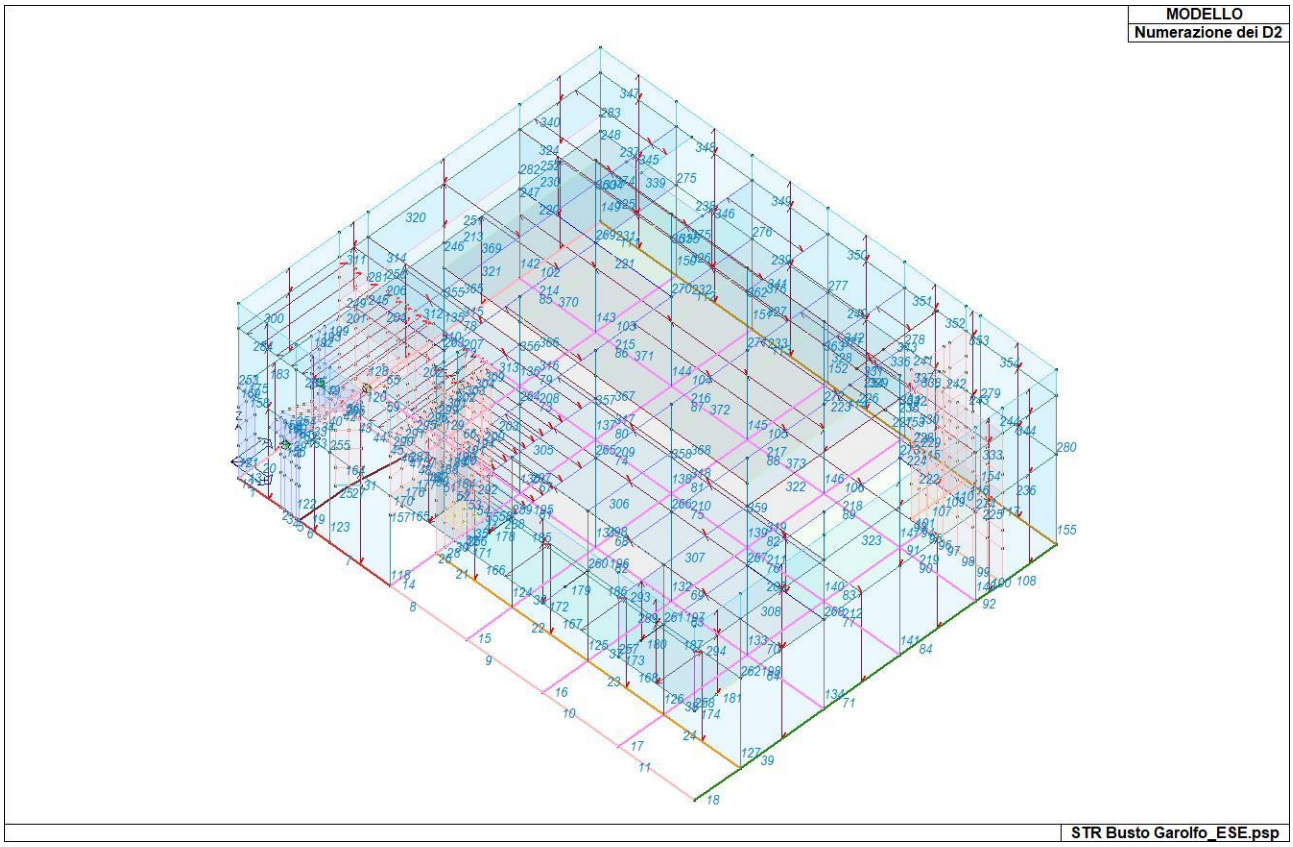
L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).
L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

**K * u = F** dove **K** = matrice di rigidezza
**u** = vettore spostamenti nodali
**F** = vettore forze nodali

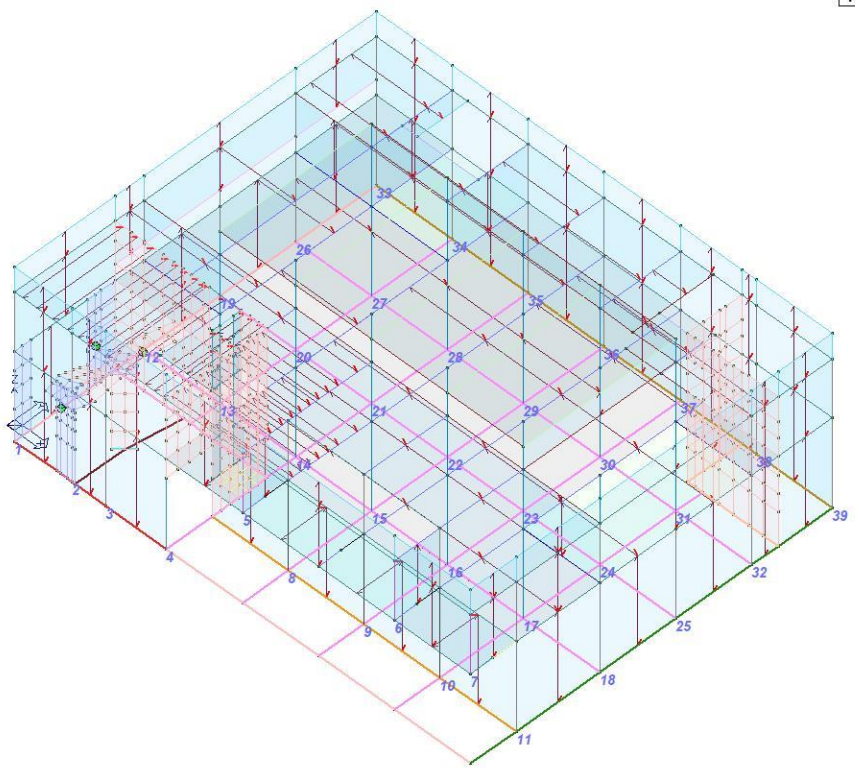
Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente a una terna locale all'elemento stesso.
Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

## 2.1 ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI

A seguire si riportano le immagini relative alle numerazioni di interesse:

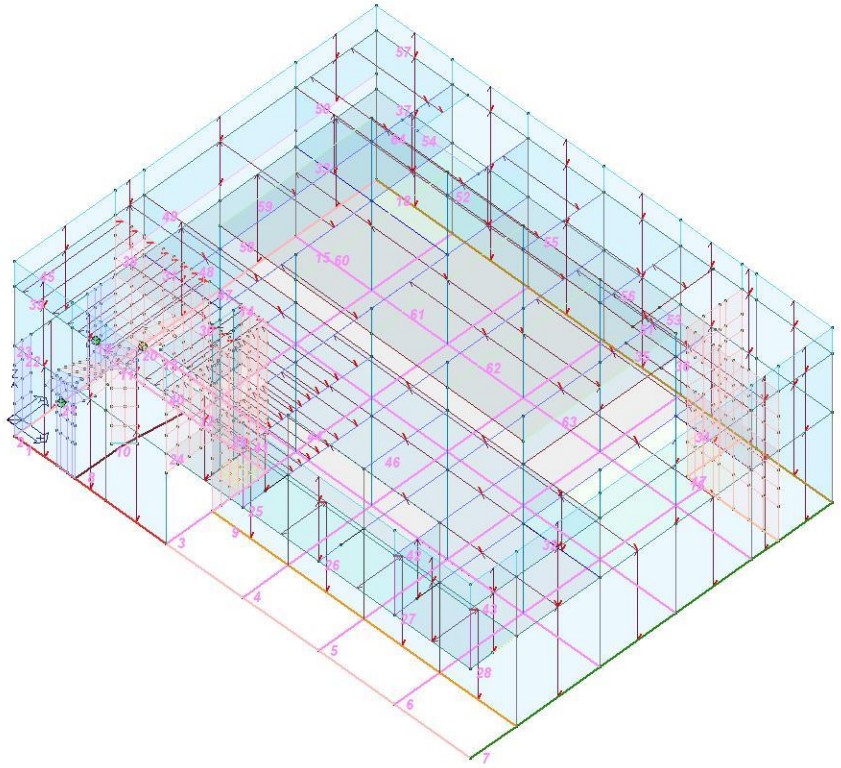


MODELLO
Numerazione delle pilastrate



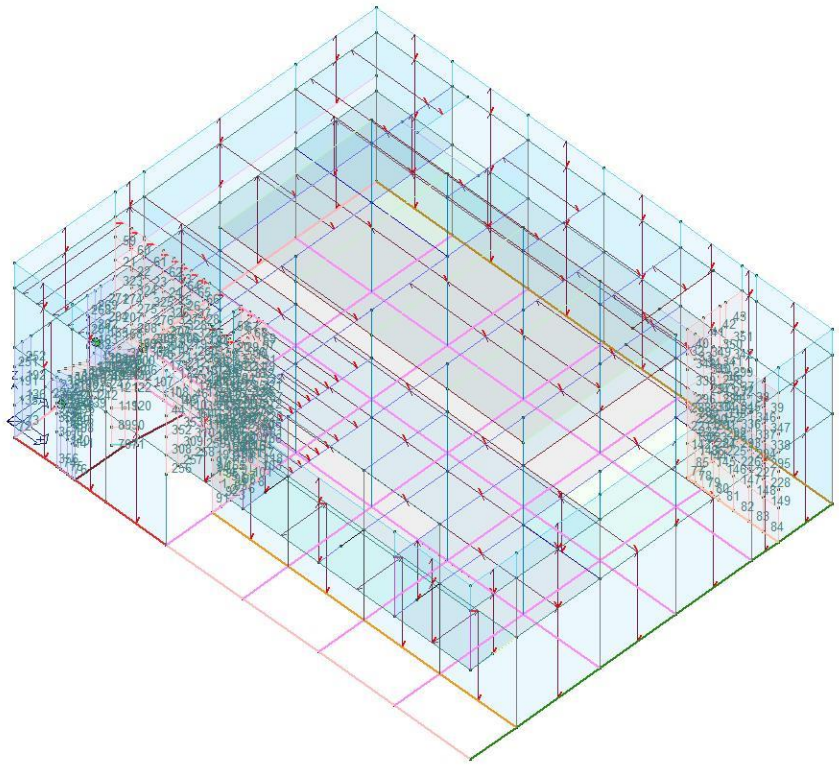
STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Numerazione delle travate



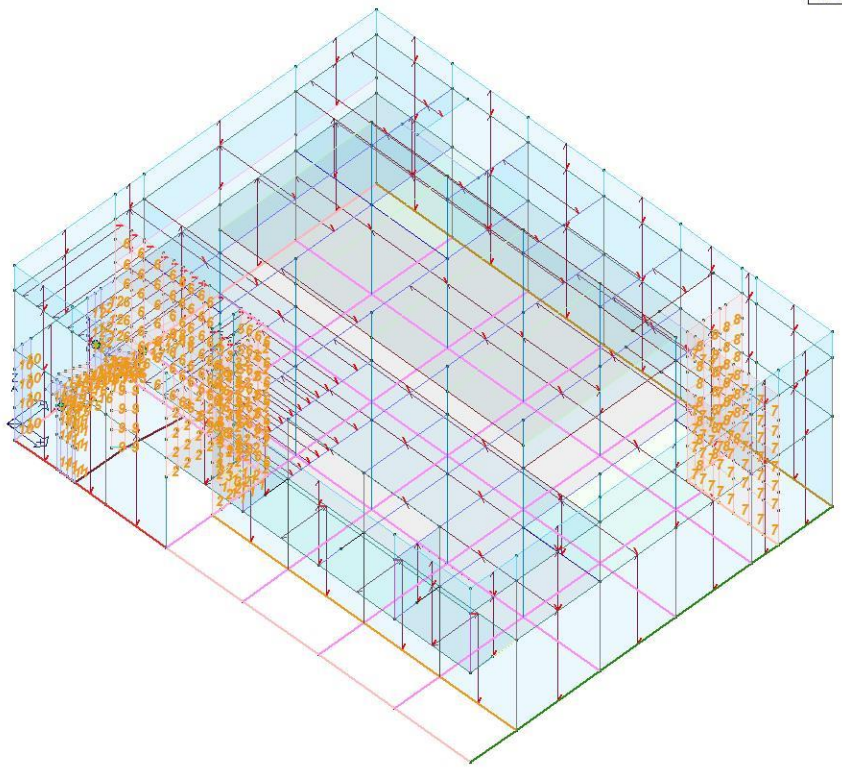
STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Numerazione dei D3

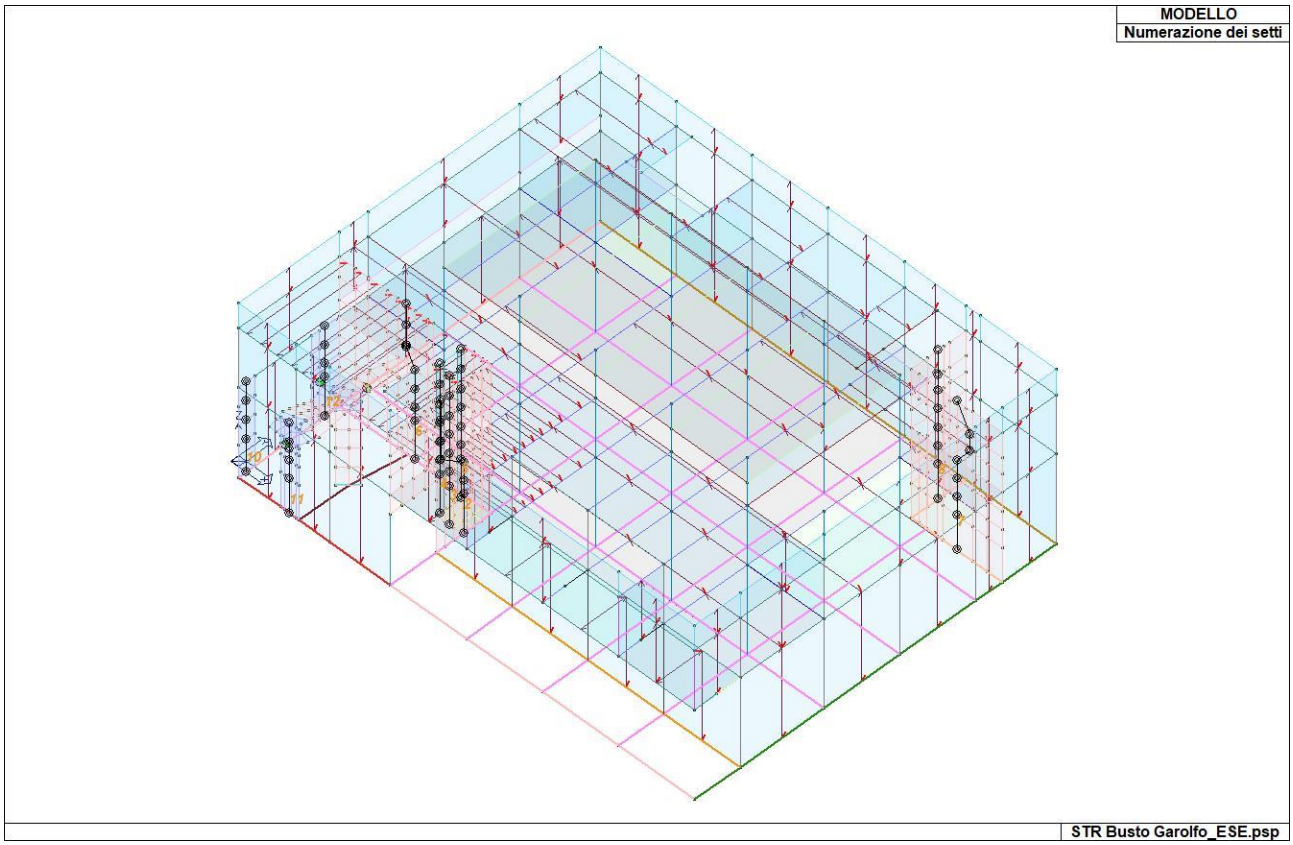


STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Numerazione dei D3 (per macro)



STR Busto Garolfo_ESE.psp




Si riportano di seguito le caratteristiche di sezioni e spessori degli elementi strutturali, in formato tabellare e immagini:

TABELLA_SEZIONI

| Id | | Tipo SEZ | Area | A V2 | A V3 | Jt | J 2-2 | J 3-3 | W 2-2 | W 3-3 | Wp 2-2 | Wp 3-3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | - | - | cm2 | cm2 | cm2 | cm4 | cm4 | cm4 | cm3 | cm3 | cm3 | cm3 |
| 1 | | Rettangolare: b=30.00 h =30.00 | 900.00 | 750.00 | 750.00 | 1.139e+05 | 6.750e+04 | 6.750e+04 | 4500.00 | 4500.00 | 6750.00 | 6750.00 |
| 2 | | Circolare: r=22.5 | 1590.43 | 1341.91 | 1341.91 | 4.026e+05 | 2.013e+05 | 2.013e+05 | 8946.18 | 8946.18 | 1.519e+04 | 1.519e+04 |
| 3 | | Rettangolare: b=30 h=50 | 1500.00 | 1250.00 | 1250.00 | 2.799e+05 | 1.125e+05 | 3.125e+05 | 7500.00 | 1.250e+04 | 1.125e+04 | 1.875e+04 |
| 4 | | Rettangolare: b=45 h=70 | 3150.00 | 2625.00 | 2625.00 | 1.265e+06 | 5.316e+05 | 1.286e+06 | 2.362e+04 | 3.675e+04 | 3.544e+04 | 5.512e+04 |
| 6 | | Rettangolare: b=45 h=50 | 2250.00 | 1875.00 | 1875.00 | 7.077e+05 | 3.797e+05 | 4.688e+05 | 1.688e+04 | 1.875e+04 | 2.531e+04 | 2.812e+04 |
| 7 | | Rettangolare: b=200 h=50 | 1.000e+04 | 8333.33 | 8333.33 | 7.021e+06 | 3.333e+07 | 2.083e+06 | 3.333e+05 | 8.333e+04 | 5.000e+05 | 1.250e+05 |
| 8 | | L regolare: bi=250 ht=135 bs=30 hi=50 | 1.505e+04 | 0.0 | 0.0 | 1.015e+07 | 9.092e+07 | 1.379e+07 | 6.330e+05 | 1.399e+05 | 1.029e+06 | 3.219e+05 |
| 9 | | L inversa: bi=250 ht=135 bs=30 hi=50 | 1.505e+04 | 0.0 | 0.0 | 1.015e+07 | 9.092e+07 | 1.379e+07 | 6.330e+05 | 1.399e+05 | 1.029e+06 | 3.219e+05 |
| 10 | | T rovescia: bi=230 ht=100 bs=45 hi=50 | 1.375e+04 | 0.0 | 0.0 | 1.045e+07 | 5.108e+07 | 7.569e+06 | 4.441e+05 | 1.133e+05 | 6.866e+05 | 2.507e+05 |
| 11 | | Rettangolare: b=30 h=50 | 1500.00 | 1250.00 | 1250.00 | 2.799e+05 | 1.125e+05 | 3.125e+05 | 7500.00 | 1.250e+04 | 1.125e+04 | 1.875e+04 |
| 13 | | travetto solaio - T ribassata: bi=13 ht=25 bs=60 hs=5 | 560.00 | 0.0 | 0.0 | 1.468e+04 | 9.366e+04 | 3.106e+04 | 3122.06 | 1859.98 | 5345.00 | 3343.33 |
| 14 | | Rettangolare: b=45 h=100 | 4500.00 | 3750.00 | 3750.00 | 2.176e+06 | 7.594e+05 | 3.750e+06 | 3.375e+04 | 7.500e+04 | 5.062e+04 | 1.125e+05 |
| 15 | | Rettangolare: b=50 h=30 | 1500.00 | 1250.00 | 1250.00 | 2.799e+05 | 3.125e+05 | 1.125e+05 | 1.250e+04 | 7500.00 | 1.875e+04 | 1.125e+04 |
| 16 | | Rettangolare: b=45 h=25 | 1125.00 | 937.50 | 937.50 | 1.523e+05 | 1.898e+05 | 5.859e+04 | 8437.50 | 4687.50 | 1.266e+04 | 7031.25 |
| 17 | | T rovescia: bi=230 ht=135 bs=45 hi=50 | 1.532e+04 | 0.0 | 0.0 | 1.151e+07 | 5.134e+07 | 1.778e+07 | 4.464e+05 | 1.908e+05 | 7.043e+05 | 3.860e+05 |
| 19 | | T rovescia: bi=230 ht=135 bs=45 hi=50 | 1.532e+04 | 0.0 | 0.0 | 1.151e+07 | 5.134e+07 | 1.778e+07 | 4.464e+05 | 1.908e+05 | 7.043e+05 | 3.860e+05 |
| 20 | | Rettangolare: b=40 h=25 | 1000.00 | 833.33 | 833.33 | 1.263e+05 | 1.333e+05 | 5.208e+04 | 6666.67 | 4166.67 | 1.000e+04 | 6250.00 |
| 21 | | Rettangolare: b=45 h=25 | 1125.00 | 937.50 | 937.50 | 1.523e+05 | 1.898e+05 | 5.859e+04 | 8437.50 | 4687.50 | 1.266e+04 | 7031.25 |
| 22 | | TUBO 159.0x7.1 | 33.88 | 0.0 | 0.0 | 1958.71 | 979.35 | 979.35 | 123.19 | 123.19 | 163.94 | 163.94 |
| 23 | | Rettangolare: b=200 h=50 | 1.000e+04 | 8333.33 | 8333.33 | 7.021e+06 | 3.333e+07 | 2.083e+06 | 3.333e+05 | 8.333e+04 | 5.000e+05 | 1.250e+05 |
| 24 | | Rettangolare: b=50 h=30 | 1500.00 | 1250.00 | 1250.00 | 2.799e+05 | 3.125e+05 | 1.125e+05 | 1.250e+04 | 7500.00 | 1.875e+04 | 1.125e+04 |
| 25 | | L inversa: bi=150 ht=135 bs=30 hi=50 | 1.005e+04 | 0.0 | 0.0 | 5.982e+06 | 2.110e+07 | 1.177e+07 | 2.339e+05 | 1.267e+05 | 4.017e+05 | 2.550e+05 |
| 26 | | Rettangolare: b=120 h=50 | 6000.00 | 5000.00 | 5000.00 | 3.688e+06 | 7.200e+06 | 1.250e+06 | 1.200e+05 | 5.000e+04 | 1.800e+05 | 7.500e+04 |
| 27 | | Rettangolare: b=30 h=100 | 3000.00 | 2500.00 | 2500.00 | 7.299e+05 | 2.250e+05 | 2.500e+06 | 1.500e+04 | 5.000e+04 | 2.250e+04 | 7.500e+04 |
| 28 | | Rettangolare: b=35 h=50 | 1750.00 | 1458.33 | 1458.33 | 4.059e+05 | 1.786e+05 | 3.646e+05 | 1.021e+04 | 1.458e+04 | 1.531e+04 | 2.188e+04 |

TABELLA_SEZIONI

| Id | | Tipo SEZ | Area | A V2 | A V3 | Jt | J 2-2 | J 3-3 | W 2-2 | W 3-3 | Wp 2-2 | Wp 3-3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | - | - | cm2 | cm2 | cm2 | cm4 | cm4 | cm4 | cm3 | cm3 | cm3 | cm3 |
| 29 | | Rettangolare: b=200 h=50 | 1.000e+04 | 8333.33 | 8333.33 | 7.021e+06 | 3.333e+07 | 2.083e+06 | 3.333e+05 | 8.333e+04 | 5.000e+05 | 1.250e+05 |
| 30 | | Rettangolare: b=25 h=25 | 625.00 | 520.83 | 520.83 | 5.491e+04 | 3.255e+04 | 3.255e+04 | 2604.17 | 2604.17 | 3906.25 | 3906.25 |
| 31 | | Rettangolare: b=30 h=25 | 750.00 | 625.00 | 625.00 | 7.787e+04 | 5.625e+04 | 3.906e+04 | 3750.00 | 3125.00 | 5625.00 | 4687.50 |

Legenda

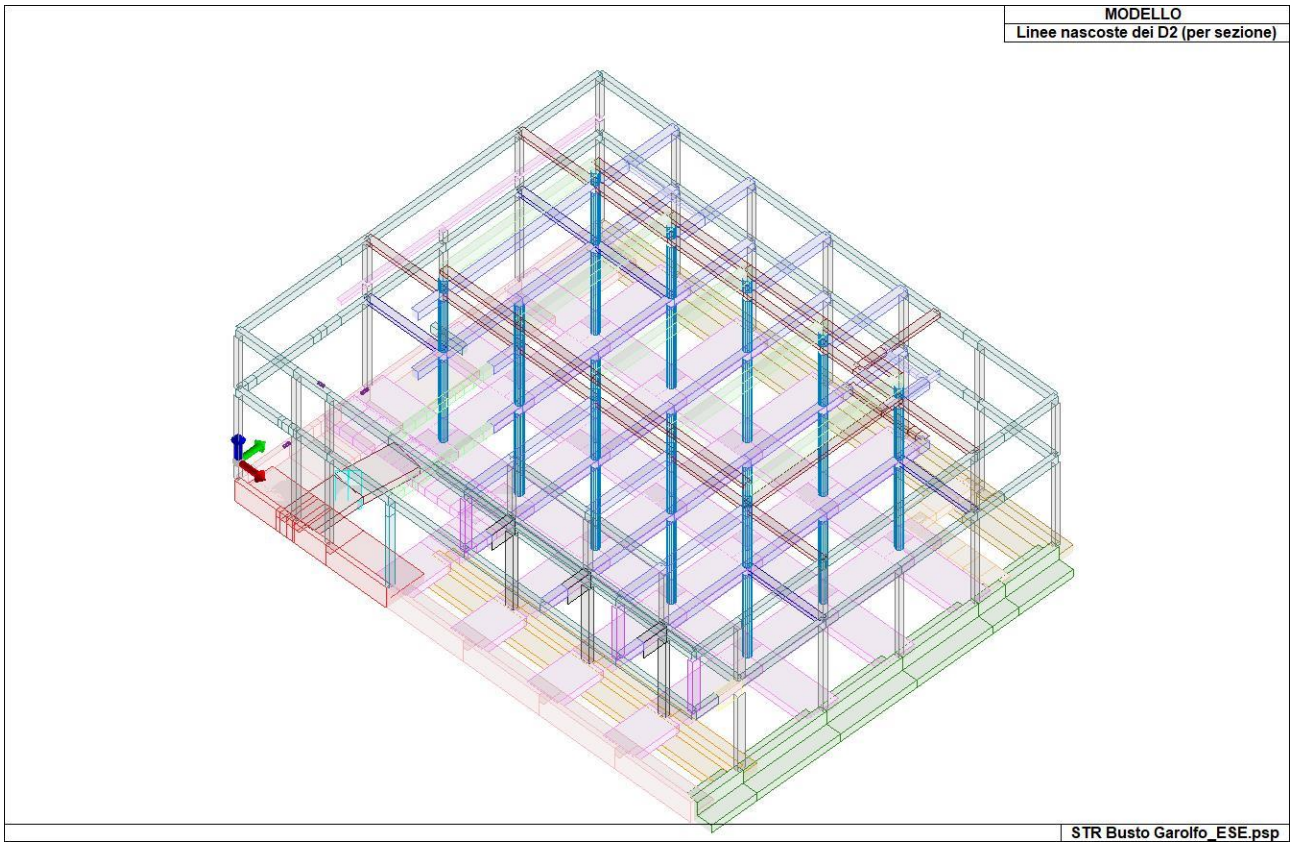
| | |
|---|---|
| Tipo SEZ | Indica il nome identificativo e la tipologia di sezione |
| Area | Area della sezione |
| A V2 | Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 2) |
| A V3 | Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 3) |
| Jt | Momento di inerzia torsionale della sezione |
| J 2-2 | Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 2 |
| J 3-3 | Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 3 |
| W 2-2 | Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 2 |
| W 3-3 | Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 3 |
| Wp 2-2 | Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 2 |
| Wp 3-3 | Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 3 |

TABELLA_SPESSORI

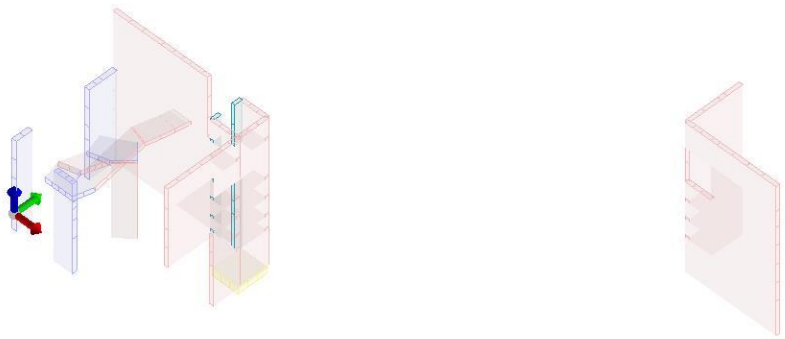
| Id | | Spessore Gusci | Spessore Setti | Sp. solai piano rigido |
|---|---|---|---|---|
| - | - | cm | cm | cm |
| 1 | | - | - | 5.00 |
| 2 | | - | 20.00 | - |
| 3 | | 25.00 | 25.00 | - |
| 4 | | 30.00 | 30.00 | - |
| 5 | | 50.00 | - | - |

Legenda

| | |
|---|---|
| Spessore Gusci | Spessore degli elementi shell con sviluppo orizzontale |
| Spessore Setti | Spessore degli elementi shell con sviluppo verticale |

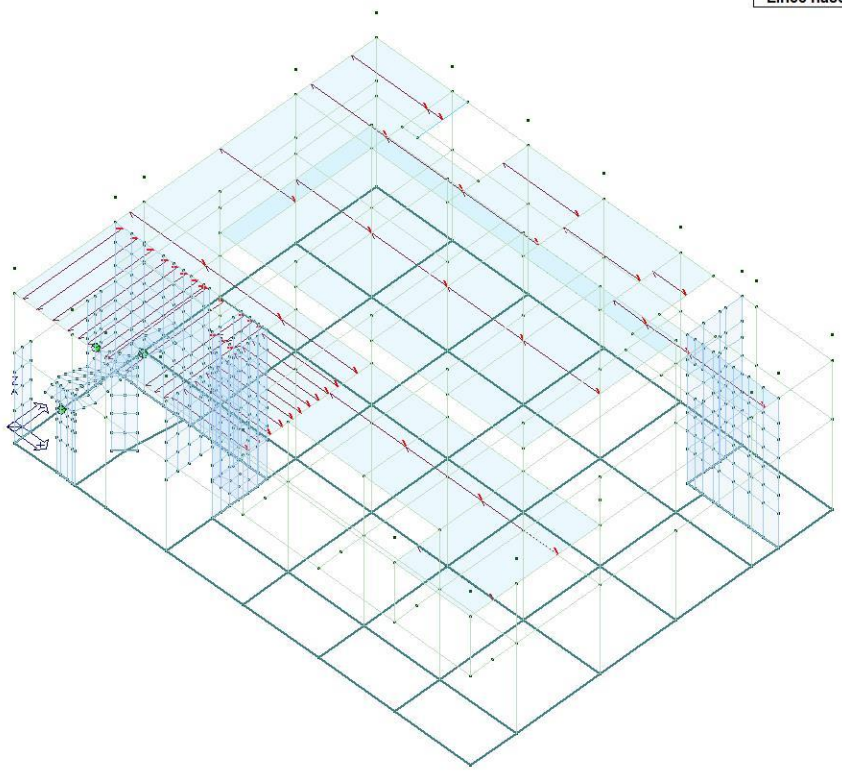


MODELLO
Linee nascoste dei D3 (per spessore)



STR Busto Garolfo_ESE.psp

MODELLO
Linee nascoste dei solai (per spessore)



STR Busto Garolfo_ESE.psp

# 3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

Nell'esecuzione delle opere oggetto della presente relazione è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali con le relative caratteristiche:

## 3.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI

[3]- MATERIALE PER FONDAZIONE -

| | | **Calcestruzzo Classe C28/35** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 3 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Resistenza caratteristica cubica Rck | 350.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza caratteristica cilindrica fck | 290.5 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fctm | 28.4 | daN/cm2 |
| | | Tensione caratteristica di snervamento acciaio | 4500.0 | daN/cm2 |
| | | Tipo acciaio | tipo C | |
| | | Coefficiente gamma c | 1.5 | |
| | | Coefficiente gamma s | 1.1 | |
| | | Rapporto Rfessurata (assiale) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (flessione) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (taglio) | 1.00 | |

[1]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

| | | **Calcestruzzo Classe C25/30** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 1 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Resistenza caratteristica cubica Rck | 300.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza caratteristica cilindrica fck | 249.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fctm | 25.6 | daN/cm2 |
| | | Tensione caratteristica di snervamento acciaio | 4500.0 | daN/cm2 |
| | | Tipo acciaio | tipo C | |
| | | Coefficiente gamma c | 1.5 | |
| | | Coefficiente gamma s | 1.1 | |
| | | Rapporto Rfessurata (assiale) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (flessione) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (taglio) | 1.00 | |

[5]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

| | | **Calcestruzzo Classe C32/40** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 5 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Resistenza caratteristica cubica Rck | 400.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza caratteristica cilindrica fck | 332.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fctm | 31.0 | daN/cm2 |
| | | Tensione caratteristica di snervamento acciaio | 4500.0 | daN/cm2 |
| | | Tipo acciaio | tipo C | |
| | | Coefficiente gamma c | 1.5 | |
| | | Coefficiente gamma s | 1.1 | |
| | | Rapporto Rfessurata (assiale) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (flessione) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (taglio) | 1.00 | |

[12]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

| | | **Acciaio Fe430 - S275-acciaio Fe430-S275** | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 12 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Tensione ft | 4300.0 | daN/cm2 |
| | | Tensione fy | 2750.0 | daN/cm2 |
| | | Coefficiente gammaM0 (resistenza) | 1.1 | |
| | | Coefficiente gammaM1 (stabilità) | 1.1 | |
| | | Coefficiente gammaM2 (frattura) | 1.2 | |

[100]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

| | | Muratura in pannelli di calcestruzzo - muratura E = 1.400e+04 | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 100 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Resistenza f (v. caratt.) | 15.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fh (v. caratt.) | 7.5 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fv0 (v. caratt.) | 1.9 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fv0h (v. caratt.) | 1.9 | daN/cm2 |
| | | Resistenza tau0 (v. caratt.) | 0.9 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fvlim (v. caratt.) | 1.9 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fb (normalizzata) | 22.4 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fb (v. caratt.) | 30.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fbh (v. caratt.) | 6.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fbt (v. caratt.) | 2.8 | daN/cm2 |
| | | Coefficiente mu tilda | 0.50 | |
| | | Coefficiente fi | 0.50 | |
| | | Coefficiente gammaM (CMB non sismiche) | 3.0 | |
| | | Coefficiente gammaM (CMB sismiche) | 2.4 | |
| | | Rapporto Rfessurata (assiale) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (flessione) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (taglio) | 1.00 | |

[108]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

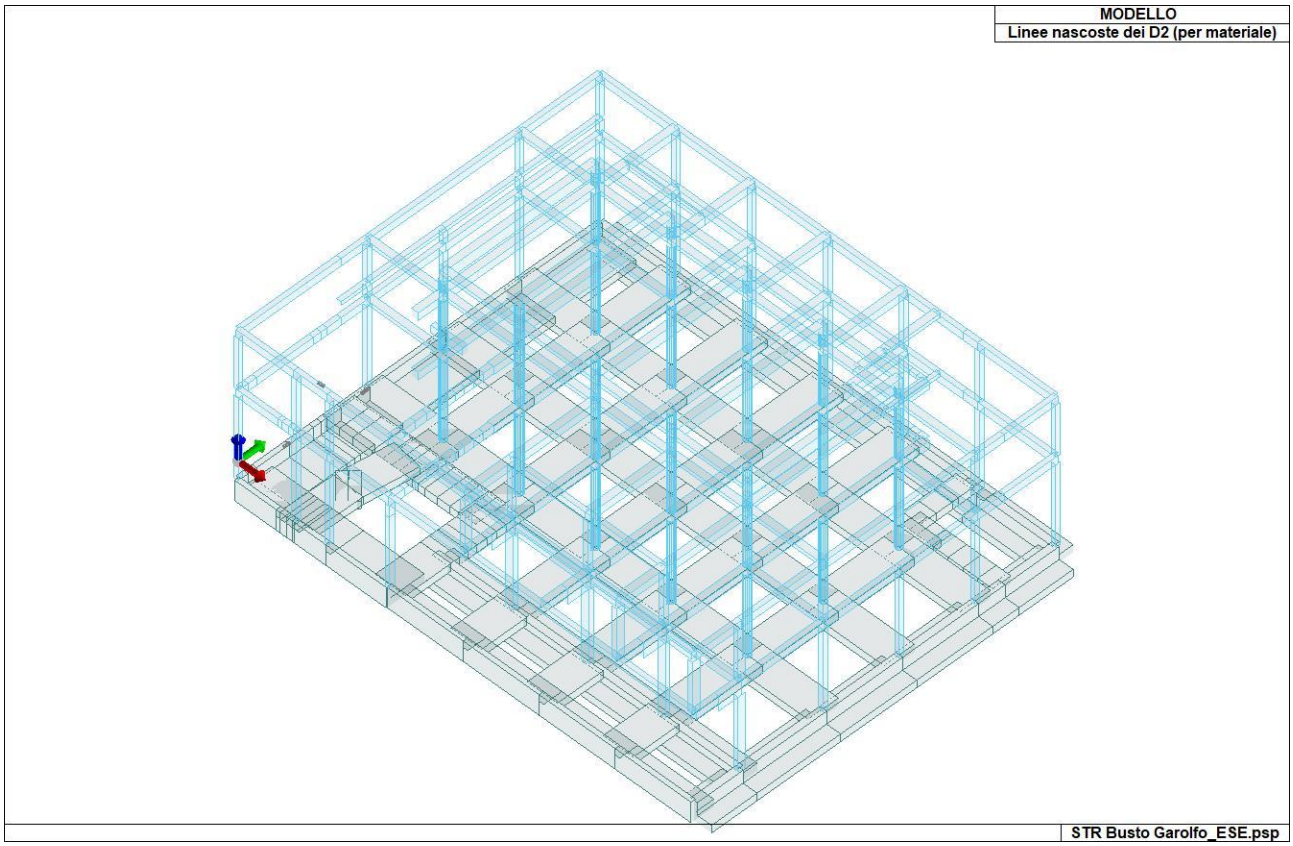
| | | Muratura in mattoni pieni e malta di calce - Circ. n7/2019-muratura E = 1.500e+04 - muratura E = 1.500e+04 | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 108 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Resistenza f (v. caratt.) | 26.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fh (v. caratt.) | 13.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fv0 (v. caratt.) | 1.3 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fv0h (v. caratt.) | 1.3 | daN/cm2 |
| | | Resistenza tau0 (v. caratt.) | 0.5 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fvlim (v. caratt.) | 3.4 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fb (normalizzata) | 22.4 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fb (v. caratt.) | 52.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fbh (v. caratt.) | 10.4 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fbt (v. caratt.) | 2.8 | daN/cm2 |
| | | Coefficiente mu tilda | 0.50 | |
| | | Coefficiente fi | 0.50 | |
| | | Coefficiente gammaM (CMB non sismiche) | 3.0 | |
| | | Coefficiente gammaM (CMB sismiche) | 2.4 | |
| | | Rapporto Rfessurata (assiale) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (flessione) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (taglio) | 1.00 | |

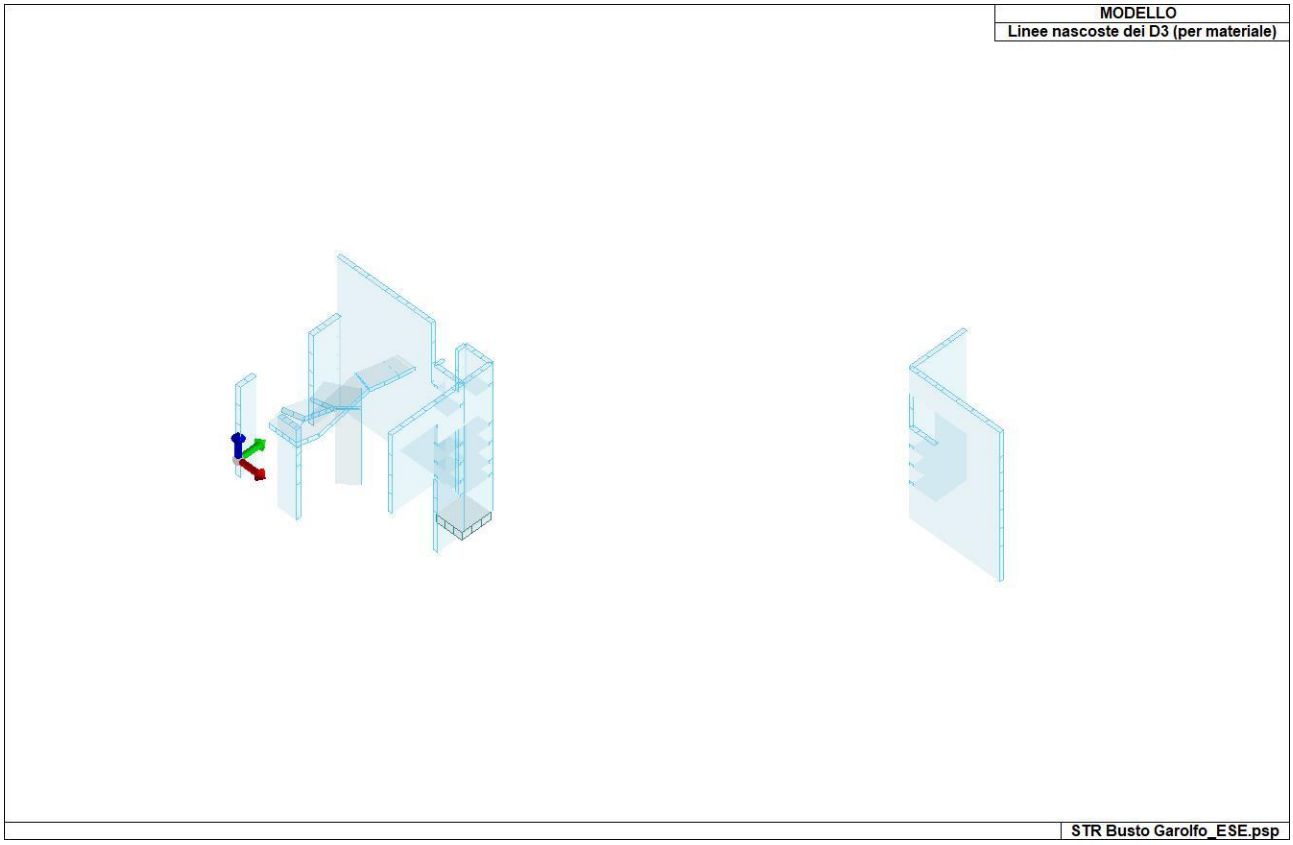
[113]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

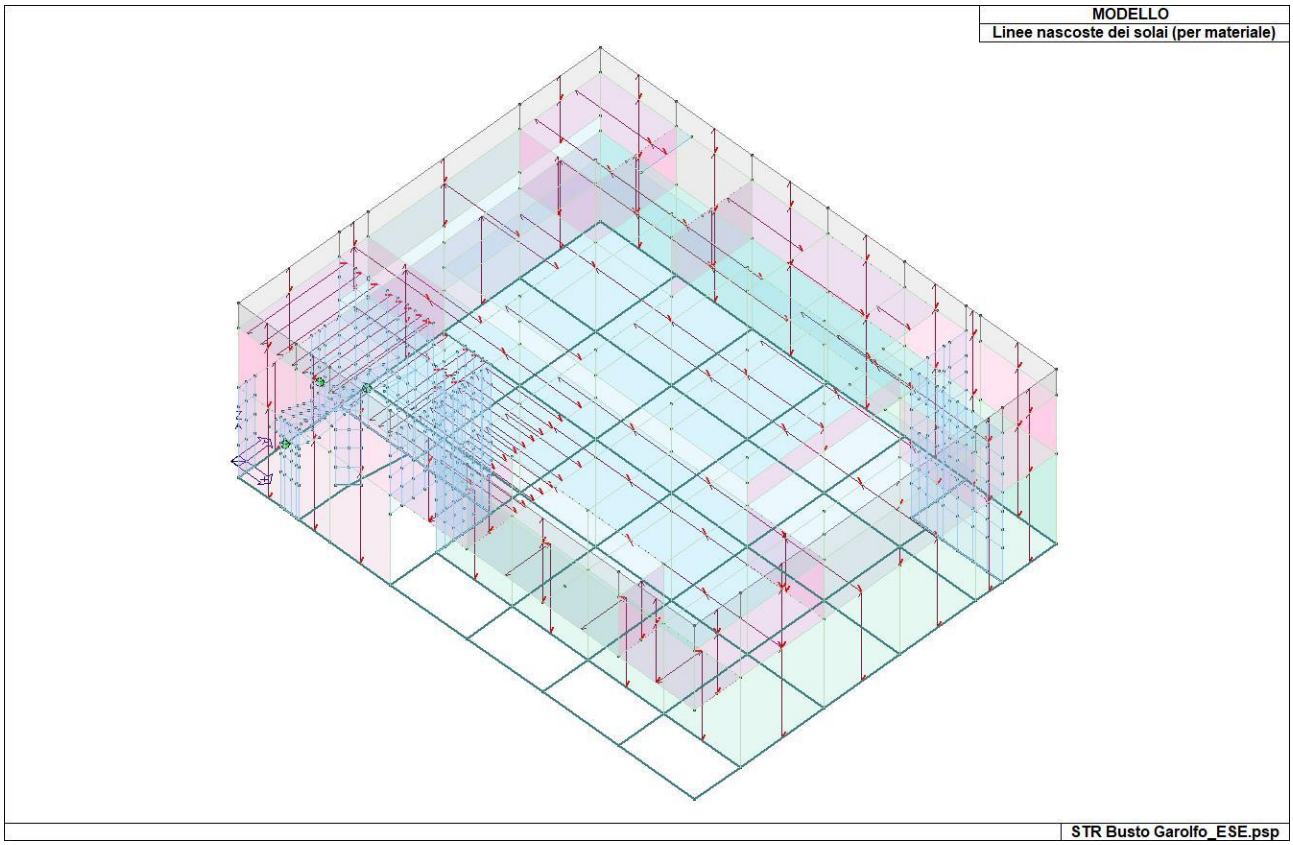
| | | Tamponatura antiespulsione ordinaria Poroton(R) Cis Edil - muratura E = 3.000e+04 | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 113 | | < MATERIALE NUOVO > | | |
| | | Resistenza f (v. caratt.) | 35.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fh (v. caratt.) | 12.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fv0 (v. caratt.) | 1.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fv0h (v. caratt.) | 1.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza tau0 (v. caratt.) | 1.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fvlim (v. caratt.) | 5.2 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fb (normalizzata) | 80.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fb (v. caratt.) | 80.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fbh (v. caratt.) | 16.0 | daN/cm2 |
| | | Resistenza fbt (v. caratt.) | 8.0 | daN/cm2 |
| | | Coefficiente mu tilda | 0.50 | |
| | | Coefficiente fi | 0.50 | |
| | | Coefficiente gammaM (CMB non sismiche) | 3.0 | |
| | | Coefficiente gammaM (CMB sismiche) | 2.4 | |
| | | Rapporto Rfessurata (assiale) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (flessione) | 1.00 | |
| | | Rapporto Rfessurata (taglio) | 1.00 | |

[158]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

| | | Rivestimento esterno - materiale E = 100.00 | | |
|---|---|---|---|---|
| **Id** | **-** | **-** | **-** | **u.m.** |
| 158 | | < MATERIALE NUOVO > | | |




MODELLO
Linee nascoste dei solai (per materiale)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

# 4. NEVE E VENTO

Si riportano a seguire i calcoli effettuati per la determinazione delle azioni di neve e vento.

**LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO**

Ubicazione:

| | |
|---|---|
| Località | BUSTO GAROLFO |
| Provincia | MILANO |
| Regione | LOMBARDIA |
| Latitudine | 45,54600 N |
| Longitudine | 8,88300 E |
| Altitudine s.l.m. | 180,0 m |

**CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO**

Normativa di riferimento:
D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI
Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4
Circolare n.7 - 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP.

**NEVE**

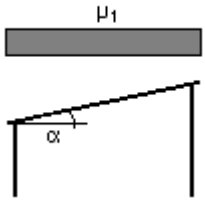
Il carico della neve sulle coperture è calcolato in relazione ai seguenti parametri:
Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale;
Esp.: zona topografica di esposizione al vento;
Ce: coefficiente di esposizione al vento;
TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;
as: altitudine del sito;
qsk: valore caratteristico del carico della neve al suolo (per Tr = 50 anni);

| Zona | Esposizione | Ce | TR | as | qsk |
|---|---|---|---|---|---|
| I Mediterranea | Zona normale | 1,00 | 50 anni | 180 m | 150,00 |

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha$ = 0,0°
- Copertura piana W = 21.6 m, L = 30.5 m => Lc = 27.9, Cef = 1.000
$\mu$1 = 0,80 => Q1 = 120 daN/mq

Schema di carico:




**VENTO**

La velocità del vento è calcolata in relazione ai seguenti parametri:
Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale (NTC - Tab. 3.3.I);
Vb,0: velocità base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);
a0: altitudine base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);
ks: parametro in funzione della zona in cui sorge la costruzione (NTC - Tab. 3.3.I);
as: altitudine del sito;
TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;
Vb: velocità di riferimento calcolata come segue:
Vb = Vb,0 per as ≤ a0
Vb = Vb,0 (1 + ks ((as / a0) - 1)) per a0 < as ≤ 1500 m
per as > 1500 m vanno ricavati da opportuna documentazione o da indagini comprovate
Tali valori non dovranno essere minori di quelli previsti per as = 1500 m

Cr: coefficiente di ritorno in funzione del periodo di ritorno TR
Vr: velocità di riferimento riferita al periodo di ritorno TR

| Zona | Vb,0 | a0 | ks | as | TR | Vb | Cr | Vr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 25 m/s | 1000 m | 0,40 | 180 m | 50 anni | 25,00 m/s | 1,000 | 25,00 m/s |

Pressione cinetica di riferimento, $qr = \rho\ Vr^2 / 2 = 39$ daN/mq
dove: $\rho$ è la densità dell'aria (assunta convenzionalmente costante = 1,25 kg/mc)

Esposizione:
Da cui i parametri della tabella 3.3.II delle NTC

| Kr | z0 | z min |
|---|---|---|
| 0,22 | 0,30 m | 8 m |

Classe di rugosità del terreno: B (NTC - Tab. 3.3.III)
Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

L'azione del vento sulle costruzioni è determinata dai seguenti parametri:
Cp: coefficiente di pressione;
Cd: coefficiente dinamico;
Ct: coefficiente di topografia;
Ce: coefficiente di esposizione (funzione di z, z0 e Ct);
z: altezza sul suolo.

| Cp | Cd | Ct | Ce | z |
|---|---|---|---|---|
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,80 | 10,20 m |

**Pressione del vento**
**p = qr Ce Cp Cd = 70 daN/mq**

# 5. ANALISI DEI CARICHI DEI SOLAI

Si riportano di seguito l'analisi dei carichi relative ai solai presenti nella struttura in oggetto:

TABELLA_CARICHI_SOLAI

| ID Arch. | | Tipo SOL | G1 | G2 | Q | Fatt. A | s sis. | Psi 0 | Psi 1 | Psi 2 | Psi S 2 | Fatt. Fi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | - | - | daN/ m2 | daN/ m2 | daN/ m2 | - | - | - | - | - | - | - |
| 1 | | Variab. | 570.00 | 80.00 | 400.00 | | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 1.00 |
| 2 | | Variab. | 600.00 | | 400.00 | | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 1.00 |
| 3 | | Neve | 570.00 | | 120.00 | | 1.00 | 0.50 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| | | Variab. | | | 50.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |
| 4 | | Variab. | 480.00 | | 400.00 | | 1.00 | 0.70 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 1.00 |
| 5 | | Neve | 745.00 | | 120.00 | | 1.00 | 0.50 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |
| | | Variab. | | | 50.00 | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | |

Legenda

| | |
|---|---|
| Tipo SOL | Indica la destinazione d'uso sulla base del carico variabile |
| G1 | Carichi permanenti |
| G2 | Carichi permanenti non strutturali |
| Q | Carichi variabili e neve |
| Fatt. A | Fattore di riduzione dell'area caricata (solo per solai speciali) |
| s sis. | Coefficiente di riduzione del sovraccarico accidentale -(DM 96)- |
| Psi 0 | Coefficiente di combinazione -(tab. 2.5.I NTC2018)- |
| Psi 1 | Coefficiente di combinazione -(tab. 2.5.I NTC2018)- |
| Psi 2 | Coefficiente di combinazione -(tab. 2.5.I NTC2018)- |
| Psi S 2 | Coefficiente di combinazione che fornisce il valore Quasi Permanente dell'azione variabile Qi -(OPCM 3274)- |
| Fatt. Fi | Coefficiente che tiene conto della probabilità che tutti i carichi siano presenti sull'intera struttura durante l'azione sismica -(OPCM 3274)- |

**1 - Solaio in lastre PREDALLES H= 5+15+5 (H=25 cm) - INTERPIANO**
**Descrizione:**

Solaio prefabbricato composto da una soletta inferiore in c.a.p. di altezza 4 cm, irrigidita da tralicci metallici gettati in calcestruzzo, alleggerimento di pani di polistirolo e completamento con travetti e soletta superiore da 5 cm da gettarsi in opera.
Spessore complessivo H = 25.0 cm

**Carichi permanenti strutturali** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - polistirolo (ha = 15.0 cm) | 3.0 |
| - getto in opera (hs = 5 cm) | 232.0 |
| - p.p. lastra armata c.a.p. (hi = 5 cm) | 125.0 |
| **Totale carichi G1.1** | **360.0** |

**Carichi permanenti portati definiti** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - pavimento in ceramica o gres | 40.0 |
| - massetto sabbia e cemento (s=5.0 cm) | 100.0 |
| - massetto alleggerito (s=8.0 cm) | 45.0 |
| - controsoffitto pesante | 25.0 |
| **Totale carichi G1.2** | **210.0** |

**Carichi permanenti portati non definiti** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - ripartizione tramezzature in cartongesso | 80.0 |
| **Totale carichi G2** | **80.0** |

**Carichi variabili** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| **Sovraccarico variabile Q** | **400.0** |

Categoria carichi variabili: C2 - Ambienti suscettibili di affollamento - Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne.

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.70$, $\psi 1 = 0.70$, $\psi 2 = 0.60$

**2 – Rampa scala in c.a. H=25 cm**
**Descrizione:**

Solaio pieno in calcestruzzo armato gettati in opera.

**Carichi permanenti strutturali** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - solaio s=25 | 625.0 |
| **Totale carichi G1.1** | **625.0** |

**Carichi permanenti portati definiti** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - rivestimento | 100.0 |
| - gradini | 200.0 |
| - parapetti | 50.0 |
| **Totale carichi G1.2** | **350.0** |

**Carichi variabili** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| **Sovraccarico variabile Q** | **400.0** |

Categoria carichi variabili: C – Scale comuni e ballatoi.

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.70$, $\psi 1 = 0.70$, $\psi 2 = 0.60$

**3 - Copertura in lastre PREDALLES H= 5+15+5 (H=25 cm) – Quota 1025 cm**

**Descrizione:**

Solaio prefabbricato composto da una soletta inferiore in c.a.p. di altezza 4 cm, irrigidita da tralicci metallici gettati in calcestruzzo, alleggerimento di pani di polistirolo e completamento con travetti e soletta superiore da 5 cm da gettarsi in opera.
Spessore complessivo H = 25.0 cm

**Carichi permanenti strutturali** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - polistirolo (ha = 15.0 cm) | 3.0 |
| - getto in opera (hs = 5 cm) | 232.0 |
| - p.p. lastra armata c.a.p. (hi = 5 cm) | 125.0 |
| **Totale carichi G1.1** | **360.0** |

**Carichi permanenti portati definiti** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - guaina impermeabile doppio strato | 10.0 |
| - massetto sabbia e cemento (s=4.0 cm) | 80.0 |
| - isolante in polistirene espanso (s=14.0 cm) | 10.0 |
| - massetto alleggerito formazione pendenze (s medio=10.0 cm) | 60.0 |
| - fotovoltaico + supporti | 25.0 |
| - controsoffitto pesante | 25.0 |
| **Totale carichi G1.2** | **210.0** |

**Carichi variabili** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| **Sovraccarico variabile Q** | **50.0** |
| **Sovraccarico neve Qneve** | **120.0** |

Categoria carichi variabili: H / I / K - Coperture.

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.00$, $\psi 1 = 0.00$, $\psi 2 = 0.00$
Categoria carichi: Neve (alt. s.l.m. =< 1000 m).

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.50$, $\psi 1 = 0.20$, $\psi 2 = 0.00$

**4 - Solaio in lastre PREDALLES H= 5+15+5 (H=25 cm) - TERRAZZE**
**Descrizione:**

Solaio prefabbricato composto da una soletta inferiore in c.a.p. di altezza 4 cm, irrigidita da tralicci metallici gettati in calcestruzzo, alleggerimento di pani di polistirolo e completamento con travetti e soletta superiore da 5 cm da gettarsi in opera.
Spessore complessivo H = 25.0 cm

**Carichi permanenti strutturali** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - polistirolo (ha = 15.0 cm) | 3.0 |
| - getto in opera (hs = 5 cm) | 232.0 |
| - p.p. lastra armata c.a.p. (hi = 5 cm) | 125.0 |
| **Totale carichi G1.1** | **360.0** |

**Carichi permanenti portati definiti** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - pavimentazione esterna | 40.0 |
| - guaina impermeabile doppio strato | 10.0 |
| - isolamento (s=3.0 cm) | 5.0 |
| - massetto alleggerito formazione pendenze (s medio=6.0 cm) | 40.0 |
| - controsoffitto pesante | 25.0 |
| **Totale carichi G1.2** | **120.0** |

**Carichi variabili** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| **Sovraccarico variabile Q** | **400.0** |

Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento - Scale comuni, balconi e ballatoi.

