



Settore Lavori Pubblici
Servizio Edilizia Scolastica e Patrimonio

**LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI
DELLA SEDE DEL LICEO ARTISTICO “NERVI-SEVERINI”,
VIA TOMBESI DALL’OVA, 14 - RAVENNA**

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

| | |
|---|--|
| Presidente: Michele de Pascale | Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: María Luisa Martinez |
| Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile | Responsabile del Servizio: Arch.Giovanna Garzanti |

| | |
|--------------------------------------|---|
| RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: | Arch. Giovanna Garzanti |
| PROGETTISTA COORDINATORE: | Arch. Giovanna Garzanti |
| PROGETTISTI OPERE ARCHITETTONICHE: | Arch. Giovanna Garzanti Ing. Barbara Contessi |
| COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE: | Ing. Giulia Angeli P.I. Andrea Bezzi Ing. Junior Annalisa Bollettino Ing. Tiziana Napoli |
| ELABORAZIONE GRAFICA: | Ing. Giulia Angeli, Ing. Barbara Contessi |

Professionisti esterni:

| | |
|--|---|
| PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI: | Ing. Mario De Lorenzi |
| PROGETTISTA IMPIANTI IDRICI E MECCANICI: | P.I. Miroco Bondi P.I. Alberto Cortini |
| PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI: | P.I. Nicola Bersani |
| COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: | Arch. Paola Sanapo |
| PROGETTISTA PREVENZIONE INCENDI: | P. I. Alberto Cortini |

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE STRUTTURALI

| | | | | |
|---|-------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| Codice elaborato: PDE_STR_01_01 | Revisione: 01 | Data: 26.03.2021 | Scala: VAR. | Nome file di archiviazione: PDE_STR_01_REL.CALC_r.01 |
|---|-------------------------|----------------------------|-----------------------|--|

| | | |
|---|--|---|
| PROFESSIONISTA RESPONSABILE: Ing. Mario De Lorenzi | FIRMATO DIGITALMENTE <i>Timbro e firma del Professionista</i> | FIRMATO DIGITALMENTE <i>Il progettista coordinatore Arch. Giovanna Garzanti</i> |
| | | FIRMATO DIGITALMENTE <i>Il Responsabile Unico del Procedimento Arch. Giovanna Garzanti</i> |

| Rev. | Descrizione | Redatto: | Controllato: | Approvato: | Data: |
|------|-------------|----------|--------------|------------|------------|
| 00 | EMISSIONE | M.D.L. | S.M. | M.D.L. | 10.02.2021 |
| 01 | REVISIONE | M.D.L. | S.M. | M.D.L. | 26.03.2021 |
| 02 | | | | | |
| 03 | | | | | |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

**LAVORI DI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI
LOCALI SEDE DEL LICEO ARTISTICO “NERVI - SEVERINI”, VIA TOMBESI
DALL’OVA 14 – RAVENNA**

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE DELL’INTERVENTO LOCALE



Sommario

| | |
|--|-----|
| OGGETTO | 3 |
| L'EDIFICIO | 3 |
| L'INTERVENTO | 3 |
| LA SCALA EST | 4 |
| LA SCALA OVEST | 4 |
| ALTRÉ OPERE PREVISTE | 4 |
| CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO | 5 |
| IL FABBRICATO ESISTENTE | 5 |
| CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE | 5 |
| INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE E DELL'UNITA' STRUTTURALE | 7 |
| MODELLAZIONE E ANALISI NUMERICHE | 16 |
| MODELLAZIONE | 16 |
| ANALISI NUMERICHE | 19 |
| PARAMETRI DI CALCOLO | 40 |
| LIVELLO DI CONOSCENZA | 46 |
| RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI | 46 |
| MATERIALI ESISTENTI | 46 |
| MATERIALI DI PROGETTO | 49 |
| STATO ATTUALE ANALISI MODALE COMPLESSIVA | 50 |
| STATO ATTUALE ANALISI STATICÀ LINEARE COMPLESSIVA | 52 |
| STATO ATTUALE ANALISI NON LINEARE STATICÀ COMPLESSIVA | 55 |
| STATO ATTUALE ANALISI NON LINEARE STATICÀ PORZIONE SU VIA TOMBESI DALL'OVA | 57 |
| STATO DI PROGETTO ANALISI NON LINEARE STATICÀ PORZIONE SU VIA TOMBESI DALL'OVA | 58 |
| CONFRONTO RISULTATI STATO DI FATTO - PROGETTO | 62 |
| STATO DI FATTO E DI PROGETTO ANALISI CINEMATICA | 63 |
| TABELLA RIEPILOGATIVA GENERALE DEI RISULTATI | 67 |
| VERIFICA SCALA OVEST SU VIA TOMBESI DALL'OVA | 68 |
| VERIFICA SOLAIO ESISTENTE | 69 |
| VERIFICA SCALA METALLICA | 73 |
| VERIFICA TRAVI | 75 |
| VERIFICA TIRANTI DI SOSPENSIONE | 78 |
| VERIFICA APPOGGI SULLE MURATURE | 80 |
| VERIFICA GIUNTO COSCIALI | 80 |
| VERIFICA FISSAGGIO GRADINI | 81 |
| VERIFICA PARAPETTO | 83 |
| VERIFICA DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE | 84 |
| VERIFICA SCALA EST – ASCENSORE ANGOLO VIA TOMBESI DALL'OVA VIA M. DENTE | 88 |
| VERIFICA SOLAIO ESISTENTE SU CENTRALE TERMICA | 95 |
| VERIFICA SOLAIO ESISTENTE SU SALA POMPE | 96 |
| VERIFICA SOLETTA DI PROGETTO SP. 15+4 | 97 |
| VERIFICA SOLAIO DI PROGETTO IN LAMIERA GRECATA | 99 |
| VERIFICA SOLAIO DI PROGETTO IN LATEROCEMENTO | 104 |
| VERIFICA TRAVI DI SOLAIO | 106 |
| VERIFICA SOLETTA SCALA | 117 |
| VERIFICHE STRUTTURA METALLICA ASCENSORE | 119 |
| VERIFICA FONDATIONE | 128 |
| RELAZIONE GEOTECNICA E SULLA FONDATIONE | 135 |
| VERIFICA APERTURE NEL SOLAIO DEL SOTTOTETTO | 143 |
| VERIFICA APERTURE NEL SOLAIO DEL COPERTO | 144 |

OGGETTO

Su incarico della Provincia di Ravenna, si procede alla redazione della progettazione strutturale dell'"intervento locale" della sede del Liceo Artistico "Nervi Severini" situata a Ravenna in Via Tombesi dall'Ova n° 14. L'intervento strutturale rientra in un complesso più ampio di lavori edili inquadrato come "Lavori di recupero edilizio ed adeguamento normativo di locali della sede del liceo artistico "Nervi – Severini", Via Tombesi dall'Ova 14 Ravenna.

L'EDIFICIO

L'edificio, di importanza storico–architettonica, è pervenuto alle competenze edilizie della Provincia di Ravenna a seguito della emanazione della legge n. 23/96 che ha trasferito alle Province la titolarità di tutte le scuole medie superiori.

L'immobile è composto da un corpo di fabbrica principale che circonda il chiostro, da Santa Maria delle Croci chiesa ad esso collegata, e da corpi secondari situati verso ovest.

La chiesa di santa Maria delle Croci non è di competenza della Provincia di Ravenna, essa viene inclusa nella modellazione di calcolo solo perché facente parte dell'aggregato edilizio.

L'organismo risulta essere in ottimo stato di conservazione, la sua manutenzione è stata sufficientemente curata nel tempo ed è anche adatto a svolgere la sua attuale funzione di plesso scolastico.

Per quanto riguarda la distribuzione, l'edificio si articola principalmente su due livelli fuori terra, destinati ad attività scolastica (aula, uffici, servizi, depositi, corridoi, ecc.).

La porzione su Via Tombesi dall'Ova ha anche un terzo livello, con solai ricostruiti negli anni ottanta, attualmente completo "al grezzo".

L'INTERVENTO

Per poter utilizzare gli spazi del solaio del piano secondo, creati negli anni ottanta mediante la ricostruzione del solaio stesso, si procede ora alla progettazione delle opere necessarie a creare gli accessi al piano stesso.

Lo spazio interessato riguarda esclusivamente l'ala su via Tombesi dall'Ova, per una lunghezza di circa 52 ml e larghezza di circa 7 ml.

Il piano secondo è attualmente finito al grezzo, per poter utilizzare gli spazi per la didattica occorre creare, per motivi di sicurezza, due accessi al piano. Si è quindi prevista, sul lato est del corpo, la realizzazione di una nuova scala che parte dal piano terra e raggiunge il piano secondo e, sul lato ovest, il proseguimento della scala esistente dal piano primo al secondo.

LA SCALA EST

La scala est parte da un nuovo accesso su strada, in Via Dente, si collega al piano terra dell'edificio, prosegue con un piano ammezzato, raggiunge il piano primo e infine arriva al piano secondo. Al centro del vano scale sarà realizzato un ascensore con struttura metallica di sostegno.

Per la creazione della scala dovranno essere demolite alcune porzioni di solai del piano primo e secondo, dovrà essere demolita una porzione di setto murario dal piano terra al piano primo e per la realizzazione della fondazione dovrà essere demolita una fossa biologica di grandi dimensioni.

La nuova fondazione sarà costituita da una soletta in c.a. da cui spiccheranno una parete in muratura (in c.a. nella prima elevazione) e la struttura dell'ascensore. Al piano terra si realizzerà la soletta in c.a. della scala e ripristino del solaio con nuovo orizzontamento in laterocemento. Un piccolo nuovo piano ammezzato sempre con scala in c.a. e nuovo solaio in laterocemento e in parte anche in lamiera grecata e getto, permetterà la creazione di un nuovo piccolo locale tecnico ed anche l'accesso al solaio esistente sopra alla centrale termica.

Al piano primo e secondo si realizzeranno la soletta in c.a. della scala e il ripristino del solaio con nuova porzione in laterocemento. Al piano soffitto del piano secondo si eseguirà una piccola demolizione per il passaggio dell'extracorsa dell'ascensore.

La scala ha una larghezza netta di almeno 1.20 ml essendo anche uscita di sicurezza

LA SCALA OVEST

La scala ovest è il proseguimento della scala adiacente all'ingresso principale dell'istituto. Tale scala parte dal piano terra dell'edificio e raggiunge il piano primo. La nuova scala dovrà proseguire dal piano primo al secondo. Si dovrà eseguire una demolizione parziale del solaio del piano secondo per ricavare lo spazio di appoggio tra i due piani. Per il sostegno della nuova scala, realizzata in metallo e pietra, sono previsti degli inserti a muro e delle sospensioni collegate a due nuove travate metalliche da posizionare a livello del soffitto del piano secondo.

ALTRÉ OPERE PREVISTE

Per garantire il necessario rapporto di illuminazione risulta necessario rifilare gli sguinci delle aperture esistenti (circa 8 cm) e abbassare la banchina. L'intervento di per se è singolarmente modesto ma esteso a tutte le aperture diviene sistematico per cui si prevede per ogni apertura la sostituzione delle architravi ligne con nuove in metallo o laterocemento, di lunghezza adeguata.

Per compensare l'indebolimento dei muri del piano si prevede di compensare ingrossando la parete interna del grande vano sul lato ovest. Attualmente questa porzione ha la parete interna con spessore due teste. Si prevede di portare anche questa porzione a tre teste, come tutto il resto del piano. L'intervento si sviluppa su una lunghezza di circa 23 ml.

Per garantire sufficiente illuminazione si prevede anche la realizzazione di lucernari in copertura.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

Le opere previste non modificano il comportamento complessivo del fabbricato ma interessano solo porzioni ridotte e sono tutte migliorative. L'intervento ricade quindi nell'ambito dell'"intervento locale" come si verificherà anche numericamente nelle pagine successive.

IL FABBRICATO ESISTENTE

Il fabbricato è stato oggetto preventivamente oggetto di verifica di vulnerabilità da parte del sottoscritto.

Tutto il materiale prodotto per la verifica è parte integrante del presente progetto.

Alcune parti di questa relazione sono tratte da questa documentazione e qui inserite per un più semplice riscontro.



Il complesso, nel tempo, ha subito interventi, anche pesanti, di rifacimento di tutti i solai. Gli interventi non hanno modificato l'originaria tipologia edilizia ma hanno consentito l'uso del complesso per le attività didattiche.

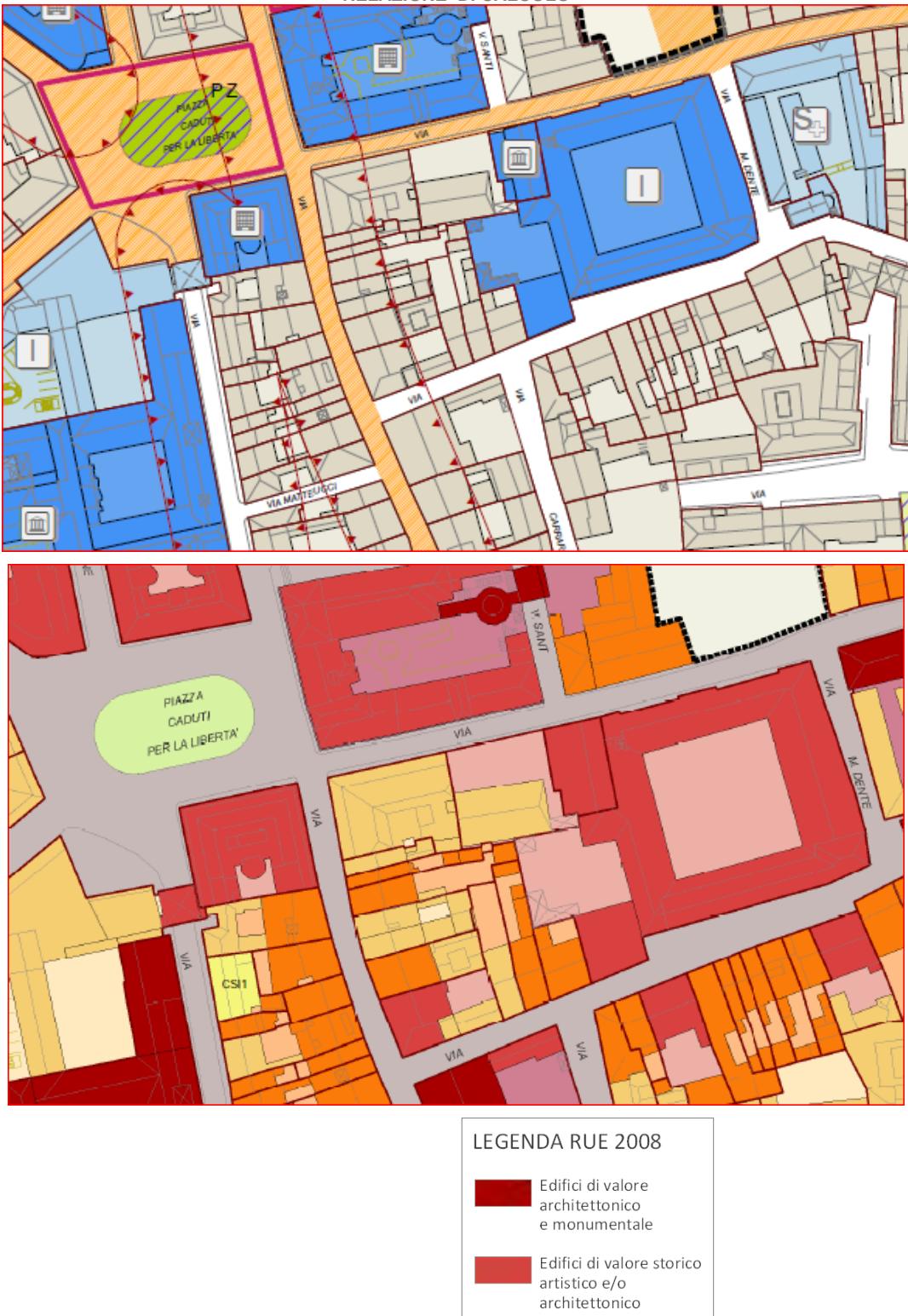
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Come accennato in precedenza l'edificio oggetto di intervento è costituito da un unico corpo di fabbrica in parte modificato nel corso del tempo, ma che si presenta compatto nelle caratteristiche costruttive.

I solai di copertura sono realizzati con strutture portanti in metallo e falde in laterocemento, tutti in ottimo stato di conservazione, i piani sottostanti hanno solai di varia natura, indagati nel 2012 con indagine termografica e valutati anche nel corso degli accertamenti tecnici del 1999.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



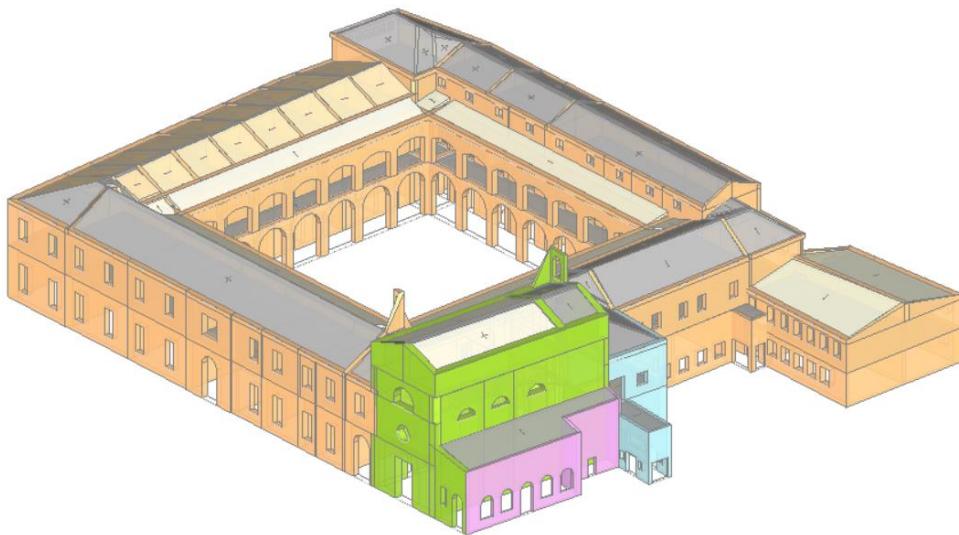
Estratto planimetrico del RUE 2008, il complesso è individuato tra i complessi di pregio architettonico,

INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE E DELL'UNITÀ STRUTTURALE

Il complesso risulta formato da un unico aggregato, si sviluppa in un piano terra, un piano primo, un piano sottotetto solo su via T. dall'Ova, e coperture.

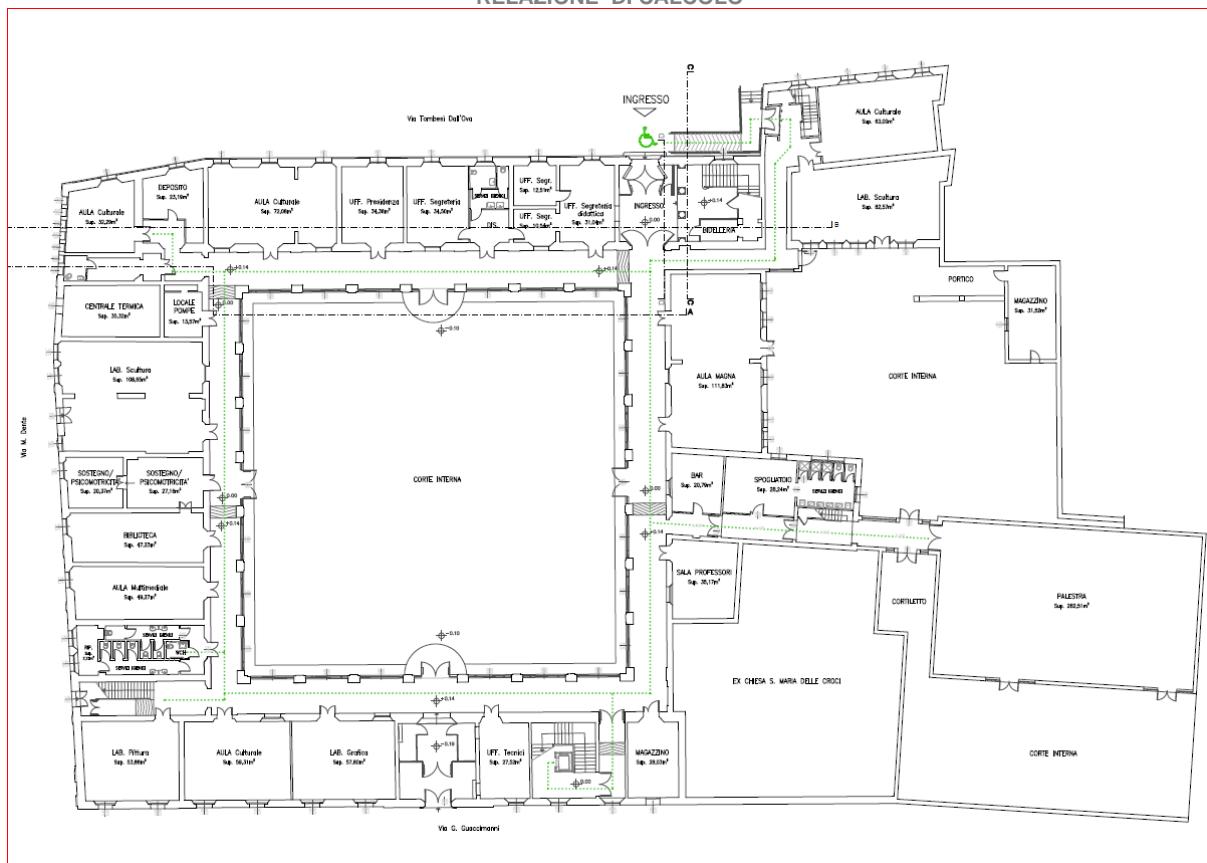
Individuare l'unità strutturale risulta difficile e non significativo: si sono fatte numerose modellazioni sia dell'intero complesso, sia di una ragionevole partizione in sottounità.

Nella modellazione complessiva, considerando l'intero complesso come un'unica unità strutturale, la geometria chiusa, a chiostro, risulta particolarmente efficiente nei riguardi delle azioni orizzontali. L'analisi fornisce, di conseguenza, dei risultati che si ritengono sovrastimati. Limitarsi a questa modellazione, del tutto simile ad una "sezione sottile chiusa" viene considerato non esaustivo per la conoscenza del comportamento della scuola. Oltre alla modellazione globale, sono state sviluppate e sei modellazioni ulteriori: i quattro lati del chiostro, il corpo "ex Giardino di infanzia e la chiesa. I risultati dei singoli corpi sono sempre inferiori in termini di tempo di ritorno in capacità. A favore di sicurezza vengono ritenuti più attendibili.



Progetto definitivo-esecutivo

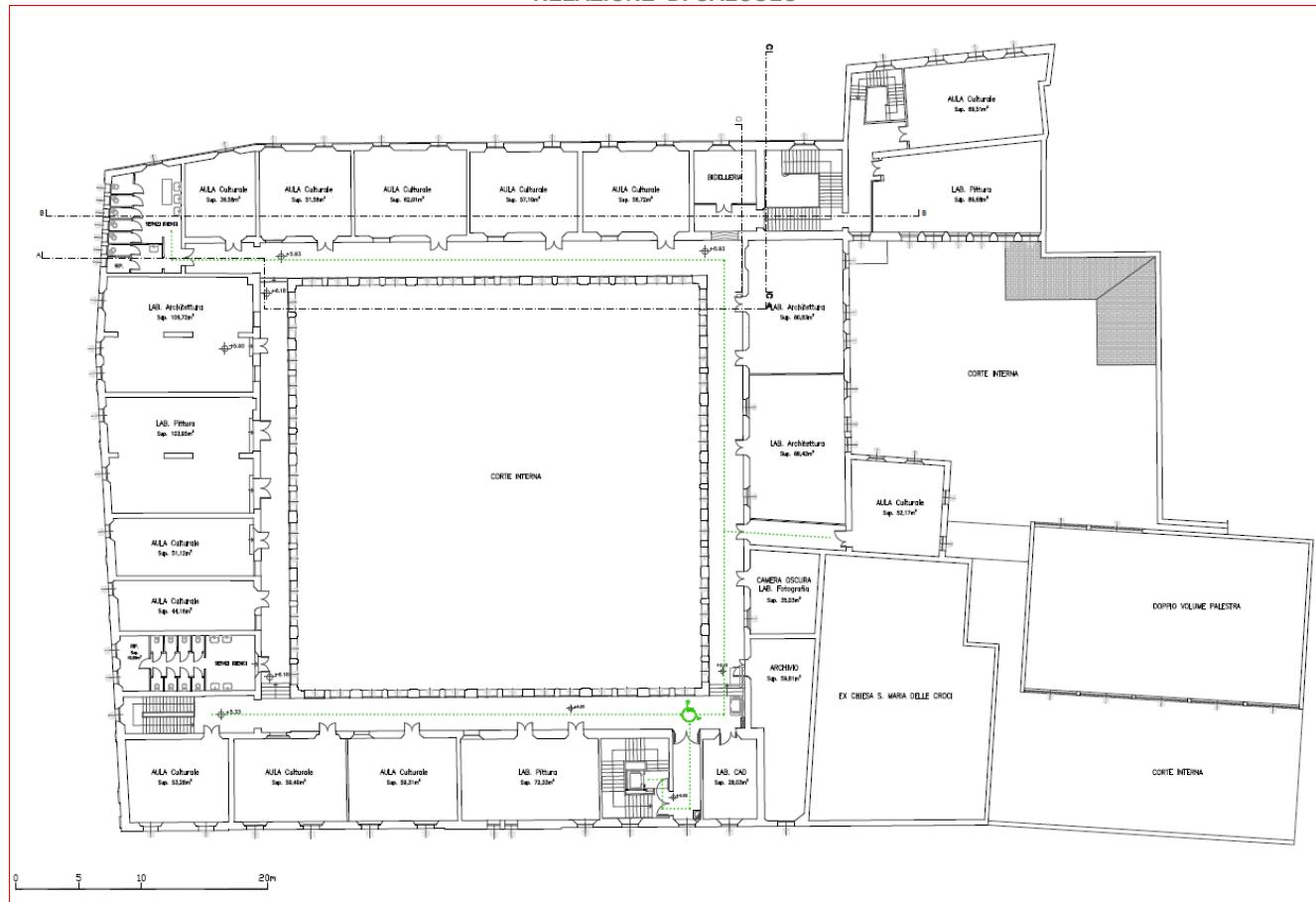
RELAZIONE DI CALCOLO



Pianta piano terra

Progetto definitivo-esecutivo

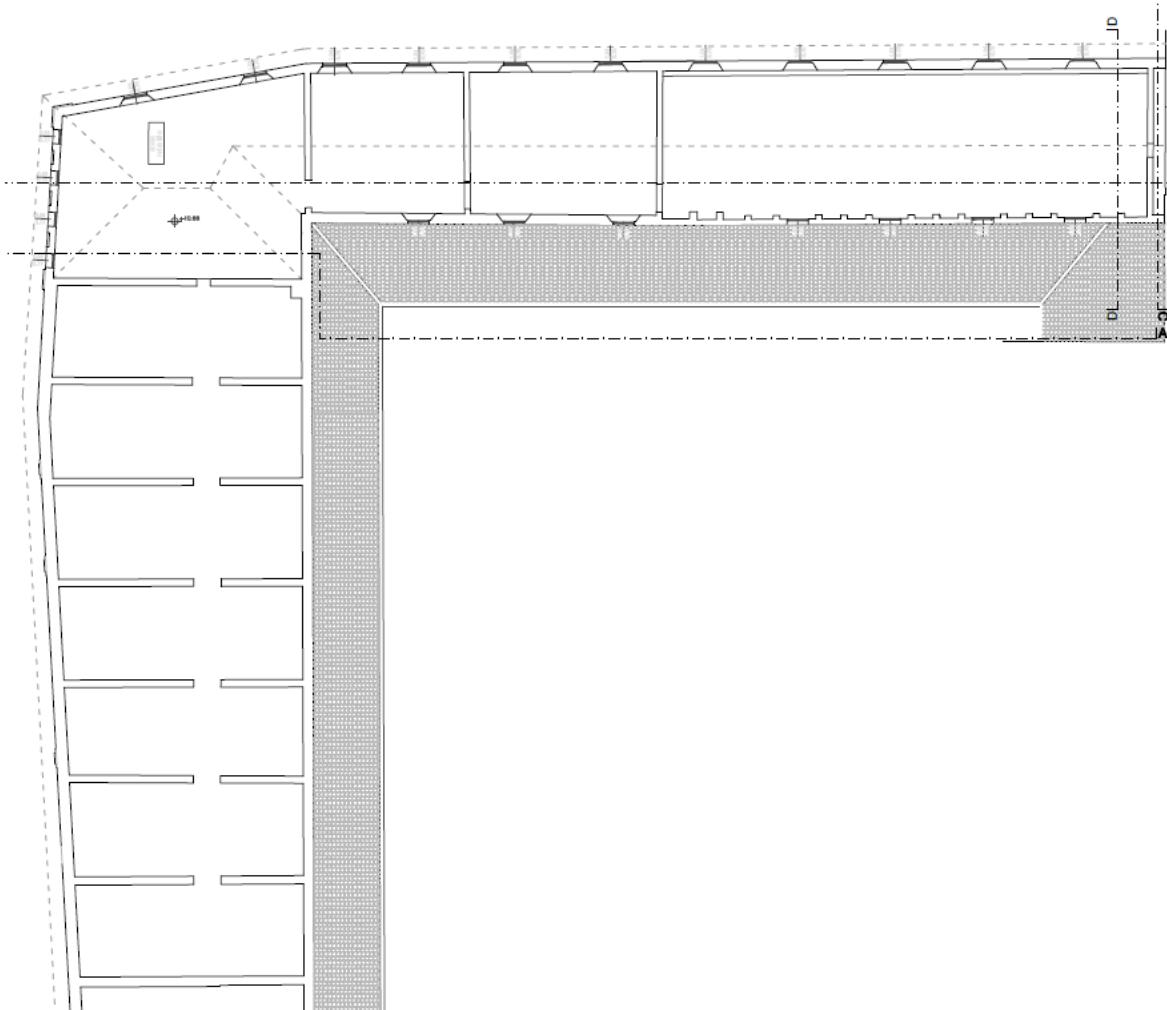
RELAZIONE DI CALCOLO



Pianta piano primo

Progetto definitivo-esecutivo

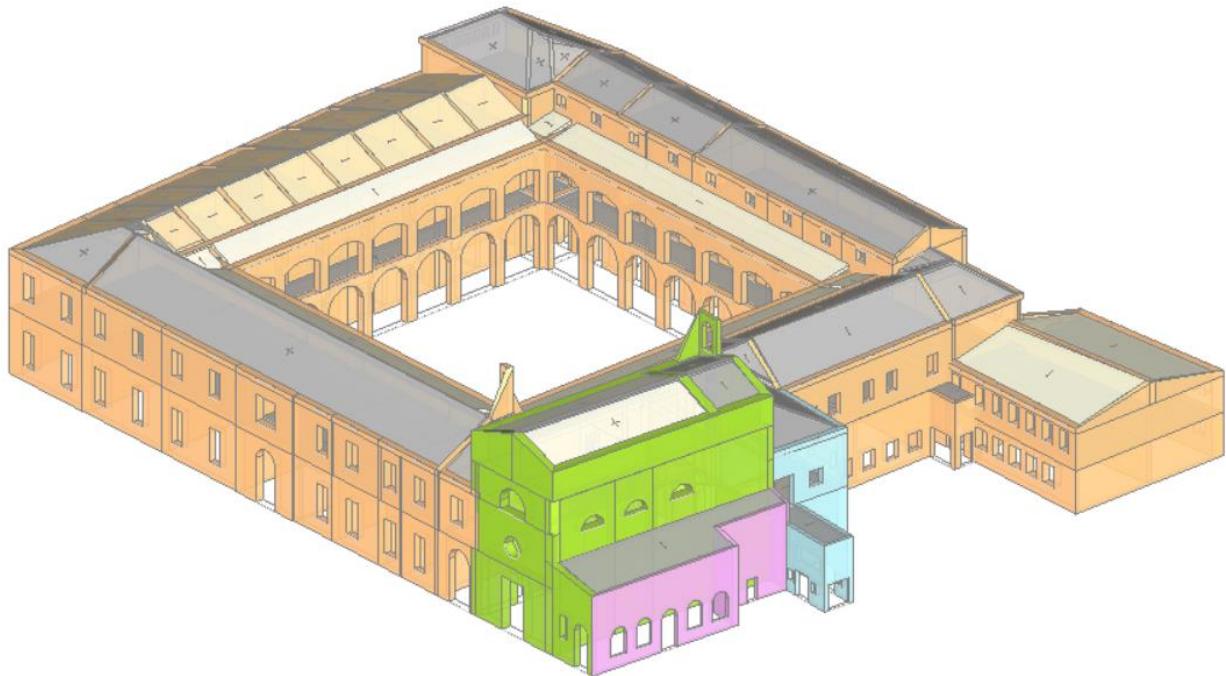
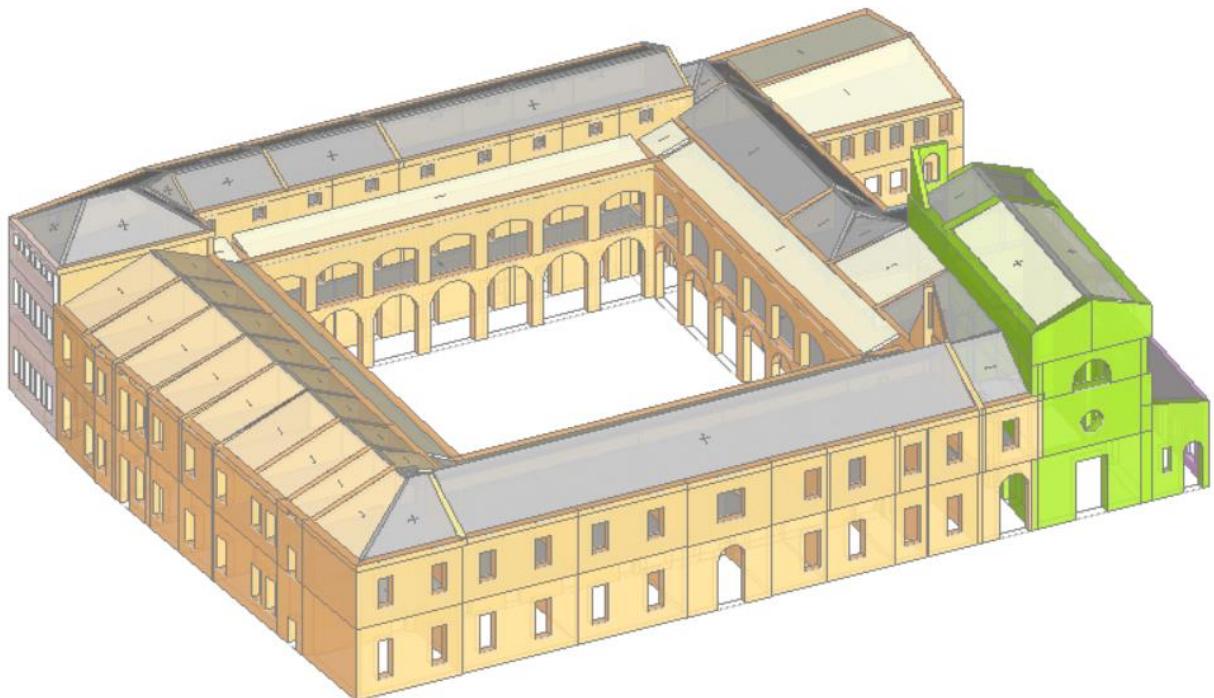
RELAZIONE DI CALCOLO



Pianta sottotetto

INDIVIDUAZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE E DELL'UNITÀ STRUTTURALE

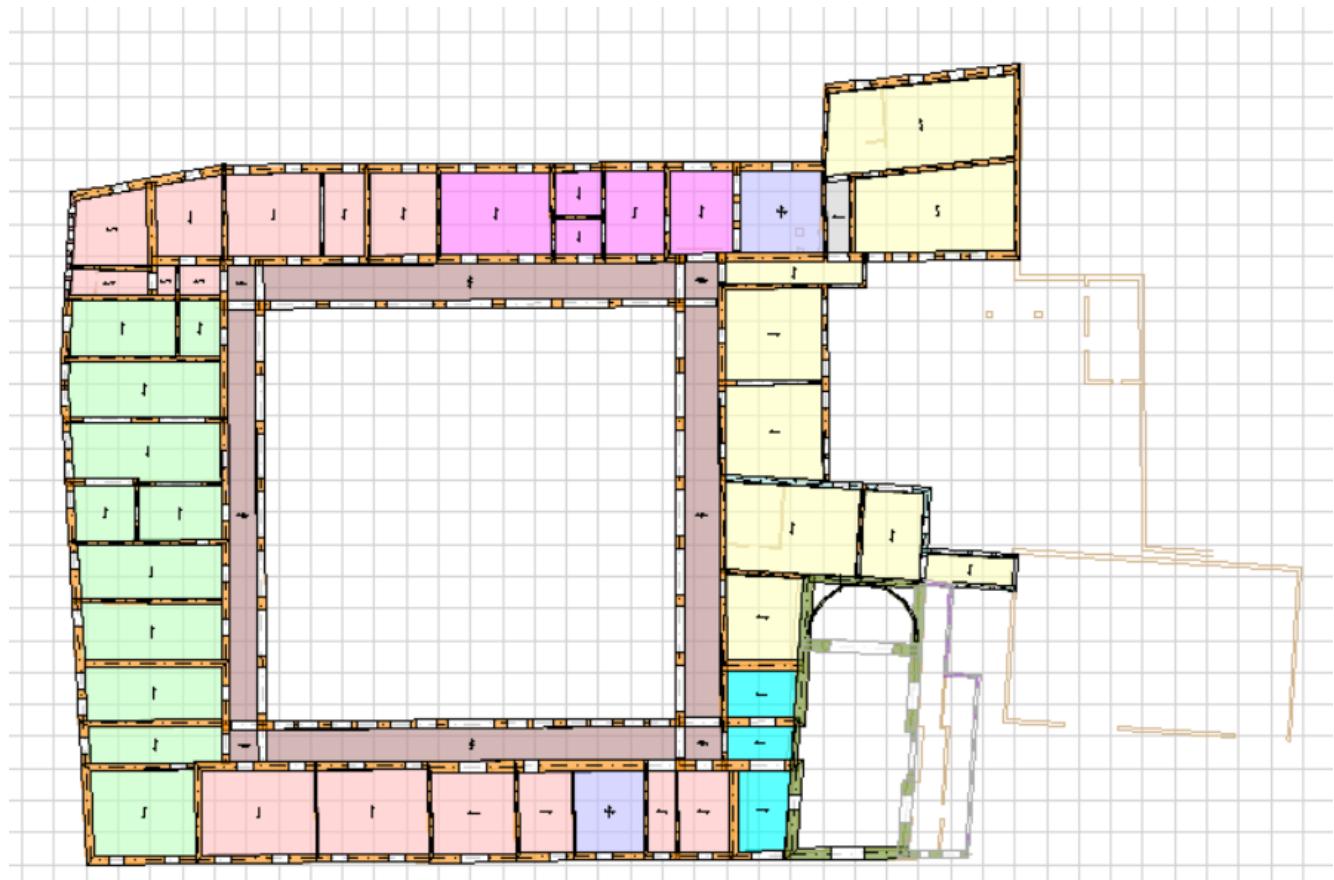
Il complesso risulta formato da un unico aggregato in cui le unità strutturali sono di difficile individuazione; esso si sviluppa in un piano terra, un piano primo, un piano e coperture.



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Nelle calcolazioni si è realizzato il modello complessivo differenziando il corpo principale costituito dal chiostro, il corpo della chiesa, il corpo di collegamento verso la palestra e il corpo sudovest.