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.70$, $\psi 1 = 0.70$, $\psi 2 = 0.60$

**5 - Copertura in lastre PREDALLES H= 5+15+5 (H=25 cm) – Quota 875 cm**
**Descrizione:**

Solaio prefabbricato composto da una soletta inferiore in c.a.p. di altezza 4 cm, irrigidita da tralicci metallici gettati in calcestruzzo, alleggerimento di pani di polistirolo e completamento con travetti e soletta superiore da 5 cm da gettarsi in opera.
Spessore complessivo H = 25.0 cm

**Carichi permanenti strutturali** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - polistirolo (ha = 15.0 cm) | 3.0 |
| - getto in opera (hs = 5 cm) | 232.0 |
| - p.p. lastra armata c.a.p. (hi = 5 cm) | 125.0 |
| **Totale carichi G1.1** | **360.0** |

**Carichi permanenti portati definiti** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| - guaina impermeabile doppio strato | 10.0 |
| - massetto sabbia e cemento (s=4.0 cm) | 80.0 |
| - isolante in polistirene espanso (s=14.0 cm) | 10.0 |
| - massetto alleggerito formazione pendenze (s medio=10.0 cm) | 60.0 |
| - macchine per impianti | 175.0 |
| - fotovoltaico + supporti | 25.0 |
| - controsoffitto pesante | 25.0 |
| **Totale carichi G1.2** | **385.0** |

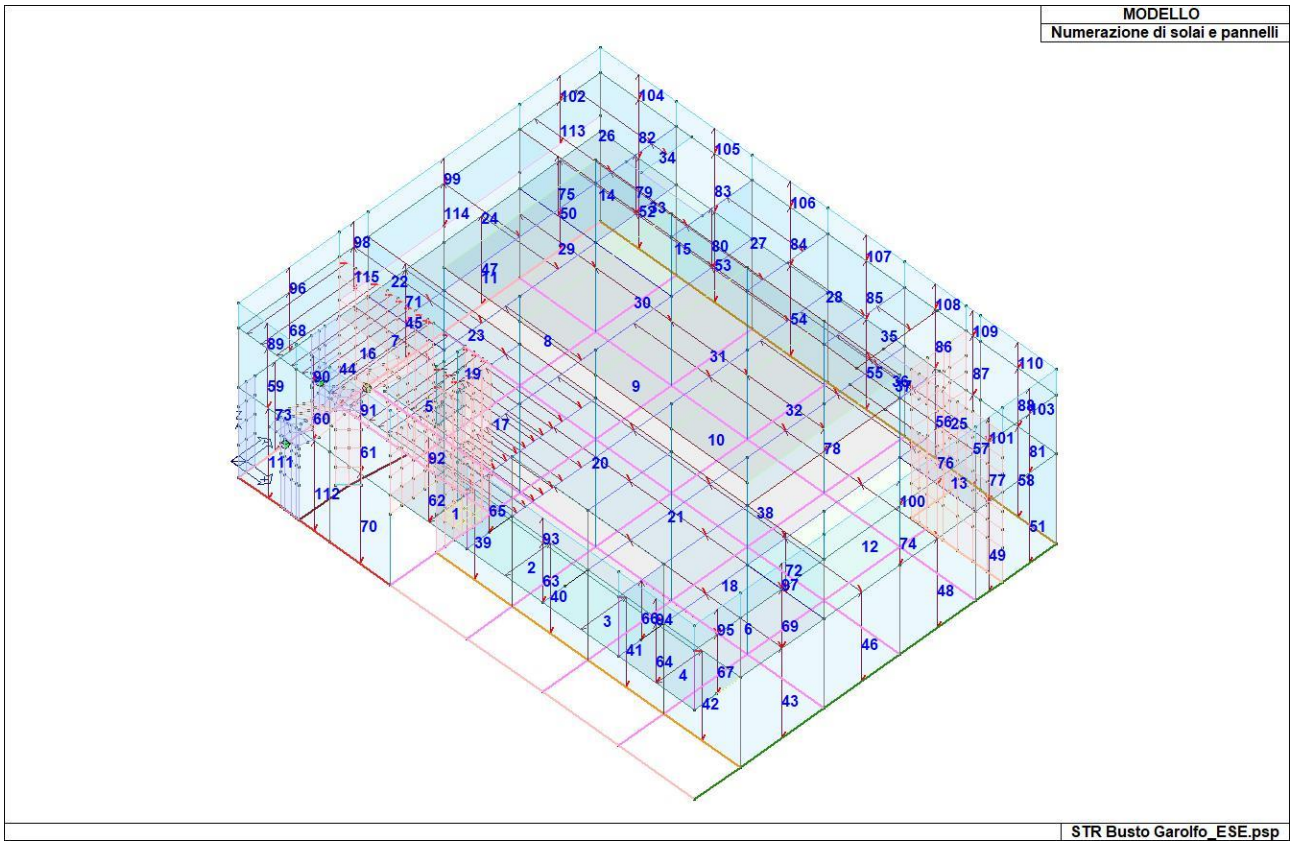
**Carichi variabili** [daN/mq]

| | |
|---|---|
| **Sovraccarico variabile Q** | **50.0** |
| **Sovraccarico neve Qneve** | **120.0** |

Categoria carichi variabili: H / I / K - Coperture.

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.00$, $\psi 1 = 0.00$, $\psi 2 = 0.00$
Categoria carichi: Neve (alt. s.l.m. =< 1000 m).

Coefficienti di combinazione: $\psi 0 = 0.50$, $\psi 1 = 0.20$, $\psi 2 = 0.00$


MODELLO
Numerazione di solai e pannelli
STR Busto Garolfo_ESE.psp

# 6. AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.
Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, Se, è definito dalle seguenti espressioni:

Dove per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti $S_S$ e $C_C$ valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo **B**, **C, D, E** i coefficienti $S_S$ e $C_C$ vengono calcolati mediante le espressioni riportane nella seguente Tabella

| Categoria sottosuolo | $S_S$ | $C_C$ |
|---|---|---|
| A | 1,00 | 1,00 |
| B | $1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico $S_T$ riportati nella seguente Tabella

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | $S_T$ |
|---|---|---|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30° | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30° | 1,4 |

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, $S_{ve}$, è definito dalle espressioni:

$$0 \le T < T_B \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$$

$$T_B \le T < T_C \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \le T < T_D \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$$

$$T_D \le T \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2}\right)$$

I valori di $S_S$, $T_B$, $T_C$ e $T_D$, sono riportati nella seguente Tabella

| Categoria di sottosuolo | $S_S$ | $T_B$ | $T_C$ | $T_D$ |
|---|---|---|---|---|
| A, B, C, D, E | 1,0 | 0,05 s | 0,15 s | 1,0 s |

La struttura è localizzata in:

| Localizzazione |
|---|
| Località BUSTO GAROLFO (MI) |
| Comune di BUSTO GAROLFO (MI) |
| Regione LOMBARDIA |
| Longitudine 8.883, Latitudine 45.546 (Riferimento WGS84) |

L' azione sismica viene definita in relazione a un periodo di riferimento Vr che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento Vr e la probabilità di superamento Pver associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno Tr e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

| Parametri della struttura | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Classe d'uso | Vita Vn | Coeff. Uso | Periodo Vr | Tipo di suolo | Categoria topografica | Quota relativa |
| | [anni] | | [anni] | | | [%] |
| III | 50.0 | 1.5 | 75.0 | B | T1 | - |

La risposta sismica locale (RSL) è definita come da NTC 2018 Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III

## 6.1 CALCOLO FATTORE DI COMPORTAMENTO

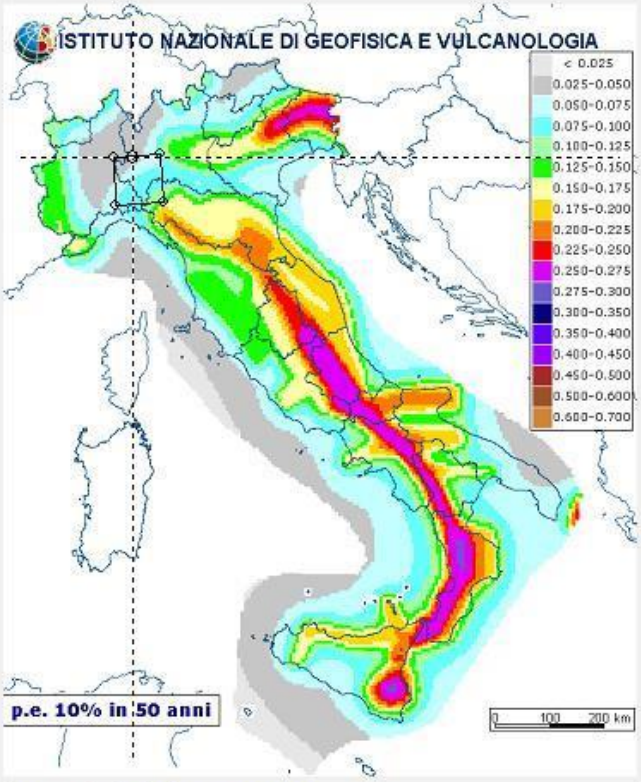
**Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018**

| Caratteristiche costruzione | |
|---|---|
| Tipologia | Nuova |
| Regolarità pianta | NO |
| Regolarità altezza | NO |
| Classe di duttilità | ND |
| Sistema costruttivo | Calcestruzzo |
| Tipologia strutturale | Strutture deformabili torsionalmente |

| Parametri | |
|---|---|
| $q_0$ | 2.000 |
| $k_w$ | 1.000 |
| $K_R$ | 0.8 |
| $q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R$ | 1.600 |
| $q_{ND} = 2/3 \cdot q_D$ | 1.067 (≤1.5) |

| Fattori di comportamento | | |
|---|---|---|
| | Dissipativi | Non dissipativi |
| q SLU x | 1.600 | 1.067 |
| q SLU y | 1.600 | 1.067 |
| q SLU z | 1.500 | 1.500 |

Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:




Vertici della maglia elementare INGV [riferimento ED50]

| Id nodo | Longitudine | Latitudine | Distanza [km] |
|---|---|---|---|
| 12034 | 8.858 | 45.496 | 6.024 |
| 12035 | 8.929 | 45.499 | 6.384 |
| 11813 | 8.925 | 45.549 | 3.199 |
| 11812 | 8.854 | 45.546 | 2.347 |

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località: BUSTO GAROLFO (MI) — Trova

Longitudine: 8.8830 Latitudine: 45.5460 — Applica

Applica la Risposta Sismica Locale — RSL

Parametri per le forme spettrali

| | Pver | Tr | ag [g] | Fo | T*c |
|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 81 | 30.11 | 0.0155 | 2.547 | 0.160 |
| SLD | 63 | 50.29 | 0.0192 | 2.527 | 0.170 |
| SLV | 10 | 474.56 | 0.0390 | 2.657 | 0.286 |
| SLC | 5 | 974.79 | 0.0468 | 2.695 | 0.306 |

Periodo di riferimento per l' azione sismica

| Vita Vn [anni] | Coefficiente uso Cu | Periodo Vr [anni] | Livello di sicurezza |
|---|---|---|---|
| 50 | 1 | 50 | 100 |

Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO) — Reset — Calcola

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N
[con N = 1,2,3,4,5]

Annulla — OK

Classe d' uso

- I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...]
- II edifici ordinari
- (•) III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...)
- IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali. municipi...)

Pericolosità e zonazione

pericolosità sismica

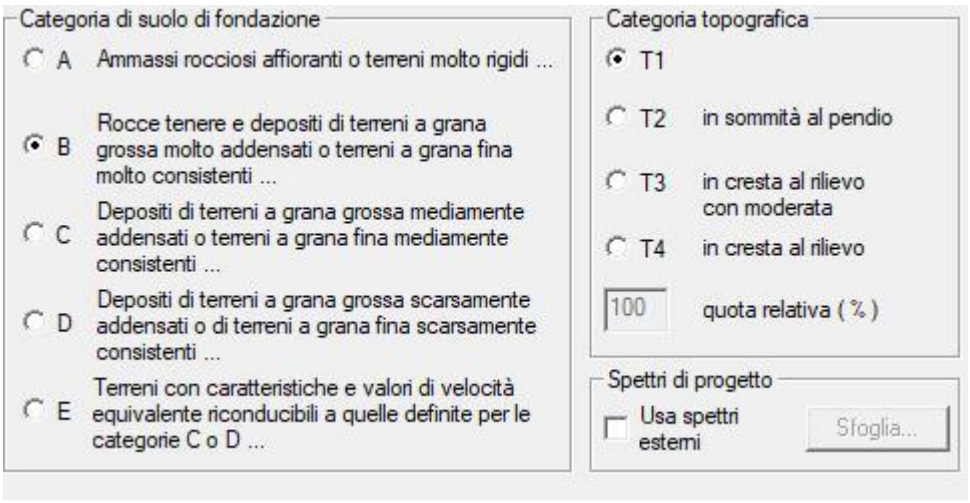
agS per SLV: 0.052

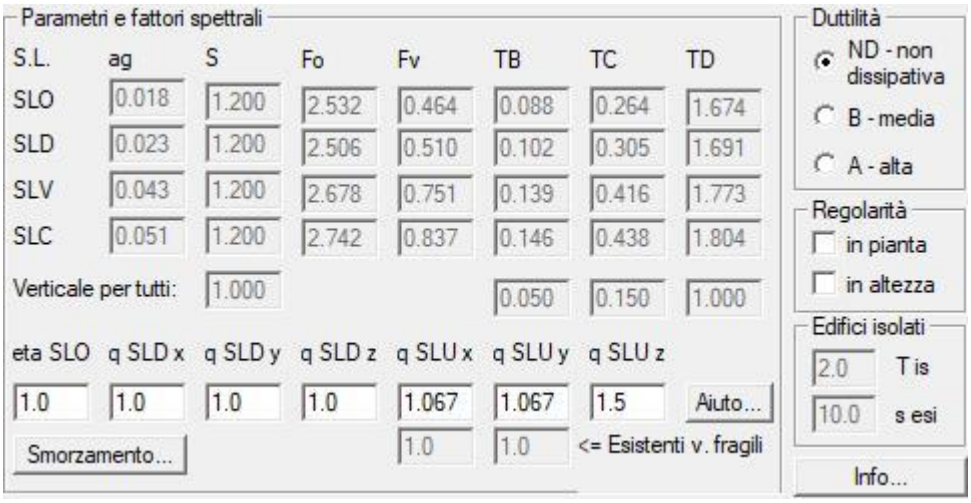
Modalità di progettazione semplificata per agS<0.075

Strutture esistenti

- (•) LC1: conoscenza limitata
- LC2: conoscenza adeguata
- LC3: conoscenza accurata

Fattore di confidenza FC: 1.35


Categoria di suolo di fondazione
A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...
B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...
C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...
D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...
E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...
Categoria topografica
T1
T2 in sommità al pendio
T3 in cresta al rilievo con moderata
T4 in cresta al rilievo
100 quota relativa ( % )
Spettri di progetto
Usa spettri esterni
Sfoglia...


Parametri e fattori spettrali
S.L. ag S Fo Fv TB TC TD
SLO 0.018 1.200 2.532 0.464 0.088 0.264 1.674
SLD 0.023 1.200 2.506 0.510 0.102 0.305 1.691
SLV 0.043 1.200 2.678 0.751 0.139 0.416 1.773
SLC 0.051 1.200 2.742 0.837 0.146 0.438 1.804
Verticale per tutti: 1.000 0.050 0.150 1.000
eta SLO q SLD x q SLD y q SLD z q SLU x q SLU y q SLU z
1.0 1.0 1.0 1.0 1.067 1.067 1.5 Aiuto...
Smorzamento...
1.0 1.0 <= Esistenti v. fragili
Duttilità
ND - non dissipativa
B - media
A - alta
Regolarità
in pianta
in altezza
Edifici isolati
2.0 T is
10.0 s esi
Info...

Dati comuni per le analisi
Quota spiccato [cm] 0.0
Contributo carichi in fondazione
Eccentricità aggiuntiva X: 5 Y: 5
ex. muratura
Spost. relativo rapp. SLC/SLD 5
Dati per analisi dinamica
N. modi 30 N. modi rigidi 0
Dati per analisi statica lineare e non lineare
Altezza edificio [cm] 980.0
Fatt. Lambda [0.85 - 1] 0.85
Calcola periodi T1
dir. x-x dir. y-y dir. z-z
Periodo T1 [primo modo] 0.3 0.3 0.3
Sd (T1) - SLU 0.13 0.13 0.011
Se (T1) - SLD 0.068 0.068 0.006
Rapp T1/TrZ 0.848 1.109
suggerito:
Accelerazione uniforme [Fi=Fh] NO
Eccentricità convenzionale con momenti Mz NO
Usa spostamenti medi di piano per pushover SI

C.D.C. sismico | Nodo cont. 0 (**)

C.D.C. Analisi modale di riferimento | Sfoglia... | Modo rifer. 0 (**)

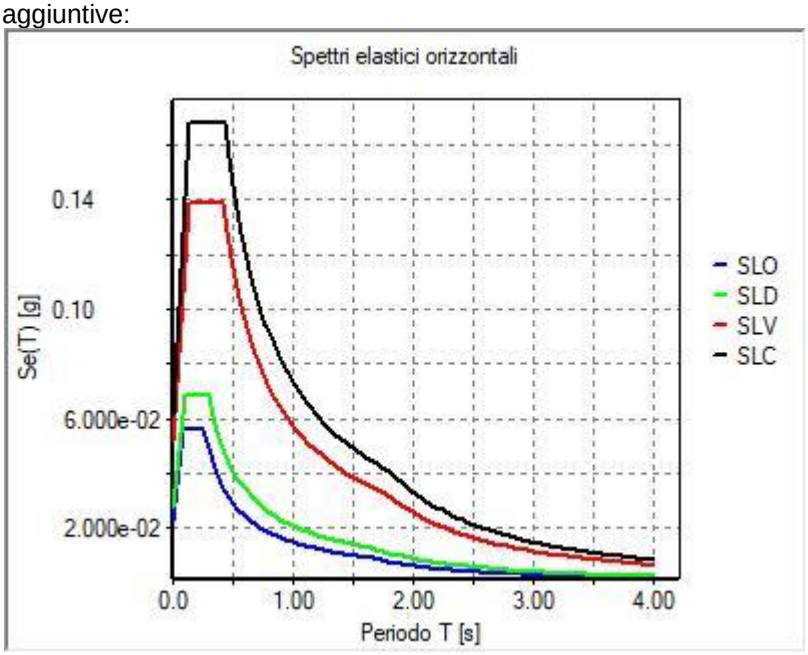
| Sisma | LC 1 | LC 2 | LC 3 | LC 4 | LC 5 [*] | LC 6 [*] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LC U 7 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LC U 8 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LC U 9 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LC U 10 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| LC D 11 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

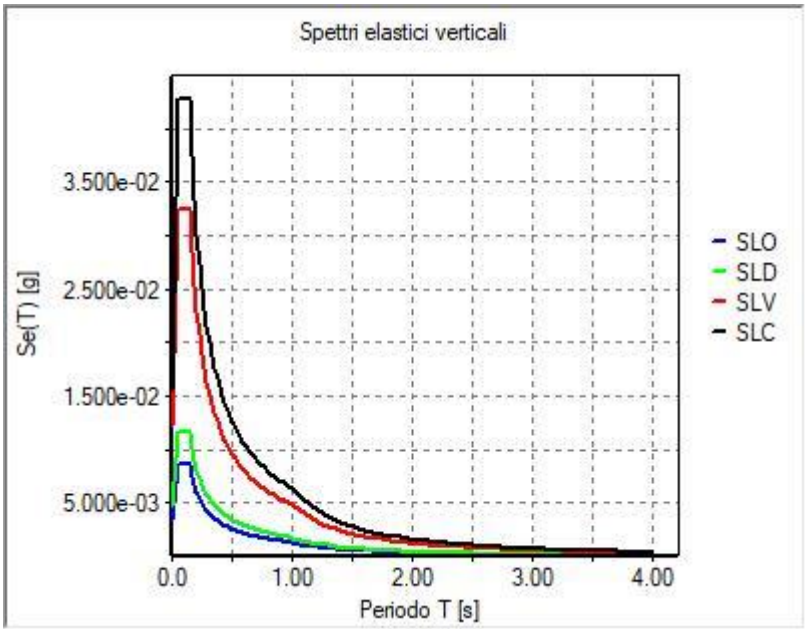
NOTA: (*) coefficienti per carichi variabili Q
cdc Qk : utilizzare psi 2
cdc Qsk/Qnk : utilizzare di regola 1 (psi 2 da archivio carico)

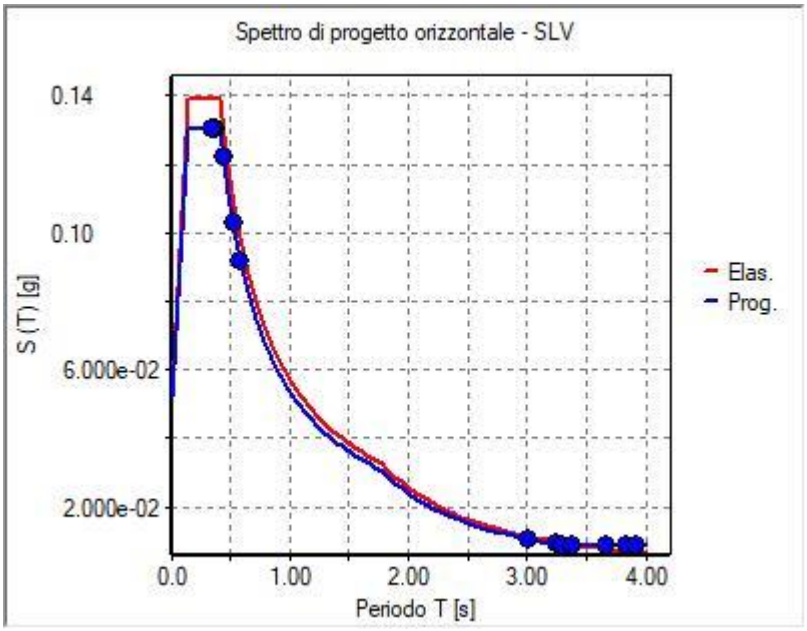
(**) 0 per default in pushover

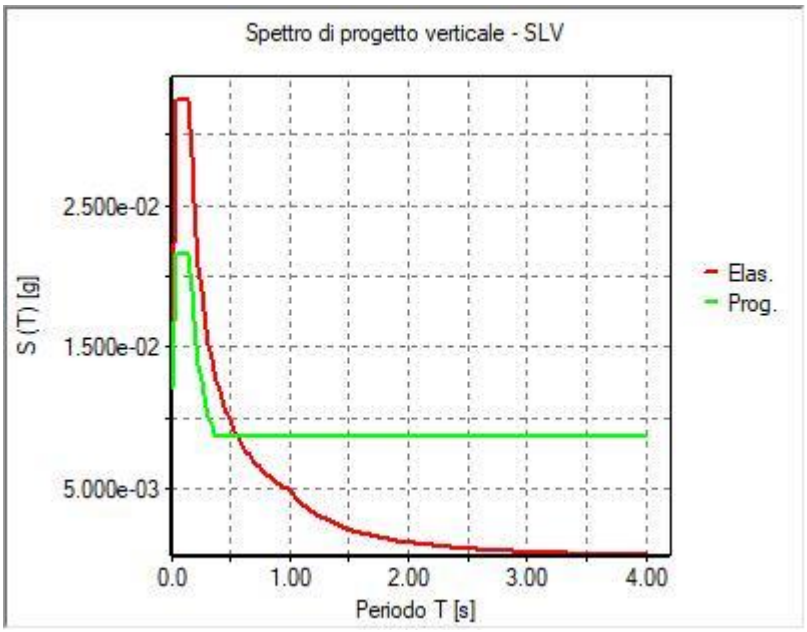
Definizione masse automatica

Si riportano di seguito gli SPETTRI di input sismico e le caratteristiche dinamiche proprie della struttura, pertanto in assenza di eccentricità aggiuntive:






ANALISI_MODALE_NO_ECCENTRICITA

| Modo | Frequenza | Periodo | X M efficace x g | % | Y M efficace x g | % | Z M efficace x g | % | RZ M efficace x g | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - | Hz | sec | daN | - | daN | - | daN | - | daN m2 | - |
| 1 | 1.70 | 0.59 | 2.795e+05 | 15 | 1.338e+06 | 72 | 127.8 | 0 | 812.8 | 2 |
| 2 | 1.90 | 0.53 | 6.989e+05 | 37 | 2.522e+04 | 1 | 2.1 | 0 | 1.410e+04 | 49 |
| 3 | 2.26 | 0.44 | 6.505e+05 | 35 | 3.078e+05 | 16 | 1.3 | 0 | 9987.5 | 35 |
| 4 | 2.58 | 0.39 | 2.246e+04 | 1 | 9358.2 | 0 | 4.6 | 0 | 324.8 | 1 |
| 5 | 2.73 | 0.37 | 1045.4 | 0 | 181.7 | 0 | 0.3 | 0 | 7.3 | 0 |
| 6 | 2.86 | 0.35 | 3.909e+04 | 2 | 3032.8 | 0 | 12.9 | 0 | 22.9 | 0 |

# 7. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

E' possibile definire i casi di carico scegliendo fra le dodici tipologie elencate nella tabella seguente:

| | Tipo CDC | Descrizione |
|---|---|---|
| 1 | Ggk | caso di carico comprensivo del peso proprio struttura |
| 2 | Gk | caso di carico con azioni permanenti |
| 3 | Qk | caso di carico con azioni variabili |
| 4 | Gsk | caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture |
| 5 | Qsk | caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai |
| 6 | Qnk | caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture |
| 7 | Qtk | caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura |
| 8 | Qvk | caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura |
| 9 | Esk | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| 10 | Edk | caso di carico sismico con analisi dinamica |
| 11 | Etk | caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica |
| 12 | Pk | caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni |

I casi di carico utilizzati nella modellazione oggetto della presente relazione sono i seguenti:

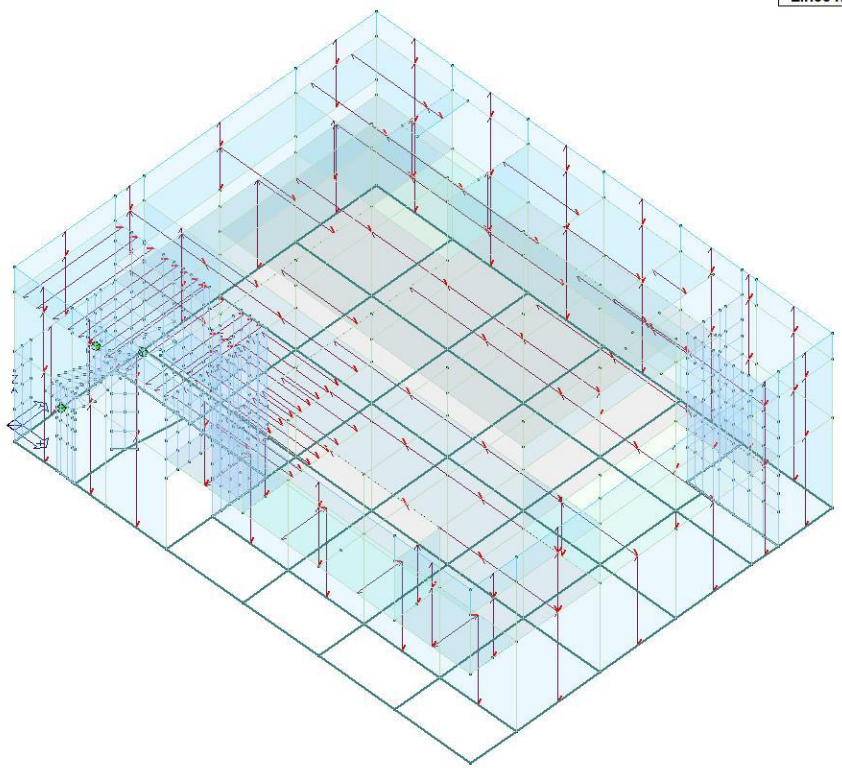
TABELLA_CASI_DI_CARICO

| CDC | Tipo CDC | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 1 | Ggk | CDC=Ggk (peso proprio della struttura) | |
| 2 | Gsk | CDC=G1sk (permanente solai-coperture) | |
| 3 | Gsk | CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.) | |
| 4 | Gsk | CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.) | |
| 5 | Qsk | CDC=Qsk (variabile solai) | |
| 6 | Qnk | CDC=Qnk (carico da neve) | |
| 7 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +) | |
| 8 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -) | |
| 9 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +) | |
| 10 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -) | |
| 11 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +) | |
| 12 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -) | |
| 13 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +) | |
| 14 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -) | |
| 15 | Qvk | CDC=Qvk (carico da vento) dir X + | |
| 16 | Qvk | CDC=Qvk (carico da vento) dir X - | |
| 17 | Qvk | CDC=Qvk (carico da vento) dir Y + | |
| 18 | Qvk | CDC=Qvk (carico da vento) dir Y - | |
| 19 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) verticale | |
| 20 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) verticale | |
| 21 | Gk | CDC=G1k (permanente generico) | |
| 22 | Qk | CDC=Qk (variabile generico) | |
| 23 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +) | |
| 24 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -) | |
| 25 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +) | |
| 26 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. -) | |
| 27 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLO) verticale | |

Legenda

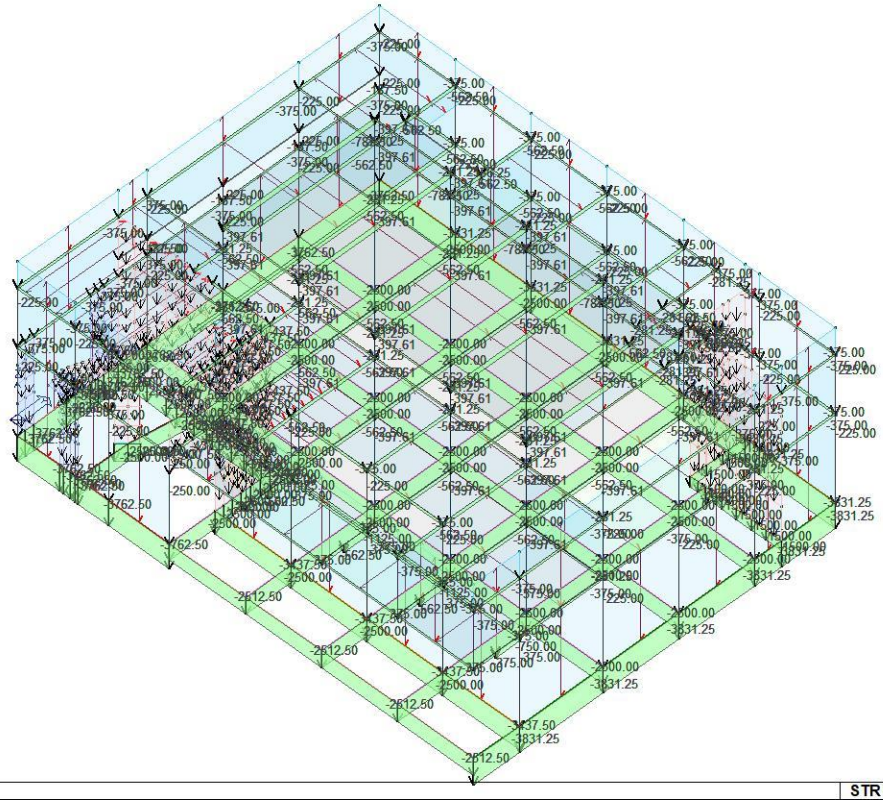
Tipo CDC Indica il tipo di caso di carico

MODELLO
Linee nascoste dei solai (per carico)



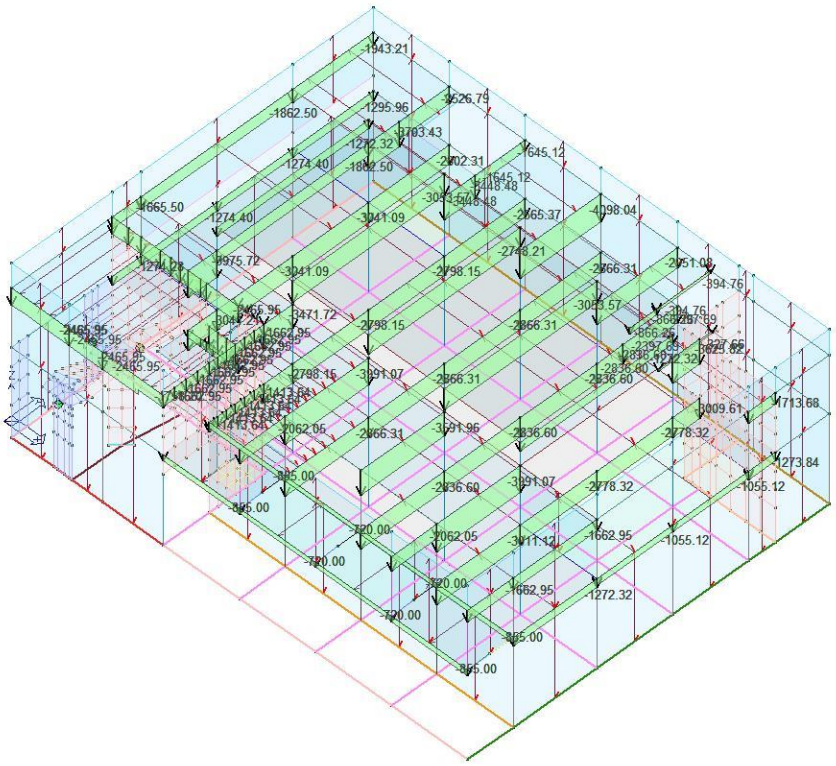
STR Busto Garolfo_ESE.psp

CARICHI 001) CDC=Ggk (peso proprio della struttura)



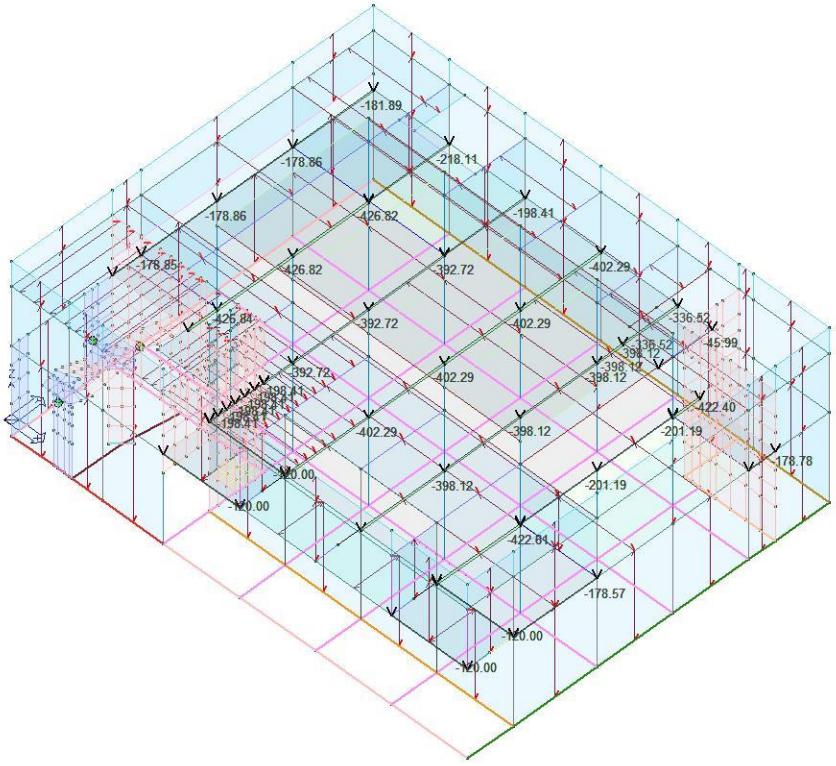
STR Busto Garolfo_ESE.psp

CARICHI 002) CDC=G1sk (permanente solai-coperture)

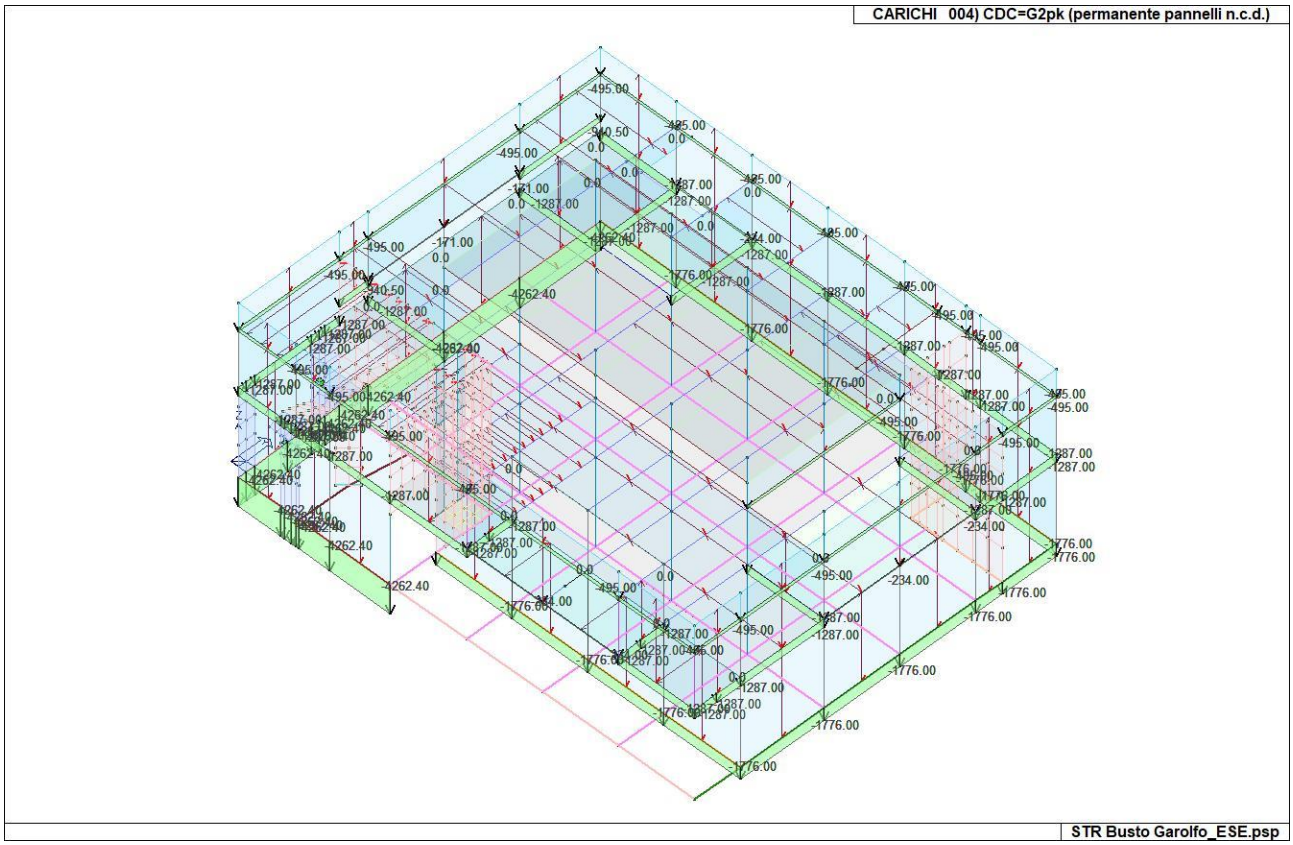


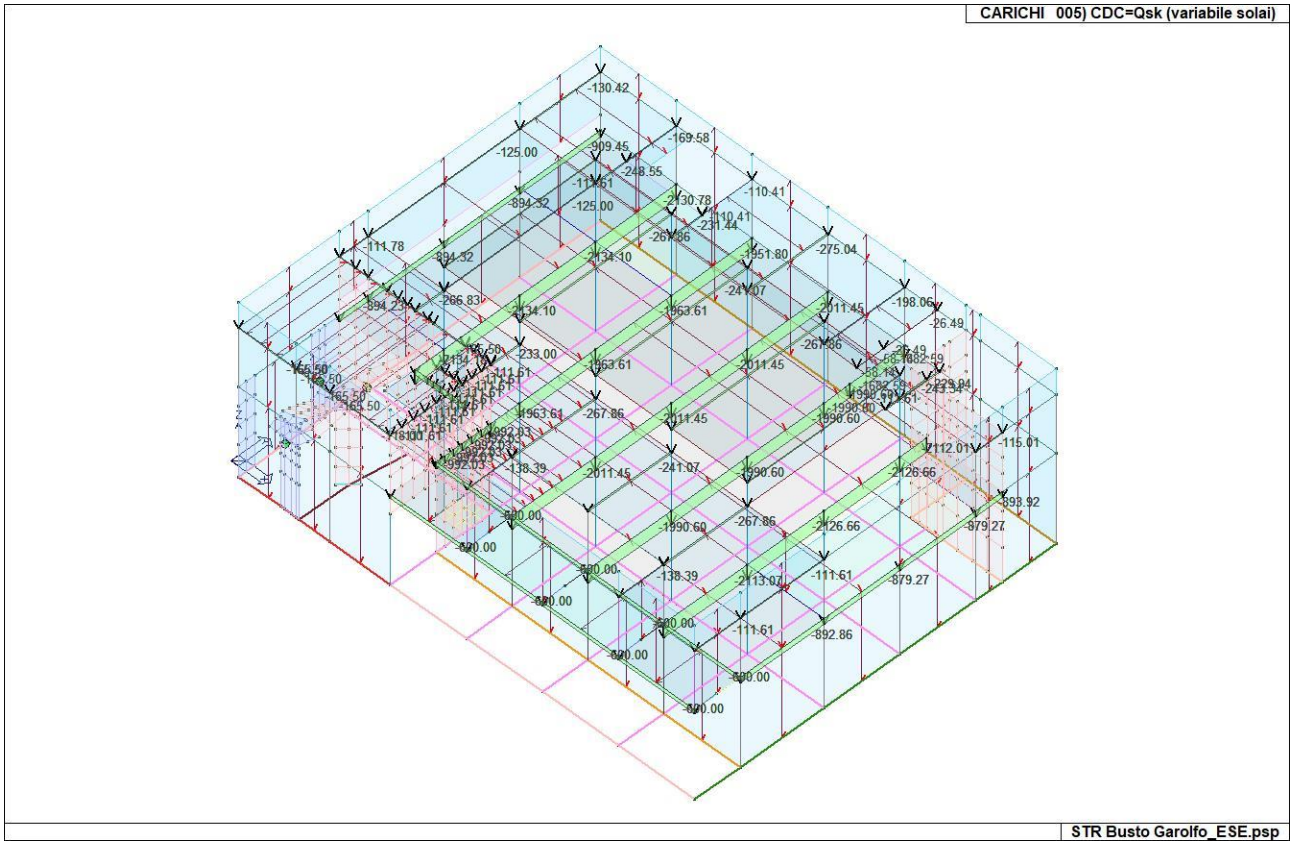

STR Busto Garolfo_ESE.psp

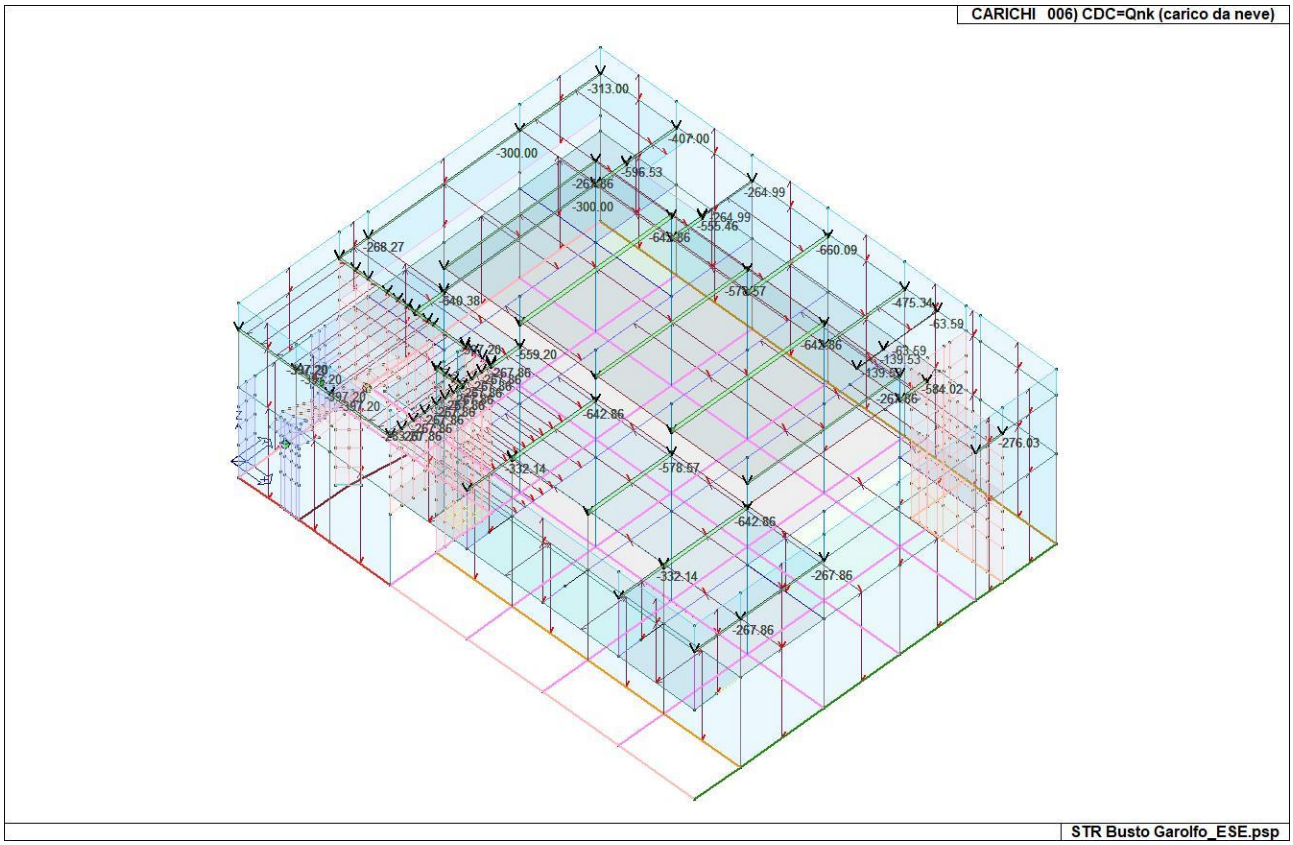
CARICHI 003) CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)

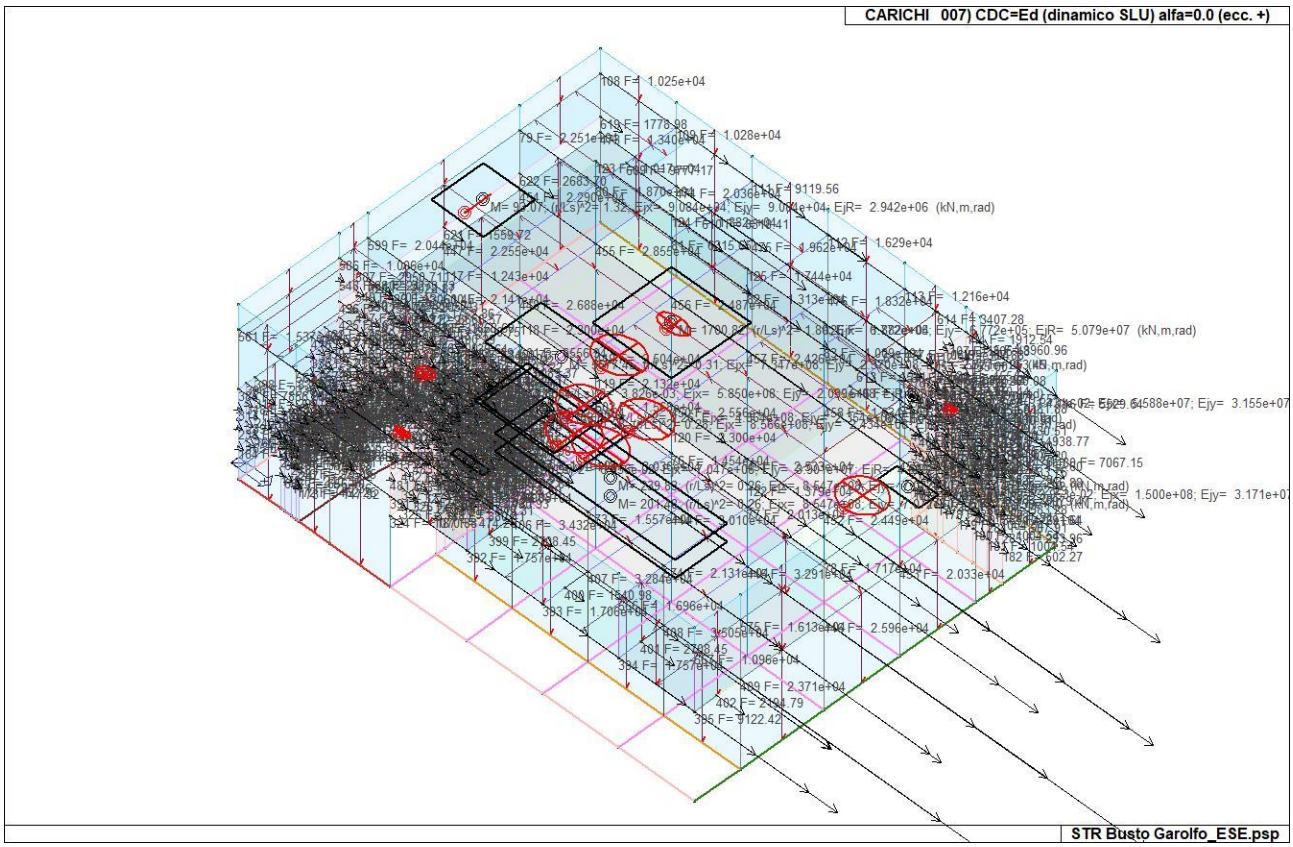


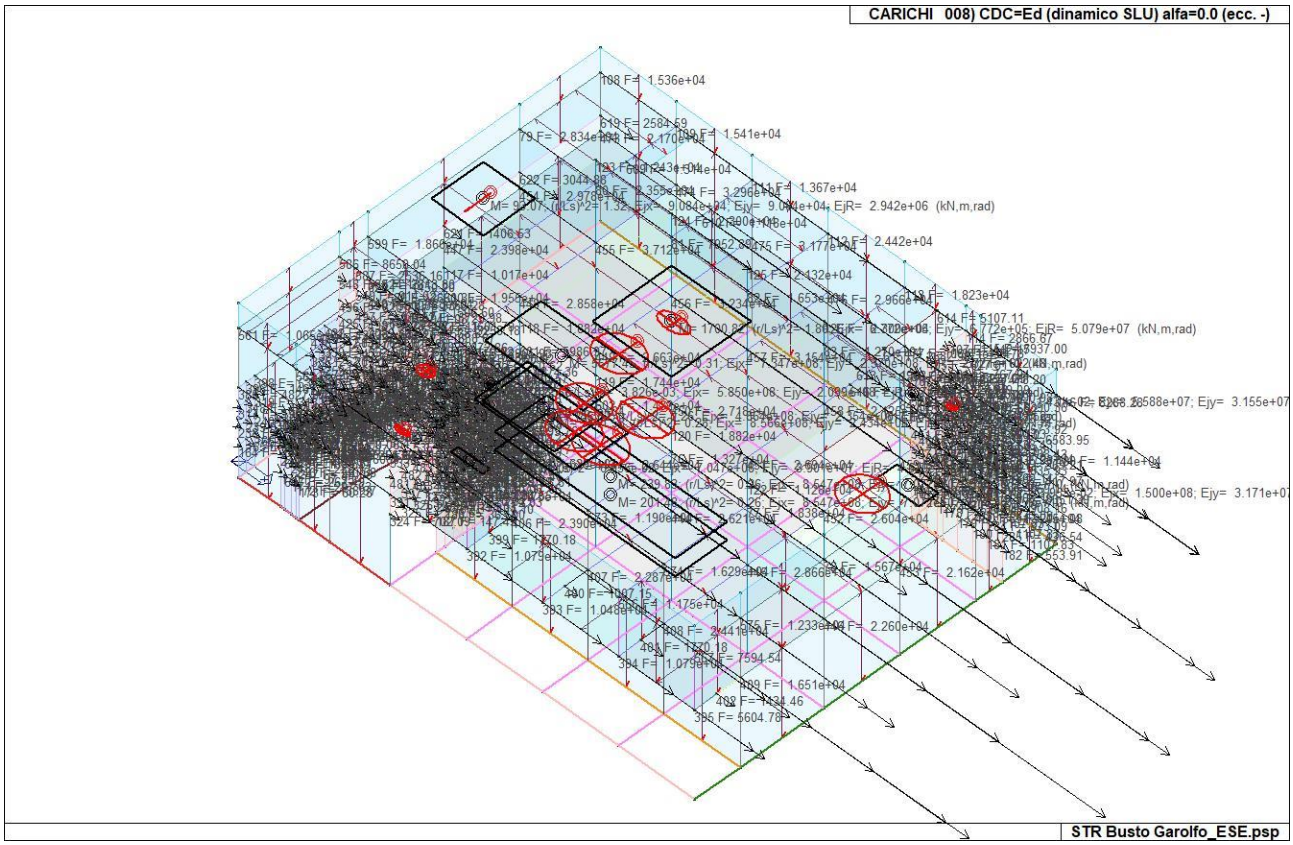

STR Busto Garolfo_ESE.psp

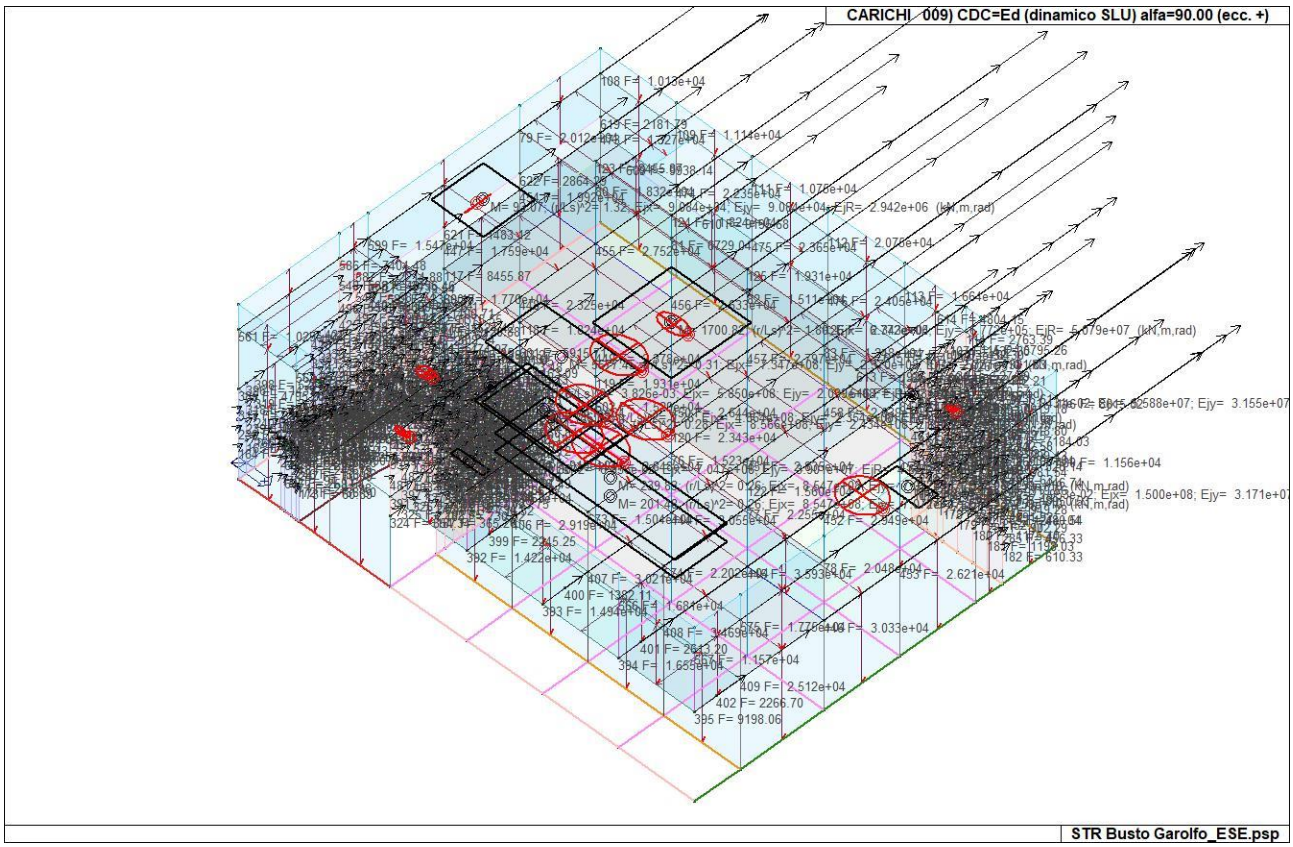

CARICHI 004) CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

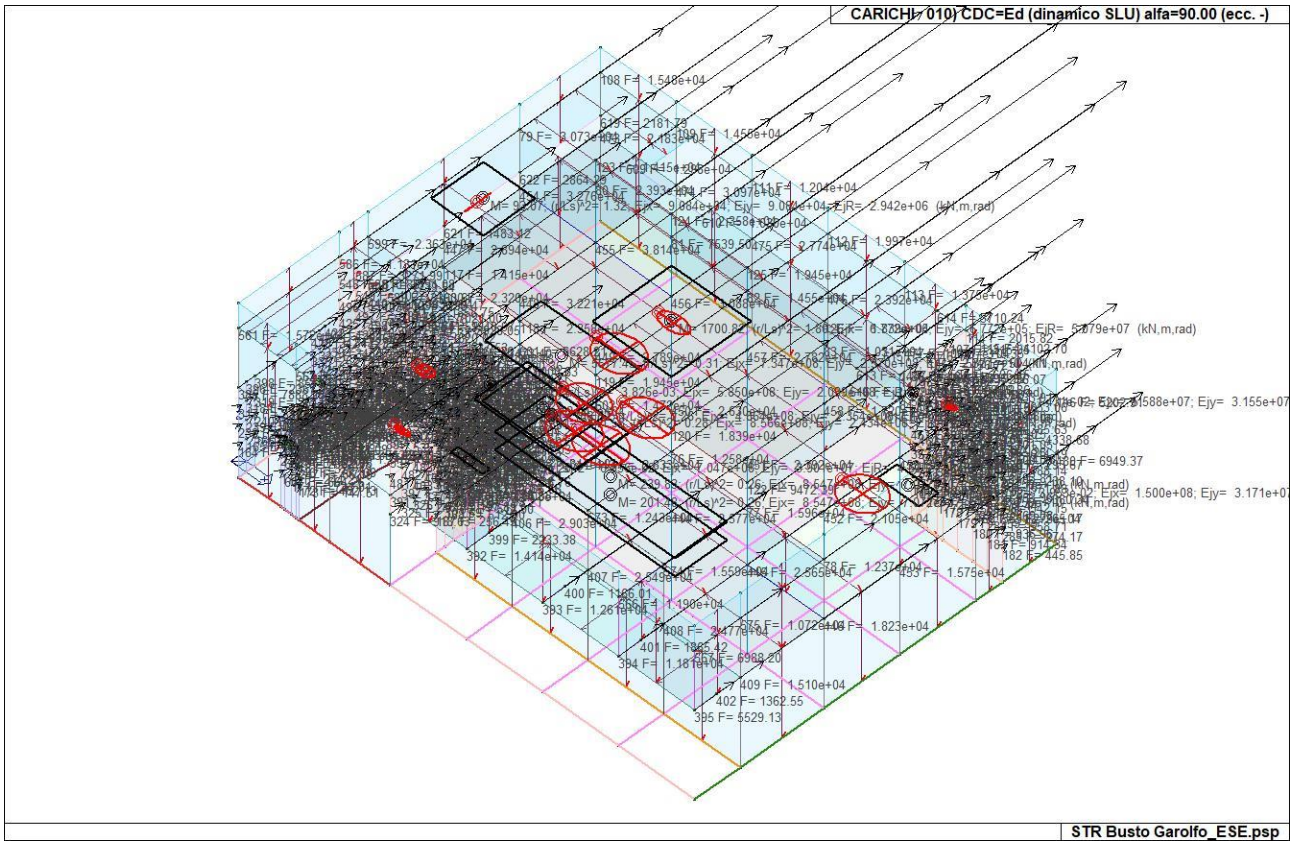

CARICHI 005) CDC=Qsk (variabile solai)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

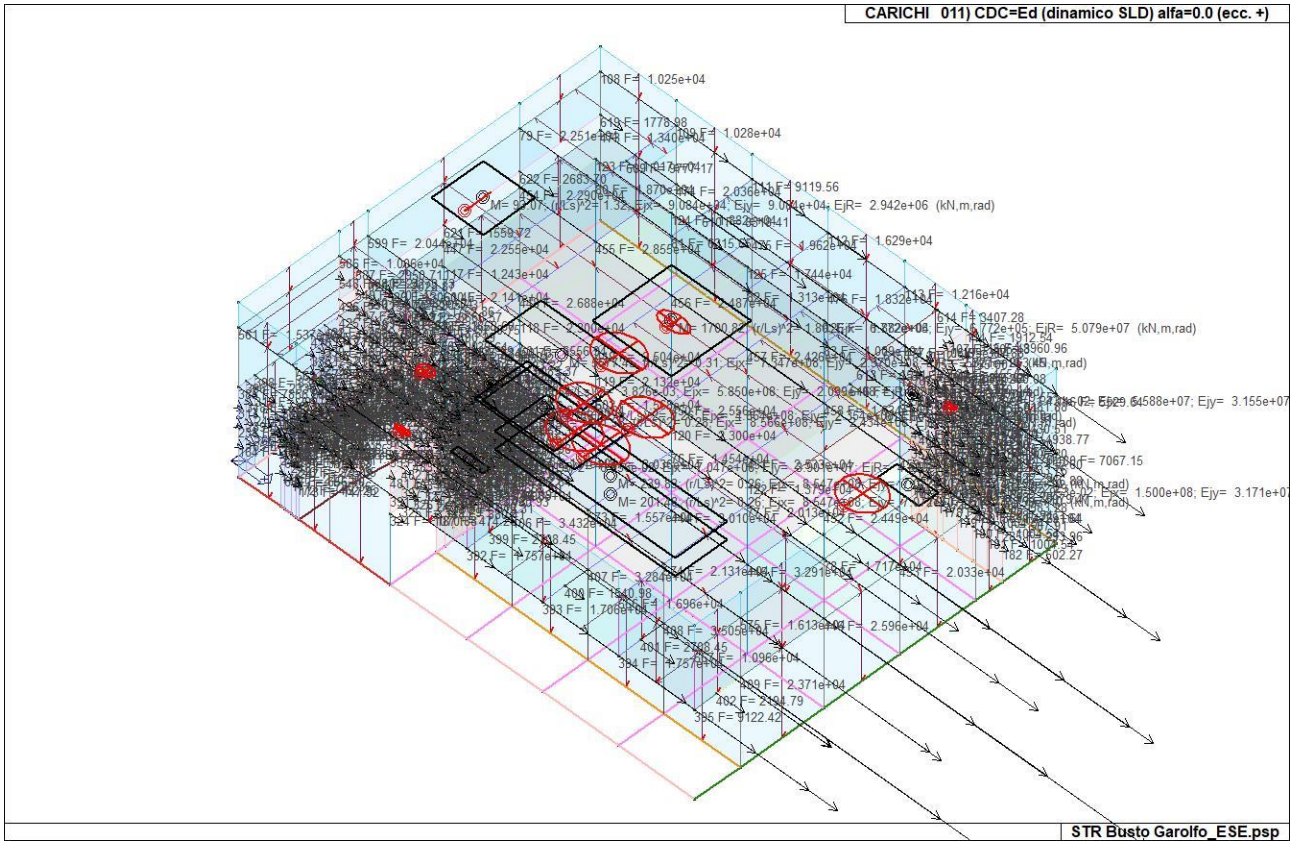

CARICHI 006) CDC=Qnk (carico da neve)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

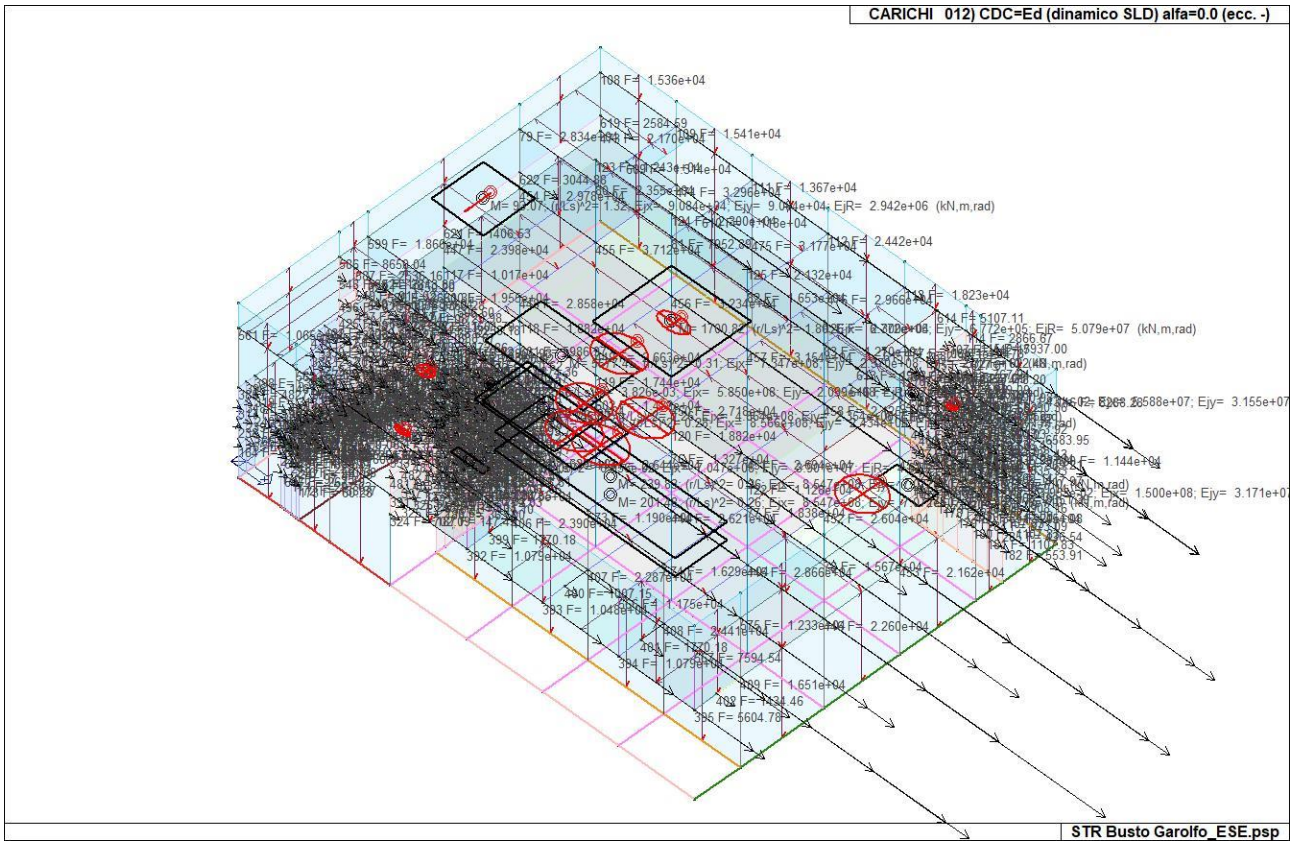

CARICHI 007) CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

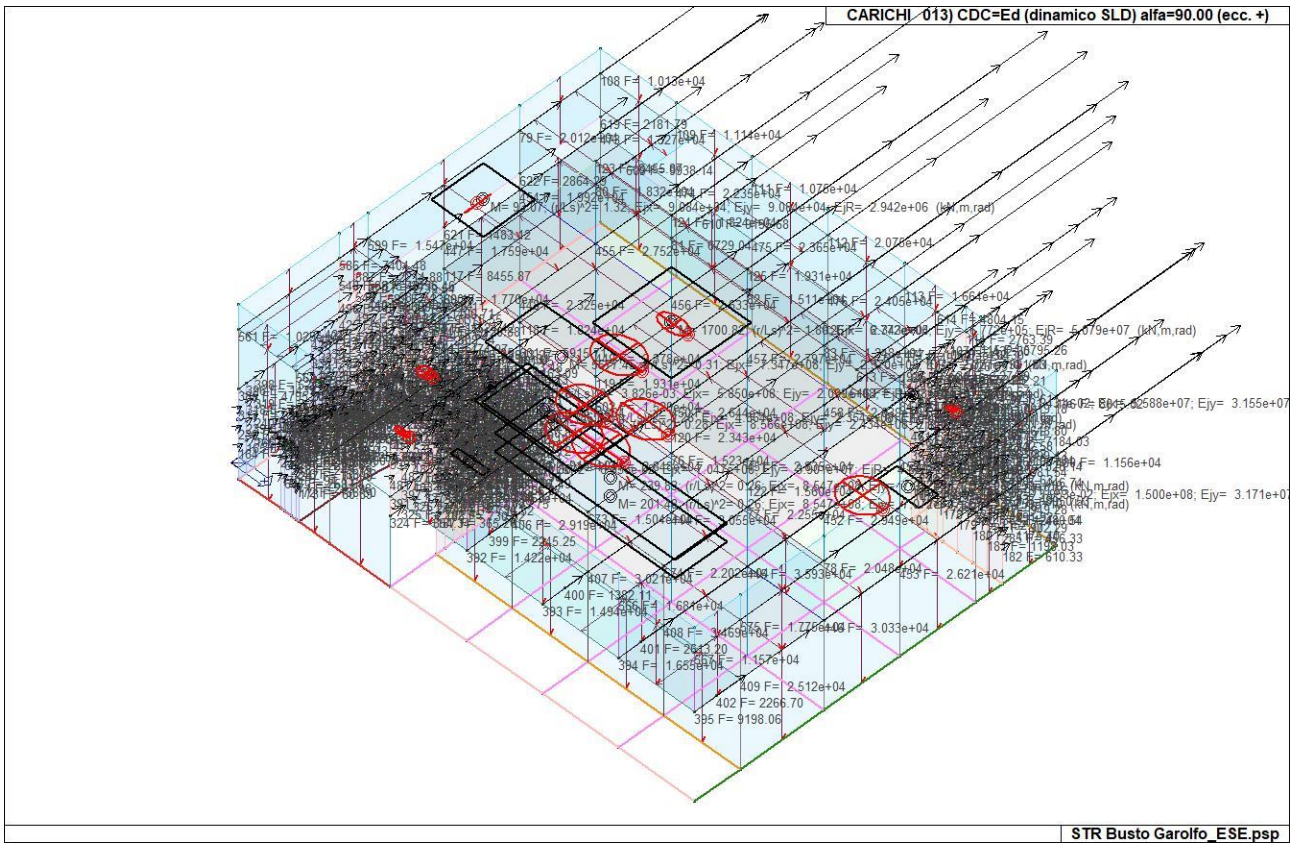

CARICHI 008) CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

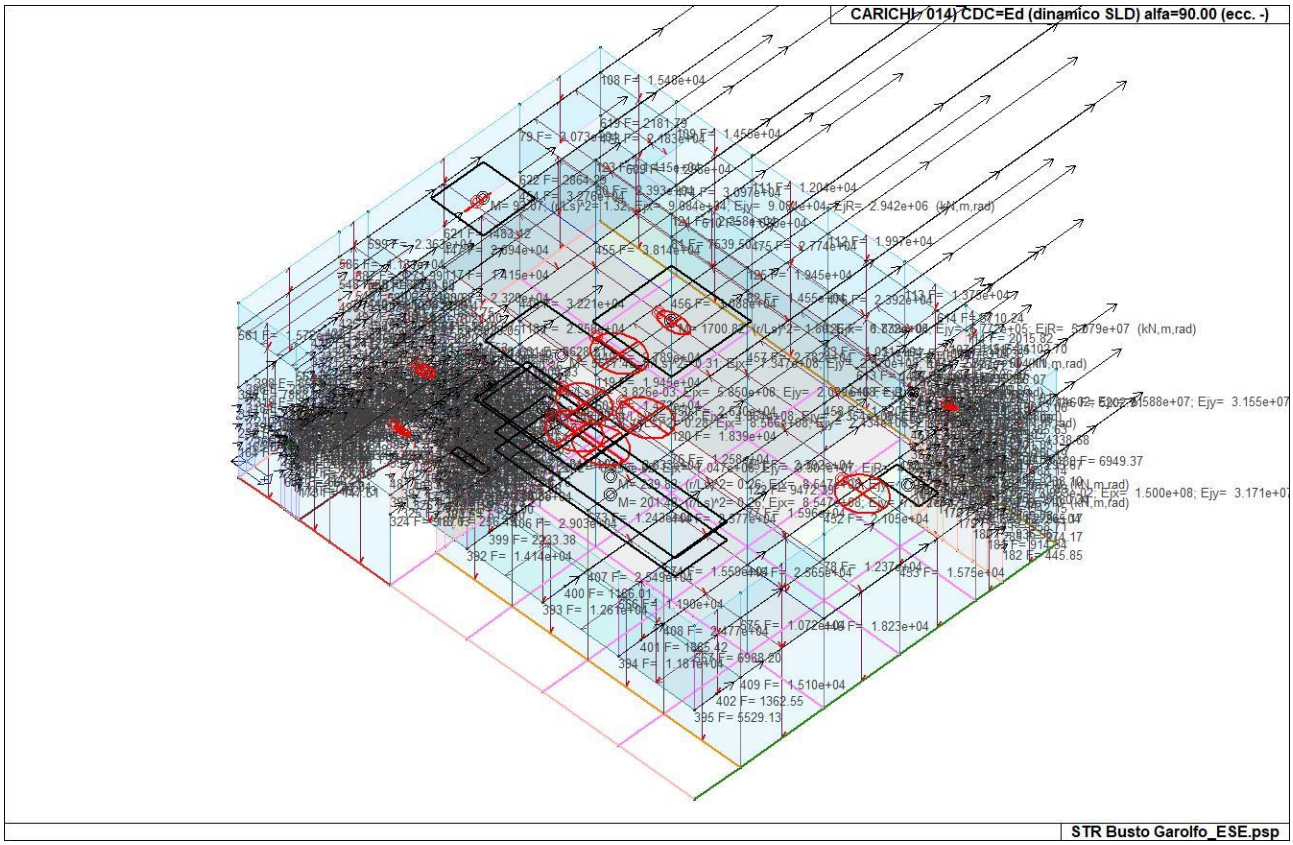

CARICHI 009) CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

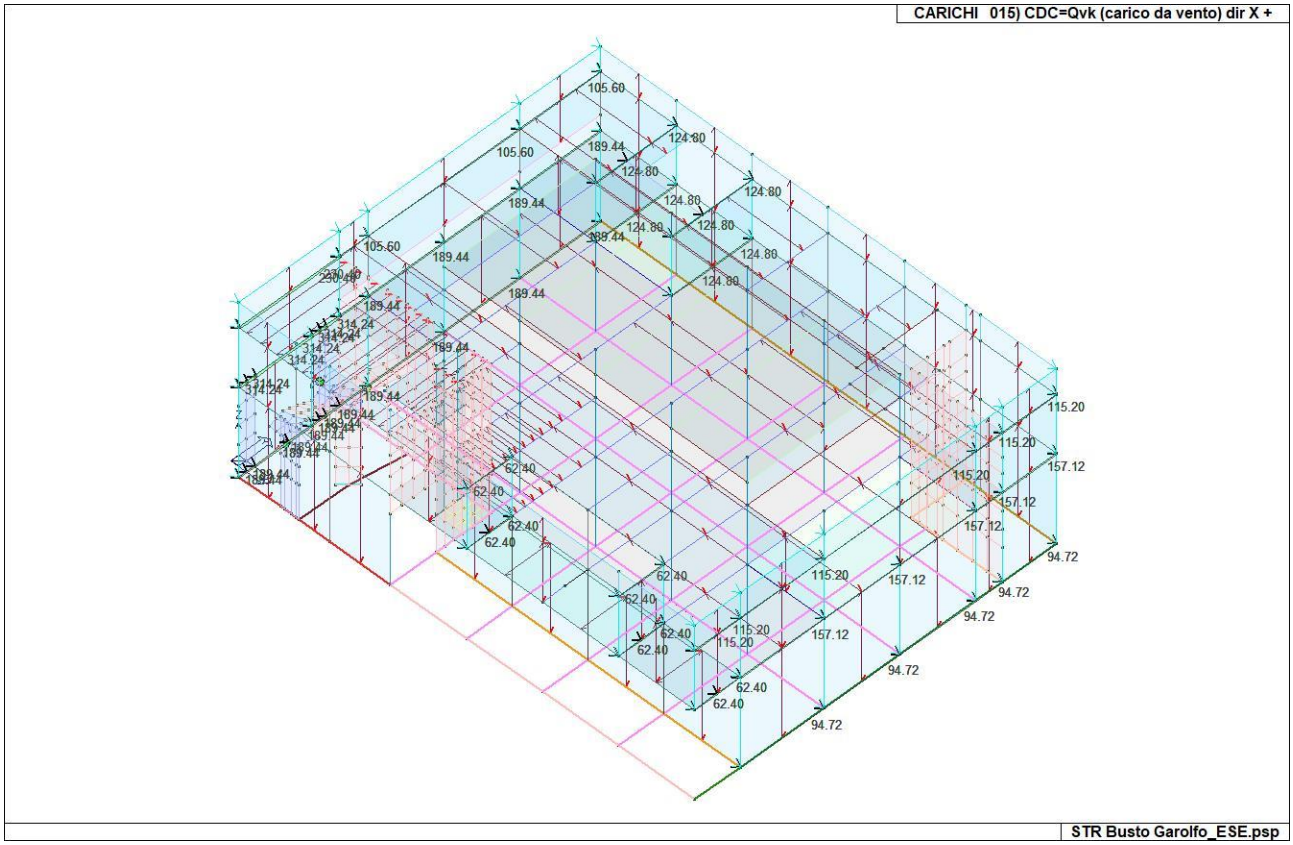

CARICHI 010) CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

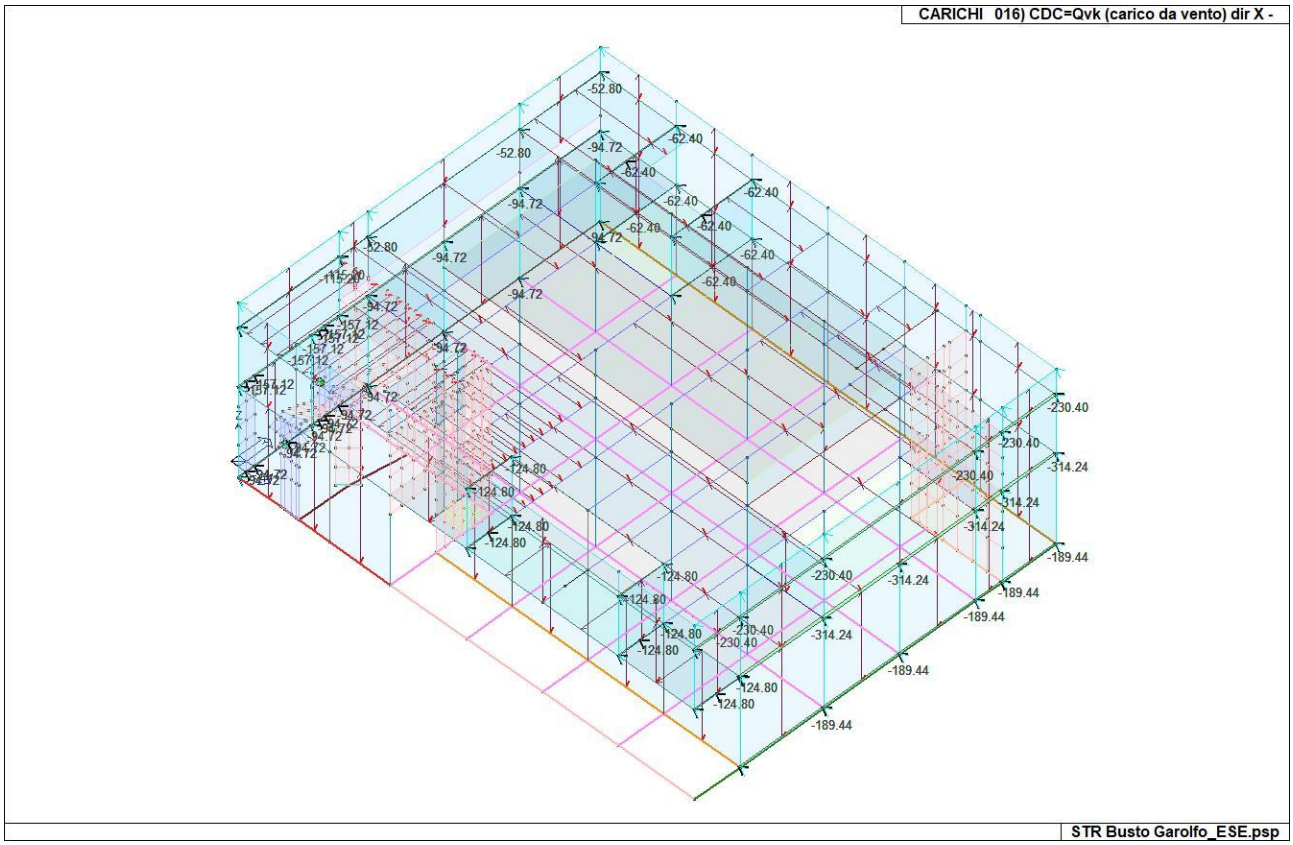

CARICHI 011) CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

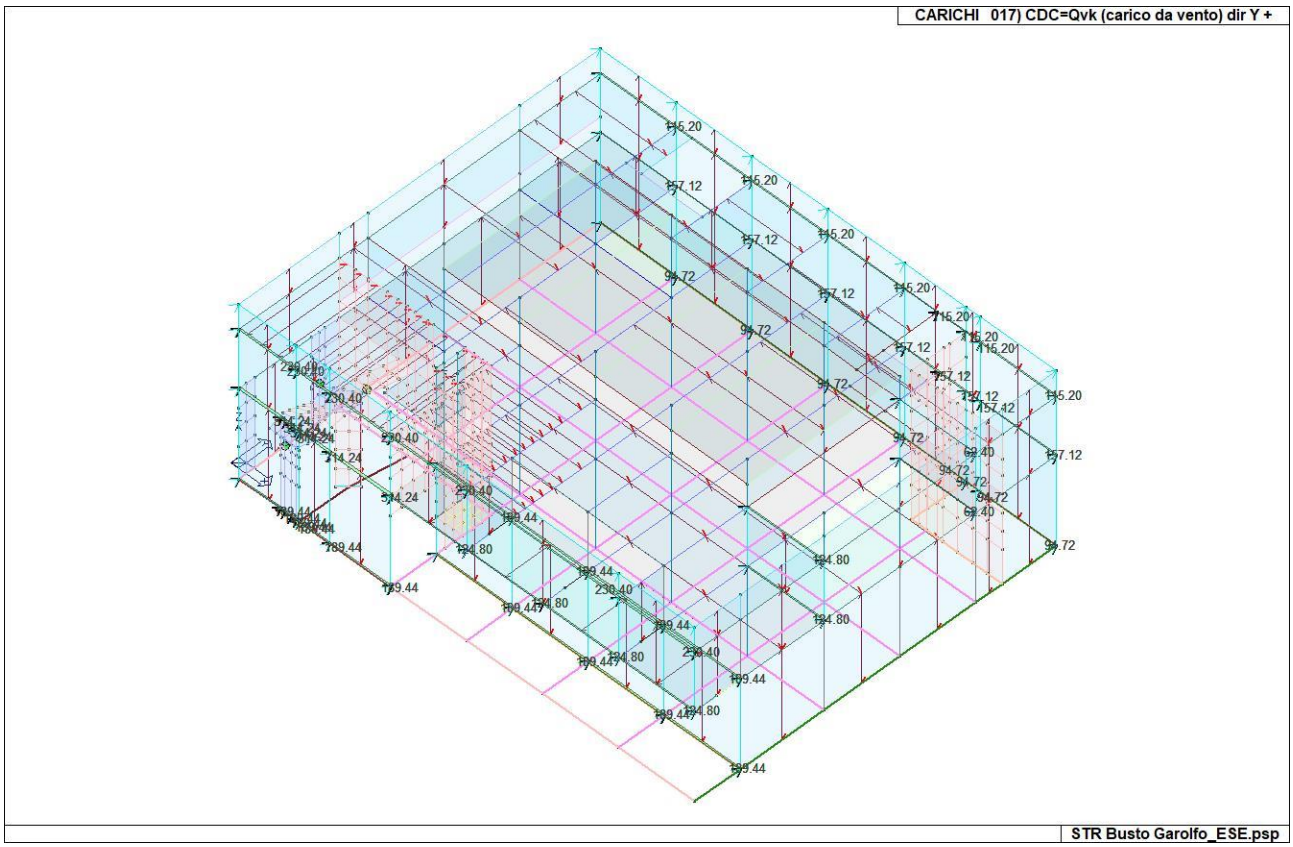

CARICHI 012) CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

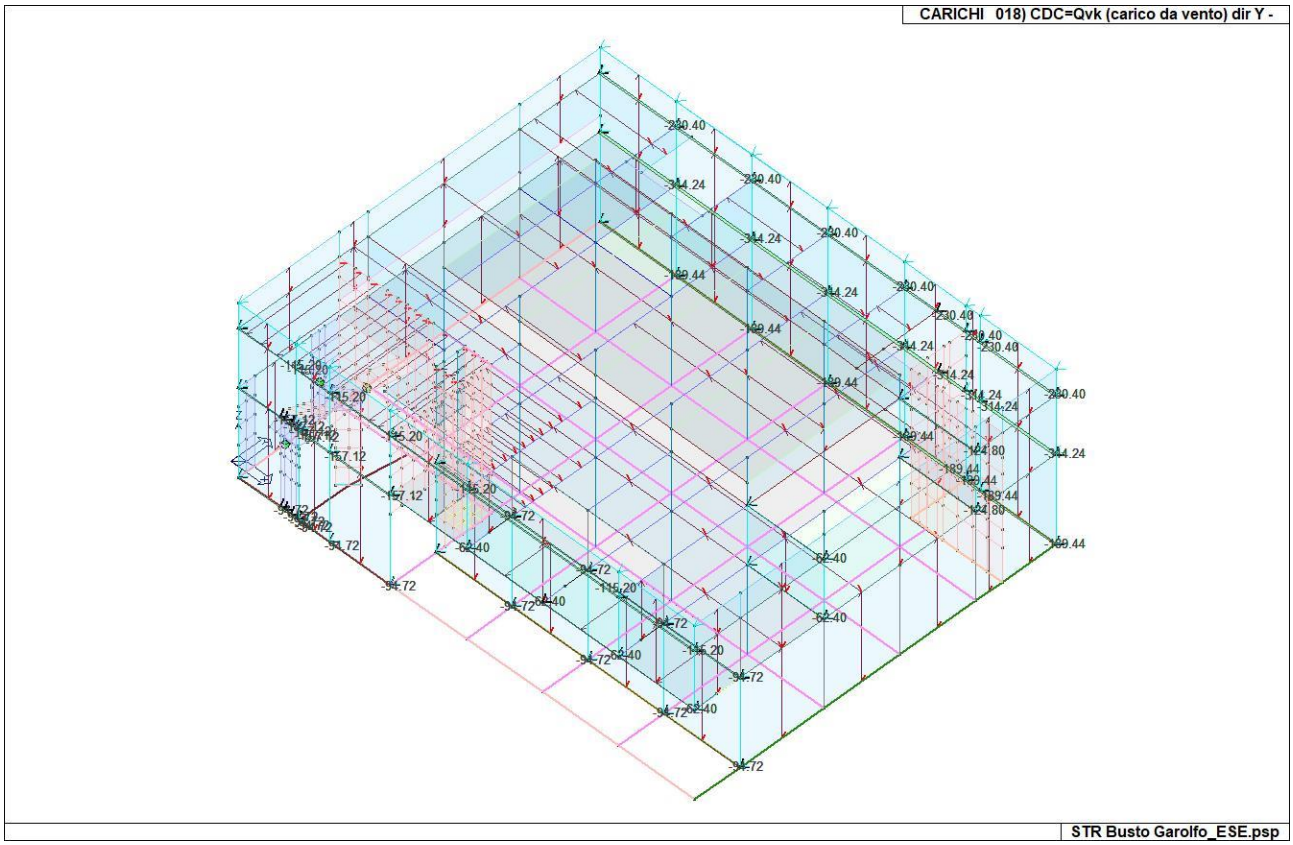

CARICHI 013) CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

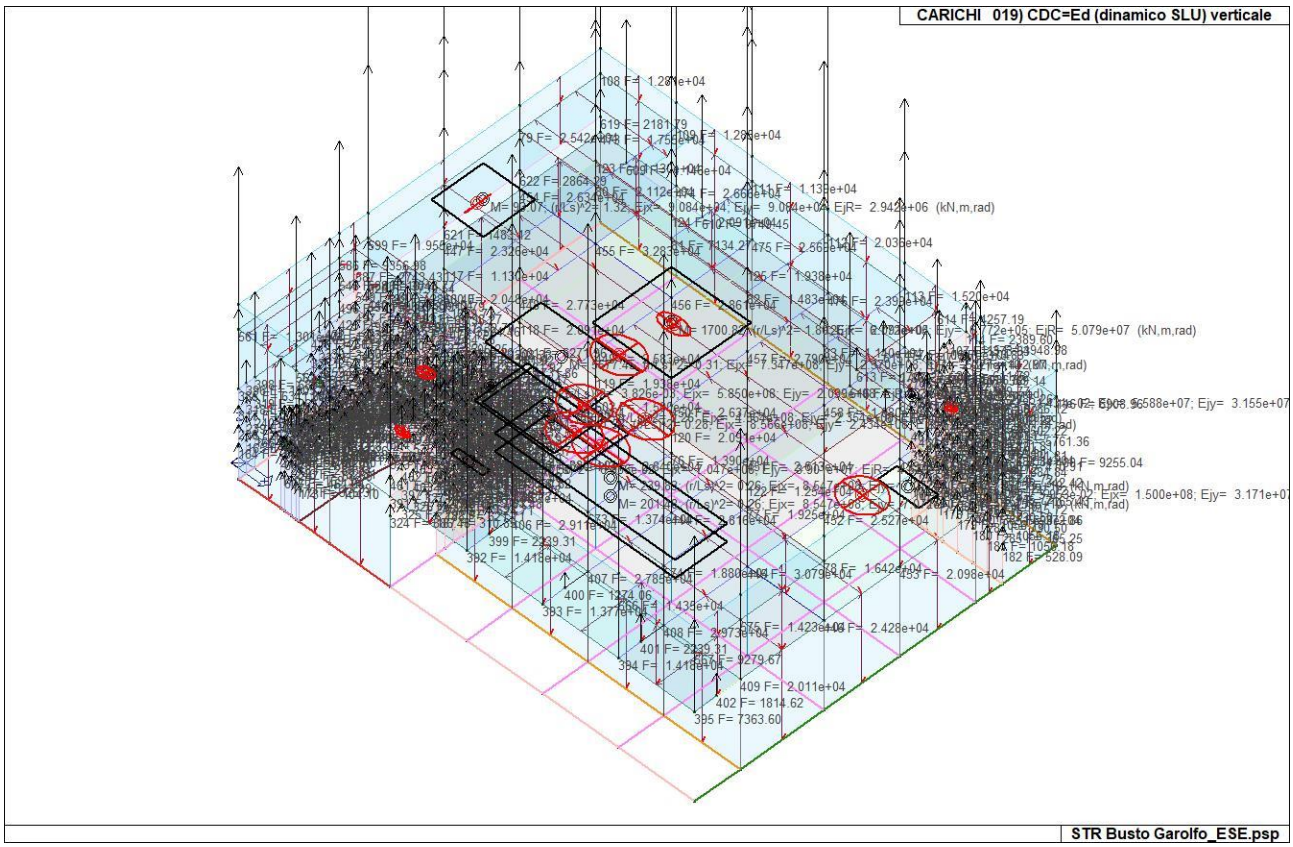

CARICHI 014) CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)
STR Busto Garolfo_ESE.psp

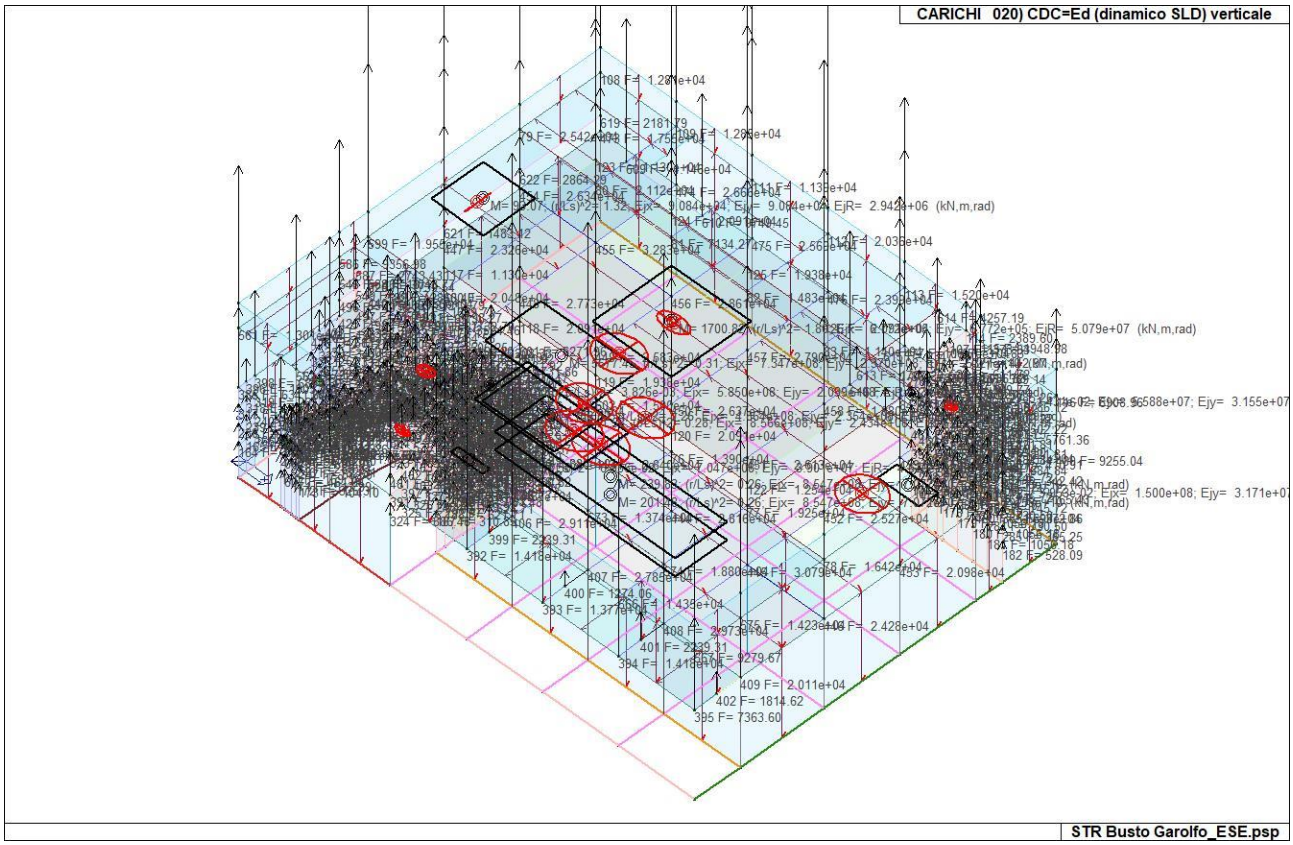

CARICHI 015) CDC=Qvk (carico da vento) dir X +
STR Busto Garolfo_ESE.psp

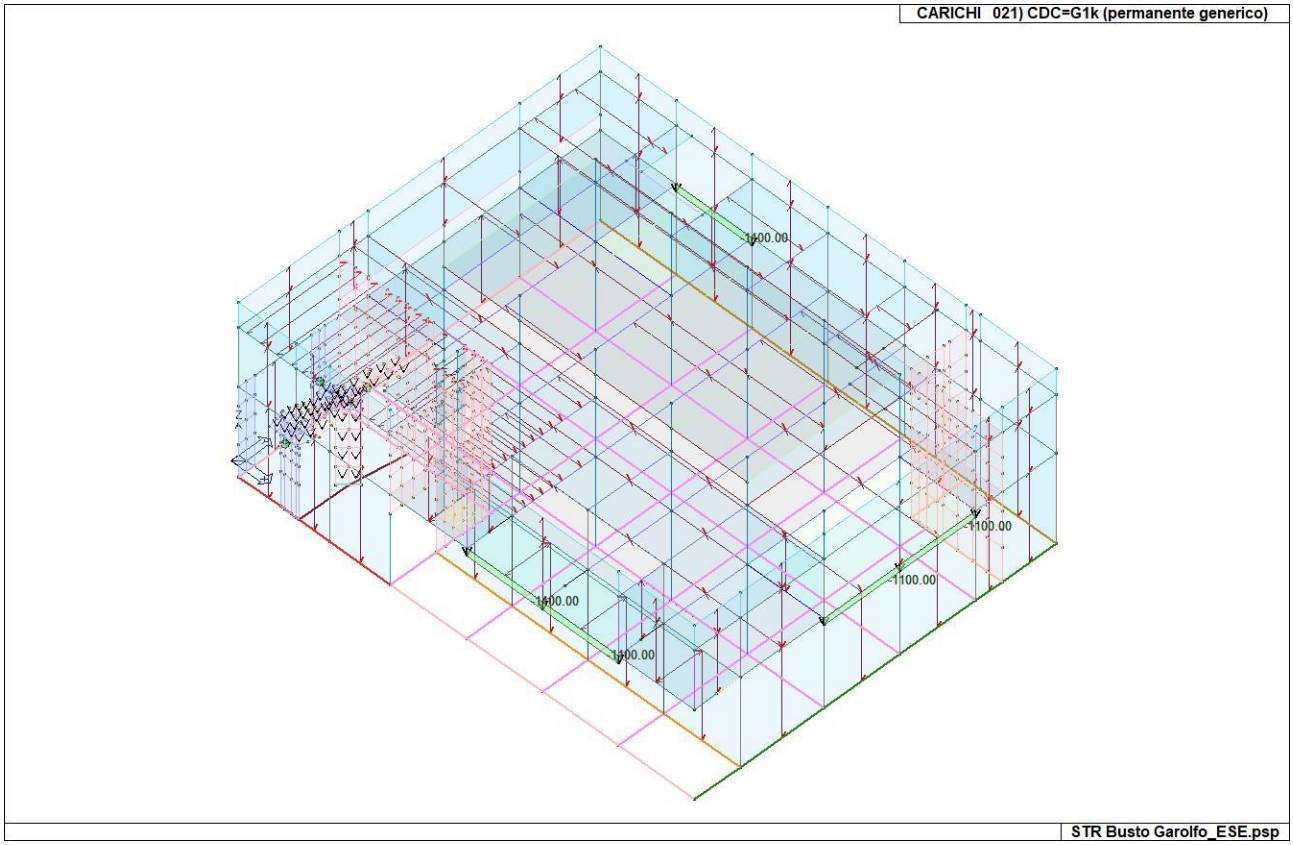

CARICHI 016) CDC=Qvk (carico da vento) dir X -
STR Busto Garolfo_ESE.psp

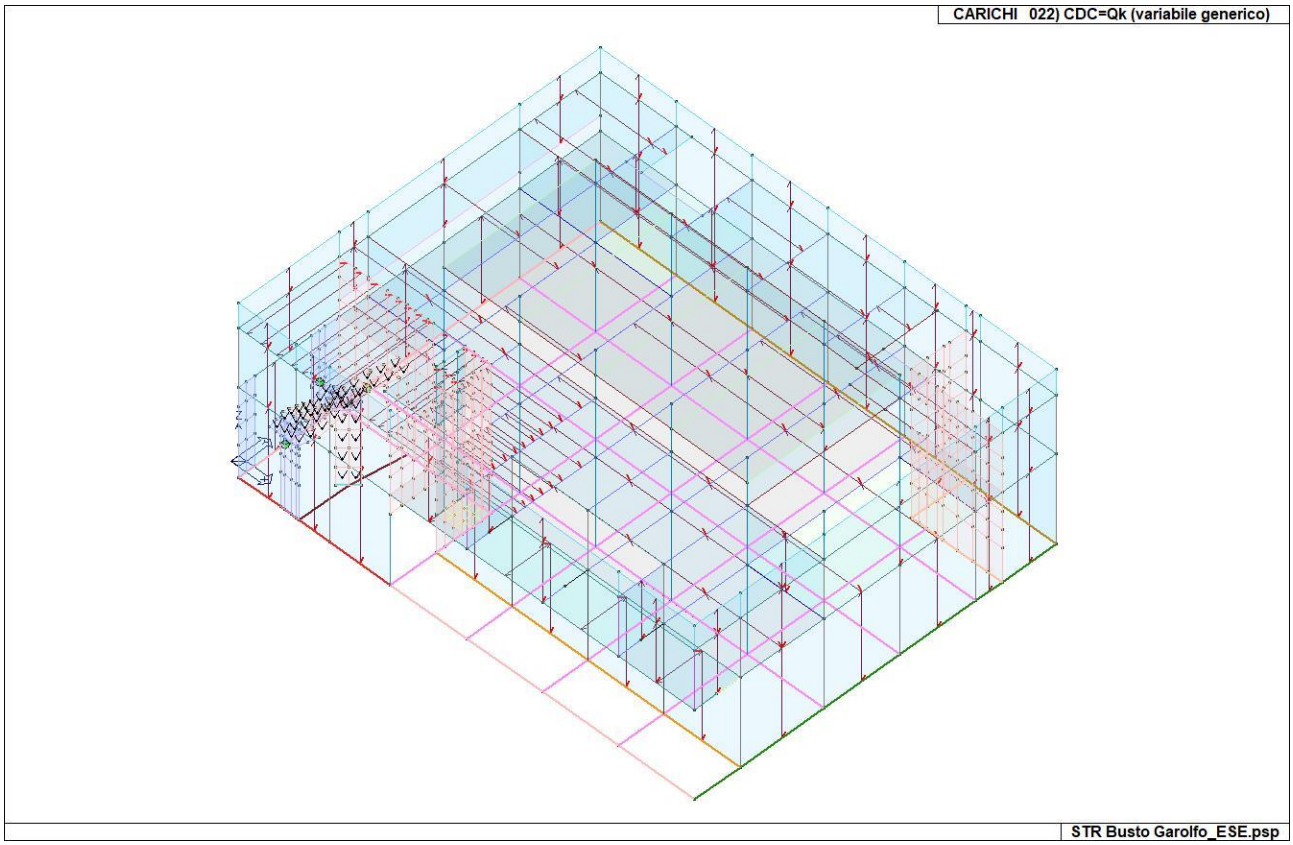

CARICHI 017) CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +
STR Busto Garolfo_ESE.psp

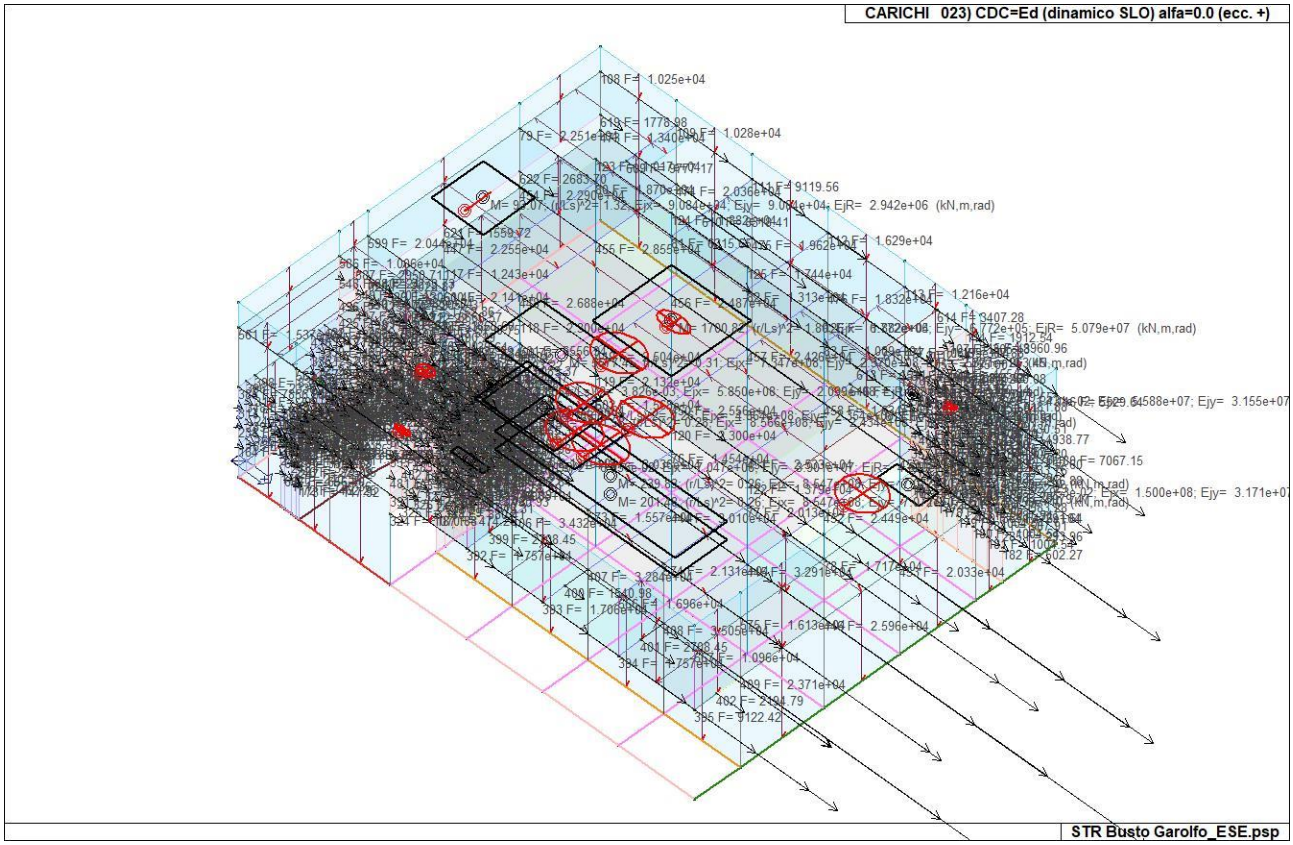

CARICHI 018) CDC=Qvk (carico da vento) dir Y -
STR Busto Garolfo_ESE.psp

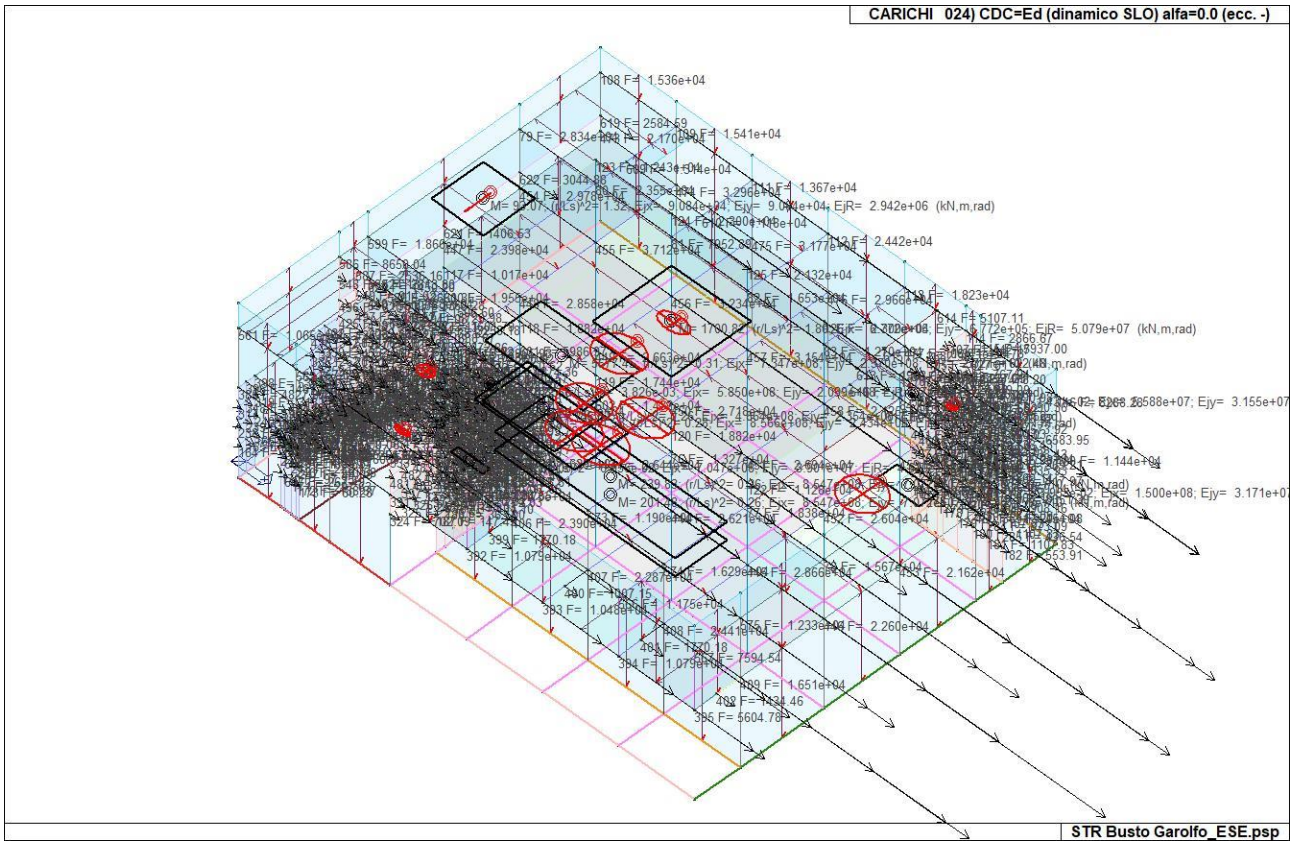

CARICHI 019) CDC=Ed (dinamico SLU) verticale
STR Busto Garolfo_ESE.psp

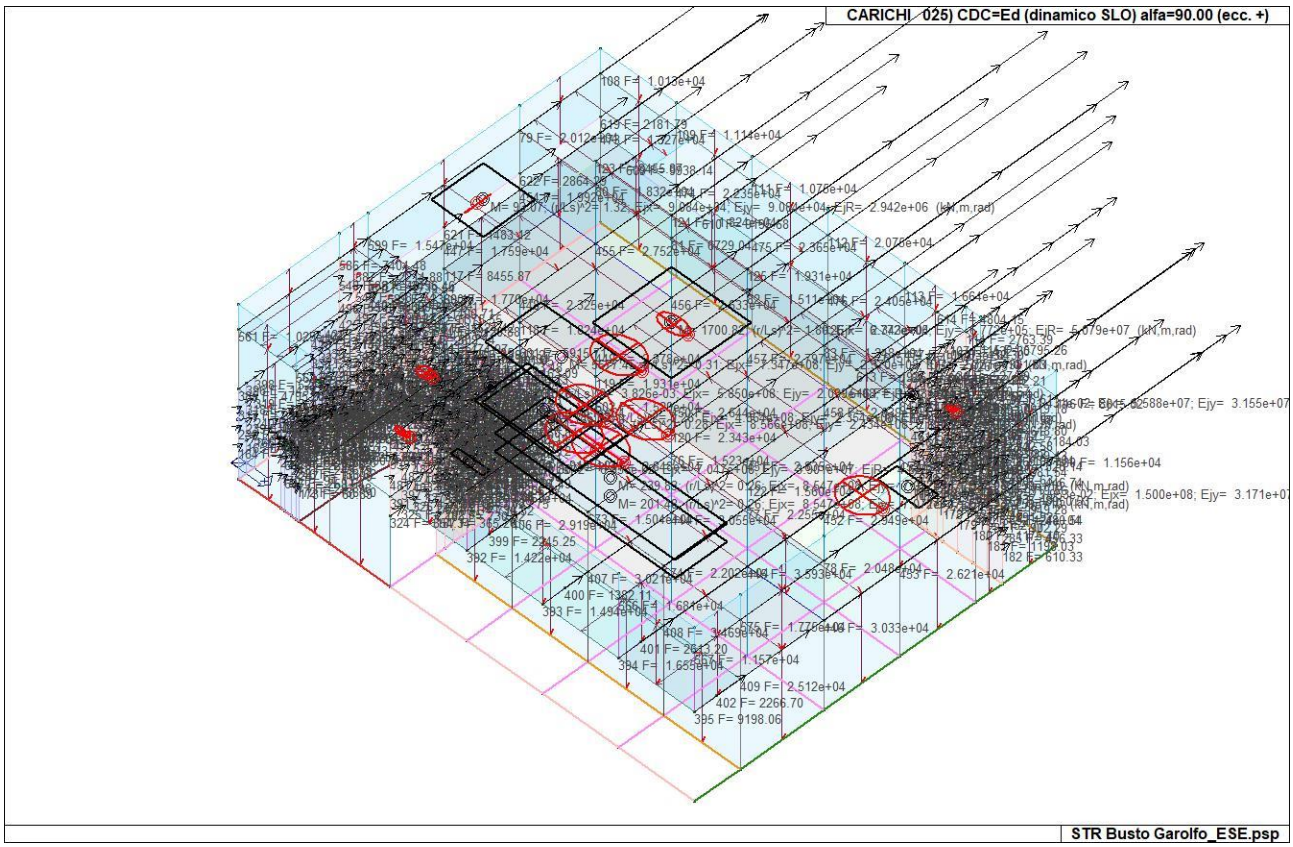

CARICHI 020) CDC=Ed (dinamico SLD) verticale
STR Busto Garolfo_ESE.psp

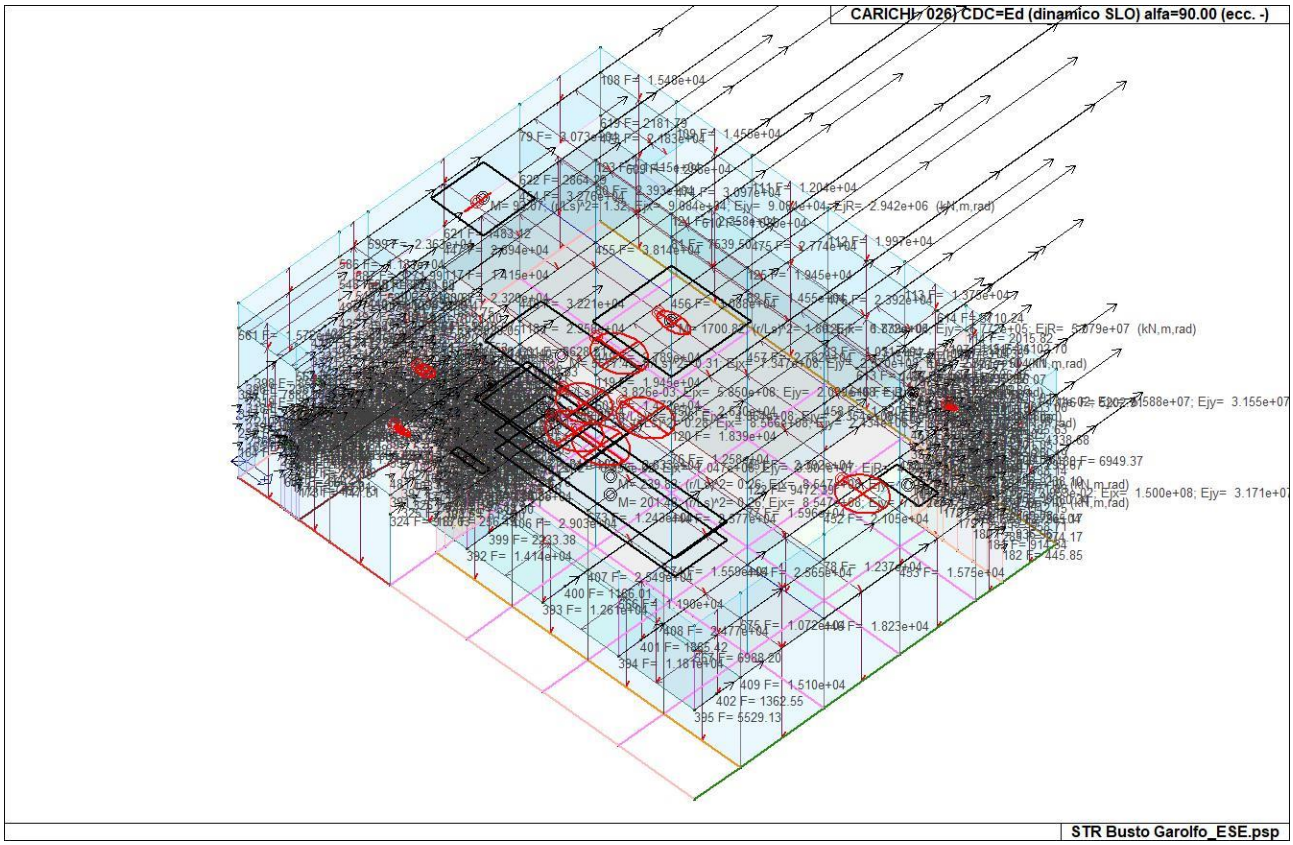

CARICHI 021) CDC=G1k (permanente generico)
1100.00
1100.00
1100.00
1100.00
STR Busto Garolfo_ESE.psp