Muri piano terra con solai piano primo

Progetto definitivo-esecutivo

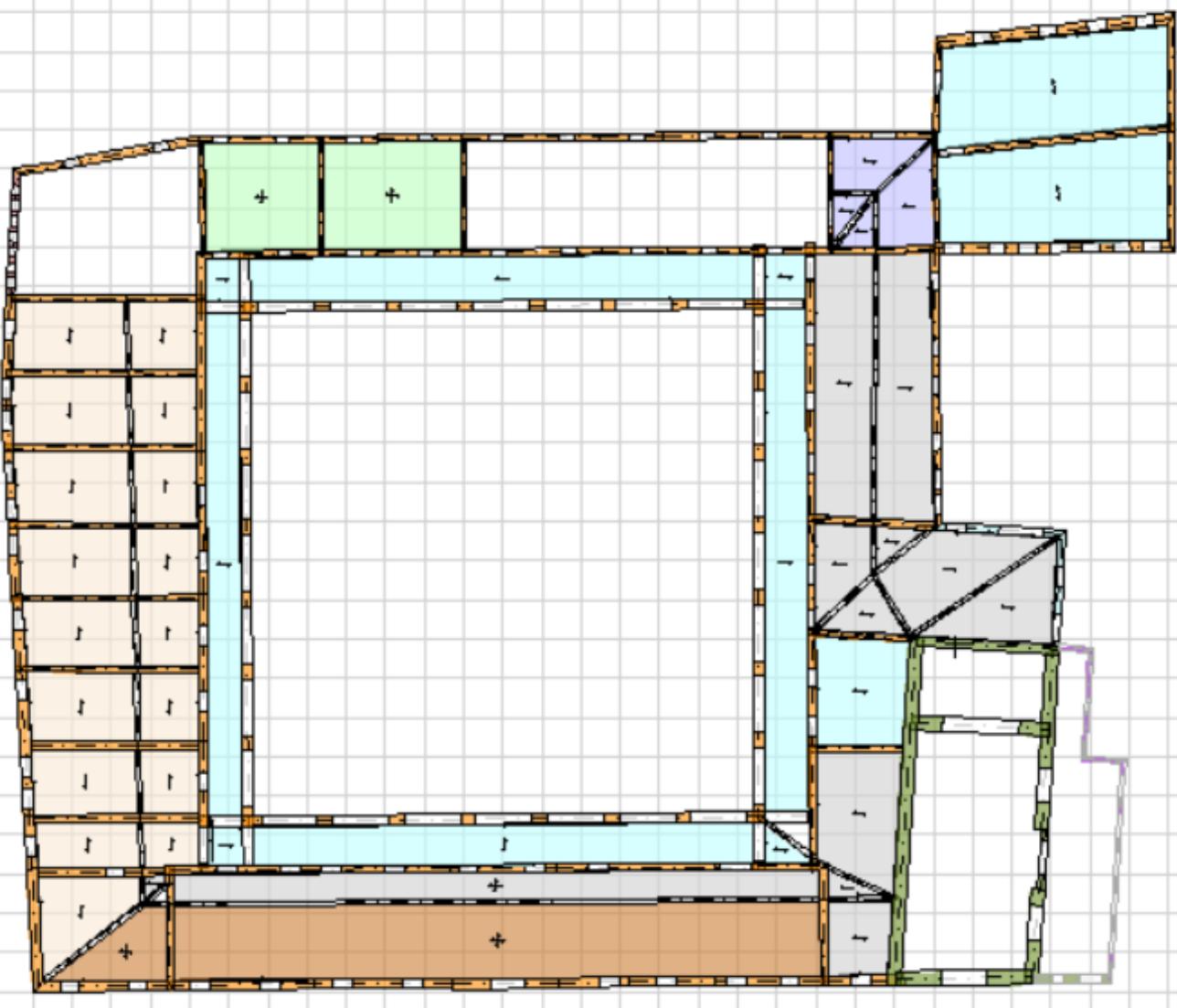
RELAZIONE DI CALCOLO



muri piano primo solai sottotetto/secondo

Progetto definitivo-esecutivo

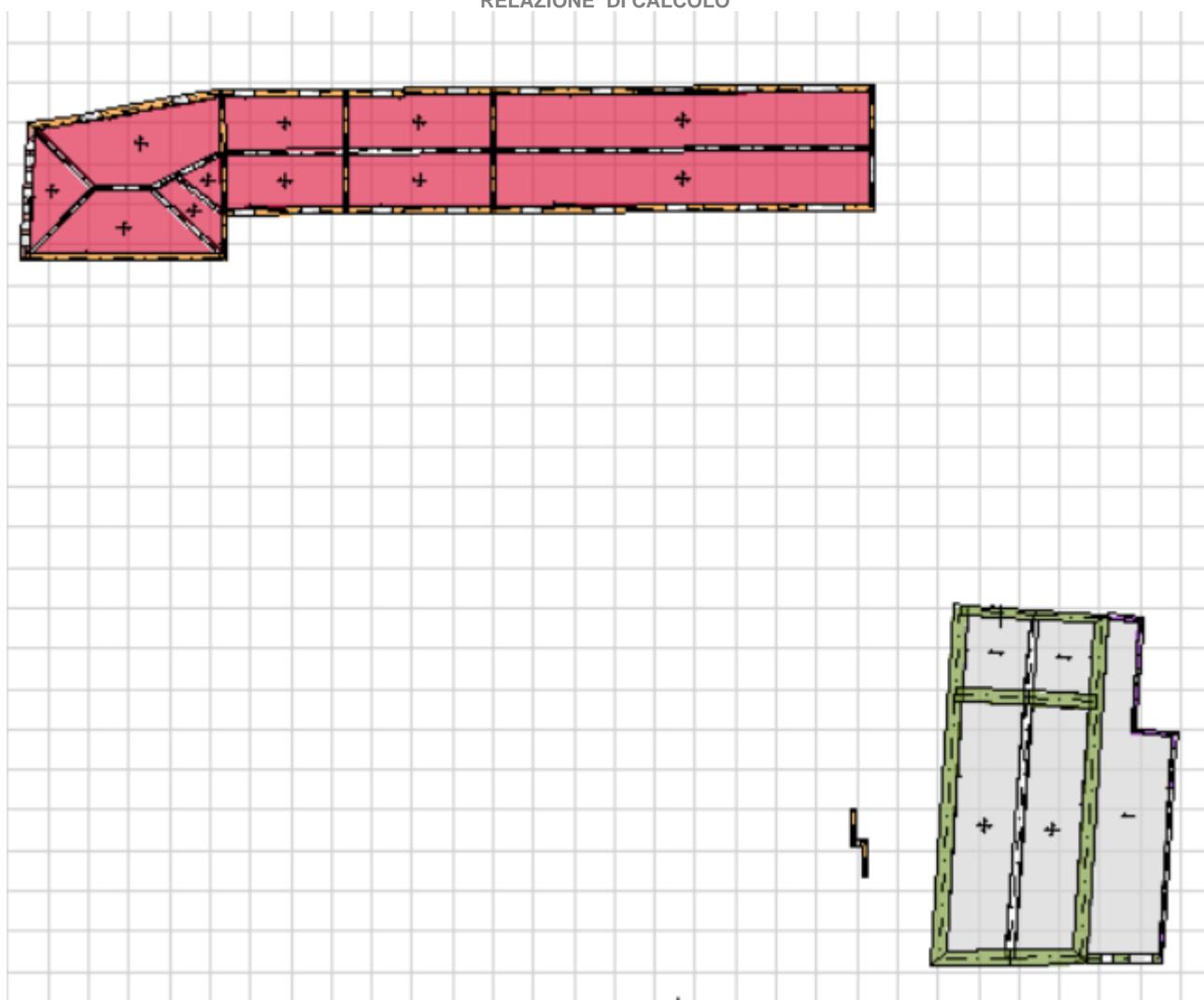
RELAZIONE DI CALCOLO



muri piano sottotetto/secondo solai coperto basso

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



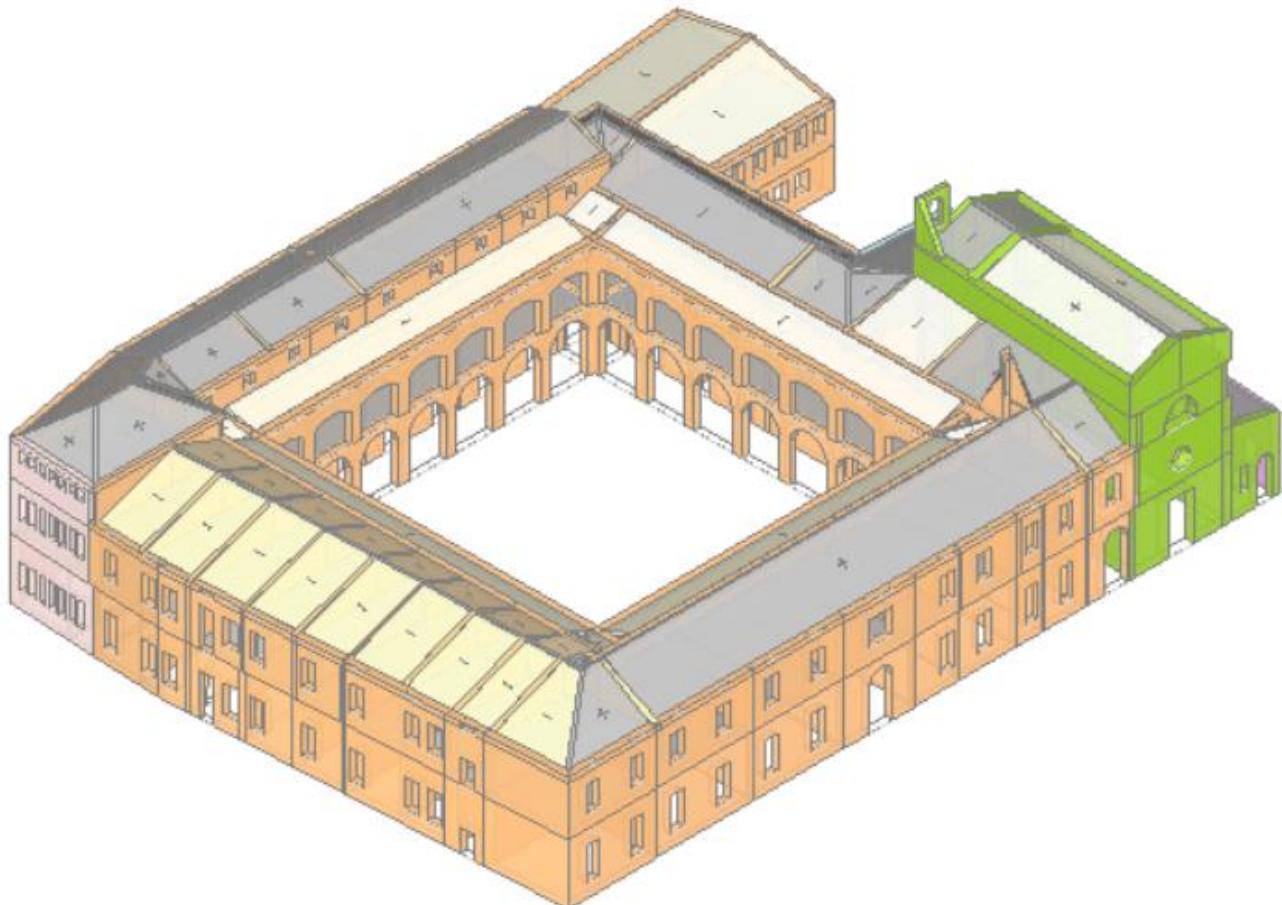
Pianta coperture

MODELLAZIONE E ANALISI NUMERICHE

MODELLAZIONE

La modellazione della struttura è finalizzata alle calcolazioni da svolgere e ai programmi di calcolo utilizzati.

Si è partiti dal modello generale per la verifica di vulnerabilità del fabbricato. Il modello è completo e permette di creare il modello di calcolo a telaio equivalente. Dal modello generale sono poi stati creati dei sottomodelli per analizzare con più precisione le varie porzioni del complesso.



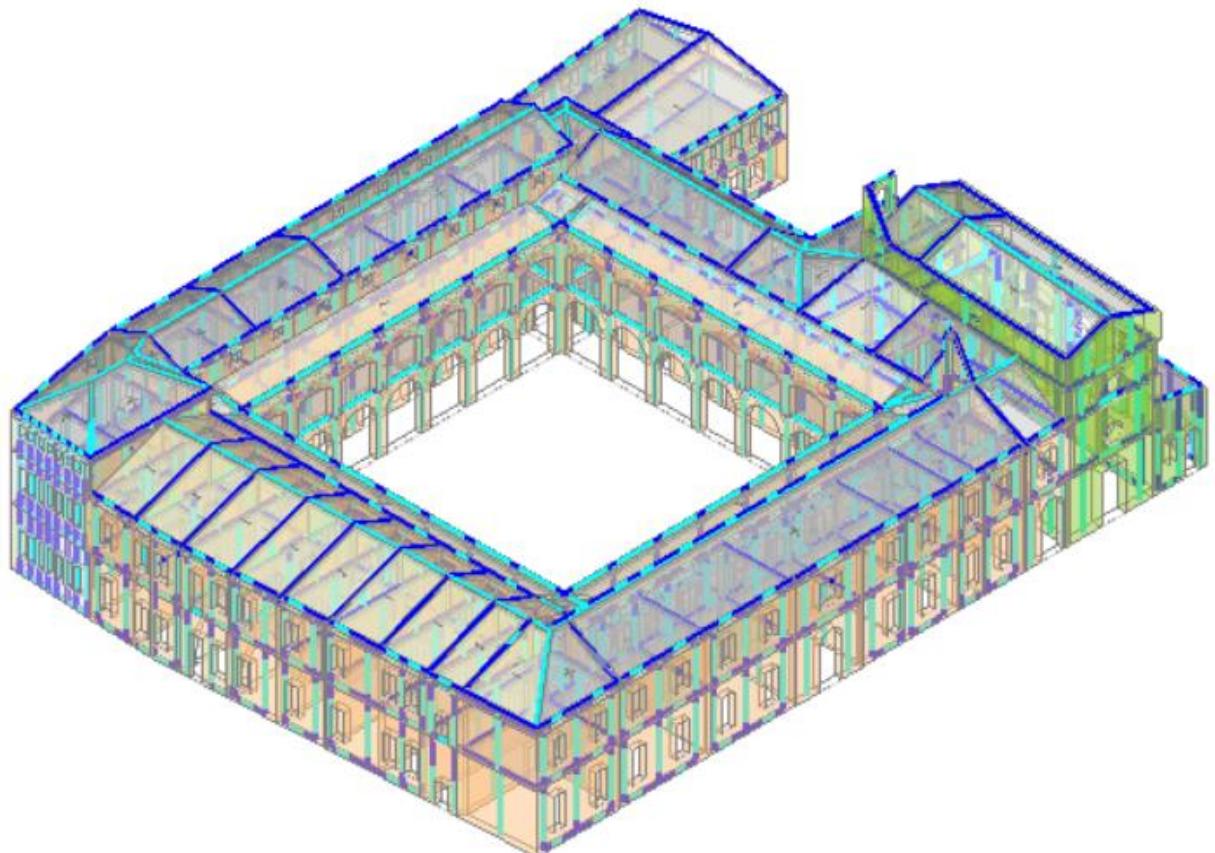
Modello completo

Una volta creato il modello geometrico tridimensionale, questo viene trasformato in un modello di calcolo.

Progetto definitivo-esecutivo

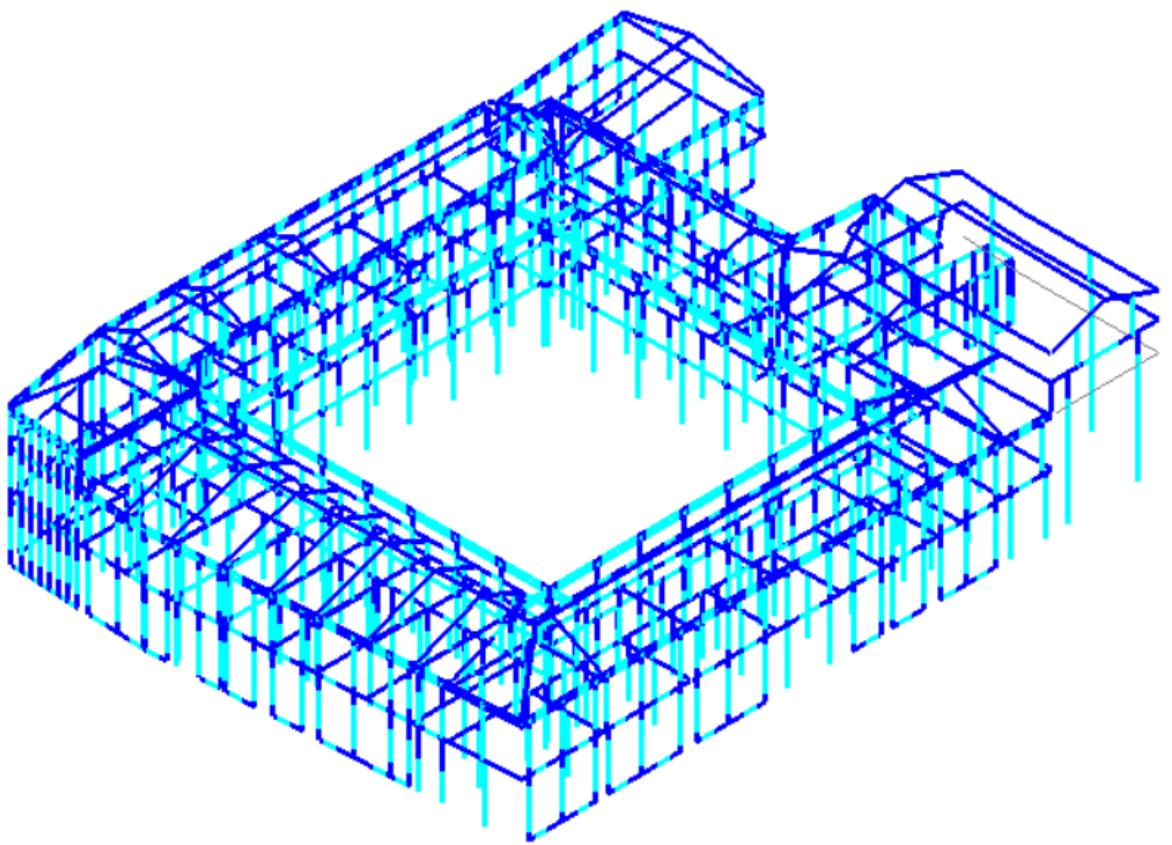
RELAZIONE DI CALCOLO

Modello geometrico e modello di calcolo sovrapposti



Progetto definitivo-esecutivo

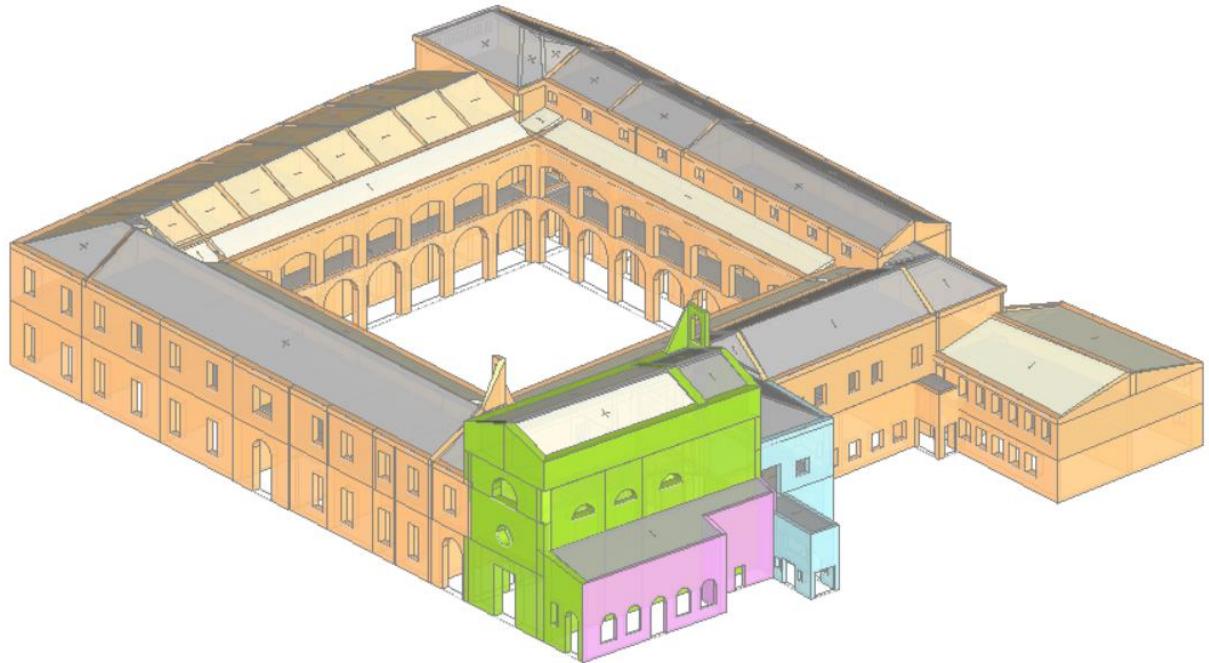
RELAZIONE DI CALCOLO



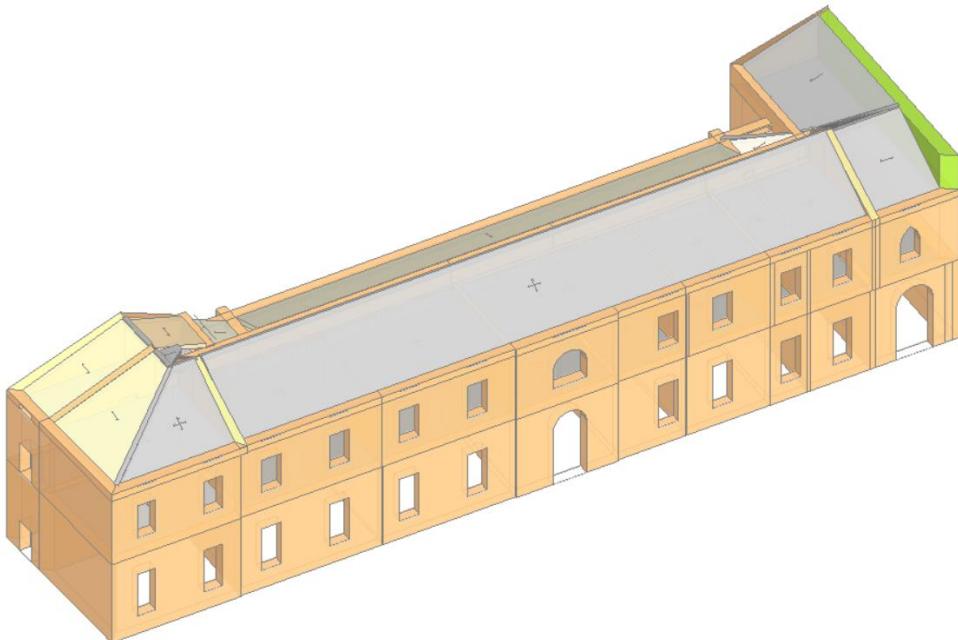
Modello di calcolo a “telaio equivalente”

ANALISI NUMERICHE

Come accennato precedentemente, sono state effettuate diverse modellazioni:



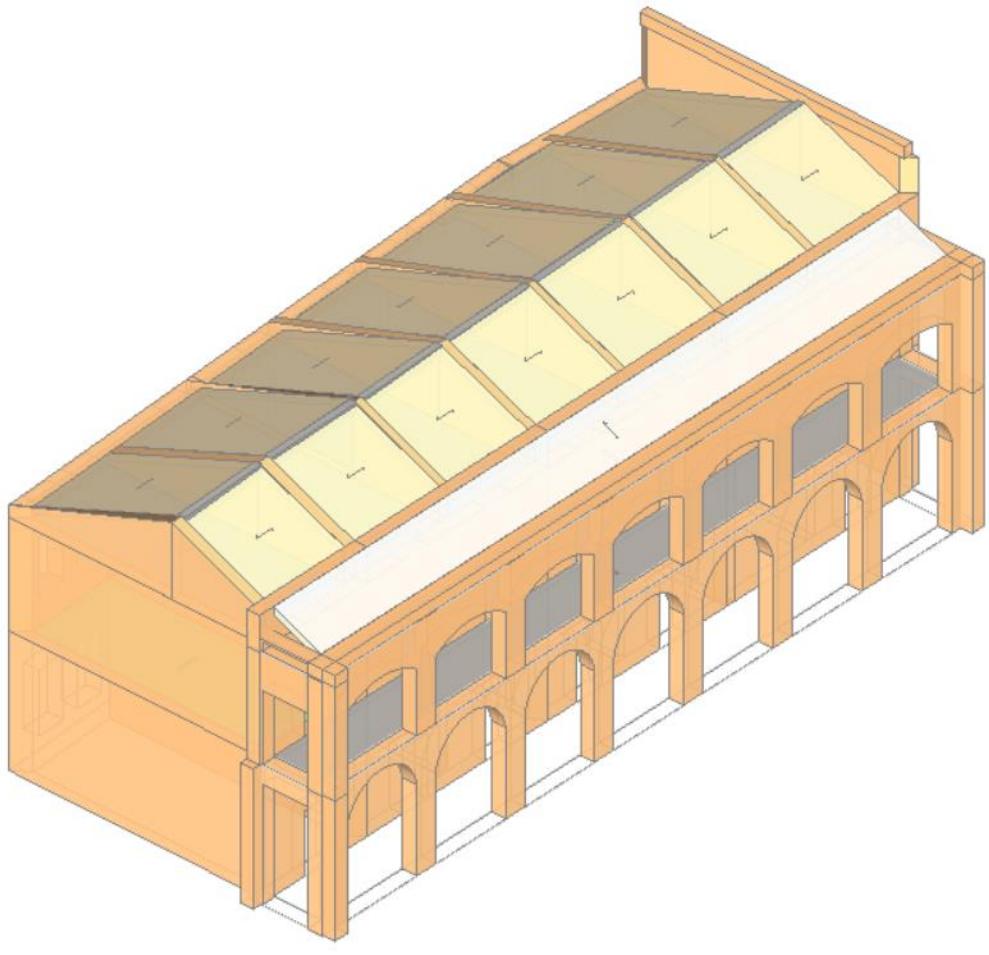
Modello completo



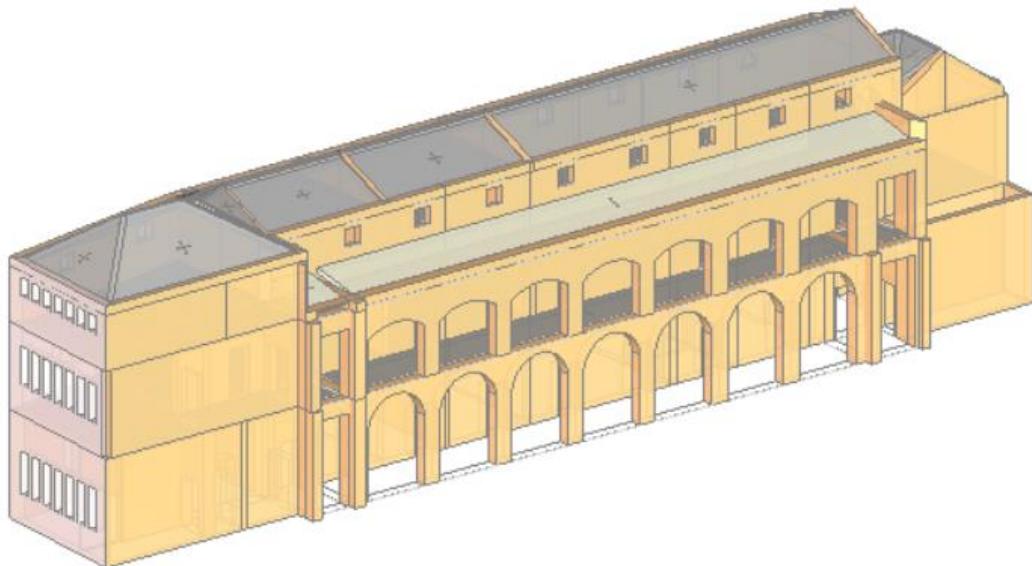
Modello lato Via Guaccimanni

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



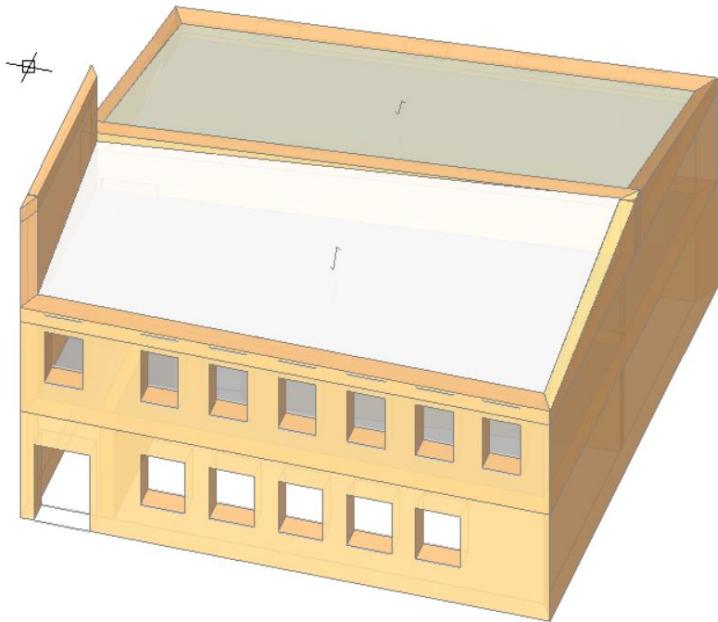
Modello lato Via Dente



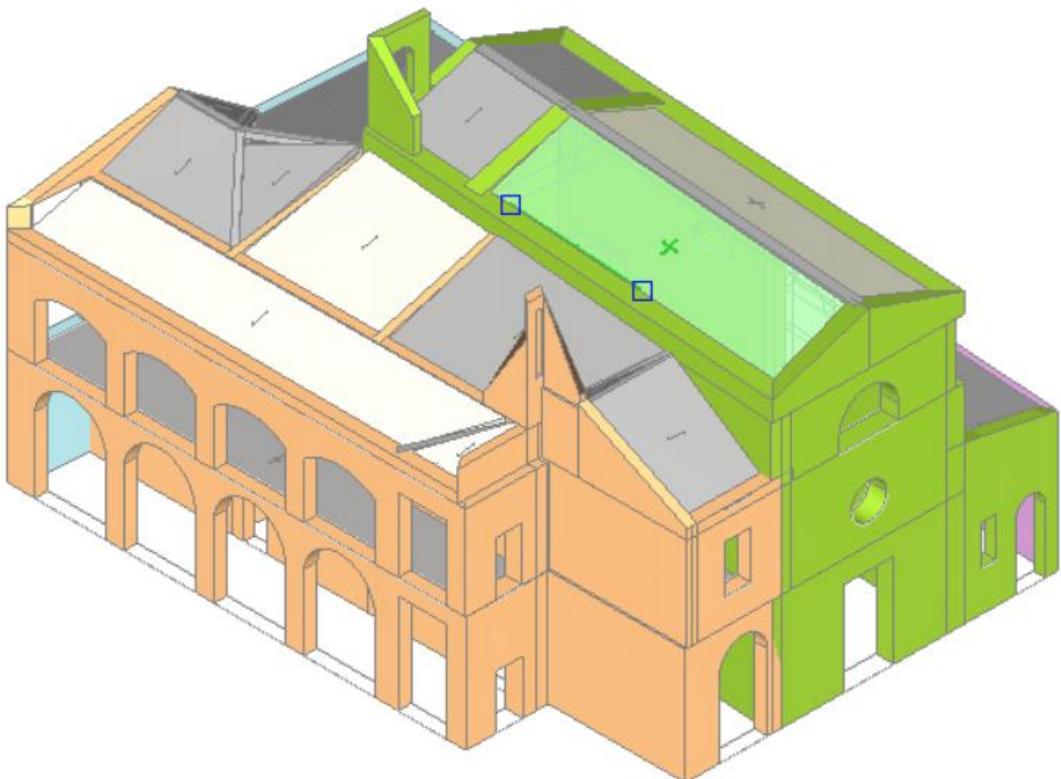
Modello Via Tombesi dall'Ova

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Modello porzione Ex Giardino d'infanzia

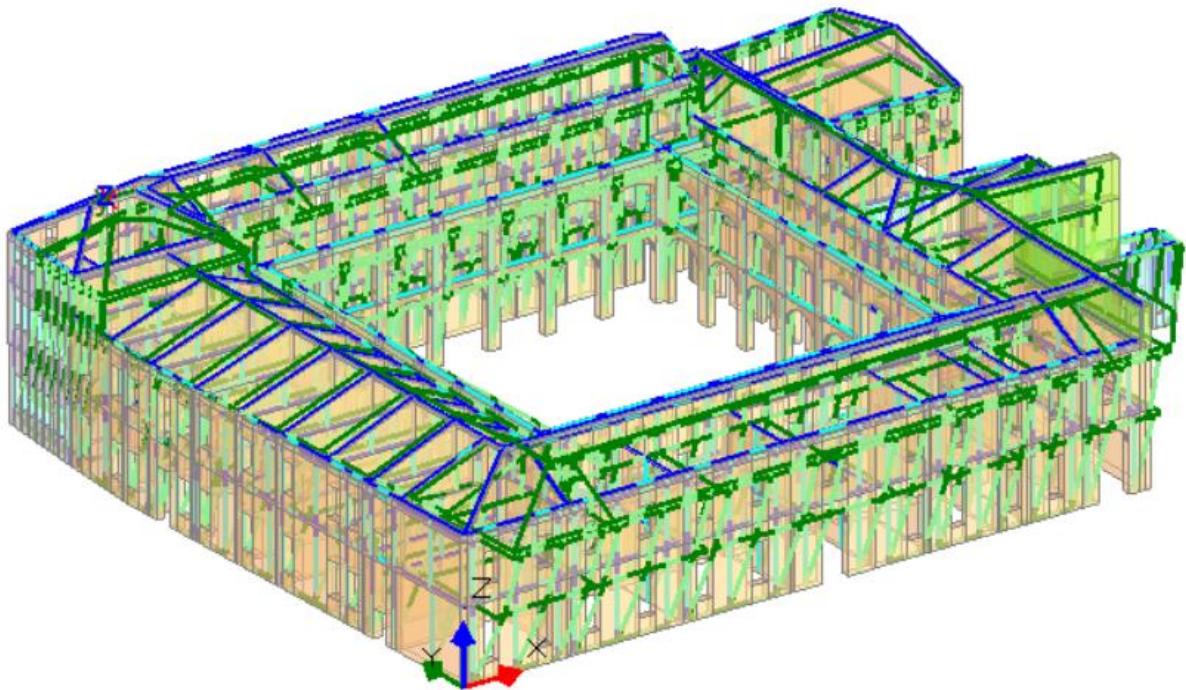


Modello porzione con chiesa Santa Maria delle Croci

Le analisi sono quelle previste dalla normativa vigente:

Analisi statica non sismica;

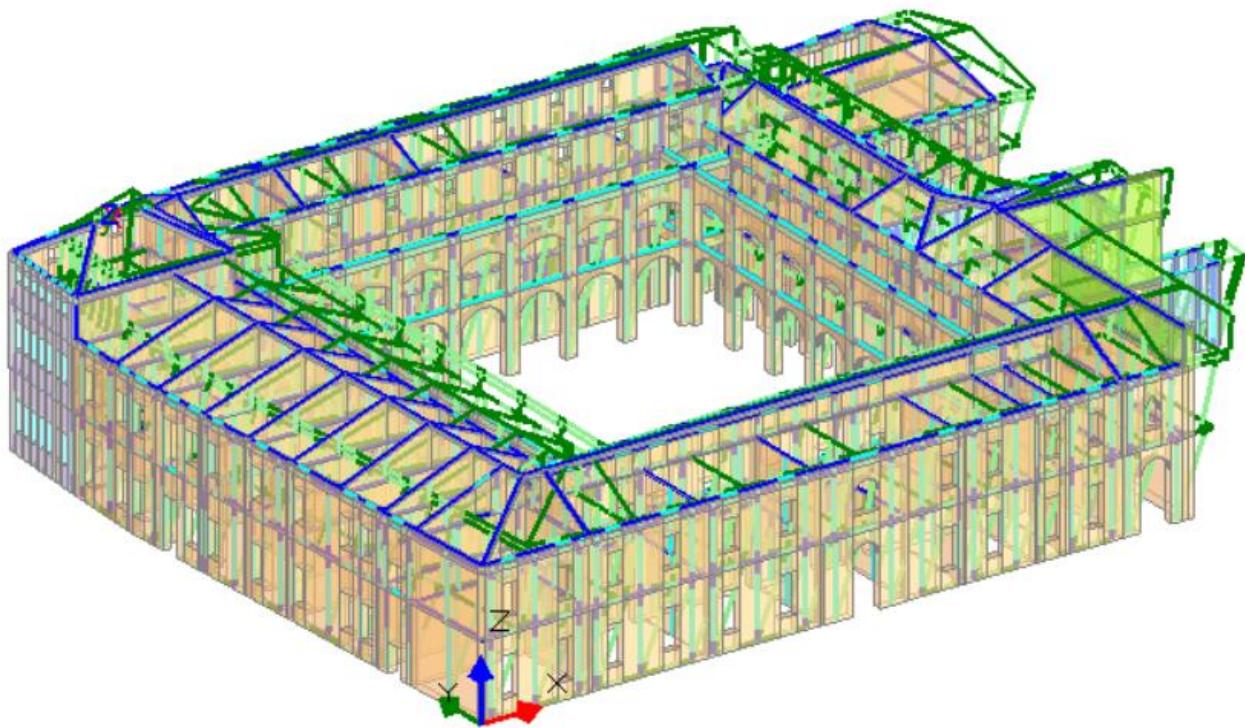
Analisi Modale;



primo modo di vibrare in direzione y-y

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



primo modo di vibrare in direzione x-x

Analisi Lineare Dinamica;

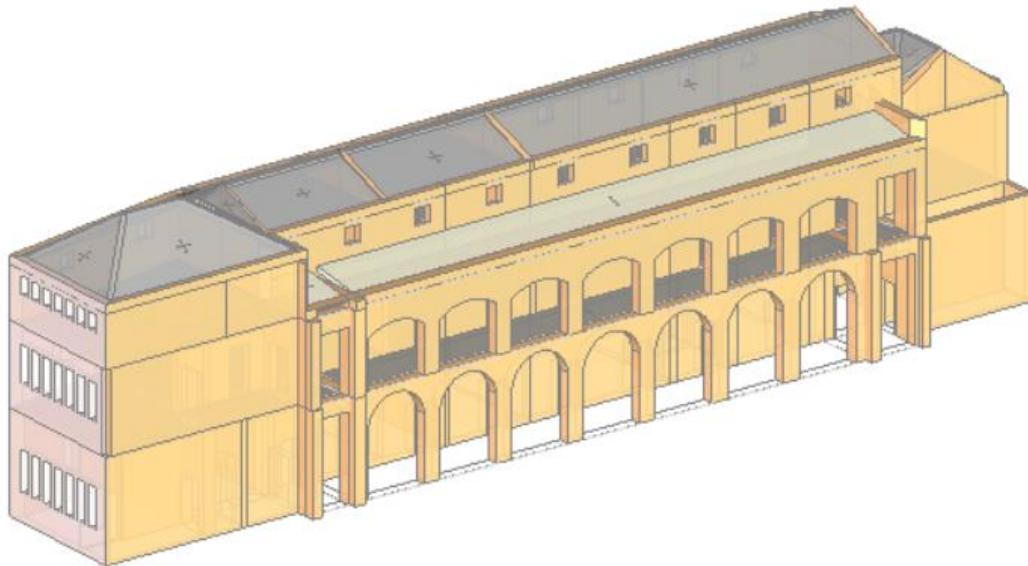
Analisi non Lineare Statica di Push Over;

Meccanismi di collasso.

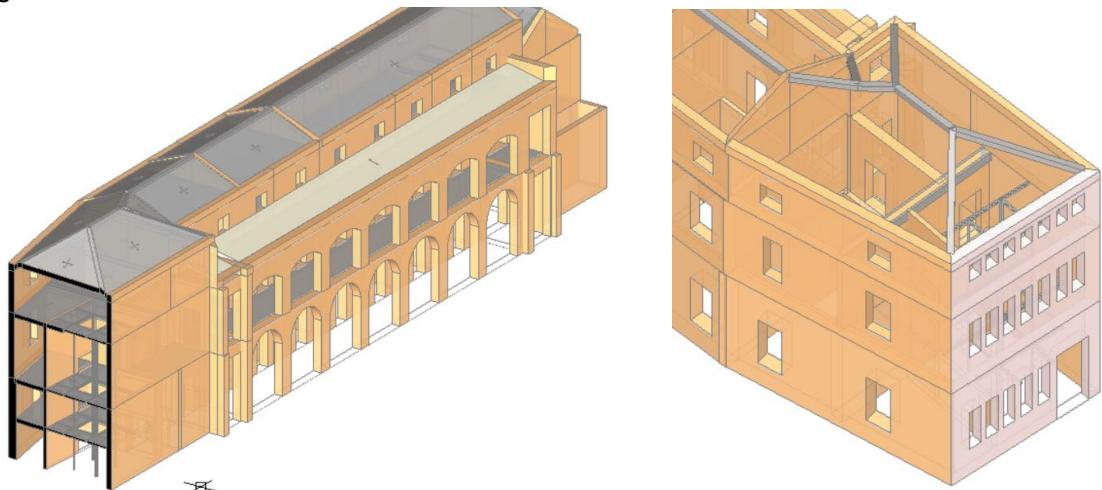
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Il modello Via Tombesi dall'Ova, nello specifico, diventa il modello base per il confronto tra stato di fatto e stato di progetto



Stato di fatto



Stato di progetto

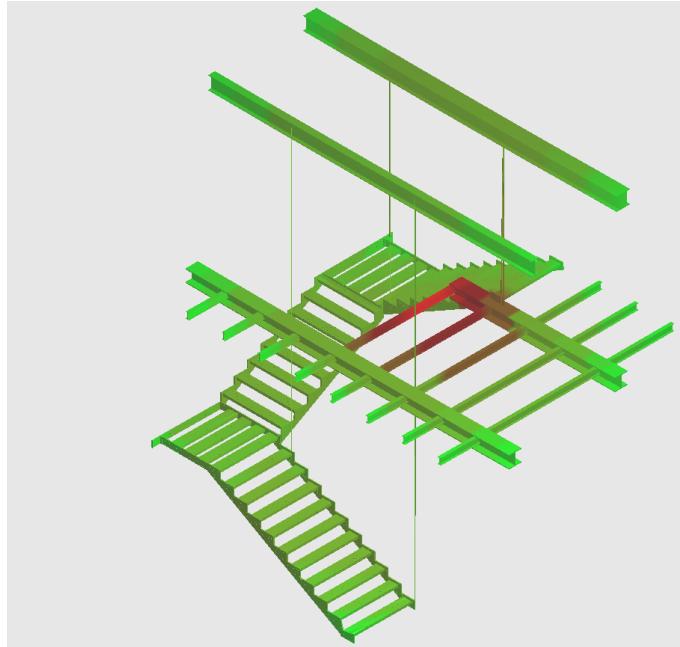
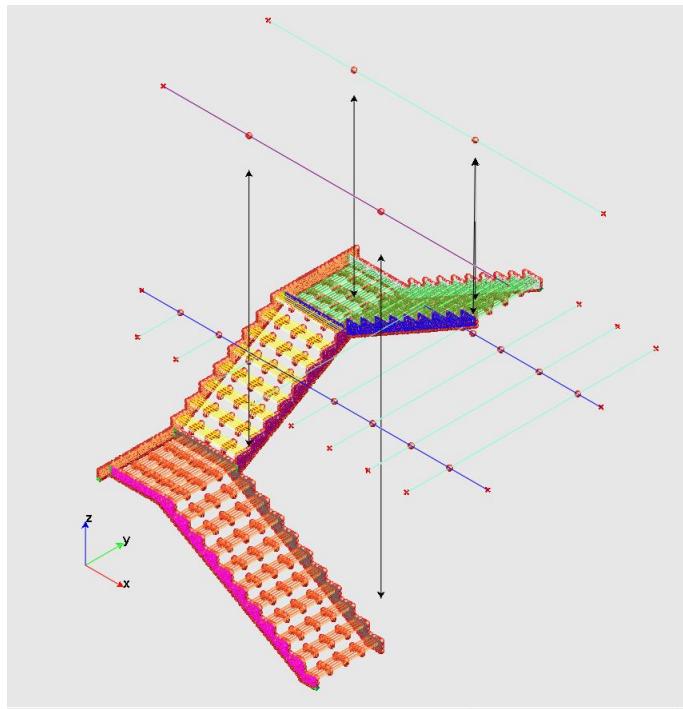
Il confronto tra stato di fatto e progetto viene fatto sui risultati delle analisi di push over dei due modelli.

Per il dimensionamento delle scale e dell'ascensore il modello a "telaio equivalente" non fornisce le informazioni sufficienti per cui occorre creare altri modelli specifici e utilizzare un altro programma di calcolo, ad elementi finiti.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

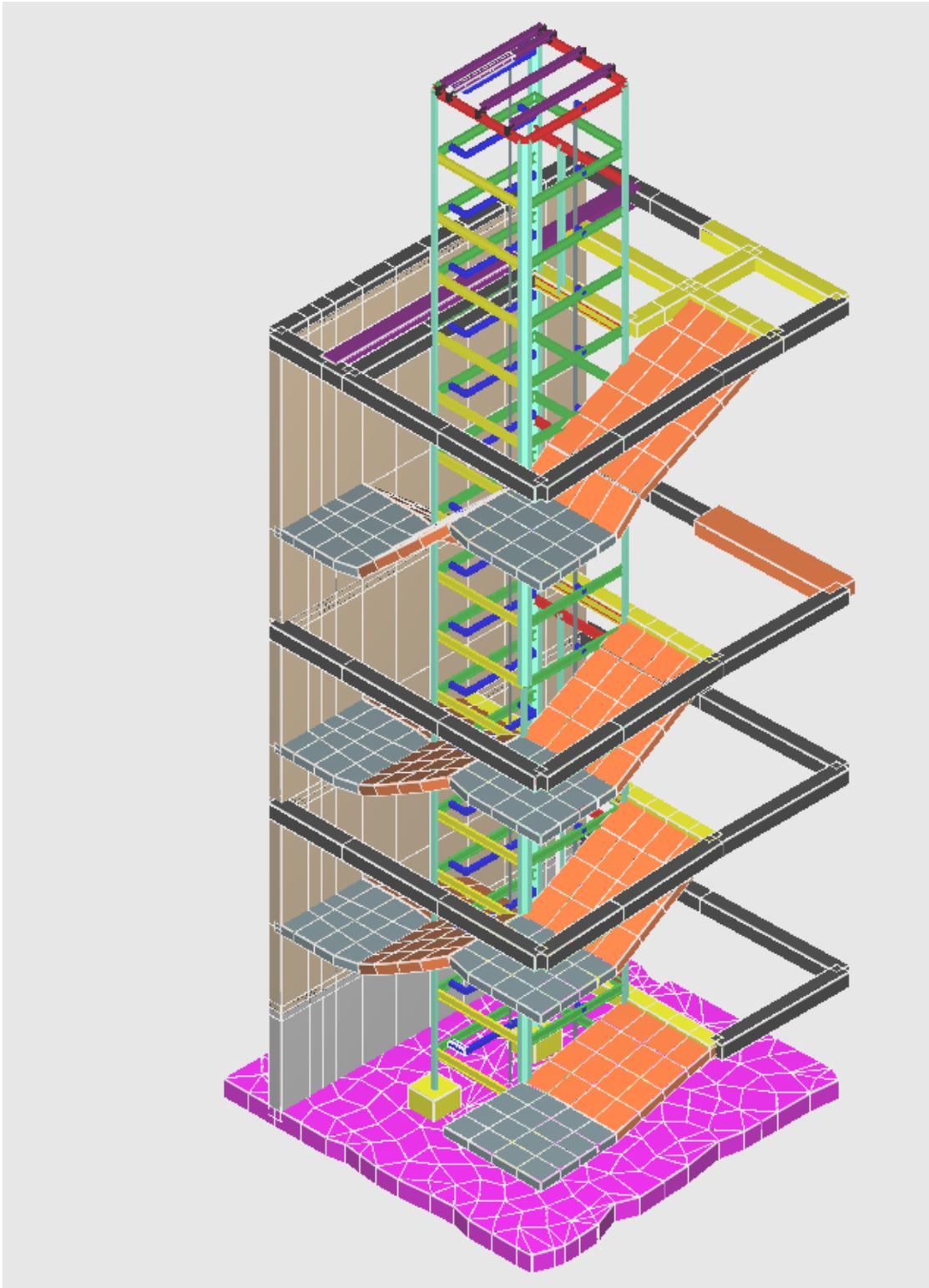
Per la scala ovest si è creato uno specifico modello con elementi beam, truss, bielle ed elementi shell e tre o quattro nodi.