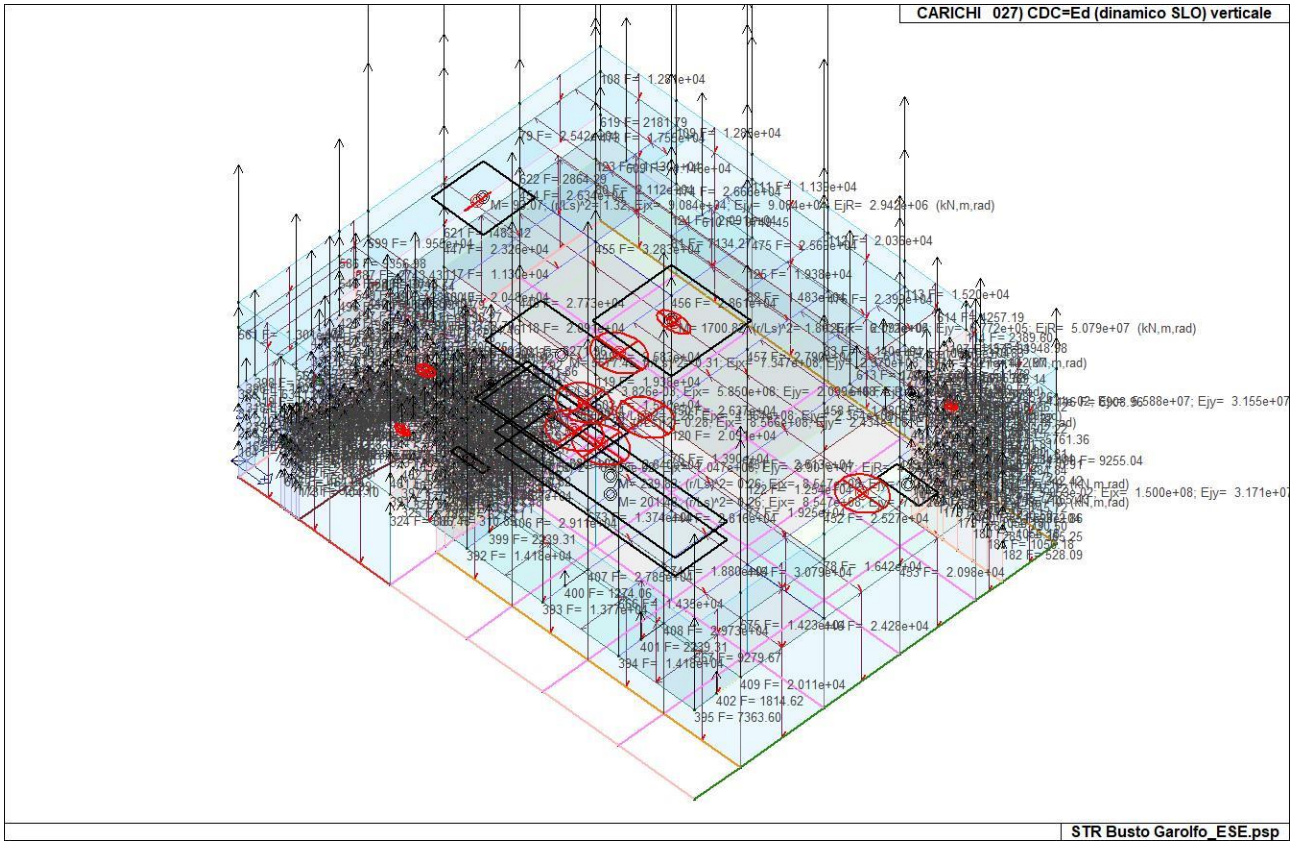

CARICHI 022) CDC=Qk (variabile generico)
STR Busto Garolfo_ESE.psp


CARICHI 023) CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. +)
STR Busto Garolfo_ESE.psp


CARICHI 024) CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=0.0 (ecc. -)
STR Busto Garolfo_ESE.psp


CARICHI 025) CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. +)
STR Busto Garolfo_ESE.psp


CARICHI 026) CDC=Ed (dinamico SLO) alfa=90.00 (ecc. -)
STR Busto Garolfo_ESE.psp


CARICHI 027) CDC=Ed (dinamico SLO) verticale
STR Busto Garolfo_ESE.psp

# 8. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Le combinazioni previste per i diversi casi di carico (CDC) seguono le regole previste dalla Normativa vigente e sono destinate al controllo di sicurezza della struttura e alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

**Combinazione fondamentale SLU**

$\gamma G1 \cdot G_1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 0_2 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione caratteristica (rara) SLE**

$G_1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione frequente SLE**

$G_1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione quasi permanente SLE**

$G_1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$E + G_1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$A_d + G_1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

| Destinazione d'uso/azione | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|---|---|---|---|
| Categoria A residenziali | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria B uffici | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria C ambienti suscettibili di affollamento | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria D ambienti ad uso commerciale | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,… | 1,00 | 0,90 | 0,80 |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli <= 30kN) | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli > 30kN) | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| Categoria H Coperture | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Vento | 0,60 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota <= 1000 m | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota > 1000 m | 0,70 | 0,50 | 0,20 |
| Variazioni Termiche | 0,60 | 0,50 | 0,00 |

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

| | | Coefficiente $\gamma_F$ | EQU | A1 | A2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Carichi permanenti | Favorevoli<br>Sfavorevoli | $\gamma$G1 | 0,9<br>1,1 | 1,0<br>1,3 | 1,0<br>1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali<br>(Non compiutamente definiti) | Favorevoli<br>Sfavorevoli | $\gamma$G2 | 0,8<br>1,5 | 0,8<br>1,5 | 0,8<br>1,3 |
| Carichi variabili | Favorevoli<br>Sfavorevoli | $\gamma$Qi | 0,0<br>1,5 | 0,0<br>1,5 | 0,0<br>1,3 |

## 8.1 TIPO DI ANALISI EFFETTUATE

| **Tipo di analisi strutturale** | |
|---|---|
| Analisi per carichi non sismici | SI |
| Sismica statica lineare | NO |
| Sismica dinamica lineare | SI |
| Sismica statica non lineare (triangolare; G1 – a §7.3.3.2) | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. modo; G1 – b §7.3.4.2) | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. tagli di piano; G1 – c §7.3.4.2) | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. masse; G2 – a §7.3.4.2) | NO |
| Sismica statica non lineare (multimod; G2 – c §7.3.4.2) | NO |
| Non linearità geometriche (fattore P delta) | NO |

## 8.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

| **Combinazioni dei casi di carico** | |
|---|---|
| APPROCCIO PROGETTUALE | Approccio 2 |
| SLU | SI |
| SLV (SLU con sisma) | SI |
| SLC | NO |
| SLD | SI |
| SLO | SI |
| SLU GEO A2 (per approccio 1) | NO |
| SLU EQU | NO |
| Combinazione caratteristica (rara) | SI |
| Combinazione frequente | SI |
| Combinazione quasi permanente (SLE) | SI |
| SLA (accidentale quale incendio) | NO |

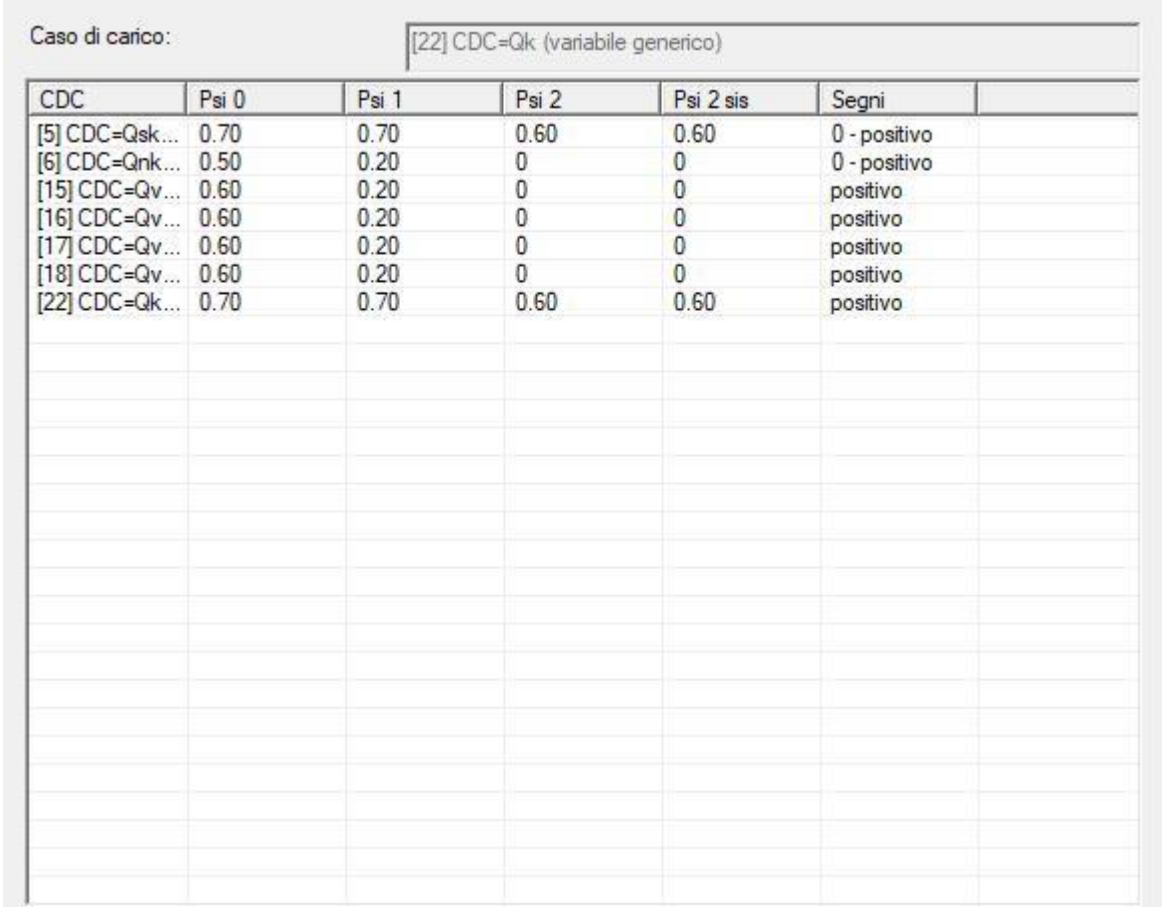
TABELLA_COMBINAZIONI

| Tipo CMB | Da | Da | A | A |
|---|---|---|---|---|
| - | Id | Nome | Id | Nome |
| SLU | 1 | Comb. SLU A1 1 | 54 | Comb. SLU A1 54 |
| SLE rara | 55 | Comb. SLE(rara) 55 | 81 | Comb. SLE(rara) 81 |
| SLE frequente | 82 | Comb. SLE(freq.) 82 | 96 | Comb. SLE(freq.) 96 |
| SLE quasi permanente | 97 | Comb. SLE(perm.) 97 | 98 | Comb. SLE(perm.) 98 |
| SLV | 99 | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 99 | 162 | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 162 |
| SLD | 163 | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 163 | 226 | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 226 |
| SLV | 227 | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 227 | 258 | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 258 |
| SLD | 259 | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 259 | 290 | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 290 |
| SLO | 291 | Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 291 | 386 | Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 386 |

Legenda

Tipo CMB Indica la categoria di combinazione

Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:



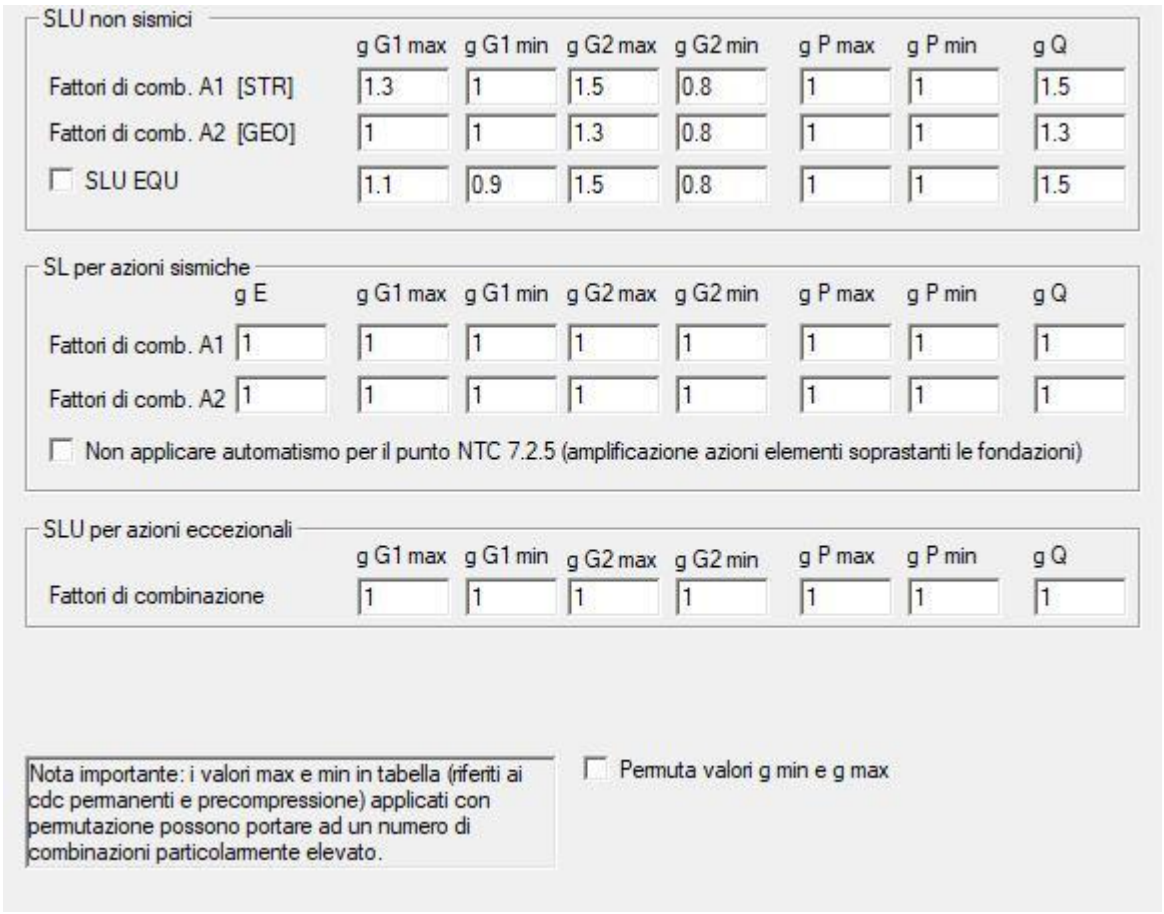

| CDC | Psi 0 | Psi 1 | Psi 2 | Psi 2 sis | Segni |
|---|---|---|---|---|---|
| [5] CDC=Qsk... | 0.70 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 0 - positivo |
| [6] CDC=Qnk... | 0.50 | 0.20 | 0 | 0 | 0 - positivo |
| [15] CDC=Qv... | 0.60 | 0.20 | 0 | 0 | positivo |
| [16] CDC=Qv... | 0.60 | 0.20 | 0 | 0 | positivo |
| [17] CDC=Qv... | 0.60 | 0.20 | 0 | 0 | positivo |
| [18] CDC=Qv... | 0.60 | 0.20 | 0 | 0 | positivo |
| [22] CDC=Qk... | 0.70 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | positivo |

Caso di carico:

| CDC | [5] CDC... | [6] CDC... | [15] CD... | [16] CD... | [17] CD... | [18] CD... | [22] CD... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [5] CDC=... | | Non dip... | Non dip... | Non dip... | Non dip... | Non dip... | Non dip... |
| [6] CDC=... | | | Non dip... | Non dip... | Non dip... | Non dip... | Non dip... |
| [15] CDC... | | | | Non dip... | Non dip... | Non dip... | Non dip... |
| [16] CDC... | | | | | Non dip... | Non dip... | Non dip... |
| [17] CDC... | | | | | | Non dip... | Non dip... |
| [18] CDC... | | | | | | | Non dip... |
| [22] CDC... | | | | | | | |

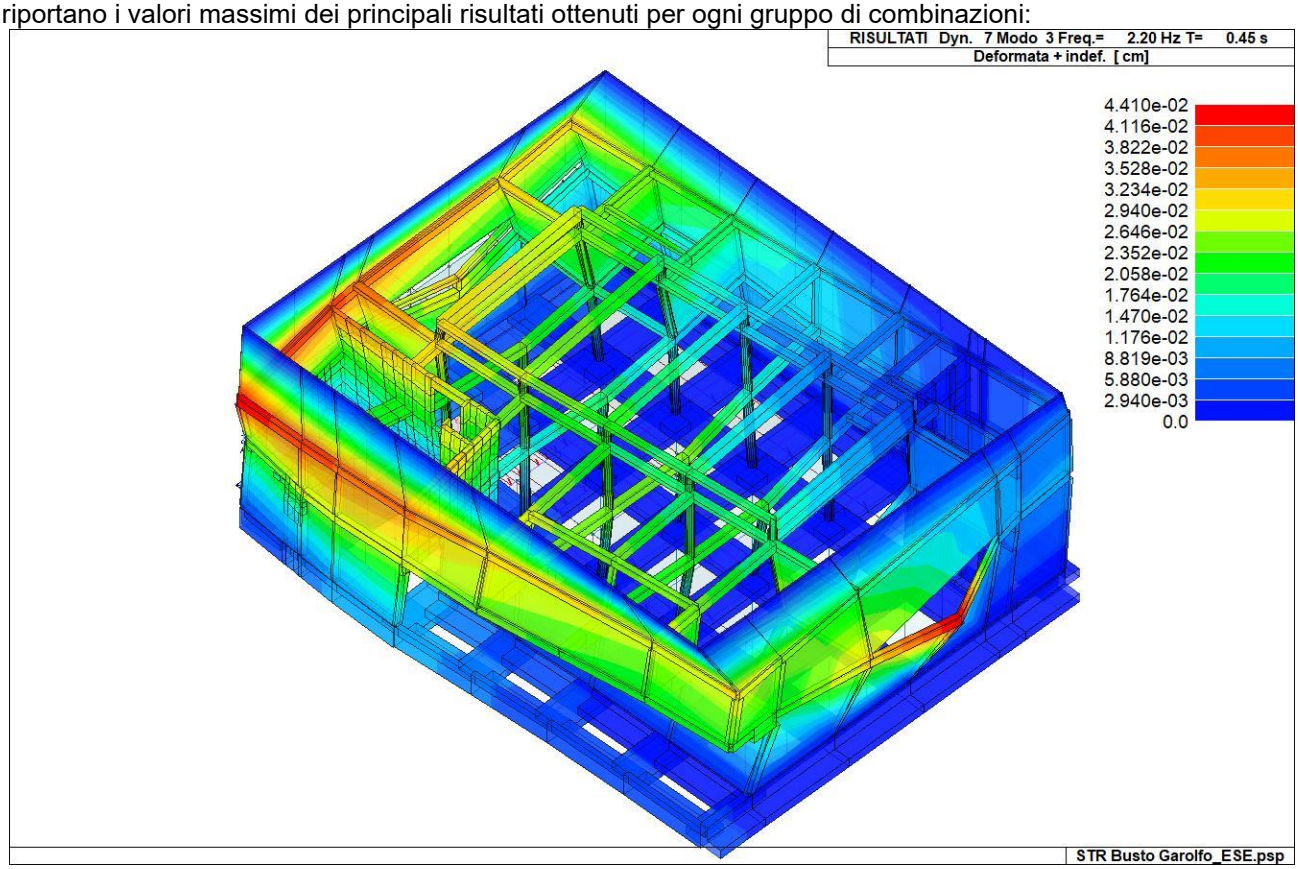
Caso di carico:

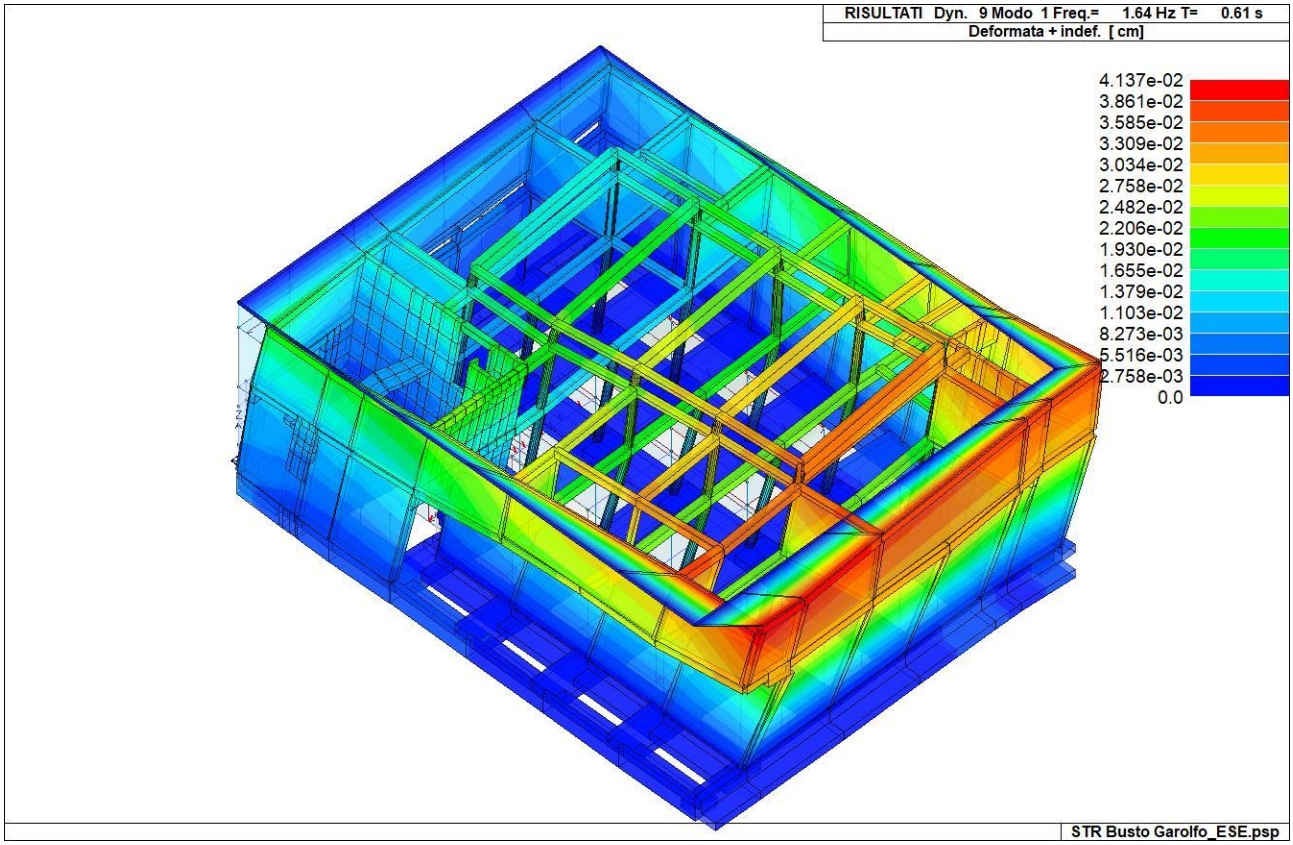
| CDC | Durata | Valore rif. |
|---|---|---|
| [1] CDC=Ggk (peso propri... | Permanente | 1 |
| [2] CDC=G1sk (permanent... | Permanente | 1 |
| [3] CDC=G2sk (permanent... | Permanente | 1 |
| [4] CDC=G2pk (permanen... | Permanente | 1 |
| [5] CDC=Qsk (variabile sol... | Media durata | 1 |
| [6] CDC=Qnk (carico da n... | Media durata | 1 |
| [7] CDC=Ed (dinamico SL... | Istantaneo | 1 |
| [8] CDC=Ed (dinamico SL... | Istantaneo | 1 |
| [9] CDC=Ed (dinamico SL... | Istantaneo | 1 |
| [10] CDC=Ed (dinamico S... | Istantaneo | 1 |
| [11] CDC=Ed (dinamico S... | Istantaneo | 1 |
| [12] CDC=Ed (dinamico S... | Istantaneo | 1 |
| [13] CDC=Ed (dinamico S... | Istantaneo | 1 |
| [14] CDC=Ed (dinamico S... | Istantaneo | 1 |
| [15] CDC=Qvk (carico da ... | Breve durata | 1 |
| [16] CDC=Qvk (carico da ... | Breve durata | 1 |
| [17] CDC=Qvk (carico da ... | Breve durata | 1 |
| [18] CDC=Qvk (carico da ... | Breve durata | 1 |
| [19] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |
| [20] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |
| [21] CDC=G1k (permanen... | Permanente | 1 |
| [22] CDC=Qk (variabile ge... | Permanente | 1 |
| [23] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |
| [24] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |
| [25] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |
| [26] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |
| [27] CDC=Ed (dinamico S... | Permanente | 1 |

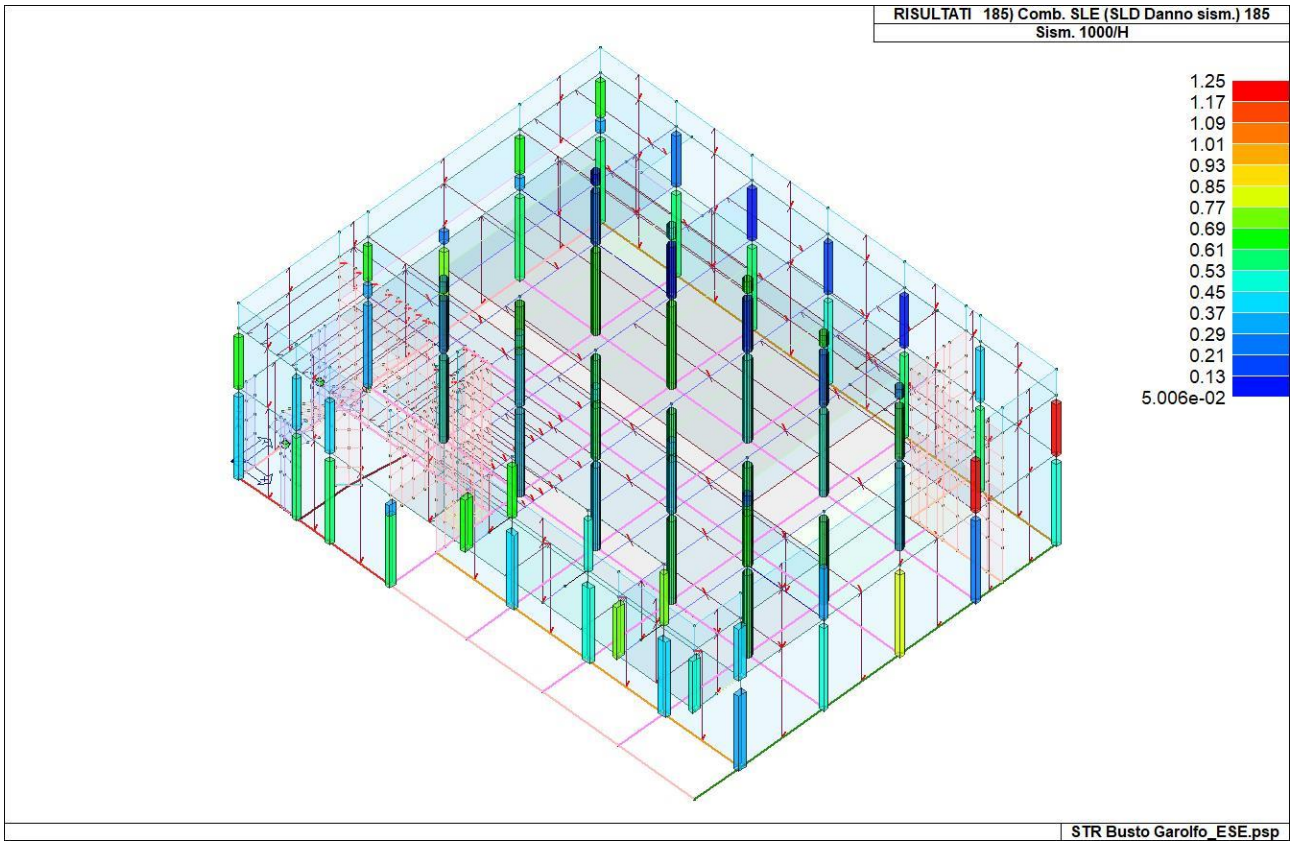

SLU non sismici
g G1 max
g G1 min
g G2 max
g G2 min
g P max
g P min
g Q
Fattori di comb. A1 [STR]
1.3
1
1.5
0.8
1
1
1.5
Fattori di comb. A2 [GEO]
1
1
1.3
0.8
1
1
1.3
SLU EQU
1.1
0.9
1.5
0.8
1
1
1.5
SL per azioni sismiche
g E
g G1 max
g G1 min
g G2 max
g G2 min
g P max
g P min
g Q
Fattori di comb. A1
1
1
1
1
1
1
1
1
Fattori di comb. A2
1
1
1
1
1
1
1
1
Non applicare automatismo per il punto NTC 7.2.5 (amplificazione azioni elementi soprastanti le fondazioni)
SLU per azioni eccezionali
g G1 max
g G1 min
g G2 max
g G2 min
g P max
g P min
g Q
Fattori di combinazione
1
1
1
1
1
1
1
Nota importante: i valori max e min in tabella (riferiti ai cdc permanenti e precompressione) applicati con permutazione possono portare ad un numero di combinazioni particolarmente elevato.
Permuta valori g min e g max

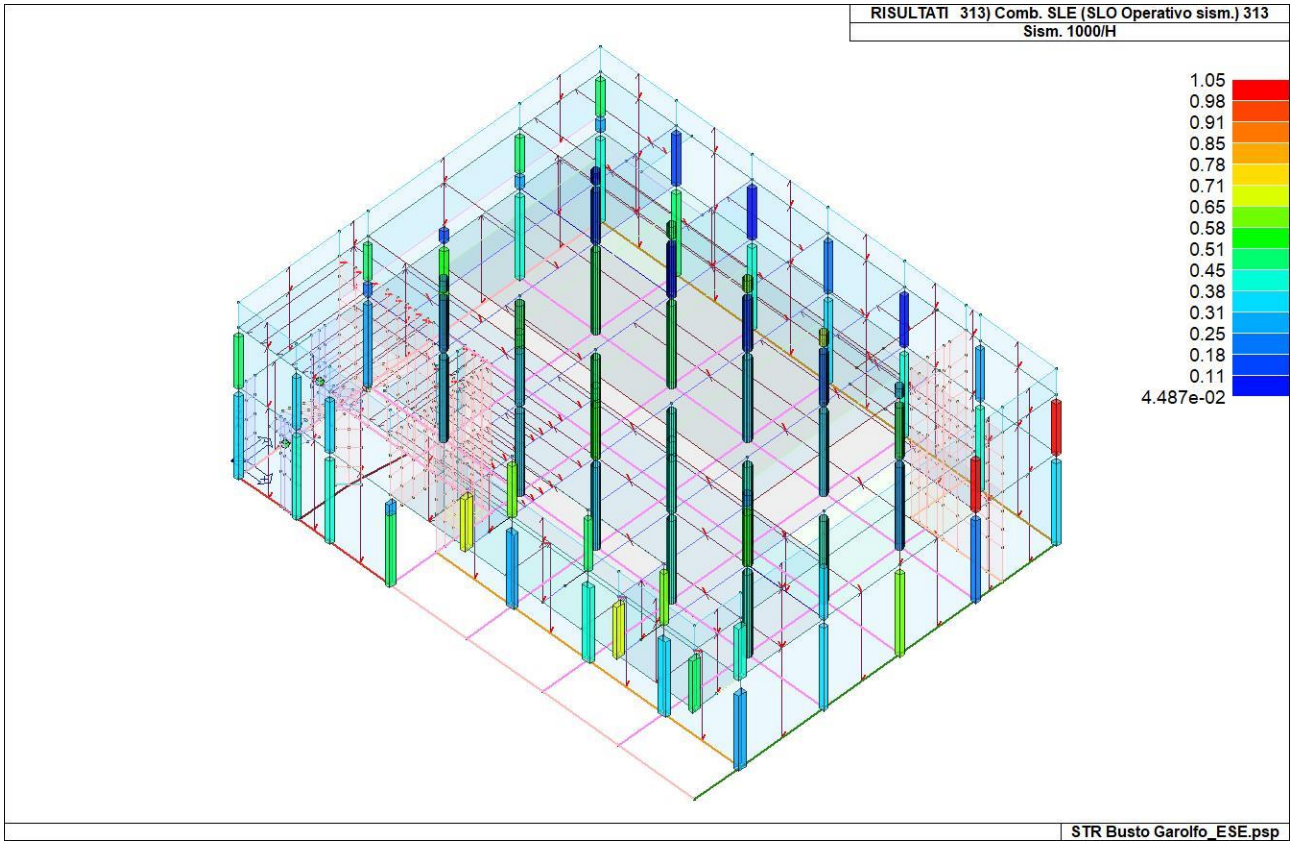
# 9. PRINCIPALI RISULTATI

Si riportano i valori massimi dei principali risultati ottenuti per ogni gruppo di combinazioni:




RISULTATI 185) Comb. SLE (SLD Danno sism.) 185
Sism. 1000/H
1.25
1.17
1.09
1.01
0.93
0.85
0.77
0.69
0.61
0.53
0.45
0.37
0.29
0.21
0.13
5.006e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

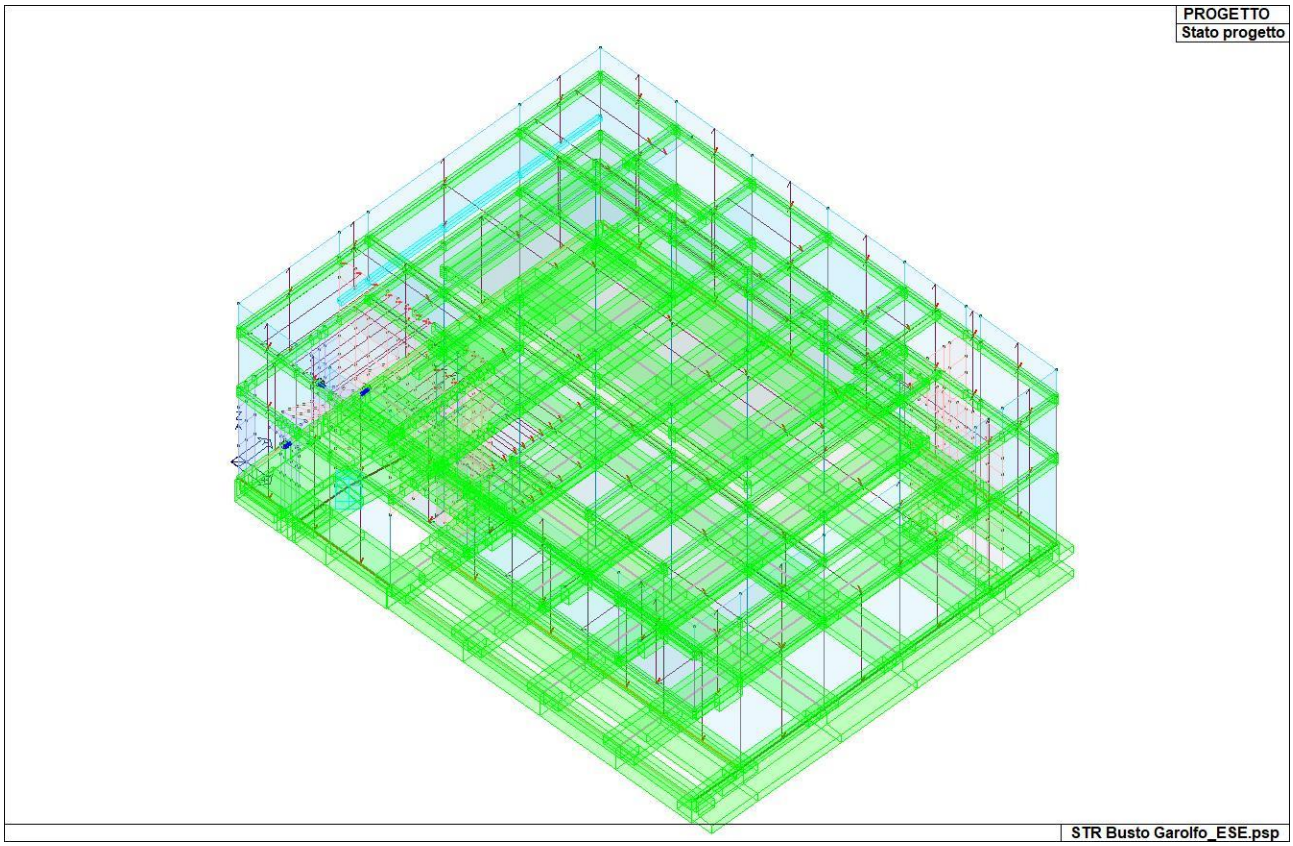

RISULTATI 313) Comb. SLE (SLO Operativo sism.) 313
Sism. 1000/H
1.05
0.98
0.91
0.85
0.78
0.71
0.65
0.58
0.51
0.45
0.38
0.31
0.25
0.18
0.11
4.487e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

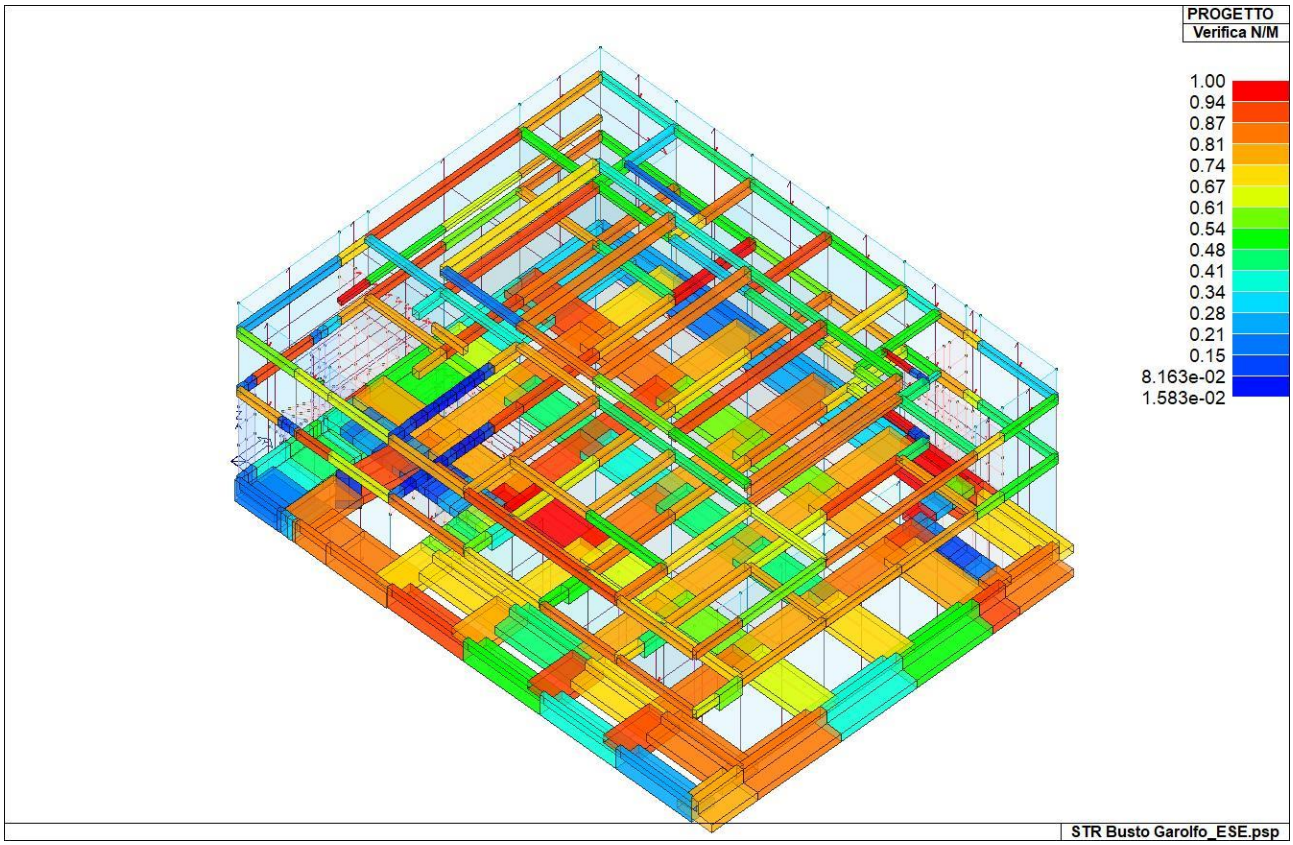
# 10. SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA

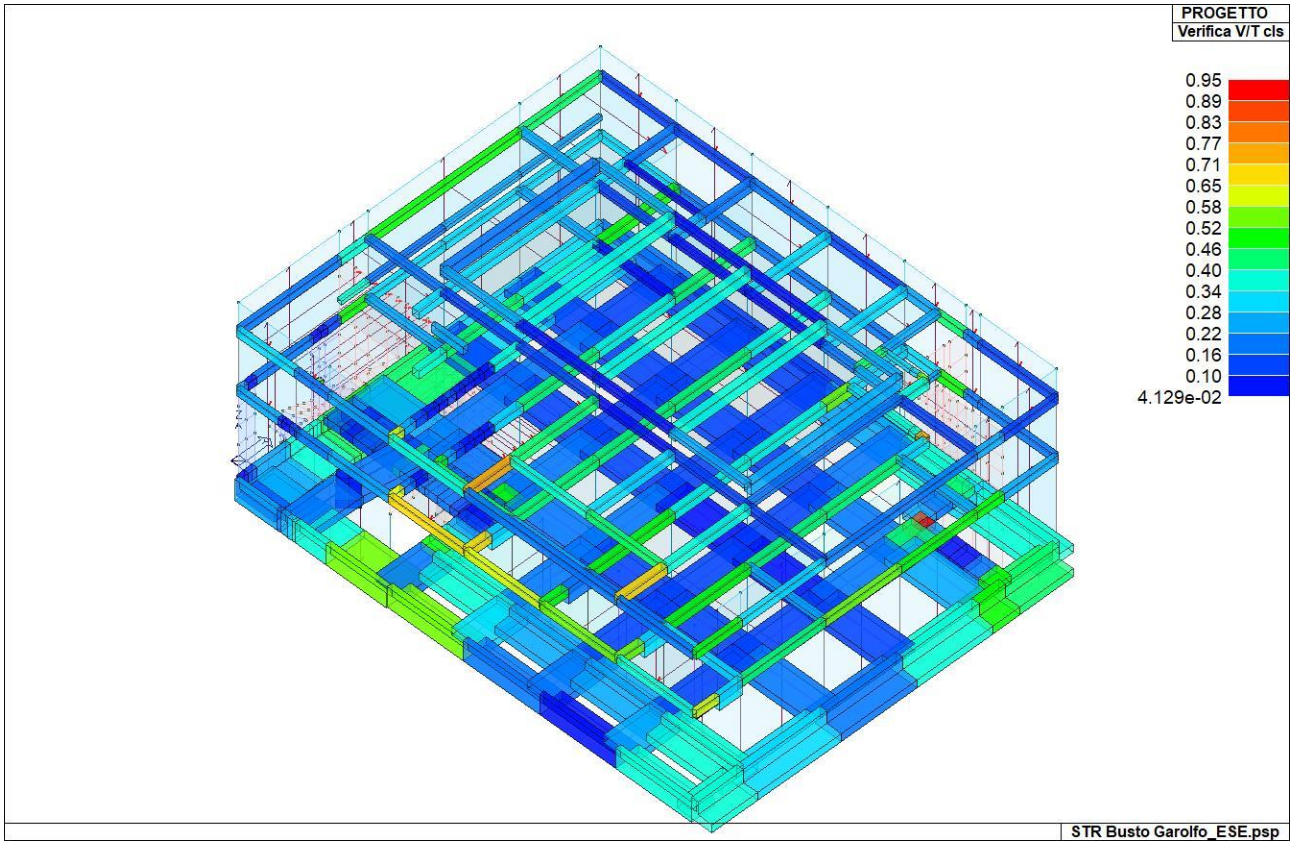
Si riportano a seguire i risultati della progettazione e delle verifiche effettuate.

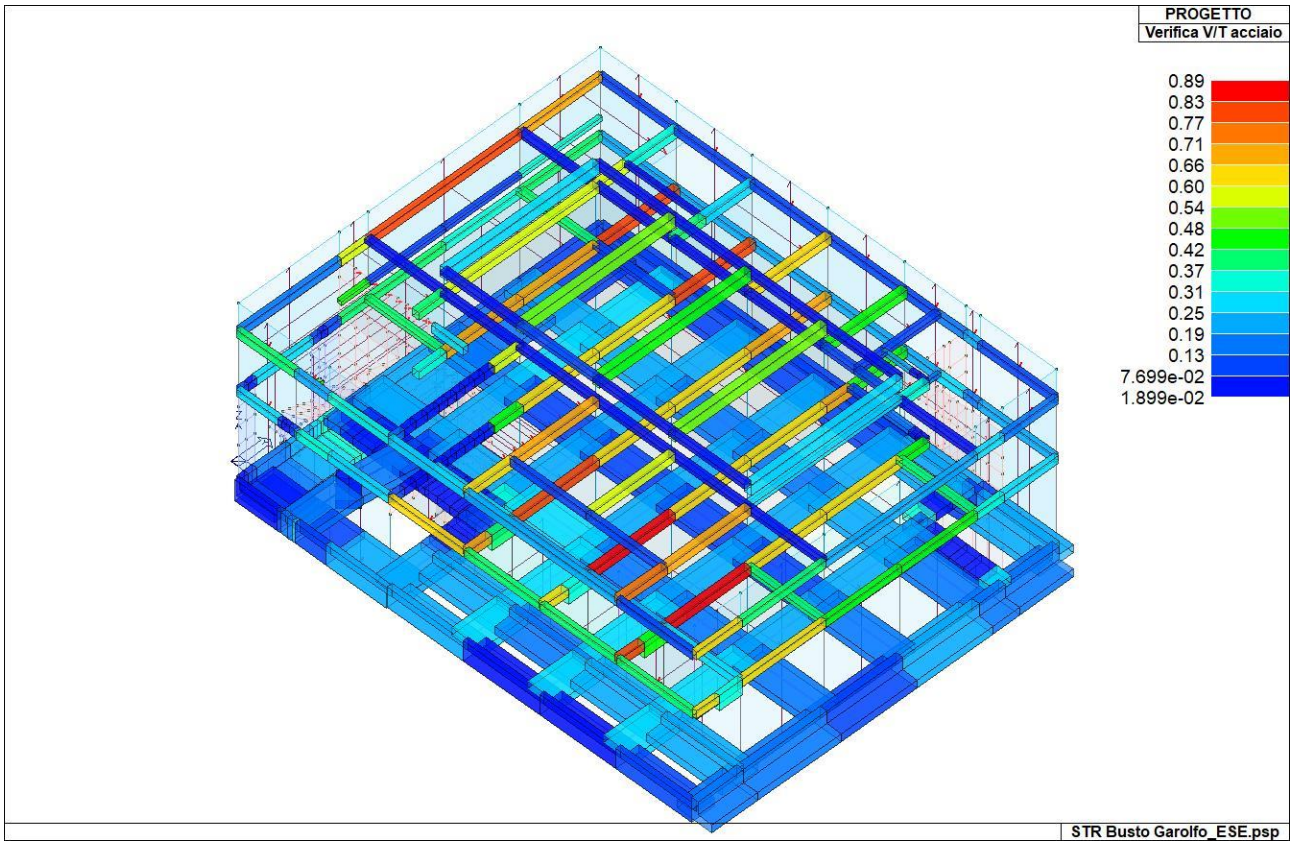
Gli stati di progetto *ciano* o *verde* indicano che le verifiche svolte sono interamente soddisfatte, gli stati di progetto *rossi*, al contrario, indicano che le verifiche non sono soddisfatte.

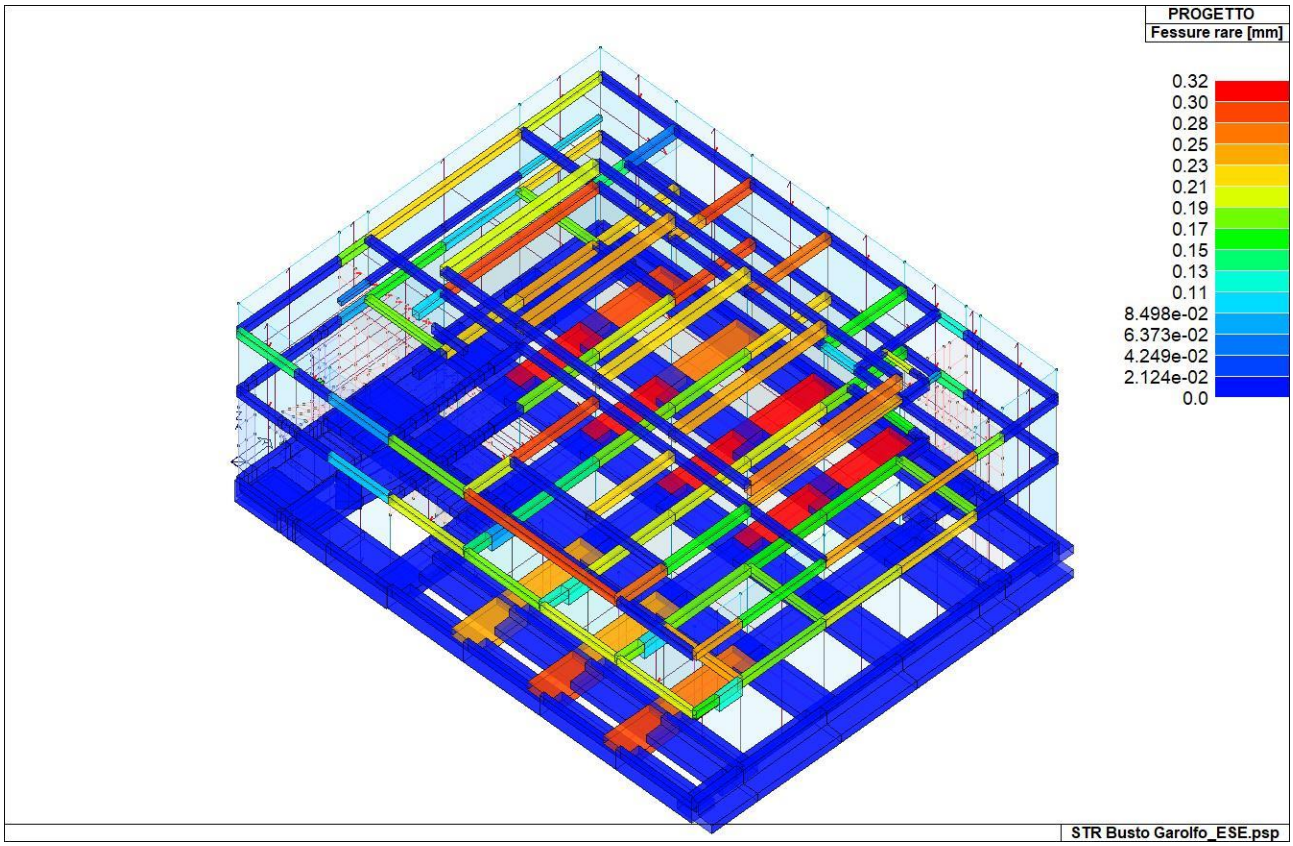
Laddove possibile le verifiche sono state normalizzate. Significa che se i valori indicati in mappa sono inferiori all'unità, la verifica può ritenersi soddisfatta.
Per tutte le altre verifiche i valori riportati vanno confrontati con i valori limite indicati da Normativa.