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

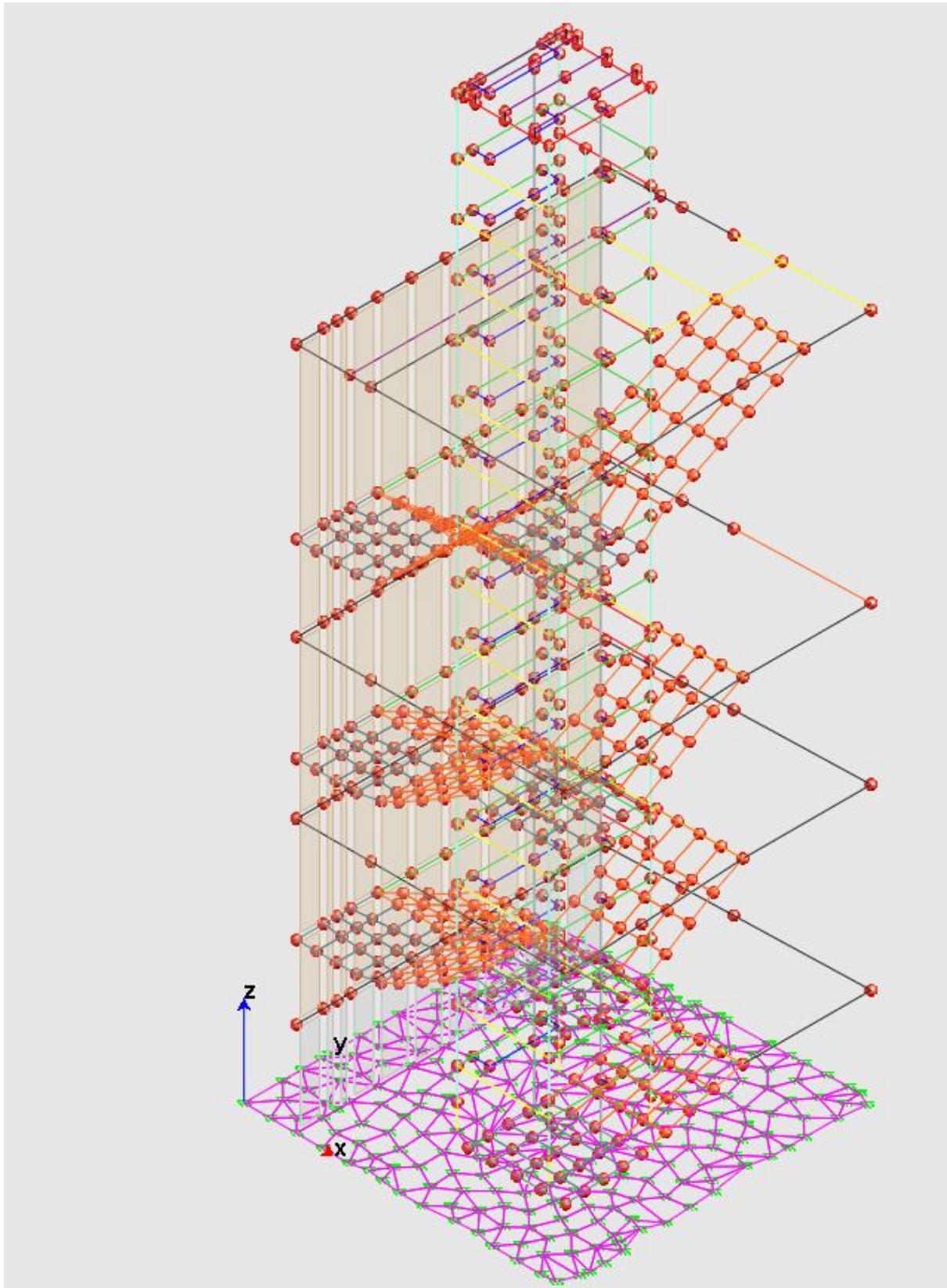
Per la scala – ascensore est si è creato uno specifico modello con elementi beam, truss, bielle per la modellazione dell'ascensore ed elementi shell e tre o quattro nodi per la soletta della scala, e per la fondazione.



Modello scala est completo elementi solidi

Progetto definitivo-esecutivo

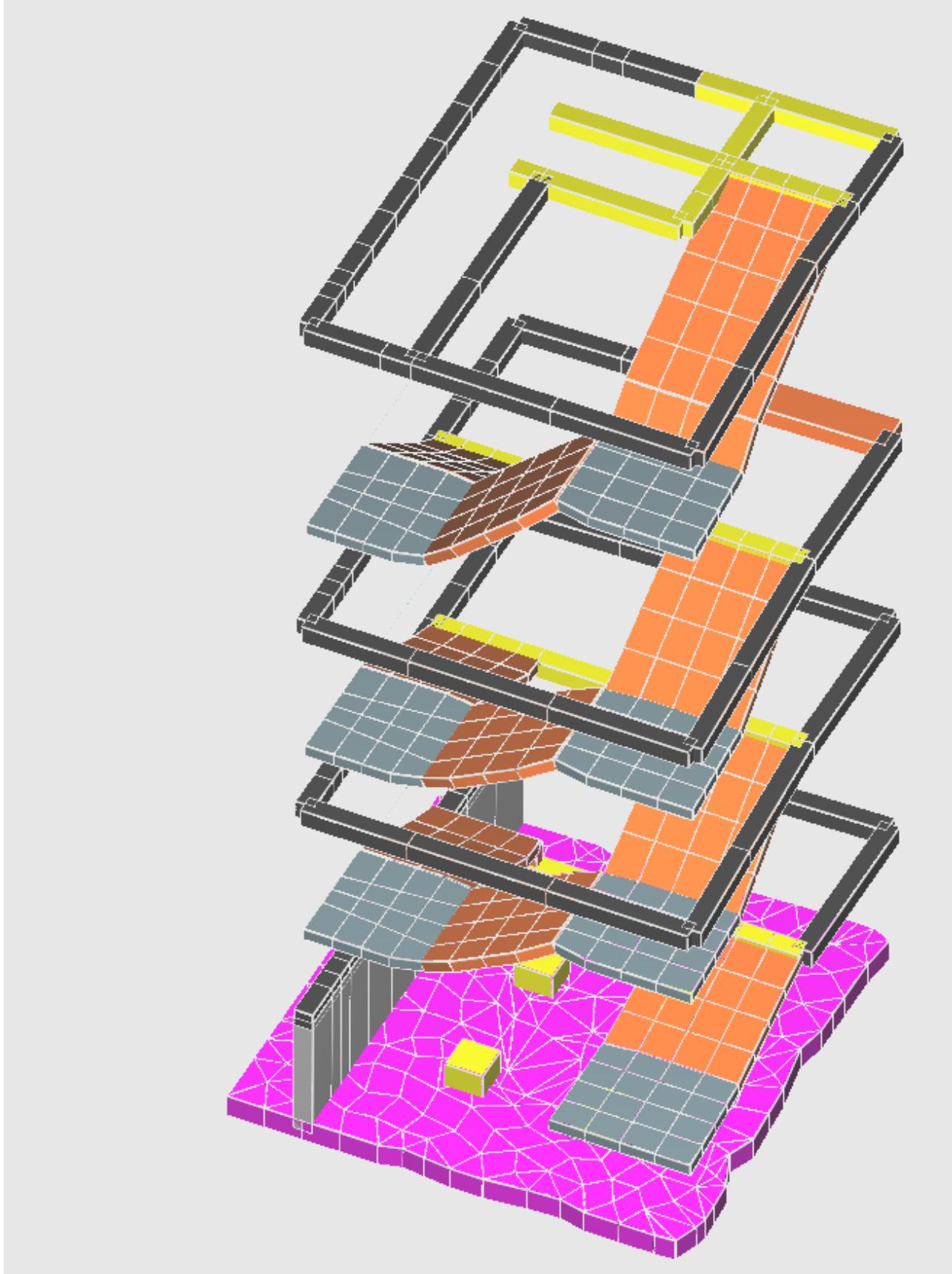
RELAZIONE DI CALCOLO



Modello scala est completo unifilare

Progetto definitivo-esecutivo

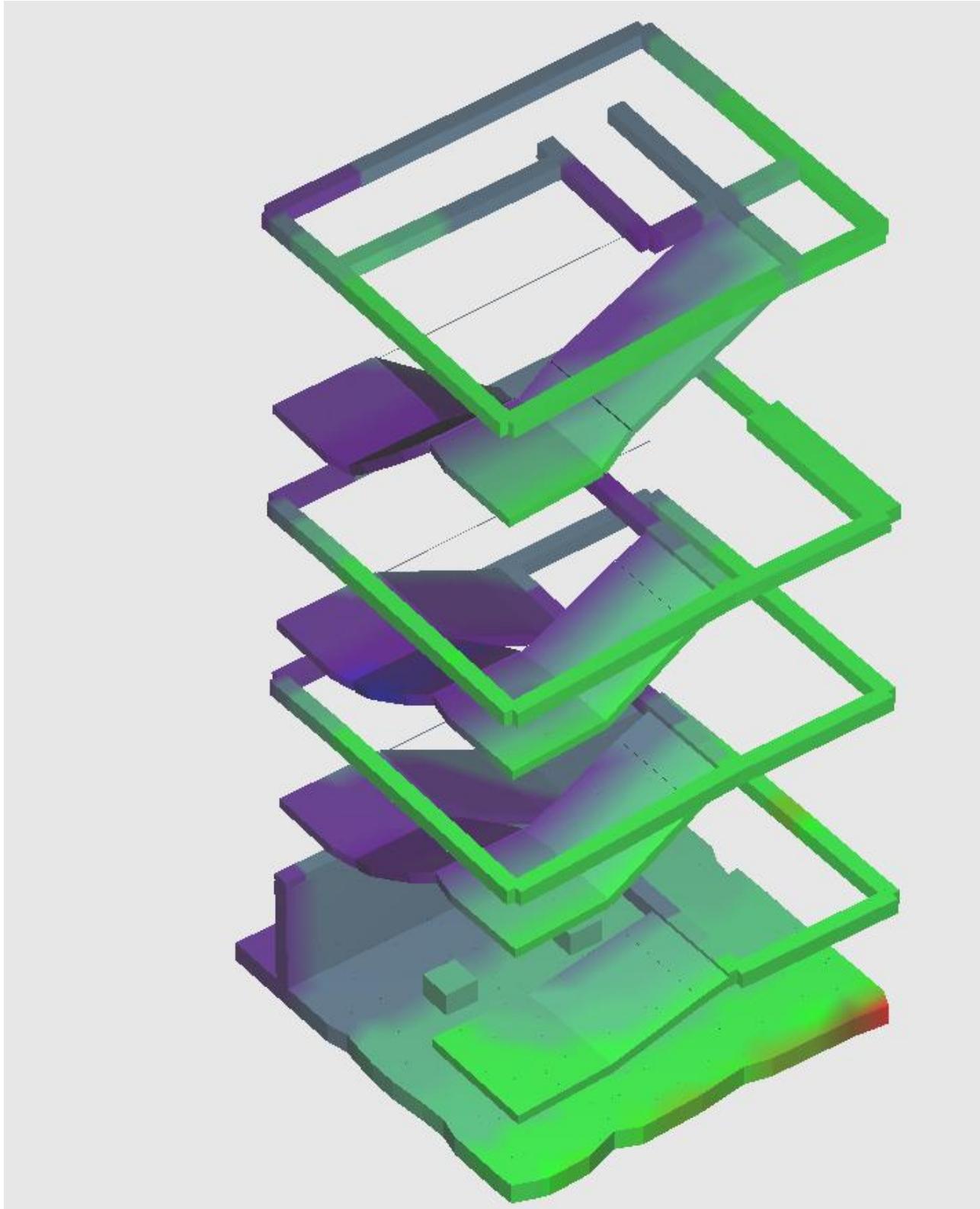
RELAZIONE DI CALCOLO



Solette e fondazione scala est

Progetto definitivo-esecutivo

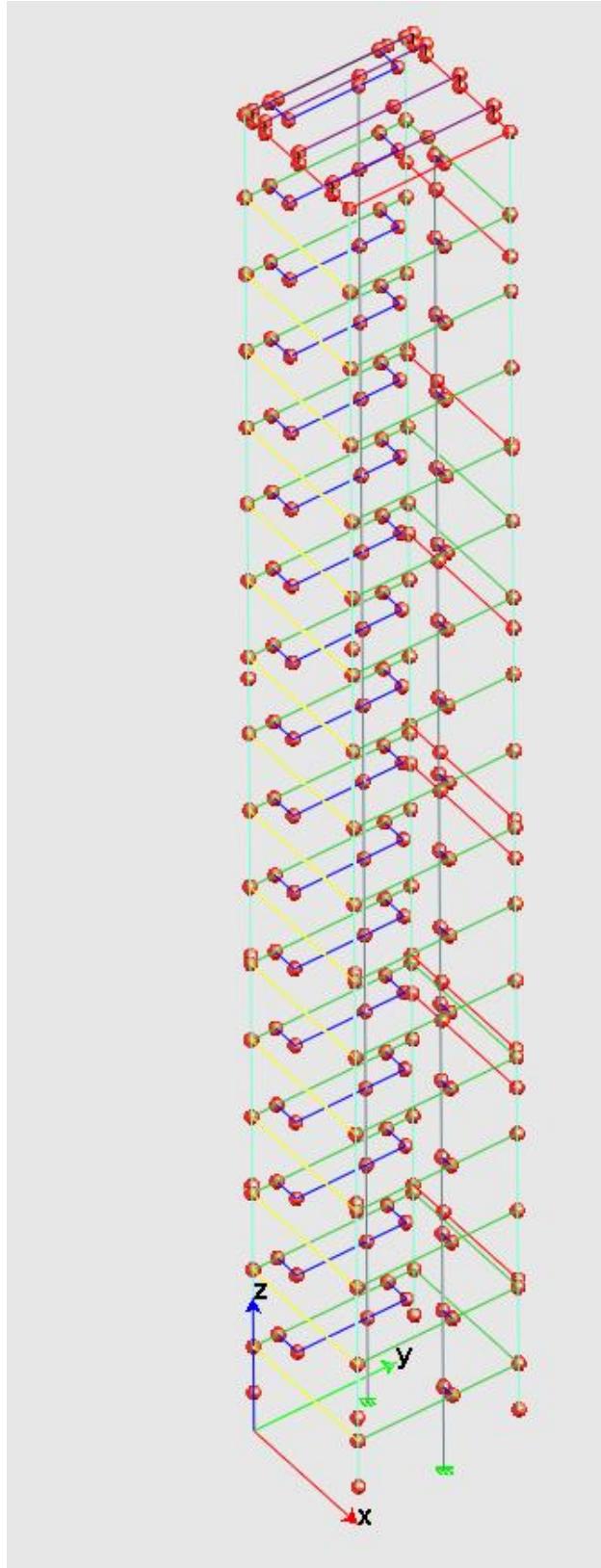
RELAZIONE DI CALCOLO



Solette e fondazione scala est

Progetto definitivo-esecutivo

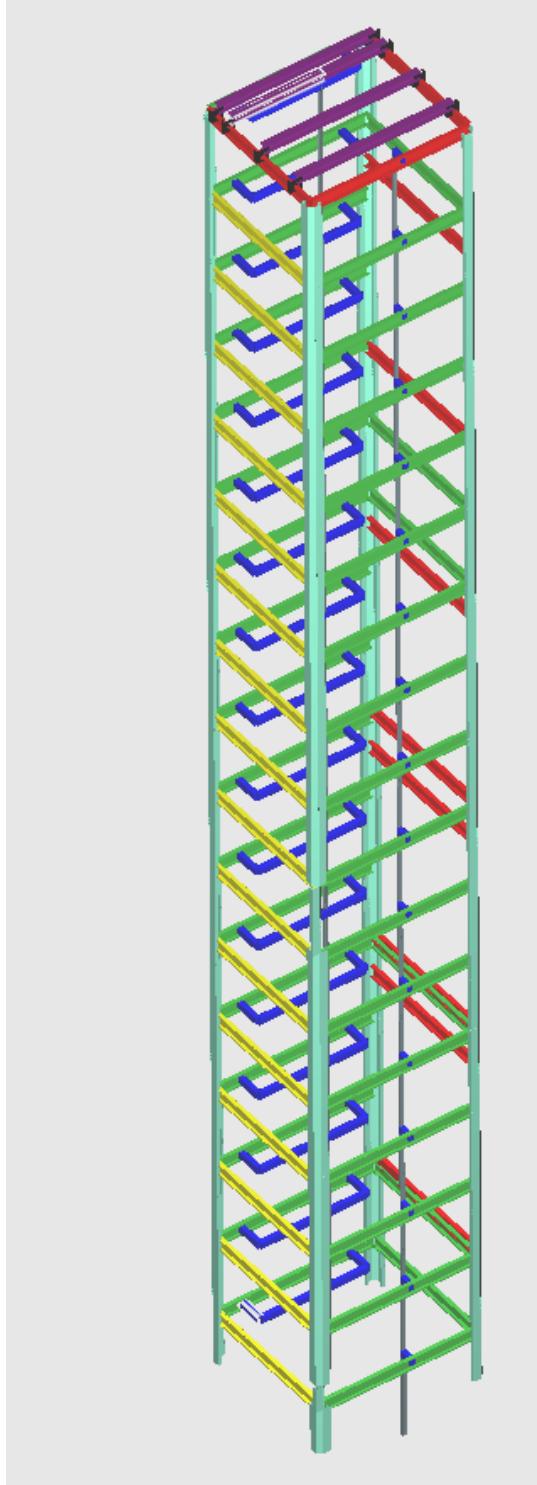
RELAZIONE DI CALCOLO



Unifilare dell'ascensore

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Sezioni solide ascensore

Per arrivare al calcolo delle sollecitazioni e la verifica degli elementi si sono fatte le seguenti considerazioni.

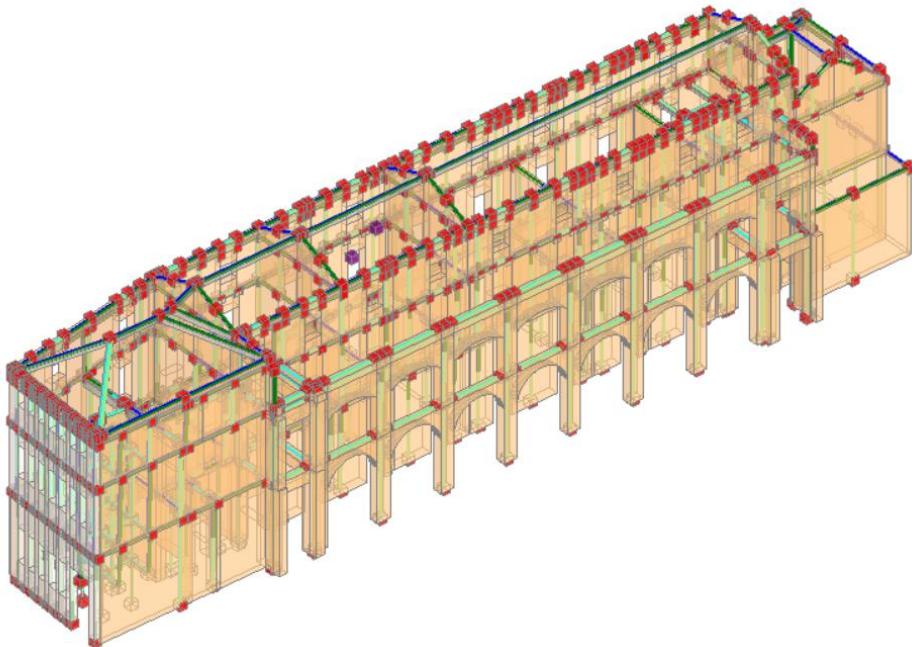
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

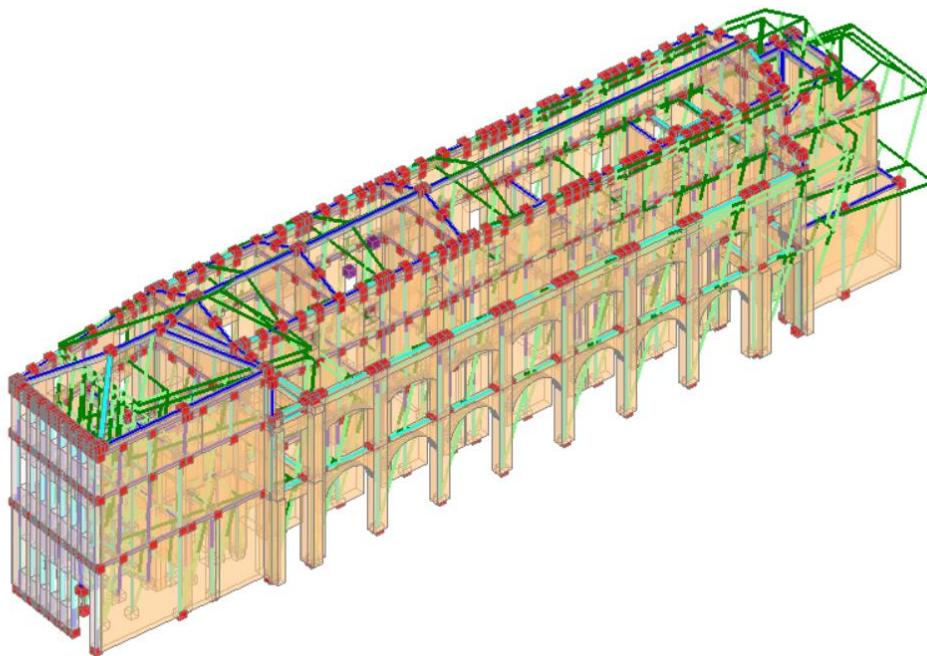
Il blocco scala ascensore è inserito all'interno del fabbricato, esso ha una massa e una rigidezza irrilevante rispetto a quello della struttura complessiva.

In caso di evento sismico il corpo scala, e soprattutto l'ascensore, subiranno delle deformazioni imposte dalla deformazione complessiva del complesso edilizio.

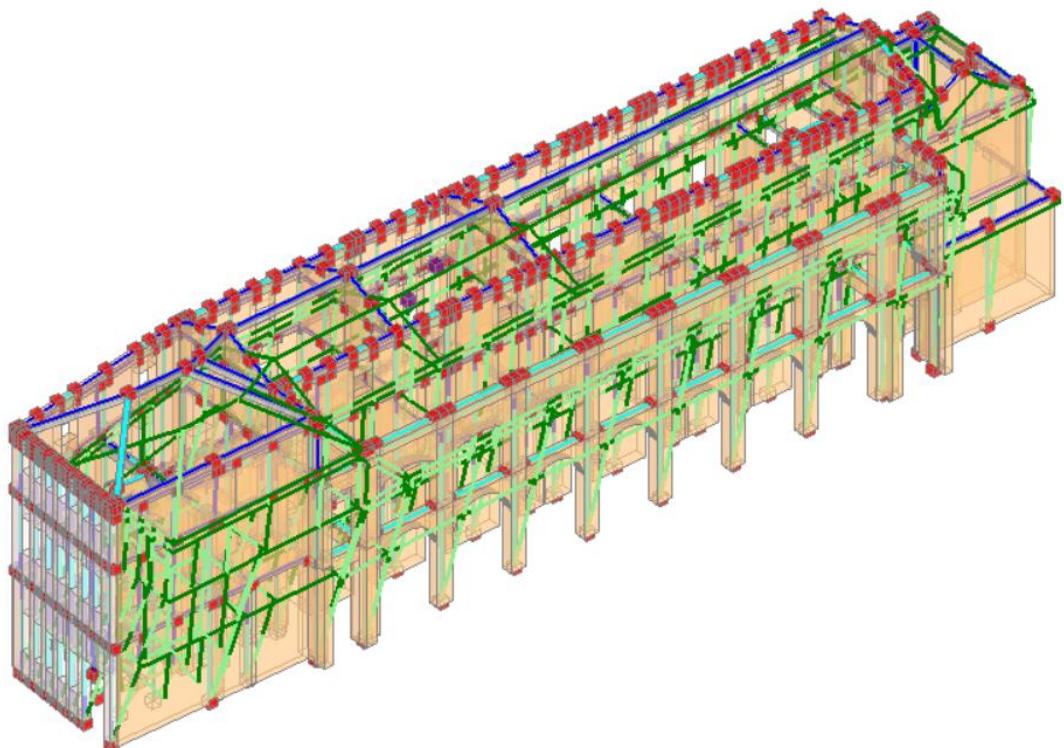
Partendo allora dall'analisi dinamica del modello a telaio equivalente della porzione su via Tombesi dall'ova, si sono ricavati gli spostamenti in direzione x e y del primo modo di vibrare.



Corpo su via Tombesi dall'Ova



Primo modo in x (massa eccitata 92.1%)



Primo modo in y (massa eccitata 79%)

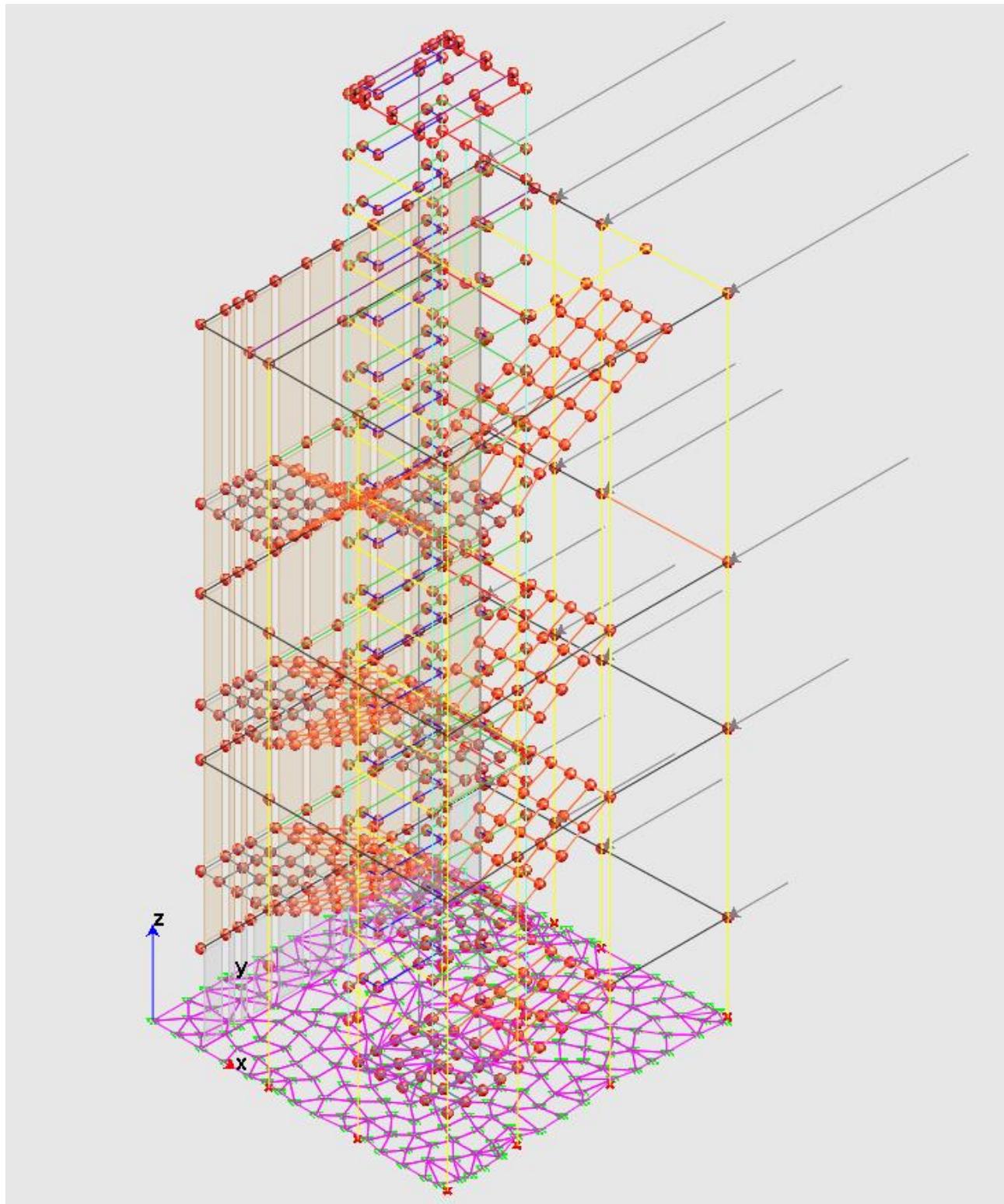
Gli spostamenti sono 33.5 mm in direzione y e 17 mm in direzione x.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Questi spostamenti sono quelli che anche il corpo scala ascensore avrà in caso di sisma.

Nel sottomodello scala-ascensore si è allora calcolato, a ritroso, un set di forze sismiche equivalenti che induca gli stessi spostamenti del modello generale.

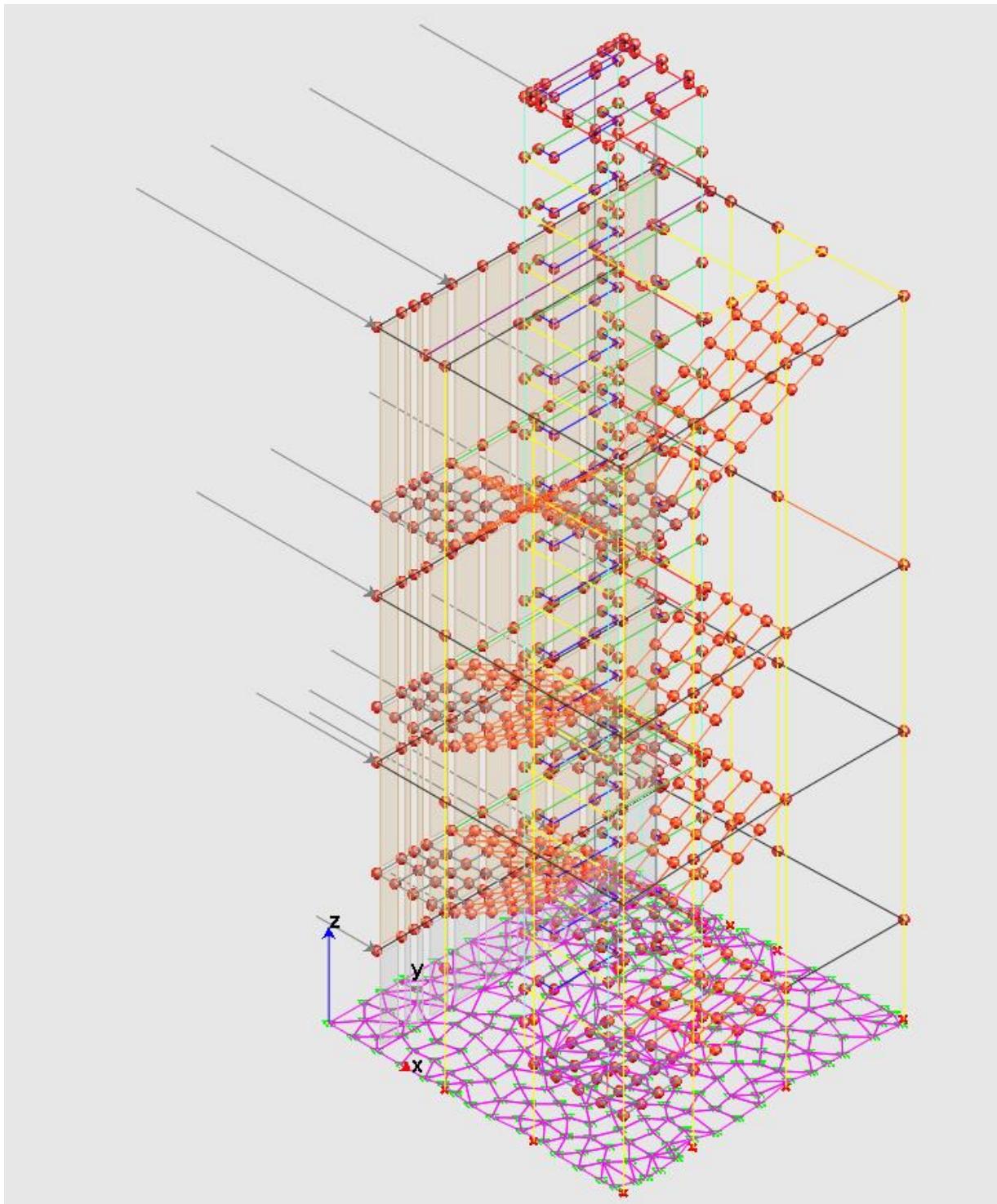


Set di forze sismiche equivalenti direzione y

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

(100 KN p. secondo, 75 KN p primo, 50 KN p ammezzato 25 KN p rialzato).

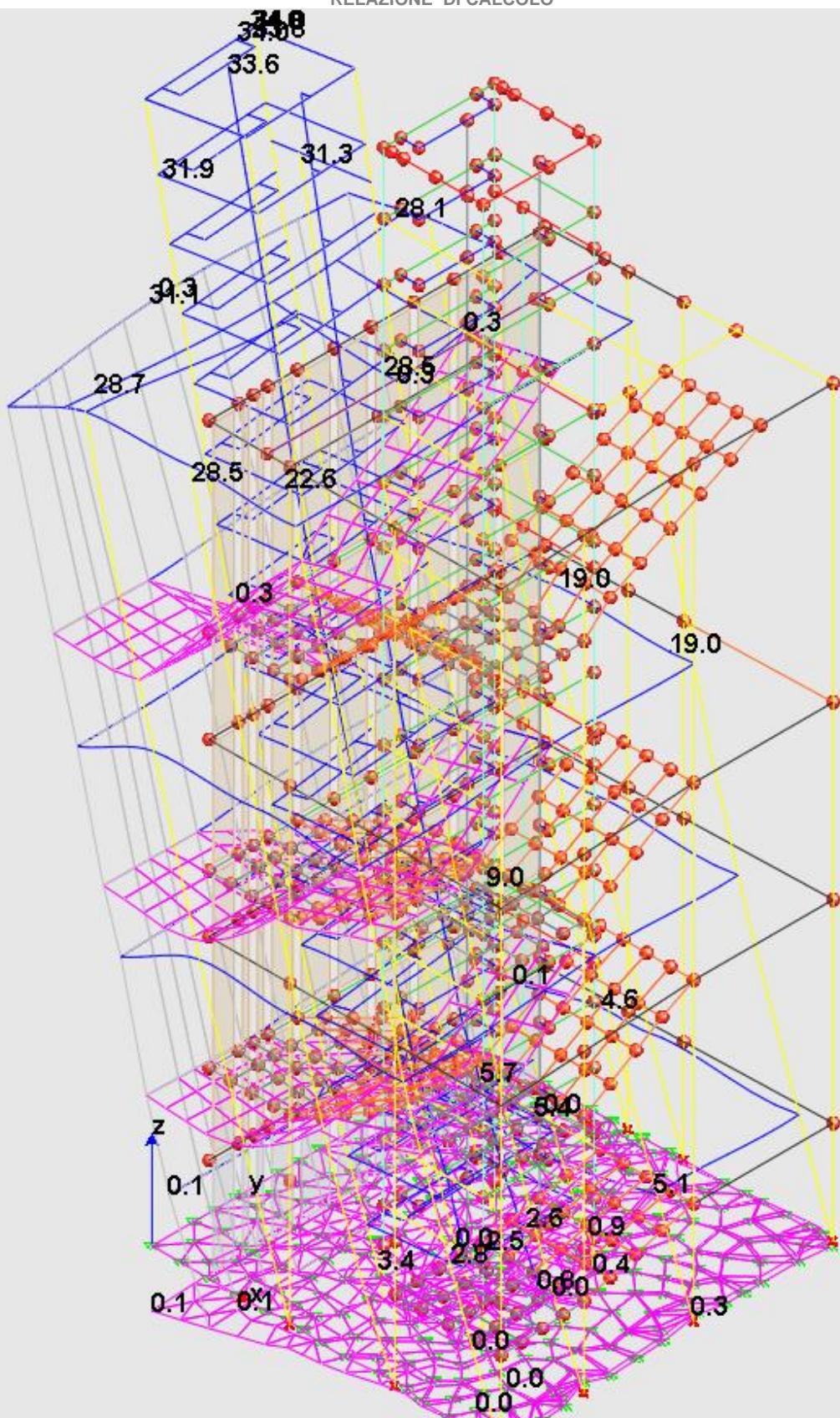


Set di forze sismiche equivalenti direzione x

(100 KN p. secondo, 75 KN p primo, 50 KN p ammezzato 25 KN p rialzato).

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Deformazione indotta nel sottomodello 33.6 mm direzione x

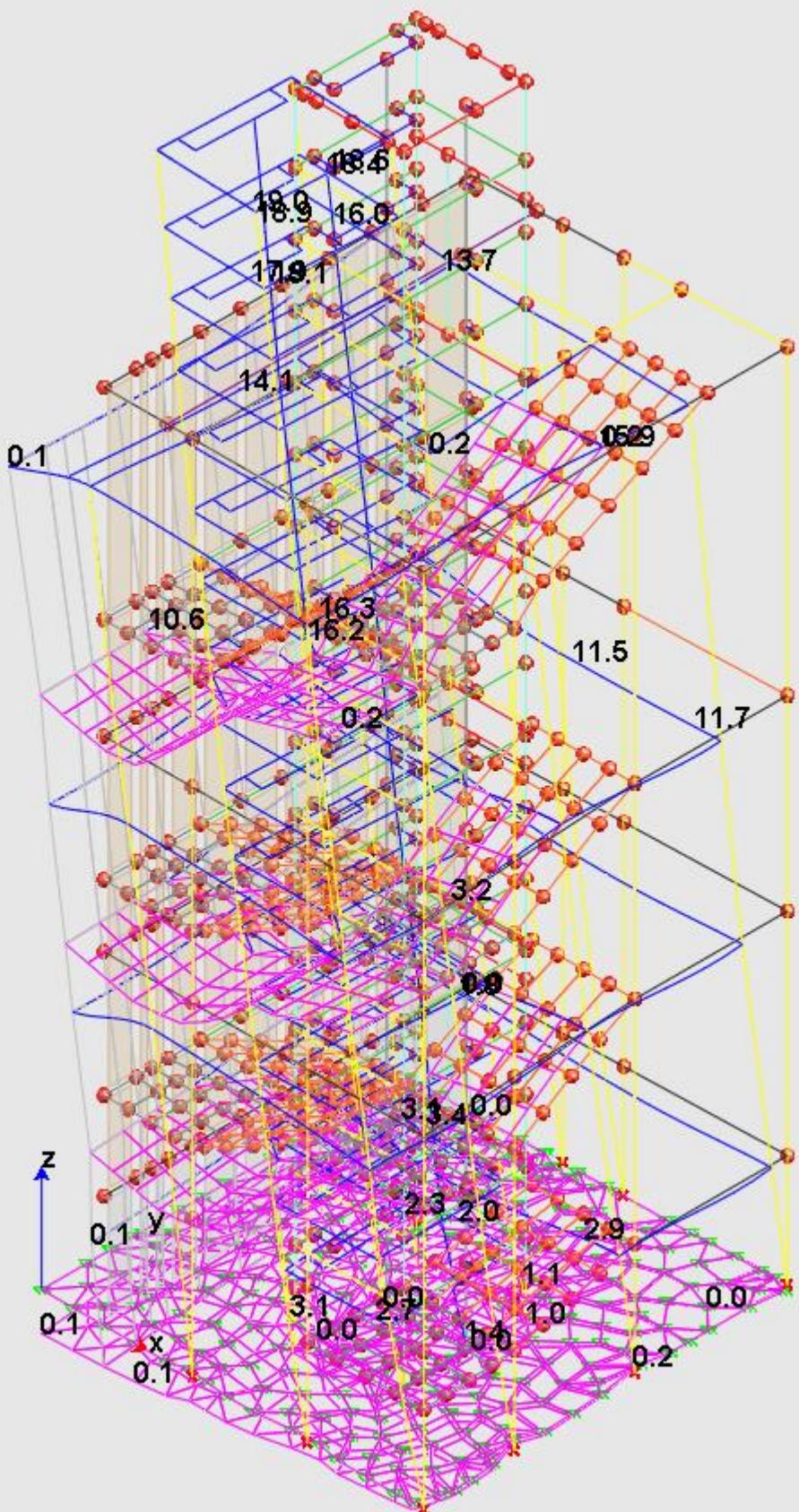
LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Deformazione indotta nel sottomodello 18 mm direzione y

Come si può vedere il set di forze equivalenti induce gli spostamenti voluti.

Si è cercata una distribuzione di forze crescente al crescere dell'altezza, questo per applicare un set di forze alla struttura del tutto simile a quello che il programma di calcolo applicherebbe in caso di analisi dinamica via "statica equivalente".

Naturalmente il set di forze è stato applicato considerando le combinazioni:

100% sisma x + 30% sisma y;

100% sisma x - 30% sisma y;

-100% sisma x + 30% sisma y;

-100% sisma x - 30% sisma y;

100% sisma y + 30% sisma x;

100% sisma y - 30% sisma x;

-100% sisma y + 30% sisma x;

-100% sisma y - 30% sisma x;

Oltre ai carichi sismici sono stati applicati i carichi verticali dei pesi propri e portati, i carichi variabili della folla su solai e scale.

All'ascensore sono stati applicati i carichi della frenata, i carichi di funzionamento nella fossa e i carichi di montaggio ai ganci di sonnità, il tutto nelle combinazioni di carico opportune

PARAMETRI DI CALCOLO

Vita nominale, Classe d'uso, Periodo di riferimento [§2.4]

Vita nominale (anni): $V_N = 50$

Classe d'uso: **Classe III (affollamenti significativi)**

Coefficiente d'uso: $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento per l'azione sismica (anni): $V_R = V_N * C_U = 75$

(secondo §2.4.3 deve essere: $V_R \geq 35$ anni, e quindi: $V_N \geq 35 * C_U$;
per edifici monumentali è tuttavia possibile $V_N \leq 50$ anni: Dir. 9.2.2011, §2.4)

Longitudine: 12.202602 Latitudine: 44.416114

Tipo di interpolazione: Media ponderata ([3] in §All. A) Superficie rigata [§CA]

Tab. 2, All. B: Sito non in Tab. 2

Reticolo intorno al sito

Pericolosità sismica di base

| T.R (anni) | a,g (g) | F,o | T,C* (sec) |
|------------|---------|-------|------------|
| 30 | 0.048 | 2.453 | 0.260 |
| 50 | 0.059 | 2.486 | 0.280 |
| 72 | 0.070 | 2.469 | 0.280 |
| 101 | 0.082 | 2.472 | 0.282 |
| 140 | 0.097 | 2.485 | 0.281 |
| 201 | 0.113 | 2.540 | 0.281 |
| 475 | 0.162 | 2.553 | 0.280 |
| 975 | 0.213 | 2.500 | 0.285 |
| 2475 | 0.300 | 2.437 | 0.301 |

Risposta sismica locale

Approccio semplificato secondo Normativa

Approccio rigoroso con Analisi RSL

Categoria di sottosuolo

Categoria topografica

Quota sito/Altezza rilievo [0≤(h/H)≤1]

Amplificazione topografica S_T ($\$3.2.3.2.1: S_T = 1.000$)

A questi parametri generali, si affiancano i risultati dell'analisi geologico-geotecnica eseguita, per la presente verifica, da parte del Geologo Dott. Gianpaolo Guarnieri.