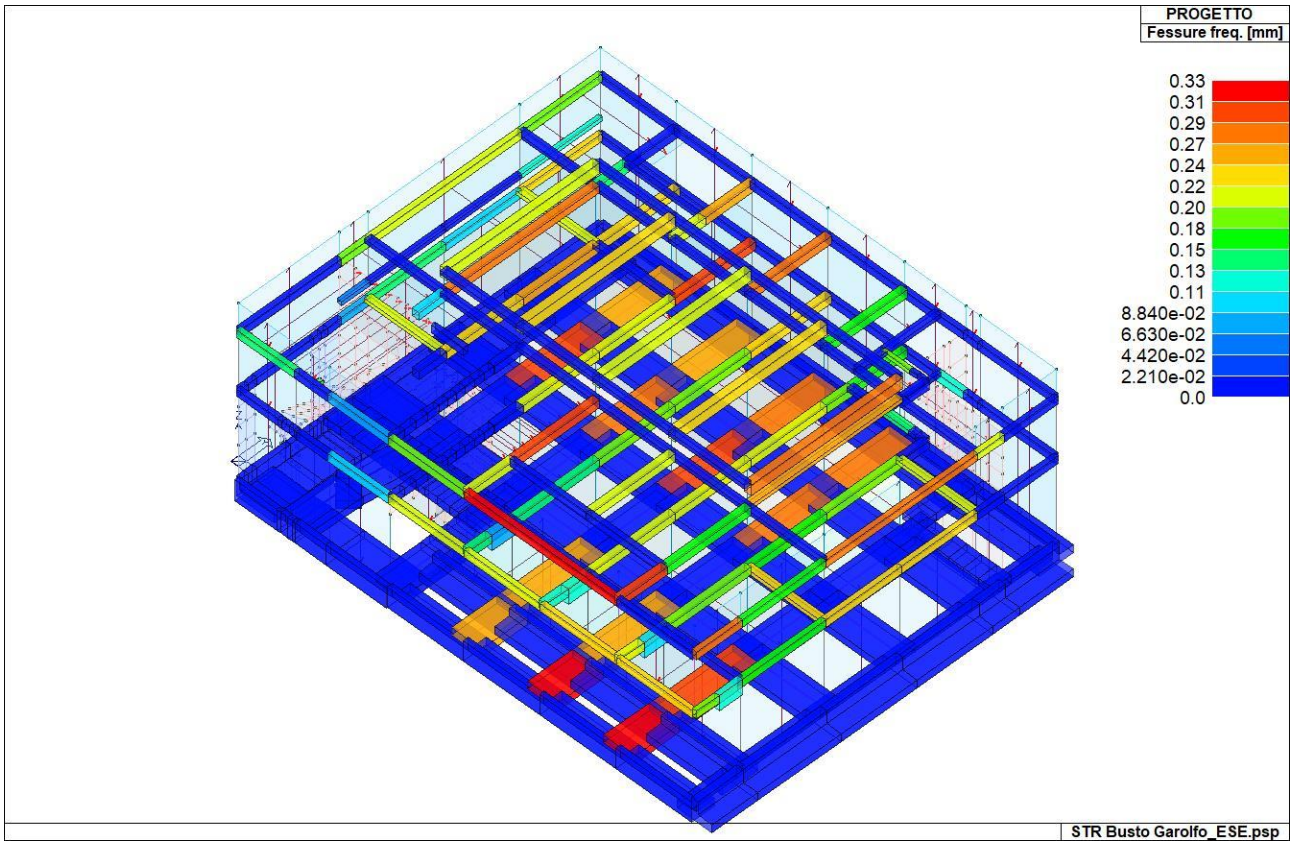


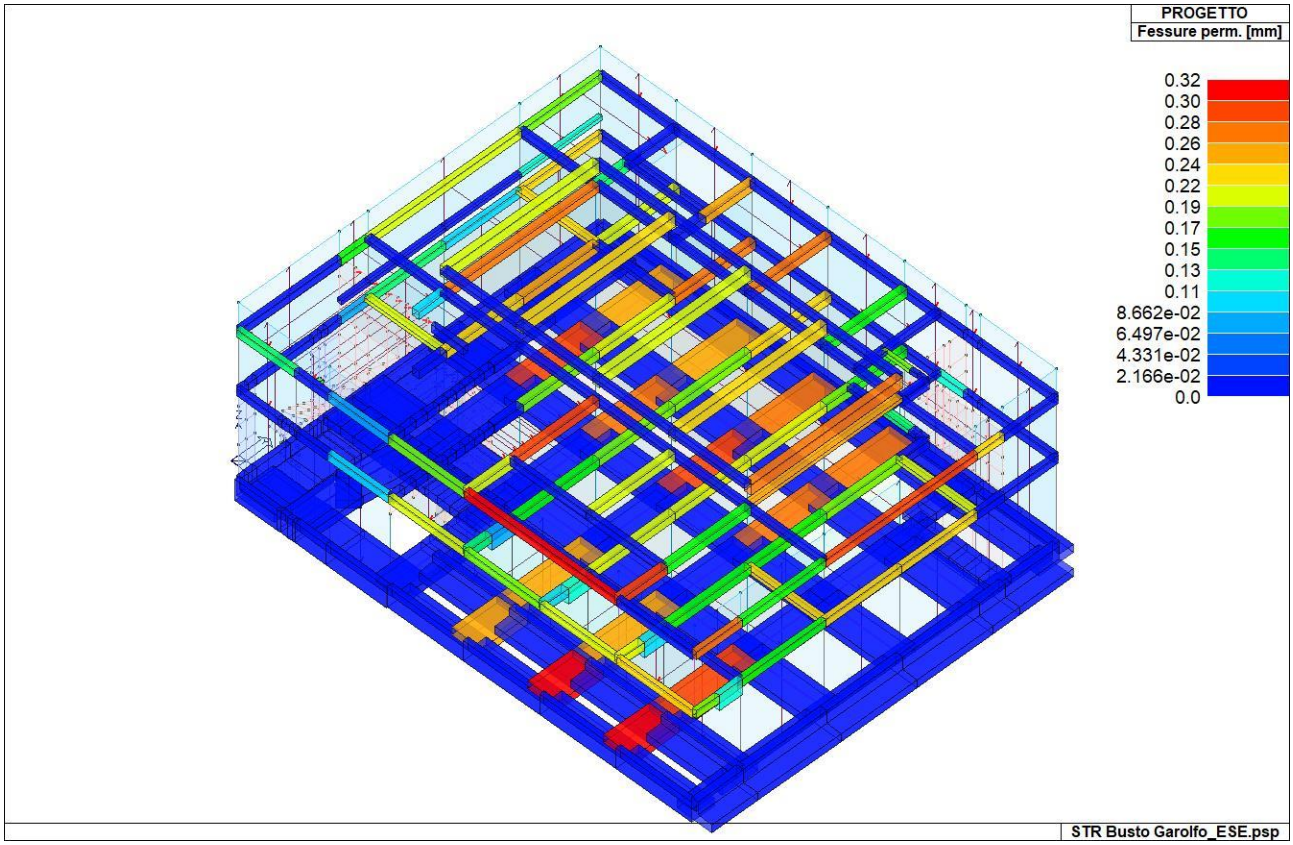

PROGETTO
Verifica N/M
1.00
0.94
0.87
0.81
0.74
0.67
0.61
0.54
0.48
0.41
0.34
0.28
0.21
0.15
8.163e-02
1.583e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

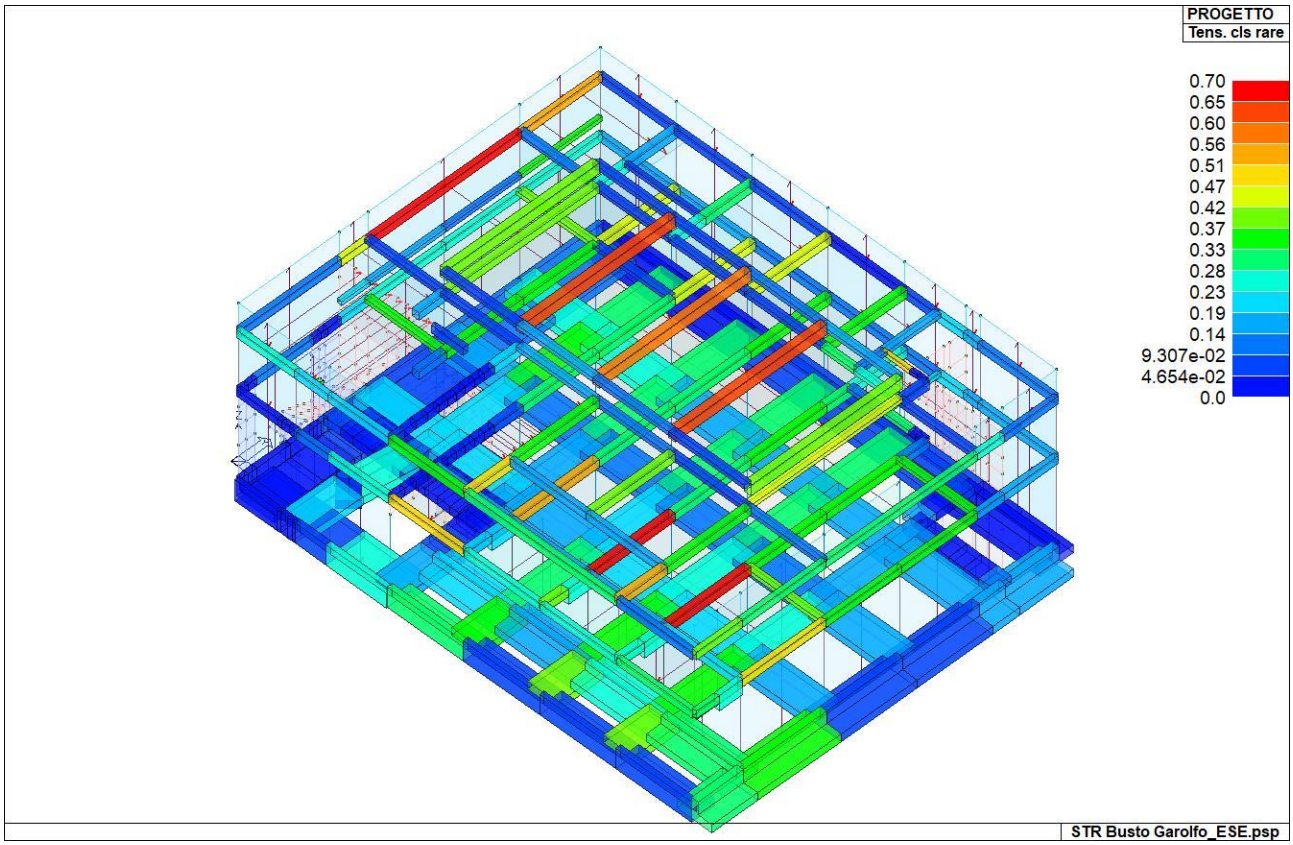

PROGETTO
Verifica V/T cls
0.95
0.89
0.83
0.77
0.71
0.65
0.58
0.52
0.46
0.40
0.34
0.28
0.22
0.16
0.10
4.129e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

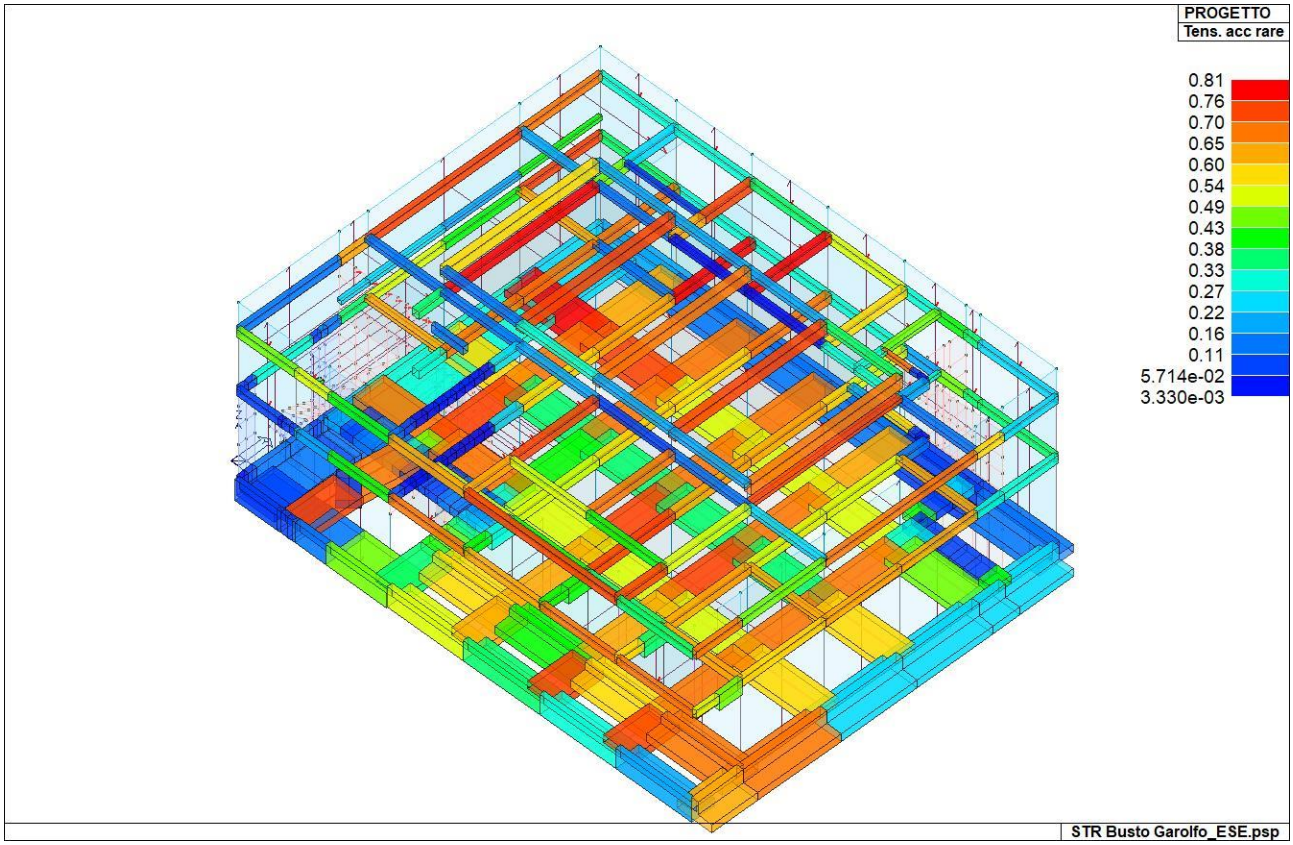

PROGETTO
Verifica V/T acciaio
0.89
0.83
0.77
0.71
0.66
0.60
0.54
0.48
0.42
0.37
0.31
0.25
0.19
0.13
7.699e-02
1.899e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

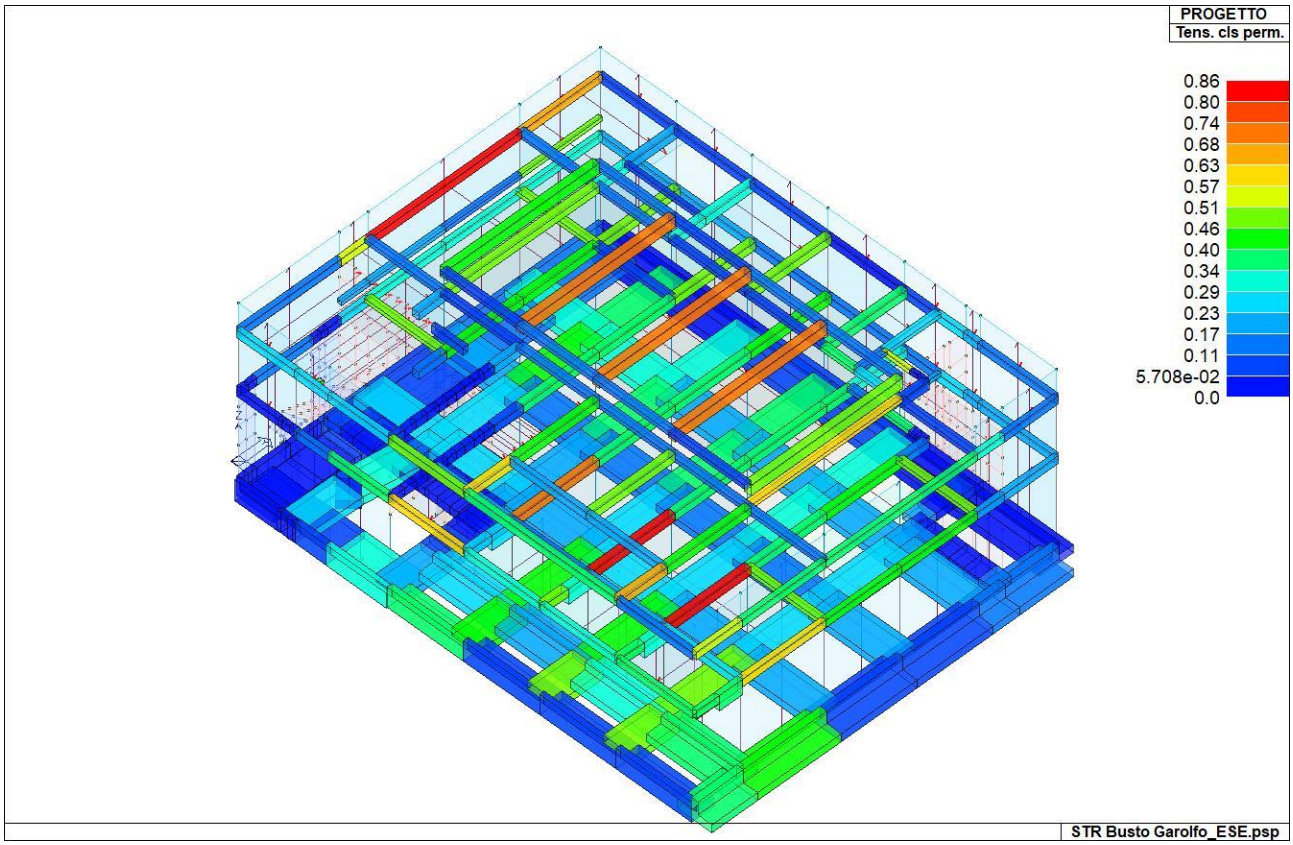

PROGETTO
Fessure rare [mm]
0.32
0.30
0.28
0.25
0.23
0.21
0.19
0.17
0.15
0.13
0.11
8.498e-02
6.373e-02
4.249e-02
2.124e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Fessure freq. [mm]
0.33
0.31
0.29
0.27
0.24
0.22
0.20
0.18
0.15
0.13
0.11
8.840e-02
6.630e-02
4.420e-02
2.210e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Fessure perm. [mm]
0.32
0.30
0.28
0.26
0.24
0.22
0.19
0.17
0.15
0.13
0.11
8.662e-02
6.497e-02
4.331e-02
2.166e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

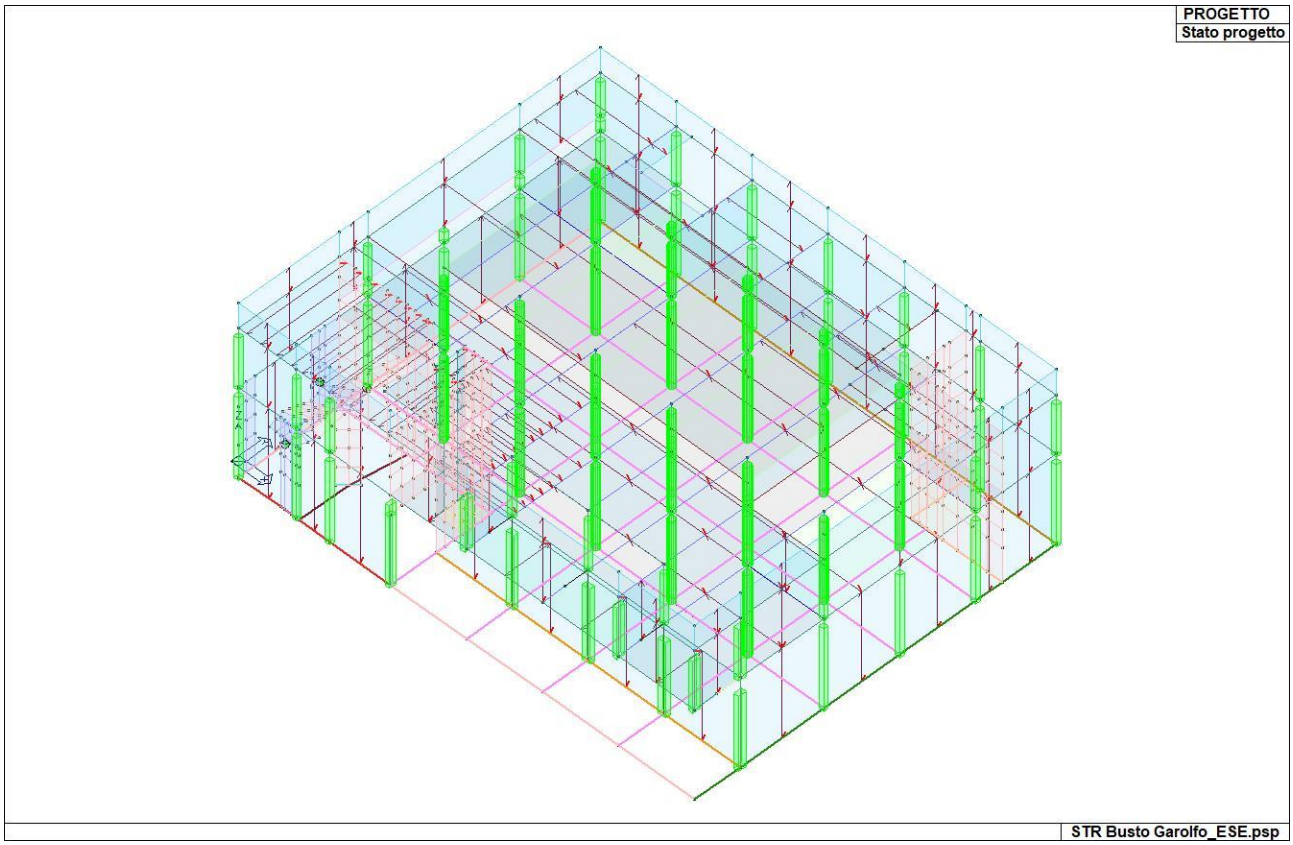

PROGETTO
Tens. cls rare
0.70
0.65
0.60
0.56
0.51
0.47
0.42
0.37
0.33
0.28
0.23
0.19
0.14
9.307e-02
4.654e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

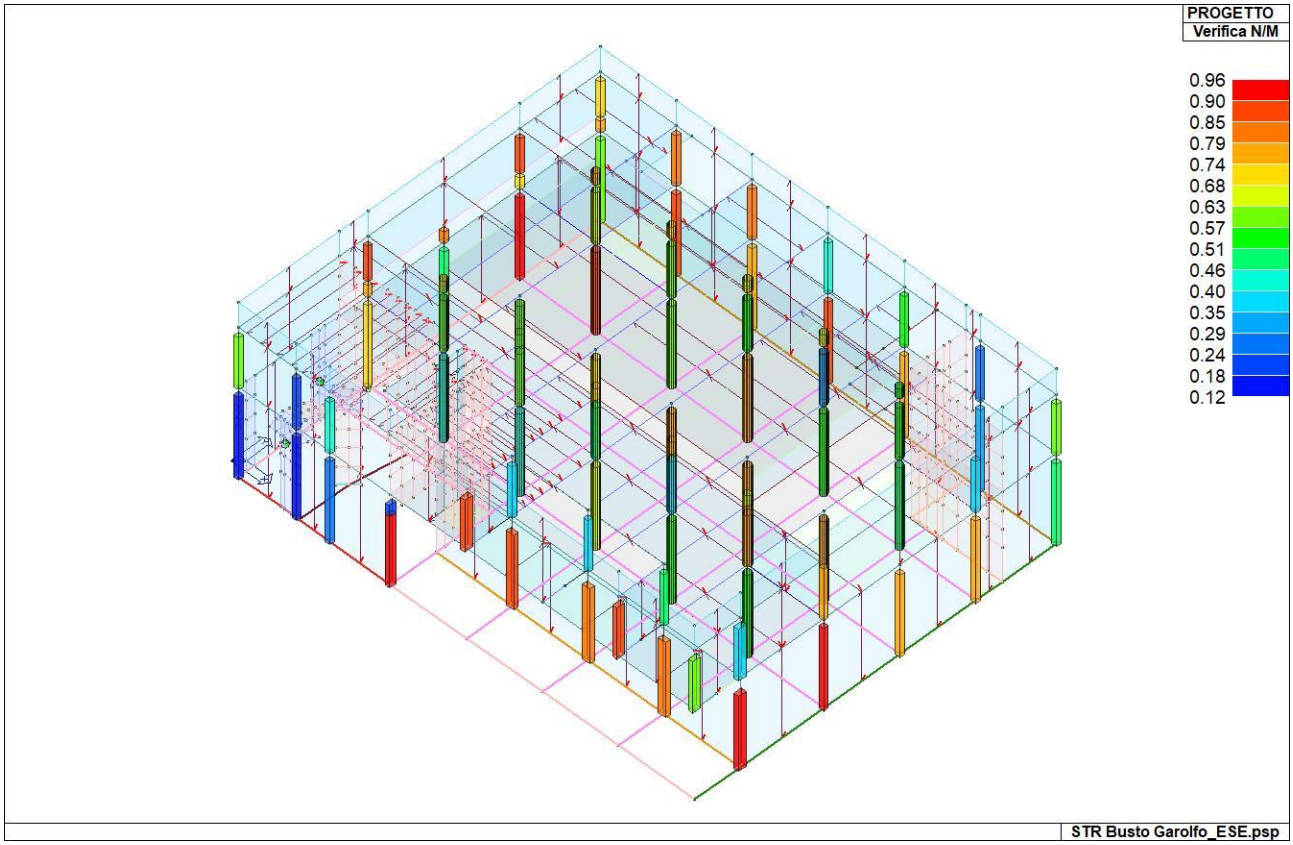

PROGETTO
Tens. acc rare
0.81
0.76
0.70
0.65
0.60
0.54
0.49
0.43
0.38
0.33
0.27
0.22
0.16
0.11
5.714e-02
3.330e-03
STR Busto Garolfo_ESE.psp

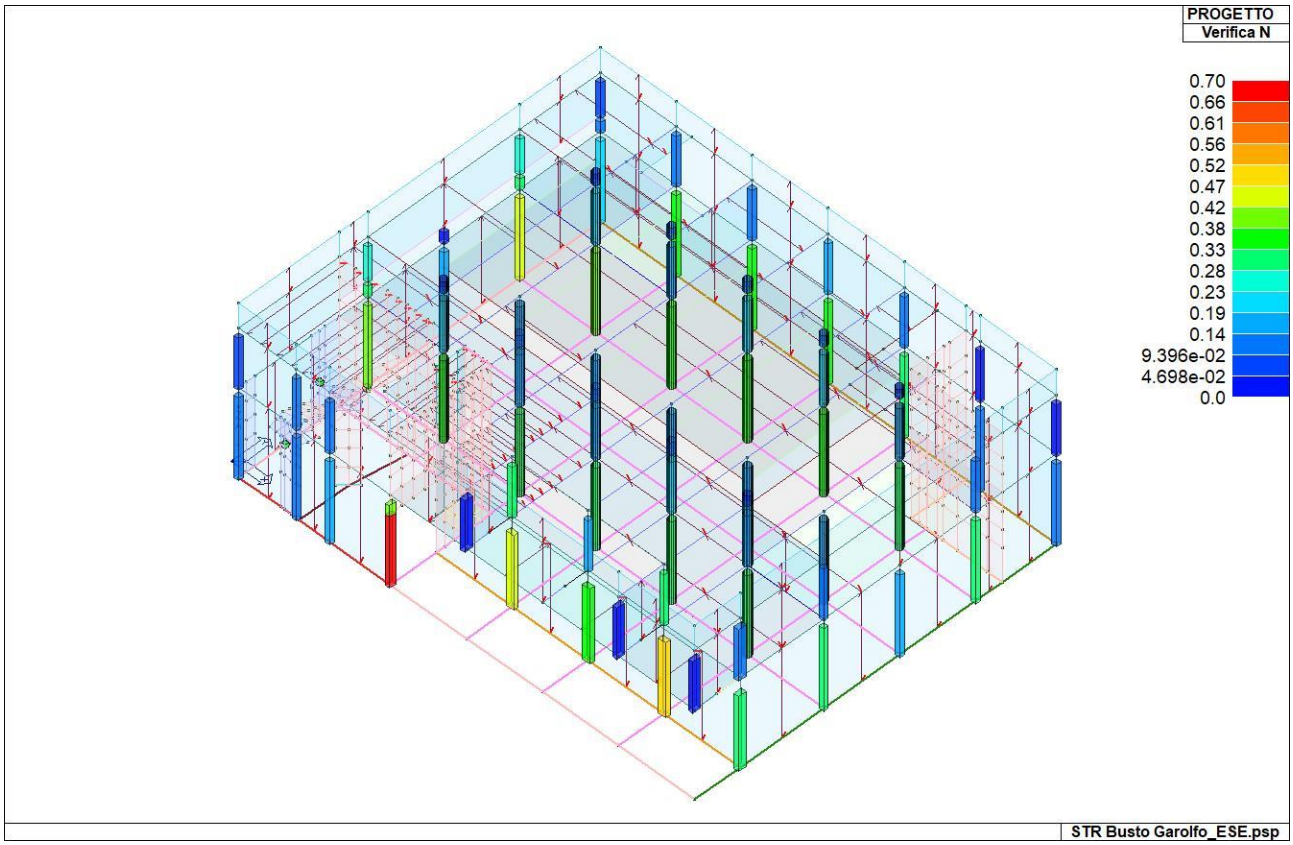


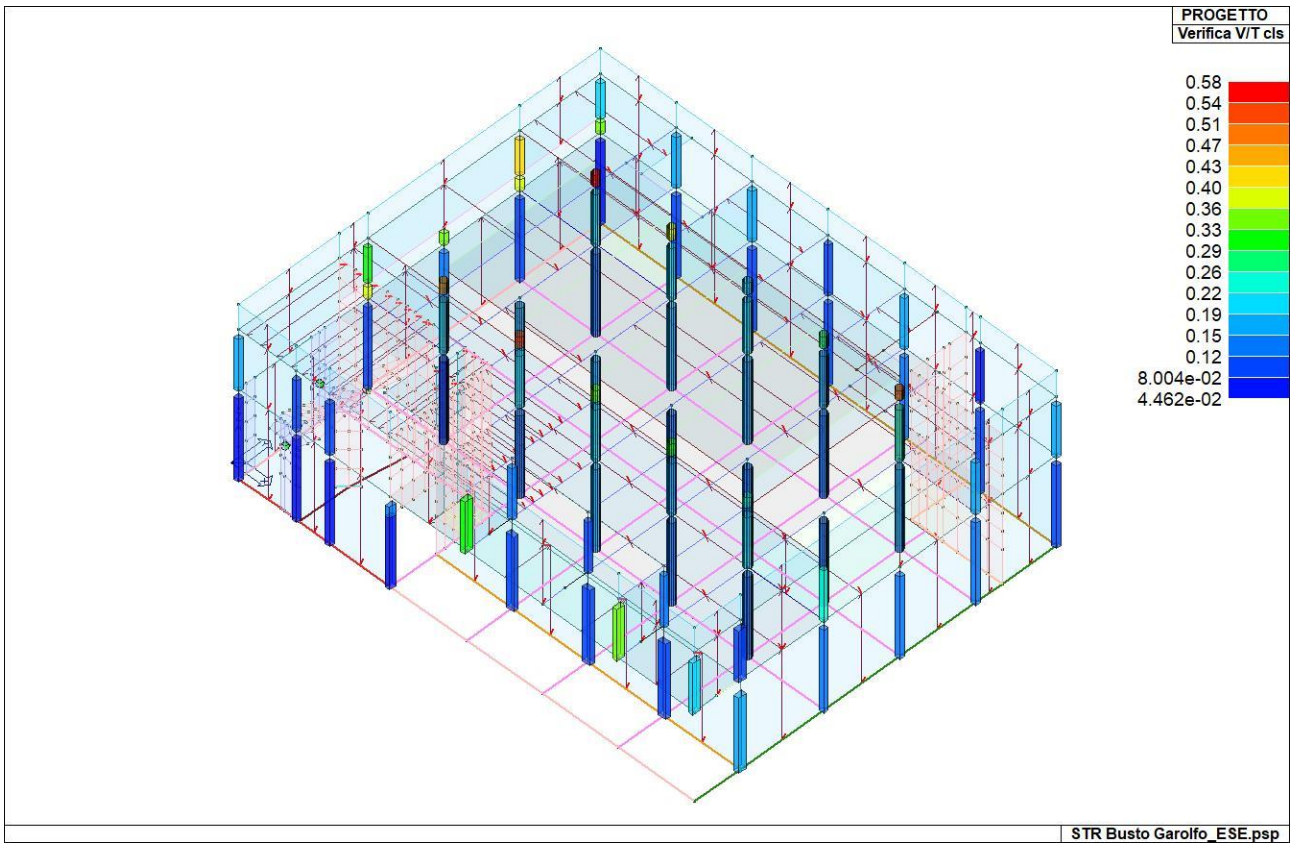

Travi in c.a.

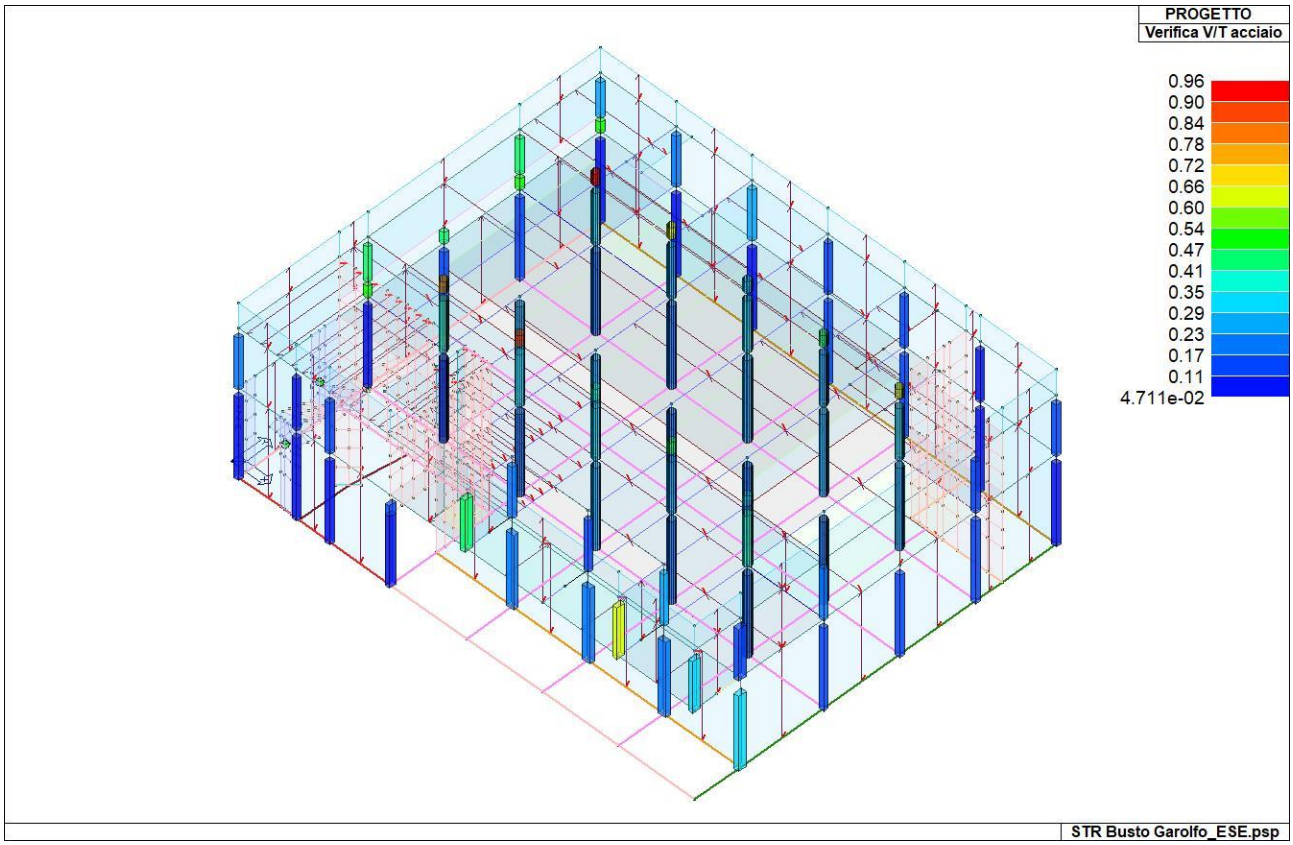
| Travi in c.a. | Valore minimo | Valore massimo |
|---|---|---|
| Verifica N/M | 0.02 | 1.00 |
| Verifica V/T cls | 0.04 | 0.95 |
| Verifica V/T acciaio | 0.02 | 0.89 |
| Fessure rare [mm] | 0.0 | 0.32 |
| Fessure freq. [mm] | 0.0 | 0.33 |
| Fessure perm. [mm] | 0.0 | 0.32 |
| Tens. cls rare | 0.0 | 0.70 |
| Tens. acc rare | 3.33e-03 | 0.81 |
| Tens. cls perm. | 0.0 | 0.86 |

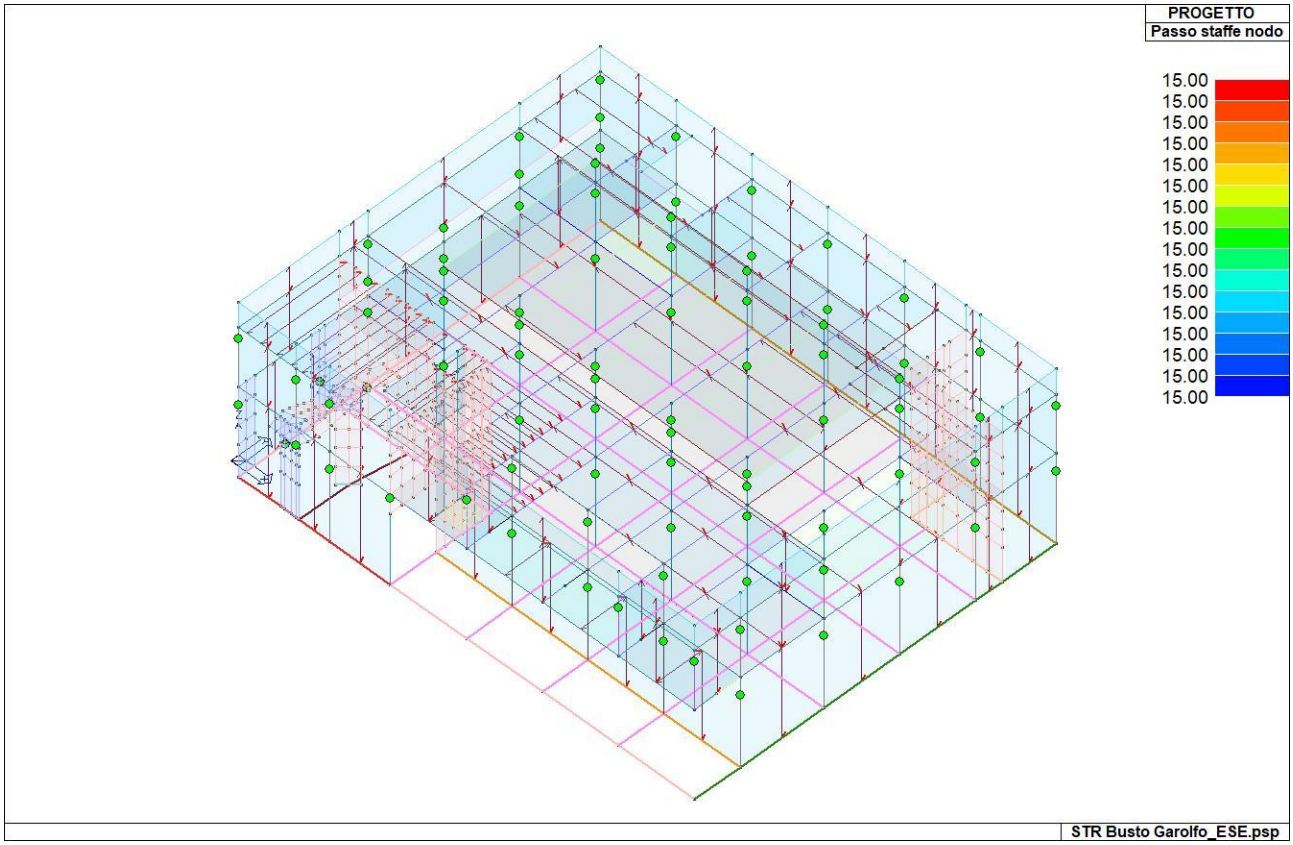

PROGETTO
Stato progetto
STR Busto Garolfo_ESE.psp

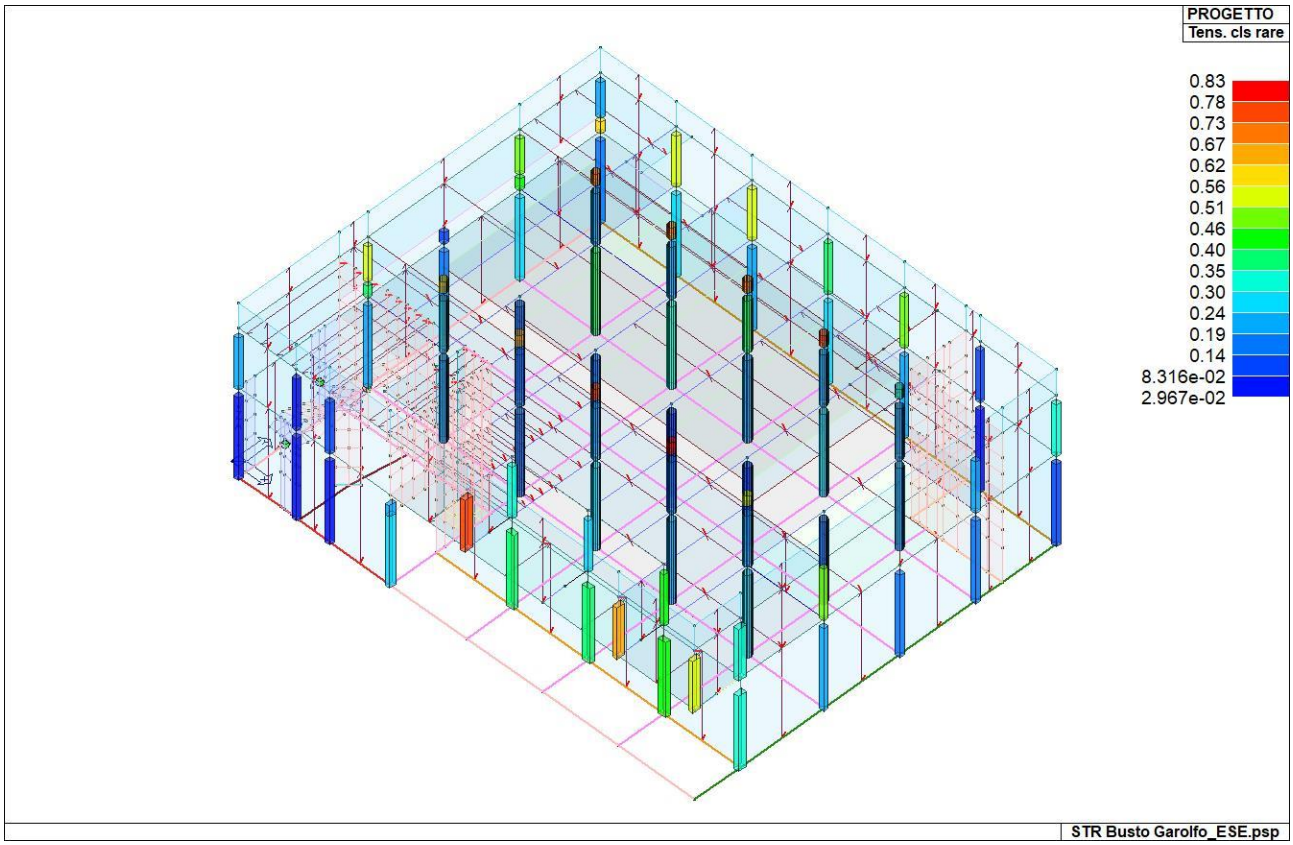

PROGETTO
Verifica N/M
0.96
0.90
0.85
0.79
0.74
0.68
0.63
0.57
0.51
0.46
0.40
0.35
0.29
0.24
0.18
0.12
STR Busto Garolfo_ESE.psp

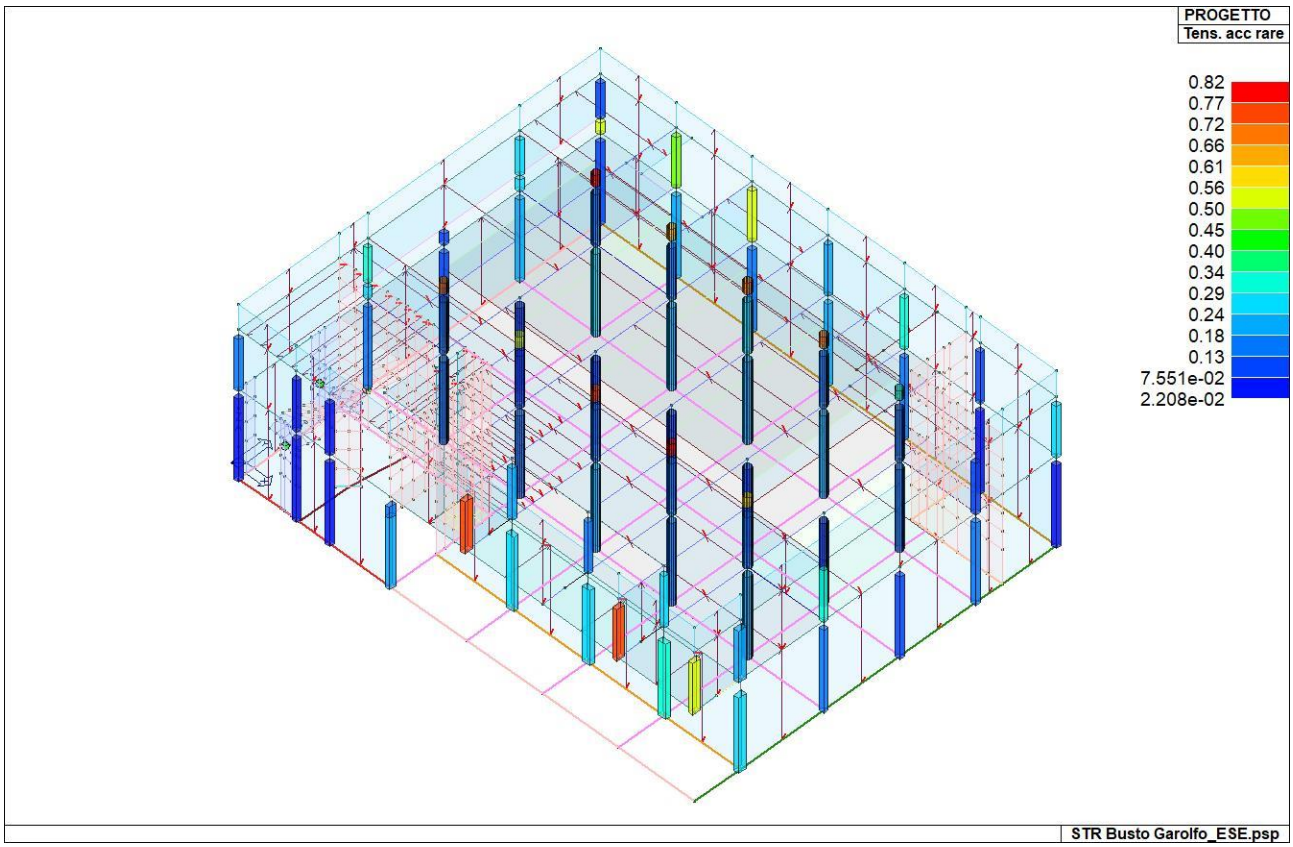

PROGETTO
Verifica N
0.70
0.66
0.61
0.56
0.52
0.47
0.42
0.38
0.33
0.28
0.23
0.19
0.14
9.396e-02
4.698e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

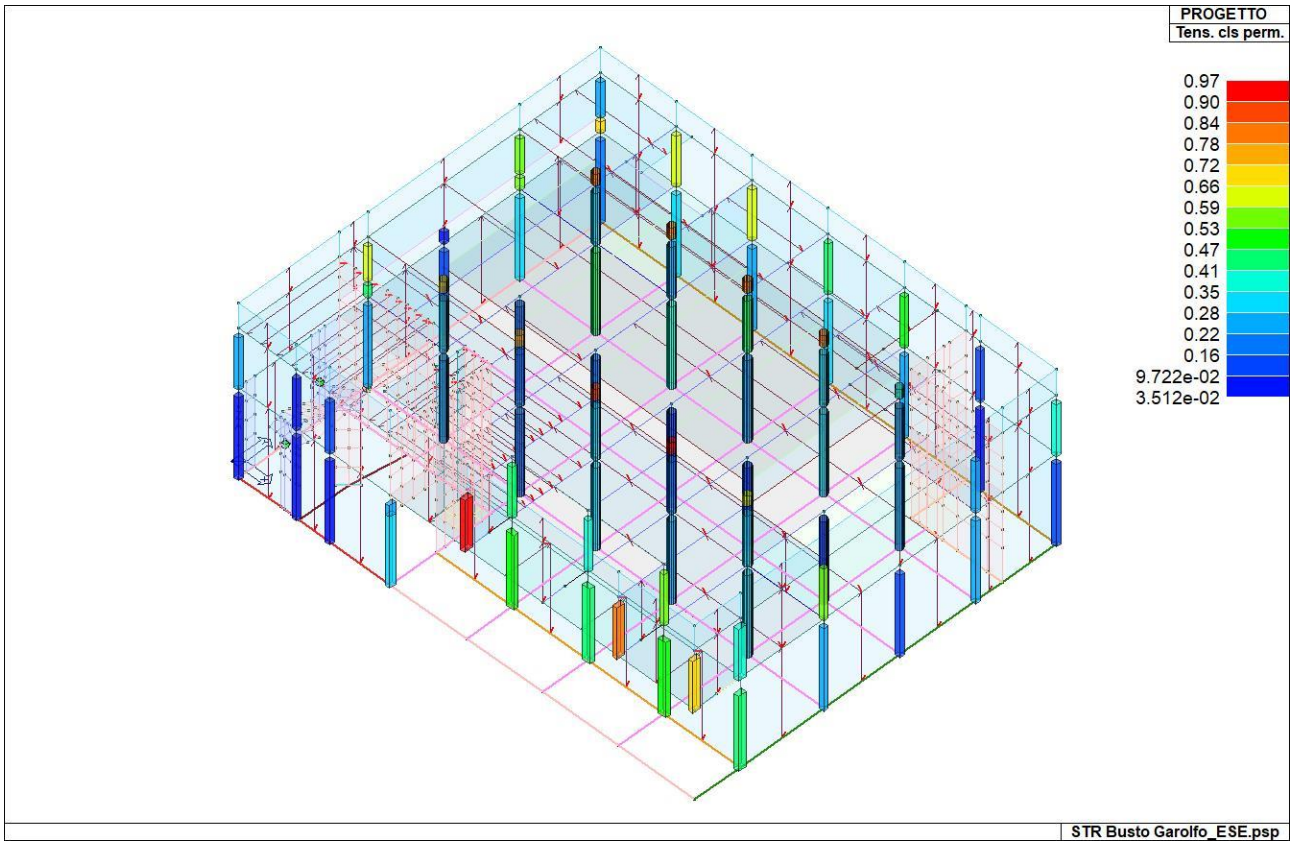

PROGETTO
Verifica V/T cls
0.58
0.54
0.51
0.47
0.43
0.40
0.36
0.33
0.29
0.26
0.22
0.19
0.15
0.12
8.004e-02
4.462e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

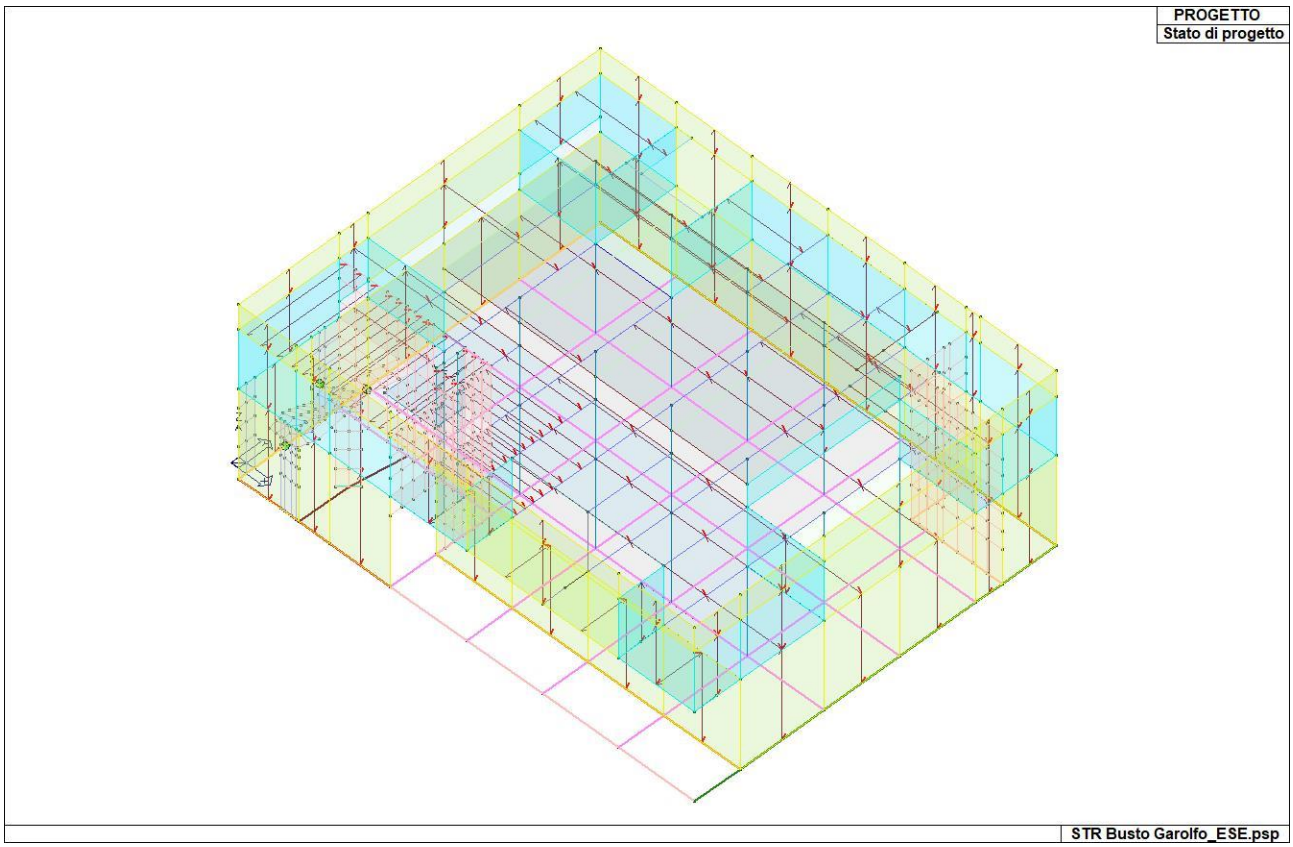

PROGETTO
Verifica V/T acciaio
0.96
0.90
0.84
0.78
0.72
0.66
0.60
0.54
0.47
0.41
0.35
0.29
0.23
0.17
0.11
4.711e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Passo staffe nodo
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
15.00
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Tens. cls rare
0.83
0.78
0.73
0.67
0.62
0.56
0.51
0.46
0.40
0.35
0.30
0.24
0.19
0.14
8.316e-02
2.967e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Tens. acc rare
0.82
0.77
0.72
0.66
0.61
0.56
0.50
0.45
0.40
0.34
0.29
0.24
0.18
0.13
7.551e-02
2.208e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

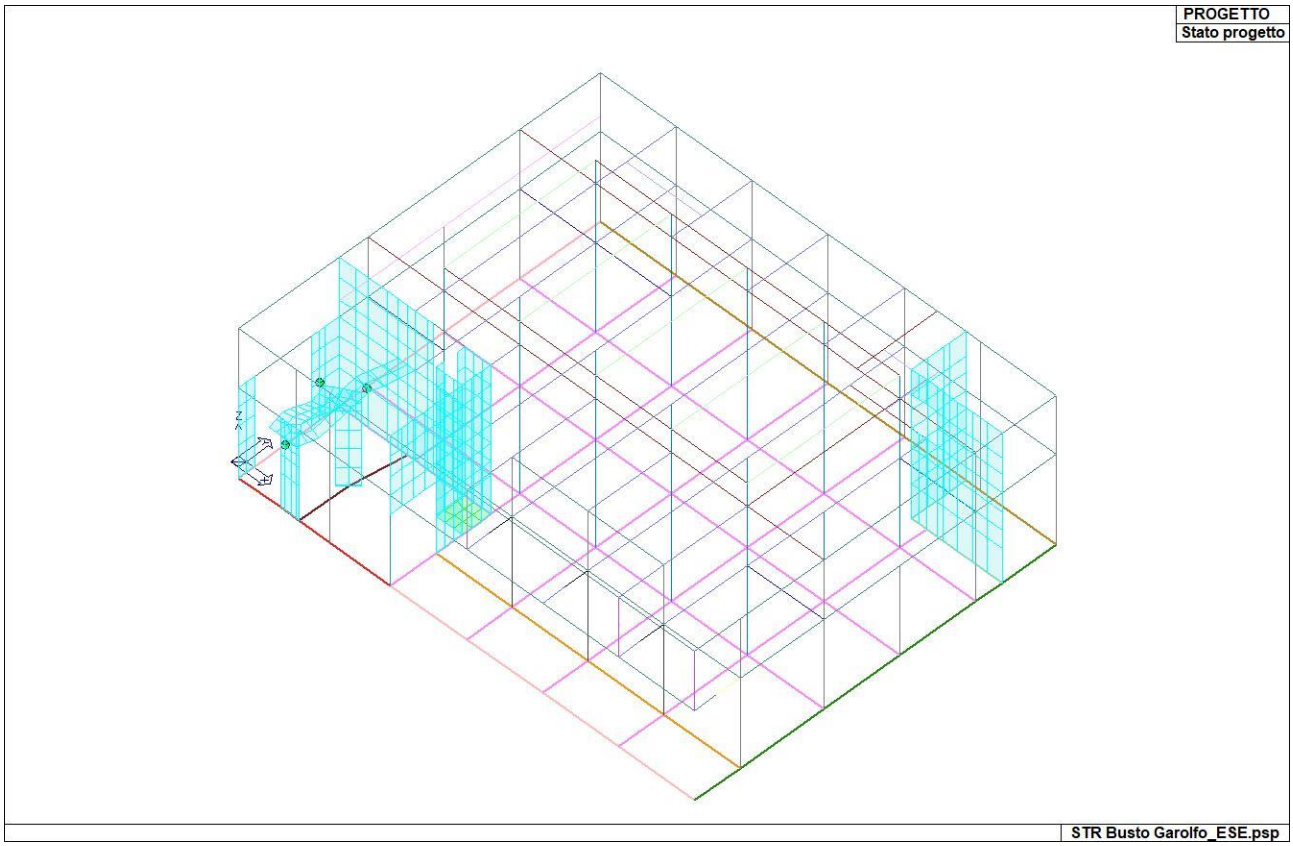


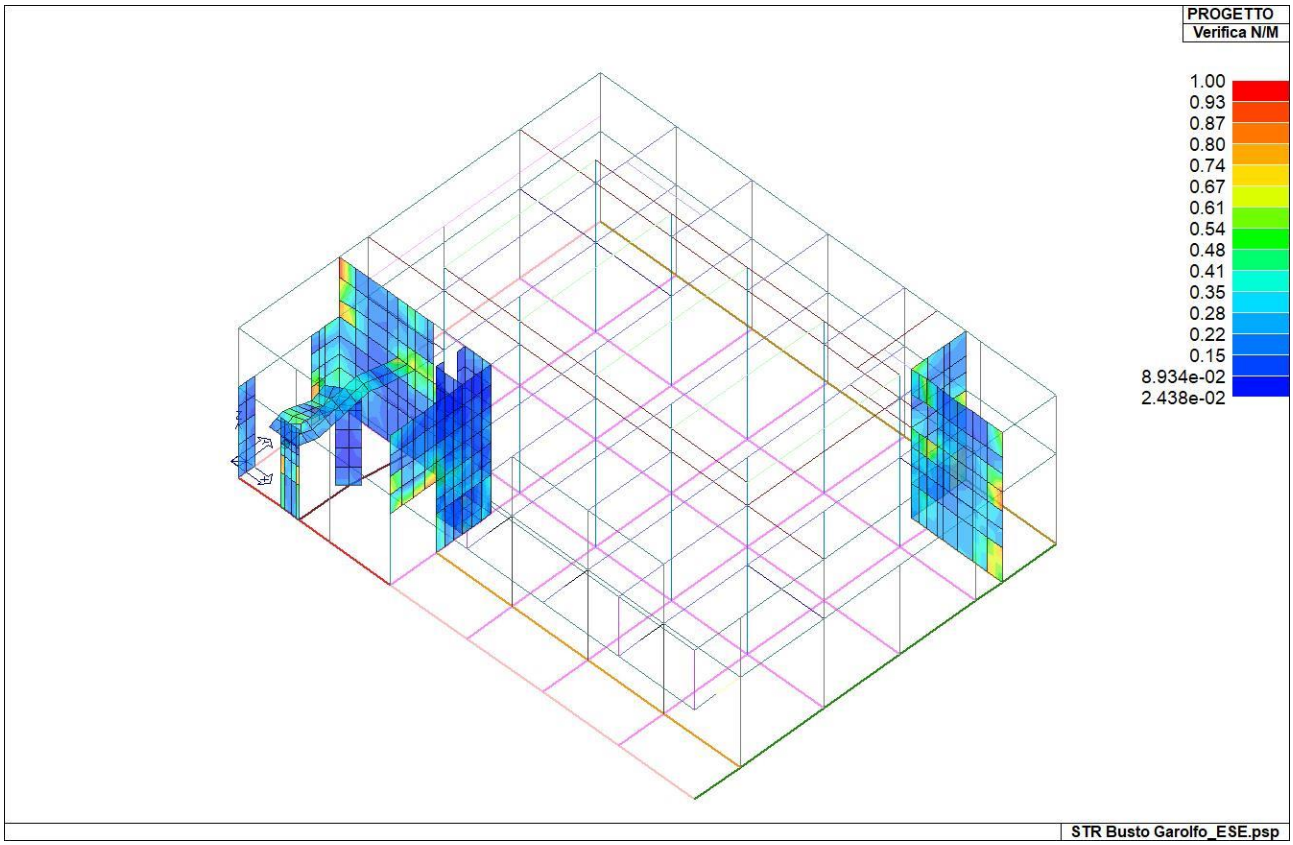



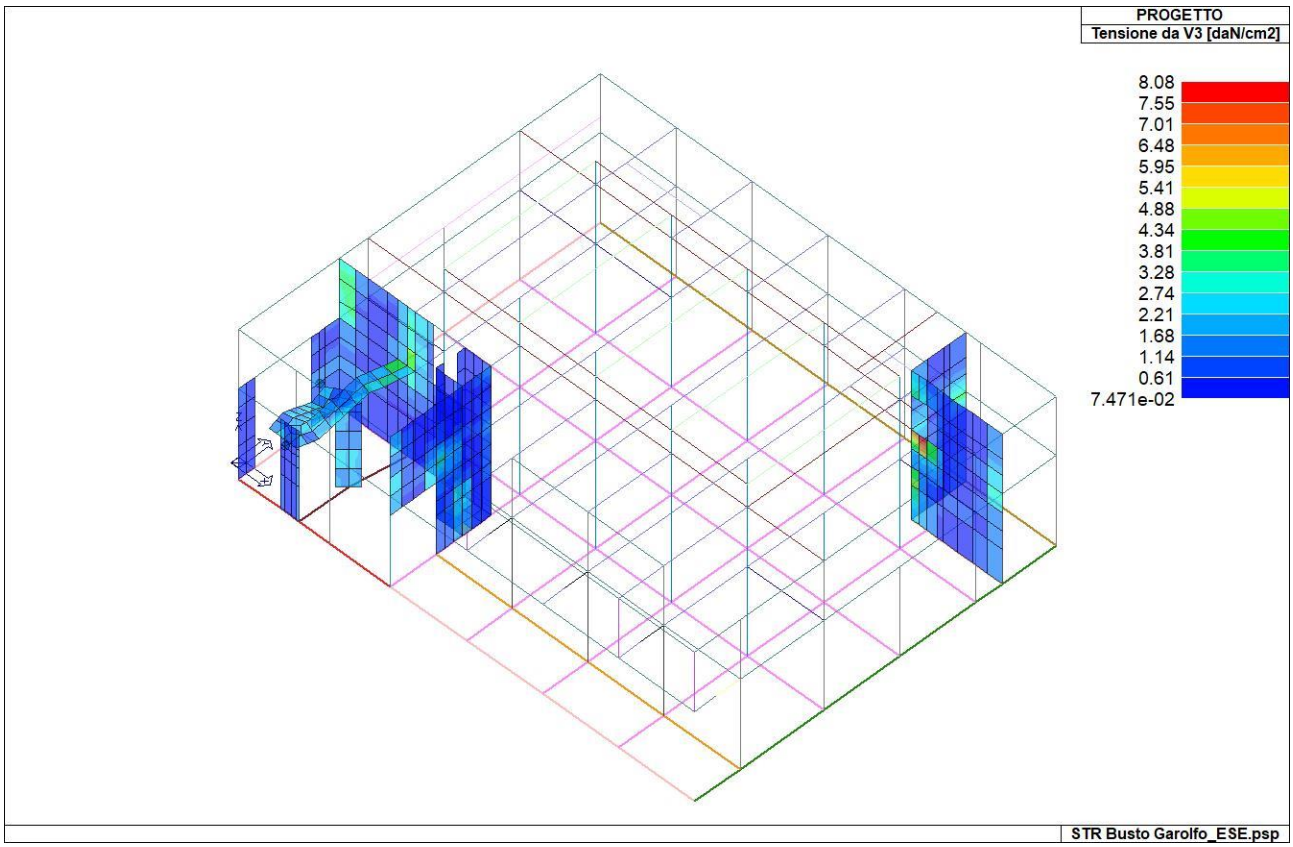

Pilastri in c.a.