In essa si desumono i parametri che risultano dallo studio della risposta sismica locale.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

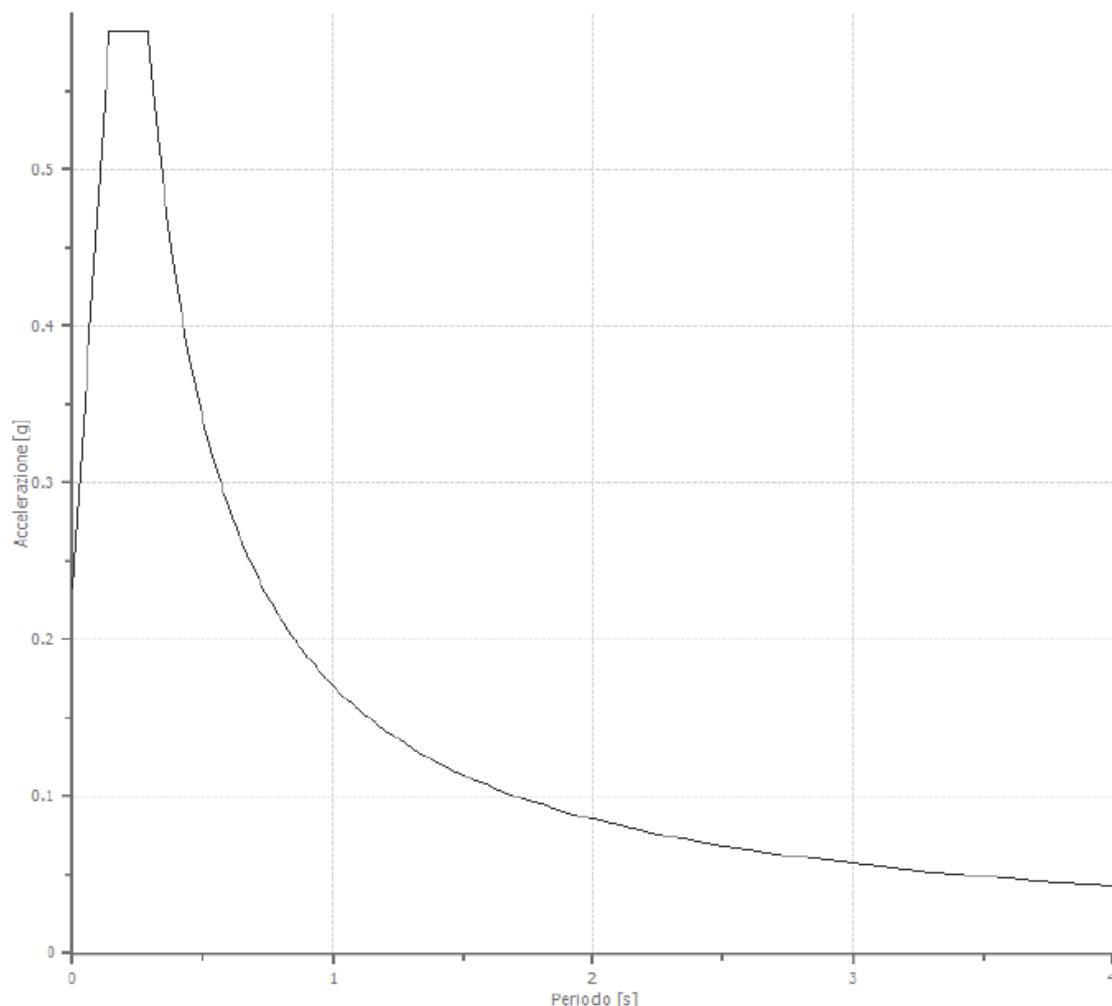


Fig. 5.8 – spettro di risposta normalizzato

Parametri spettro normalizzato

| Ag [g] | F0 | Tc* | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] | S |
|--------|-------|-----|--------|--------|--------|-----------|------------|-------|
| 0.233 | 2.519 | -- | 0.140 | 0.290 | 2.360 | 0.233 | 0.588 | 0.980 |

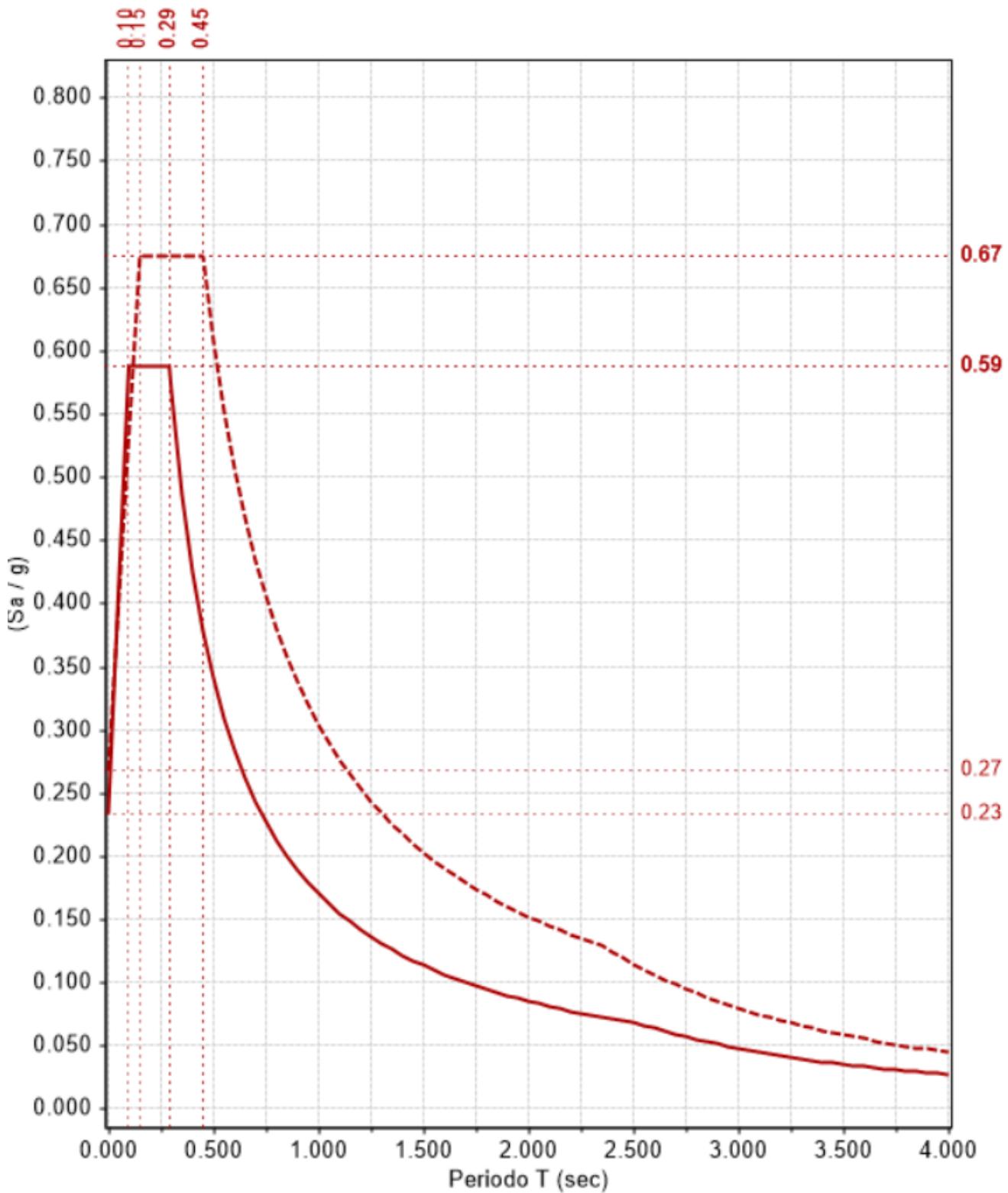
Che inseriti all'interno del programma di calcolo di verifica delle murature

| T,R (anni) | Orizzontale | | | Verticale | | |
|------------|-------------|-------|-----------|-----------|-------|-----------|
| | a,max (g) | F,o | T,C (sec) | a,max (g) | F,v | T,C (sec) |
| 712 | 0.233 | 2.519 | 0.290 | 0.187 | 1.472 | 0.150 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Forniscono il diagramma dello spettro di normativa (tratteggiato) e lo spettro da risposta sismica
locale (continuo)



LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Vita nominale, Classe d'uso, Stati limite

Vita nominale (anni): $V_N = 50$

Classe d'uso: Classe III (affollamenti significativi)

Coefficiente d'uso: $C_U = 1.5$

Periodo di riferimento per l'azione sismica (anni): $V_R = V_N * C_U = 75$

Probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R (Tab. 3.2.I)
Tempo di ritorno $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$

| Stati Limite | P.VR (%) | T.R (anni) |
|--------------|----------|------------|
| SLO | 81 | 45 |
| SLD | 63 | 75 |
| SLV | 10 | 712 |
| SLC | 5 | 1462 |

Parametri di Spettro

Approccio semplificato secondo Normativa:

| Stati Limite | T.R (anni) | Orizzontale | | | | | | Verticale | | | | | | |
|--------------|------------|-------------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | | a,g (g) | S.S | S | F,o | T,B (sec) | T,C (sec) | T,D (sec) | a,g (g) | S | F,v | T,B (sec) | T,C (sec) | T,D (sec) |
| SLO | 45 | 0.057 | 1.500 | 1.500 | 2.479 | 0.148 | 0.443 | 1.828 | 0.057 | 1.000 | 0.799 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |
| SLD | 75 | 0.071 | 1.500 | 1.500 | 2.469 | 0.149 | 0.447 | 1.884 | 0.071 | 1.000 | 0.888 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |
| SLV | 712 | 0.189 | 1.414 | 1.414 | 2.523 | 0.150 | 0.451 | 2.356 | 0.189 | 1.000 | 1.481 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |
| SLC | 1462 | 0.247 | 1.334 | 1.334 | 2.472 | 0.153 | 0.460 | 2.588 | 0.247 | 1.000 | 1.659 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |

Approccio rigoroso con Analisi RSL:

| Stati Limite | T.R (anni) | Orizzontale | | | | | Verticale | | | | |
|--------------|------------|-------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|
| | | a,max (g) | F,o | T,B (sec) | T,C (sec) | T,D (sec) | a,max (g) | F,v | T,B (sec) | T,C (sec) | T,D (sec) |
| SLO | 45 | 0.075 | 2.475 | 0.095 | 0.285 | 1.898 | 0.056 | 0.794 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |
| SLD | 75 | 0.093 | 2.465 | 0.096 | 0.287 | 1.971 | 0.070 | 0.883 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |
| SLV | 712 | 0.233 | 2.519 | 0.097 | 0.290 | 2.532 | 0.187 | 1.472 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |
| SLC | 1462 | 0.287 | 2.468 | 0.099 | 0.296 | 2.749 | 0.244 | 1.649 | 0.050 | 0.150 | 1.000 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

TERRENO

Il tipo di terreno già genericamente individuato dagli elaborati grafici relativi alla microzonazione del capoluogo ravennate, studio fatto eseguire dal Comune di Ravenna.



Viene poi definito con precisione dalla già citata analisi geologico-geotecnica

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| unità litologica | profondità (m) | | DESCRIZIONE | Qc_m | γ_m | c_u_m | ϕ_m | mv_m |
|------------------|----------------|-----|--|-----------|------------|-----------|----------|-----------|
| | da | a | | kg/cm^2 | kg/cm^3 | kg/cm^2 | ° | cm^2/kg |
| T | p.c. | 1 | Terreno rimaneggiato | 26 | 1,66 | - | - | 0,01717 |
| A1 | 0,6/1 | 2 | Argille-argille limose con intercalazioni limo-sabbiose | 5,7 | 1,65 | 0,3 | - | 0.03823 |
| A2 | 2 | 3,5 | Argille-argille limose | 26 | 1,73 | 0,8 | 39* | 0.02016 |
| A3 | 3,5 | 7 | Argille-argille limose con intercalazioni limo-sabbiose | 27 | 1,70 | 0,8 | 34,8* | 0.01714 |
| B | 7 | 10 | Sabbie limose/limi sabbiosi | 67,6 | 1,70 | - | 35,9 | 0.00976 |
| C | 10 | 15 | Alternanze di limi sabbiosi sabbie limose, presenza di livelli coesivi isolati | 52 | 1,69 | 0,9* | 33,3 | 0.01175 |
| D | 15 | 20 | sabbie limose/limi sabbiosi | 108 | 1.76 | - | 35,5 | 0,00639 |

*riferito ai soli livelli coesivi/attritivi

Parametri muratura

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Tipo di edificio e Livello di Conoscenza

Muratura Ordinaria

Muratura Armata

con Gerarchia delle Resistenze [§7.8.1.7]

Edificio Nuovo o Esistente

Nuovo con verifica di Robustezza [§3.1.1]

Esistente, con Livello di Conoscenza LC : LC1 (limitata) LC2 (adeguata) LC3 (accurata)

Fattore di Confidenza FC [§8.5.4, SC8A.1.A.4; 54.2 Dir. 9.2.2011] = (secondo normativa: FC = 1.20)

Coefficienti parziali di sicurezza

γ_M in Statica [§4.5.6.1] = in Sismica [§7.8.1.1] =

[§8.5.4] Coefficiente parziale di sicurezza per edifici esistenti $\gamma_M * FC$: in Statica = 2.40, in Sismica = 2.40

Comportamento muratura

Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.2]

Stress-block, con: $M_U = (l^2 t \sigma_0 / 2) * [1 - (\sigma_0 / 0.85 f_d)]$ [§7.8.2.2.1]

Parabola-rettangolo, con M_U da dominio di resistenza N-M
(sempre usato per sezioni di muratura armata o consolidata con FRP / CAM / Reticolatus)

Per modello parabolico - rettangolare (ϵ_m = deformazione della muratura, in %):

deformazione di inizio tratto plastico ϵ_{m2} = deformazione ultima ϵ_{mu} =

Per murature esistenti: coefficienti correttivi [Tab. C8A.2.2]

Per 2 o più coefficienti correttivi dei parametri meccanici applicati contemporaneamente :

- Sommare gli effetti rispetto al valore di riferimento del parametro
 Amplificare gli effetti moltiplicando i coefficienti correttivi

LIVELLO DI CONOSCENZA

Con la Committenza si è convenuto di adottare come obiettivo il raggiungimento di un livello di conoscenza pari a LC2.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI

MATERIALI ESISTENTI

Dalla verifica di vulnerabilità si riportano le caratteristiche dei materiali esistenti

| Generale | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Nome | Muratura esistente |
| Riferimento | NTC 2018, Tab. C8.5.1 |
| Tipologia | Mattoni pieni e malta di calce |
| Condizioni | Standard |
| Fattore di Confidenza | 1.20 |
| Moduli elasticci | |
| Valori | Medi |
| E | 1500 |
| G | 500 |
| Resistenze | |
| Valori | Medi |
| f,m | 3.450 |
| f,tm | 0.345 |
| f,hm | 1.725 |
| τ_0 | 0.090 |
| f,vm0 | 0.200 |

ACCIAIO PROFILATI

FE 360 B;

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$;

$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$.

dai certificati richiamati nei collaudi statici.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Fe b 38 k

$f_{yk} = 375 \text{ N/mm}^2$;

$f_u = 450 \text{ N/mm}^2$;

$f_{amm} = 215$.

Fe b 44 k controllato

$f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$;

$f_u = 540 \text{ N/mm}^2$;

$f_{amm} = 255$.

Calcestruzzo solai e altri getti in stabilimento

R'bk 300 kg/cm², C 25-30

$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$;

$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$;

Calcestruzzo getti in opera

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

R'bk 250 kg/cmq, C 20-25

f_{ck} = 20 N/mm²;

R_{ck} = 25 N/mm²;

MATERIALI DI PROGETTO

Per l'ingrossamento delle murature si sono adottati le stesse caratteristiche di quelle esistenti

| Generale | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Nome | Muratura esistente |
| Riferimento | NTC 2018, Tab. C8.5.1 |
| Tipologia | Mattoni pieni e malta di calce |
| Condizioni | Standard |
| Fattore di Confidenza | 1.20 |
| Moduli elasticci | |
| Valori | Medi |
| E | 1500 |
| G | 500 |
| Resistenze | |
| Valori | Medi |
| f,m | 3.450 |
| f,tm | 0.345 |
| f,hm | 1.725 |
| τ_0 | 0.090 |
| f,vm0 | 0.200 |

ACCIAIO PROFILATI e PRESSOPIEGATI
S 235 JR;

$$f_y = 235 \text{ N/mmq};$$

$$f_u = 360 \text{ N/mmq}.$$

ACCIAIO SOSPENSIONI

S 355 JR;

$$f_y = 355 \text{ N/mmq};$$

$$f_u = 510 \text{ N/mmq}.$$

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

B 450 C

$$f_{yd} = 391.3 \text{ N/mmq};$$

$$f_u = 450 \text{ N/mmq};$$

$$f_{amm} = 255.$$

Calcestruzzo getti in opera

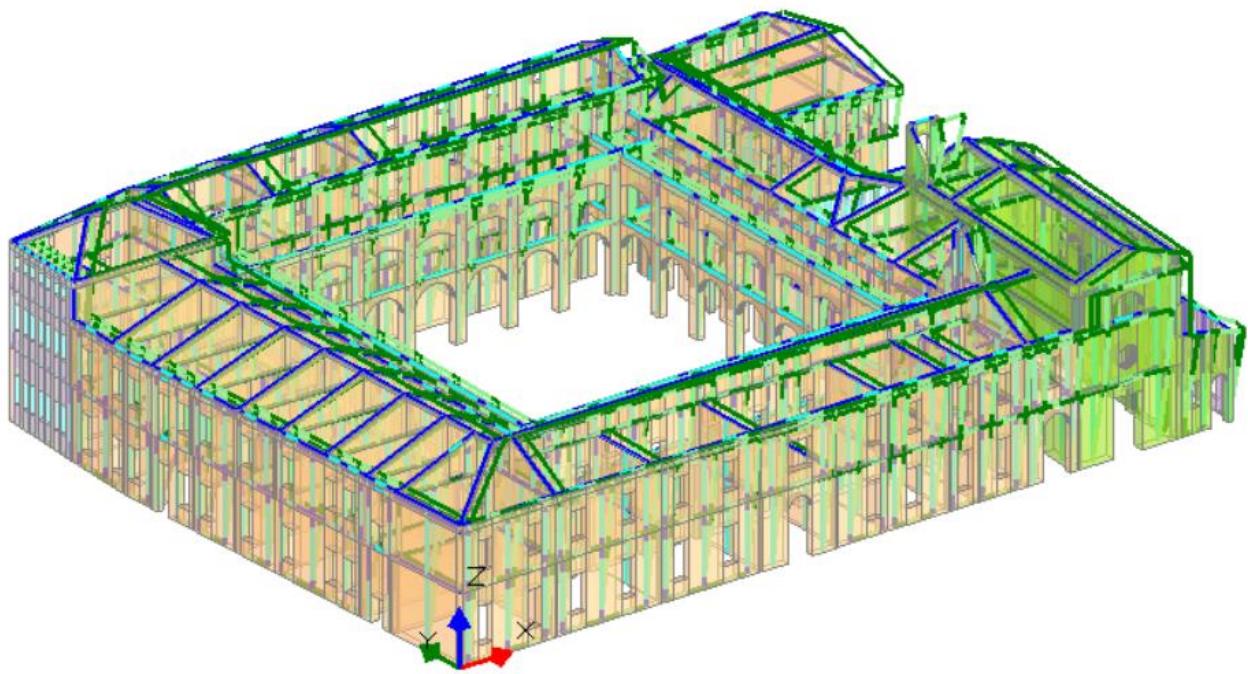
R'bk 300 kg/cmq, C 25-30

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mmq};$$

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mmq};$$

STATO ATTUALE ANALISI GLOBALI

STATO ATTUALE ANALISI MODALE COMPLESSIVA



Primo modo di vibrare in direzione x

Modo 3/35 T = 0.293"

◀ ▶ ⏪ | X Y Z

M*X: 93.6% - Tot: 94.4%

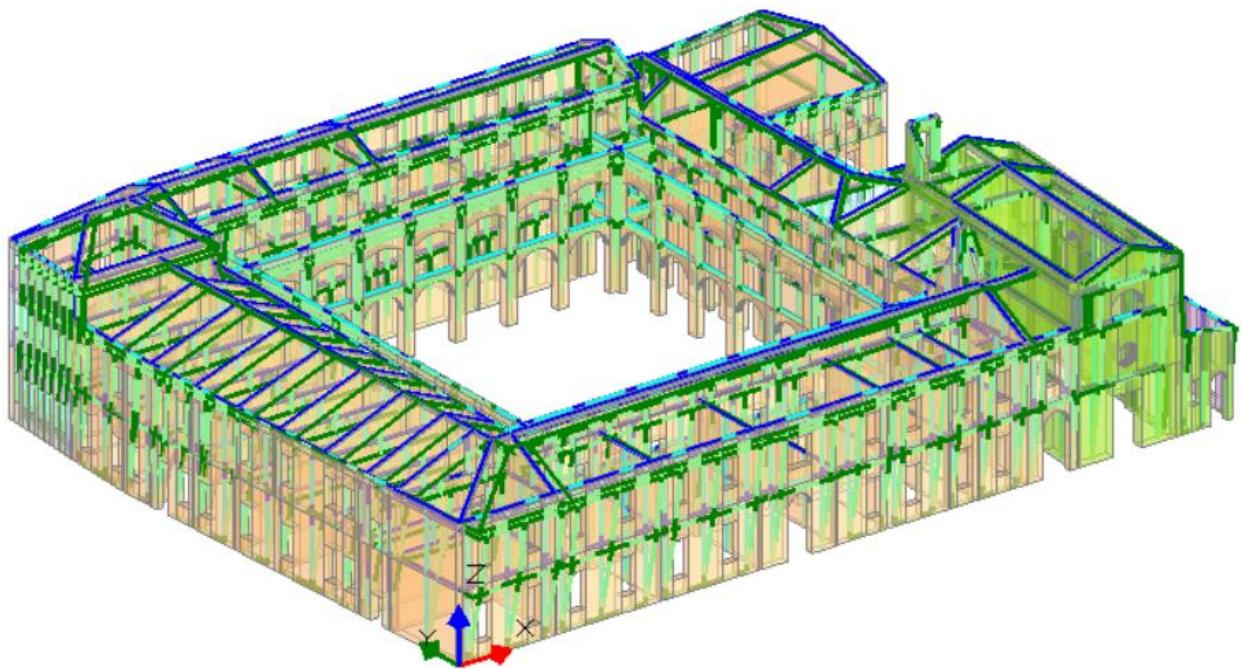
M*Y: 1.0% - Tot: 77.6%

M*Z: 0.0% - Tot: 0.0%

Modi di vibrare

Il primo modo di vibrare in direzione x eccita già l'93.6% delle masse. La deformata è prevalentemente diretta verso x per cui non si hanno comportamenti "torsionali" che evidenzino zone deboli in questa direzione di ingresso del sisma.

Primo modo di vibrare in direzione Y



Modo 2/35 T = 0.338"



M*X: 0.8% - Tot: 0.8%

M*Y: 76.6% - Tot: 76.6%

M*Z: 0.0% - Tot: 0.0%

Modi di vibrare

Il primo modo di vibrare in direzione y eccita il 76.6% delle masse. La deformata è prevalentemente diretta verso y per cui non si hanno comportamenti "torsionali" che evidenzino zone deboli in questa direzione di ingresso del sisma.

Entrambe le direzioni principali del sisma inducono deformazioni naturali.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

STATO ATTUALE ANALISI STATICHE LINEARE COMPLESSIVA

Si esegue l'analisi statica dell'intero complesso.

Analisi Statica Lineare, NON Sismica (D.M.17.1.2018)

Analisi Statica Lineare NON Sismica [§4.5.5]

Verifiche di sicurezza per Edifici in Muratura

SLU di salvaguardia della Vita (SLV)

Verifica di Resistenza (RES)

Involucro CCC

| | | |
|---|-------|------|
| Pressofless. complanare [§4.5.6] | 1.212 | 100% |
| Taglio scompenso [§4.5.6] | 1.113 | 100% |
| Taglio fessuraz. diag. [§4.5.6] | 1.315 | 100% |
| Pressofless. ortogonale (da modello 3D) | 1.144 | 100% |

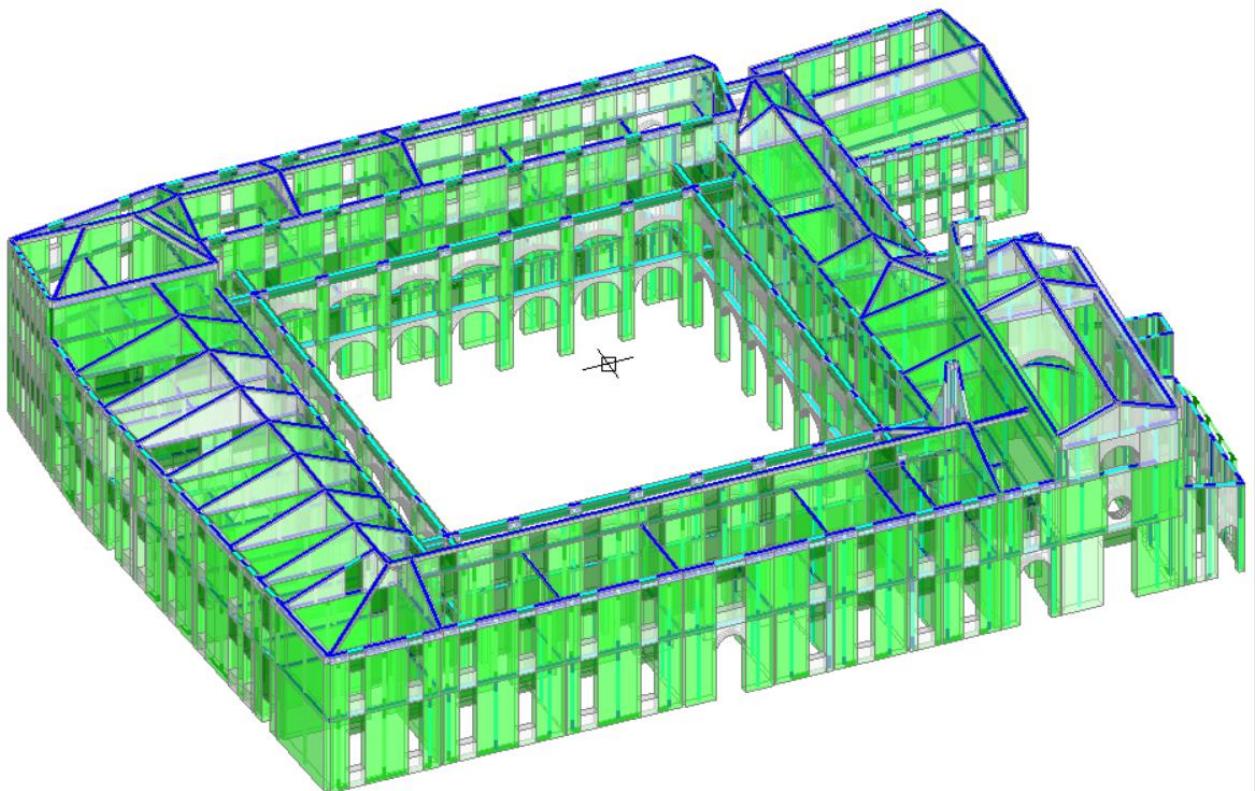
Il risultato, non scontato, risulta essere positivo.

Questa prima analisi di verifica indica l'assenza di carenze che implicherebbero interventi di rinforzo immediati.

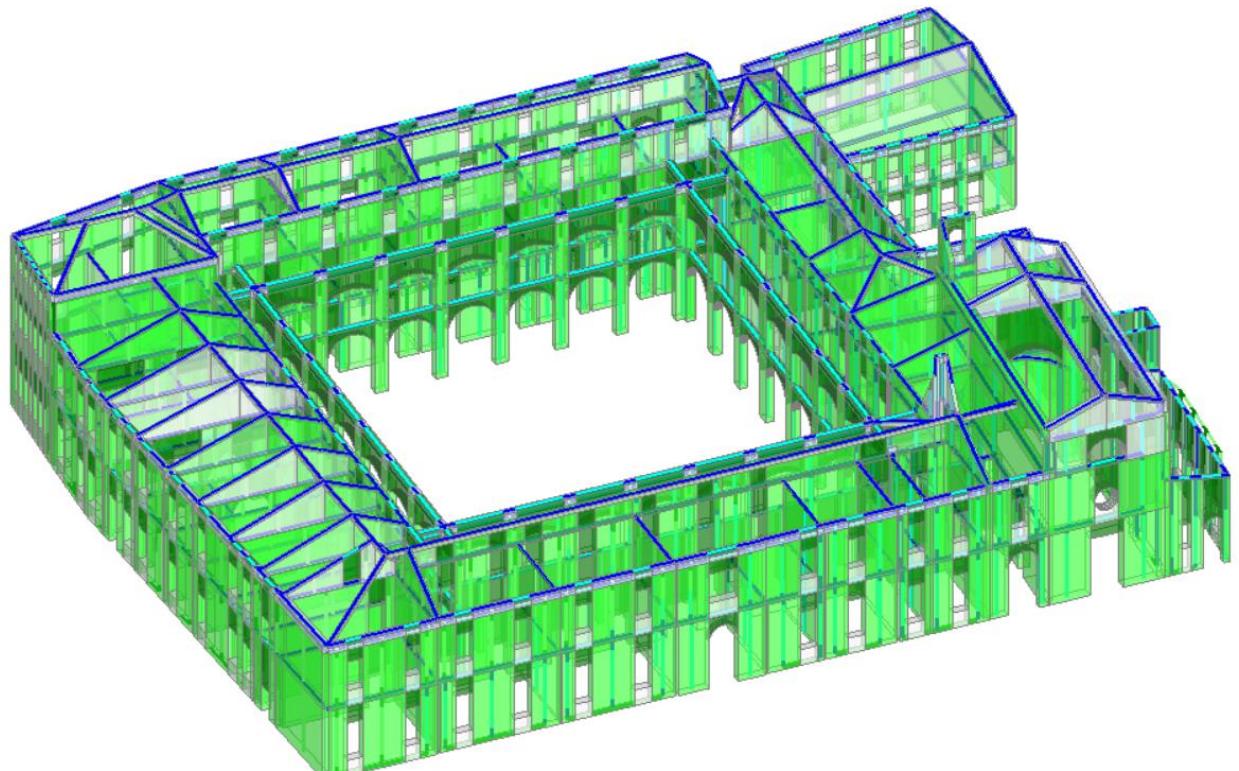
Di seguito le varie verifiche dei setti murari e delle strisce di piano vengono riportate in modo facilmente intellegibile.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



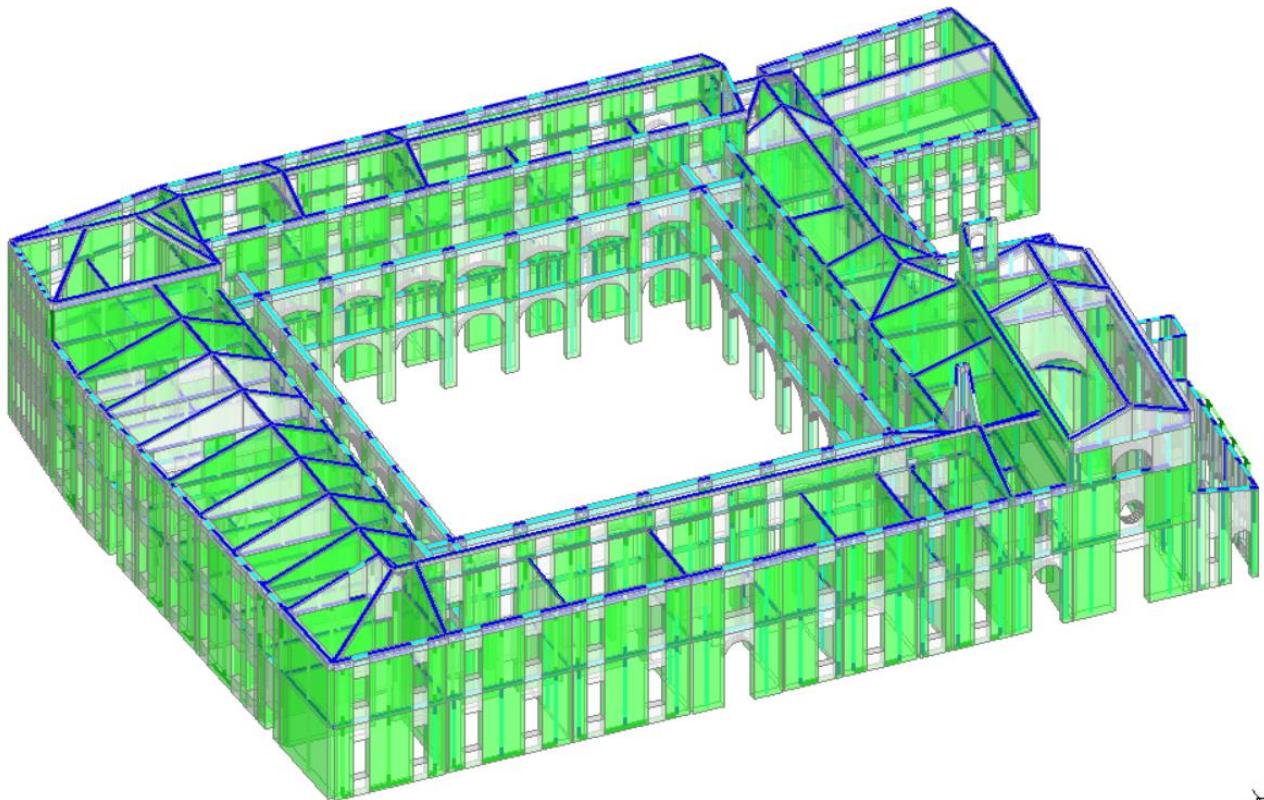
Verifiche a pressoflessione nel piano.



Verifiche a taglio.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Verifiche a pressoflessione orto.

Progetto definitivo-esecutivo

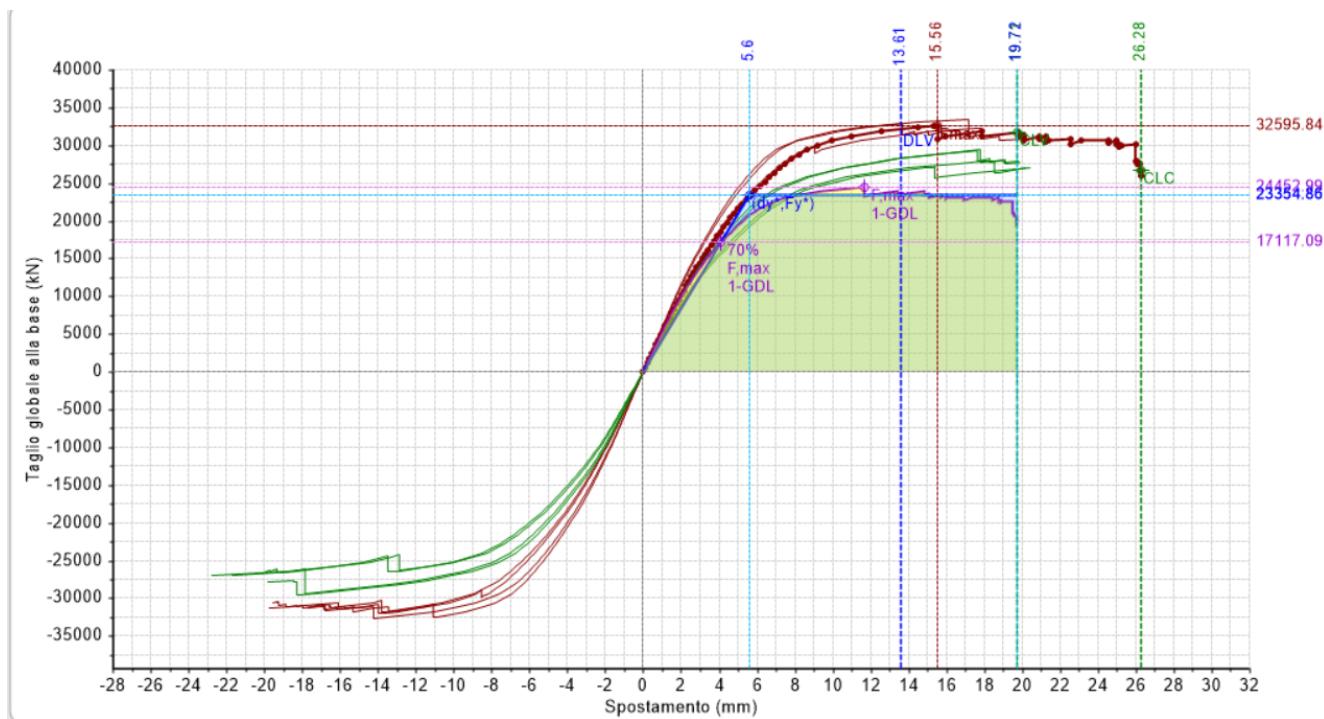
RELAZIONE DI CALCOLO

STATO ATTUALE ANALISI NON LINEARE STATICÀ COMPLESSIVA

Si esegue l'analisi di push over dell'intero complesso.

Gestione risultati Analisi Pushover

| N'curva | Corrente | Vista | Distr. | Direz. | Direz.2 | Mt | Ez | Control | F/W | q^* | q | PGA,CLV | TR,CLV | PVR,CLV | $\zeta_{PGA(SLV)}$ | $\zeta_{TR(SLV)}$ | VN,CLV |
|---------|----------|-------|--------|--------|---------|----|----|---------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|--------------------|-------------------|--------|
| 1 | ● | ✓ | B | +X' | +0.3Y' | | | L4 | 0.333 | 1.734 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 2 | ● | □ | B | +X' | -0.3Y' | | | L4 | 0.329 | 1.772 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 3 | ● | □ | B | +Y' | +0.3X' | | | L4 | 0.285 | 1.997 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 4 | ● | □ | B | +Y' | -0.3X' | | | L4 | 0.281 | 2.028 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 5 | ● | □ | B | -X' | +0.3Y' | | | L4 | 0.327 | 1.753 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 6 | ● | □ | B | -X' | -0.3Y' | | | L4 | 0.325 | 1.771 | 5.000 | 0.328 | 2441 | 3.026 | 1.408 | 3.428 | 171 |
| 7 | ● | □ | B | -Y' | +0.3X' | | | L4 | 0.278 | 2.055 | 5.000 | 0.328 | 2397 | 3.080 | 1.408 | 3.367 | 168 |
| 8 | ● | □ | B | -Y' | -0.3X' | | | L4 | 0.275 | 2.089 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 9 | ● | □ | E | +X' | +0.3Y' | | | L4 | 0.336 | 1.841 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 10 | ● | □ | E | +X' | -0.3Y' | | | L4 | 0.341 | 1.831 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 11 | ● | □ | E | +Y' | +0.3X' | | | L4 | 0.299 | 1.924 | 5.000 | 0.310 | 1944 | 3.785 | 1.330 | 2.730 | 137 |
| 12 | ● | □ | E | +Y' | -0.3X' | | | L4 | 0.300 | 1.888 | 5.000 | 0.309 | 1906 | 3.859 | 1.326 | 2.677 | 134 |
| 13 | ● | □ | E | -X' | +0.3Y' | | | L4 | 0.332 | 1.856 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 14 | ● | □ | E | -X' | -0.3Y' | | | L4 | 0.333 | 1.851 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 15 | ● | □ | E | -Y' | +0.3X' | | | L4 | 0.300 | 1.886 | 5.000 | 0.295 | 1599 | 4.582 | 1.266 | 2.246 | 112 |
| 16 | ● | □ | E | -Y' | -0.3X' | | | L4 | 0.302 | 1.903 | 5.000 | 0.322 | 2225 | 3.315 | 1.382 | 3.125 | 156 |



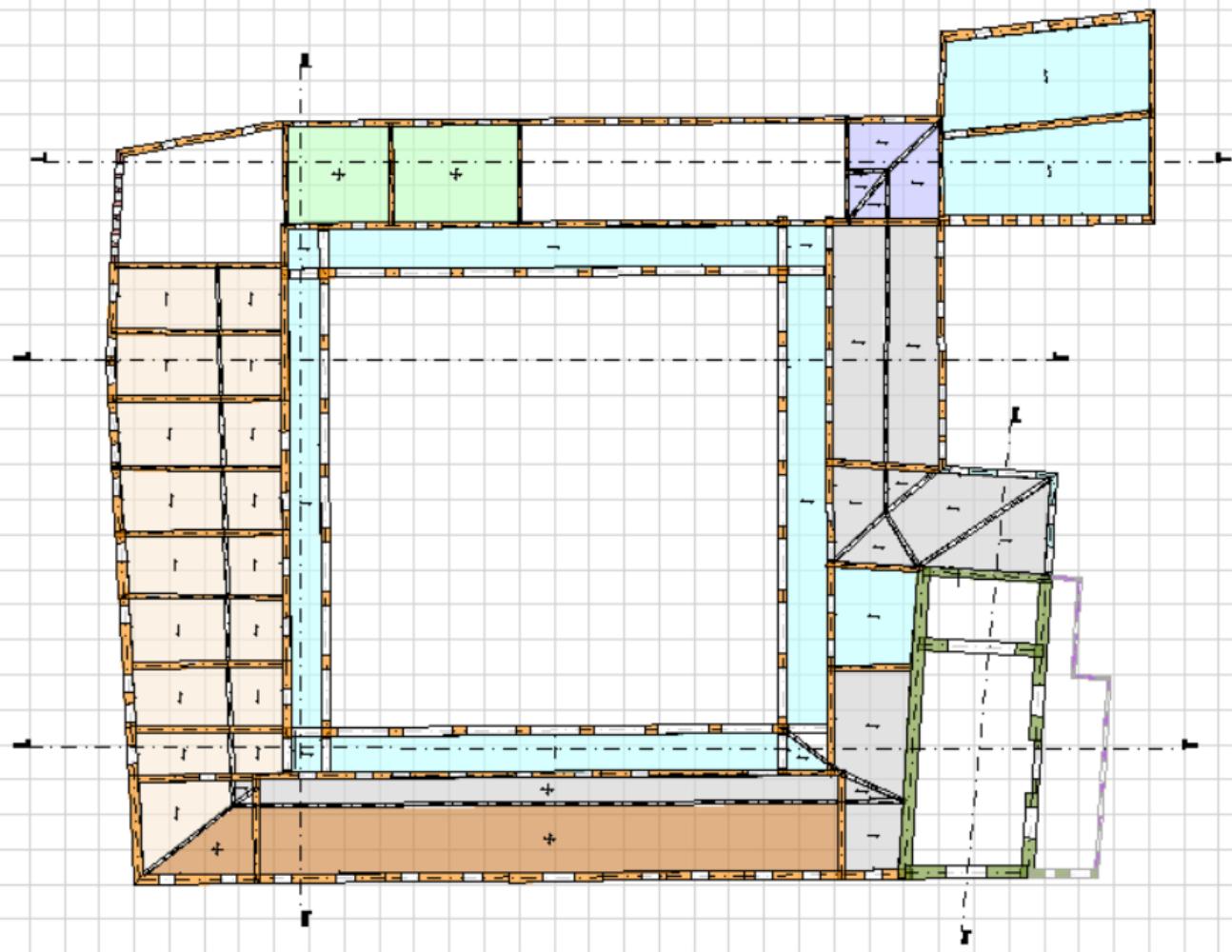
L'analisi statica non lineare dell'intero complesso fornisce un primo dato generale di capacità di resistenza.

Il valore minimo tra le curve di capacità indica un valore ζ_E pari a circa 1.26.

Il valore di resistenza del modello globale, come si vedrà dalle analisi locali riportate di seguito, sarà fortemente ridotto. Il risultato parziale era in qualche modo atteso a causa della forma dell'edificio, a sezione sottile chiusa.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Progetto definitivo-esecutivo

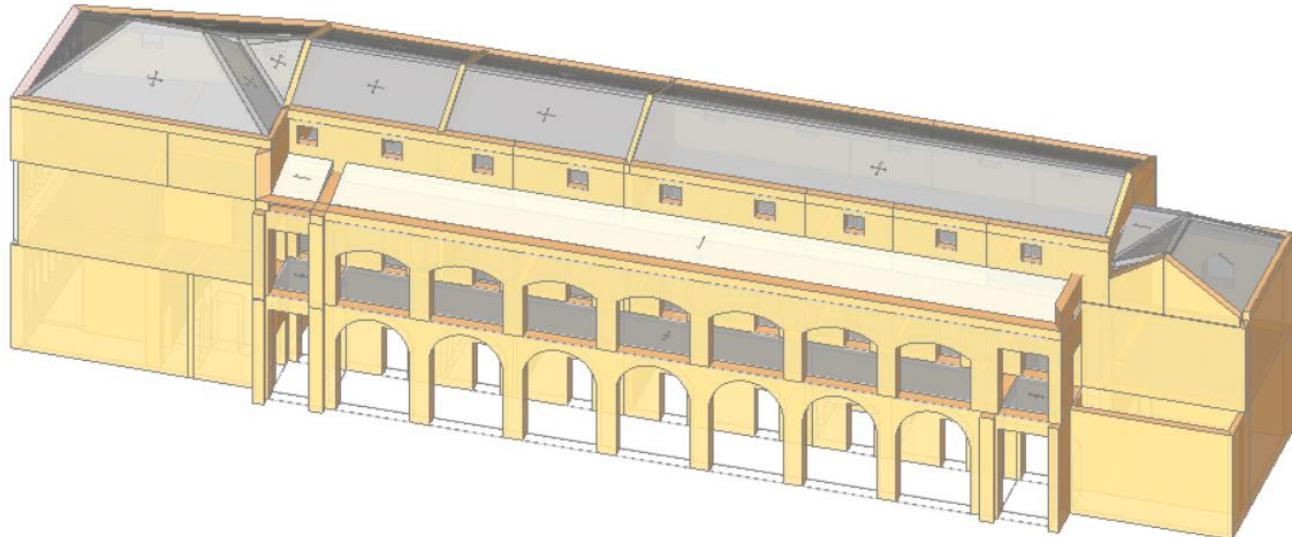
RELAZIONE DI CALCOLO

Si omettono le analisi sulle altre porzioni di edificio (si veda verifica di vulnerabilità) e si considera solo il lato ineteressato dai lavori, via Tombesi dall'Ova.

STATO ATTUALE ANALISI NON LINEARE STATICÀ PORZIONE SU VIA TOMBESI DALL'OVA

Gestione risultati Analisi Pushover

| N'curva | Corrente | Vista | Distr. | Direz. | Direz.2 | Mt | Ez | Control | F/W | q* | q | PGA.CLV | TR.CLV | PVR.CLV | ζ.PGA(SLV) | ζ.TR(SLV) | VN.CLV |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|---------|----|----|---------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|------------|-----------|--------|
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | B | +X' | | | | L4 | 0.339 | 1.043 | 5.000 | 0.215 | 552 | 12.704 | 0.923 | 0.775 | 39 |
| 2 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | +X' | | | ± | L4 | 0.339 | 1.032 | 5.000 | 0.218 | 569 | 12.349 | 0.936 | 0.799 | 40 |
| 3 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | +Y' | | | | L4 | 0.235 | 1.882 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 4 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | +Y' | | | ± | L4 | 0.233 | 1.899 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 5 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | -X' | | | | L4 | 0.348 | 1.196 | 5.000 | 0.209 | 502 | 13.878 | 0.897 | 0.705 | 35 |
| 6 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | -X' | | | ± | L4 | 0.337 | 1.236 | 5.000 | 0.216 | 560 | 12.535 | 0.927 | 0.787 | 39 |
| 7 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | -Y' | | | | L4 | 0.209 | 1.979 | 5.000 | 0.218 | 569 | 12.349 | 0.936 | 0.799 | 40 |
| 8 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | B | -Y' | | | ± | L4 | 0.199 | 2.074 | 5.000 | 0.212 | 528 | 13.242 | 0.910 | 0.742 | 37 |
| 9 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +X' | | | | L4 | 0.397 | 1.018 | 5.000 | 0.300 | 1706 | 4.301 | 1.288 | 2.396 | 120 |
| 10 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +X' | | | ± | L4 | 0.388 | 1.037 | 5.000 | 0.286 | 1449 | 5.044 | 1.227 | 2.035 | 102 |
| 11 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +Y' | | | | L4 | 0.249 | 1.744 | 4.285 | 0.241 | 799 | 8.960 | 1.034 | 1.122 | 56 |
| 12 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +Y' | | | ± | L4 | 0.243 | 1.759 | 5.000 | 0.241 | 799 | 8.960 | 1.034 | 1.122 | 56 |
| 13 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -X' | | | | L4 | 0.390 | 0.722 | 5.000 | 0.263 | 1058 | 6.843 | 1.129 | 1.486 | 74 |
| 14 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -X' | | | ± | L4 | 0.382 | 0.788 | 5.000 | 0.263 | 1066 | 6.794 | 1.129 | 1.497 | 75 |
| 15 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -Y' | | | | L4 | 0.232 | 1.782 | 5.000 | 0.305 | 1812 | 4.055 | 1.309 | 2.545 | 127 |
| 16 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -Y' | | | ± | L4 | 0.232 | 1.726 | 5.000 | 0.304 | 1807 | 4.066 | 1.305 | 2.538 | 127 |



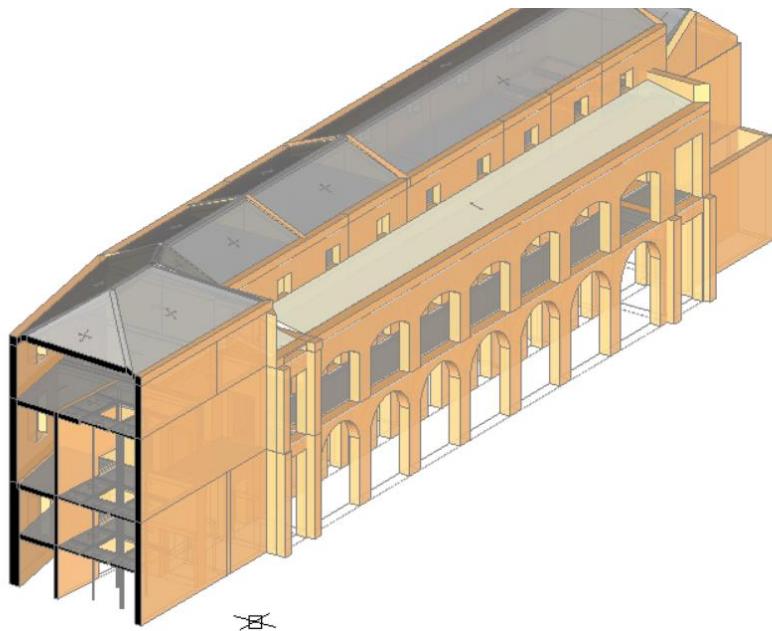
$\zeta_E = 0.897 = 0.9$ corpo su via TOMBESI DALL'OVA

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

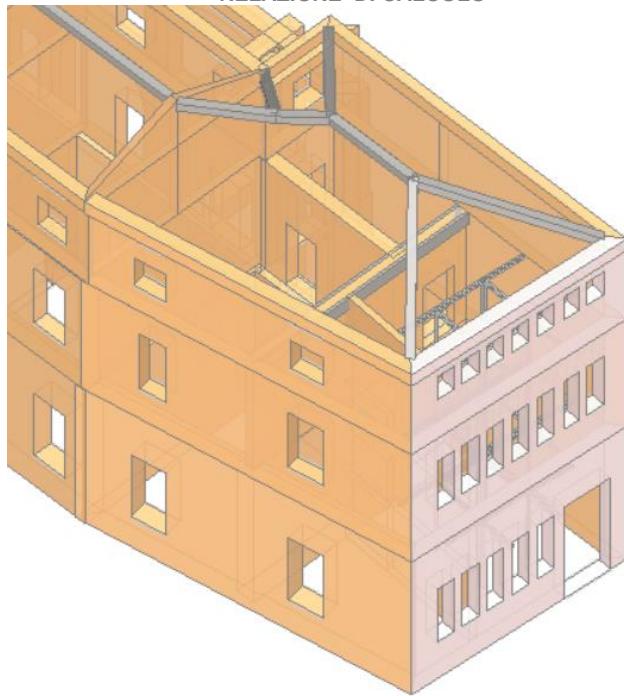
**STATO DI PROGETTO ANALISI NON LINEARE STATICÀ PORZIONE SU VIA TOMBESI
DALL'OVA**

Per l'analisi dello stato di progetto si procede alla modellazione dealla struttura aggiornando la porzione est con la scala, l'ascensore i l'aggiornamento di solai e pareti nonché la parte ovest con la nuova scala dal piano primo al secondo. Sono state altresì modificate le aperture delle finestre del piano secondo e ingrossato il muro interno dell'ultimo vano ovest al piano secondo.



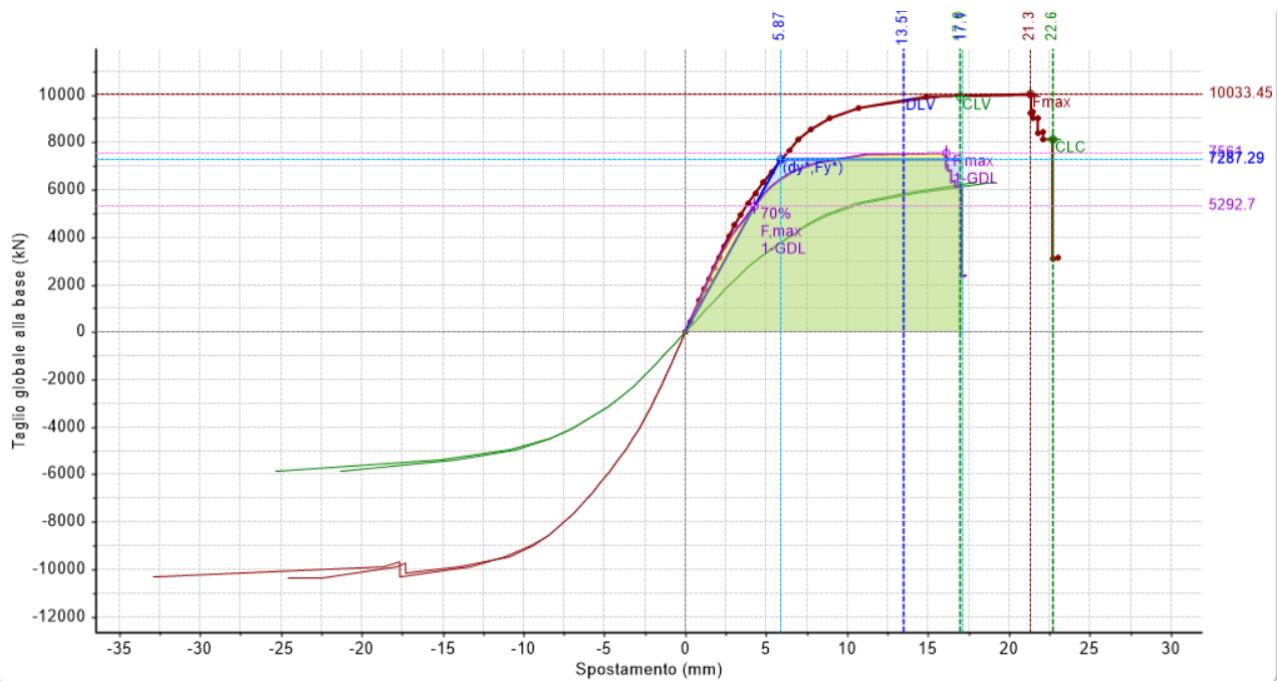
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



I risultati dell'analisi di push over sono per la distribuzione di forze tipo B:

| N'curva | Corrente | Vista | Distr. | Direz. | Direz.2 | Mt | Ez | Control | F/W | q^* | q | PGA.CLV | TR.CLV | PVR.CLV | $\zeta.PGA(SLV)$ | $\zeta.TR(SLV)$ | VN.CLV |
|---------|-------------------------------------|-------|--------|--------|---------|----|-------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|------------------|-----------------|--------|
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | B | | +X' | | | | L4 | 0.337 | 1.655 | 4.459 | 0.292 | 1565 | 4.679 | 1.253 | 2.198 | 110 |
| 2 | <input type="checkbox"/> | B | | +X' | | | \pm | L4 | 0.335 | 1.650 | 3.990 | 0.291 | 1521 | 4.811 | 1.249 | 2.136 | 107 |
| 3 | <input type="checkbox"/> | B | | +Y' | | | | L4 | 0.237 | 1.871 | 5.000 | 0.297 | 1651 | 4.441 | 1.275 | 2.319 | 116 |
| 4 | <input type="checkbox"/> | B | | +Y' | | | \pm | L4 | 0.229 | 1.897 | 5.000 | 0.309 | 1906 | 3.859 | 1.326 | 2.677 | 134 |
| 5 | <input type="checkbox"/> | B | | -X' | | | | L4 | 0.350 | 1.603 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 6 | <input type="checkbox"/> | B | | -X' | | | \pm | L4 | 0.347 | 1.595 | 5.000 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 7 | <input type="checkbox"/> | B | | -Y' | | | | L4 | 0.200 | 2.172 | 5.000 | 0.236 | 737 | 9.676 | 1.013 | 1.035 | 52 |
| 8 | <input type="checkbox"/> | B | | -Y' | | | \pm | L4 | 0.197 | 2.196 | 5.000 | 0.229 | 670 | 10.590 | 0.983 | 0.941 | 47 |



LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

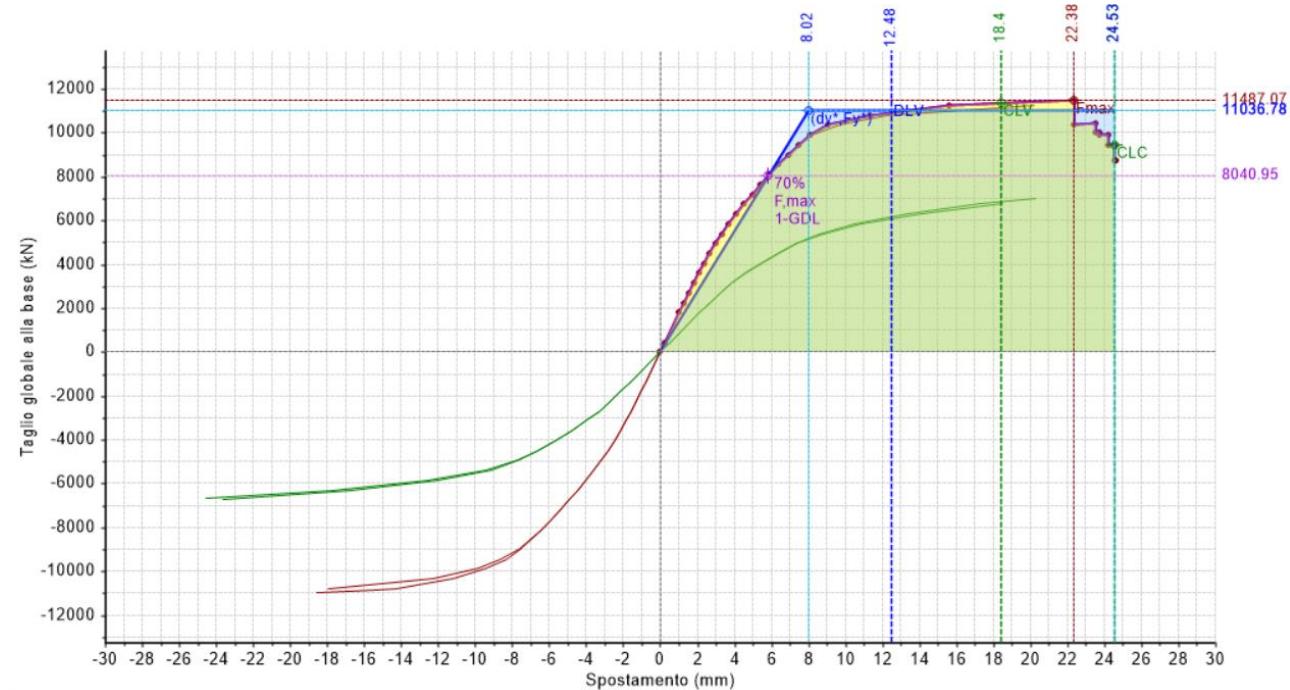
RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

I risultati dell'analisi di push over sono per la distribuzione di forze tipo E:

| N'curva | Corrente | Vista | Distr. | Direz. | Direz. 2 | Mt | Ez | Control | F/W | q^* | q | PGA,CLV | TR,CLV | PVR,CLV | $\zeta_{PGA}(SLV)$ | $\zeta_{TR}(SLV)$ | VN,CLV |
|---------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|----------|----|-------|---------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|--------------------|-------------------|--------|
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | E | +X' | | | | L4 | 0.386 | 1.556 | 3.829 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +X' | | | \pm | L4 | 0.379 | 1.585 | 3.473 | 0.330 | >=2475 | 2.985 | 1.416 | 3.476 | 174 |
| 3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +Y' | | | | L4 | 0.234 | 1.862 | 5.000 | 0.241 | 799 | 8.960 | 1.034 | 1.122 | 56 |
| 4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | +Y' | | | \pm | L4 | 0.232 | 1.867 | 5.000 | 0.244 | 821 | 8.730 | 1.047 | 1.153 | 58 |
| 5 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -X' | | | | L4 | 0.369 | 1.582 | 5.000 | 0.322 | 2246 | 3.284 | 1.382 | 3.154 | 158 |
| 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -X' | | | \pm | L4 | 0.366 | 1.590 | 5.000 | 0.322 | 2252 | 3.276 | 1.382 | 3.163 | 158 |
| 7 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -Y' | | | | L4 | 0.227 | 1.926 | 5.000 | 0.302 | 1739 | 4.221 | 1.296 | 2.442 | 122 |
| 8 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | E | -Y' | | | \pm | L4 | 0.223 | 1.936 | 5.000 | 0.315 | 2082 | 3.538 | 1.352 | 2.924 | 146 |



Le analisi della porzione su via Tombesi dall'Ova sono leggermente migliorative: ζ_E progetto = 0.98 rispetto allo stato attuale ζ_E stato di fatto = 0.9.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

CONFRONTO RISULTATI STATO DI FATTO - PROGETTO

| | 1 LATO GUACCIMANNI | 2 LATO DENTE | 3 LATO TOMBESI | 4 LATO OVEST | 5 EX GIARDINO | 6 ZONA CHIESA |
|---|--------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| Risultati push over | $\zeta_E = 0.91$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.89$ | $\zeta_E = 1.00$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.82$ |
| Indice complessivo Analisi non lineare | $\zeta_E = 0.8$ | | | | | |

STATO DI PROGETTO.

| | 1 LATO GUACCIMANNI | 2 LATO DENTE | 3 LATO TOMBESI | 4 LATO OVEST | 5 EX GIARDINO | 6 ZONA CHIESA |
|---|--------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| Risultati push over | $\zeta_E = 0.91$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.98$ | $\zeta_E = 1.00$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.82$ |
| Indice complessivo Analisi non lineare | $\zeta_E = 0.8$ | | | | | |

L'incremento di capacità di resistenza allo stato di progetto rimane inferiore rispetto al 10% anche per il lato Tombesi dall'Ova e nulla cambia nelle altre porzioni di fabbricato per cui l'intervento può considerarsi un semplice intervento locale.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

STATO DI FATTO E DI PROGETTO ANALISI CINEMATICA

Con il medesimo programma di calcolo con cui si sono eseguite le analisi statica, modale e analisi statica non lineare, si analizzano i cinematicismi.

Si crea un modello di calcolo specifico che abbandona il cosiddetto telaio equivalente e si genera un modello cinematico del complesso.

Su questo si analizzano svariati meccanismi locali di collasso nelle varie parti del fabbricato.

I risultati sono riportati nella verifica di vulnerabilità allega

Si analizzano i meccanismi più significativi: poiché al livello del piano sottotetto si hanno i cordoli di facciata su tutti i lati del fabbricato, si analizzano i cinematicismi di "parete vincolata al piede ed in sommità con formazione di cerniera alla base, carrello in sommità e seconda cerniera intermedia".



Cordolo su via Guaccimanni foto cantiere anni ottanta

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Cordolo di colmo e cordolo sopra alla parete trasversale su Via Guaccimanni foto cantiere anni ottanta



Cordolo su Via T. dall'Ova con ancoraggio del cornicione foto cantiere anni ottanta

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

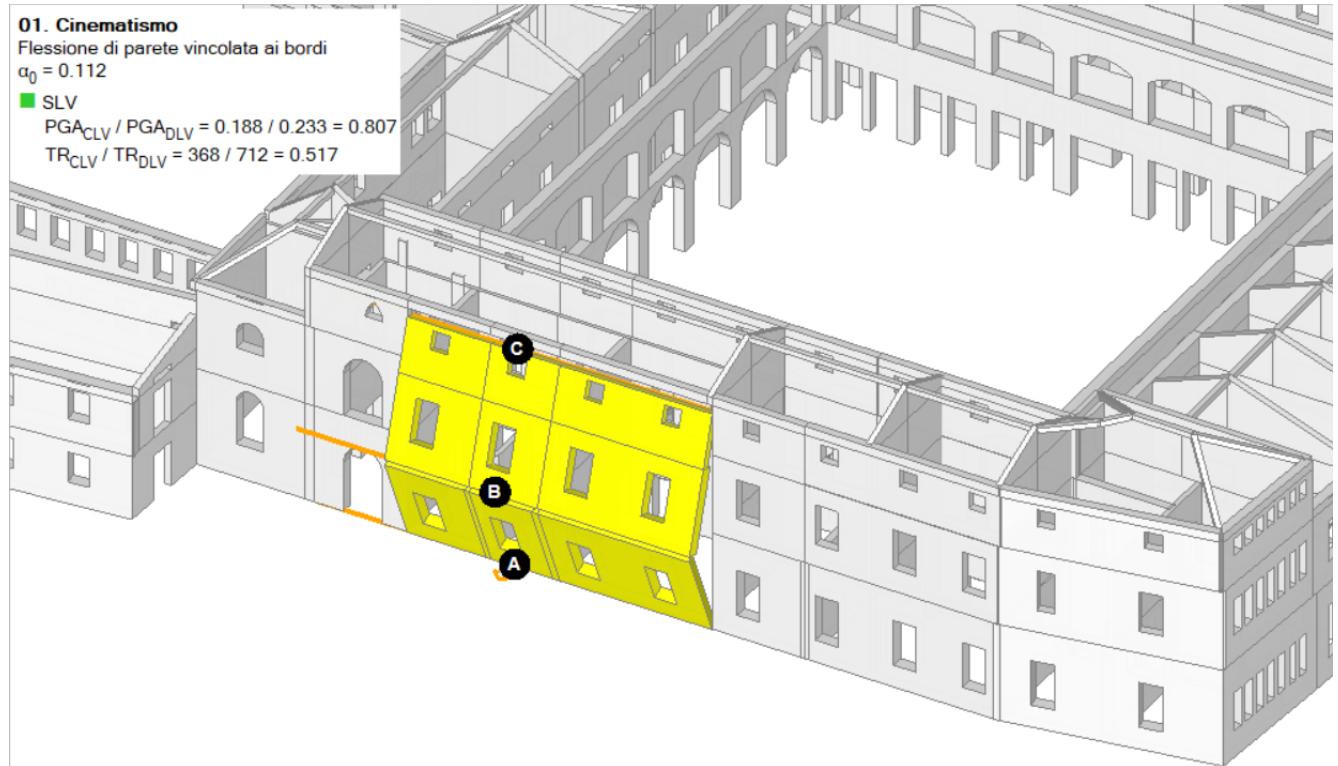
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Cinematismo 1 lato via Tombesi



$$\zeta_E = 0.80:$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

TABELLA RIEPILOGATIVA GENERALE DEI RISULTATI

STATO DI FATTO.

| | 1 LATO GUACCIMANNI | 2 LATO DENTE | 3 LATO TOMBESI | 4 LATO OVEST | 5 EX GIARDINO | 6 ZONA CHIESA |
|--|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Risultati push over | $\zeta_E = 0.91$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.89$ | $\zeta_E = 1.00$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.82$ |
| Indice complessivo Analisi non lineare | $\zeta_E = 0.8$ | | | | | |
| Analisi cinematica | 1 LATO GUACCIMANNI | 2 LATO DENTE | 3 LATO TOMBESI | 4 CHIOSCO LATO OVEST | 5 CHIESA FACCIATA | 7 CAMPANILE |
| | $\zeta_E = 0.8$ | $\zeta_E = 0.8$ | $\zeta_E = 0.8$ | $\zeta_E = 0.79$ | $\zeta_E = 0.6$ | $\zeta_E = 0.8$ |
| Indice complessivo cinematismi | $\zeta_E = 0.8$ | | | | | |

STATO DI PROGETTO.

| | 1 LATO GUACCIMANNI | 2 LATO DENTE | 3 LATO TOMBESI | 4 LATO OVEST | 5 EX GIARDINO | 6 ZONA CHIESA |
|--|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Risultati push over | $\zeta_E = 0.91$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.89$ | $\zeta_E = 1.00$ | $\zeta_E = 1.0$ | $\zeta_E = 0.82$ |
| Indice complessivo Analisi non lineare | $\zeta_E = 0.8$ | | | | | |
| Analisi cinematica | 1 LATO GUACCIMANNI | 2 LATO DENTE | 3 LATO TOMBESI | 4 CHIOSCO LATO OVEST | 5 CHIESA FACCIATA | 7 CAMPANILE |
| | $\zeta_E = 0.8$ | $\zeta_E = 0.8$ | $\zeta_E = 0.8$ | $\zeta_E = 0.79$ | $\zeta_E = 0.6$ | $\zeta_E = 0.8$ |
| Indice complessivo cinematismi | $\zeta_E = 0.8$ | | | | | |

La scuola ha un indice $\zeta_E = 0.8$, questo garantisce un comportamento pienamente soddisfacente della struttura anche in caso di evento sismico.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SCALA OVEST SU VIA TOMBESI DALL'OVA

Come già detto la scala è stata modellata in modo specifico con programma di calcolo ad elementi finiti.

Analisi dei carichi

Oltre al peso proprio che è calcolato in automatico dal programma di calcolo, si sono considerati:
pesi portati

Analisi dei carichi rampe

| | | |
|---------------------|------------|-------------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | autom. |
| Pedate in pietra | $g_{11} =$ | 2.00 KN/mq |
| <hr/> | | |
| Totale | $g =$ | 2.00 KN/mq |
| Variabili | $q_1 =$ | 4.00 KN/mq. |
| In aggiunta | | |
| parapetto | g_{11} | 0.50 KN/ml; |

Analisi dei carichi solaio

| | | |
|----------------------|------------|-------------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | 2.20 KN/mq |
| Pavimento e massetto | $g_{11} =$ | 2.00 KN/mq |
| Intonaco | $g_{11} =$ | 0.20 KN/mq |
| tramezzi | $g_{12} =$ | 1.00 KN/mq |
| <hr/> | | |
| Totale | $g =$ | 5.40 KN/mq |
| Variabili | $q_1 =$ | 3.00 KN/mq. |

Questo solaio è stato completamente rifatto. Esso è realizzato con tavelloni su Ipe 140 riempiti fino a estradosso con isocal, soletta da 5 cm armata con rete e resa collaborante con le Ipe mediante pioli. Il solaio, come si trae dalla documentazione recuperata, è stato realizzato in previsione di un utilizzo per attività didattica.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLAIO ESISTENTE

Questo solaio è stato completamente rifatto. Esso è realizzato con tavelloni su lpe 140 riempiti fino a estradosso con isocal, soletta da 5 cm armata con rete e resa collaborante con le lpe mediante pioli. Il solaio, come si trae dalla documentazione recuperata, è stato realizzato in previsione di un utilizzo per attività didattica.



VERIFICA SOLETTA

Luce di calcolo = 0.72 m

$$M_{ED} = (5.4 \times 1.3 + 4.00 \times 1.5) \times 0.72^2 / 10 = 0.60 \text{ KNm.}$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| Titolo : | | |
|--|--------------------------------------|--------|
| N° strati barre [2] Zoom | | |
| N° | b [cm] | h [cm] |
| 1 | 72 | 5 |
| N° | A _s [cm ²] | d [cm] |
| 1 | 0.63 | 1 |
| 2 | 0.63 | 4 |
| Sollecitazioni S.L.U. → ← Metodo n | | |
| N _{Ed} | 0 | kN |
| M _{xEd} | 0 | kNm |
| M _{yEd} | 0 | |
| P.tto applicazione N | | |
| <input checked="" type="radio"/> Centro | <input type="radio"/> Baricentro cls | |
| <input type="radio"/> Coord.[cm] | xN 0 yN 0 | |
| Tipo rottura | | |
| Lato calcestruzzo - Acciaio snervato | | |
| Materiali | | |
| FeB44k | C20/25 | |
| ε _{su} 67.5 % | ε _{c2} 2 % | |
| f _{yd} 373.9 N/mm ² | ε _{cu} 3.5 | |
| E _s 200.000 N/mm ² | f _{cd} 11.33 | |
| ε _s /E _c 15 | f _{cc} /f _{cd} 0.8 | |
| ε _{syd} 1.87 % | σ _{c,adm} 8.5 | |
| σ _{s,adm} 255 N/mm ² | τ _{co} 0.5333 | |
| | τ _{c1} 1.686 | |
| M _{xRd} 1.028 kNm | | |
| σ _c -11.33 N/mm ² | | |
| σ _s 373.9 N/mm ² | | |
| ε _c 3.5 % | | |
| ε _s 17.21 % | | |
| d 4 cm | | |
| x 0.676 | x/d 0.169 | |
| δ 0.7 | | |
| <input type="checkbox"/> Precompresso | | |
| Metodo di calcolo | | |
| <input checked="" type="radio"/> S.L.U.+ | <input type="radio"/> S.L.U.- | |
| <input type="radio"/> Metodo n | | |
| Tipo flessione | | |
| <input checked="" type="radio"/> Retta | <input type="radio"/> Deviata | |
| N° rett. 100 | | |
| Calcola MRd Dominio M-N | | |
| L ₀ 0 cm | Col. modello | |

$$CR = 0.6/1.03 = 0.58 < 1.$$

VERIFICA IPE

Trave ipe 140 su una luce max di 4.50 m.

$$M_{ED} = 0.72 \times (5.4 \times 1.3 + 3.00 \times 1.5) \times 4.5^2 / 8 = 21 \text{ KNm};$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Titolo progetto: solaio via Tombesi dall'Ova

| | |
|---|--|
| Tipo di profilo | Tipo di soletta |
| IPE 140 | <input checked="" type="radio"/> Piena <input type="radio"/> Grecata trasv. <input type="radio"/> Grecata paral. |
| Materiali | Dati soletta |
| Type Acciaio | f_y 235 N/mm ² f_{sk} 430 N/mm ² f_{ck} 25 N/mm ² |
| S235 (Fe360) | h_c 50 mm b 720 mm A_s 126 mm ² h'_s 20 mm |
| Dati Profilo | M_{Sd} 0 kNm |
| b_1 73 mm b_2 73 mm t_{f1} 6.9 mm t_{f2} 6.9 mm h 140 mm t_w 4.7 mm r_1 7 mm r_2 0 mm r 0 mm | Zoom |
| <input type="button" value="Plotta in Form"/> <input type="button" value="Progetto Connessione"/> | |
| Metodo di calcolo <input checked="" type="radio"/> S.L.U. M+ <input type="radio"/> Metodo n. M+ <input type="radio"/> S.L.U. M- <input type="radio"/> Metodo n. M- | |
| SLU $M_{pl,Rd}$ 38.15 kNm V_I 367.7 kN $M_{apl,Rd}$ 19.77 kNm y_n 31.43 mm | |

$$CR = 21/38.15 = 0.55 < 1.$$

VERIFICA TRAVE PRINCIPALE HE 280

Trave doppia Heb 280 su una luce max di 6.93 m.

$$M_{ED} = 4.50 \times (5.40 \times 1.3 + 3.00 \times 1.5) \times 7.15^2 / 8 = 331.3 \text{ KNm};$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato AcciaioCls Normativa: NTC ?

- IPE IPN HEAA HL
- HEA IPEA HEX UB
- HEB IPEO HD UC
- HEM IPEX HP W

Ordina per
 Wy
 ly
 g

Acciaio S235 (Fe360) fy (N/mm²) 235 fu (N/mm²) 360

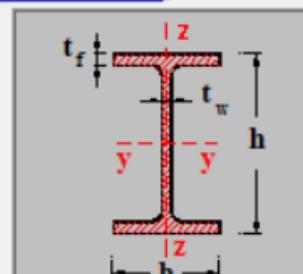
Lunghezze di libera inflessione [m]

I_{0y} 0 I_{0z} 0

N_{Sd} [kN] 0

Aggiorna Tabella

| | designation | g (Kg/m) | h (mm) | b (mm) | tw (mm) | t _f (mm) | r ₁ (mm) |
|---|-------------|----------|--------|--------|---------|---------------------|---------------------|
| | HE 200 B | 61.3 | 200 | 200 | 9.00 | 15.00 | 18.00 |
| | HE 220 B | 71.5 | 220 | 220 | 9.50 | 16.00 | 18.00 |
| | HE 240 B | 83.2 | 240 | 240 | 10.00 | 17.00 | 21.00 |
| | HE 260 B | 93.0 | 260 | 260 | 10.00 | 17.50 | 24.00 |
| ► | HE 280 B | 103.0 | 280 | 280 | 10.50 | 18.00 | 24.00 |
| | HE 300 B | 117.0 | 300 | 300 | 11.00 | 19.00 | 27.00 |
| | HE 320 B | 127.0 | 320 | 320 | 11.50 | 20.50 | 27.00 |



Plotta

HE 280 B

N_{by,Rd} [kN] 2,941

N_{bz,Rd} [kN] 2,941

V_{ply,Rd} [kN] 531.5

M_{cy,Rd} [kNm] 343.3

M_{cz,Rd} [kNm] 160.6

V_{plz,Rd} [kN] 1,303

g (Kg/m): 103

h (mm): 280

b (mm): 280

tw (mm): 10.5

t_f (mm): 18

r₁ (mm): 24

r₂ (mm): 0

A (cm²): 131.4

ly (cm⁴): 19,270

Wy (cm³): 1,376

W_{pl,y} (cm³): 1,534

i_y (cm): 12.11

l_z (cm⁴): 6,595

W_z (cm³): 471

W_{pl,z} (cm³): 717.6

iz (cm): 7.09

IT (cm⁴): 143.7

lw (cm⁶): 1,130,000

Classe Sezione

Compression 1

Flessione My 1

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 1

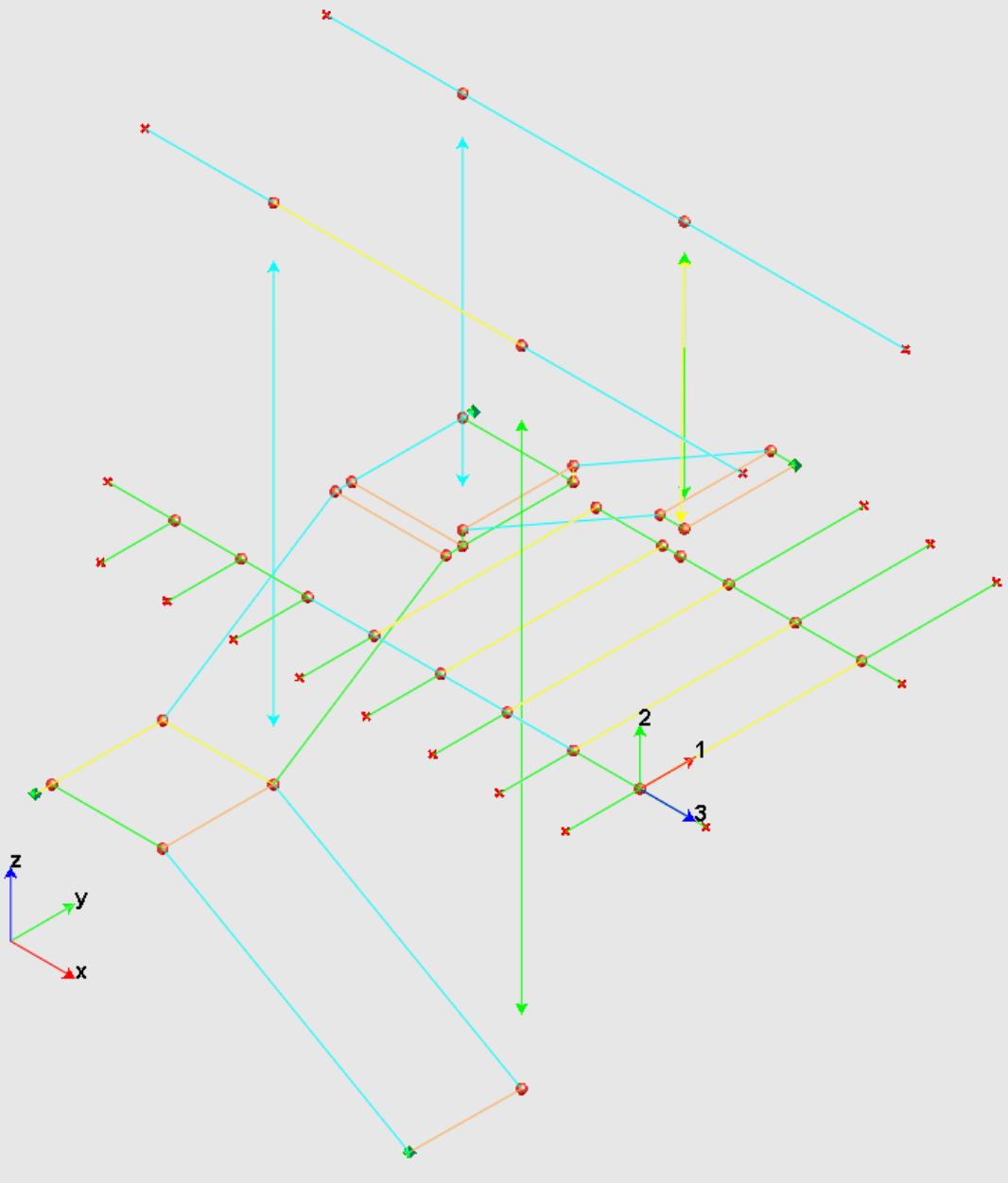
Verifiche

Presso Flessione

Svergolamento

$$CR = 331.3 / (2 \times 343.3) = 0.48 < 1.$$

VERIFICA SCALA METALLICA



Modello di calcolo

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

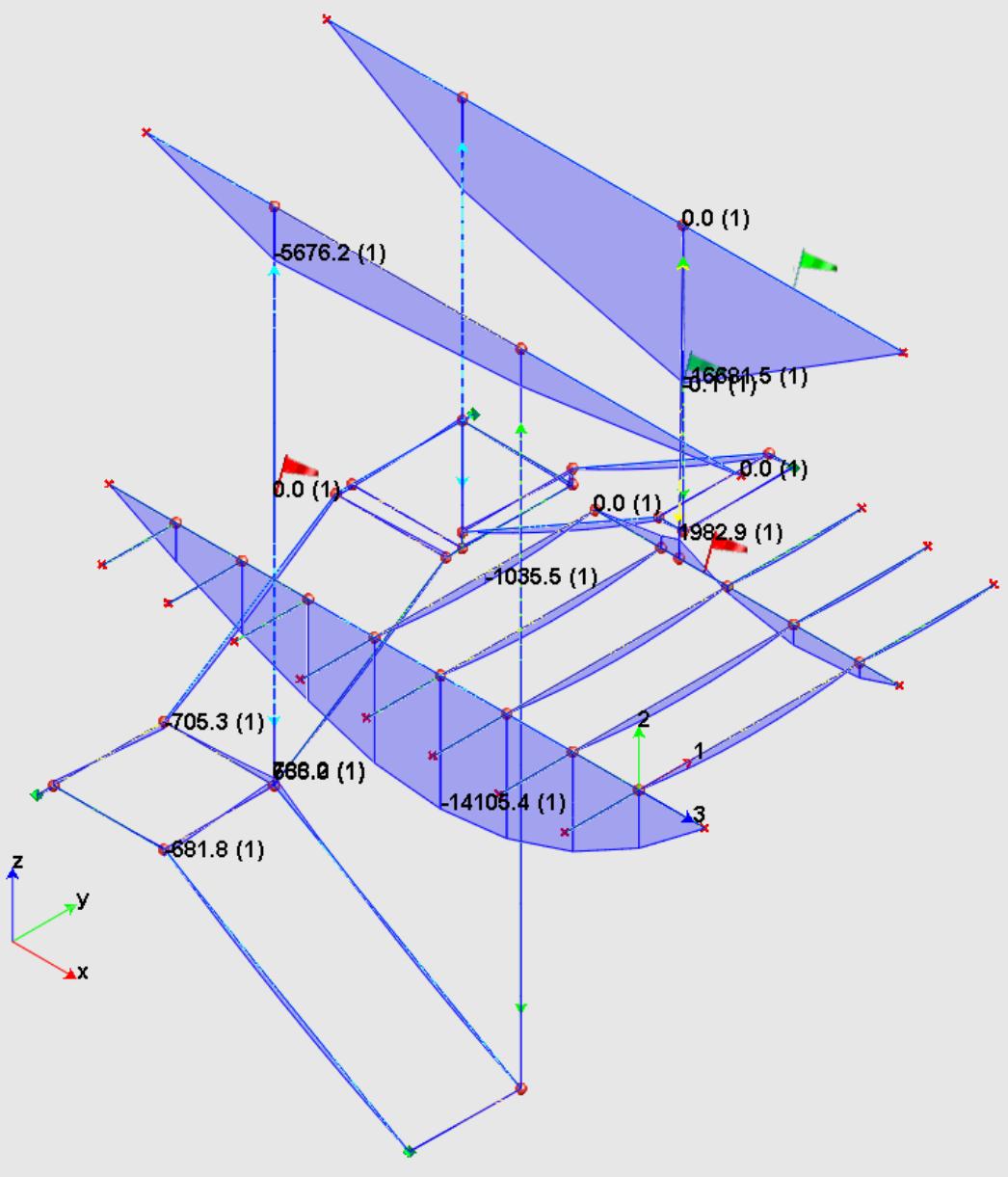


Diagramma del momento flettente

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

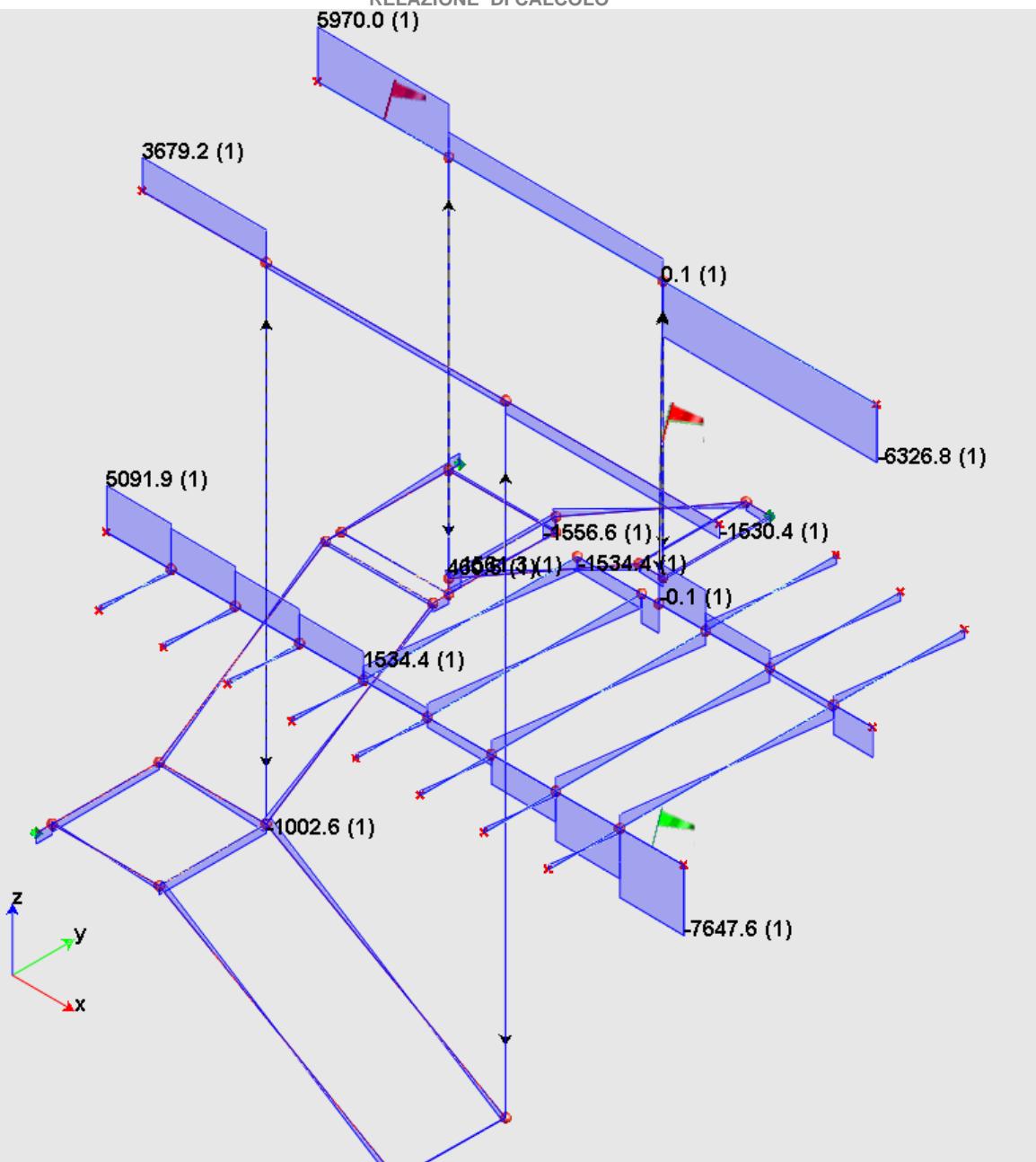


Diagramma del taglio

VERIFICA TRAVI

Acciaio tipo : S235

Tensione di Snervamento : 2350.0 [kg/cm²]

Tensione di Rottura : 3600.0 [kg/cm²]

VERIFICA TRAVI SEZIONE 2 PROFILO HEB 280 (esistente)

| | | | | | | | |
|------|------|-----------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | Instabilità 1/3 | Pressoflessione | Svergolamento |
|------|------|-----------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|

| | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Da A [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe Sd/Sr Comb. |
|-----------|-----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----|------|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|
| 40 41 494 | 4.1 | 7.0 | 1 | 0.05 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.05 | 1 | 1 | 0.05 | 1 |
| 39 40 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.07 | 1 |
| 38 39 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.07 | 1 |
| 37 38 589 | 4.9 | 8.3 | 1 | 0.06 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.06 | 1 | 1 | 0.06 | 1 |
| 36 37 219 | 1.8 | 3.1 | 1 | 0.06 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.06 | 1 |
| 35 36 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.04 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.04 | 1 |
| 33 34 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.19 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.19 | 1 | 1 | 0.19 | 1 |
| 32 33 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.32 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.32 | 1 | 1 | 0.32 | 1 |
| 31 32 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.40 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.40 | 1 |
| 30 31 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.43 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.43 | 1 |
| 29 30 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.43 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.43 | 1 |
| 28 29 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.40 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.40 | 1 |
| 27 28 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.33 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.33 | 1 | 1 | 0.33 | 1 |
| 26 27 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.23 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.23 | 1 | 1 | 0.23 | 1 |
| 25 26 808 | 6.7 | 11.4 | 1 | 0.12 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.12 | 1 | 1 | 0.12 | 1 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 3 PROFILO IPE 140 (esistente)

| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | | | Instabilità 1/3 | | | Pressoflessione | | | Svergolamento | | | | |
|------------|------|-----------|------------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---------------|-------|-------|------|---|
| Da A | [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | | |
| 40 44 1650 | 28.7 | 99.8 | 1 | 0.20 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.27 | 1 |
| 33 40 2698 | 47.0 | 163.3 | 1 | 0.55 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.94 | 1 | 1 | 0.94 | 1 |
| 24 33 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.07 | 1 |
| 39 43 1650 | 28.7 | 99.8 | 1 | 0.20 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.27 | 1 | 1 | 0.27 | 1 |
| 32 39 2699 | 47.0 | 163.3 | 1 | 0.55 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.94 | 1 |
| 23 32 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.07 | 1 |
| 38 42 1650 | 28.7 | 99.8 | 1 | 0.20 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.27 | 1 | 1 | 0.27 | 1 |
| 31 38 2699 | 47.0 | 163.3 | 1 | 0.55 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.94 | 1 |
| 22 31 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.07 | 1 |
| 30 36 2699 | 47.0 | 163.3 | 1 | 0.55 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.94 | 1 |
| 21 30 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.07 | 1 |
| 29 35 2700 | 47.0 | 163.3 | 1 | 0.55 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.94 | 1 |
| 20 29 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.07 | 1 |
| 19 28 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.07 | 1 |
| 18 27 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.07 | 1 |
| 17 26 900 | 15.7 | 54.5 | 1 | 0.06 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.00 | 1 | 1 | 0.07 | 1 | 1 | 0.07 | 1 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 4 PROFILO IPE 300 trave porta sospensioni

| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | | | Instabilità 1/3 | | | Pressoflessione | | | Svergolamento | | |
|------|------|-----------|------------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| Da A | [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

| RELAZIONE DI CALCOLO | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|--------|
| 49 52 2700 21.7 80.7 1 | 0.29 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.48 1 |
| 51 49 3015 24.2 90.1 1 | 0.42 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.76 1 |
| 50 51 1561 12.5 46.6 1 | 0.42 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 1 | 0.50 1 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 5 PROFILO 2IPE 2x300 trave porta sospensioni

| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | Instabilità 1/3 | Pressoflessione | | | | | |
|------------------------|------|-----------|------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|---|---|------|---|
| Da A | [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe Sd/Sr Comb. | Classe Sd/Sr Comb. | Classe Sd/Sr Comb. | | | | | |
| 55 56 2700 21.7 32.9 1 | 0.62 | 1 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | | | |
| 54 55 2701 21.7 32.9 1 | 0.62 | 1 | 2 | 0.00 | 1 | 2 | 0.00 | 1 | 1 | 0.62 | 1 |
| 53 54 1650 13.2 20.1 1 | 0.36 | 1 | 2 | 0.00 | 1 | 2 | 0.00 | 1 | 1 | 0.36 | 1 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 10 PROFILO custom piatto 20x120 cosciale

Asta Luce Snellezza Resistenza

Da A [mm] 1/2 1/3 Classe Sd/Sr Comb.

| | | |
|-------------------------|------|---|
| 9 11 1350 39.0 233.8 1 | 0.22 | 1 |
| 14 9 200 5.8 34.6 1 | 0.31 | 1 |
| 12 10 138 4.0 23.8 1 | 0.47 | 1 |
| 10 8 1350 39.0 233.8 1 | 0.62 | 1 |
| 8 13 200 5.8 34.6 1 | 0.36 | 1 |
| 6 3 1350 39.0 233.8 1 | 0.70 | 1 |
| 3 7 200 5.8 34.6 1 | 0.83 | 1 |
| 48 46 300 8.7 51.9 1 | 0.24 | 1 |
| 47 45 300 8.7 51.9 1 | 0.31 | 1 |
| 10 11 1350 39.0 233.8 1 | 0.28 | 1 |
| 6 5 1350 39.0 233.8 1 | 0.71 | 1 |
| 3 4 1350 39.0 233.8 1 | 0.30 | 1 |
| 4 2 3450 99.6 597.6 1 | 0.50 | 1 |
| 9 15 170 4.9 29.4 1 | 0.17 | 1 |
| 16 48 2760 79.7 478.0 1 | 0.51 | 1 |
| 15 47 2760 79.7 478.0 1 | 0.48 | 1 |
| 5 14 2503 72.3 433.6 1 | 0.31 | 1 |
| 5 1 3462 100.0 599.7 1 | 0.59 | 1 |
| 13 6 2503 72.3 433.6 1 | 0.53 | 1 |
| 11 16 170 4.9 29.4 1 | 0.67 | 1 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA TIRANTI DI SOSPENSIONE

SEZIONE 2 PROFILO Tondo ds 20 Halfen in acciaio S 355je

| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza |
|-----------|------|-----------|--------------------|
| Da A [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe Sd/Sr Comb. |
| 55 | 37 | 3500 | 636.4 |
| 15 | 54 | 4598 | 836.1 |
| 45 | 55 | 3238 | 588.7 |
| 1 | 49 | 7830 | 1423.6 |
| 5 | 51 | 6129 | 1114.4 |
| | | | 1 |
| | | | 0.76 |
| | | | 1 |
| | | | 0.30 |
| | | | 1 |
| | | | 0.07 |
| | | | 1 |
| | | | 0.07 |
| | | | 1 |
| | | | 0.40 |
| | | | 1 |

La tabella dei tiranti per il diametro ds20 indica un carico raccomandato max di 126.9 KN, da calcolo N_{ED} slu = 77 KN. Si allegano le schede dei tiranti.