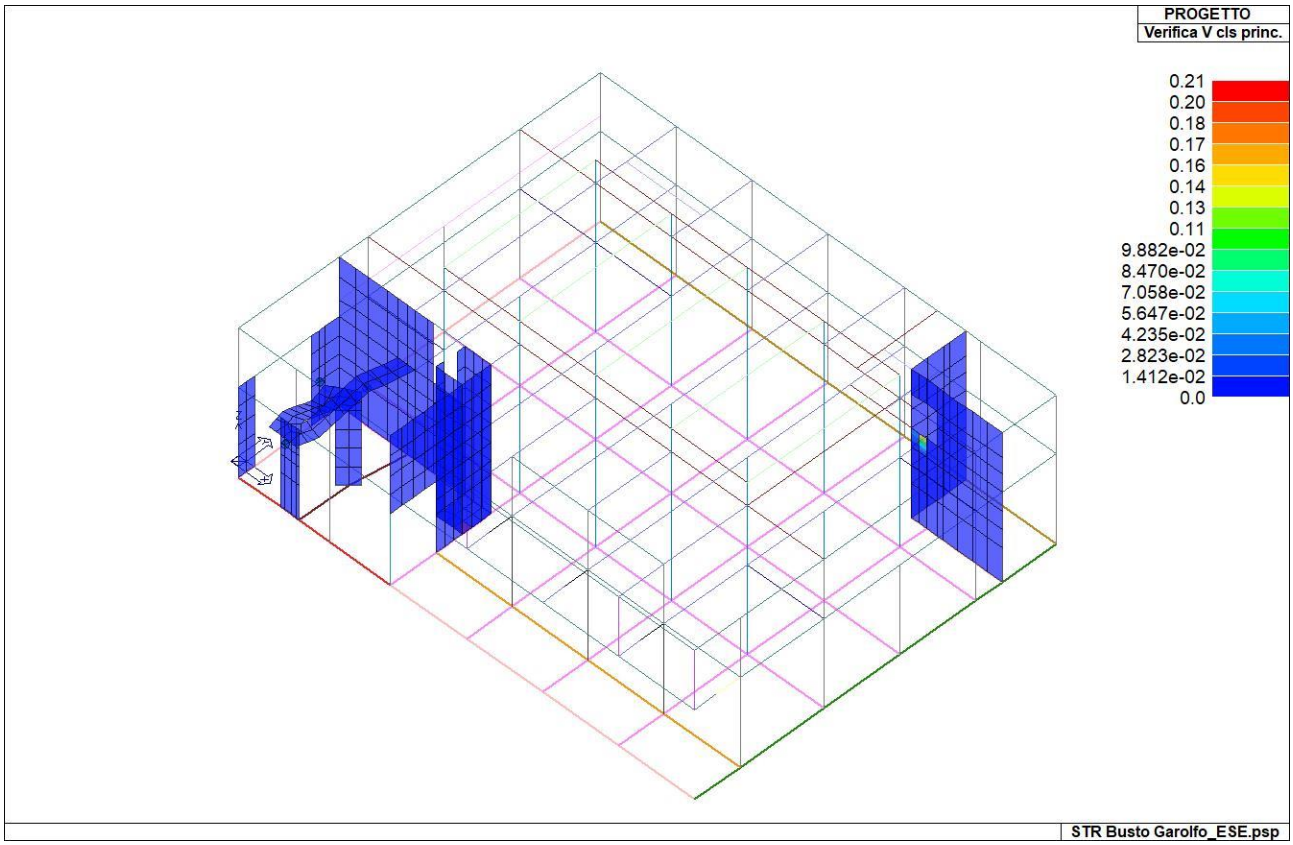
| Pilastri in c.a. | Valore minimo | Valore massimo |
|---|---|---|
| Verifica N/M | 0.12 | 0.96 |
| Verifica N | 0.0 | 0.70 |
| Verifica V/T cls | 0.04 | 0.58 |

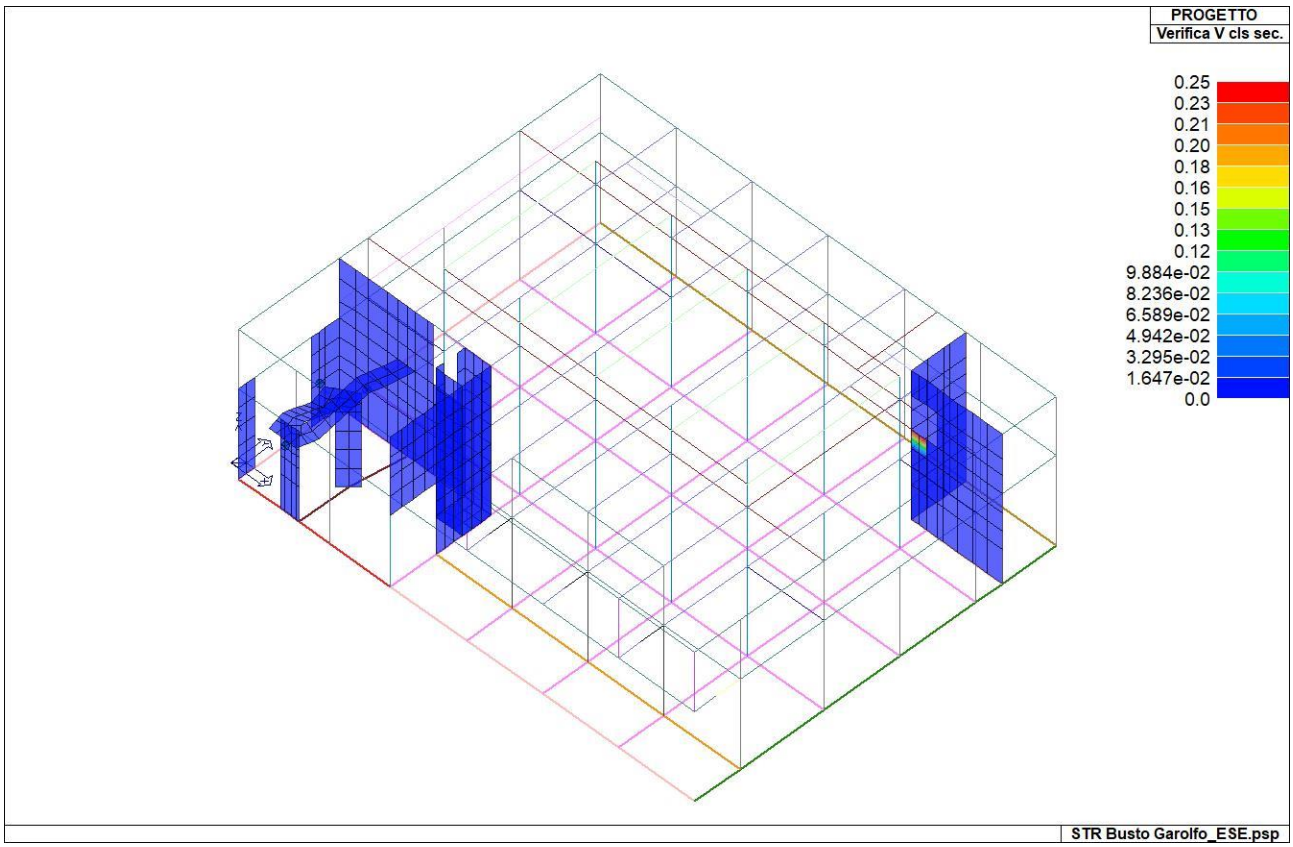
| Pilastri in c.a. | Valore minimo | Valore massimo |
|---|---|---|
| Verifica V/T acciaio | 0.05 | 0.96 |
| Passo staffe nodo | 15.00 | 15.00 |
| Tens. cls rare | 0.03 | 0.83 |
| Tens. acc rare | 0.02 | 0.82 |
| Tens. cls perm. | 0.04 | 0.97 |

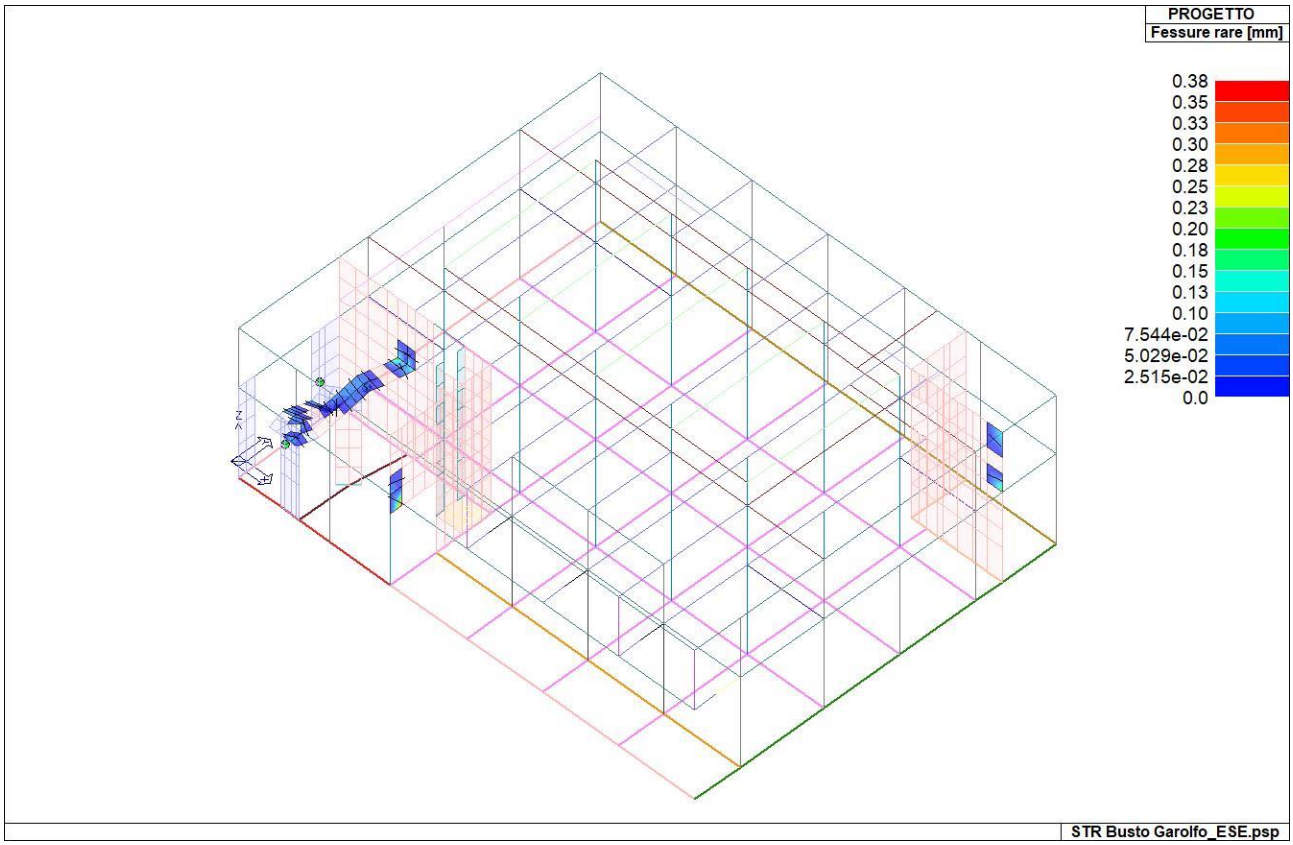


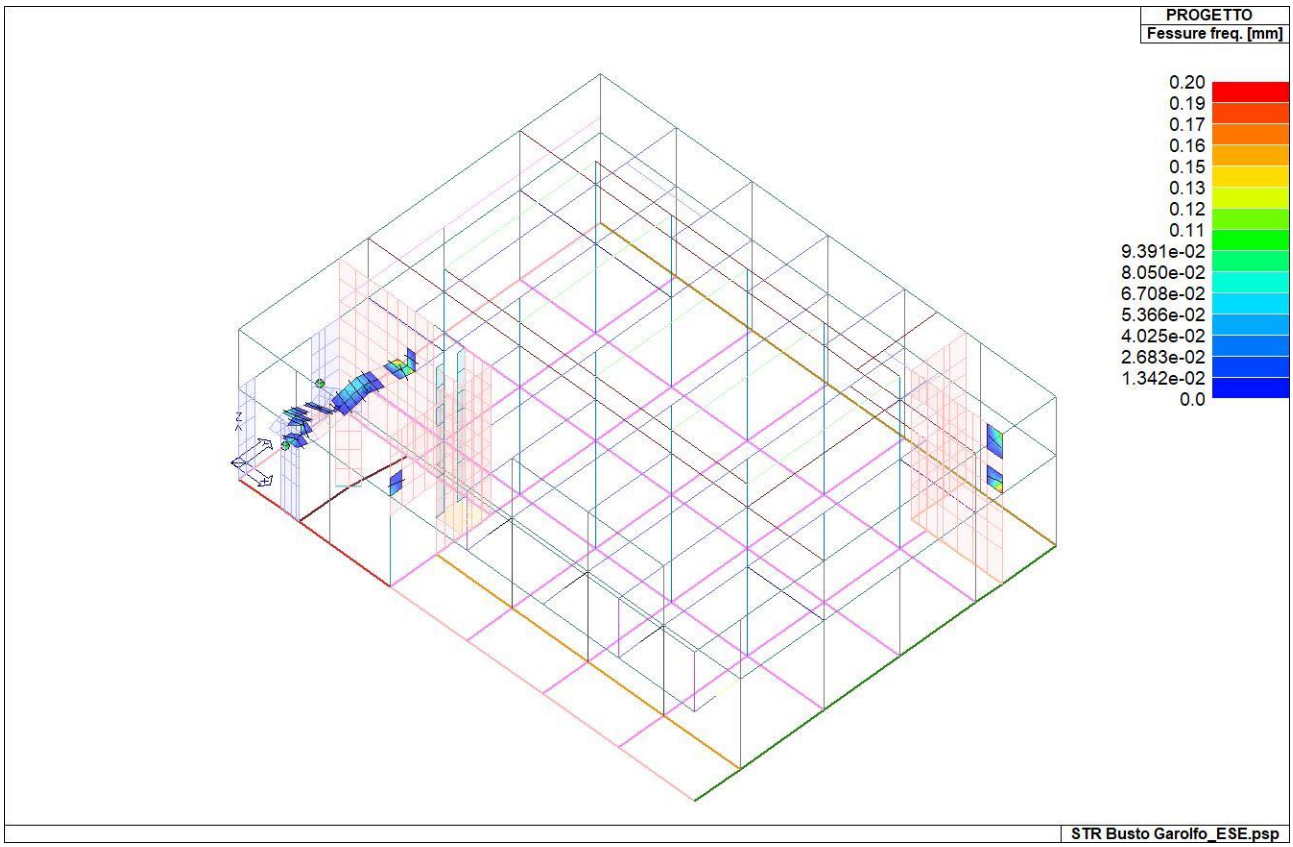

PROGETTO
Verifica N/M
1.00
0.93
0.87
0.80
0.74
0.67
0.61
0.54
0.48
0.41
0.35
0.28
0.22
0.15
8.934e-02
2.438e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

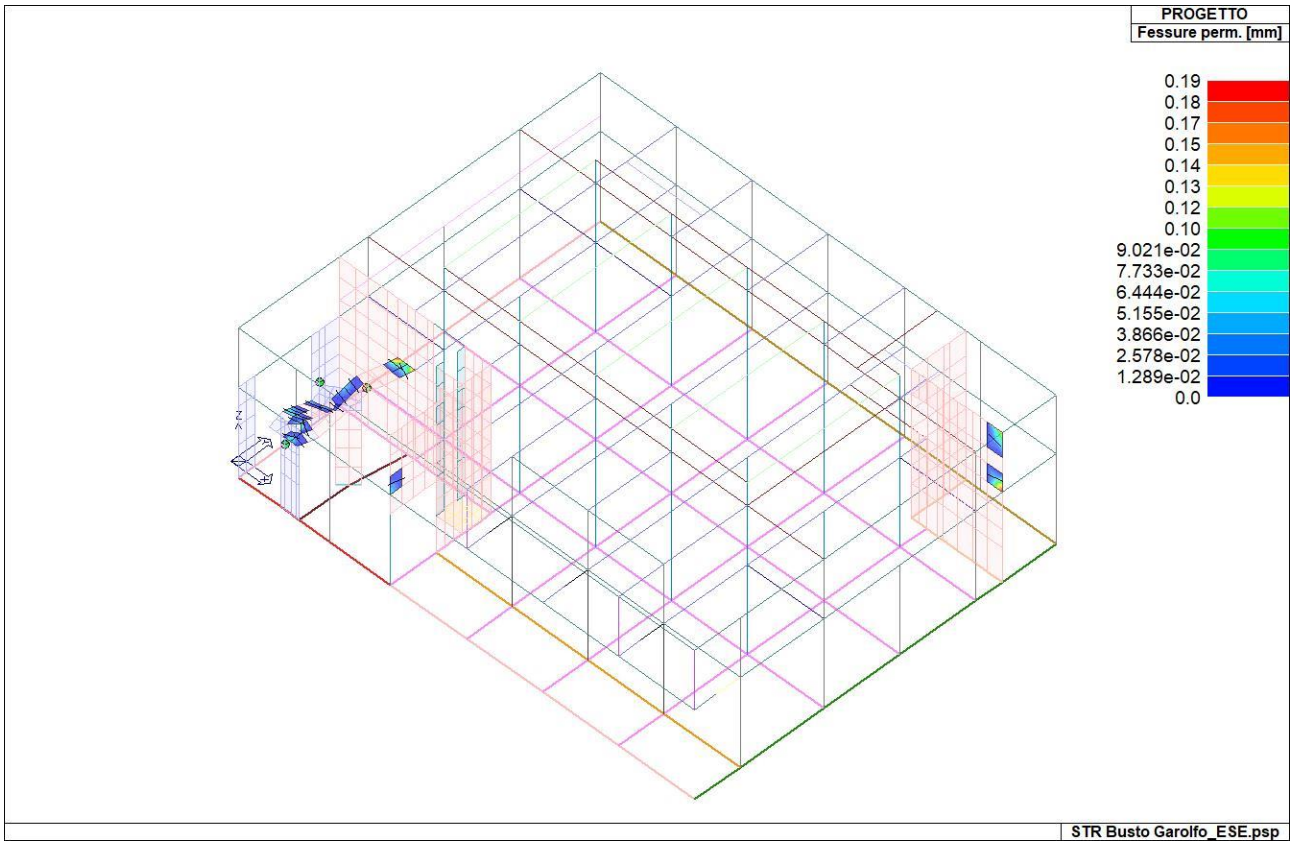

PROGETTO
Tensione da V3 [daN/cm2]
8.08
7.55
7.01
6.48
5.95
5.41
4.88
4.34
3.81
3.28
2.74
2.21
1.68
1.14
0.61
7.471e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp

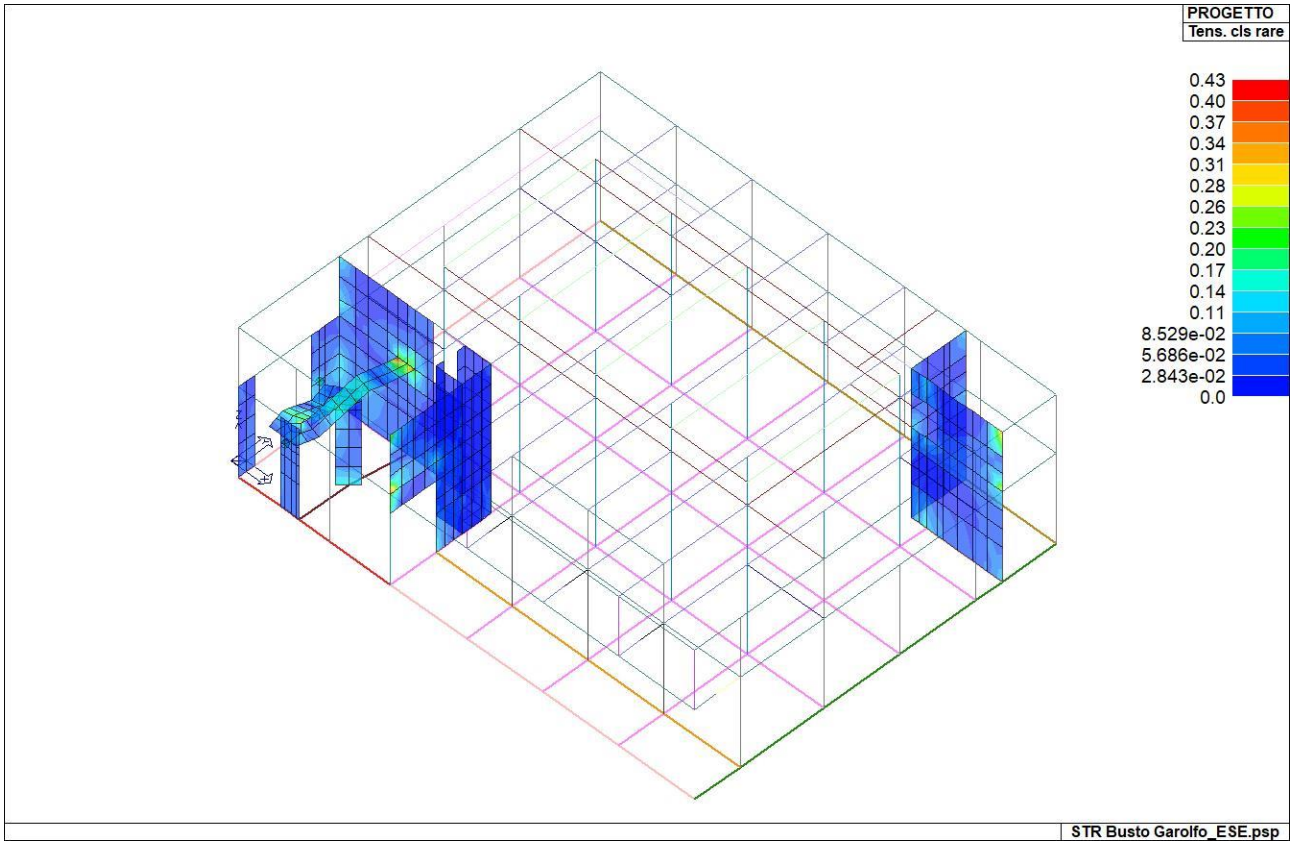

PROGETTO
Verifica V cls princ.
0.21
0.20
0.18
0.17
0.16
0.14
0.13
0.11
9.882e-02
8.470e-02
7.058e-02
5.647e-02
4.235e-02
2.823e-02
1.412e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

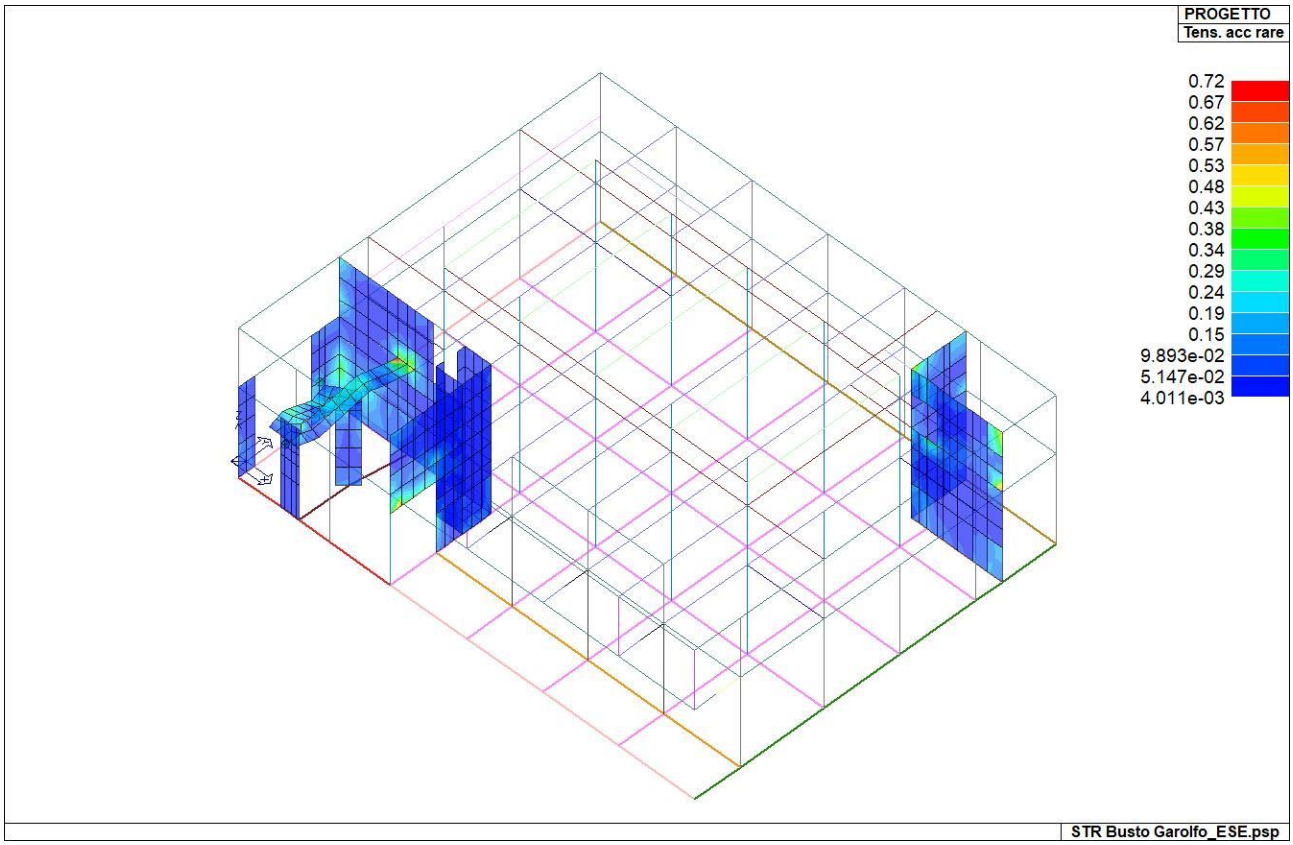

PROGETTO
Verifica V cls sec.
0.25
0.23
0.21
0.20
0.18
0.16
0.15
0.13
0.12
9.884e-02
8.236e-02
6.589e-02
4.942e-02
3.295e-02
1.647e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

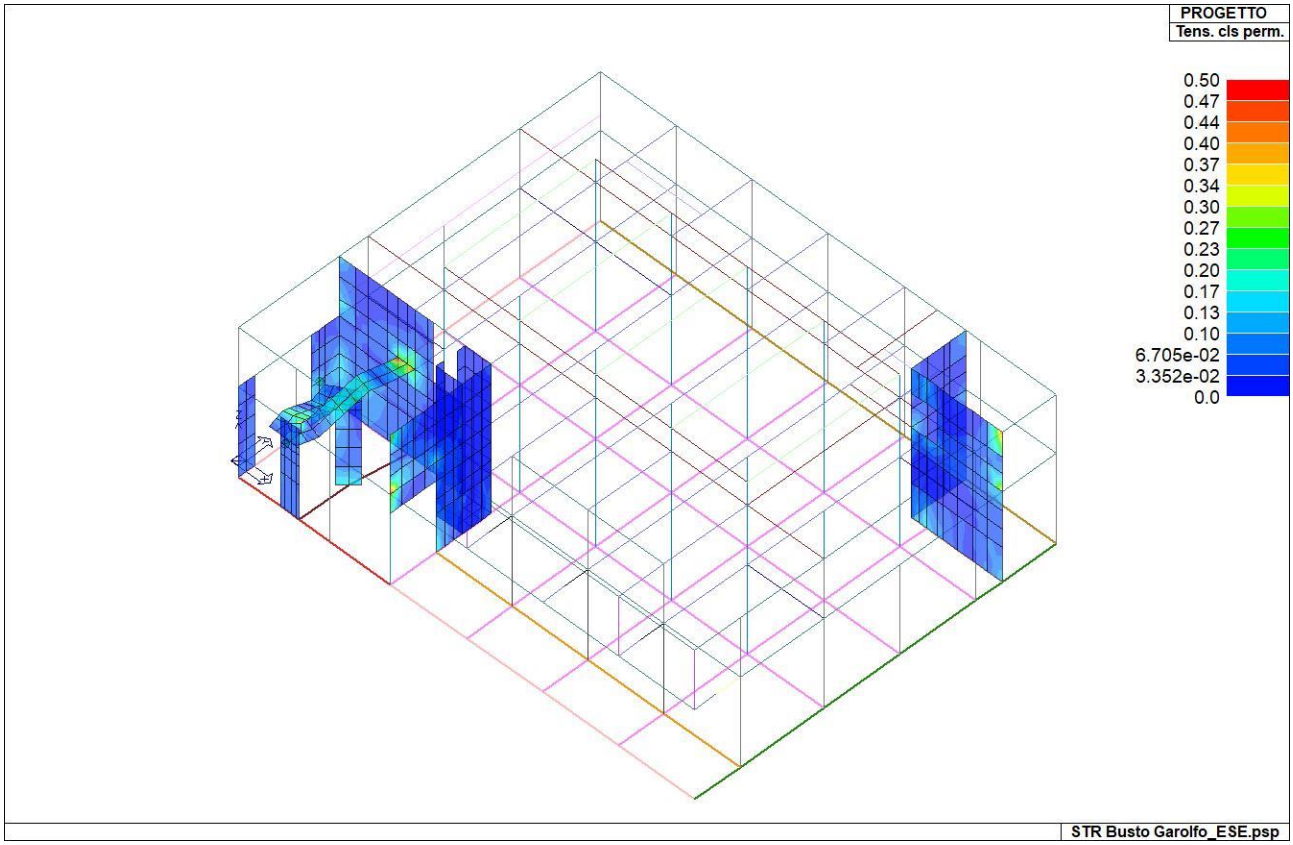

PROGETTO
Fessure rare [mm]
0.38
0.35
0.33
0.30
0.28
0.25
0.23
0.20
0.18
0.15
0.13
0.10
7.544e-02
5.029e-02
2.515e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

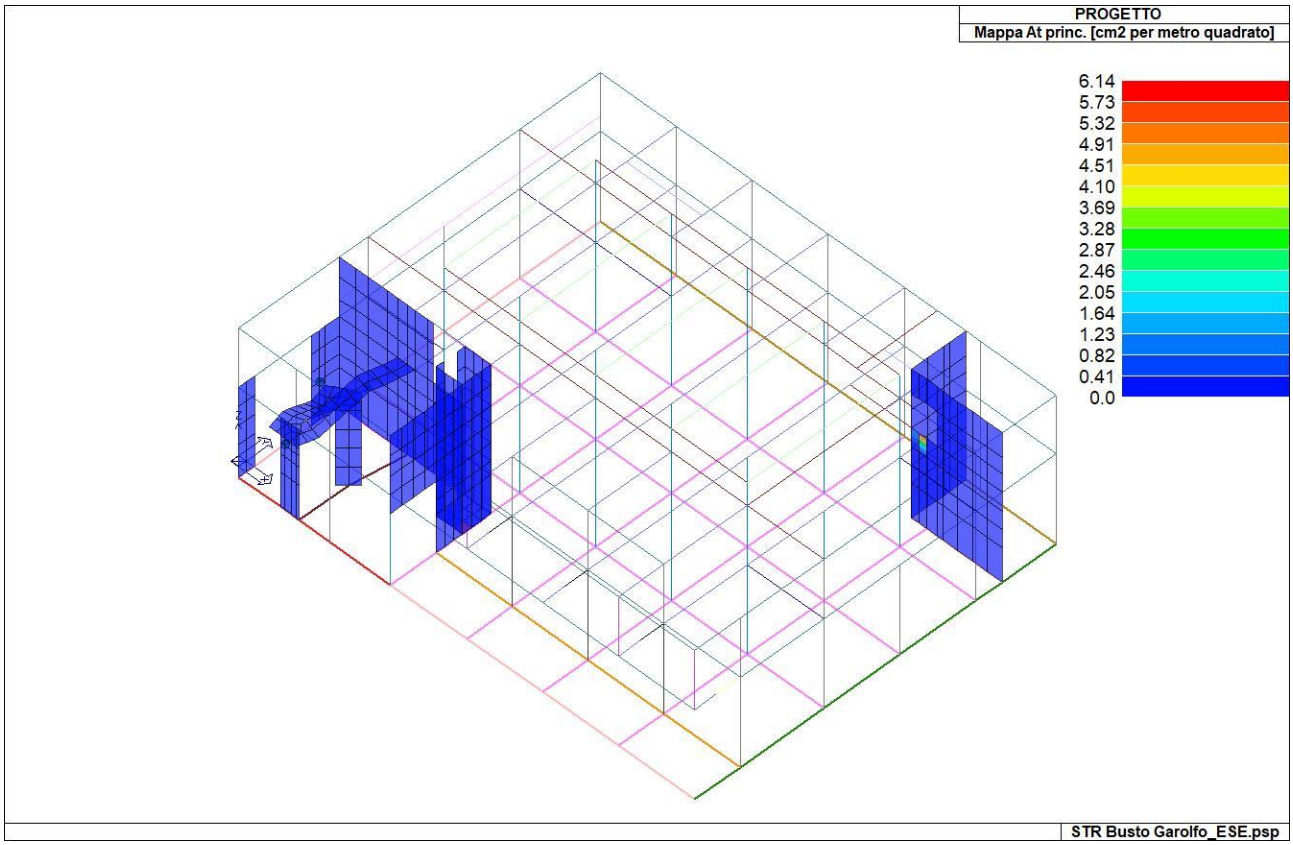

PROGETTO
Fessure freq. [mm]
0.20
0.19
0.17
0.16
0.15
0.13
0.12
0.11
9.391e-02
8.050e-02
6.708e-02
5.366e-02
4.025e-02
2.683e-02
1.342e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

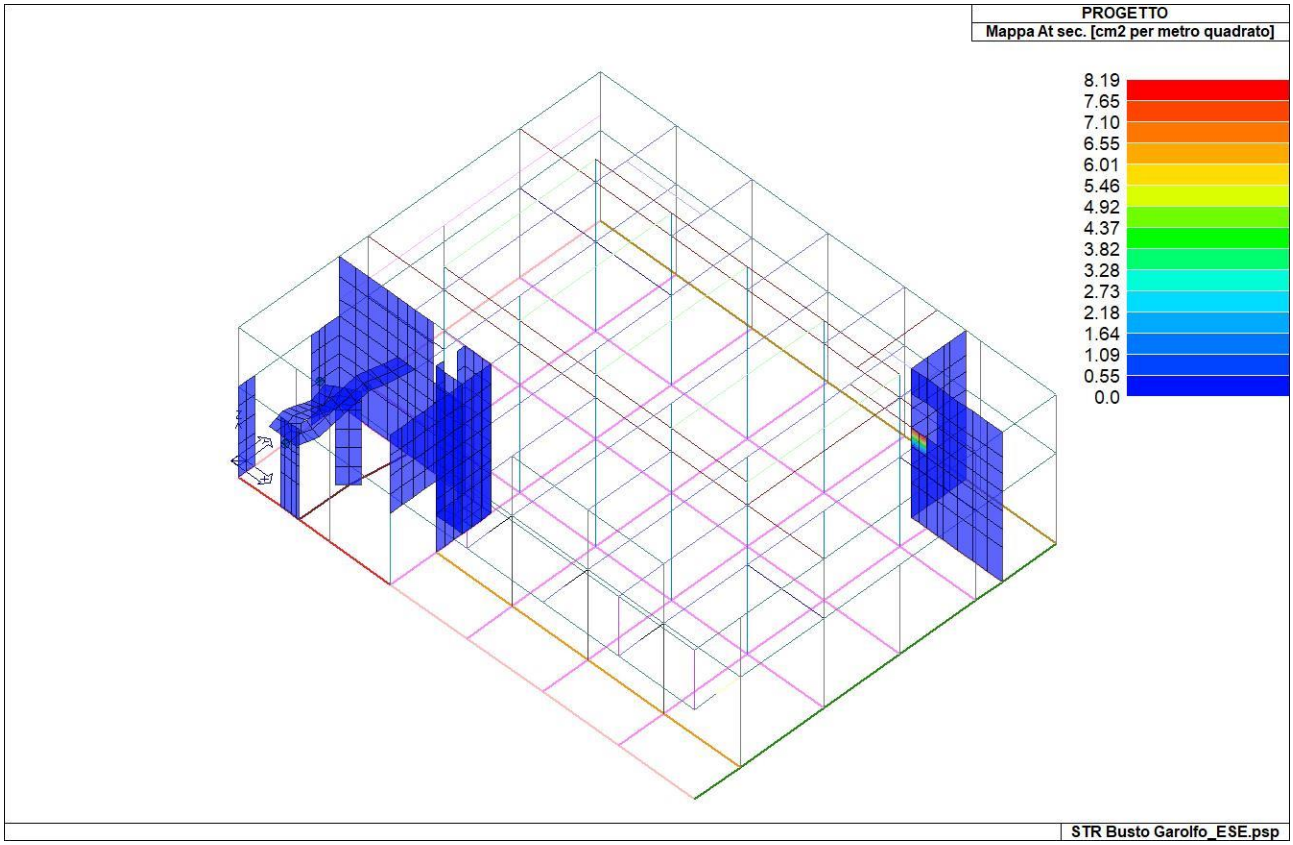

PROGETTO
Fessure perm. [mm]
0.19
0.18
0.17
0.15
0.14
0.13
0.12
0.10
9.021e-02
7.733e-02
6.444e-02
5.155e-02
3.866e-02
2.578e-02
1.289e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Tens. cls rare
0.43
0.40
0.37
0.34
0.31
0.28
0.26
0.23
0.20
0.17
0.14
0.11
8.529e-02
5.686e-02
2.843e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Tens. acc rare
0.72
0.67
0.62
0.57
0.53
0.48
0.43
0.38
0.34
0.29
0.24
0.19
0.15
9.893e-02
5.147e-02
4.011e-03
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Tens. cls perm.
0.50
0.47
0.44
0.40
0.37
0.34
0.30
0.27
0.23
0.20
0.17
0.13
0.10
6.705e-02
3.352e-02
0.0
STR Busto Garolfo_ESE.psp

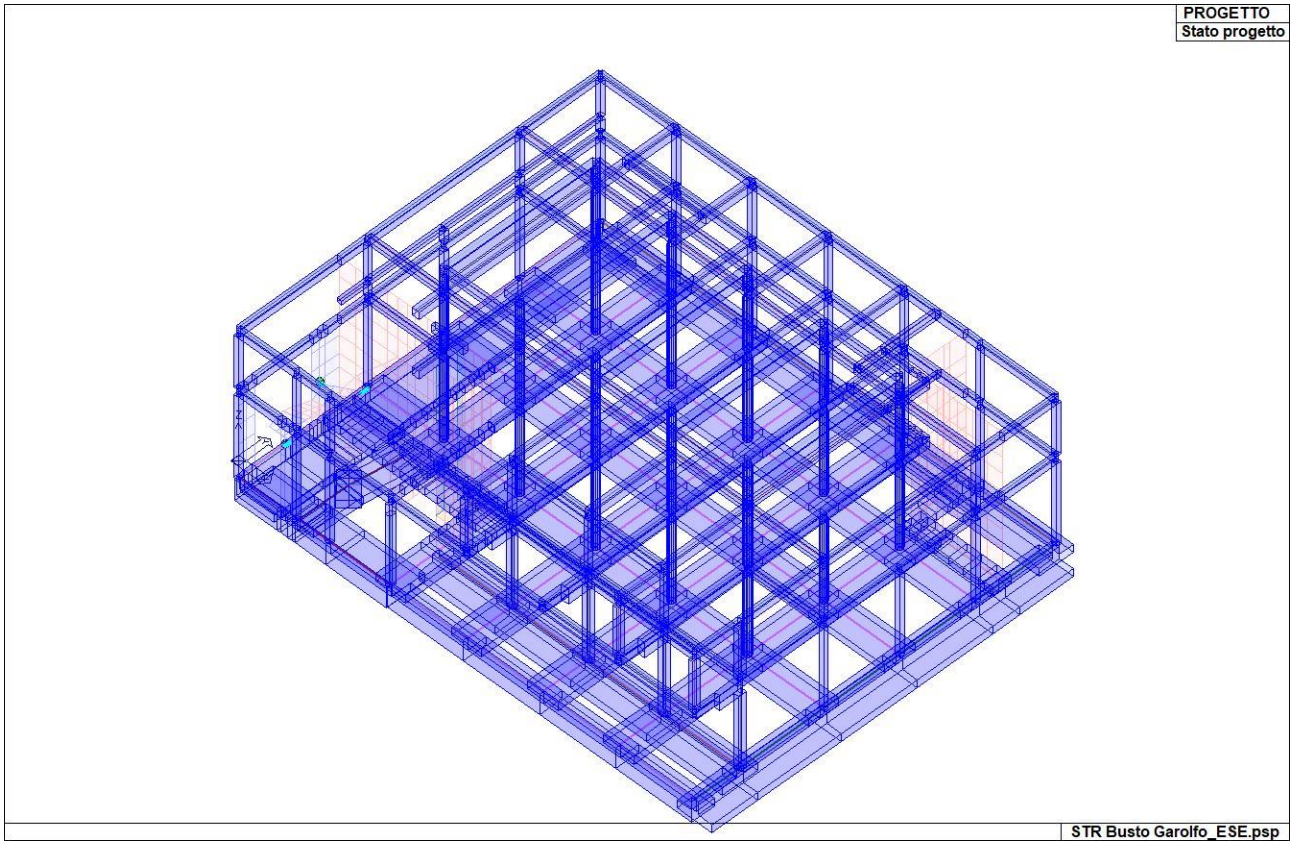


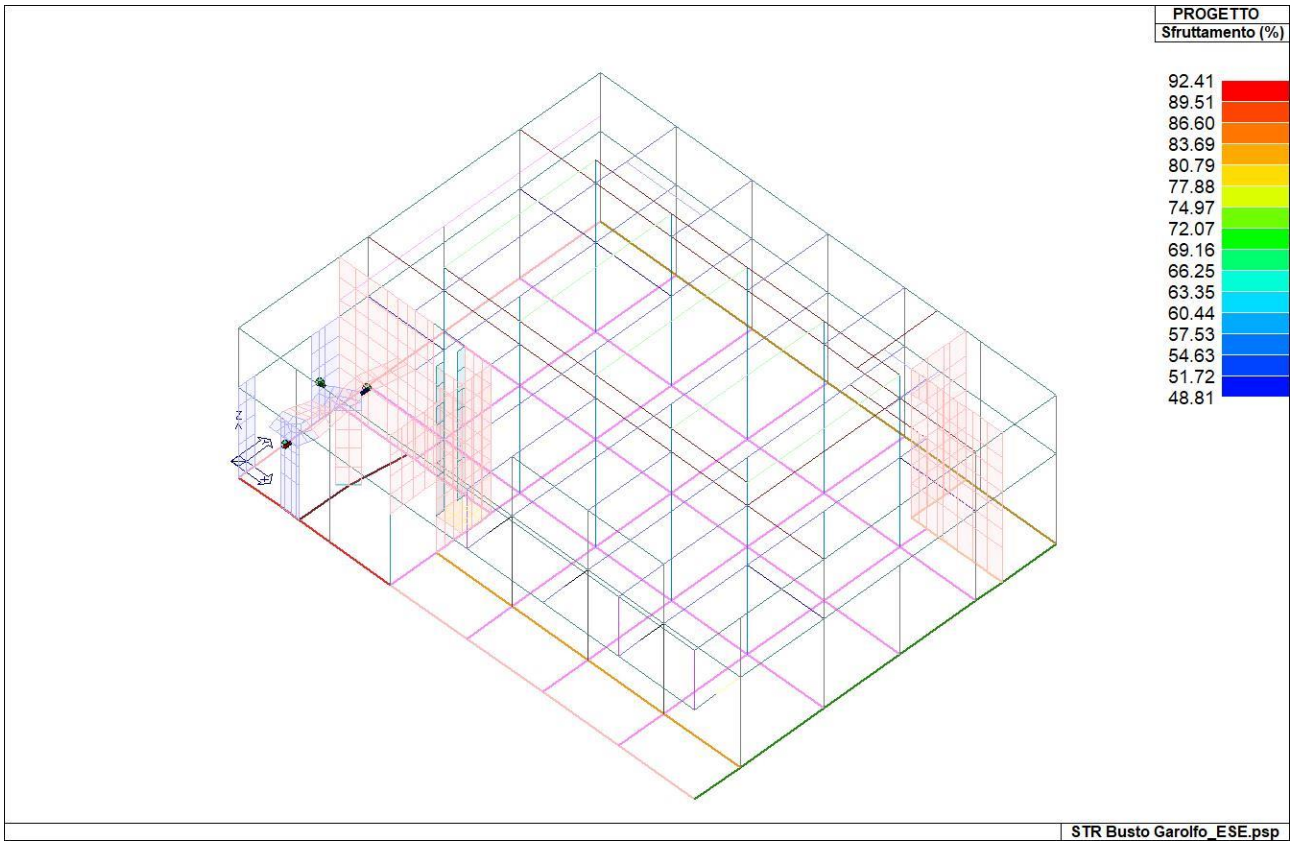



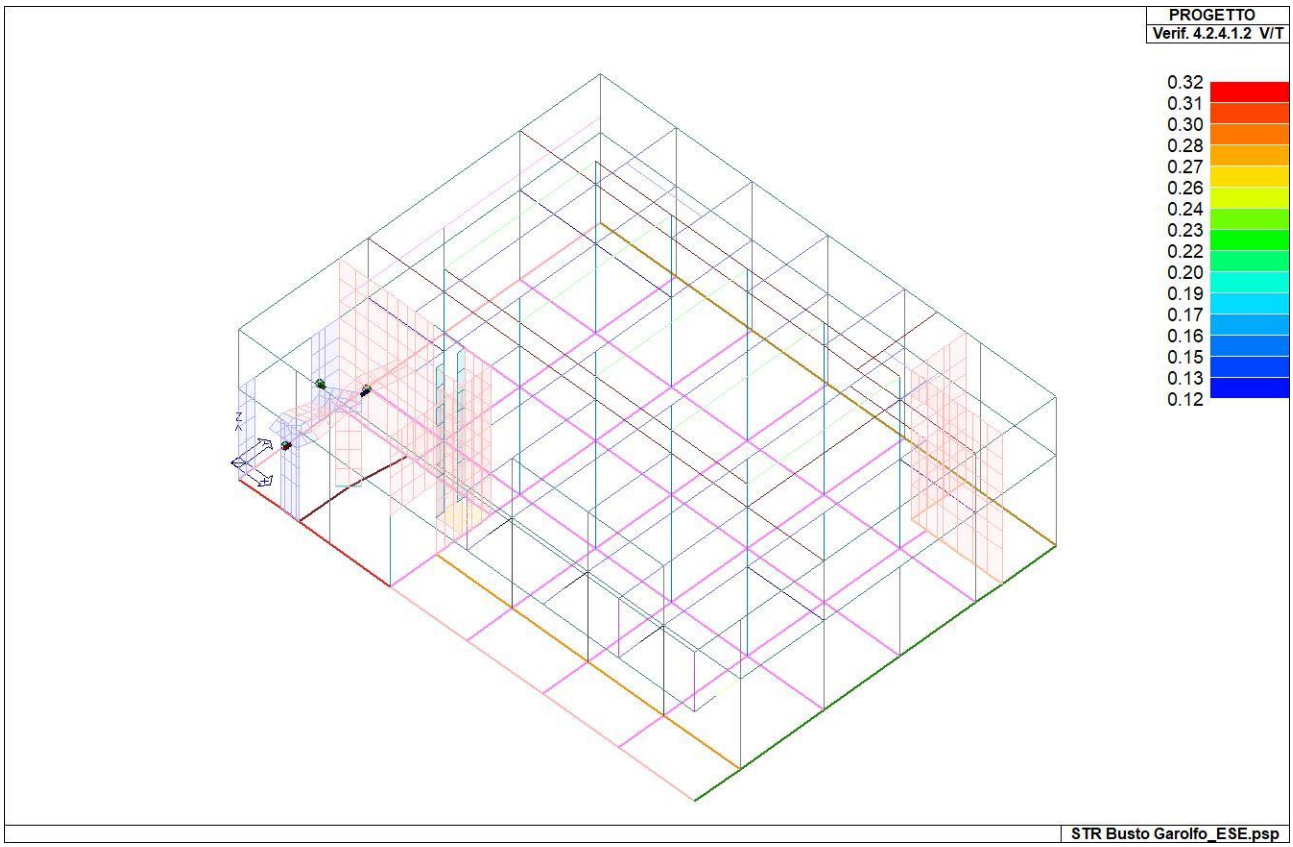

Elementi D3 singoli

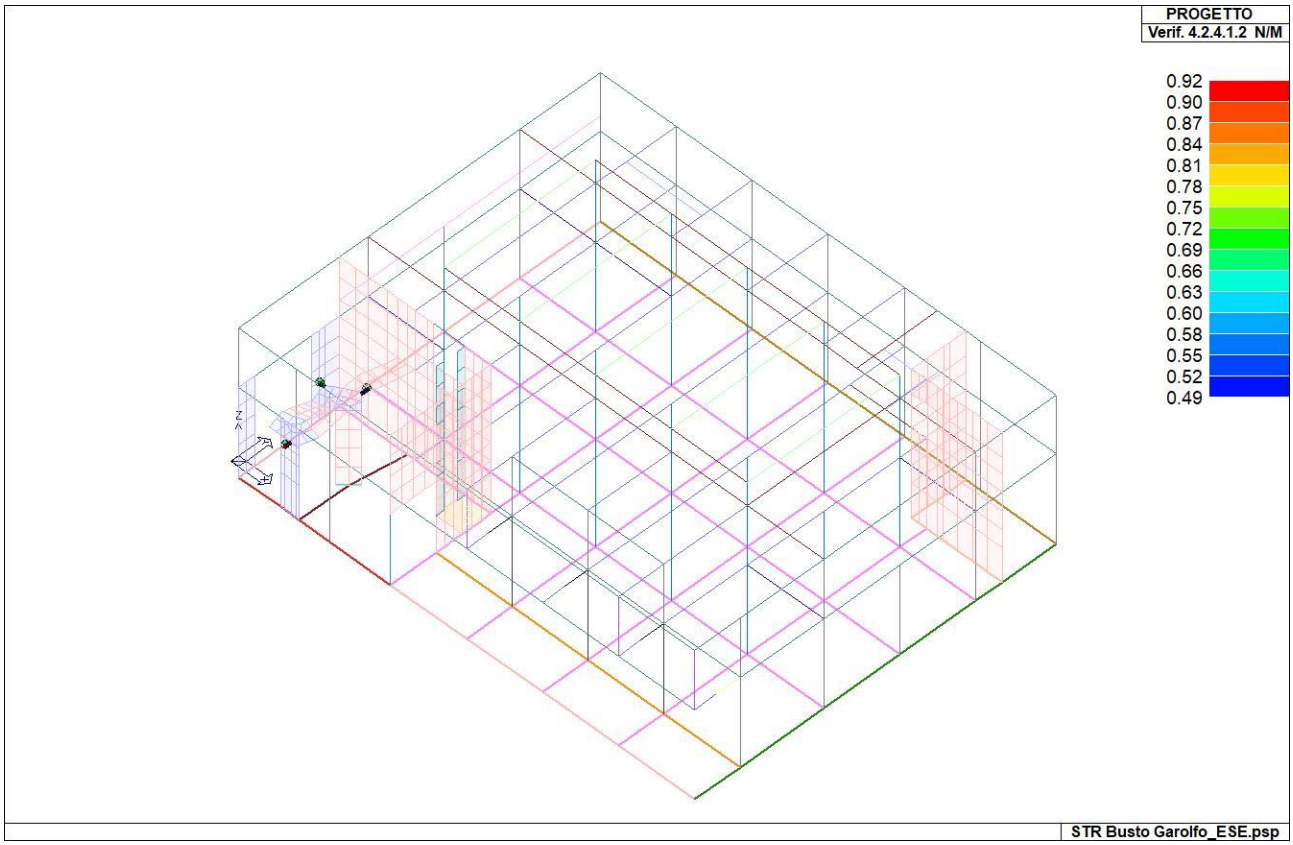
| Elementi D3 singoli | Valore minimo | Valore massimo |
|---|---|---|
| Verifica N/M | 0.02 | 1.00 |
| Tensione da V3 [daN/cm2] | 0.07 | 8.08 |
| Verifica V cls princ. | 0.0 | 0.21 |