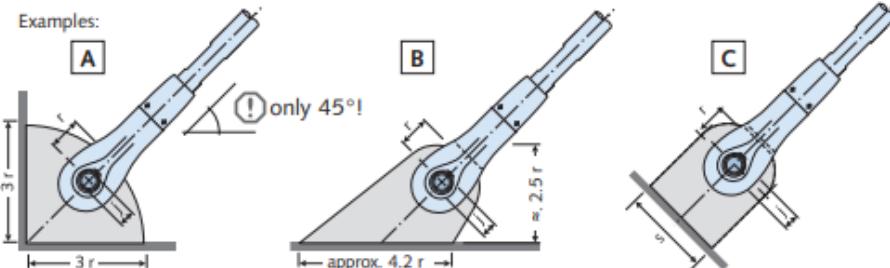
DETAN ROD SYSTEMS

System DETAN-S, European Technical Assessment ETA-05/0207

Connecting plates

The load transfer from the rod system into the plates is considered as verified if the dimensions in the table have been observed.

Plates are not included in the scope of delivery.



! Note: A can only be used when simultaneously using the circular anchor disc at 45°, see page 19.

Dimensions [mm]: Material – minimum qualities for diameter 10-12, steel strength grade S235JR; or for diameter 16-95, steel strength grade S355J2

| System diameter | d_s | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 | 36 | 42 | 48 | 52 | 56 | 60 | 76 | 85 | 95 |
|-----------------------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Thickness conn. plate | b | 8 | 10 | 15 | 18 | 20 | 22 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 65 | 75 | 85 |
| Hole diameter for pin | j | 9.5 | 11.5 | 15.5 | 19.5 | 23.5 | 26.5 | 29.5 | 33.5 | 41 | 47 | 49 | 53 | 57 | 76 | 86 | 96 |
| Hole position | r | 15 | 18 | 24 | 29 | 35 | 39 | 43 | 51 | 60 | 70 | 76 | 83 | 88 | 129 | 149 | 159 |
| Minimum width | s | 28 | 33 | 40 | 51 | 64 | 73 | 80 | 94 | 113 | 129 | 142 | 151 | 161 | 216 | 240 | 270 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| System components — materials and finish | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------|---------|--|--------|--------------------|--|---------------|------------------------|--------------------|--|--------------------|-------------|--|
| | Tension rod | | | | Fork | | | | Couplers, locking nuts | | | | Anchor disc | |
| System diameter d_s [mm] | 10-12 | 16-76 | 85 - 95 | | 10-12 | 16-95 | | 10-95 | | 10-95 | | 10-95 | | |
| Material | S355J2 | S520 | S470 | | S355J2 | G20 Mn5+QT | | S355J2/S235JR | | S355J2 | | S355J2 | | |
| Finish | FV | hot-dip galvanized | | | | hot-dip galvanized | | | | hot-dip galvanized | | hot-dip galvanized | | |
| | WB | mill finish | | | | hot-dip galvanized | | | | hot-dip galvanized | | hot-dip galvanized | | |

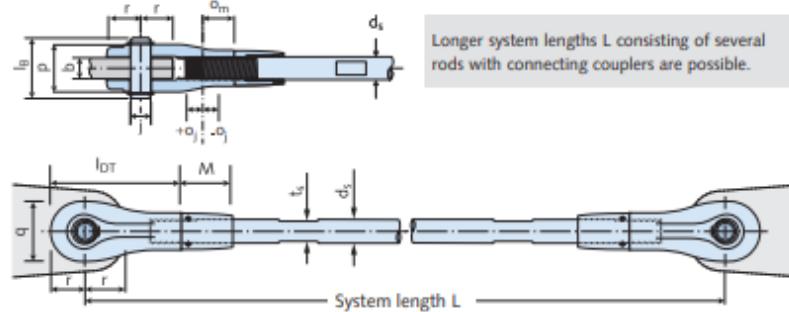
NEW!

| System load capacities; system- and available rod lengths; material specification, steel strength grade S355 (diameter d_s 10-12) or S470/S520 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| System diameter d_s [mm] | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 | 36 | 42 | 48 | 52 | 56 | 60 | 76 | 85 | 95 |
| System load capacities | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Load capacity $F_{t,R,d}$ [kN] | 21.3 | 30.94 | 81.22 | 126.9 | 182.7 | 238.1 | 290.6 | 423.4 | 581.1 | 763.7 | 911.3 | 1052.4 | 1224.5 | 2016.2 | 2493.7 | 3161.6 |
| Available minimum system length L [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mill finish, hot-dip galvanized | 250 | 310 | 360 | 440 | 520 | 560 | 600 | 700 | 810 | 940 | 990 | 1050 | 1160 | 1480 | 1640 | 1810 |
| Available maximum system length with one rod [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mill finish, hot-dip galvanized | 6060 | 6070 | 12080 | 12100 | 12120 | 12140 | 12140 | 12170 | 12220 | 12260 | 12270 | 12290 | 12320 | 15430 | 15480 | 15530 |
| Available maximum rod length L [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| mill finish, hot-dip galvanized | 6000 | | | | | | | | | | | | | | | 15000 |

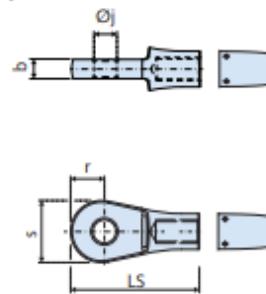
In accordance with ETA-05/0207 the partial safety value for the table above are assumed as $\gamma_{M0} = 1.0$ and $\gamma_{M2} = 1.25$

Design load $F_{t,R,d}$ according to annex B11 of ETA-05/0207. The load capacities of in this table were determined on the basis of different available material strengths. The up to 15% higher design values can be achieved with strength class S520. The design values of all strength classes can be found in annex B11 of ETA-05/0207.

Fork



Spade



System dimensions [mm], materials — see table above

| System diameter | d_s | 10 | 12 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 | 36 | 42 | 48 | 52 | 56 | 60 | 76 ① | 85 ① | 95 ① |
|------------------------|----------|-----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|-------|
| Fork length | l_{DT} | 60 | 73 | 89 | 110 | 133 | 147 | 160 | 192 | 225 | 265 | 285 | 305 | 335 | 460 | 520 | 580 |
| Pin length | l_B | 28 | 32 | 44 | 52 | 60 | 65 | 72 | 84 | 97 | 111 | 119 | 130 | 139 | 180 | 202 | 229 |
| Fork breadth | p | 20 | 24 | 33 | 40 | 46 | 51 | 57 | 68 | 79 | 90 | 98 | 107 | 116 | 146 | 166 | 189 |
| Fork height | q | 26 | 31 | 41 | 51 | 61 | 69 | 75 | 90 | 105 | 119 | 125 | 137 | 146 | 196 | 216 | 236 |
| Thread depth | O_m | 15.0 | 18.5 | 22.5 | 27.0 | 34.0 | 37.5 | 42.5 | 51.0 | 55.0 | 62.5 | 70.5 | 77.5 | 85.0 | 115 | 130 | 155 |
| Screw adjustment range | O_j | 5.0 | 6.5 | 7.5 | 8.0 | 11.0 | 12.5 | 12.5 | 14.0 | 15.0 | 17.5 | 20.0 | 22.5 | 25.0 | 39 | 45 | 60 |
| Length locking nut | M | 24.5 | 37.0 | 41.0 | 50.0 | 58.0 | 63.0 | 64.0 | 72.0 | 83.0 | 91.0 | 98.0 | 105 | 112 | 148 | 165 | 205 |
| Spade length | LS | 60 | 73 | 89 | 110 | 133 | 147 | 160 | 192 | 225 | 265 | 285 | 305 | 335 | 460 | 520 | 580 |
| Spade width | s | 28 | 33 | 43 | 56 | 69 | 79 | 87 | 104 | 126 | 144 | 153 | 163 | 174 | 240 | 270 | 300 |
| Tension rod | | | | | | | | | | | | | | | Spanner width t_s | | |
| | | 8 | 10 | 14 | 18 | 21 | 24 | 27 | 32 | 36 | 41 | 46 | 50 | 55 | 90/6 | 90/6 | 155/6 |
| Locking nuts | | Use soft touch pliers | | 25-28 | 30-32 | 34-36 | 40-42 | 45-50 | 52-55 | 68-75 | 68-75 | 80-90 | 80-90 | 155/8 | 155/8 | 230/10 | |
| | | With hook spanner | | | | | | | | | | | | | | | |

① Delivery time on request.

② When using a chain tensioner instead of a hook spanner we recommend protecting the rod surface against damage (also applies to the couplers).

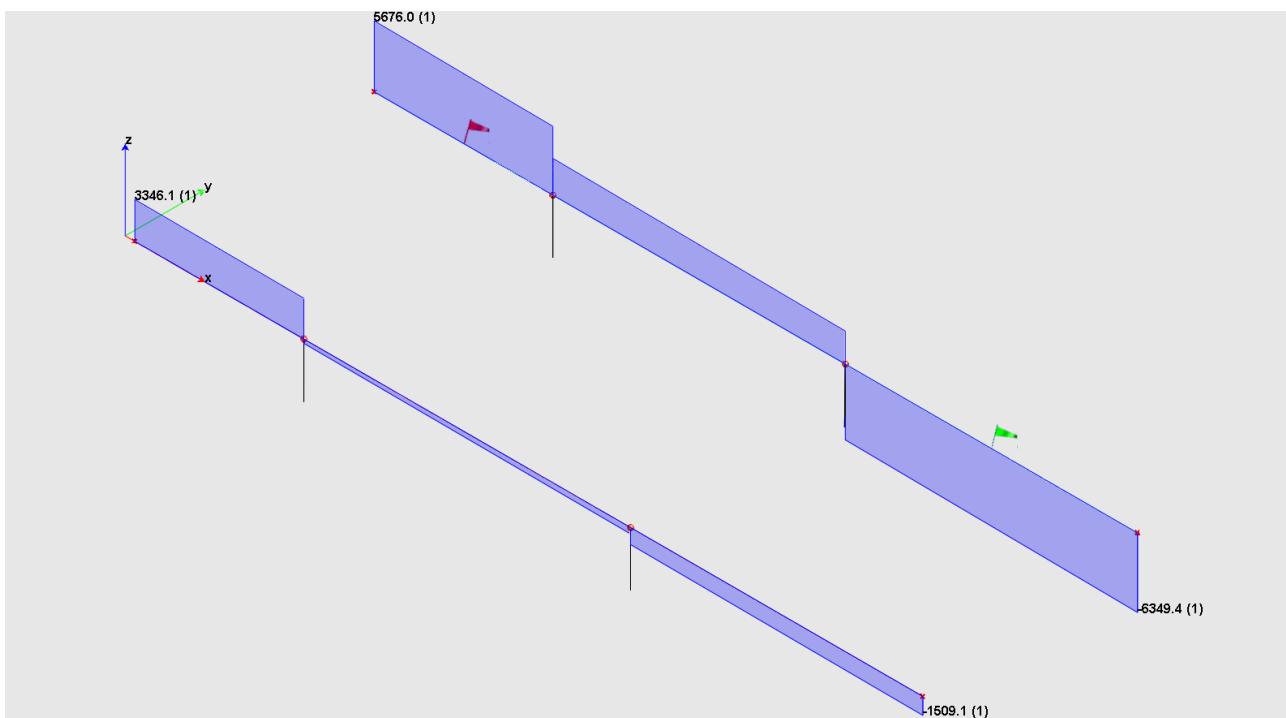
Corrosion protection: rod thread hot-dip galvanized. Fork threads sealed with stoppers. Also see page 20 for sealing system

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA APPOGGI SULLE MURATURE

Le azioni scaricate sulla muratura dalle travi porta sospensioni sono riportate nel diagramma sottostante



V_{ED} max = 63.49 KN;

f_m = 3.45 MPa;

assumendo una pressione di contatto media di

f_c = 0.5 N/mm²;

si determina la lunghezza della putrella di appoggio (Hea 140 con base di 16 cm in malta)

$$L = V_{ED} / b f_b = 63490 / (160 \times 0.5) = 793 \text{ mm} = 0.80 \text{ ml.}$$

VERIFICA GIUNTO COSCIALI

Le sollecitazioni massime sono nel giunto tra cosciale 1 e cosciale 2A

N_{ED} = 1611 daN;

V_{XED} = 525 daN;

V_{YED} = 155 daN;

verifica

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

GIUNTO BULLONATO A TAGLIO E MOMENTO

con piatto e nervatura

INPUT

| | | |
|---------------------------------------|------|---------------------|
| Momento verticale M _{v ed} | 0 | kgm |
| Momento trasversale M _{h ed} | 0 | kgm |
| γ _{rd} | 1.10 | |
| sovraresistenza nodo | 1.10 | |
| Taglio V ed | 600 | kg |
| sforzo normale Ned | 1611 | kg |
| F _{yk} acciaio | 2350 | kg/cmq |
| F _{tk} acciaio | 3600 | kg/cmq |
| ftb bulloni | 8000 | 4000 - 10000 kg/cmq |
| numero righe bulloni | 2.0 | |
| numero colonne bulloni | 1.0 | |
| diametro | 12 | mm |
| area | 0.84 | cmq |
| spessore piatti | 0.80 | cm |
| Braccio bulloni piano vert. | 6.0 | cm |
| Braccio bulloni piano orizz. | 15 | cm |
| d ₀ diametro foro | 1.30 | cm |
| p ₁ passo longitudinale | 6.00 | cm |
| p ₂ passo traversale | 6.00 | cm |
| e ₁ bordo longitudinale | 2.50 | cm |
| e ₂ bordo trasversale | 2.50 | cm |

OUTPUT

| | | |
|--|-------------|----------|
| Momento verticale M _{v ed} | 0 | kgm |
| Momento trasversale M _{h ed} | 0.0 | kgm |
| Taglio nei bulloni F _{ved} | 300 | kg |
| N nei bulloni F _{ted} | 806 | kg |
| R a taglio bullone F _{vrd} | 2688 | kg |
| α bulloni di bordo α | 0.63 | |
| α bulloni interni α | 1.00 | |
| k min bordo k | 2.50 | |
| k min interni k | 0.99 | |
| R a rif bul. Bordo F _{brd} | 4386 | kg |
| R a rif bul. Int. F _{brd} | 2744 | kg |
| R a trazione bul. F _{trd} | 4838 | kg |
| R a punzonam. Piast B _{prd} | 6251 | kg |
| R trazione B _{trd} | 4838 | kg |
| R taglio | 2688 | kg |
| Fted/Ftrd | 0.17 | < 1 |
| Fved/Fvrd + Fted/(Ftrdx1.4) | 0.23 | < 1 |
| p ₁ passo longitudinale min/max | 2.86 | 11.20 cm |
| p ₂ passo traversale min/max | 2.86 | 11.20 cm |
| e ₁ bordo longitudinale min/max | 1.56 | 7.20 cm |
| e ₂ bordo trasversale min/max | 1.56 | 7.20 cm |

VERIFICA FISSAGGIO GRADINI

I gradini e i pianerottoli sono realizzati con un profilo pressopiegato a U 40X200X3 con soprastante lastra di pietra da 40 mm di spessore e pedata lunga 300 mm. Il fissaggio sarà effettuato con piastra di testata, alle due estremità del gradino, con doppia bullonatura M 12 a testa svasata ad interasse 150 mm.

Analisi dei carichi

g pietra = 1.00 KN/mq;

q folla = 4.00 KN/mq.

Il carico sul gradino di 0.30 di larghezza e 1.40 ml di lunghezza risulta

$$P = (1.3 \times 1 + 1.5 \times 4) \times 0.30 \times 1.40 = 3.07 \text{ KN / grad.}$$

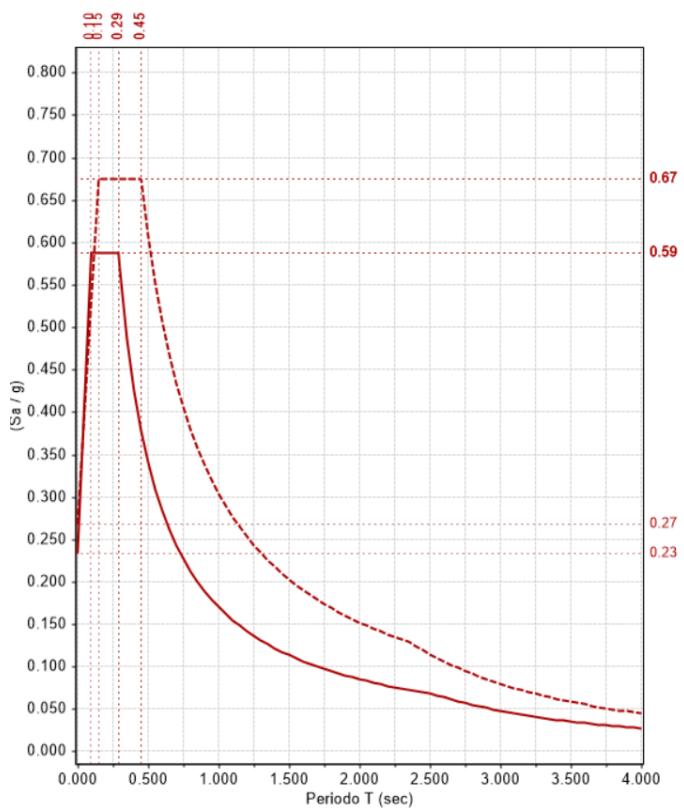
La massa sismica

$$H_{\text{sis}} = (1 + 4) \times 0.30 \times 1.4 \times 0.56 = 2.10 \text{ KN};$$

dove 0.56 deriva dallo spettro

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Applicando, a favore di sicurezza, l'azione sismica non al centro del gradino ma ad una estremità, il momento flettente nel piano del gradino diviene:

$$M_{sis} = 2.1 \times 1.4 = 2.94 \text{ KNm};$$

il momento si trasforma in una coppia di sforzi sulla coppia di bulloni ad interssse 0.15 ml

$$\Delta N = 2.94 / 0.15 = +/- 19.60 \text{ KN};$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

GIUNTO BULLONATO A TAGLIO E MOMENTO

con piatto e nervatura

INPUT

| | | |
|---------------------------------------|-------|---------------------|
| Momento verticale M _{v ed} | 0 | kgm |
| Momento trasversale M _{h ed} | 294 | kgm |
| γ _{rd} | 1.10 | |
| sovraresistenza nodo | 1.10 | |
| Taglio V ed | 307 | kg |
| sforzo normale Ned | 0 | kg |
| F _{yk} acciaio | 2350 | kg/cmq |
| F _{tk} acciaio | 3600 | kg/cmq |
| ftb bulloni | 8000 | 4000 - 10000 kg/cmq |
| numero righe bulloni | 1.0 | |
| numero colonne bulloni | 2.0 | |
| diametro | 12 | mm |
| area | 0.84 | cmq |
| spessore piatti | 0.80 | cm |
| Braccio bulloni piano vert. | 15.0 | cm |
| Braccio bulloni piano orizz. | 15 | cm |
| d ₀ diametro foro | 1.30 | cm |
| p ₁ passo longitudinale | 15.00 | cm |
| p ₂ passo traversale | 15.00 | cm |
| e ₁ bordo longitudinale | 2.00 | cm |
| e ₂ bordo trasversale | 1.80 | cm |

OUTPUT

| | | |
|--|-------------|-----|
| Momento verticale M _{v ed} | 0 | kgm |
| Momento trasversale M _{h ed} | 355.7 | kgm |
| Taglio nei bulloni F _{ved} | 154 | kg |
| N nei bulloni F _{ted} | 2372 | kg |
| R a taglio bullone F _{vrd} | 2688 | kg |
| α bulloni di bordo α | 0.51 | |
| α bulloni interni α | 1.00 | |
| k min bordo k | 2.18 | |
| k min interni k | 0.24 | |
| R a rif bul. Bordo F _{brd} | 3056 | kg |
| R a rif bul. Int. F _{brd} | 659 | kg |
| R a trazione bul. F _{trd} | 4838 | kg |
| R a punzonam. Piast B _{prd} | 6251 | kg |
| R trazione B _{trd} | 4838 | kg |
| R taglio | 659 | kg |
| Fted/Ftrd | 0.49 | < 1 |
| Fved/Fvrd + Fted/(Ftrdx1.4) | 0.58 | < 1 |
| p ₁ passo longitudinale min/max | 2.86 | cm |
| p ₂ passo traversale min/max | 2.86 | cm |
| e ₁ bordo longitudinale min/max | 1.56 | cm |
| e ₂ bordo trasversale min/max | 1.56 | cm |

VERIFICA PARAPETTO

Il parapetto è realizzato con due piatti 10x70 ad interasse di 1.0 ml, e altezza 1.00 ml

Spinta s = 2 KN/ml;

M_{ED} slu = 1.5 x 2 x 1 x 1 = 3.00 KNm;

W plastico del montante vale:

W = 2 x 1 x 7²/4 = 24.50 cmc;

M_{RD} = 24.5 x 0.235 / 1.05 = 5.48 KNm;

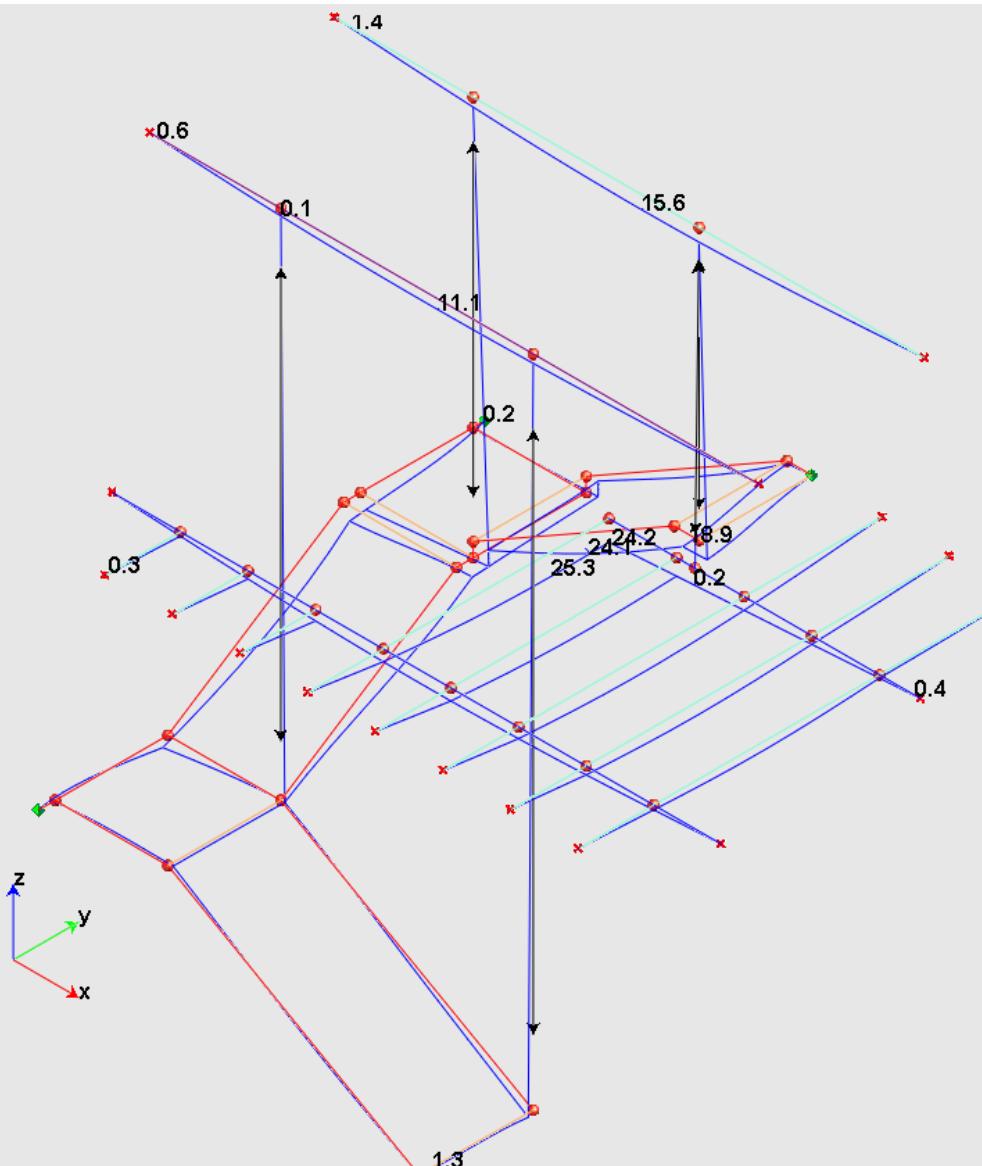
CR = 3.00/5.48 = 0.55 < 1.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA DEFORMAZIONE E VIBRAZIONE

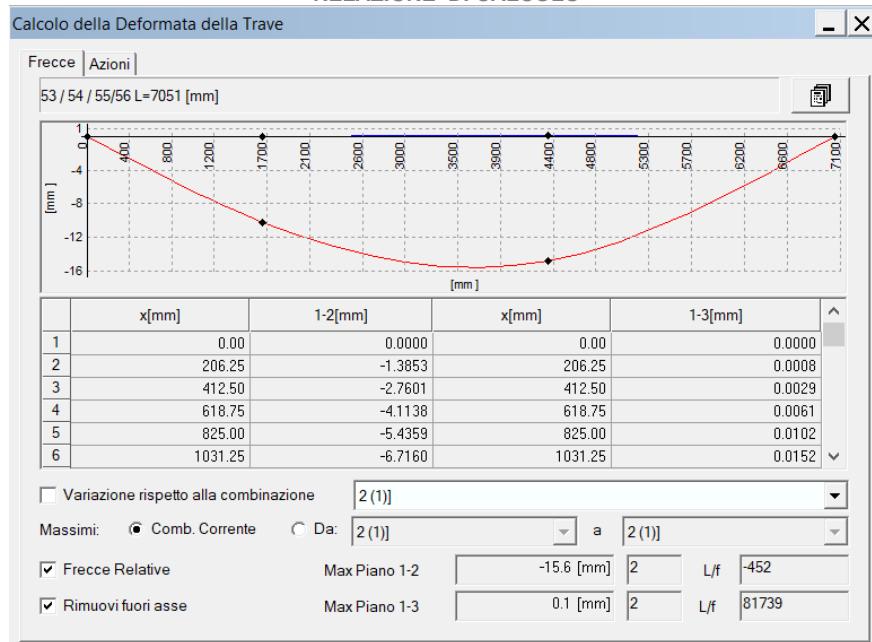
Deformata Sle



Freccia trave di sospensione

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Poiché la scala e parte del solaio sono appesi alla trave superiore si indaga sulla frequenza propria della trave e sul possibile effetto di disagio da vibrazione della struttura. Con tutti i carichi e sovraccarichi presenti risulta

| VERIFICA SOLAIO: FRECCIA E FREQUENZA VIBRAZIONE | | | | | |
|---|-----------|-----------------|---|------------------------|-------|
| <i>dati</i> | | | | | |
| LUCE | 7.07 | ML | freccia statica (q) | 1.20 | CM |
| q quasi permanente | 1300 | KG/ML | | L/ | 587 |
| FATTORE FRECCIA X/384 | 5 | | caratteristiche membratura | | |
| | | | periodo proprio T_o | 0.20 | sec |
| | | | frequenza f_o | 5.07 | hz |
| structural Damping D1 | 1 | % | pulsazione ω_o | 31.81 | |
| Damping due to forniture D2 | 1 | % | k da tabella dei gradi vincolo | 0.50 | |
| Damping due to finishes D3 | 1 | % | massa modale = $k q l$ | 4594.20 | kg/ml |
| | | | damping D1+D2+D3 | 3.00 | % |
| DATI TRAVE | 2 ipe 300 | | da utilizzare in tabella: frequenza Massa modale e damping per frequenze minori di 8 hz | | |
| J effettivo | 16720 | CM ⁴ | | | |
| MODULO ELASTICO | 2100000 | KG/CMQ | posizione uomo | 3.53 | m |
| | | | freccia statica (Uomo) | 0.02 | CM |
| | | | somma delle frecce | 1.22 | CM |
| | | | periodo proprio T_o | 0.20 | sec |
| | | | frequenza f_o | 5.02 | hz |
| | | | pulsazione ω_o | 31.54 | |
| P CARICO CONCENTRATO UOMO | 100 | KG | periodo proprio | $0.18 x(f_{el})^{0.5}$ | |
| | | | frequenza f_o | $1/T_o$ | |
| | | | pulsazione ω_o | $2 \pi T_o$ | |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Table 3 Determination of the first Eigenfrequency of Beams

| Support Conditions | Natural Frequency | Modal Mass |
|---|---|------------------------|
|  | $f = \frac{4}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{0.37\mu l^4}}$ | $M_{mod} = 0.41 \mu l$ |
|  | $f = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{0.2\mu l^4}}$ | $M_{mod} = 0.45 \mu l$ |
|  | $f = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{3EI}{0.49\mu l^4}}$ | $M_{mod} = 0.5 \mu l$ |
|  | $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3EI}{0.24\mu l^4}}$ | $M_{mod} = 0.64 \mu l$ |
| Type | Damping (% of critical damping) | |
| Structural Damping D ₁ | | |
| Wood | 6% | |
| Concrete | 2% | |
| Steel | 1% | |
| Composite (steel-concrete) | 1% | |
| Damping due to furniture D ₂ | | |
| Traditional office for 1 to 3 persons with separation walls | 2% | |
| Paperless office | 0% | |
| Open plan office | 1% | |
| Library | 1% | |
| Houses | 1% | |
| Schools | 0% | |
| Gymnastic | 0% | |
| Damping due to finishes D ₃ | | |
| Ceiling under the floor | 1% | |
| Free floating floor | 0% | |
| Swimming screed | 1% | |
| Total Damping D = D₁ + D₂ + D₃ | | |

Dal foglio di calcolo si ricava:

frequenza propria $f_0 = 5.07$ hz;

massa modale 4600 kg/ml;

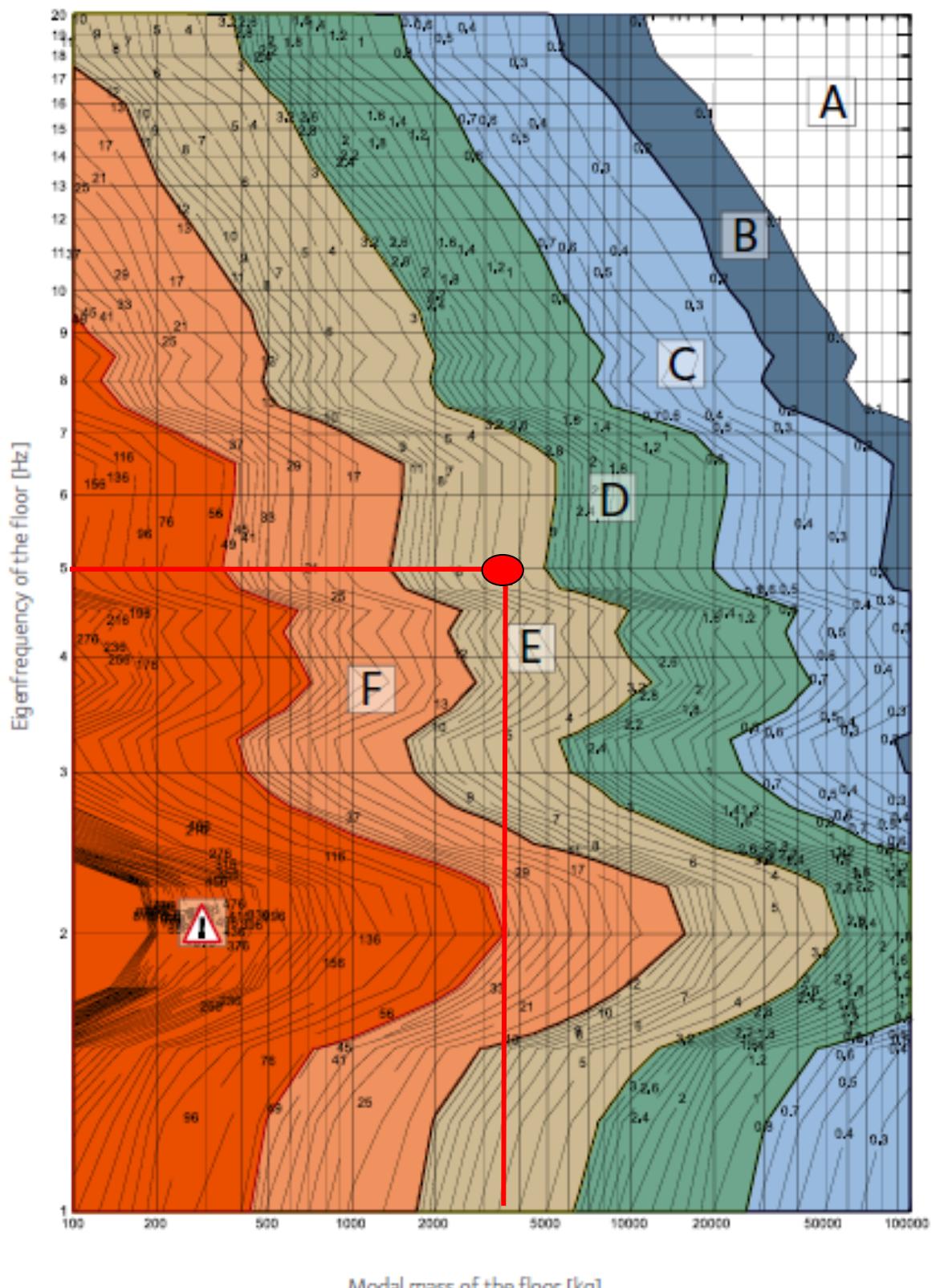
damping D₁ + D₂ + D₃ = 3 %.

Portando i dati in tabella si desume l'accettabilità della frequenza.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Classification based on a damping ratio of 3%



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SCALA EST – ASCENSORE ANGOLO VIA TOMBESI DALL'OVA VIA M. DENTE

Come già detto la scala è stata modellata in modo specifico con programma di calcolo ad elementi finiti.

Analisi dei carichi

Oltre al peso proprio che è calcolato in automatico dal programma di calcolo, si sono considerati:
pesi portati

Analisi dei carichi solette

| | | | |
|----------------------|------------|------|--------|
| Peso proprio solette | $g_1 =$ | 4.00 | KN/mq; |
| gradini | $g_{11} =$ | 2.00 | KN/mq; |
| finitura | $g_{11} =$ | 1.50 | KN/mq; |
| <hr/> | | | |
| Totale | $g =$ | 7.50 | KN/mq; |
| Variabili | $q_1 =$ | 4.00 | KN/mq. |

Analisi dei carichi solaio del piano terra (bausta)

| | | | |
|----------------------|------------|------|--------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | 3.00 | KN/mq; |
| Pavimento e massetto | $g_{11} =$ | 3.00 | KN/mq; |
| <hr/> | | | |
| Totale | $g =$ | 6.00 | KN/mq; |
| Variabili | $q_1 =$ | 5.00 | KN/mq. |

Analisi dei carichi solaio del piano terra (soletta da 15 cm su lastra predalles 4 cm)

| | | | |
|----------------------|------------|------|--------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | 4.75 | KN/mq; |
| Pavimento e massetto | $g_{11} =$ | 3.00 | KN/mq; |
| <hr/> | | | |
| Totale | $g =$ | 6.00 | KN/mq; |
| Variabili | $q_1 =$ | 5.00 | KN/mq. |

Analisi dei carichi solaio del piano ammezzato

| | | | |
|----------------------|------------|------|--------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | 3.00 | KN/mq; |
| Pavimento e massetto | $g_{11} =$ | 2.00 | KN/mq; |
| <hr/> | | | |
| Totale | $g =$ | 5.00 | KN/mq; |
| Variabili | $q_1 =$ | 5.00 | KN/mq. |

Analisi dei carichi solaio del piano primo e secondo

| | | | |
|----------------------|------------|------|--------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | 3.00 | KN/mq; |
| Pavimento e massetto | $g_{11} =$ | 2.00 | KN/mq; |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

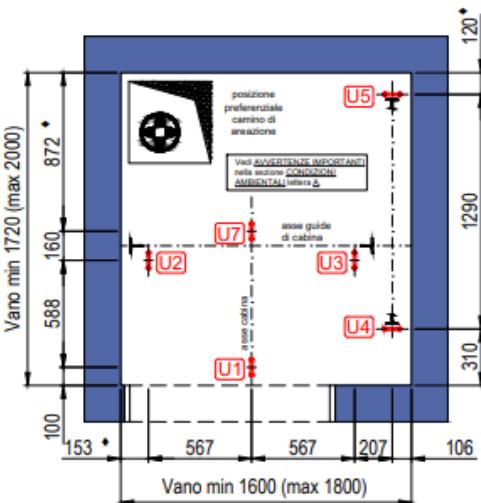
Totale $g = 5.00 \text{ KN/mq;}$
Variabili $q_1 = 5.00 \text{ KN/mq.}$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

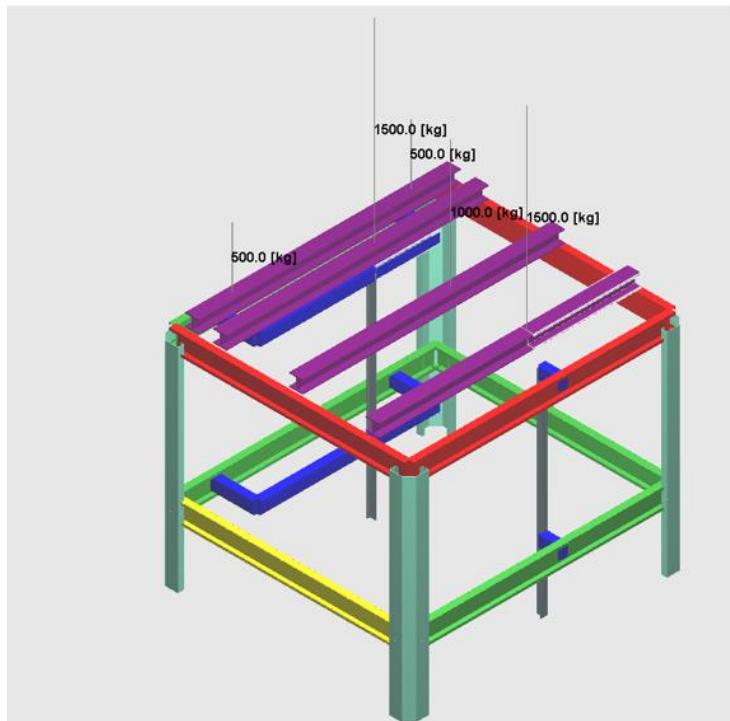
I carichi dell'ascensore

Carichi di montaggio



| GANCI IN TESTATA (daN) | | (a cura del Cliente) | | |
|---|------|--|-----|-------|
| DETTAGLIO GANCIO | | U1 = 1500 U2 = 1500 U3 = 1500 U4 = 1000 U5 = 1000 U7 = 1000 | | |
| MASSIMO CARICO SIMULTANEO | | | | |
| U2 | U3 | U4 | U5 | TOT. |
| 1275 | 1150 | 450 | 450 | 3.325 |
| IL CARICO MASSIMO SIMULTANEO DEI GANCI È DETERMINATO DAL METODO DI INSTALLAZIONE. | | | | |
| RISPETTARE L'ORIENTAMENTO DEI GANCI COME INDICATO NEL DISEGNO. | | | | |

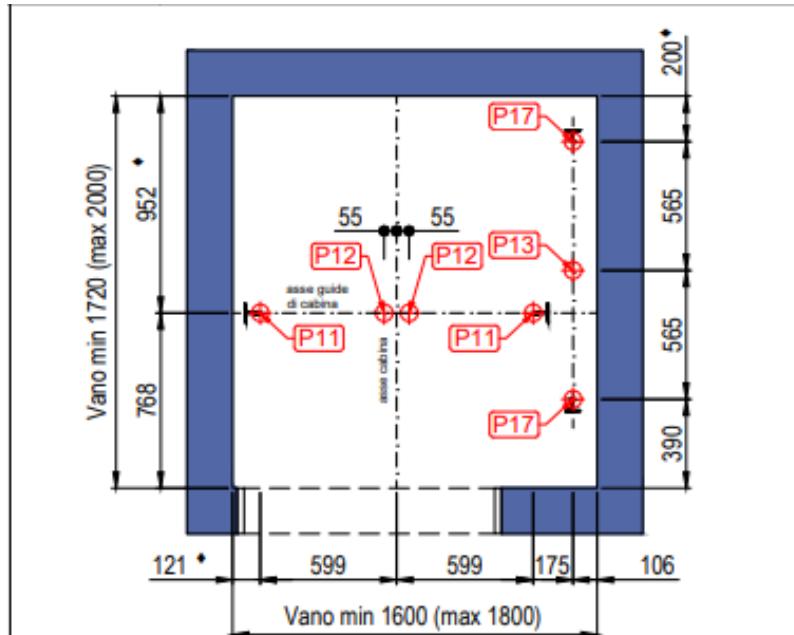
Applicazione carichi al modello



Progetto definitivo-esecutivo

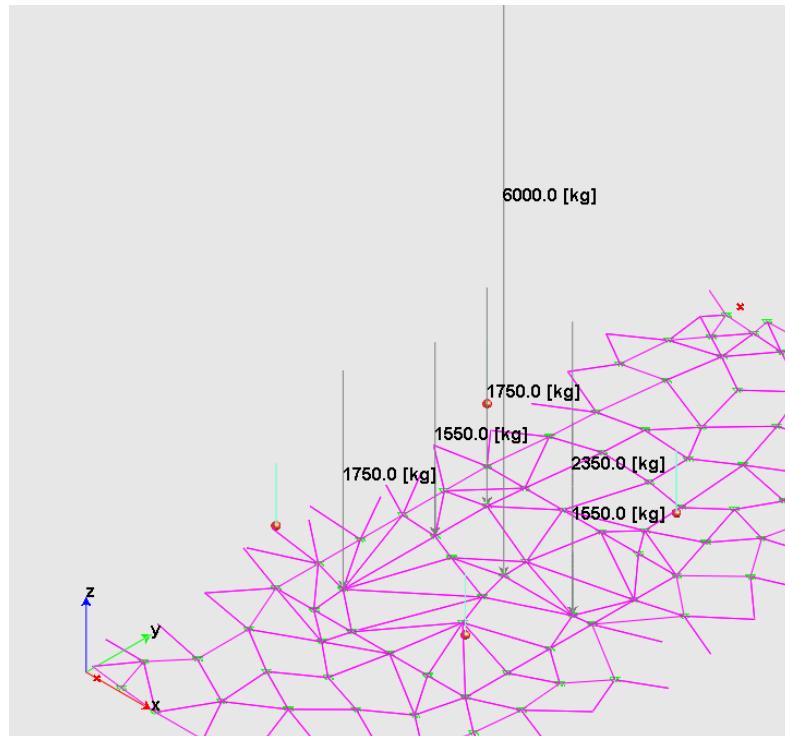
RELAZIONE DI CALCOLO

Carichi in fossa



| CARICHI ACCIDENTALI IN FOSSA (daN) | COMBINAZIONI DI CARICO |
|------------------------------------|------------------------|
| P11 = 1550 | 1) P11 + P11 |
| P12 = 3000 | 2) P12 |
| P13 = 2350 | 3) P13 |
| P17 = 1750 | 4) P17 + P17 |