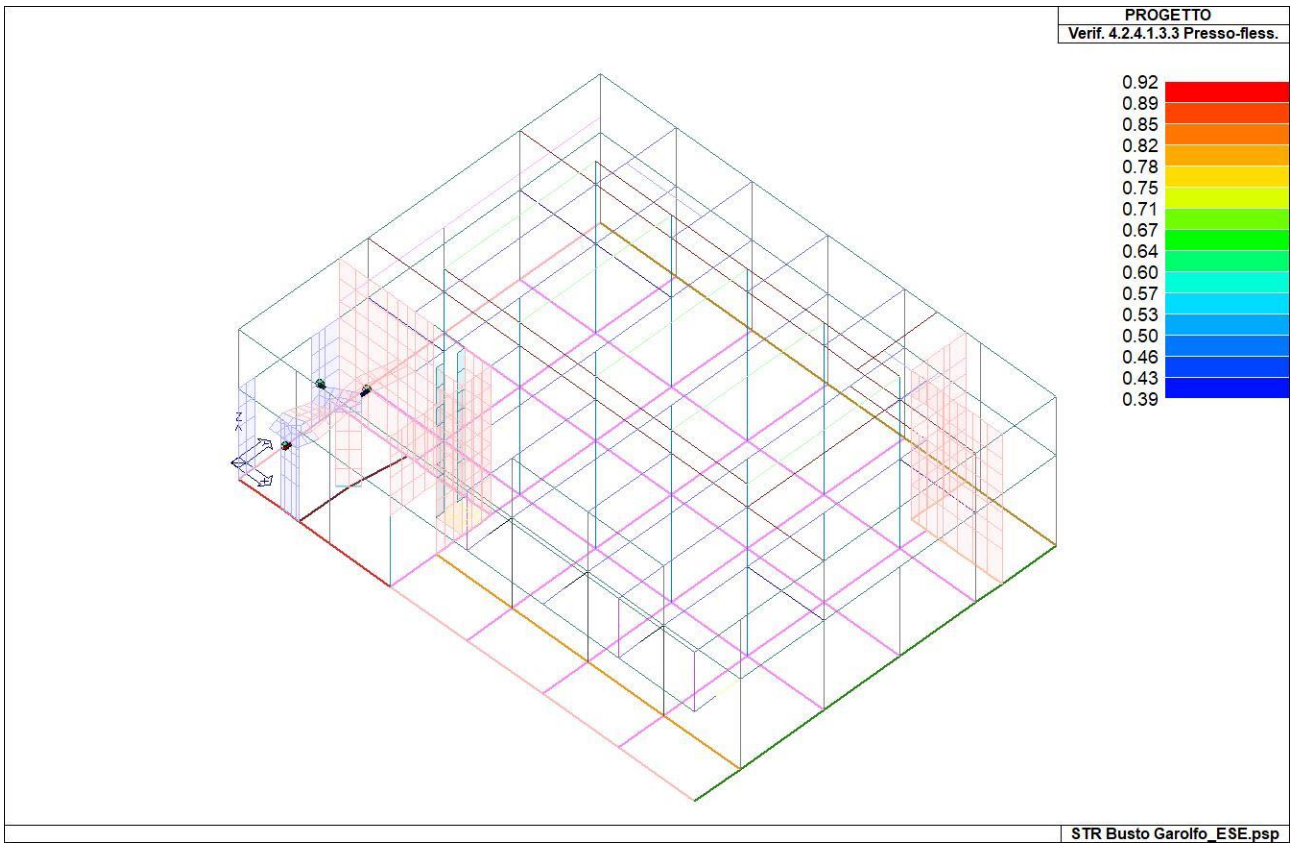
| Elementi D3 singoli | Valore minimo | Valore massimo |
|---|---|---|
| Verifica V cls sec. | 0.0 | 0.25 |
| Fessure rare [mm] | 0.0 | 0.38 |
| Fessure freq. [mm] | 0.0 | 0.20 |
| Fessure perm. [mm] | 0.0 | 0.19 |
| Tens. cls rare | 0.0 | 0.43 |
| Tens. acc rare | 4.01e-03 | 0.72 |
| Tens. cls perm. | 0.0 | 0.50 |
| Mappa At princ. [cm2 per metro quadrato] | 0.0 | 6.14 |
| Mappa At sec. [cm2 per metro quadrato] | 0.0 | 8.19 |




PROGETTO
Sfruttamento (%)
92.41
89.51
86.60
83.69
80.79
77.88
74.97
72.07
69.16
66.25
63.35
60.44
57.53
54.63
51.72
48.81
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Verif. 4.2.4.1.2 V/T
0.32
0.31
0.30
0.28
0.27
0.26
0.24
0.23
0.22
0.20
0.19
0.17
0.16
0.15
0.13
0.12
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Verif. 4.2.4.1.2 N/M
0.92
0.90
0.87
0.84
0.81
0.78
0.75
0.72
0.69
0.66
0.63
0.60
0.58
0.55
0.52
0.49
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Verif. 4.2.4.1.3.3 Presso-fless.
0.92
0.89
0.85
0.82
0.78
0.75
0.71
0.67
0.64
0.60
0.57
0.53
0.50
0.46
0.43
0.39
STR Busto Garolfo_ESE.psp

Elementi in acciaio

| Elementi in acciaio | Valore minimo | Valore massimo |
|---|---|---|
| Sfruttamento (%) | 48.81 | 92.41 |
| Verif. 4.2.4.1.2 V/T | 0.12 | 0.32 |
| Verif. 4.2.4.1.2 N/M | 0.49 | 0.92 |
| Verif. 4.2.4.1.3.3 Presso-fless. | 0.39 | 0.92 |

# 11. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l' elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

# 12. ULTERIORI VERIFICHE

## 12.1 VERIFICA PRIMO SOLAIO PREDALLES

### Geometria e armature

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Luce netta $L_n$ | 4,63 | m | Luce efficace $L_{eff}$ | 4,88 | m |
| Larghezza appoggio sinistro | 450 | mm | $h_{alleggerimento}$ | 160,00 | mm |
| Larghezza appoggio destro | 450 | mm | $b_{alleggerimento}$ | 415 | mm |
| $B_{predalles}$ | 1,20 | m | $A_{sezione\ cls}$ | 167200 | $mm^2$ |
| H | 250 | mm | $\Sigma b_{travetti}$ | 370 | mm |
| $t_{soletta\ sup}$ | 50 | mm | | | |
| $t_{soletta\ inf}$ | 40 | mm | | | |
| $b_{travetto\ ext}$ | 120 | mm | | | |
| $b_{travetto\ int}$ | 130 | mm | | | |
| $L_{fascia\ piena}$ | 200 | mm | | | |

### Carichi

| Coefficienti di combinazione | $\gamma_{Gk1}$ | $\gamma_{Gk2}$ | $\gamma_{Qk}$ |
|---|---|---|---|
| | 1,30 | 1,30 | 1,50 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Peso proprio | 3,60 | $kN/m^2$ | $\gamma_{Gk1}G_{k1}$ | 4,68 | $kN/m^2$ |
| Tramezzi | 2,90 | $kN/m^2$ | | | |
| Massetti e intonaci | 0,00 | $kN/m^2$ | | | |
| Pavimenti | 0,00 | $kN/m^2$ | | | |
| Intonaco | 0,00 | $kN/m^2$ | | | |
| | 2,90 | $kN/m^2$ | $\gamma_{Gk2}G_{k2}$ | 3,77 | $kN/m^2$ |

$Q_k$ - Azione variabile

Categoria: Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento

| Coefficienti di partecipazione | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|---|---|---|---|
| | 0,70 | 0,70 | 0,60 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Accidentali | 4,00 | $kN/m^2$ | $\gamma_{Qk}Q_k$ | 6,00 | $kN/m^2$ |
| $q_{SLE,Rara}$ | 10,50 | $kN/m^2$ | $q_{d,ULS}$ | 14,45 | $kN/m^2$ |
| $q_{SLE,Frequente}$ | 9,30 | $kN/m^2$ | | | |
| $q_{SLE,Quasi-permanente}$ | 8,90 | $kN/m^2$ | | | |
| $q_{SLE,Eccezionale}$ | 8,90 | $kN/m^2$ | | | |

### Azioni di verifica

| Combinazione | $M_{Ed}^{+}=q_dL_{eff}^2/8$ kNm | $V_{Ed}=q_dL_{eff}/2$ kN | $V_{Ed,travetti}=q_dL_{eff}/2$ kN |
|---|---|---|---|
| SLU | 51,62 | 42,31 | 38,84 |
| SLU - Eccezionale | 31,79 | 26,06 | |
| SLE - Rara | 37,51 | 30,74 | |
| SLE - Frequente | 33,22 | 27,23 | |
| SLE - Quasi-permanente | 31,79 | 26,06 | |

### Materiali

| **Calcestruzzo** | | | **Acciaio** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{ck}$ | 32 | $N/mm^2$ | $f_{yk}$ | 450,00 | MPa |
| $\alpha_{cc}$ | 0,85 | | $\gamma_{m,steel}$ | 1,15 | |
| $\gamma_{m,cls}$ | 1,5 | | $f_{yd}$ | 391,30 | MPa |
| $E_{cls}$ | 33346 | MPa | $\sigma_{s,max,Rara}$ | 360,00 | MPa |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{cd}$ | 18,13 | MPa | $E_s$ | 210000 | MPa |
| $f_{ct,eff}$ | 3,03 | MPa | $\alpha=E_s/E_{cls}$ | 6,30 | |
| $\sigma_{c,max,Rara}$ | 19,20 | MPa | | | |
| $\sigma_{c,max,Quasi\ Permanente}$ | 14,40 | MPa | | | |
| $\varphi(\infty,t_0)$ | 2,00 | | | | |
| $E_{cls}$ | 11115 | MPa | | | |

## Armature

| Barre intradosso/travetto | | | Monconi/travetto | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| n° barre | 2 | | n° barre | 2 | | |
| ϕ barre | 16 | mm | ϕ barre | 10 | mm | |
| $A_{s,intr}$ | 1206,37 | $mm^2$ | $A_{s,estr}$ | 471,24 | $mm^2$ | **OK** |

## Verifica SLU a taglio

| **Contributi resistenti filo travetti** | | | **Contributi resistenti filo fascia piena** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Altezza utile d | 202 | mm | | | | |
| $\rho_l$ | 0,007215 | | $\rho_l$ | 0,004977 | | |
| k | 2,00 | | k | 2,00 | | |
| $\nu_{min}$ | 0,56 | MPa | $\nu_{min}$ | 0,56 | MPa | |
| $V_{Rd,min}$ | 41,70 | kN | $V_{Rd,min}$ | 135,24 | kN | |
| $V_{Rd,max}$ | 50,90 | kN | $V_{Rd,max}$ | 145,87 | kN | |
| $V_{Rd}$ | 50,90 | kN | $V_{Rd}$ | 145,87 | kN | |
| S/R | 0,76 | **OK** | S/R | 0,29 | **OK** | |

## Verifica SLU a flessione in mezzeria

| | | | |
|---|---|---|---|
| x | 31,90 | mm | **OK** |
| $\varepsilon_s$ | 0,0187 | | **OK-snerv** |
| $M_R$ | 89,332 | kNm | |
| S/R | 0,58 | | **OK** |

## Verifiche SLE tensioni in mezzeria

| | | | |
|---|---|---|---|
| $x_{sez\ fessurata}$ | 65,82 | mm | |
| $J_{sez\ fessurata}$ | 4,48E+08 | $mm^4$ | |
| $\sigma_{c,Rara}$ | 5,51 | MPa | **OK** |
| $\sigma_{c,Quasi\ Permanente}$ | 4,67 | MPa | **OK** |
| $\sigma_{s,Rara}$ | 170,94 | MPa | **OK** |

## Verifica SLE-Fessurazione in mezzeria

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gruppo esigenze | c | | **Momento di fessurazione** | | | |
| Coeff. $k_t$ | 0,4 | | $M_{fess}$ | 42,23 | kNm | |
| $x_{sez\ fessurata}$ | 44,64 | mm | **Verifica combinazione Frequente** | | | |
| $J_{sez\ fessurata}$ | 2,24E+08 | $mm^4$ | $w_{max}$ | 0,20 | mm | |
| $h_{c,eff}$ | 68,45 | mm | $\sigma_{s,Freq}$ | 147,17 | MPa | |
| $A_{c,eff}$ | 58527,99 | $mm^2$ | $\varepsilon_{sm,Freq}$ | 0,00069 | | |
| $\Delta_{s,max}$ | 266,97 | mm | $w_d$ | 0,185 | mm | **OK** |
| $A_{sez\ reag\ non\ fess}$ | 185295,57 | $mm^2$ | **Verifica combinazione Quasi Permanente** | | | |
| $\rho_{eff}$ | 0,02 | | $w_{max}$ | 0,20 | mm | |
| $x_{sez\ reag\ non\ fess}$ | 147,31 | mm | $\sigma_{s,Quasi\ Perm}$ | 140,84 | MPa | |
| $J_{sez\ reag\ non\ fess}$ | 1,43E+09 | $mm^4$ | $\varepsilon_{sm,Quasi\ Perm}$ | 0,00066 | | |
| | | | $w_d$ | 0,177 | mm | **OK** |

Verifica SLE-Deformazione (comb. Quasi Permanente)

**Verifica analitica**

| | | |
|---|---|---|
| Coefficiente di durata β | 0,5 | |
| $\xi = 1 - \beta(M_{fess}/M_{Ed})^2$ | 0,12 | |
| $f_{I,\ sez\ non\ fess}$ | 4,95 | mm |
| $f_{II,\ sez\ fess}$ | 15,83 | mm |
| $f = \xi f_{II} + (1-\xi) f_I$ | 6,23 | mm |
| L/f | 783 | **OK** |

**Verifica semplificata**

| | | |
|---|---|---|
| Sistema strutturale | Campate intermedie di travi continue o piastre continue mono o bidirezionali | |
| K | 1,50 | |
| λ | 19,52 | |
| $A_{s,calc}$ | 725,59 | $mm^2$ |
| $\lambda_{lim}$ | 48,916 | **OK** |
| $\lambda/\lambda_{lim}$ | 0,40 | |

## 12.2 VERIFICA SOLAIO DI COPERTURA PREDALLES

### Geometria e armature

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Luce netta $L_n$ | 5,95 | m | Luce efficace $L_{eff}$ | 6,20 | m |
| Larghezza appoggio sinistro | 250 | mm | $h_{alleggerimento}$ | 160,00 | mm |
| Larghezza appoggio destro | 300 | mm | $b_{alleggerimento}$ | 415 | mm |
| $B_{predalles}$ | 1,20 | m | $A_{sezione\ cls}$ | 167200 | $mm^2$ |
| H | 250 | mm | $\Sigma b_{travetti}$ | 370 | mm |
| $t_{soletta\ sup}$ | 50 | mm | | | |
| $t_{soletta\ inf}$ | 40 | mm | | | |
| $b_{travetto\ ext}$ | 120 | mm | | | |
| $b_{travetto\ int}$ | 130 | mm | | | |
| $L_{fascia\ piena}$ | 200 | mm | | | |

### Carichi

| Coefficienti di combinazione | $\gamma_{Gk1}$ | $\gamma_{Gk2}$ | $\gamma_{Qk}$ |
|---|---|---|---|
| | 1,30 | 1,30 | 1,50 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Peso proprio | 3,60 kN/m² | $\gamma_{Gk1}G_{k1}$ | 4,68 | kN/m² |
| Tramezzi | 3,85 kN/m² | | | |
| Massetti e intonaci | 0,00 kN/m² | | | |
| Pavimenti | 0,00 kN/m² | | | |
| Intonaco | 0,00 kN/m² | | | |
| | 3,85 kN/m² | $\gamma_{Gk2}G_{k2}$ | 5,01 | kN/m² |

$Q_k$ - Azione variabile

Categoria: Neve (a quota ≤1000 m s.l.m.)

| Coefficienti di partecipazione | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|---|---|---|---|
| | 0,50 | 0,20 | 0,00 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Accidentali | 1,20 kN/m² | $\gamma_{Qk}Q_k$ | 1,80 | kN/m² |
| $q_{SLE,Rara}$ | 8,65 kN/m² | $q_{d,ULS}$ | 11,49 | kN/m² |
| $q_{SLE,Frequente}$ | 7,69 kN/m² | | | |
| $q_{SLE,Quasi-permanente}$ | 7,45 kN/m² | | | |
| $q_{SLE,Eccezionale}$ | 7,45 kN/m² | | | |

### Azioni di verifica

| Combinazione | $M_{Ed}^{+}=q_dL_{eff}^2/8$ kNm | $V_{Ed}=q_dL_{eff}/2$ kN | $V_{Ed,travetti}=q_dL_{eff}/2$ kN |
|---|---|---|---|
| SLU | 66,22 | 42,72 | 39,97 |
| SLU - Eccezionale | 42,96 | 27,71 | |
| SLE - Rara | 49,88 | 32,18 | |
| SLE - Frequente | 44,34 | 28,61 | |
| SLE - Quasi-permanente | 42,96 | 27,71 | |

### Materiali

**Calcestruzzo**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_{ck}$ | 32 | N/mm² | $f_{yk}$ | 450,00 | MPa |
| $\alpha_{cc}$ | 0,85 | | $\gamma_{m,steel}$ | 1,15 | |
| $\gamma_{m,cls}$ | 1,5 | | $f_{yd}$ | 391,30 | MPa |
| $E_{cls}$ | 33346 | MPa | $\sigma_{s,max,Rara}$ | 360,00 | MPa |
| $f_{cd}$ | 18,13 | MPa | $E_s$ | 210000 | MPa |
| $f_{ct,eff}$ | 3,03 | MPa | $\alpha=E_s/E_{cls}$ | 6,30 | |
| $\sigma_{c,max,Rara}$ | 19,20 | MPa | | | |

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_{c,max,Rara}$ | 19,20 | MPa |
| $\sigma_{c,max,Quasi\ Permanente}$ | 14,40 | MPa |
| $\varphi(\infty,t_0)$ | 2,00 | |
| $E_{cls}$ | 11115 | MPa |

## Armature

| Barre intradosso/travetto | | | Monconi/travetto | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| n° barre | 2 | | n° barre | 2 | | |
| ϕ barre | 18 | mm | ϕ barre | 10 | mm | |
| $A_{s,intr}$ | 1526,81 | $mm^2$ | $A_{s,estr}$ | 471,24 | $mm^2$ | **OK** |

## Verifica SLU a taglio

| **Contributi resistenti filo travetti** | | | **Contributi resistenti filo fascia piena** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Altezza utile d | 201 | mm | | | | |
| $\rho_l$ | 0,009132 | | $\rho_l$ | 0,006330 | | |
| k | 2,00 | | k | 2,00 | | |
| $\nu_{min}$ | 0,56 | MPa | $\nu_{min}$ | 0,56 | MPa | |
| $V_{Rd,min}$ | 41,57 | kN | $V_{Rd,min}$ | 134,82 | kN | |
| $V_{Rd,max}$ | 54,85 | kN | $V_{Rd,max}$ | 157,45 | kN | |
| $V_{Rd}$ | 54,85 | kN | $V_{Rd}$ | 157,45 | kN | |
| S/R | 0,73 | **OK** | S/R | 0,27 | **OK** | |

## Verifica SLU a flessione in mezzeria

| | | | |
|---|---|---|---|
| x | 40,38 | mm | **OK** |
| $\varepsilon_s$ | 0,0139 | | **OK-snerv** |
| $M_R$ | 110,438 | kNm | |
| S/R | 0,60 | | **OK** |

## Verifiche SLE tensioni in mezzeria

| | | | |
|---|---|---|---|
| $x_{sez\ fessurata}$ | 73,23 | mm | |
| $J_{sez\ fessurata}$ | 5,26E+08 | $mm^4$ | |
| $\sigma_{c,Rara}$ | 6,94 | MPa | **OK** |
| $\sigma_{c,Quasi\ Permanente}$ | 5,98 | MPa | **OK** |
| $\sigma_{s,Rara}$ | 181,57 | MPa | **OK** |

## Verifica SLE-Fessurazione in mezzeria

| Gruppo esigenze | c | | **Momento di fessurazione** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Coeff. $k_t$ | 0,6 | | $M_{fess}$ | 43,36 | kNm | |
| $x_{sez\ fessurata}$ | 49,31 | mm | **Verifica combinazione Frequente** | | | |
| $J_{sez\ fessurata}$ | 2,69E+08 | $mm^4$ | $w_{max}$ | 0,20 | mm | |
| $h_{c,eff}$ | 66,90 | mm | $\sigma_{s,Freq}$ | 157,35 | MPa | |
| $A_{c,eff}$ | 57952,37 | $mm^2$ | $\varepsilon_{sm,Freq}$ | 0,00074 | | |
| $\Delta_{s,max}$ | 260,90 | mm | $w_d$ | 0,19 | mm | **OK** |
| $A_{sez\ reag\ non\ fess}$ | 190102,21 | $mm^2$ | **Verifica combinazione Quasi Permanente** | | | |
| $\rho_{eff}$ | 0,03 | | $w_{max}$ | 0,200 | mm | |
| $x_{sez\ reag\ non\ fess}$ | 148,57 | mm | $\sigma_{s,Quasi\ Perm}$ | 152,44 | MPa | |
| $J_{sez\ reag\ non\ fess}$ | 1,45E+09 | $mm^4$ | $\varepsilon_{sm,Quasi\ Perm}$ | 0,00072 | | |
| | | | $w_d$ | 0,187 | mm | **OK** |

## Verifica SLE-Deformazione (comb. Quasi Permanente)

| **Verifica analitica** | | | **Verifica semplificata** | |
|---|---|---|---|---|
| Coefficiente di durata β | 1 | | Sistema strutturale | Campate intermedie di travi continue o piastre continue mono o bidirezionali |
| $\xi = 1 - \beta(M_{fess}/M_{Ed})^2$ | 0,00 | | | |
| $f_{I,\ sez\ non\ fess}$ | 10,65 | mm | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $f_{II,\ sez\ fess}$ | 29,39 mm | K | 1,50 |
| $f = \xi f_{II} + (1-\xi) f_I$ | 10,65 mm | $\lambda$ | 24,80 |
| L/f | 582 **OK** | $A_{s,calc}$ | 935,52 $mm^2$ |
| | | $\lambda_{lim}$ | 44,219 **OK** |
| | | $\lambda/\lambda_{lim}$ | 0,56 |

## 12.3 VERIFICA PARAPETTO C.A. H117

**Dati generali:**
Normativa di riferimento: NTC 2018
Calcestruzzo classe: C32/40
Acciaio in barre: B450C
Ambiente aggressivo
Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento

**Dimensioni:**
Sbalzo soletta: l = 117,0 cm
Spessore soletta: t = 12,0 cm

**Armatura:**
Superiore: 1$\phi$10 / 20
Inferiore: 1$\phi$10 / 20
Copriferro: cf = 3.0 cm

**Carichi:**
Carichi permanenti compiutamente definiti G1:
- soletta in CLS = 300,0 daN/mq

Carichi permanenti non compiutamente definiti G2:
- P.P. parapetto posto a 5.0 cm dal bordo, Gp = 25,0 daN/m
- carico generico = 90,0 daN/mq

Carichi variabili Qi:
- carico variabile = 0,0 daN/mq

**Azioni di calcolo per porzione di soletta di 100 cm:**
Combinazione SLU:
Q = G1 $\gamma$g1 + G2 $\gamma$g2 + Qi $\gamma$qi = 525.00 daN/mq ($\gamma$g1 = 1.30; $\gamma$g2 = 1.50; $\gamma$qi = 1.50)
Qp = Gp $\gamma$g2 = 37.5 daN/m
M = Qp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =40133,6 daN cm
V = q + Q l =651,8 daN

Combinazione SLE rare:
Q = G1 + G2 + Qi = 390.00 daN/mq
M = Gp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =29493,6 daN cm

Combinazione SLE frequenti:
Q = G1 + G2 + Qi $\psi$11 = 390.00 daN/mq ($\psi$11 = 0.70)
M = Gp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =29493,6 daN cm

Combinazione SLE quasi permanenti:
Q = G1 + G2 + Qi $\psi$21 = 390.00 daN/mq ($\psi$21 = 0.60)
M = Gp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =29493,6 daN cm

**Verifiche per porzione di soletta di 100 cm:**
Verifica taglio per elementi senza armature trasversali resistenti a taglio.
Ved = 651,8 daN; Vrd = 6021,3 daN ( Ved < Vrd Ok)

Verifica a flessione SLU:
M = 40133,6 daN cm;  Mu = -152099.4 daN cm;  M / Mu = 0.26  ( M / Mu < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. rare:
M = 29493,6 daN cm
Verifica cls:
$\sigma c$ = 36,8 daN/cmq;  $\sigma cL$ = 199,2 daN/cmq;  $\sigma c / \sigma cL$ = 0.18  ( $\sigma c / \sigma cL < 1$ Ok)
Verifica acciaio:
$\sigma a$ = 1027,9 daN/cmq;  $\sigma aL$ = 3600,0 daN/cmq;  $\sigma a / \sigma aL$ = 0.29  ( $\sigma a / \sigma aL < 1$ Ok)

Verifiche SLE per c. c. frequenti:
M = 29493,6 daN cm
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm;  WkL = 0,30 mm;  Wk / WkL = 0.00  (Wk / WkL < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. quasi permanenti:
M = 29493,6 daN cm
Verifica cls:
$\sigma c$ = 36,8 daN/cmq;  $\sigma cL$ = 149,4 daN/cmq;  $\sigma c / \sigma cL$ = 0.25  ( $\sigma c / \sigma cL < 1$ Ok)
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm;  WkL = 0,20 mm;  Wk / WkL = 0.00  (Wk / WkL < 1 Ok)

## 12.4 VERIFICA PARAPETTO C.A. H165

**Dati generali:**
Normativa di riferimento: NTC 2018
Calcestruzzo classe: C32/40
Acciaio in barre: B450C
Ambiente aggressivo
Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento

**Dimensioni:**
Sbalzo soletta: l = 165,0 cm
Spessore soletta: t = 12,0 cm

**Armatura:**
Superiore: 1$\phi$10 / 15
Inferiore: 1$\phi$10 / 15
Copriferro: cf = 3.0 cm

**Carichi:**
Carichi permanenti compiutamente definiti G1:
- soletta in CLS = 300,0 daN/mq

Carichi permanenti non compiutamente definiti G2:
- carico generico = 90,0 daN/mq

Carichi variabili Qi:
- carico variabile = 0,0 daN/mq

**Azioni di calcolo per porzione di soletta di 100 cm:**
Combinazione SLU:
$Q = G1\,\gamma g1 + G2\,\gamma g2 + Qi\,\gamma qi$ = 525.00 daN/mq  ($\gamma g1$ = 1.30;  $\gamma g2$ = 1.50;  $\gamma qi$ = 1.50)
$M = Q\,l^2 / 2$ =71465,6 daN cm
V = Q l =866,3 daN

Combinazione SLE rare:
Q = G1 + G2 + Qi = 390.00 daN/mq

$M = Q\ l^2 / 2 = 53088,8$ daN cm

Combinazione SLE frequenti:
$Q = G1 + G2 + Qi\ \psi 11 = 390.00$ daN/mq ($\psi 11 = 0.70$)
$M = Q\ l^2 / 2 = 53088,8$ daN cm

Combinazione SLE quasi permanenti:
$Q = G1 + G2 + Qi\ \psi 21 = 390.00$ daN/mq ($\psi 21 = 0.60$)
$M = Q\ l^2 / 2 = 53088,8$ daN cm

**Verifiche per porzione di soletta di 100 cm:**
Verifica taglio per elementi senza armature trasversali resistenti a taglio.
Ved = 866,3 daN; Vrd = 6735,2 daN ( Ved < Vrd Ok)

Verifica a flessione SLU:
M = 71465,6 daN cm; Mu = -195596.0 daN cm; M / Mu = 0.37 ( M / Mu < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. rare:
M = 53088,8 daN cm
Verifica cls:
$\sigma c = 54,9$ daN/cmq; $\sigma cL = 199,2$ daN/cmq; $\sigma c / \sigma cL = 0.28$ ( $\sigma c / \sigma cL < 1$ Ok)
Verifica acciaio:
$\sigma a = 1347,6$ daN/cmq; $\sigma aL = 3600,0$ daN/cmq; $\sigma a / \sigma aL = 0.37$ ( $\sigma a / \sigma aL < 1$ Ok)

Verifiche SLE per c. c. frequenti:
M = 53088,8 daN cm
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm; WkL = 0,30 mm; Wk / WkL = 0.00 (Wk / WkL < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. quasi permanenti:
M = 53088,8 daN cm
Verifica cls:
$\sigma c = 54,9$ daN/cmq; $\sigma cL = 149,4$ daN/cmq; $\sigma c / \sigma cL = 0.37$ ( $\sigma c / \sigma cL < 1$ Ok)
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm; WkL = 0,20 mm; Wk / WkL = 0.00 (Wk / WkL < 1 Ok)

## 12.5 VERIFICA PIANEROTTOLO DI ARRIVO IN C.A. VANO SCALA

**Dati generali:**
Normativa di riferimento: NTC 2018
Calcestruzzo classe: C32/40
Acciaio in barre: B450C
Ambiente ordinario
Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento

**Dimensioni:**
Sbalzo soletta: l = 190,0 cm
Spessore soletta: t = 25,0 cm

**Armatura:**
Superiore: 1$\phi$20 / 25
Inferiore: 1$\phi$20 / 25
Copriferro: cf = 3.0 cm

**Carichi:**
Carichi permanenti compiutamente definiti G1:
- soletta in CLS = 625,0 daN/mq

Carichi permanenti non compiutamente definiti G2:

- P.P. parapetto posto a 5.0 cm dal bordo, Gp = 25,0 daN/m
- pavimento+sottofondo = 200,0 daN/mq

Carichi variabili Qi:
- carico variabile = 400,0 daN/mq

**Azioni di calcolo per porzione di soletta di 100 cm:**
Combinazione SLU:
Q = G1 $\gamma$g1 + G2 $\gamma$g2 + Qi $\gamma$qi = 1712.50 daN/mq ($\gamma$g1 = 1.30; $\gamma$g2 = 1.50; $\gamma$qi = 1.50)
Qp = Gp $\gamma$g2 = 37.5 daN/m
M = Qp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =316043,8 daN cm
V = q + Q l =3291,3 daN

Combinazione SLE rare:
Q = G1 + G2 + Qi = 1225.00 daN/mq
M = Gp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =225737,5 daN cm

Combinazione SLE frequenti:
Q = G1 + G2 + Qi $\psi$11 = 1105.00 daN/mq ($\psi$11 = 0.70)
M = Gp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =204077,5 daN cm

Combinazione SLE quasi permanenti:
Q = G1 + G2 + Qi $\psi$21 = 1065.00 daN/mq ($\psi$21 = 0.60)
M = Gp (l - 5.0) + Q $l^2$ / 2 =196857,5 daN cm

**Verifiche per porzione di soletta di 100 cm:**
Verifica taglio per elementi senza armature trasversali resistenti a taglio.
Ved = 3291,3 daN; Vrd = 16584,9 daN ( Ved < Vrd Ok)

Verifica a flessione SLU:
M = 316043,8 daN cm; Mu = -964122.9 daN cm; M / Mu = 0.33 ( M / Mu < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. rare:
M = 225737,5 daN cm
Verifica cls:
$\sigma$c = 37,0 daN/cmq; $\sigma$cL = 199,2 daN/cmq; $\sigma$c / $\sigma$cL = 0.19 ( $\sigma$c / $\sigma$cL < 1 Ok)
Verifica acciaio:
$\sigma$a = 1054,3 daN/cmq; $\sigma$aL = 3600,0 daN/cmq; $\sigma$a / $\sigma$aL = 0.29 ( $\sigma$a / $\sigma$aL < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. frequenti:
M = 204077,5 daN cm
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm; WkL = 0,40 mm; Wk / WkL = 0.00 (Wk / WkL < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. quasi permanenti:
M = 196857,5 daN cm
Verifica cls:
$\sigma$c = 32,2 daN/cmq; $\sigma$cL = 149,4 daN/cmq; $\sigma$c / $\sigma$cL = 0.22 ( $\sigma$c / $\sigma$cL < 1 Ok)
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm; WkL = 0,30 mm; Wk / WkL = 0.00 (Wk / WkL < 1 Ok)

## 12.6 VERIFICA SOLETTA PIENA IN C.A. SECONDO SOLAIO

**Dati generali:**
Normativa di riferimento: NTC 2018
Calcestruzzo classe: C32/40
Acciaio in barre: B450C
Ambiente ordinario
Categoria carichi variabili: C - Ambienti suscettibili di affollamento

**Dimensioni:**
Sbalzo soletta: l = 90,0 cm
Spessore soletta: t = 25,0 cm

**Armatura:**
Superiore: 1$\phi$14 / 25
Inferiore: 1$\phi$14 / 25
Copriferro: cf = 3.0 cm

**Carichi:**
Carichi permanenti compiutamente definiti G1:
- soletta in CLS = 625,0 daN/mq

Carichi permanenti non compiutamente definiti G2:
- pavimento+sottofondo = 210,0 daN/mq
- carico generico = 80,0 daN/mq

Carichi variabili Qi:
- carico variabile = 400,0 daN/mq

**Azioni di calcolo per porzione di soletta di 100 cm:**
Combinazione SLU:
Q = G1 $\gamma$g1 + G2 $\gamma$g2 + Qi $\gamma$qi = 1847.50 daN/mq ($\gamma$g1 = 1.30; $\gamma$g2 = 1.50; $\gamma$qi = 1.50)
M = Q $l^2$ / 2 =74823,8 daN cm
V = Q l =1662,8 daN

Combinazione SLE rare:
Q = G1 + G2 + Qi = 1315.00 daN/mq
M = Q $l^2$ / 2 =53257,5 daN cm

Combinazione SLE frequenti:
Q = G1 + G2 + Qi $\psi$11 = 1195.00 daN/mq ($\psi$11 = 0.70)
M = Q $l^2$ / 2 =48397,5 daN cm

Combinazione SLE quasi permanenti:
Q = G1 + G2 + Qi $\psi$21 = 1155.00 daN/mq ($\psi$21 = 0.60)
M = Q $l^2$ / 2 =46777,5 daN cm

**Verifiche per porzione di soletta di 100 cm:**
Verifica taglio per elementi senza armature trasversali resistenti a taglio.
Ved = 1662,8 daN; Vrd = 13078,2 daN ( Ved < Vrd Ok)

Verifica a flessione SLU:
M = 74823,8 daN cm; Mu = -518159.0 daN cm; M / Mu = 0.14 ( M / Mu < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. rare:
M = 53257,5 daN cm
Verifica cls:
$\sigma$c = 12,2 daN/cmq; $\sigma$cL = 199,2 daN/cmq; $\sigma$c / $\sigma$cL = 0.06 ( $\sigma$c / $\sigma$cL < 1 Ok)
Verifica acciaio:
$\sigma$a = 476,4 daN/cmq; $\sigma$aL = 3600,0 daN/cmq; $\sigma$a / $\sigma$aL = 0.13 ( $\sigma$a / $\sigma$aL < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. frequenti:
M = 48397,5 daN cm
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm; WkL = 0,40 mm; Wk / WkL = 0.00 (Wk / WkL < 1 Ok)

Verifiche SLE per c. c. quasi permanenti:
M = 46777,5 daN cm

Verifica cls:
σc = 10,7 daN/cmq; σcL = 149,4 daN/cmq; σc / σcL = 0.07 ( σc / σcL < 1 Ok)
Verifica fessurazione:
Wk = 0,00 mm; WkL = 0,30 mm; Wk / WkL = 0.00 (Wk / WkL < 1 Ok)

## 12.7 VERIFICA SCALA EMERGENZA IN ACCIAIO

Si rimanda alla relativa relazione di calcolo.

## 12.8 VERIFICA STRUTTURE DI SUPPORTO IN ACCIAIO PER U-GLASS

Si rimanda alla relativa relazione di calcolo.

## 12.9 VERIFICA A RIBALTAMENTO TAMPONAMENTI IN LATERIZIO

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.
Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.
L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.
I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell' archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.
L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

| | |
|---|---|
| **Id.Arch.** | Identificativo dell' archivio |
| **Tipo** | Tipo di carico<br>***Variab.*** Carico variabile generico<br>***Var. rid.*** Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. …)<br>***Neve*** Carico di neve |
| **G1k** | carico permanente (comprensivo del peso proprio) |
| **G2k** | carico permanente non strutturale e non compiutamente definito |
| **Qk** | carico variabile |
| **Fatt. A** | fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid." |
| **S sis.** | fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") |
| **Psi 0** | Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: ***per valore raro*** |
| **Psi 1** | Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: ***per valore frequente*** |
| **Psi 2** | Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: ***per valore quasi permanente*** |
| **Psi S 2** | Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: ***per la definizione delle masse sismiche*** |
| **Fatt. Fi** | Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici |

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

| | |
|---|---|
| **Elem** | numero dell'elemento |
| **Tipo** | codice di comportamento<br>***S*** elemento utilizzato solo per scarico<br>***C*** elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido<br>***P*** elemento utilizzato come pannello<br>***M*** scarico monodirezionale<br>***B*** scarico bidirezionale |
| **Id.Arch.** | Identificativo dell' archivio |
| **Mat** | codice del materiale assegnato all'elemento |
| **Spessore** | spessore dell'elemento (costante) |
| **Orditura** | angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali |
| **Gk** | carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio) |
| **Qk** | carico variabile solaio |
| **Nodi** | numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga) |

La progettazione viene eseguita con il metodo degli stati limite.I simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

| | |
|---|---|
| **Elem.** | numero identificativo dell'elemento |
| **Stato** | Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali |
| **Note** | Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); |
| **Pos.** | Ascissa del punto di verifica |
| **F ist, F infi** | Frecce instantanee e a tempo infinito |
| **Momento** | Momento flettente |
| **Taglio** | Sollecitazione di taglio |
| **Af inf.** | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave |
| **Af sup.** | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave |
| **AfV** | Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio |
| **Beff** | Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio |
| **x/d** | rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione) |
| **verif.** | rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| **Verif.V** | rapporto Sd/Su con sollecitazioni taglianti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| **rRfck** | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1] |
| **rFfck** | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni freq. [normalizzato a 1] |
| **rPfck** | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi perm. [normalizzato a 1] |
| **rRfyk** | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1] |
| **rFyk** | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1] |
| **rPfyk** | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1] |
| **wR** | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm] |
| **wF** | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm] |
| **wP** | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm] |

Nel caso in cui si sia proceduto alla verifica delle tamponature secondo il D.M. 17.01.2018 - §7.2.3 viene riportata

una tabella riassuntiva delle verifiche degli elementi pannello. La verifica confronta i momenti sollecitanti indotti dal sisma con i momenti resistenti, secondo tre ipotesi, due basate sulla resistenza a pressoflessione della tamponatura ed una basata sul cinematismo a seguito della formazione di tre cerniere plastiche sulla tamponatura (rif. Ufficio di Vigilanza sulle Costruzioni, Provincia di Terni).
Qualora la tamponatura sia di tipo antiespulsione (nelle due possibili varianti ordinaria o armata) viene condotta una verifica con meccanismo ad arco con degrado di resistenza. La verifica confronta le pressioni sollecitanti indotte dal sisma con le pressioni resistenti che la tamponatura sviluppa attraverso il meccanismo ad arco. La verifica considera anche il degrado di resistenza dovuto al danneggiamento nel piano della tamponatura.
Per quest'ultima tamponatura sono disponibili, in funzione del materiale impiegato (materiale [52] o materiale [53]):

- **Tamponatura Antiespulsione ordinaria Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova.
  Utilizzabile per il materiale [52].
- **Tamponatura Antiespulsione armata Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova.
  Utilizzabile per il materiale [53].

La verifica è stata calibrata sulla base di prove sperimentali sul sistema di Tamponatura Antiespulsione anche in presenza di aperture.
(rif. Rapporti di Prova redatti dal Dipartimento ICEA - Università degli Studi di Padova di test sperimentali condotti sul sistema Tamponatura Antiespulsione di Cis Edil)

Il § 7.3.6.3 e 7.36.2 delle NTC 2008 e NTC 2018 afferma che, "per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV". Inoltre, nella Circolare esplicativa n.617 del 02/02/2009 viene aggiunto, al § C7.3.6.3 della circ.2009 e al 7.3.6.2 Circ. 7/2019 che "la prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm".

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

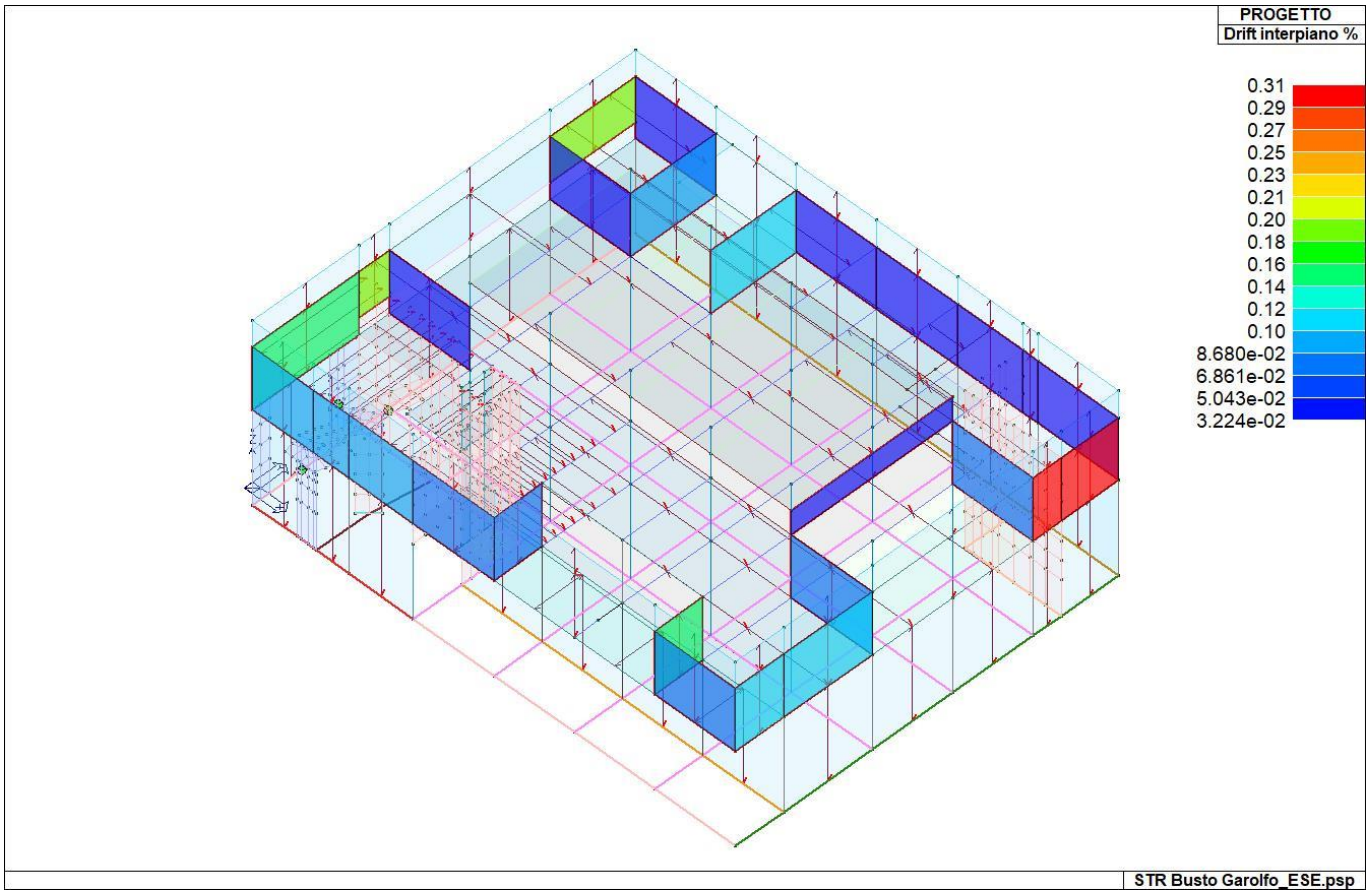
| | |
|---|---|
| **Elem.** | Numero identificativo dell'elemento |
| **Stato** | Codice di verifica |
| **Ver. c.c.** | Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico concentrato in mezzeria |
| **Ver. c.d.** | Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico distribuito |
| **Ver. c.cin.** | Verifica nell'ipotesi di cinematismo con formazione di cerniere plastiche in appoggio e mezzeria |
| **Ver. CIS** | Rapporto pa/pr (valore minore o uguale a 1 per verifica positiva) |
| **Z** | Quota del baricentro dell'elemento |
| **T1** | Periodo proprio dell'edificio nella direzione di interesse (ortogonale al pannello) |
| **Ta** | Periodo proprio della parete |
| **Sa** | Accelerazione massima, adimensionalizzata allo SLV |
| **pa** | Pressione sulla parete causata dall'azione sismica |
| **pr** | Pressione resistente del meccanismo ad arco |
| **Drift** | Spostamento relativo interpiano allo SLV valutato secondo il D.M. 14.01.2018 - § 7.3.3.3 |
| **Beta a** | Coef. riduttivo per tener conto del danneggiamento del piano dipendente dallo spostamento, ottenuto sperimentalmente |

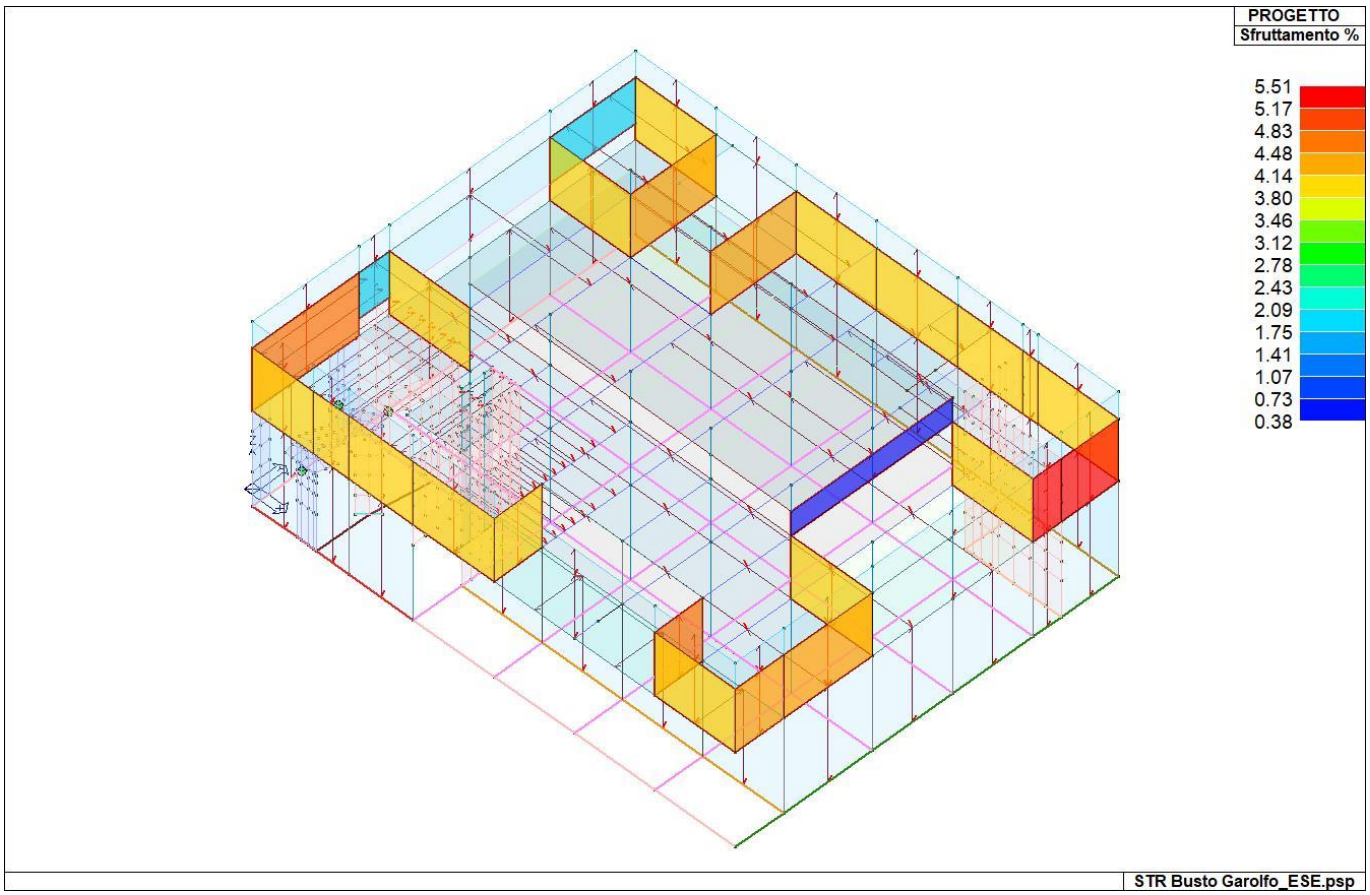
| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 59 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 388 | 385 | 561 | 562 |
| 60 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 390 | 388 | 562 | 563 |
| 61 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 563 | 564 | 391 | 390 |
| 62 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 564 | 565 | 392 | 391 |
| 64 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 395 | 394 | 566 | 567 |
| 65 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 565 | 392 | 406 | 572 |
| 66 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 394 | 408 | 574 | 566 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 67 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 575 | 567 | 395 | 409 |
| 68 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 561 | 385 | 425 | 586 |
| 69 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 78 | 575 | 409 | 446 |
| 71 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 440 | 599 | 600 | 441 |
| 72 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 446 | 445 | 77 | 78 |
| 75 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 454 | 79 | 80 | 455 |
| 76 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 460 | 459 | 84 | 85 |
| 77 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 460 | 469 | 104 | 85 |
| 78 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 84 | 127 | 122 | 77 |
| 79 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 474 | 109 | 80 | 455 |
| 80 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 475 | 111 | 81 | 456 |
| 81 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 469 | 480 | 116 | 104 |
| 82 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 474 | 473 | 108 | 109 |
| 84 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 111 | 112 | 476 | 475 |
| 85 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 112 | 113 | 477 | 476 |
| 86 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 113 | 114 | 478 | 477 |
| 87 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 114 | 115 | 479 | 478 |
| 88 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 480 | 479 | 115 | 116 |
| 113 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 108 | 79 | 622 | 619 |
| 115 | PM | m=113 | 30.0 | 90.0 | 599 | 586 | 496 | 620 |

| Elem. | Stato | Ver. c.c. | Ver. c.d. | Ver. cin. | Ver. CIS | Z | T1 | Ta | Sa | pa | pr | Drift | Beta a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | cm | sec | sec | g | daN/ m2 | daN/ m2 | % | |
| 59 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 679.515 | 0.09 | 0.91 |
| 60 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 679.061 | 0.09 | 0.91 |
| 61 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 679.721 | 0.09 | 0.91 |
| 62 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 681.426 | 0.09 | 0.91 |
| 64 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 683.147 | 0.08 | 0.92 |
| 65 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 692.355 | 0.07 | 0.93 |
| 66 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 635.885 | 0.15 | 0.85 |
| 67 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 657.462 | 0.12 | 0.88 |
| 68 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.05 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 628.464 | 0.16 | 0.84 |
| 69 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 658.061 | 0.12 | 0.88 |
| 71 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 709.949 | 0.05 | 0.95 |
| 72 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 692.798 | 0.07 | 0.93 |
| 75 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 713.281 | 0.04 | 0.96 |
| 76 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 689.705 | 0.07 | 0.93 |
| 77 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 518.148 | 0.31 | 0.69 |
| 78 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.84e-03 | 950.0 | 0.55 | 0.010 | 0.11 | 18.492 | 4.8095e+03 | 0.05 | 0.95 |
| 79 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 676.233 | 0.09 | 0.91 |
| 80 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 666.754 | 0.11 | 0.89 |
| 81 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 680.0 | 0.55 | 0.068 | 0.17 | 28.547 | 518.337 | 0.30 | 0.70 |
| 82 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 721.351 | 0.03 | 0.97 |
| 84 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 721.525 | 0.03 | 0.97 |
| 85 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 721.363 | 0.03 | 0.97 |
| 86 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 720.565 | 0.03 | 0.97 |
| 87 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 720.458 | 0.03 | 0.97 |
| 88 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.04 | 680.0 | 0.58 | 0.068 | 0.17 | 27.488 | 720.144 | 0.03 | 0.97 |
| 113 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.02 | 732.5 | 0.55 | 0.037 | 0.13 | 21.201 | 1.1402e+03 | 0.18 | 0.82 |
| 115 | ok L | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.02 | 732.5 | 0.55 | 0.037 | 0.13 | 21.201 | 1.1433e+03 | 0.18 | 0.82 |

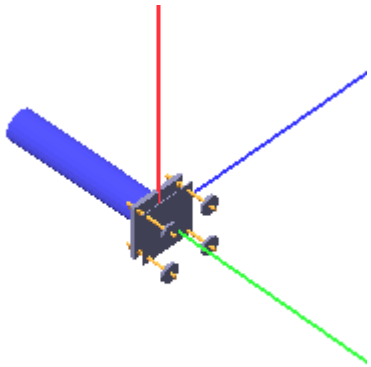
| Elem. | Ver. c.c. | Ver. c.d. | Ver. cin. | Ver. CIS | Drift |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.84e-03 | 0.03 |
| | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.06 | 0.31 |


PROGETTO
Drift interpiano %
0.31
0.29
0.27
0.25
0.23
0.21
0.20
0.18
0.16
0.14
0.12
0.10
8.680e-02
6.861e-02
5.043e-02
3.224e-02
STR Busto Garolfo_ESE.psp


PROGETTO
Sfruttamento %
5.51
5.17
4.83
4.48
4.14
3.80
3.46
3.12
2.78
2.43
2.09
1.75
1.41
1.07
0.73
0.38
STR Busto Garolfo_ESE.psp

## 12.10 VERIFICA COLLEGAMENTI IN ACCIAIO SCALA IN C.A. – SETTI IN C.A.

### Verifica dei nodi: 207, 222, 603



### Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M0}$ = 1.05
$\gamma_{M1}$ = 1.10
$\gamma_{M2}$ = 1.25

### Trave 2

Tipo di profilo: TUBO 159.0x7.1
Materiale: Acciaio S275 $f_y$ = 275 N/mm$^2$ $f_t$ = 430 N/mm$^2$ $\gamma_{ov}$ = 1.25
Classe sezione: 1

Flangia:
Materiale: Acciaio S275 $f_y$ = 275 N/mm$^2$ $f_t$ = 430 N/mm$^2$ $\gamma_{ov}$ = 1.25
Dimensioni (B x H x Sp): 300.0 x 300.0 x 25.0 mm

Bullonature:
Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ( $f_{yb}$ = 640 N/mm$^2$, $f_{tb}$ = 800 N/mm$^2$ )
Diametro gambo Ø = 16 mm $A_{res}$ = 156.8 mm$^2$ (ridotta per filettatura)
Diametro dado/testa $d_m$ = 24 mm
Diametro foro $Ø_0$ = 17 mm

Rigidezza giunto (calcolata secondo EN 1993-1-8 : 2005 par. 6.3):
$S_{j,ini}$ non calcolabile

Saldature:
Materiale: Acciaio S275 $f_y$ = 275 N/mm$^2$ $f_t$ = 430 N/mm$^2$ $\beta_1$ = 0.70 $\beta_2$ = 0.85
Spessore cordoni d'angolo $s_c$ = 8 mm

Sollecitazioni:

| Nodo.CMB | V2 [N] | V3 [N] | N [N] | M2 [N mm] | M3 [N mm] | T [N mm] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 207.1 | 8691.6 | 43064.6 | -99724.4 | 0.0 | -24106.3 | 1403793.0 |
| 207.2 | 8477.0 | 43022.4 | -99998.0 | 0.0 | -23694.2 | 1379797.0 |
| 207.3 | 7532.0 | 41921.4 | -99839.9 | 0.0 | -22440.8 | 1306807.0 |
| 207.4 | 7317.3 | 41879.2 | -100113.5 | 0.0 | -22028.8 | 1282811.0 |
| 207.5 | 8736.5 | 34457.9 | -79252.3 | 0.0 | -23745.7 | 1382796.0 |
| 207.6 | 8521.9 | 34415.7 | -79525.8 | 0.0 | -23333.7 | 1358800.0 |
| 207.7 | 7576.9 | 33314.7 | -79367.8 | 0.0 | -22080.3 | 1285811.0 |
| 207.8 | 7362.2 | 33272.5 | -79641.3 | 0.0 | -21668.2 | 1261814.0 |
| 207.9 | 8262.3 | 42980.2 | -100271.6 | 0.0 | -23282.1 | 1355800.0 |
| 207.10 | 7879.9 | 42264.3 | -99805.3 | 0.0 | -22938.8 | 1335803.0 |
| 207.11 | 7450.6 | 42179.9 | -100352.5 | 0.0 | -22114.6 | 1287810.0 |
| 207.12 | 8307.2 | 34373.5 | -79799.5 | 0.0 | -22921.6 | 1334803.0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 207.13 | 7924.8 | 33657.6 | -79333.1 | 0.0 | -22578.2 | 1314806.0 |
| 207.14 | 7495.5 | 33573.2 | -79880.3 | 0.0 | -21754.0 | 1266813.0 |
| 207.15 | 8741.4 | 43607.5 | -101763.7 | 0.0 | -24226.5 | 1410792.0 |
| 207.16 | 8526.7 | 43564.8 | -102063.0 | 0.0 | -23814.4 | 1386796.0 |
| 207.17 | 7929.6 | 42807.1 | -101850.0 | 0.0 | -23058.9 | 1342802.0 |
| 207.18 | 7715.0 | 42764.4 | -102149.3 | 0.0 | -22646.9 | 1318806.0 |
| 207.19 | 8786.3 | 35001.1 | -81275.2 | 0.0 | -23865.9 | 1389795.0 |
| 207.20 | 8571.6 | 34958.9 | -81548.8 | 0.0 | -23453.8 | 1365799.0 |
| 207.21 | 7974.5 | 34200.8 | -81356.0 | 0.0 | -22698.4 | 1321805.0 |
| 207.22 | 7759.9 | 34158.6 | -81629.6 | 0.0 | -22286.3 | 1297809.0 |
| 207.23 | 8683.2 | 42779.8 | -98514.1 | 0.0 | -24037.6 | 1399794.0 |
| 207.24 | 8468.5 | 42737.5 | -98787.7 | 0.0 | -23625.5 | 1375797.0 |
| 207.25 | 7871.5 | 41979.5 | -98594.9 | 0.0 | -22870.1 | 1331804.0 |
| 207.26 | 7656.8 | 41937.3 | -98868.5 | 0.0 | -22458.0 | 1307807.0 |
| 207.27 | 8728.1 | 34173.1 | -78042.0 | 0.0 | -23677.1 | 1378797.0 |
| 207.28 | 8513.4 | 34130.9 | -78315.6 | 0.0 | -23265.0 | 1354800.0 |
| 207.29 | 7916.4 | 33372.9 | -78122.8 | 0.0 | -22509.5 | 1310807.0 |
| 207.30 | 7701.7 | 33330.7 | -78396.4 | 0.0 | -22097.4 | 1286810.0 |
| 207.31 | 9951.6 | 47130.0 | -102924.4 | 0.0 | -24381.0 | 1419791.0 |
| 207.32 | 9737.0 | 47089.0 | -103123.7 | 0.0 | -23968.9 | 1395794.0 |
| 207.33 | 9139.9 | 46329.6 | -103010.7 | 0.0 | -23213.5 | 1351801.0 |
| 207.34 | 8925.2 | 46288.6 | -103210.0 | 0.0 | -22801.4 | 1327804.0 |
| 207.35 | 9996.5 | 38523.7 | -82426.3 | 0.0 | -24020.4 | 1398794.0 |
| 207.36 | 9781.9 | 38481.5 | -82699.9 | 0.0 | -23608.4 | 1374797.0 |
| 207.37 | 9184.8 | 37723.4 | -82507.1 | 0.0 | -22852.9 | 1330804.0 |
| 207.38 | 8970.1 | 37681.2 | -82780.7 | 0.0 | -22440.8 | 1306807.0 |
| 207.39 | 7676.2 | 39618.8 | -97087.9 | 0.0 | -23986.1 | 1396794.0 |
| 207.40 | 7461.5 | 39576.6 | -97361.5 | 0.0 | -23574.0 | 1372798.0 |
| 207.41 | 6864.4 | 38818.6 | -97168.6 | 0.0 | -22818.6 | 1328804.0 |
| 207.42 | 6649.8 | 38776.4 | -97442.3 | 0.0 | -22406.5 | 1304808.0 |
| 207.43 | 7721.1 | 31012.1 | -76615.7 | 0.0 | -23625.5 | 1375797.0 |
| 207.44 | 7506.4 | 30969.9 | -76889.3 | 0.0 | -23213.5 | 1351801.0 |
| 207.45 | 6909.3 | 30211.9 | -76696.5 | 0.0 | -22458.0 | 1307807.0 |
| 207.46 | 6694.7 | 30169.7 | -76970.2 | 0.0 | -22045.9 | 1283811.0 |
| 207.47 | 10742.0 | 47017.1 | -108023.2 | 0.0 | -29411.7 | 1712748.0 |
| 207.48 | 10527.3 | 46974.5 | -108322.5 | 0.0 | -28999.7 | 1688751.0 |
| 207.49 | 9930.2 | 46216.8 | -108109.5 | 0.0 | -28261.4 | 1645757.0 |
| 207.50 | 9715.6 | 46174.2 | -108408.8 | 0.0 | -27849.3 | 1621761.0 |
| 207.51 | 10786.9 | 38410.1 | -87568.5 | 0.0 | -29051.2 | 1691751.0 |
| 207.52 | 10572.2 | 38367.9 | -87842.1 | 0.0 | -28639.1 | 1667754.0 |
| 207.53 | 9975.1 | 37609.9 | -87649.3 | 0.0 | -27900.8 | 1624761.0 |
| 207.54 | 9760.5 | 37567.7 | -87922.9 | 0.0 | -27471.6 | 1599764.0 |
| 207.99 | -4463.1 | 10634.5 | -58308.2 | 0.0 | -27952.3 | 1627760.0 |
| 207.100 | -4355.8 | 11245.7 | -59793.9 | 0.0 | -28347.2 | 1650757.0 |
| 207.101 | -9920.8 | -2458.6 | -48140.0 | 0.0 | -23368.0 | 1360799.0 |
| 207.102 | -9813.6 | -1847.4 | -49625.7 | 0.0 | -23762.9 | 1383796.0 |
| 207.103 | 20442.3 | 60553.7 | -91006.6 | 0.0 | -8536.9 | 497130.7 |
| 207.104 | 20549.5 | 61164.9 | -92492.3 | 0.0 | -8929.1 | 519971.3 |
| 207.105 | 14984.5 | 47460.5 | -80838.4 | 0.0 | -3947.5 | 229876.1 |
| 207.106 | 15091.7 | 48071.7 | -82324.1 | 0.0 | -4339.7 | 252716.8 |
| 207.107 | -3695.8 | 12706.0 | -59932.9 | 0.0 | -27969.5 | 1628760.0 |
| 207.108 | -3588.6 | 13317.2 | -61418.6 | 0.0 | -28364.4 | 1651757.0 |
| 207.109 | -10688.1 | -4530.2 | -46515.4 | 0.0 | -23350.8 | 1359800.0 |
| 207.110 | -10580.8 | -3919.0 | -48001.1 | 0.0 | -23745.7 | 1382796.0 |
| 207.111 | 21209.5 | 62625.3 | -92631.2 | 0.0 | -8553.9 | 498123.6 |
| 207.112 | 21316.7 | 63236.5 | -94116.9 | 0.0 | -8946.1 | 520965.2 |
| 207.113 | 14217.3 | 45389.0 | -79213.7 | 0.0 | -3930.4 | 228882.3 |
| 207.114 | 14324.5 | 46000.2 | -80699.4 | 0.0 | -4322.7 | 251723.9 |
| 207.115 | 22603.4 | 63162.5 | -93067.9 | 0.0 | -30253.1 | 1761740.0 |
| 207.116 | 22710.6 | 63773.7 | -94553.6 | 0.0 | -30648.0 | 1784737.0 |
| 207.117 | 17145.6 | 50069.3 | -82899.8 | 0.0 | -25668.7 | 1494780.0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 207.118 | 17252.8 | 50680.6 | -84385.5 | 0.0 | -26063.6 | 1517776.0 |
| 207.119 | -6624.2 | 8025.6 | -56246.8 | 0.0 | -6231.9 | 362903.5 |
| 207.120 | -6517.0 | 8636.8 | -57732.5 | 0.0 | -6624.1 | 385744.1 |
| 207.121 | -12081.9 | -5067.5 | -46078.7 | 0.0 | -1642.5 | 95648.9 |
| 207.122 | -11974.7 | -4456.3 | -47564.4 | 0.0 | -2034.7 | 118489.5 |
| 207.123 | 23370.6 | 65234.1 | -94692.6 | 0.0 | -30270.2 | 1762740.0 |
| 207.124 | 23477.8 | 65845.3 | -96178.3 | 0.0 | -30665.1 | 1785737.0 |
| 207.125 | 16378.4 | 47997.8 | -81275.1 | 0.0 | -25651.6 | 1493780.0 |
| 207.126 | 16485.6 | 48609.0 | -82760.8 | 0.0 | -26046.5 | 1516776.0 |
| 207.127 | -5856.9 | 10097.3 | -57871.5 | 0.0 | -6248.9 | 363897.3 |
| 207.128 | -5749.7 | 10708.4 | -59357.2 | 0.0 | -6641.2 | 386738.0 |
| 207.129 | -12849.2 | -7139.0 | -44454.0 | 0.0 | -1625.4 | 94655.1 |
| 207.130 | -12742.0 | -6527.8 | -45939.7 | 0.0 | -2017.7 | 117496.7 |
| 207.131 | 10621.2 | 43381.6 | -81615.5 | 0.0 | -26510.1 | 1543772.0 |
| 207.132 | 10728.4 | 43992.8 | -83101.2 | 0.0 | -26905.0 | 1566769.0 |
| 207.133 | -7571.3 | -262.3 | -47721.6 | 0.0 | -11214.8 | 653076.7 |
| 207.134 | -7464.1 | 348.9 | -49207.3 | 0.0 | -11607.0 | 675918.4 |
| 207.135 | 18092.8 | 58357.3 | -91425.0 | 0.0 | -20689.5 | 1204822.0 |
| 207.136 | 18200.0 | 58968.5 | -92910.7 | 0.0 | -21084.4 | 1227819.0 |
| 207.137 | -99.7 | 14713.5 | -57531.1 | 0.0 | -5389.5 | 313847.7 |
| 207.138 | 7.5 | 15324.7 | -59016.8 | 0.0 | -5781.7 | 336688.3 |
| 207.139 | 18741.1 | 59140.0 | -92043.4 | 0.0 | -27196.8 | 1583767.0 |
| 207.140 | 18848.3 | 59751.1 | -93529.1 | 0.0 | -27591.7 | 1606763.0 |
| 207.141 | 548.6 | 15496.2 | -58149.5 | 0.0 | -11906.3 | 693344.8 |
| 207.142 | 655.8 | 16107.4 | -59635.3 | 0.0 | -12298.5 | 716186.4 |
| 207.143 | 9972.8 | 42598.9 | -80997.1 | 0.0 | -20002.7 | 1164828.0 |
| 207.144 | 10080.1 | 43210.1 | -82482.8 | 0.0 | -20380.5 | 1186825.0 |
| 207.145 | -8219.7 | -1044.9 | -47103.2 | 0.0 | -4698.0 | 273578.7 |
| 207.146 | -8112.4 | -433.7 | -48588.9 | 0.0 | -5090.2 | 296420.3 |
| 207.147 | 13178.7 | 50286.8 | -87031.1 | 0.0 | -26561.6 | 1546772.0 |
| 207.148 | 13285.9 | 50898.0 | -88516.8 | 0.0 | -26956.5 | 1569769.0 |
| 207.149 | -10128.8 | -7167.5 | -42306.0 | 0.0 | -11157.9 | 649765.2 |
| 207.150 | -10021.6 | -6556.4 | -43791.7 | 0.0 | -11550.2 | 672605.8 |
| 207.151 | 20650.3 | 65262.5 | -96840.6 | 0.0 | -20741.0 | 1207822.0 |
| 207.152 | 20757.5 | 65873.7 | -98326.3 | 0.0 | -21135.9 | 1230819.0 |
| 207.153 | -2657.2 | 7808.2 | -52115.6 | 0.0 | -5332.6 | 310535.2 |
| 207.154 | -2550.0 | 8419.4 | -53601.3 | 0.0 | -5724.8 | 333375.8 |
| 207.155 | 21298.6 | 66045.2 | -97458.9 | 0.0 | -27265.5 | 1587766.0 |
| 207.156 | 21405.8 | 66656.4 | -98944.8 | 0.0 | -27660.4 | 1610763.0 |
| 207.157 | -2008.9 | 8590.9 | -52733.9 | 0.0 | -11849.4 | 690033.3 |
| 207.158 | -1901.7 | 9202.1 | -54219.7 | 0.0 | -12241.7 | 712873.9 |
| 207.159 | 12530.4 | 49504.1 | -86412.6 | 0.0 | -20054.2 | 1167828.0 |
| 207.160 | 12637.6 | 50115.3 | -87898.4 | 0.0 | -20449.1 | 1190824.0 |
| 207.161 | -10777.2 | -7950.1 | -41687.5 | 0.0 | -4641.1 | 270267.2 |
| 207.162 | -10669.9 | -7339.0 | -43173.4 | 0.0 | -5033.3 | 293107.8 |
| 207.227 | 4128.7 | 27393.2 | -68019.3 | 0.0 | -20706.7 | 1205822.0 |
| 207.228 | 4486.1 | 29430.4 | -72971.7 | 0.0 | -22011.6 | 1281811.0 |
| 207.229 | -1329.0 | 14300.0 | -57851.1 | 0.0 | -16111.5 | 938225.7 |
| 207.230 | -971.6 | 16337.3 | -62803.6 | 0.0 | -17427.3 | 1014850.0 |
| 207.231 | 11600.3 | 42369.0 | -77828.7 | 0.0 | -14875.5 | 866250.3 |
| 207.232 | 11957.7 | 44406.2 | -82781.3 | 0.0 | -16182.9 | 942388.0 |
| 207.233 | 6142.6 | 29275.8 | -67660.6 | 0.0 | -10286.1 | 598995.6 |
| 207.234 | 6500.0 | 31313.1 | -72613.0 | 0.0 | -11593.6 | 675133.4 |
| 207.235 | 4896.0 | 29464.7 | -69644.0 | 0.0 | -20723.9 | 1206822.0 |
| 207.236 | 5253.4 | 31502.1 | -74596.4 | 0.0 | -22028.8 | 1282811.0 |
| 207.237 | -2096.3 | 12228.4 | -56226.5 | 0.0 | -16094.4 | 937232.8 |
| 207.238 | -1738.9 | 14265.8 | -61178.9 | 0.0 | -17410.1 | 1013851.0 |
| 207.239 | 12367.6 | 44440.5 | -79453.5 | 0.0 | -14892.5 | 867244.1 |
| 207.240 | 12725.0 | 46477.8 | -84405.9 | 0.0 | -16200.0 | 943381.9 |
| 207.241 | 5375.3 | 27204.2 | -66035.9 | 0.0 | -10269.1 | 598002.8 |
| 207.242 | 5732.7 | 29241.5 | -70988.3 | 0.0 | -11576.5 | 674139.6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 207.243 | 12248.6 | 43151.5 | -78447.2 | 0.0 | -21393.5 | 1245816.0 |
| 207.244 | 12606.1 | 45188.9 | -83399.6 | 0.0 | -22698.4 | 1321805.0 |
| 207.245 | 6790.9 | 30058.4 | -68279.1 | 0.0 | -16802.9 | 978493.8 |
| 207.246 | 7148.3 | 32095.8 | -73231.5 | 0.0 | -18114.1 | 1054844.0 |
| 207.247 | 3480.4 | 26610.5 | -67400.8 | 0.0 | -14184.0 | 825982.3 |
| 207.248 | 3837.8 | 28647.8 | -72353.2 | 0.0 | -15491.4 | 902120.0 |
| 207.249 | -1977.4 | 13517.3 | -57232.7 | 0.0 | -9594.6 | 558727.6 |
| 207.250 | -1620.0 | 15554.7 | -62185.1 | 0.0 | -10902.1 | 634865.4 |
| 207.251 | 13015.9 | 45223.2 | -80071.9 | 0.0 | -21410.6 | 1246816.0 |
| 207.252 | 13373.3 | 47260.4 | -85024.3 | 0.0 | -22715.5 | 1322805.0 |
| 207.253 | 6023.6 | 27986.8 | -66654.4 | 0.0 | -16785.9 | 977500.9 |
| 207.254 | 6381.0 | 30024.2 | -71606.8 | 0.0 | -18096.9 | 1053845.0 |
| 207.255 | 4247.6 | 28682.1 | -69025.5 | 0.0 | -14201.0 | 826976.2 |
| 207.256 | 4605.0 | 30719.4 | -73978.0 | 0.0 | -15508.5 | 903112.9 |
| 207.257 | -2744.6 | 11445.8 | -55608.0 | 0.0 | -9577.6 | 557734.8 |
| 207.258 | -2387.2 | 13483.1 | -60560.4 | 0.0 | -10885.0 | 633871.6 |
| 222.1 | -9362.0 | -35570.1 | -86643.6 | 0.0 | -5047.2 | 293916.7 |
| 222.2 | -9594.5 | -35741.2 | -86951.5 | 0.0 | -5334.8 | 310664.2 |
| 222.3 | -11008.9 | -36206.3 | -87037.4 | 0.0 | -6631.8 | 386194.1 |
| 222.4 | -11241.5 | -36377.4 | -87345.3 | 0.0 | -6919.4 | 402941.6 |
| 222.5 | -6161.9 | -27698.3 | -68322.7 | 0.0 | -1520.9 | 88570.0 |
| 222.6 | -6394.4 | -27869.3 | -68630.6 | 0.0 | -1808.5 | 105317.5 |
| 222.7 | -7808.8 | -28334.4 | -68716.5 | 0.0 | -3105.6 | 180847.3 |
| 222.8 | -8041.4 | -28505.5 | -69024.5 | 0.0 | -3393.1 | 197594.9 |
| 222.9 | -9827.1 | -35912.2 | -87259.4 | 0.0 | -5622.4 | 327411.8 |
| 222.10 | -10514.8 | -36015.5 | -86919.2 | 0.0 | -6156.4 | 358510.1 |
| 222.11 | -10979.9 | -36357.6 | -87535.1 | 0.0 | -6731.6 | 392005.2 |
| 222.12 | -6627.0 | -28040.4 | -68938.4 | 0.0 | -2096.1 | 122065.0 |
| 222.13 | -7314.7 | -28143.6 | -68598.4 | 0.0 | -2630.2 | 153163.4 |
| 222.14 | -7779.9 | -28485.7 | -69214.1 | 0.0 | -3205.3 | 186658.5 |
| 222.15 | -8980.3 | -34831.6 | -85332.1 | 0.0 | -4668.9 | 271888.9 |
| 222.16 | -9212.8 | -35002.6 | -85640.0 | 0.0 | -4956.5 | 288636.4 |
| 222.17 | -10133.2 | -35276.9 | -85607.8 | 0.0 | -5778.2 | 336483.4 |
| 222.18 | -10365.7 | -35448.0 | -85915.7 | 0.0 | -6065.8 | 353230.9 |
| 222.19 | -5780.2 | -26959.6 | -67011.3 | 0.0 | -1142.7 | 66542.2 |
| 222.20 | -6012.8 | -27130.8 | -67319.2 | 0.0 | -1430.3 | 83289.7 |
| 222.21 | -6933.1 | -27405.0 | -67287.0 | 0.0 | -2251.9 | 131136.7 |
| 222.22 | -7165.6 | -27576.1 | -67594.8 | 0.0 | -2539.5 | 147884.2 |
| 222.23 | -9812.2 | -35916.4 | -87398.7 | 0.0 | -5446.0 | 317138.3 |
| 222.24 | -10044.8 | -36087.5 | -87706.6 | 0.0 | -5733.6 | 333885.8 |
| 222.25 | -10965.1 | -36361.8 | -87674.4 | 0.0 | -6555.2 | 381732.7 |
| 222.26 | -11197.6 | -36532.8 | -87982.3 | 0.0 | -6842.8 | 398480.3 |
| 222.27 | -6612.1 | -28044.6 | -69077.9 | 0.0 | -1919.7 | 111791.5 |
| 222.28 | -6844.7 | -28215.6 | -69385.7 | 0.0 | -2207.3 | 128539.0 |
| 222.29 | -7765.0 | -28489.9 | -69353.6 | 0.0 | -3028.9 | 176386.0 |
| 222.30 | -7997.6 | -28661.0 | -69661.4 | 0.0 | -3316.5 | 193133.5 |
| 222.31 | -7813.5 | -35985.4 | -89313.5 | 0.0 | -4363.0 | 254074.6 |
| 222.32 | -8046.0 | -36156.4 | -89621.4 | 0.0 | -4650.6 | 270822.1 |
| 222.33 | -8966.4 | -36430.7 | -89589.2 | 0.0 | -5472.3 | 318669.0 |
| 222.34 | -9198.9 | -36601.8 | -89897.1 | 0.0 | -5759.9 | 335416.5 |
| 222.35 | -4613.4 | -28113.5 | -70992.7 | 0.0 | -836.8 | 48727.8 |
| 222.36 | -4846.0 | -28284.6 | -71300.5 | 0.0 | -1124.4 | 65475.3 |
| 222.37 | -5766.3 | -28558.9 | -71268.4 | 0.0 | -1946.0 | 113322.3 |
| 222.38 | -5998.8 | -28729.9 | -71576.2 | 0.0 | -2233.6 | 130069.8 |
| 222.39 | -10856.8 | -35326.6 | -85052.7 | 0.0 | -5773.0 | 336180.4 |
| 222.40 | -11089.4 | -35497.7 | -85360.6 | 0.0 | -6060.6 | 352928.0 |
| 222.41 | -12009.7 | -35771.9 | -85328.4 | 0.0 | -6882.2 | 400774.9 |
| 222.42 | -12242.3 | -35943.1 | -85636.3 | 0.0 | -7169.8 | 417522.4 |
| 222.43 | -7656.8 | -27454.7 | -66731.8 | 0.0 | -2246.7 | 130833.7 |
| 222.44 | -7889.3 | -27625.8 | -67039.7 | 0.0 | -2534.3 | 147581.3 |
| 222.45 | -8809.6 | -27900.1 | -67007.4 | 0.0 | -3355.9 | 195428.2 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 222.46 | -9042.2 | -28071.1 | -67315.4 | 0.0 | -3643.5 | 212175.7 |
| 222.47 | -8921.3 | -38199.7 | -93268.8 | 0.0 | -3501.0 | 203873.0 |
| 222.48 | -9153.9 | -38370.7 | -93576.7 | 0.0 | -3788.6 | 220620.5 |
| 222.49 | -10074.2 | -38645.0 | -93544.5 | 0.0 | -4610.2 | 268467.4 |
| 222.50 | -10306.7 | -38816.1 | -93852.4 | 0.0 | -4897.8 | 285215.0 |
| 222.51 | -5721.2 | -30327.8 | -74947.9 | 0.0 | 25.3 | -1473.8 |
| 222.52 | -5953.8 | -30498.9 | -75255.7 | 0.0 | -262.3 | 15273.8 |
| 222.53 | -6874.1 | -30773.2 | -75223.6 | 0.0 | -1083.9 | 63120.7 |
| 222.54 | -7106.7 | -30944.2 | -75531.4 | 0.0 | -1371.5 | 79868.2 |
| 222.99 | 3667.4 | -24729.8 | -47939.8 | 0.0 | 1851.7 | -107829.1 |
| 222.100 | 3570.6 | -25075.8 | -49147.0 | 0.0 | 1761.6 | -102582.9 |
| 222.101 | -2598.8 | -23688.2 | -39185.5 | 0.0 | -1221.2 | 71117.5 |
| 222.102 | -2695.6 | -24034.3 | -40392.7 | 0.0 | -1311.4 | 76364.7 |
| 222.103 | -12694.8 | -28407.3 | -84094.3 | 0.0 | -7657.0 | 445892.3 |
| 222.104 | -12791.6 | -28753.4 | -85301.5 | 0.0 | -7747.1 | 451139.5 |
| 222.105 | -18961.0 | -27365.7 | -75340.1 | 0.0 | -10729.9 | 624839.9 |
| 222.106 | -19057.8 | -27711.9 | -76547.2 | 0.0 | -10820.0 | 630086.1 |
| 222.107 | 4898.2 | -23890.2 | -48434.2 | 0.0 | 2583.9 | -150467.8 |
| 222.108 | 4801.4 | -24236.4 | -49641.4 | 0.0 | 2493.8 | -145220.6 |
| 222.109 | -3829.6 | -24527.6 | -38691.1 | 0.0 | -1953.5 | 113756.2 |
| 222.110 | -3926.4 | -24873.8 | -39898.3 | 0.0 | -2043.5 | 119002.5 |
| 222.111 | -11464.0 | -27567.7 | -84588.7 | 0.0 | -6924.8 | 403254.5 |
| 222.112 | -11560.8 | -27913.9 | -85795.9 | 0.0 | -7014.9 | 408500.8 |
| 222.113 | -20191.8 | -28205.2 | -74845.6 | 0.0 | -11462.1 | 667477.6 |
| 222.114 | -20288.6 | -28551.3 | -76052.8 | 0.0 | -11552.2 | 672724.9 |
| 222.115 | 5383.2 | -24308.8 | -48470.4 | 0.0 | 2002.0 | -116581.8 |
| 222.116 | 5286.4 | -24655.0 | -49677.6 | 0.0 | 1911.9 | -111334.6 |
| 222.117 | -883.0 | -23267.2 | -39716.1 | 0.0 | -1071.0 | 62365.8 |
| 222.118 | -979.8 | -23613.4 | -40923.3 | 0.0 | -1161.1 | 67612.0 |
| 222.119 | -14410.6 | -28828.2 | -83563.7 | 0.0 | -7807.3 | 454645.0 |
| 222.120 | -14507.4 | -29174.3 | -84771.0 | 0.0 | -7897.4 | 459891.2 |
| 222.121 | -20676.8 | -27786.7 | -74809.4 | 0.0 | -10880.2 | 633591.6 |
| 222.122 | -20773.6 | -28132.7 | -76016.7 | 0.0 | -10970.3 | 638838.8 |
| 222.123 | 6614.0 | -23469.3 | -48964.8 | 0.0 | 2734.2 | -159219.5 |
| 222.124 | 6517.2 | -23815.5 | -50172.0 | 0.0 | 2644.1 | -153973.3 |
| 222.125 | -2113.8 | -24106.8 | -39221.7 | 0.0 | -1803.1 | 105003.5 |
| 222.126 | -2210.6 | -24452.9 | -40428.9 | 0.0 | -1893.3 | 110250.7 |
| 222.127 | -13179.8 | -27988.7 | -84058.1 | 0.0 | -7075.1 | 412006.3 |
| 222.128 | -13276.6 | -28334.9 | -85265.4 | 0.0 | -7165.2 | 417253.5 |
| 222.129 | -21907.6 | -28626.1 | -74315.1 | 0.0 | -11612.4 | 676229.3 |
| 222.130 | -22004.4 | -28972.3 | -75522.3 | 0.0 | -11702.5 | 681476.5 |
| 222.131 | 5251.2 | -27232.1 | -70807.3 | 0.0 | 2108.7 | -122797.9 |
| 222.132 | 5154.4 | -27578.1 | -72014.5 | 0.0 | 2018.6 | -117551.7 |
| 222.133 | -15636.1 | -23760.1 | -41626.2 | 0.0 | -8134.4 | 473692.2 |
| 222.134 | -15732.9 | -24106.3 | -42833.4 | 0.0 | -8224.5 | 478938.4 |
| 222.135 | 342.6 | -28335.3 | -81653.6 | 0.0 | -743.9 | 43318.6 |
| 222.136 | 245.7 | -28681.4 | -82860.9 | 0.0 | -834.0 | 48564.8 |
| 222.137 | -20544.8 | -24863.4 | -52472.5 | 0.0 | -10987.0 | 639808.6 |
| 222.138 | -20641.6 | -25209.6 | -53679.8 | 0.0 | -11077.1 | 645054.9 |
| 222.139 | 5766.0 | -27105.8 | -70966.5 | 0.0 | 2153.8 | -125423.5 |
| 222.140 | 5669.1 | -27451.9 | -72173.6 | 0.0 | 2063.7 | -120177.3 |
| 222.141 | -15121.4 | -23633.8 | -41785.4 | 0.0 | -8089.3 | 471066.6 |
| 222.142 | -15218.2 | -23980.0 | -42992.6 | 0.0 | -8179.4 | 476312.8 |
| 222.143 | -172.2 | -28461.5 | -81494.4 | 0.0 | -789.0 | 45944.2 |
| 222.144 | -269.0 | -28807.7 | -82701.7 | 0.0 | -879.1 | 51190.5 |
| 222.145 | -21059.5 | -24989.7 | -52313.4 | 0.0 | -11032.0 | 642434.3 |
| 222.146 | -21156.3 | -25335.9 | -53520.6 | 0.0 | -11122.1 | 647680.5 |
| 222.147 | 9353.9 | -24433.6 | -72455.2 | 0.0 | 4549.4 | -264924.9 |
| 222.148 | 9257.1 | -24779.8 | -73662.4 | 0.0 | 4459.3 | -259678.7 |
| 222.149 | -19738.8 | -26558.5 | -39978.3 | 0.0 | -10575.0 | 615819.3 |
| 222.150 | -19835.6 | -26904.7 | -41185.4 | 0.0 | -10665.1 | 621065.4 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 222.151 | 4445.2 | -25536.9 | -83301.5 | 0.0 | 1696.8 | -98808.4 |
| 222.152 | 4348.4 | -25883.0 | -84508.8 | 0.0 | 1606.7 | -93562.2 |
| 222.153 | -24647.5 | -27661.8 | -50824.6 | 0.0 | -13427.6 | 781935.7 |
| 222.154 | -24744.3 | -28007.9 | -52031.8 | 0.0 | -13517.7 | 787181.9 |
| 222.155 | 9868.6 | -24307.4 | -72614.4 | 0.0 | 4594.4 | -267550.5 |
| 222.156 | 9771.8 | -24653.5 | -73821.6 | 0.0 | 4504.4 | -262304.3 |
| 222.157 | -19224.0 | -26432.2 | -40137.4 | 0.0 | -10529.9 | 613193.6 |
| 222.158 | -19320.9 | -26778.4 | -41344.6 | 0.0 | -10620.0 | 618439.9 |
| 222.159 | 3930.5 | -25663.2 | -83142.4 | 0.0 | 1651.7 | -96182.8 |
| 222.160 | 3833.7 | -26009.3 | -84349.6 | 0.0 | 1561.6 | -90936.6 |
| 222.161 | -25162.2 | -27788.0 | -50665.5 | 0.0 | -13472.7 | 784561.3 |
| 222.162 | -25259.0 | -28134.2 | -51872.7 | 0.0 | -13562.8 | 789807.6 |
| 222.227 | -1946.4 | -25613.0 | -59185.5 | 0.0 | -1371.2 | 79852.2 |
| 222.228 | -2269.1 | -26766.8 | -63209.5 | 0.0 | -1671.6 | 97340.7 |
| 222.229 | -8212.6 | -24571.4 | -50431.2 | 0.0 | -4444.2 | 258798.9 |
| 222.230 | -8535.3 | -25725.3 | -54455.2 | 0.0 | -4744.5 | 276288.3 |
| 222.231 | -6855.1 | -26716.3 | -70031.8 | 0.0 | -4223.8 | 245968.8 |
| 222.232 | -7177.8 | -27870.1 | -74055.9 | 0.0 | -4524.2 | 263457.2 |
| 222.233 | -13121.3 | -25674.7 | -61277.5 | 0.0 | -7296.8 | 424915.3 |
| 222.234 | -13444.0 | -26828.6 | -65301.6 | 0.0 | -7597.1 | 442404.8 |
| 222.235 | -715.6 | -24773.5 | -59679.8 | 0.0 | -639.0 | 37213.5 |
| 222.236 | -1038.3 | -25927.3 | -63703.9 | 0.0 | -939.4 | 54702.9 |
| 222.237 | -9443.4 | -25411.0 | -49936.8 | 0.0 | -5176.4 | 301437.6 |
| 222.238 | -9766.1 | -26564.8 | -53960.8 | 0.0 | -5476.7 | 318926.0 |
| 222.239 | -5624.3 | -25876.7 | -70526.2 | 0.0 | -3491.7 | 203331.0 |
| 222.240 | -5947.0 | -27030.6 | -74550.3 | 0.0 | -3792.0 | 220819.5 |
| 222.241 | -14352.1 | -26514.2 | -60783.1 | 0.0 | -8029.0 | 467554.1 |
| 222.242 | -14674.8 | -27668.1 | -64807.2 | 0.0 | -8329.3 | 485042.5 |
| 222.243 | -1431.7 | -25486.8 | -59344.7 | 0.0 | -1326.2 | 77226.6 |
| 222.244 | -1754.4 | -26640.6 | -63368.7 | 0.0 | -1626.5 | 94715.0 |
| 222.245 | -7697.9 | -24445.2 | -50590.3 | 0.0 | -4399.1 | 256173.3 |
| 222.246 | -8020.6 | -25599.0 | -54614.4 | 0.0 | -4699.4 | 273662.7 |
| 222.247 | -7369.8 | -26842.6 | -69872.6 | 0.0 | -4268.9 | 248594.4 |
| 222.248 | -7692.5 | -27996.4 | -73896.7 | 0.0 | -4569.3 | 266083.8 |
| 222.249 | -13636.0 | -25801.0 | -61118.3 | 0.0 | -7341.8 | 427541.0 |
| 222.250 | -13958.7 | -26954.9 | -65142.4 | 0.0 | -7642.2 | 445030.4 |
| 222.251 | -200.9 | -24647.3 | -59839.0 | 0.0 | -594.0 | 34587.9 |
| 222.252 | -523.6 | -25801.0 | -63863.1 | 0.0 | -894.3 | 52077.3 |
| 222.253 | -8928.7 | -25284.7 | -50096.0 | 0.0 | -5131.3 | 298812.0 |
| 222.254 | -9251.4 | -26438.5 | -54120.0 | 0.0 | -5431.6 | 316300.4 |
| 222.255 | -6139.0 | -26003.0 | -70367.0 | 0.0 | -3536.7 | 205956.6 |
| 222.256 | -6461.7 | -27156.9 | -74391.1 | 0.0 | -3837.1 | 223445.1 |
| 222.257 | -14866.8 | -26640.5 | -60623.9 | 0.0 | -8074.0 | 470179.7 |
| 222.258 | -15189.5 | -27794.3 | -64648.0 | 0.0 | -8374.4 | 487668.1 |
| 603.1 | 53186.0 | -2355.6 | -12709.0 | 0.0 | -5089.6 | 296384.3 |
| 603.2 | 53103.7 | -2182.8 | -12610.1 | 0.0 | -4991.3 | 290660.2 |
| 603.3 | 54946.2 | 118.6 | -13172.6 | 0.0 | -4616.8 | 268851.3 |
| 603.4 | 54864.0 | 291.4 | -13073.7 | 0.0 | -4518.5 | 263127.2 |
| 603.5 | 46258.7 | -928.2 | -13194.1 | 0.0 | -2684.5 | 156325.0 |
| 603.6 | 46176.4 | -755.4 | -13095.3 | 0.0 | -2586.2 | 150600.8 |
| 603.7 | 48019.0 | 1546.1 | -13657.8 | 0.0 | -2211.6 | 128792.0 |
| 603.8 | 47936.7 | 1718.9 | -13558.9 | 0.0 | -2113.4 | 123067.9 |
| 603.9 | 53021.4 | -2010.1 | -12511.2 | 0.0 | -4893.0 | 284936.0 |
| 603.10 | 54418.2 | -623.6 | -13033.5 | 0.0 | -4758.6 | 277111.2 |
| 603.11 | 54253.6 | -278.1 | -12835.7 | 0.0 | -4562.0 | 265662.8 |
| 603.12 | 46094.2 | -582.6 | -12996.4 | 0.0 | -2487.9 | 144876.6 |
| 603.13 | 47490.9 | 803.8 | -13518.7 | 0.0 | -2353.5 | 137051.8 |
| 603.14 | 47326.3 | 1149.4 | -13320.9 | 0.0 | -2156.9 | 125603.5 |
| 603.15 | 52283.0 | -2626.9 | -11252.1 | 0.0 | -3757.7 | 218826.8 |
| 603.16 | 52200.7 | -2454.2 | -11153.1 | 0.0 | -3659.5 | 213102.6 |
| 603.17 | 53515.2 | -894.9 | -11576.5 | 0.0 | -3426.8 | 199553.6 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 603.18 | 53432.9 | -722.2 | -11477.7 | 0.0 | -3328.5 | 193829.4 |
| 603.19 | 45355.7 | -1199.5 | -11737.1 | 0.0 | -1352.6 | 78767.4 |
| 603.20 | 45273.4 | -1026.7 | -11638.3 | 0.0 | -1254.3 | 73043.2 |
| 603.21 | 46587.9 | 532.5 | -12061.7 | 0.0 | -1021.7 | 59494.2 |
| 603.22 | 46505.6 | 705.3 | -11962.8 | 0.0 | -923.4 | 53770.1 |
| 603.23 | 53996.8 | -2017.1 | -13571.7 | 0.0 | -6138.8 | 357485.3 |
| 603.24 | 53914.5 | -1844.4 | -13472.8 | 0.0 | -6040.5 | 351760.2 |
| 603.25 | 55229.0 | -285.1 | -13896.2 | 0.0 | -5807.9 | 338212.2 |
| 603.26 | 55146.7 | -112.4 | -13797.3 | 0.0 | -5709.6 | 332488.0 |
| 603.27 | 47069.6 | -589.6 | -14056.9 | 0.0 | -3733.7 | 217426.0 |
| 603.28 | 46987.3 | -416.9 | -13957.9 | 0.0 | -3635.4 | 211700.8 |
| 603.29 | 48301.7 | 1142.3 | -14381.3 | 0.0 | -3402.7 | 198152.8 |
| 603.30 | 48219.5 | 1315.1 | -14282.5 | 0.0 | -3304.4 | 192428.6 |
| 603.31 | 50018.6 | -6301.5 | -19467.4 | 0.0 | -6922.0 | 403090.6 |
| 603.32 | 49936.3 | -6128.8 | -19368.5 | 0.0 | -6823.7 | 397366.4 |
| 603.33 | 51250.8 | -4569.5 | -19791.9 | 0.0 | -6591.0 | 383817.4 |
| 603.34 | 51168.5 | -4396.8 | -19693.0 | 0.0 | -6492.7 | 378093.3 |
| 603.35 | 43091.3 | -4874.1 | -19952.6 | 0.0 | -4516.8 | 263031.2 |
| 603.36 | 43009.1 | -4701.3 | -19853.6 | 0.0 | -4418.5 | 257307.1 |
| 603.37 | 44323.5 | -3142.1 | -20277.0 | 0.0 | -4185.9 | 243758.1 |
| 603.38 | 44241.2 | -2969.3 | -20178.2 | 0.0 | -4087.6 | 238033.9 |
| 603.39 | 56743.1 | 1701.4 | -10357.5 | 0.0 | -3618.7 | 210727.9 |
| 603.40 | 56660.8 | 1874.2 | -10258.7 | 0.0 | -3520.4 | 205002.8 |
| 603.41 | 57975.3 | 3433.4 | -10682.1 | 0.0 | -3287.7 | 191454.8 |
| 603.42 | 57893.0 | 3606.1 | -10583.2 | 0.0 | -3189.4 | 185730.6 |
| 603.43 | 49815.8 | 3128.9 | -10842.7 | 0.0 | -1213.5 | 70668.6 |
| 603.44 | 49733.5 | 3301.6 | -10743.9 | 0.0 | -1115.2 | 64943.4 |
| 603.45 | 51048.0 | 4860.9 | -11167.2 | 0.0 | -882.6 | 51395.4 |
| 603.46 | 50965.7 | 5033.6 | -11068.4 | 0.0 | -784.3 | 45671.3 |
| 603.47 | 59152.7 | -2927.0 | -14147.5 | 0.0 | -5203.4 | 303013.3 |
| 603.48 | 59070.4 | -2754.2 | -14048.6 | 0.0 | -5105.1 | 297289.2 |
| 603.49 | 60384.9 | -1195.1 | -14472.0 | 0.0 | -4872.5 | 283740.2 |
| 603.50 | 60302.6 | -1022.3 | -14373.2 | 0.0 | -4774.2 | 278016.0 |
| 603.51 | 52225.4 | -1499.6 | -14632.7 | 0.0 | -2798.3 | 162954.0 |
| 603.52 | 52143.1 | -1326.8 | -14533.8 | 0.0 | -2700.0 | 157229.8 |
| 603.53 | 53457.6 | 232.4 | -14957.2 | 0.0 | -2467.3 | 143680.8 |
| 603.54 | 53375.3 | 405.1 | -14858.4 | 0.0 | -2369.0 | 137956.7 |
| 603.99 | 2322.5 | -40760.0 | 1495.5 | 0.0 | 17856.5 | -1039847.0 |
| 603.100 | 2950.6 | -40536.6 | 1141.7 | 0.0 | 17959.5 | -1045846.0 |
| 603.101 | 19462.7 | -22351.1 | -2749.7 | 0.0 | 30098.5 | -1752742.0 |
| 603.102 | 20090.7 | -22127.6 | -3103.5 | 0.0 | 30201.5 | -1758741.0 |
| 603.103 | 58713.4 | 21581.5 | -7844.4 | 0.0 | -36228.1 | 2109689.0 |
| 603.104 | 59341.5 | 21805.1 | -8198.1 | 0.0 | -36107.9 | 2102690.0 |
| 603.105 | 75853.5 | 39990.4 | -12089.6 | 0.0 | -23986.1 | 1396794.0 |
| 603.106 | 76481.6 | 40214.0 | -12443.4 | 0.0 | -23883.1 | 1390795.0 |
| 603.107 | -1173.7 | -44072.5 | 1607.4 | 0.0 | 18217.1 | -1060844.0 |
| 603.108 | -545.7 | -43848.9 | 1253.7 | 0.0 | 18337.3 | -1067843.0 |
| 603.109 | 22958.9 | -19038.6 | -2861.7 | 0.0 | 29738.0 | -1731745.0 |
| 603.110 | 23586.9 | -18815.1 | -3215.4 | 0.0 | 29841.0 | -1737744.0 |
| 603.111 | 55217.2 | 18269.0 | -7732.5 | 0.0 | -35850.4 | 2087692.0 |
| 603.112 | 55845.2 | 18492.6 | -8086.2 | 0.0 | -35747.4 | 2081693.0 |
| 603.113 | 79349.8 | 43302.9 | -12201.6 | 0.0 | -24346.7 | 1417791.0 |
| 603.114 | 79977.8 | 43526.5 | -12555.3 | 0.0 | -24243.7 | 1411792.0 |
| 603.115 | -3569.8 | -45629.9 | 2822.8 | 0.0 | 17461.6 | -1016850.0 |
| 603.116 | -2941.7 | -45406.3 | 2469.0 | 0.0 | 17564.6 | -1022849.0 |
| 603.117 | 13570.4 | -27220.9 | -1422.5 | 0.0 | 29703.6 | -1729745.0 |
| 603.118 | 14198.4 | -26997.4 | -1776.2 | 0.0 | 29806.6 | -1735744.0 |
| 603.119 | 64605.7 | 26451.3 | -9171.7 | 0.0 | -35816.0 | 2085693.0 |
| 603.120 | 65233.7 | 26674.9 | -9525.4 | 0.0 | -35713.0 | 2079693.0 |
| 603.121 | 81745.8 | 44860.3 | -13416.9 | 0.0 | -23591.2 | 1373798.0 |
| 603.122 | 82373.9 | 45083.8 | -13770.7 | 0.0 | -23471.0 | 1366799.0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 603.123 | -7066.0 | -48942.3 | 2934.7 | 0.0 | 17822.2 | -1037847.0 |
| 603.124 | -6438.0 | -48718.8 | 2581.0 | 0.0 | 17925.2 | -1043846.0 |
| 603.125 | 17066.6 | -23908.5 | -1534.4 | 0.0 | 29325.9 | -1707748.0 |
| 603.126 | 17694.6 | -23684.9 | -1888.1 | 0.0 | 29446.1 | -1714747.0 |
| 603.127 | 61109.5 | 23138.9 | -9059.8 | 0.0 | -35455.5 | 2064696.0 |
| 603.128 | 61737.5 | 23362.4 | -9413.5 | 0.0 | -35352.5 | 2058697.0 |
| 603.129 | 85242.1 | 48172.7 | -13528.8 | 0.0 | -23951.8 | 1394794.0 |
| 603.130 | 85870.1 | 48396.3 | -13882.6 | 0.0 | -23848.8 | 1388795.0 |
| 603.131 | 2062.5 | -40417.7 | 3179.2 | 0.0 | -15346.6 | 893684.3 |
| 603.132 | 2690.6 | -40194.1 | 2825.5 | 0.0 | -15237.5 | 887332.1 |
| 603.133 | 59196.3 | 20945.6 | -10971.6 | 0.0 | 25445.5 | -1481782.0 |
| 603.134 | 59824.3 | 21169.2 | -11325.2 | 0.0 | 25548.6 | -1487781.0 |
| 603.135 | 18979.8 | -21715.2 | 377.3 | 0.0 | -31575.1 | 1838729.0 |
| 603.136 | 19607.8 | -21491.7 | 23.6 | 0.0 | -31454.9 | 1831730.0 |
| 603.137 | 76113.5 | 39648.1 | -13773.5 | 0.0 | 9219.8 | -536898.8 |
| 603.138 | 76741.6 | 39871.6 | -14127.2 | 0.0 | 9328.9 | -543251.9 |
| 603.139 | 294.8 | -41878.7 | 3577.5 | 0.0 | -15465.8 | 900625.2 |
| 603.140 | 922.9 | -41655.1 | 3223.7 | 0.0 | -15356.7 | 894272.2 |
| 603.141 | 57428.6 | 19484.6 | -10573.3 | 0.0 | 25325.3 | -1474783.0 |
| 603.142 | 58056.6 | 19708.2 | -10927.1 | 0.0 | 25428.4 | -1480782.0 |
| 603.143 | 20747.5 | -20254.2 | -20.8 | 0.0 | -31454.9 | 1831730.0 |
| 603.144 | 21375.5 | -20030.7 | -374.6 | 0.0 | -31334.7 | 1824731.0 |
| 603.145 | 77881.2 | 41109.0 | -14171.6 | 0.0 | 9339.0 | -543839.9 |
| 603.146 | 78509.3 | 41332.5 | -14525.4 | 0.0 | 9448.1 | -550192.9 |
| 603.147 | -9591.6 | -51459.2 | 3552.3 | 0.0 | -14134.9 | 823123.6 |
| 603.148 | -8963.6 | -51235.6 | 3198.6 | 0.0 | -14025.8 | 816771.6 |
| 603.149 | 70850.4 | 31987.1 | -11344.6 | 0.0 | 24226.5 | -1410792.0 |
| 603.150 | 71478.5 | 32210.6 | -11698.3 | 0.0 | 24346.7 | -1417791.0 |
| 603.151 | 7325.6 | -32756.8 | 750.3 | 0.0 | -30356.1 | 1767740.0 |
| 603.152 | 7953.7 | -32533.2 | 396.6 | 0.0 | -30253.1 | 1761740.0 |
| 603.153 | 87767.7 | 50689.6 | -14146.5 | 0.0 | 8008.1 | -466338.2 |
| 603.154 | 88395.7 | 50913.1 | -14500.2 | 0.0 | 8117.2 | -472691.3 |
| 603.155 | -11359.3 | -52920.1 | 3950.5 | 0.0 | -14254.1 | 830064.6 |
| 603.156 | -10731.3 | -52696.6 | 3596.7 | 0.0 | -14145.0 | 823711.5 |
| 603.157 | 69082.7 | 30526.2 | -10946.3 | 0.0 | 24106.3 | -1403793.0 |
| 603.158 | 69710.8 | 30749.7 | -11300.1 | 0.0 | 24226.5 | -1410792.0 |
| 603.159 | 9093.3 | -31295.8 | 352.2 | 0.0 | -30235.9 | 1760740.0 |
| 603.160 | 9721.4 | -31072.2 | -1.6 | 0.0 | -30132.9 | 1754741.0 |
| 603.161 | 89535.4 | 52150.5 | -14544.7 | 0.0 | 8127.3 | -473279.3 |
| 603.162 | 90163.4 | 52374.0 | -14898.4 | 0.0 | 8236.4 | -479632.3 |
| 603.227 | 21326.6 | -19201.3 | -1360.8 | 0.0 | -1197.4 | 69730.7 |
| 603.228 | 23420.1 | -18456.2 | -2539.9 | 0.0 | -833.8 | 48554.8 |
| 603.229 | 38466.7 | -792.4 | -5606.0 | 0.0 | 11039.5 | -642868.2 |
| 603.230 | 40560.2 | -47.2 | -6785.2 | 0.0 | 11403.1 | -664044.1 |
| 603.231 | 38243.9 | -498.8 | -4162.7 | 0.0 | -17427.3 | 1014850.0 |
| 603.232 | 40337.4 | 246.3 | -5341.9 | 0.0 | -17057.2 | 993301.6 |
| 603.233 | 55384.0 | 17910.1 | -8408.1 | 0.0 | -5183.9 | 301877.5 |
| 603.234 | 57477.5 | 18655.2 | -9587.1 | 0.0 | -4820.3 | 280702.6 |
| 603.235 | 17830.4 | -22513.8 | -1248.9 | 0.0 | -833.9 | 48561.8 |
| 603.236 | 19923.9 | -21768.6 | -2428.0 | 0.0 | -470.3 | 27387.0 |
| 603.237 | 41963.0 | 2520.1 | -5718.0 | 0.0 | 10676.0 | -621700.3 |
| 603.238 | 44056.5 | 3265.3 | -6897.1 | 0.0 | 11039.6 | -642875.3 |
| 603.239 | 34747.6 | -3811.3 | -4050.9 | 0.0 | -17057.4 | 993308.5 |
| 603.240 | 36841.1 | -3066.1 | -5229.9 | 0.0 | -16693.7 | 972132.6 |
| 603.241 | 58880.3 | 21222.5 | -8519.9 | 0.0 | -5547.4 | 323045.4 |
| 603.242 | 60973.7 | 21967.7 | -9699.0 | 0.0 | -5183.8 | 301870.5 |
| 603.243 | 19558.9 | -20662.3 | -962.7 | 0.0 | -1316.6 | 76670.7 |
| 603.244 | 21652.4 | -19917.1 | -2141.7 | 0.0 | -953.0 | 55495.8 |
| 603.245 | 36699.1 | -2253.3 | -5207.9 | 0.0 | 10920.3 | -635928.3 |
| 603.246 | 38792.5 | -1508.2 | -6386.9 | 0.0 | 11283.9 | -657103.1 |
| 603.247 | 40011.6 | 962.1 | -4561.0 | 0.0 | -17307.1 | 1007851.0 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 603.248 | 42105.1 | 1707.2 | -5740.1 | 0.0 | -16938.0 | 986360.6 |
| 603.249 | 57151.7 | 19371.1 | -8806.2 | 0.0 | -5064.7 | 294936.5 |
| 603.250 | 59245.2 | 20116.2 | -9985.3 | 0.0 | -4701.1 | 273761.7 |
| 603.251 | 16062.7 | -23974.7 | -850.7 | 0.0 | -953.1 | 55502.8 |
| 603.252 | 18156.2 | -23229.6 | -2029.9 | 0.0 | -589.5 | 34327.9 |
| 603.253 | 40195.3 | 1059.1 | -5319.8 | 0.0 | 10556.8 | -614759.4 |
| 603.254 | 42288.8 | 1804.3 | -6498.8 | 0.0 | 10920.4 | -635935.3 |
| 603.255 | 36515.3 | -2350.3 | -4449.1 | 0.0 | -16938.2 | 986367.6 |
| 603.256 | 38608.8 | -1605.3 | -5628.2 | 0.0 | -16574.5 | 965192.7 |
| 603.257 | 60647.9 | 22683.5 | -8918.1 | 0.0 | -5428.2 | 316105.4 |
| 603.258 | 62741.4 | 23428.7 | -10097.3 | 0.0 | -5064.6 | 294929.5 |

**Calcolo resistenze**

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$ 90333.1 N

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$ 389054.8 N

| Bull. | $F_{f,Rd}$ [N] | $F_{t,Rd}$ [N] |
|---|---|---|
| 1 | 89103.8 | 89103.8 |
| 2 | 89103.8 | 89103.8 |
| 3 | 89103.8 | 89103.8 |
| 4 | 89103.8 | 89103.8 |

Legenda

$F_{f,Rd} = M_{res,m} / ( B_m \cdot R_m )$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [ F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd} ]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni $F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$ 60222.1 N

| Bull. | $F_{bf,x,Rd}$ [N] | $F_{v,x,Rd}$ [N] | $F_{bf,y,Rd}$ [N] | $F_{v,y,Rd}$ [N] |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 202353.0 | 60222.1 | 202353.0 | 60222.1 |
| 2 | 202353.0 | 60222.1 | 202353.0 | 60222.1 |
| 3 | 202353.0 | 60222.1 | 202353.0 | 60222.1 |
| 4 | 202353.0 | 60222.1 | 202353.0 | 60222.1 |

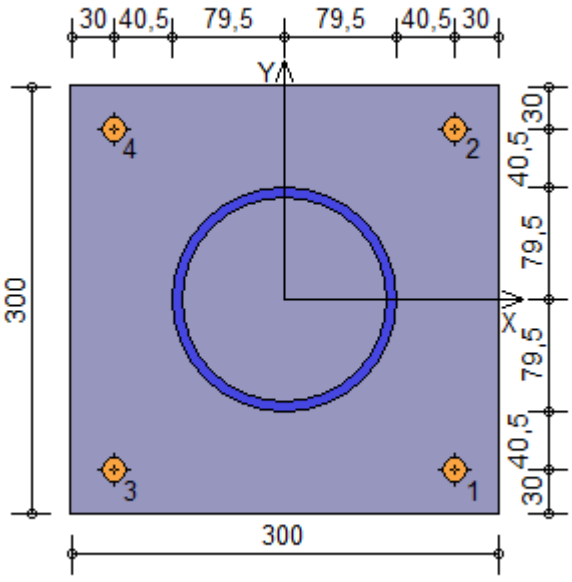
Legenda

$F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot Ø \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,x,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd} ]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot Ø \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,y,Rd} = \min [ F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd} ]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y




**Verifiche sui bulloni**

1-Taglio e trazione (Nodo n. 603, CMB n. 162)

| Bull. | X [mm] | Y [mm] | $F_{v,Ed}$ [N] | $F_{v,Rd}$ [N] | $F_{t,Ed}$ [N] | $F_{t,Rd}$ [N] | $FV_1$ | VER |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 120.00 | -120.00 | 26257.7 | 60222.1 | 0.0 | 89103.8 | 0.436015 | Ok |
| 2 | 120.00 | 120.00 | 26751.4 | 60222.1 | 0.0 | 89103.8 | 0.444212 | Ok |
| 3 | -120.00 | -120.00 | 25385.5 | 60222.1 | 0.0 | 89103.8 | 0.421531 | Ok |
| 4 | -120.00 | 120.00 | 25895.7 | 60222.1 | 0.0 | 89103.8 | 0.430004 | Ok |

2-Trazione (Nodo n. 603, CMB n. 155)

| Bull. | X [mm] | Y [mm] | $F_{t,Ed}$ [N] | $F_{t,Rd}$ [N] | $FV_2$ | VER |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 120.00 | -120.00 | 957.9 | 89103.8 | 0.010751 | Ok |
| 2 | 120.00 | 120.00 | 1017.3 | 89103.8 | 0.011417 | Ok |
| 3 | -120.00 | -120.00 | 957.9 | 89103.8 | 0.010751 | Ok |
| 4 | -120.00 | 120.00 | 1017.3 | 89103.8 | 0.011417 | Ok |

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
$F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
$F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
$F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
$FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / ( 1.4 \cdot F_{t,Rd} )$
$FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
VER $\rightarrow$ $FV_i \leq 1$

**Verifiche a flessione piastra in zona compressa**

Sezione parallela a X a filo della trave (Nodo n. 207, CMB n. 50)

| | | |
|---|---|---|
| Pressione media a bordo piastra | $p_{med}$ = 1,22 N/mm² | |
| Carico lineare sbalzo | $q_{lin}$ = 365,78 N/mm | |
| Lunghezza sbalzo | $L_s$ = 70,5 mm | |
| Modulo di resistenza minimo | $W_{min}$ = 31250,0 mm³ | |
| Momento resistente | $M_{p,Rd}$ = | 8184524,0 N mm |
| Momento massimo | $M_{p,Ed}$ = | 909011,1 N mm |

$M_{p,Ed} / M_{p,Rd}$ = 0,111065 Ok

Sezione parallela a Y a filo della trave (Nodo n. 207, CMB n. 50)

| | | |
|---|---|---|
| Pressione media a bordo piastra | $p_{med}$ = 1,21 N/mm² | |
| Carico lineare sbalzo | $q_{lin}$ = 363,90 N/mm | |
| Lunghezza sbalzo | $L_s$ = 70,5 mm | |
| Modulo di resistenza minimo | $W_{min}$ = 31250,0 mm³ | |
| Momento resistente | $M_{p,Rd}$ = | 8184524,0 N mm |
| Momento massimo | $M_{p,Ed}$ = | 904334,6 N mm |

$M_{p,Ed} / M_{p,Rd}$ = 0,110493 Ok

**Verifica del momento di progetto del giunto** (Nodo n. 603, CMB n. 155)

| | | |
|---|---|---|
| Momento resistente del giunto | $M_{j,Rd}$ = | 53462280.0 N mm |
| Momento di progetto | $M_{j,Ed}$ = | 606829.9 N mm |

$M_{j,Ed} / M_{j,Rd}$ = 0.011351 Ok

## Ancoraggio

Tirafondi con rosette saldate

| | | |
|---|---|---|
| Lunghezza tirafondi | $L_t$ = | 200 mm |
| Lunghezza di aderenza | $L_a$ = | 155 mm |
| Materiale rosette | Acciaio S355 | |
| Spessore rosette | $s_r$ = | 15 mm |
| Diametro rosette | $Ø_r$ = | 100 mm |

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (640 mm)

Calcestruzzo

| | | |
|---|---|---|
| Resistenza cubica caratteristica a compressione | $R_{ck}$ = | 40.00 N/mm² |
| Resistenza cilindrica caratteristica a compressione | $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$ = | 33.20 N/mm² |
| Resistenza di calcolo a compressione | $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$ = | 18.81 N/mm² |
| Resistenza caratteristica a trazione | $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3}$ = | 2.17 N/mm² |
| Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo | $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_C$ = | 3.25 N/mm² |

**Compressione massima calcestruzzo** (Nodo n. 207, CMB n. 50)

$p_{max}$ = 1.22 N/mm$^2$ < $f_{cd}$ Ok

**Verifica ancoraggio**

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 603, CMB n. 155)

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [ F_{t,Ed} ] =$ 1017.3 N

Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ($L_a$ = 155 mm)

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_a \cdot \pi \cdot Ø \cdot f_{bd} =$ 25351.5 N

$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed}$ Ok

La resistenza a trazione per aderenza è superiore alla trazione di progetto dell'ancoraggio, pertanto le rosette sono scariche

# 13. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICHE

## 13.1 RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Si rimanda alla relazione geologica.

# 14. RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO

Si rimanda alla relazione geologica e geotecnica ed alla relazione sulle opere di fondazione.