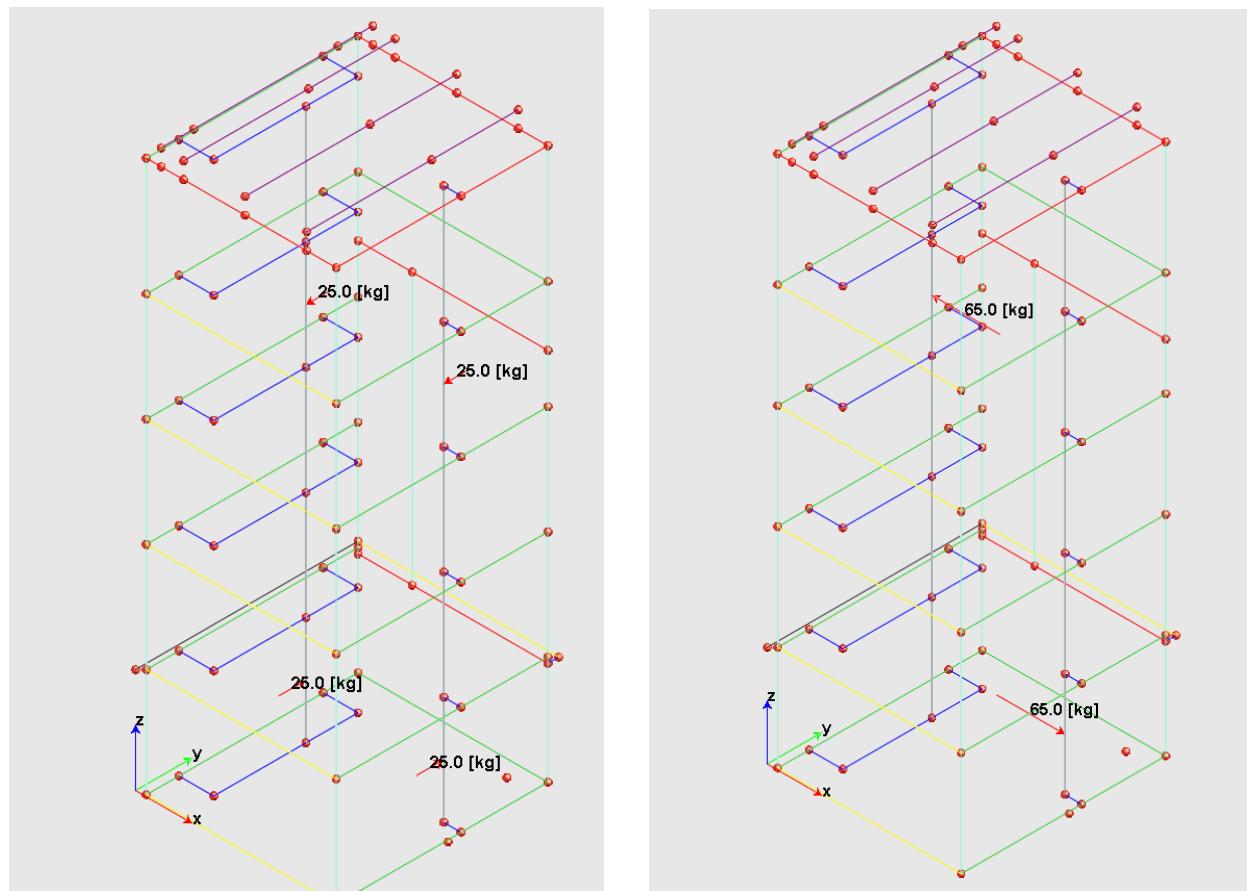
Applicazione carichi al modello



Carichi di frenata

| SPINTE SULLE GUIDE DI CABINA IN FUNZIONAMENTO NORMALE | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| R1 = 65 daN | COMBINAZIONI DI CARICO 1-2 | COMBINAZIONI DI CARICO 3-4 | |
| R2 = 21 daN | | | |
| Per valori dinamici circa 2 volte | | | |
| H = CH + 544 | | | |
| LE SPINTE R1 E R2 POSSONO ESSERE APPLICATE A QUALSIASI PUNTO DELL'ALTEZZA DEL VANO CORSA | | | COMBINAZIONI DI CARICO: |
| | | | 1) R1' + R2 2) R1'' + R2 3) R1' + R2 4) R1'' + R2 |

Applicazione carichi al modello



LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione del calcolo

| Tipo di analisi | Analisi Statica | | | | |
|--|---|----------------|-------|-------|-------|
| Normativa di riferimento: | Stati Limite D.M. 2018 | | | | |
| <input type="checkbox"/> Esegui il controllo degli elementi a comportamento monolatero | <input type="checkbox"/> Esegui il calcolo P-Delta | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Tieni conto dell'eccentricità degli assi baricentrici | <input type="checkbox"/> Salva le azioni correlative ai modi di vibrare | | | | |
| <input type="checkbox"/> Considera la riduzione della capacità taglienti/flessionali delle sezioni definite | | | | | |
| Combinazione di carico di riferimento per il calcolo delle azioni assiali nell'analisi di Buckling: <input type="button" value="1"/> | | | | | |
| | Commenti alle Condizioni di Carico | Tipologia | Ψ.0 | Ψ.1 | Ψ.2 |
| 1 | pp | G - Permanenti | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 2 | pesi propri | G - Permanenti | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 3 | pesi portati | G - Permanenti | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 4 | folla | Q - Variabili | 0.700 | 0.700 | 0.600 |
| 5 | Sx | E - Sisma | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | Sy | E - Sisma | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | P11+P11 | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 8 | P12 | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 9 | P13 | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 10 | P17+P17 | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 11 | carichi ai ganci | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 12 | R2 orario | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 13 | R2 antiorario | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 14 | R1 antiorario | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 15 | R1 orario | X - Altro | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Combinazioni SLU Statiche

| Combinazioni Statiche Stati Limite Ultimo | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----|-------------|--------------|-------|-----|------|---------|-----|-----|---------|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| Numero di Combinazioni di carico: | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Commento | pp | pesi propri | pesi portati | folla | Sx | Sy | P11+P11 | P12 | P13 | P17+P17 | carichi ai ganci | R2 orario | R2 antiorario | R1 antiorario | R1 orario |
| 1 | A | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 2 | SX+y | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | 25. | 10. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 3 | SX-y | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | 25. | -10. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 4 | SY+x | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | 10. | 25. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 5 | SY-x | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | -10. | 25. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 6 | -SX+y | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | -25. | 10. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 7 | -SX-y | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | -25. | -10. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 8 | -SY+xx | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | 10. | -25. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 9 | -SY-x | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | -10. | -25. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 10 | asc1 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 11 | asc2 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 12 | asc3 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 13 | asc4 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 14 | asc5 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 15 | asc6 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 16 | asc7 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 17 | asc8 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. |
| 18 | asc9 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 19 | asc10 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 20 | asc11 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 21 | asc12 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 22 | asc13 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 23 | asc14 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 24 | asc15 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 1.5 |
| 25 | asc16 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 1.5 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 1.5 | 0. |
| 26 | asc17 | 1.3 | 1.3 | | 1.3 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1.5 | 0. | 0. | 0. |
| 27 | incendio | 1. | 1. | | 1. | 0.6 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Combinazioni SLE Rare

Combinazioni SLE Rare

| Numero di Combinazioni di carico: | | | | | | | | | | | | | | | 18 | Aiuto... |
|-----------------------------------|----------|----|-------------|--------------|-------|----|----|---------|-----|-----|---------|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| | Commento | pp | pesi propri | pesi portati | folla | Sx | Sy | P11+P11 | P12 | P13 | P17+P17 | carichi ai ganci | R2 orario | R2 antiorario | R1 antiorario | R1 orario |
| 1 | | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |
| 2 | asc1 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. | 0. |
| 3 | asc2 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. | 0. |
| 4 | asc3 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. | 0. |
| 5 | asc4 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. | 0. | 1. | 0. |
| 6 | asc5 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 1. | 0. |
| 7 | asc6 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 1. | 0. |
| 8 | asc7 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 1. | 0. |
| 9 | asc8 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. | 1. | 0. |
| 10 | asc9 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. |
| 11 | asc10 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. |
| 12 | asc11 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. |
| 13 | asc12 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. | 0. | 0. | 1. |
| 14 | asc13 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. |
| 15 | asc14 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. |
| 16 | asc15 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 1. |
| 17 | asc16 | 1. | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 1. | 0. | 1. | 0. | 1. |
| 18 | asc17 | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. |

Combinazioni SLE Frequenti

Combinazioni SLE Frequenti

| Numero di Combinazioni di carico: | | | | | | | | | | | | | | | 1 | Aiuto... |
|-----------------------------------|----------|----|-------------|--------------|-------|----|----|---------|-----|-----|---------|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| | Commento | pp | pesi propri | pesi portati | folla | Sx | Sy | P11+P11 | P12 | P13 | P17+P17 | carichi ai ganci | R2 orario | R2 antiorario | R1 antiorario | R1 orario |
| 1 | | 1. | 1. | 1. | 0.6 | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |

Combinazioni SLE Quasi Permanenti

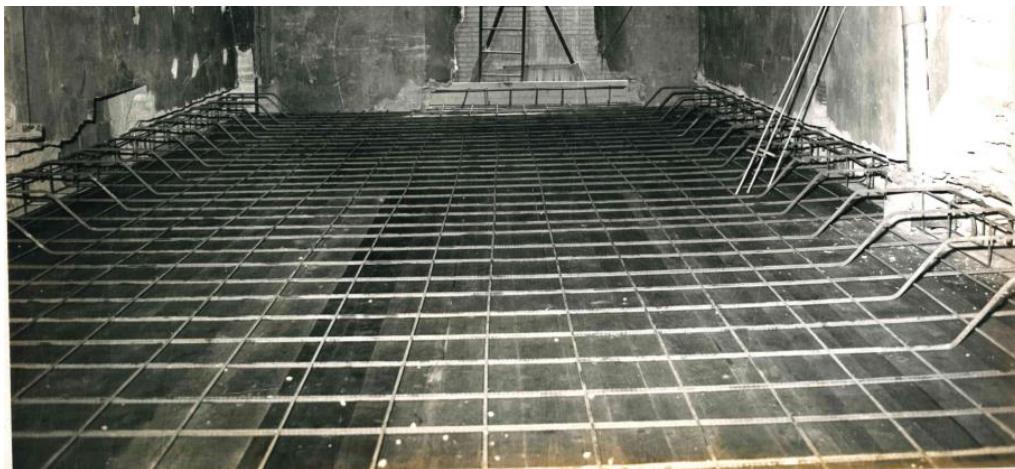
Combinazioni SLE Quasi Permanenti

| Numero di Combinazioni di carico: | | | | | | | | | | | | | | | 1 | Aiuto... |
|-----------------------------------|----------|----|-------------|--------------|-------|----|----|---------|-----|-----|---------|------------------|-----------|---------------|---------------|-----------|
| | Commento | pp | pesi propri | pesi portati | folla | Sx | Sy | P11+P11 | P12 | P13 | P17+P17 | carichi ai ganci | R2 orario | R2 antiorario | R1 antiorario | R1 orario |
| 1 | | 1. | 1. | 1. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. | 0. |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLAIO ESISTENTE SU CENTRALE TERMICA



Si verifica il solaio esistente al di sopra della centrale termica, la foto risale al momento della sua edificazione. Si tratta di una soletta piena in cls da 25 cm di spessore armata con 1φ16/20 in direzione principale e φ8/20 di ripartizione, la luce è pari a 4.30 m

$L_c = 4.60 \text{ ml}$;

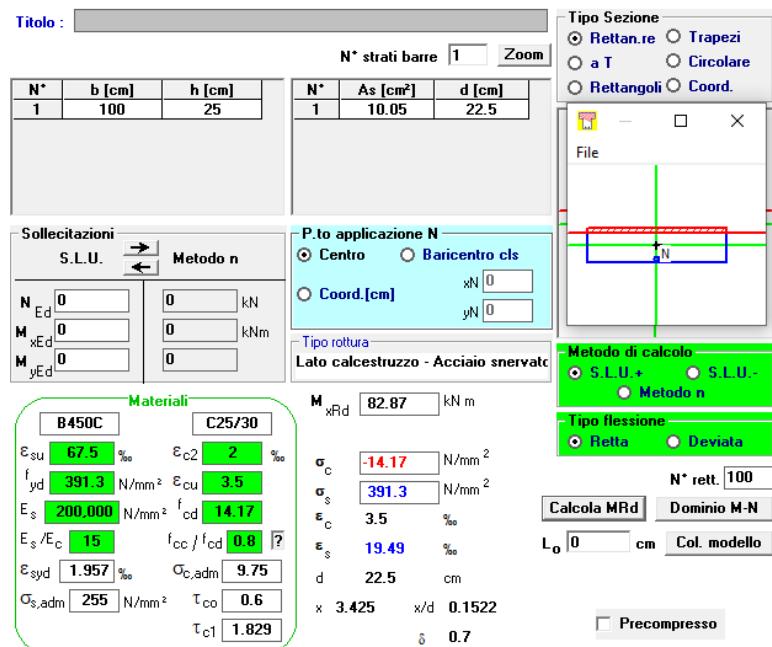
$$g_{11} = 25 \times 0.25 = 6.25 \text{ KN/mq};$$

$$g_{12} = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$q = 6.00 \text{ KN/mq};$$

momento positivo max:

$$M = ql^2/8 = (1.3 \times 8.25 + 1.5 \times 6) \times 4.6^2/8 = 52.2 \text{ KNm};$$

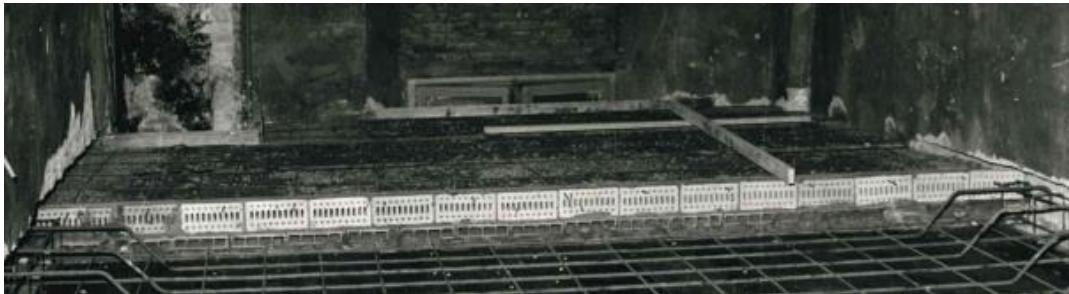


$$CR = 52.2/82 = 0.64 < 1.$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLAIO ESISTENTE SU SALA POMPE



Si verifica il solaio esistente al di sopra della sala pompe, la foto risale al momento della sua edificazione. Si tratta di una serie di putrelle Ipe 180 a passo di circa 1 ml con tavelloni, cls alleggerito e soletta di circa 4 cm, la luce è pari a 4.30 m

$L_c = 4.60 \text{ ml}$;

$g_{11} = 2.5 \text{ KN/mq}$;

$g_{12} = 1.5 \text{ KN/mq}$;

$q = 6.00 \text{ KN/mq}$;

momento positivo max:

$$M = ql^2/8 = (1.3 \times 4 + 1.5 \times 6) \times 4.3^2/8 = 32.82 \text{ KNm};$$

File Tipo Profilo Collegamenti Giunto Flangiato Acciaio/Cls Normativa: NTC ?

IPE IPN HEAA HL

HEA IPEA HEX UB

HEB IPEO HD UC

HEM IPEX HP W

Ordina per: Acciaio S235 (Fe360) ly (N/mm²) 235 fu (N/mm²) 360

Wy Iy g

Lunghezze di libera inflessione [m]: I_{0y} 0 I_{0z} 0

N_{sd} [kN] 0

Aggiorna Tabella

| designation | g (Kg/m) | h (mm) | b (mm) | tw (mm) | tf (mm) | r1 (mm) |
|-------------|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| IPE 80 | 6.0 | 80 | 46 | 3.80 | 5.20 | 5.00 |
| IPE 100 | 8.1 | 100 | 55 | 4.10 | 5.70 | 7.00 |
| IPE 120 | 10.4 | 120 | 64 | 4.40 | 6.30 | 7.00 |
| IPE 140 | 12.9 | 140 | 73 | 4.70 | 6.90 | 7.00 |
| IPE 160 | 15.8 | 160 | 82 | 5.00 | 7.40 | 9.00 |
| IPE 180 | 18.8 | 180 | 91 | 5.30 | 8.00 | 9.00 |

Plotta

IPE 180

| | | | |
|--------------------------|-------|--------------------------|-------|
| N _{bx,Rd} [kN] | 536.0 | M _{cy,Rd} [kNm] | 37.24 |
| N _{bx,Rd} [kN] | 536.0 | M _{cz,Rd} [kNm] | 7.744 |
| V _{plz,Rd} [kN] | 145.4 | V _{plz,Rd} [kN] | 188.1 |

g (Kg/m): 18.8 h (mm): 180 r2 (mm): 0 M_{cy,Rd} [kNm]: 37.24

b (mm): 91 A (cm²): 23.95 i_y (cm): 7.42 i_z (cm): 2.05

tw (mm): 5.3 i_y (cm⁴): 1.317 i_z (cm⁴): 100.9 IT (cm⁴): 4.79

tf (mm): 8 W_y (cm³): 146.3 W_z (cm³): 22.16 I_w (cm⁶): 7.430

r1 (mm): 9 W_{pl,y} (cm³): 166.4 W_{pl,z} (cm³): 34.6

Classe Sezione: Compressione 1 Flessione My 1 Flessione Mz 1 Presso-Flessione 1

Verifiche: Presso Flessione Svergolamento

$$CR = 33/37 = 0.89 < 1.$$

I due soli esistenti sono in grado di resistere ai carichi da archivio previsti.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLETTA DI PROGETTO SP. 15+4

Una porzione del nuovo solaio del piano terra è in soletta da 15 cm gettata su lastre predalles da 4 cm utilizzate come cassero a perdere.

Si verificano le lastre in fase di getto e la soletta superiore in regime normale.

Lc = 2 ml;

g₁₁ = 4.75 KN/mq;

g₁₂ = 3 KN/mq;

q = 5 KN/mq;

momento positivo max in fase di getto:

$$M = (1.3 \times 4.75) \times 2^2/8 = 3.09 \text{ KNm};$$

$$M \text{ lastra} = 3.09 \times 0.3 = 0.93 \text{ KNM/lastra da 30 cm}$$

si armano le lastre predalles con i travetti di solaio con 2 φ 10 aggiuntivi ai 2 φ 5 del traliccio

| Barre | | |
|-------|------|----------------------|
| N° | Ø | |
| 2 | 10 | |
| 2 | 5 | |
| 0 | 8 | |
| As | 1.96 | Calcola Inserisci |

Titolo : []

N° strati barre [] Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 30 | 4 |

| N° | As [cm ²] | d [cm] |
|----|-----------------------|--------|
| 1 | 1.96 | 2 |

Tipo Sezione

- Rettang.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. → Metodo n

| | | |
|-------|---|-------|
| N Ed | 0 | 0 kN |
| M xEd | 0 | 0 kNm |
| M yEd | 0 | 0 |

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

| | |
|----|---|
| xN | 0 |
| yN | 0 |

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio elastico

Materiali

| | |
|--|---------------------------------------|
| B450C | C40/50 |
| ε _{su} 67.5 % | ε _{c2} 2 % |
| f _{yd} 391.3 N/mm ² | ε _{cu} 3.5 |
| E _s 200,000 N/mm ² | f _{cd} 22.67 |
| E _s /E _c 15 | f _{cc} / f _{cd} 0.8 |
| ε _{syd} 1.957 % | σ _{c,adm} 14.75 |
| σ _{s,adm} 255 N/mm ² | τ _{co} 0.8667 |
| | τ _{c1} 2.4 |

Metodo di calcolo

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

Tipo flessione

- Retta
- Deviata

M_{xRd} 1.05 kNm

Calcola MRd **Dominio M-N**

N° rett. 100

L₀ 0 cm **Col. modello** **Precompresso**

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

$$CR = 0.93/1.05 = 0.89 < 1.$$

momento max in regime normale:

$$M = (1.3 \times 4.75 + 3 + 1.5 \times 5) \times 2^2/8 = 8.8 \text{ KNm};$$

| Titolo : | | |
|--|---|--|
| N° strati barre 1 <input type="button" value="Zoom"/> | | |
| N° | b [cm] | h [cm] |
| 1 | 30 | 19 |
| N° | A_s [cm²] | d [cm] |
| 1 | 1.96 | 17 |
| Sollecitazioni | | |
| S.L.U. <input type="button" value="→"/> <input type="button" value="←"/> Metodo n | | |
| N _{Ed} <input type="text" value="0"/> | 0 <input type="text" value="kN"/> | |
| M _{xEd} <input type="text" value="0"/> | 0 <input type="text" value="kNm"/> | |
| M _{yEd} <input type="text" value="0"/> | 0 <input type="text" value=""/> | |
| P.tto applicazione N | | |
| <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] | | xN <input type="text" value="0"/> yN <input type="text" value="0"/> |
| Tipo rottura | | |
| Lato calcestruzzo - Acciaio snervato | | |
| Materiali | | |
| B450C | C40/50 | |
| ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> % | ε _{c2} <input type="text" value="2"/> % | |
| f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ² | ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/> | |
| E _s <input type="text" value="200,000"/> N/mm ² | f _{cd} <input type="text" value="22.67"/> | |
| E _s /E _c <input type="text" value="15"/> | f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ? | |
| ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> % | σ _{c,adm} <input type="text" value="14.75"/> | |
| σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm ² | τ _{co} <input type="text" value="0.8667"/> | |
| | τ _{c1} <input type="text" value="2.4"/> | |
| M_{xRd} 12.59 kN m | | |
| σ _c <input type="text" value="-22.67"/> N/mm ² | | |
| σ _s <input type="text" value="391.3"/> N/mm ² | | |
| ε _c <input type="text" value="3.5"/> % | | |
| ε _s <input type="text" value="39.35"/> % | | |
| d <input type="text" value="17"/> cm | | |
| x <input type="text" value="1.389"/> | x/d <input type="text" value="0.08168"/> | |
| δ <input type="text" value="0.7"/> | | |
| <input type="checkbox"/> Precompresso | | |
| N° rett. 100 | | |
| Calcola MRd | | Dominio M-N |
| L ₀ <input type="text" value="0"/> cm | Col. modello | |

$$CR = 8.8 / (12.59 \times 1/0.30) = 0.21 < 1.$$

A completamento si aggiungono le armature di taglio

$$V = (1.3 \times 4.75 + 3 + 1.5 \times 5) \times 2/2 = 17.6 \text{ KN per metro};$$

si aggiungono barre per

$$Af \text{ nec.} = 1760 / 3910 = 0.45 \text{ cmq/m}$$

Si inseriscono forcille 3 φ 10 m = 2.36 cmq/m. > 0.45 cmq/m.

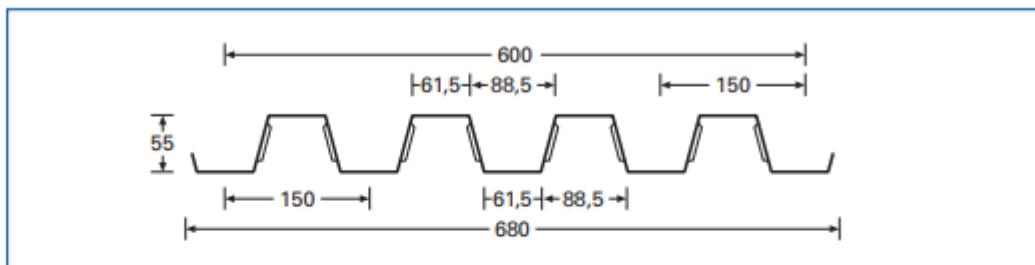
Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLAIO DI PROGETTO IN LAMIERA GRECATA

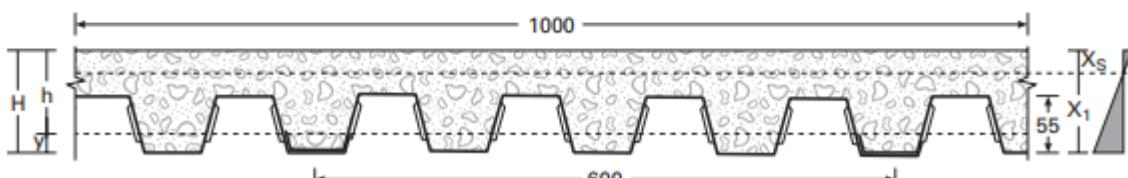
Si utilizza un solaio tipo hibond A55 P600 da 7/10 mm con getto integrativo e spessore complessivo di 10 cm

TIPO A 55/P 600
HI-BOND
HI-BOND
TYPE A 55/P 600



Caratteristiche della lamiera - Properties of the trapezoidal sheets
Caracteristiques du profil - Blecheigenschaften

| | Spessore - Thickness - Epaisseur - Stärke | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|-------|
| | mm | 0,70 | 0,80 | 1,00 | 1,20 |
| Peso - Weight - Poids - Gewicht | kg/m | 5,50 | 6,28 | 7,85 | 9,42 |
| Peso - Weight - Poids - Gewicht | kg/m ² | 9,16 | 10,47 | 13,08 | 15,70 |
| J totale - total | cm ⁴ /m | 53,32 | 61,44 | 77,56 | 93,72 |
| y _i | cm | 2,44 | 2,44 | 2,44 | 2,44 |
| Area tot. | cm ² /m | 11,0 | 12,66 | 16,00 | 19,33 |
| Compressione sup. - Top compression | | | | | |
| J _f | cm ⁴ /m | 47,42 | 56,57 | 75,84 | 93,72 |
| W _j | cm ³ /m | 20,70 | 24,12 | 31,05 | 38,05 |
| W _s | cm ³ /m | 14,52 | 17,63 | 24,34 | 31,50 |
| Compressione inf. - Bottom compression | | | | | |
| W _j | cm ³ /m | 16,75 | 20,46 | 28,41 | 36,72 |
| W _c | cm ³ /m | 18,04 | 21,02 | 27,04 | 33,07 |



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

**Caratteristiche statiche della soletta - Properties of the slab - Caractéristiques statiques de la dalle -
Statische eingeschäften der decke**

| H cm | Peso soletta - Slab weight Poids de la dalle - Gewicht der Decke kg/m ² | Spessore lamiera- Sheet thickness Epaisseur de la tôle - Blechstärke mm | Xs cm | J tot. cm ⁴ /m | Ws cm ³ /m | Wi cm ³ /m | T Kg/m |
|---------|--|---|----------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| 10 | 190 | 0,70 | 3,61 | 329,49 | 1368,98 | 51,57 | 1130 |
| | | 0,80 | 3,79 | 362,35 | 1435,63 | 58,31 | |
| | | 1,00 | 4,08 | 422,25 | 1550,71 | 71,38 | |
| | | 1,20 | 4,33 | 475,79 | 1648,72 | 83,90 | |
| 11 | 215 | 0,70 | 3,92 | 424,00 | 1624,49 | 59,85 | 1250 |
| | | 0,80 | 4,11 | 466,42 | 1701,36 | 67,70 | |
| | | 1,00 | 4,44 | 543,66 | 1834,79 | 82,93 | |
| | | 1,20 | 4,72 | 612,43 | 1946,55 | 97,51 | |
| 12 | 240 | 0,70 | 4,20 | 533,98 | 1905,23 | 68,50 | 1360 |
| | | 0,80 | 4,42 | 587,80 | 1995,33 | 77,53 | |
| | | 1,00 | 4,79 | 685,83 | 2149,20 | 95,08 | |
| | | 1,20 | 5,09 | 773,00 | 2277,62 | 111,88 | |
| 13 | 265 | 0,70 | 4,48 | 659,76 | 2209,28 | 77,43 | 1460 |
| | | 0,80 | 4,71 | 726,89 | 2313,67 | 87,71 | |
| | | 1,00 | 5,11 | 849,32 | 2491,55 | 107,69 | |
| | | 1,20 | 5,45 | 958,20 | 2639,26 | 126,84 | |

;

Zona bagni

$$g_{11} = 1.9 + 0.10 = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$g_{12} = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$q = 5.00 \text{ KN/mq};$$

Zona deposito

$$g_{11} = 1.9 + 0.10 = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$g_{12} = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$q = 6.00 \text{ KN/mq}$$

per la verifica della lamiera si ricerca la luce massima tabellata per sovraccarico pari a

$$Q \text{ bagni} = 2.00 + 5.00 = 7.00 \text{ KN/mq}.$$

$$Q \text{ deposito} = 2.00 + 6.00 = 8.00 \text{ KN/mq}.$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

TIPO A 55/P 600 - HI-BOND

HI-BOND TYPE A 55/P 600

Luce massima in metri per solai HI-BOND - Max spans in meters - Max entr'axes en metres -
Max spannweite in metern

| H Soletta Slab Dalle Decke mm | Spessore Thickness Epaisseur Stärke mm | Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m ² - Useful overload evenly distributed KN/m ² Surcharge utile uniformement repartie KN/m ² - Nutzlast gleichmassig verteilt KN/m ² | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 | 7,00 | 8,00 | 10,00 | 12,00 |
| 10 | 0,70 | 3,30 | 3,18 | 3,07 | 2,97 | 2,88 | 2,79 | 2,72 | 2,64 | 2,58 | 2,52 | 2,41 | 2,31 | 2,15 | 1,88 |
| | 0,80 | 3,55 | 3,42 | 3,29 | 3,18 | 3,08 | 2,99 | 2,91 | 2,83 | 2,76 | 2,69 | 2,56 | 2,44 | 2,26 | 1,88 |
| | 1,00 | 4,01 | 3,85 | 3,70 | 3,57 | 3,39 | 3,24 | 3,12 | 3,01 | 2,91 | 2,93 | 2,69 | 2,57 | 2,26 | 1,88 |
| | 1,20 | 4,41 | 4,23 | 3,94 | 3,71 | 3,53 | 3,37 | 3,24 | 3,13 | 3,03 | 2,95 | 2,80 | 2,68 | 2,26 | 1,88 |
| 11 | 0,70 | 3,20 | 3,10 | 3,01 | 2,93 | 2,85 | 2,78 | 2,72 | 2,65 | 2,61 | 2,54 | 2,44 | 2,36 | 2,21 | 2,08 |
| | 0,80 | 3,44 | 3,34 | 3,24 | 3,15 | 3,06 | 2,98 | 2,91 | 2,85 | 2,78 | 2,73 | 2,62 | 2,52 | 2,36 | 2,08 |
| | 1,00 | 3,89 | 3,76 | 3,64 | 3,54 | 3,44 | 3,35 | 3,27 | 3,19 | 3,12 | 3,05 | 2,93 | 2,80 | 2,50 | 2,08 |
| | 1,20 | 4,29 | 4,14 | 4,01 | 3,89 | 3,78 | 3,67 | 3,53 | 3,41 | 3,30 | 3,21 | 3,04 | 2,91 | 2,50 | 2,08 |

Zona bagni

Dalla tabella si ricava la luce massima pari a 2.41 ml.

Si posizionano le travi ad un interasse massimo di 2.33 ml e luce 3.45 ml.

Zona deposito

Dalla tabella si ricava la luce massima pari a 2.31 ml.

Si posizionano le travi ad un interasse massimo di 1.10 ml e luce 5.2 ml.

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA TRAVI METALLICHE

TRAVI ZONA BAGNI

$$g_{11} = 1.9 + 0.10 = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$g_{12} = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$q = 5.00 \text{ KN/mq};$$

Si posizionano le travi ad un interasse massimo di 2.33 ml e luce 3.45.

$$Qg \text{ trave} = 1.3 \times (2+2) \times 2.33 = 12.12 \text{ KN/ml} ;$$

$$Qq \text{ trave} = 1.5 \times (5) \times 2.33 = 17.50 \text{ KN/ml} ;$$

$$Q \text{ tot trave} = 12.12 + 17.50 = 29.62 \text{ KN/ml}.$$

| Caratteristiche Dimensionali e Carico Applicato | | | | | |
|---|------------|-----------|---------|----------|-------|
| Lunghezza dell'asta: | | 3450 [mm] | | Aggiorna | |
| | Condizione | q [kg/m] | M [kgm] | f [cm] | f/L |
| 1 | qp | 1212.0 | 1803.2 | 0.81 | 1/427 |
| 2 | qa | 1750.0 | 2603.7 | 1.17 | 1/296 |
| 3 | qTot | 2962.0 | 4406.9 | 1.97 | 1/175 |

TRAVI ZONA DEPOSITO

$$g_{11} = 1.9 + 0.10 = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$g_{12} = 2.00 \text{ KN/mq};$$

$$q = 6.00 \text{ KN/mq};$$

Si posizionano le travi ad un interasse massimo di 1.10 ml e luce 5.2 ml.

$$Qg \text{ trave} = 1.3 \times (2+2) \times 1.10 = 5.72 \text{ KN/ml} ;$$

$$Qq \text{ trave} = 1.5 \times (6) \times 1.10 = 9.90 \text{ KN/ml} ;$$

$$Q \text{ tot trave} = 5.72 + 9.90 = 15.62 \text{ KN/ml}.$$

| Caratteristiche Dimensionali e Carico Applicato | | | | | |
|---|------------|-----------|---------|----------|-------|
| Lunghezza dell'asta: | | 5200 [mm] | | Aggiorna | |
| | Condizione | q [kg/m] | M [kgm] | f [cm] | f/L |
| 1 | qp | 572.0 | 1933.4 | 1.97 | 1/264 |
| 2 | qa | 990.0 | 3346.2 | 3.40 | 1/153 |
| 3 | qTot | 1562.0 | 5279.6 | 5.37 | 1/97 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Occorre rendere collaborante la soletta

Titolo progetto:

| | | |
|---|--|---|
| Tipo di profilo IPE 180 | Tipo di soletta Piena | Lamiera grecata $h_p = 55 \text{ [mm]}$ $b_b = 61.5 \text{ [mm]}$ $b_s = 61.5 \text{ [mm]}$ $i = 150 \text{ [mm]}$ |
| Materiali Tipo Acciaio S275 (Fe430) | Dati soletta $h_c = 100 \text{ mm}$ $b = 500 \text{ mm}$ $A_{eff} = 0 \text{ mm}^2$ $h'_s = 0 \text{ mm}$ | Zoom |
| Dati Profilo $b_1 = 91 \text{ mm}$ $b_2 = 91 \text{ mm}$ $t_{f1} = 8 \text{ mm}$ $t_{f2} = 8 \text{ mm}$ $h = 180 \text{ mm}$ $t_w = 5.3 \text{ mm}$ $r_1 = 9 \text{ mm}$ $r_2 = 0 \text{ mm}$ $r = 0 \text{ mm}$ | Zoom | Metodo di calcolo S.L.U. M+ S.L.U. M- Metodo n. M+ Metodo n. M- Metodo n. M- Metodo n. M- |
| M_{Sd} = 53.00 kNm | SLU $M_{pl,Rd} = 80.16 \text{ kNm}$ $M_{apl,Rd} = 43.58 \text{ kNm}$ | V_I = 318.8 kN $y_n = 106.5 \text{ mm}$ |
| Plotta in Form | | Progetto Connessione |

Progetto Connessioni - Pioli muniti di testa (Pioli Nelson) - EC4 #6.3.

| | |
|---|--|
| Tipo di soletta Nervature trasversali | Dati $f_u = 450 \text{ N/mm}^2$ $h = 90 \text{ [mm]}$ |
| Schema soluzione | $d = 13 \text{ [mm]}$ $Nr = 1$ |
| Zoom | Risultati $P_{Rd} = 20.79 \text{ [kN]}$ $n^* = 32 \text{ connettori}$ $n'nervature = 35$ $Passo = 167 \text{ [mm]}$ |

$$C_R = 52.80/80 = 0.66 < 1$$

Caratteristiche Dimensionali e Carico Applicato

| | | | | |
|----------------------|-----------------|----------------|---------------|------------|
| Lunghezza dell'asta: | 5200 [mm] | Aggiorna | | |
| Condizione | q [kg/m] | M [kgm] | f [cm] | f/L |
| 1 qp | 440.0 | 1487.2 | 0.79 | 1/655 |
| 2 qa | 660.0 | 2230.8 | 1.19 | 1/437 |
| 3 qTot | 1100.0 | 3718.0 | 1.98 | 1/262 |

Frecce Sle

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLAIO DI PROGETTO IN LATEROCEMENTO

Si verifica il solaio in laterocemento di luce massima: quello allo sbarco dell'ascensore.

$L_c = 4.80 \text{ m};$

$g = 6 \text{ KN/mq};$

$q = 5 \text{ KN/mq};$

momento positivo max:

$$M = ql^2/10 = (1.3 \times 6 + 1.5 \times 5) \times 4.8^2/10 = 35.25 \text{ KNm};$$

si armano i travetti di solaio con $2 \phi 12$ aggiuntivi ai $2 \phi 5$ del traliccio

Titolo :

N° Vertici **12** **Zoom**

N° barre **6** **Zoom**

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. **Metodo n**

| | |
|-----------------------|---------------------|
| N Ed 0 | 0 kN |
| M xEd 0 | 0 kNm |
| M yEd 0 | 0 |

P.tto applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

| |
|-------------|
| xN 0 |
| yN 0 |

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

| | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| B450C | C25/30 |
| ϵ_{su} 67.5 % | ϵ_{c2} 2 % |
| f_{yd} 391.3 N/mm² | ϵ_{cu} 3.5 |
| E_s 200.000 N/mm² | f_{cd} 14.17 |
| E_s/E_c 15 | f_{cc}/f_{cd} 0.8 |
| ϵ_{syd} 1.957 % | $\sigma_{c,adm}$ 9.75 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² | τ_{co} 0.6 |
| | τ_{cl} 1.829 |

M xRd **42.14** kNm

Stresses and Strains

| | |
|-----------------------------|-------|
| σ_c -14.17 | N/mm² |
| σ_s 391.3 | N/mm² |
| ϵ_c 3.5 % | |
| ϵ_s 37.12 % | |
| d 21 | cm |
| x 1.809 | |
| x/d 0.08616 | |
| δ 0.7 | |

Calcolo MRd **Domino M-N**

N° rett. **100**

L₀ **0** cm **Col. modello**

Precompresso

$$CR = 35.25/42.14 = 0.84 < 1.$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

momento negativo max:

$$M = ql^2/10 = (1.3 \times 6 + 1.5 \times 5) \times 4.8^2/12 = 29.38 \text{ KNm};$$

si armano i travetti di solaio con 2 φ 12 aggiuntivi ai 2 φ 5 del traliccio

| Titolo : [] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------|-----------------|---|-------------|-------|--------|------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|----|-----------------------|---|----|----------|--------|--------|---|-----|----|---|---|-----|----|---|---|-----|----|---|---|------|----|----|---|------|----|----|---------------------|---|--|
| N° Vertici | 12 | Zoom | N° barre | 6 | Zoom | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>x [cm]</th> <th>y [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>69</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>69</td><td>20</td></tr> <tr><td>8</td><td>31</td><td>20</td></tr> <tr><td>9</td><td>31</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>19</td><td>0</td></tr> <tr><td>11</td><td>19</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> | N° | x [cm] | y [cm] | 6 | 69 | 0 | 7 | 69 | 20 | 8 | 31 | 20 | 9 | 31 | 0 | 10 | 19 | 0 | 11 | 19 | 20 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>As [cm²]</th> <th>x [cm]</th> <th>y [cm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2</td><td>0.2</td><td>28</td><td>3</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.2</td><td>78</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.2</td><td>72</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>2.26</td><td>25</td><td>22</td></tr> <tr><td>6</td><td>2.26</td><td>75</td><td>22</td></tr> </tbody> </table> | N° | As [cm²] | x [cm] | y [cm] | 2 | 0.2 | 28 | 3 | 3 | 0.2 | 78 | 3 | 4 | 0.2 | 72 | 3 | 5 | 2.26 | 25 | 22 | 6 | 2.26 | 75 | 22 | Tipo Sezione | <input type="radio"/> Rettang.re <input type="radio"/> Trapezi <input type="radio"/> a T <input type="radio"/> Circolare <input type="radio"/> Rettangoli <input checked="" type="radio"/> Coord. | |
| N° | x [cm] | y [cm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 69 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 69 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 31 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 31 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 19 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 19 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | As [cm²] | x [cm] | y [cm] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0.2 | 28 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.2 | 78 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 0.2 | 72 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 2.26 | 25 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 2.26 | 75 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sollecitazioni S.L.U. → Metodo n <table border="1"> <tr> <td>N Ed</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>kN</td> </tr> <tr> <td>M xEd</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>kNm</td> </tr> <tr> <td>M yEd</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </table> | | | | | | N Ed | 0 | 0 | kN | M xEd | 0 | 0 | kNm | M yEd | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N Ed | 0 | 0 | kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M xEd | 0 | 0 | kNm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M yEd | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P.to applicazione N <input checked="" type="radio"/> Centro <input type="radio"/> Baricentro cls <input type="radio"/> Coord.[cm] <input type="radio"/> xN 0 <input type="radio"/> yN 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Metodo di calcolo <input type="radio"/> S.L.U.+ <input checked="" type="radio"/> S.L.U.- <input type="radio"/> Metodo n | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo flessione <input checked="" type="radio"/> Retta <input type="radio"/> Deviata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calcola MRd Dominio M-N N° rett. 100 L ₀ 0 cm Col. modello <input type="checkbox"/> Precompresso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiali <table border="1"> <tr> <td>B450C</td> <td>C25/30</td> </tr> <tr> <td>ε_{su} 67.5 %</td> <td>ε_{c2} 2 %</td> </tr> <tr> <td>f_{yd} 391.3 N/mm²</td> <td>ε_{cu} 3.5</td> </tr> <tr> <td>E_s 200,000 N/mm²</td> <td>f_{cd} 14.17</td> </tr> <tr> <td>E_s /E_c 15</td> <td>f_{cc} /f_{cd} 0.8</td> </tr> <tr> <td>ε_{syd} 1.957 %</td> <td>σ_{c,adm} 9.75</td> </tr> <tr> <td>σ_{s,adm} 255 N/mm²</td> <td>τ_{co} 0.6</td> </tr> <tr> <td></td> <td>τ_{c1} 1.829</td> </tr> </table> | | | | | | B450C | C25/30 | ε _{su} 67.5 % | ε _{c2} 2 % | f _{yd} 391.3 N/mm² | ε _{cu} 3.5 | E _s 200,000 N/mm² | f _{cd} 14.17 | E _s /E _c 15 | f _{cc} /f _{cd} 0.8 | ε _{syd} 1.957 % | σ _{c,adm} 9.75 | σ _{s,adm} 255 N/mm² | τ _{co} 0.6 | | τ _{c1} 1.829 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B450C | C25/30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ε _{su} 67.5 % | ε _{c2} 2 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f _{yd} 391.3 N/mm² | ε _{cu} 3.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E _s 200,000 N/mm² | f _{cd} 14.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E _s /E _c 15 | f _{cc} /f _{cd} 0.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ε _{syd} 1.957 % | σ _{c,adm} 9.75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| σ _{s,adm} 255 N/mm² | τ _{co} 0.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | τ _{c1} 1.829 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M _{xRd} -34.68 kNm σ _c -14.17 N/mm² σ _s 391.3 N/mm² ε _c 3.5 % ε _s 10.5 % d 22 cm x 5.498 x/d 0.2499 δ 0.7524 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

$$CR = 29.38/34.68 = 0.81 < 1.$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA TRAVI DI SOLAIO

Verifiche travi

Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'inviluppo delle sollecitazioni.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono postivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:
Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:

Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.

Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatuta viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;

due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento

un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:
due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es.

Area di ferro all'estradosso

Af In.

Area di ferro all'intradosso

Sigb.Es.

Tensione del calcestruzzo estradosso

Sigb. In.

Tensione del calcestruzzo intradosso

Sigf. Es.

Tensione dell'acciaio estradosso

Sigf. In.

Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate: Trave

Verifica a fessurazione indiretta

Fattore di sovraresistenza Travi $\gamma_{R,d}$ (Nuovo)=0.00 $\gamma_{R,d}$ (Esistente)=0.00

Fattore di sovraresistenza delle azioni sulle Fondazioni $\gamma_{R,d}$ (Nuovo)=0.00 $\gamma_{R,d}$ (Esistente)=0.00

Verifiche Travate :

Travata: Travata 78 Nodi 1819 1820 1821

| Nodo | x | A_{fe} | A_{fi} | q_T | M_{rif} | M_{de} | M_{re} | x/d | M_{di} | M_{ri} | x/d | σ_{de} | σ_{oi} | σ_{fe} | σ_{fi} | w |
|---------------------------------------|------|--------------------|--------------------|--------|-----------|----------|----------|--------|----------|----------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] | | [kgm] | [kgm] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1819 | 50 | 3.18 | 4.55 | | 0.0 | 2243.3 | 0.22 | -228.8 | -3056.7 | 0.25 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 0.0 | | -50.1 | | | 2.7 | 0.0 | 10.9 | 65.0 | | |
| | | | | | SLE Freq. | 0.0 | | -42.3 | | | 2.3 | 0.0 | 9.2 | 54.9 | OK | |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL' OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|-----------|-------|--------|--------|------|--------|---------|------|
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -30.7 | 1.7 | 0.0 | 6.7 | 39.8 | OK |
| Camp. 225 | 4.62 | 4.62 | 977.9 | 9.8 | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -501.2 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -260.5 | 13.4 | 0.0 | 76.3 | 339.5 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -222.3 | 11.4 | 0.0 | 65.1 | 289.8 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -165.2 | 8.5 | 0.0 | 48.4 | 215.3 | OK |
| 1820 | 400 | 4.62 | 4.62 | | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -617.0 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -449.6 | 23.1 | 0.0 | 131.7 | 585.9 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -384.4 | 19.8 | 0.0 | 112.6 | 501.0 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -286.8 | 14.8 | 0.0 | 84.0 | 373.8 | OK |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | |
| 1820 | 0 | 4.62 | 4.62 | | 97.4 | 3097.4 | 0.25 | -267.0 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -61.1 | 3.1 | 0.0 | 17.9 | 79.7 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -47.9 | 2.5 | 0.0 | 14.0 | 62.5 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -28.1 | 1.4 | 0.0 | 8.2 | 36.6 | OK |
| Camp. 900 | 4.62 | 4.62 | 990.0 | 211.8 | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -963.1 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -672.7 | 34.6 | 0.0 | 197.1 | 876.8 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -567.4 | 29.2 | 0.0 | 166.3 | 739.6 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -409.6 | 21.1 | 0.0 | 120.0 | 533.8 | OK |
| 1821 | 1800 | 3.18 | 4.55 | | 0.0 | 2243.3 | 0.22 | -995.3 | -3056.7 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -704.8 | 37.9 | 0.0 | 153.9 | 914.4 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -598.0 | 32.2 | 0.0 | 130.6 | 775.8 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -439.9 | 23.7 | 0.0 | 96.1 | 570.7 | OK |

Da A Dx cotg(θ) V_{Ed} V_{Rd,c} V_{Rcd} V_{Rd} Staffe
[mm] [mm] [mm] [kg] [kg] [kg] [kg]

Trave 1819 1820 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

50 400 350 1.00 1737.2 3483.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 1820 1821 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1800 1800 1.00 1382.6 3483.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Travata: Travata 204 Nodi 1821 1823 1826 1840

| Nodo | x | A _{fe} | A _{fi} | q _T | M _{nf} | M _{de} | M _{re} | x/d | M _{di} | M _{ni} | x/d | σ _{be} | σ _{bi} | σ _{le} | σ _{fi} | w |
|---------------------------------------|------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kg/m] | [kg/m] | [kg/m] | | [kg/m] | [kg/m] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1821 | 50 | 3.18 | 4.55 | | 0.0 | 2243.3 | 0.22 | -790.5 | -3056.7 | 0.25 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 0.0 | | -578.3 | | 31.1 | 0.0 | 126.3 | 750.3 | | | |
| | | | | | SLE Freq. | 0.0 | | -495.3 | | 26.7 | 0.0 | 108.2 | 642.7 | OK | | |
| | | | | | SLE Q.P. | 0.0 | | -375.0 | | 20.2 | 0.0 | 81.9 | 486.5 | OK | | |
| Camp. 287 | 4.62 | 4.62 | 195.0 | 3.4 | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -722.7 | -3097.4 | 0.25 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 0.0 | | -495.7 | | 25.5 | 0.0 | 145.2 | 646.0 | | | |
| | | | | | SLE Freq. | 0.0 | | -425.5 | | 21.9 | 0.0 | 124.7 | 554.5 | OK | | |
| | | | | | SLE Q.P. | 0.0 | | -325.3 | | 16.7 | 0.0 | 95.3 | 424.0 | OK | | |
| 1823 | 525 | 4.62 | 4.62 | | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -601.8 | -3097.4 | 0.25 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 0.0 | | -404.7 | | 20.8 | 0.0 | 118.6 | 527.5 | | | |
| | | | | | SLE Freq. | 0.0 | | -347.2 | | 17.9 | 0.0 | 101.7 | 452.6 | OK | | |
| | | | | | SLE Q.P. | 0.0 | | -267.4 | | 13.8 | 0.0 | 78.3 | 348.5 | OK | | |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1823 | 0 | 4.62 | 4.62 | | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -550.6 | -3097.4 | 0.25 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 0.0 | | -404.7 | | 20.8 | 0.0 | 118.6 | 527.5 | | | |
| | | | | | SLE Freq. | 0.0 | | -347.2 | | 17.9 | 0.0 | 101.7 | 452.6 | OK | | |
| | | | | | SLE Q.P. | 0.0 | | -267.4 | | 13.8 | 0.0 | 78.3 | 348.5 | OK | | |
| Camp. 312 | 4.62 | 4.62 | 195.0 | 4.8 | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -425.7 | -3097.4 | 0.25 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 0.0 | | -272.1 | | 14.0 | 0.0 | 79.7 | 354.7 | | | |
| | | | | | SLE Freq. | 0.0 | | -231.3 | | 11.9 | 0.0 | 67.8 | 301.5 | OK | | |
| | | | | | SLE Q.P. | 0.0 | | -178.1 | | 9.2 | 0.0 | 52.2 | 232.1 | OK | | |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL' OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-----------|--------|-------|------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1826 | 625 | 4.62 | 4.62 | | 64.6 | 3097.4 | 0.25 | -301.9 | -3097.4 | 0.25 | |
| | | SLE Rare | 0.0 | | | -124.8 | | 6.4 | 0.0 | 36.6 | 162.7 |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | | -100.8 | | 5.2 | 0.0 | 29.5 | 131.4 |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | | -74.2 | | 3.8 | 0.0 | 21.7 | 96.7 |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | | |
| 1826 | 0 | 4.62 | 4.62 | | 0.0 | 3097.4 | 0.25 | -2046.5 | -3097.4 | 0.25 | |
| | | SLE Rare | 0.0 | | | -1472.5 | | 75.8 | 0.0 | 431.5 | 1919.2 |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | | -1252.4 | | 64.4 | 0.0 | 367.0 | 1632.3 |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | | -942.9 | | 48.5 | 0.0 | 276.3 | 1228.9 |
| Camp. | 600 | 4.62 | 4.62 | 195.0 | 19.1 | 521.1 | 3097.4 | 0.25 | -288.0 | -3097.4 | 0.25 |
| | | SLE Rare | 152.5 | | | -50.5 | | 2.6 | 7.8 | 198.8 | 65.9 |
| | | SLE Freq. | 129.2 | | | -44.8 | | 2.3 | 6.7 | 168.4 | 58.4 |
| | | SLE Q.P. | 94.9 | | | -37.4 | | 1.9 | 4.9 | 123.7 | 48.7 |
| 1840 | 1201 | 4.55 | 3.18 | | | 2379.1 | 3056.7 | 0.25 | 0.0 | -2243.3 | 0.22 |
| | | SLE Rare | 1751.6 | | | 0.0 | | 0.0 | 94.3 | 2272.7 | 382.6 |
| | | SLE Freq. | 1499.8 | | | 0.0 | | 0.0 | 80.7 | 1946.0 | 327.6 |
| | | SLE Q.P. | 1136.6 | | | 0.0 | | 0.0 | 61.2 | 1474.7 | 248.2 |

Da A Dx cotg(θ) V_{Ed} $V_{Rd,c}$ V_{Rcd} V_{Rd} Staffe
[mm] [mm] [mm] [kg] [kg] [kg] [kg]

Trave 1821 1823 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

50 525 475 1.00 554.5 3483.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 1823 1826 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 625 625 1.00 676.3 3501.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 1826 1840 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1201 1201 1.00 3784.7 3092.8 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Travata: Travata 245 Nodi 1356 1357

| Nodo | x | A_{fe} | A_{fi} | q_T | M_{rif} | M_{de} | M_{re} | x/d | M_{di} | M_{ri} | x/d | σ_{be} | σ_{bi} | σ_{fe} | σ_{fi} | w |
|------|------|--------------------|--------------------|--------|-----------|----------|----------|-----|----------|----------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] | | [kgm] | [kgm] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |

Trave Sez. 50 Rett. 50x24 [cm]

1356 125 10.78 6.16 6484.9 7106.5 0.28 -2091.2 -4363.4 0.22

SLE Rare 2467.9 0.0 0.0 62.8 1383.6 405.7

SLE Freq. 2166.7 0.0 0.0 55.2 1214.7 356.2 OK

SLE Q.P. 1815.3 0.0 0.0 46.2 1017.7 298.4 OK

Camp. 1275 6.16 6.16 2077.6 844.8 368.1 4358.1 0.22 -844.8 -4358.1 0.22

SLE Rare 0.0 -612.2 19.1 0.0 85.8 584.4

SLE Freq. 0.0 -514.1 16.1 0.0 72.1 490.8 OK

SLE Q.P. 0.0 -367.1 11.5 0.0 51.5 350.4 OK

1357 2426 6.16 7.70 2729.9 4360.4 0.22 -4824.5 -5280.9 0.23

SLE Rare 0.0 -1146.6 32.9 0.0 175.1 885.1

SLE Freq. 0.0 -1049.1 30.1 0.0 160.2 809.9 OK

SLE Q.P. 0.0 -995.8 28.6 0.0 152.1 768.7 OK

Da A Dx cotg(θ) V_{Ed} $V_{Rd,c}$ V_{Rcd} V_{Rd} T_{Ed} T_{Rcd} T_{Rsd} Staffe
[mm] [mm] [mm] [kg] [kg] [kg] [kgm] [kgm] [kgm]

Trave 1356 1357 Sez. 50 Rett. 50x24 [cm]

125 2426 2301 1.00 6400.1 6117.2 34993.3 18504.5 119.4 3950.5 3491.8 ø 8 4br. 7.5'

Travata: Travata 15 Nodi 428 436 443 451

| Nodo | x | A_{fe} | A_{fi} | q_T | M_{rif} | M_{de} | M_{re} | x/d | M_{di} | M_{ri} | x/d | σ_{be} | σ_{bi} | σ_{fe} | σ_{fi} | w |
|------|------|--------------------|--------------------|--------|-----------|----------|----------|-----|----------|----------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] | | [kgm] | [kgm] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |

Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

428 125 4.62 4.62 32.8 3097.4 0.25 -54.8 -3097.4 0.25

SLE Rare 0.0 -14.7 0.8 0.0 4.3 19.1

SLE Freq. 0.0 -12.7 0.7 0.0 3.7 16.6 OK

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL' OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|-----------|--------|---------|--------|-------|---------|---------|------|
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -9.8 | 0.5 | 0.0 | 2.9 | 12.8 | OK |
| Camp. 772 | 4.62 | 4.62 | 1798.0 | 226.6 | 172.3 | 3097.4 | 0.25 | -266.8 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -162.4 | 8.4 | 0.0 | 47.6 | 211.7 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -139.4 | 7.2 | 0.0 | 40.9 | 181.7 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -104.9 | 5.4 | 0.0 | 30.7 | 136.7 | OK |
| 436 | 1420 | 4.62 | 4.62 | | 65.6 | 3097.4 | 0.25 | -115.3 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | |
| 436 | 0 | 4.62 | 4.62 | | 733.7 | 3097.4 | 0.25 | -1497.6 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -460.4 | 23.7 | 0.0 | 134.9 | 600.0 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -382.0 | 19.7 | 0.0 | 111.9 | 497.8 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -292.2 | 15.0 | 0.0 | 85.6 | 380.9 | OK |
| Camp. 925 | 7.36 | 6.87 | 1832.5 | 392.0 | 0.0 | 4710.1 | 0.29 | -1642.4 | -4423.7 | 0.28 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -1192.0 | 49.5 | 0.0 | 324.8 | 1068.4 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -1018.8 | 42.3 | 0.0 | 277.6 | 913.2 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -759.1 | 31.5 | 0.0 | 206.9 | 680.4 | OK |
| 443 | 1850 | 4.62 | 4.62 | | 352.1 | 3097.4 | 0.25 | -1701.1 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -798.5 | 41.1 | 0.0 | 234.0 | 1040.7 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -674.5 | 34.7 | 0.0 | 197.6 | 879.1 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -488.4 | 25.1 | 0.0 | 143.1 | 636.6 | OK |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | |
| 443 | 0 | 4.62 | 4.62 | | 361.6 | 3097.4 | 0.25 | -1484.9 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -690.5 | 35.5 | 0.0 | 202.3 | 900.0 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -583.2 | 30.0 | 0.0 | 170.9 | 760.1 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -422.2 | 21.7 | 0.0 | 123.7 | 550.2 | OK |
| Camp. 763 | 4.62 | 4.62 | 1868.5 | 317.9 | 1218.8 | 3097.4 | 0.25 | -864.7 | -3097.4 | 0.25 |
| | | | SLE Rare | 160.9 | -228.9 | 11.8 | 8.3 | 209.7 | 298.3 | |
| | | | SLE Freq. | 121.8 | -196.3 | 10.1 | 6.3 | 158.8 | 255.9 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 95.9 | -147.4 | 7.6 | 4.9 | 124.9 | 192.1 | OK |
| 451 | 1525 | 7.70 | 4.62 | | 3998.6 | 4897.3 | 0.32 | -60.7 | -3095.5 | 0.24 |
| | | | SLE Rare | 2436.5 | 0.0 | 0.0 | 105.4 | 1952.0 | 765.2 | |
| | | | SLE Freq. | 2058.4 | 0.0 | 0.0 | 89.0 | 1649.0 | 646.5 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 1542.1 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 1235.4 | 484.3 | OK |

Da A Dx cotg(θ) V_{Ed} V_{Rd,c} V_{Rcd} V_{Rd} Staffe
[mm] [mm] [mm] [kg] [kg] [kg] [kg]

Trave 428 436 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

125 1420 1295 1.00 1609.9 3501.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 436 443 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1850 1850 1.00 2373.3 3501.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 443 451 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1525 1525 1.00 6484.9 3501.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Travata: Travata 186 Nodi 899 907 908 916

| Nodo | x | A _{fe} | A _{fi} | q _T | M _{rif} | M _{de} | M _{re} | x/d | M _{di} | M _{ri} | x/d | σ _{be} | σ _{bi} | σ _{fe} | σ _{fi} | w |
|------|------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] | | [kgm] | [kgm] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |

Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|------|--|-------|--------|------|-----|---------|------|--|--|--|--|--|
| 899 | 125 | 7.70 | 3.92 | | 713.6 | 4890.9 | 0.34 | 0.0 | -2680.7 | 0.23 | | | | | |
|-----|-----|------|------|--|-------|--------|------|-----|---------|------|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | |
|-----------|-------|-----|-----|------|-------|------|----|
| SLE Rare | 288.2 | 0.0 | 0.0 | 12.7 | 230.6 | 79.6 | |
| SLE Freq. | 244.2 | 0.0 | 0.0 | 10.8 | 195.5 | 67.4 | OK |
| SLE Q.P. | 179.3 | 0.0 | 0.0 | 7.9 | 143.5 | 49.5 | OK |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|--------|-------|-------|--------|------|--------|---------|------|--|--|--|--|--|
| Camp. 772 | 4.63 | 4.62 | 1821.2 | 229.5 | 268.5 | 3107.1 | 0.25 | -225.6 | -3097.4 | 0.25 | | | | | |
|-----------|------|------|--------|-------|-------|--------|------|--------|---------|------|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | |
|----------|------|--------|-----|-----|------|-------|--|
| SLE Rare | 57.1 | -162.4 | 8.4 | 2.9 | 74.1 | 211.7 | |
|----------|------|--------|-----|-----|------|-------|--|

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL' OVA N. 14

| Progetto definitivo-esecutivo | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|-----------|--------|-------|---------|--------|---------|---------|---------|------|
| RELAZIONE DI CALCOLO | | | | | | | | | | |
| | | SLE Freq. | 49.8 | | -133.7 | 6.9 | 2.6 | 64.7 | 174.2 | OK |
| | | SLE Q.P. | 41.0 | | -90.5 | 4.7 | 2.1 | 53.2 | 118.0 | OK |
| 907 | 1420 | 7.31 | 6.82 | 0.0 | 4681.5 | 0.29 | -257.8 | -4395.0 | 0.28 | |
| | | SLE Rare | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | |
| 907 | 0 | 8.29 | 7.80 | 0.0 | 5254.2 | 0.30 | -1502.9 | -4969.1 | 0.29 | |
| | | SLE Rare | 0.0 | | -993.7 | 38.6 | 0.0 | 263.1 | 789.7 | |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | -843.3 | 32.8 | 0.0 | 223.3 | 670.1 | OK |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | -617.7 | 24.0 | 0.0 | 163.5 | 490.8 | OK |
| Camp. 925 | 9.24 | 9.24 | 1856.3 | 397.1 | 0.0 | 5807.6 | 0.31 | -2105.8 | -5807.6 | 0.31 |
| | | SLE Rare | 0.0 | | -1525.9 | 54.7 | 0.0 | 393.0 | 1032.3 | |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | -1281.0 | 45.9 | 0.0 | 329.9 | 866.6 | OK |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | -914.4 | 32.8 | 0.0 | 235.5 | 618.6 | OK |
| 908 | 1850 | 8.10 | 9.24 | 0.0 | 5141.7 | 0.29 | -1400.5 | -5803.9 | 0.32 | |
| | | SLE Rare | 0.0 | | -917.1 | 33.9 | 0.0 | 247.8 | 619.7 | |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | -778.0 | 28.7 | 0.0 | 210.2 | 525.8 | OK |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | -575.1 | 21.2 | 0.0 | 155.4 | 388.7 | OK |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | |
| 908 | 0 | 7.12 | 9.07 | 0.0 | 4567.4 | 0.27 | -1079.2 | -5705.7 | 0.32 | |
| | | SLE Rare | 0.0 | | -786.2 | 30.0 | 0.0 | 221.5 | 539.9 | |
| | | SLE Freq. | 0.0 | | -667.1 | 25.4 | 0.0 | 187.9 | 458.1 | OK |
| | | SLE Q.P. | 0.0 | | -493.3 | 18.8 | 0.0 | 139.0 | 338.7 | OK |
| Camp. 763 | 4.62 | 4.62 | 1892.7 | 322.1 | 920.9 | 3097.4 | 0.25 | -317.9 | -3097.4 | 0.25 |
| | | SLE Rare | 317.8 | | -228.9 | 11.8 | 16.4 | 414.1 | 298.3 | |
| | | SLE Freq. | 270.2 | | -188.2 | 9.7 | 13.9 | 352.2 | 245.2 | OK |
| | | SLE Q.P. | 199.1 | | -127.0 | 6.5 | 10.2 | 259.4 | 165.6 | OK |
| 916 | 1525 | 9.24 | 3.92 | | 4123.9 | 5748.1 | 0.39 | 0.0 | -2680.5 | 0.23 |
| | | SLE Rare | 2969.5 | | 0.0 | 0.0 | 124.5 | 1999.4 | 826.9 | |
| | | SLE Freq. | 2503.4 | | 0.0 | 0.0 | 104.9 | 1685.6 | 697.1 | OK |
| | | SLE Q.P. | 1805.6 | | 0.0 | 0.0 | 75.7 | 1215.7 | 502.8 | OK |

Da A Dx V_{Ed} V_{Rd,c} V_{Rcd} V_{Rd} Staffe
[mm] [mm] [mm] [kg] [kg] [kg] [kg]

Trave 899 907 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

125 575 450 1.00 3738.1 3314.4 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'
575 970 395 1.00 1978.6 3501.2 17496.7 4626.1 ø 8 2br. 15.0'

970 1420 450 1.00 2815.7 3501.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 907 908 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1850 1850 1.00 1783.5 4169.8 17496.7 4626.1 ø 8 2br. 15.0'

Trave 908 916 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 392 392 1.00 2368.5 3761.1 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'
392 1133 741 1.00 3476.1 3501.2 17496.7 4626.1 ø 8 2br. 15.0'
1133 1525 392 1.00 7551.0 3314.4 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Travata: Travata 187 Nodi 1334 1342 1343 1351

| Nodo | x | A _{fe} | A _{fi} | q _T | M _{rf} | M _{de} | M _{re} | x/d | M _{di} | M _{ri} | x/d | σ _{be} | σ _{bi} | σ _{fe} | σ _{fi} | w | mm |
|------|---|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|----|
|------|---|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|----|

Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----|------|------|--|-----------|--------|------|-----|---------|------|------|-------|------|----|--|--|
| 1334 | 125 | 4.62 | 3.92 | | 556.4 | 3098.0 | 0.25 | 0.0 | -2681.3 | 0.24 | | | | | | |
| | | | | | SLE Rare | 222.6 | | 0.0 | | 0.0 | 11.7 | 289.6 | 57.5 | | | |
| | | | | | SLE Freq. | 188.2 | | 0.0 | | 0.0 | 9.9 | 244.9 | 48.7 | OK | | |
| | | | | | SLE Q.P. | 137.3 | | 0.0 | | 0.0 | 7.2 | 178.6 | 35.5 | OK | | |

Camp. 772 4.62 4.62 1821.2 229.5 269.8 3097.4 0.25 -225.6 -3097.4 0.25

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL' OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|-----------|--------|---------------------|---------------------|--------------|--------|--------|----|
| | | | SLE Rare | 86.2 | -162.4 | 8.4 | 4.4 | 112.3 | 211.7 | |
| | | | SLE Freq. | 73.4 | -133.7 | 6.9 | 3.8 | 95.7 | 174.2 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 55.1 | -90.5 | 4.7 | 2.8 | 71.9 | 118.0 | OK |
| 1342 | 1420 | 4.62 | 4.62 | 0.0 | 3097.4 0.25 -184.0 | -3097.4 0.25 | | | | |
| | | | SLE Rare | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | OK |
| Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm] | | | | | | | | | | |
| 1342 | 0 | 4.62 | 4.62 | 0.0 | 3097.4 0.25 -1493.2 | -3097.4 0.25 | | | | |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -883.9 | 45.5 | 0.0 | 259.0 | 1152.1 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -757.1 | 39.0 | 0.0 | 221.8 | 986.7 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -569.8 | 29.3 | 0.0 | 167.0 | 742.6 | OK |
| Camp. 925 | 8.34 | 7.85 | 1856.3 | 397.1 | 0.0 | 5282.8 0.30 -2223.3 | -4997.8 0.29 | | | |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -1608.4 | 62.3 | 0.0 | 425.1 | 1270.5 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -1351.8 | 52.3 | 0.0 | 357.3 | 1067.8 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -970.6 | 37.6 | 0.0 | 256.6 | 766.8 | OK |
| 1343 | 1850 | 4.62 | 4.62 | 0.0 | 3097.4 0.25 -1750.7 | -3097.4 0.25 | | | | |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -1189.3 | 61.2 | 0.0 | 348.5 | 1550.1 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -1005.9 | 51.8 | 0.0 | 294.7 | 1311.0 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -735.5 | 37.9 | 0.0 | 215.5 | 958.6 | OK |
| Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm] | | | | | | | | | | |
| 1343 | 0 | 4.62 | 4.62 | 0.0 | 3097.4 0.25 -1404.5 | -3097.4 0.25 | | | | |
| | | | SLE Rare | 0.0 | -1021.0 | 52.5 | 0.0 | 299.2 | 1330.7 | |
| | | | SLE Freq. | 0.0 | -863.4 | 44.4 | 0.0 | 253.0 | 1125.3 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 0.0 | -631.3 | 32.5 | 0.0 | 185.0 | 822.8 | OK |
| Camp. 763 | 4.62 | 4.62 | 1892.7 | 322.1 | 840.5 | 3097.4 0.25 -317.9 | -3097.4 0.25 | | | |
| | | | SLE Rare | 251.6 | -228.9 | 11.8 | 12.9 | 328.0 | 298.3 | |
| | | | SLE Freq. | 214.5 | -188.2 | 9.7 | 11.0 | 279.6 | 245.2 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 160.5 | -127.0 | 6.5 | 8.3 | 209.2 | 165.6 | OK |
| 1351 | 1525 | 7.70 | 3.92 | 4146.4 | 4890.9 0.34 0.0 | -2680.7 0.23 | | | | |
| | | | SLE Rare | 3008.9 | 0.0 | 0.0 | 133.1 | 2408.3 | 831.0 | |
| | | | SLE Freq. | 2536.0 | 0.0 | 0.0 | 112.1 | 2029.8 | 700.4 | OK |
| | | | SLE Q.P. | 1834.8 | 0.0 | 0.0 | 81.1 | 1468.5 | 506.7 | OK |

Da A Dx cotg(θ) V_{Ed} $V_{Rd,c}$ V_{Rcd} V_{Rd} Staffe
[mm] [mm] [mm] [kg] [kg] [kg] [kg]

Trave 1334 1342 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

125 1420 1295 1.00 3021.7 3314.4 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 1342 1343 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1850 1850 1.00 1941.5 3501.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 1343 1351 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1525 1525 1.00 7785.9 3314.4 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Travata: Travata 188 Nodi 1825 1826 1834

| Nodo | x | A _{fe} | A _{fi} | q _T | M _{rif} | M _{de} | M _{re} | x/d | M _{di} | M _{ri} | x/d | σ_{be} | σ_{bi} | σ_{fe} | σ_{fi} | w |
|--------------------------------|------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------|-----------------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kg/m] | [kgm] | [kgm] | | [kgm] | [kgm] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |
| Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1825 | 50 | 3.18 | 4.55 | 0.0 | 2243.3 | 0.22 -300.9 | -3056.7 | 0.25 | | | | | | | | |
| | | | | SLE Rare | 16.6 | -79.4 | 4.3 | 1.0 | 21.2 | 103.0 | | | | | | |
| | | | | SLE Freq. | 14.1 | -65.7 | 3.5 | 0.8 | 18.1 | 85.3 | OK | | | | | |
| | | | | SLE Q.P. | 10.8 | -45.3 | 2.4 | 0.6 | 13.9 | 58.8 | OK | | | | | |
| Camp. 1150 | 4.86 | 4.62 | 1851.8 | 586.0 | 0.0 | 3241.1 | 0.25 -1684.1 | -3097.2 | 0.25 | | | | | | | |
| | | | | SLE Rare | 0.0 | -1202.8 | 61.5 | 0.0 | 347.8 | 1568.6 | | | | | | |
| | | | | SLE Freq. | 0.0 | -1004.2 | 51.4 | 0.0 | 290.4 | 1309.5 | OK | | | | | |
| | | | | SLE Q.P. | 0.0 | -706.9 | 36.2 | 0.0 | 204.4 | 921.9 | OK | | | | | |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL' OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|-------|------------------|----------|------------|-----------|----------|---------|---------|
| 1826 | 2250 | 9.24 | 9.24 | 0.0 | 5807.6 | 0.31 | -1159.4 | -5807.6 | 0.31 |
| | SLE Rare | 0.0 | | -730.2 | | 26.2 | 0.0 | 188.1 | 494.0 |
| | SLE Freq. | 0.0 | | -630.5 | | 22.6 | 0.0 | 162.4 | 426.6 |
| | SLE Q.P. | 0.0 | | -482.5 | | 17.3 | 0.0 | 124.3 | 326.4 |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | |
| 1826 | 0 | 9.24 | 9.24 | 0.0 | 5807.6 | 0.31 | -2431.7 | -5807.6 | 0.31 |
| | SLE Rare | 0.0 | | -1776.8 | | 63.7 | 0.0 | 457.6 | 1202.0 |
| | SLE Freq. | 0.0 | | -1523.0 | | 54.6 | 0.0 | 392.2 | 1030.3 |
| | SLE Q.P. | 0.0 | | -1151.0 | | 41.3 | 0.0 | 296.4 | 778.7 |
| Camp. 800 | 7.80 | 5.84 | 1078.9 | 183.6 | 0.0 | 4963.1 | 0.31 | -836.8 | -3817.6 |
| | SLE Rare | 0.0 | | -512.4 | | 22.3 | 0.0 | 133.9 | 537.0 |
| | SLE Freq. | 0.0 | | -439.8 | | 19.2 | 0.0 | 114.9 | 461.0 |
| | SLE Q.P. | 0.0 | | -334.7 | | 14.6 | 0.0 | 87.4 | 350.8 |
| 1834 | 1600 | 4.55 | 3.18 | | 1341.1 | 3056.7 | 0.25 | 0.0 | -2243.3 |
| | SLE Rare | 905.0 | | 0.0 | | 0.0 | 48.7 | 1174.3 | 197.7 |
| | SLE Freq. | 759.6 | | 0.0 | | 0.0 | 40.9 | 985.6 | 165.9 |
| | SLE Q.P. | 542.3 | | 0.0 | | 0.0 | 29.2 | 703.6 | 118.4 |
| Da | A | Dx | cotg(θ) | V_{Ed} | $V_{Rd,c}$ | V_{Rcd} | V_{Rd} | Staffe | |
| [mm] | [mm] | [mm] | | [kg] | [kg] | [kg] | [kg] | | |

Trave 1825 1826 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

50 2250 2200 1.00 2440.2 3483.2 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Trave 1826 1834 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

0 1600 1600 1.00 3335.6 3092.8 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Travata: Travata 249 Nodi 1839 1841

| Nodo | x | A_{fe} | A_{fi} | q_T | M_{rif} | M_{de} | M_{re} | x/d | M_{di} | M_{ri} | x/d | σ_{be} | σ_{bi} | σ_{fe} | σ_{fi} | w |
|---------------------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------|-----------|----------|----------|---------|----------|----------|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
| | [mm] | [cm ²] | [cm ²] | [kg/m] | [kgm] | [kgm] | [kgm] | | [kgm] | [kgm] | | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | [kg/cm ²] | mm |
| <i>Trave Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1839 | 125 | 6.16 | 6.16 | | 3757.0 | 4004.9 | 0.27 | -483.6 | -4004.9 | 0.27 | | | | | | |
| | SLE Rare | 1950.7 | | | 0.0 | | | | 0.0 | 86.9 | | 1938.1 | | 555.3 | | |
| | SLE Freq. | 1694.1 | | | 0.0 | | | | 0.0 | 75.5 | | 1683.1 | | 482.2 | | OK |
| | SLE Q.P. | 1370.2 | | | 0.0 | | | | 0.0 | 61.0 | | 1361.3 | | 390.0 | | OK |
| Camp. 1275 | 6.16 | 6.16 | 1074.0 | 436.8 | 52.6 | 4004.9 | 0.27 | -811.3 | -4004.9 | 0.27 | | | | | | |
| | SLE Rare | 0.0 | | | -573.8 | | | | 25.6 | 0.0 | | 163.3 | | 570.1 | | |
| | SLE Freq. | 0.0 | | | -485.8 | | | | 21.6 | 0.0 | | 138.3 | | 482.7 | | OK |
| | SLE Q.P. | 0.0 | | | -354.8 | | | | 15.8 | 0.0 | | 101.0 | | 352.5 | | OK |
| 1841 | 2426 | 6.16 | 6.16 | | 1253.8 | 4004.9 | 0.27 | -2052.3 | -4004.9 | 0.27 | | | | | | |
| | SLE Rare | 0.0 | | | -445.5 | | | | 19.8 | 0.0 | | 126.8 | | 442.6 | | |
| | SLE Freq. | 0.0 | | | -403.9 | | | | 18.0 | 0.0 | | 115.0 | | 401.2 | | OK |
| | SLE Q.P. | 0.0 | | | -396.5 | | | | 17.7 | 0.0 | | 112.9 | | 394.0 | | OK |

Da A Dx cotg(θ) V_{Ed} $V_{Rd,c}$ V_{Rcd} V_{Rd} Staffe

Trave 1839 1841 Sez. 10 Rett. 25x24 [cm]

125 2426 2301 1.00 5826.2 3853.6 17496.7 9252.2 ø 8 2br. 7.5'

Diagramma del momento flettente nelle travi di solaio

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

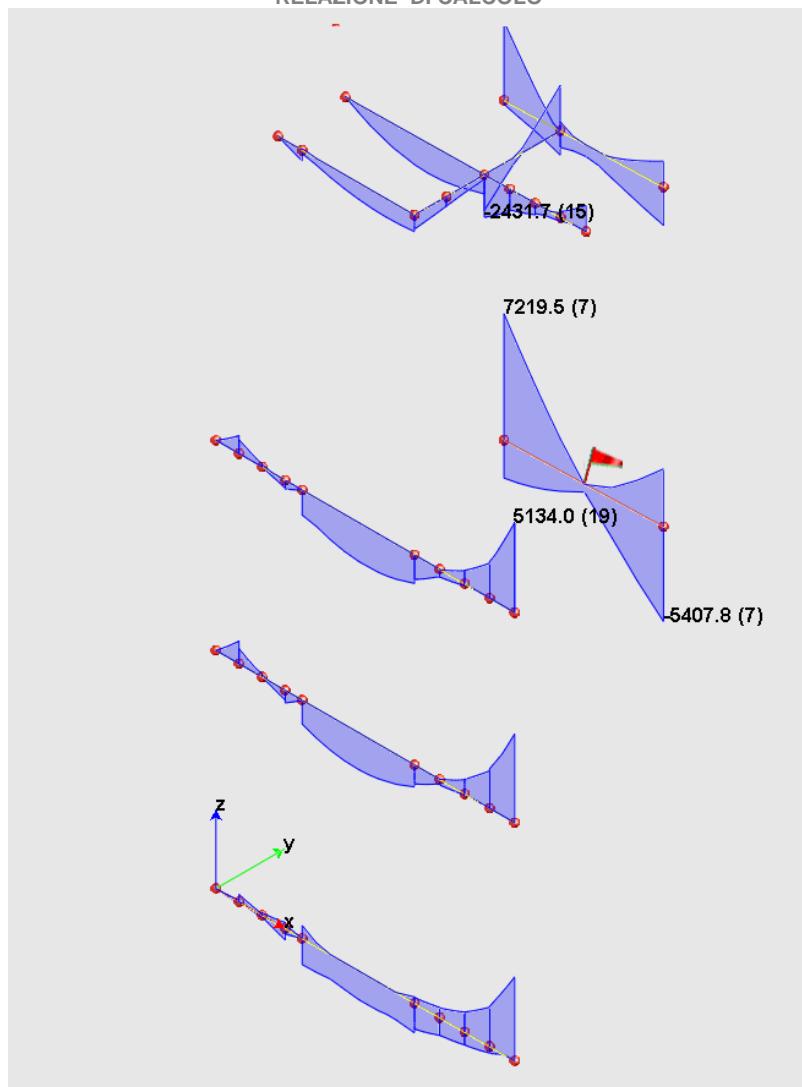
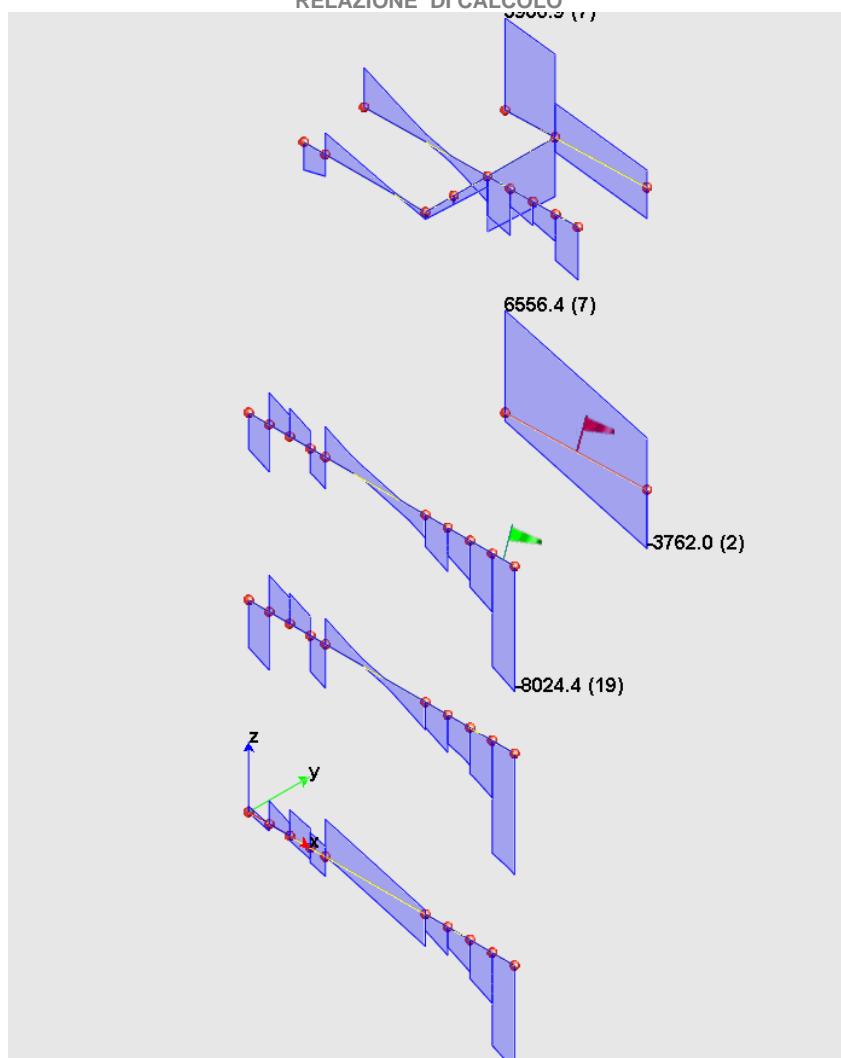


Diagramma del taglio nelle travi solaio

Progetto definitivo-esecutivo

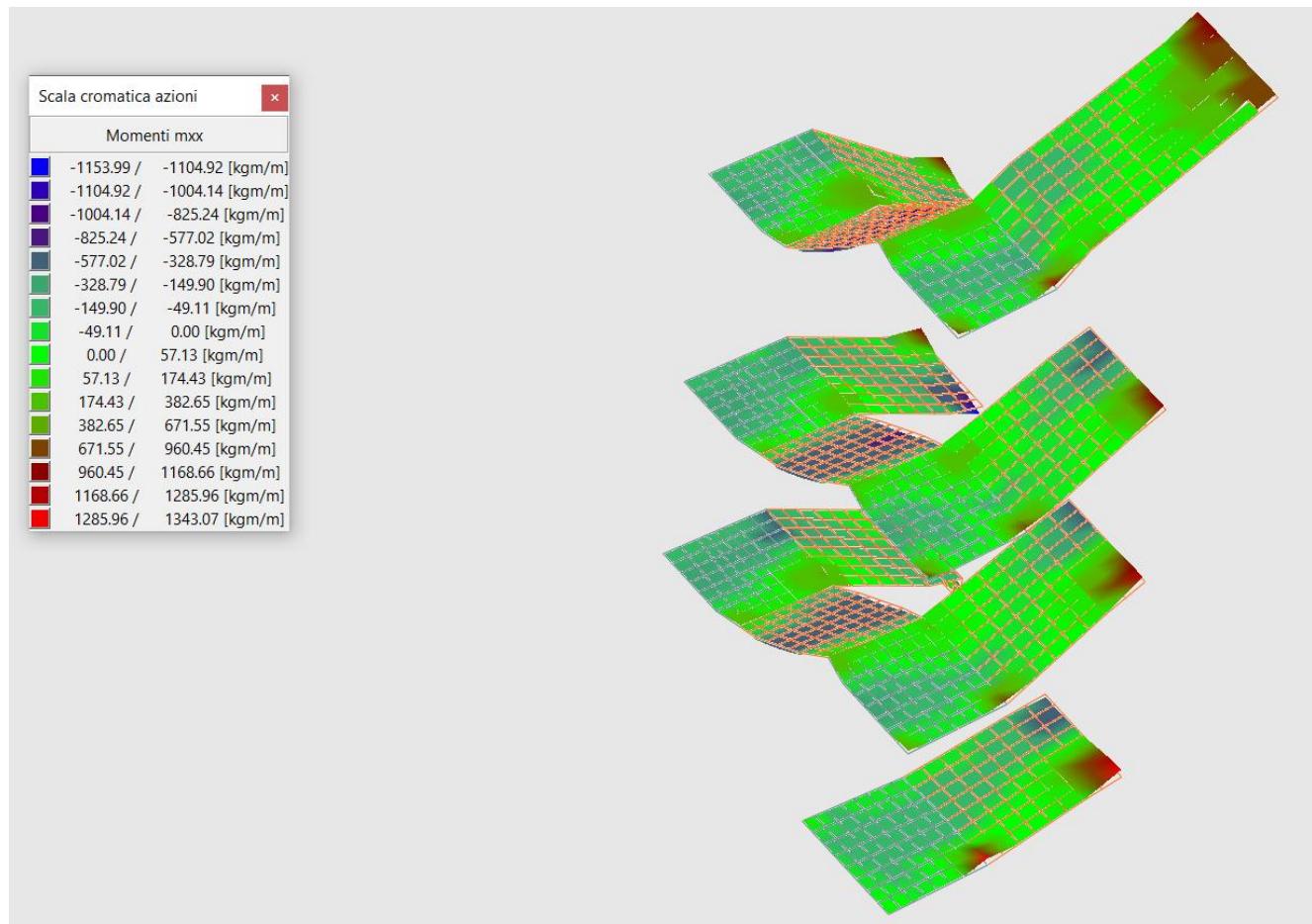
RELAZIONE DI CALCOLO



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

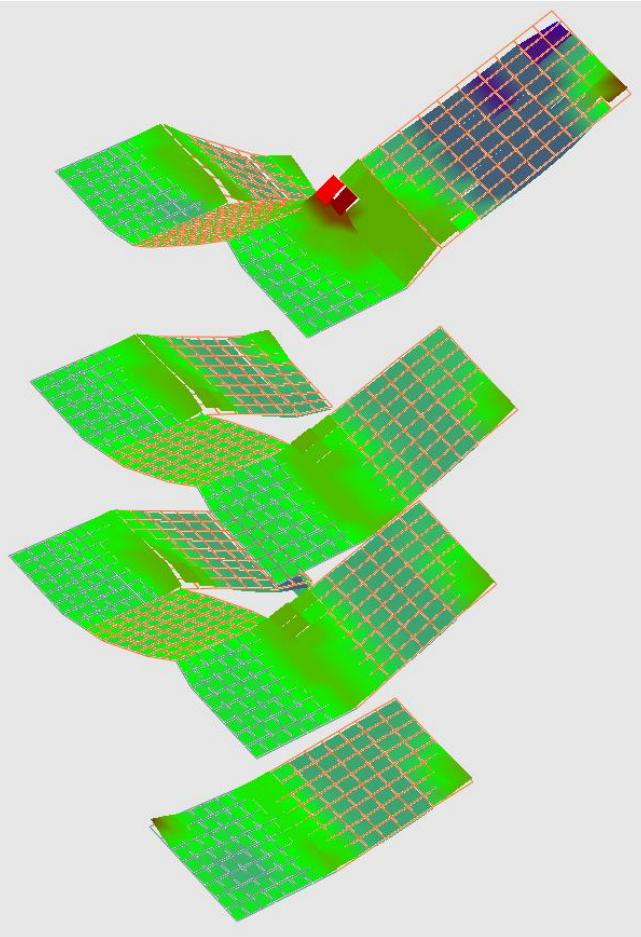
Sollecitazioni nella soletta della scala



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| Scala cromatica azioni | |
|------------------------|------------------|
| Momenti myy | |
| -2526.25 / | -2418.85 [kgm/m] |
| -2418.85 / | -2198.21 [kgm/m] |
| -2198.21 / | -1806.58 [kgm/m] |
| -1806.58 / | -1263.18 [kgm/m] |
| -1263.18 / | -719.78 [kgm/m] |
| -719.78 / | -328.14 [kgm/m] |
| -328.14 / | -107.51 [kgm/m] |
| -107.51 / | 0.00 [kgm/m] |
| 0.00 / | 93.87 [kgm/m] |
| 93.87 / | 286.57 [kgm/m] |
| 286.57 / | 628.63 [kgm/m] |
| 628.63 / | 1103.24 [kgm/m] |
| 1103.24 / | 1577.85 [kgm/m] |
| 1577.85 / | 1919.91 [kgm/m] |
| 1919.91 / | 2112.61 [kgm/m] |
| 2112.61 / | 2206.42 [kgm/m] |



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA SOLETTA SCALA

Esclusa la rampa di sbarco al secondo piano, le altre solette hanno un momento flettente massimo di $M_{ED} = 22 \text{ KNm}$;

e vengono armate con $6 + 6 \phi 10 \text{ m}$

Titolo : []

N° Vertici [4] **Zoom**

| N° | x [cm] | y [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 0 |
| 3 | 100 | 15 |
| 4 | 0 | 15 |

N° barre [12] **Zoom**

| N° | As [cm ²] | x [cm] | y [cm] |
|----|-----------------------|--------|--------|
| 8 | 0.79 | 25 | 12.5 |
| 9 | 0.79 | 40 | 12.5 |
| 10 | 0.79 | 55 | 12.5 |
| 11 | 0.79 | 70 | 12.5 |
| 12 | 0.79 | 85 | 12.5 |

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

| | | |
|-------|-----|---------|
| N Ed | [0] | [0] kN |
| M xEd | [0] | [0] kNm |
| M yEd | [0] | [0] |

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN [0] yN [0]

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

| | |
|--|------------------------|
| B450C | C25/30 |
| ε_{su} 67.5 % | ε_{c2} 2 % |
| f_{yd} 391.3 N/mm ² | ε_{cu} 3.5 |
| E_s 200,000 N/mm ² | f_{cd} 14.17 |
| E_s/E_c 15 | f_{cc}/f_{cd} 0.8 |
| ε_{syd} 1.957 % | $\sigma_{c,adm}$ 9.75 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ² | τ_{co} 0.6 |
| | τ_{c1} 1.829 |

Punto di applicazione N

Metodo di calcolo

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

Tipo flessione

- Retta
- Deviata

Calcola MRd **Dominio M-N**

Precompresso

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

la soletta della rampa di sbarco al secondo piano ha invece un momento leggermente superiore in quanto ha una luce maggiore

$$M_{ED} = 25 \text{ KNm};$$

e vengono armate con $7 + 7 \phi 10 \text{ m}$

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : []

N° Vertici **Zoom**

| N° | x [cm] | y [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 100 | 0 |
| 3 | 100 | 15 |
| 4 | 0 | 15 |

N° barre **Zoom**

| N° | As [cm ²] | x [cm] | y [cm] |
|----|-----------------------|--------|--------|
| 10 | 0.79 | 35 | 12.5 |
| 11 | 0.79 | 50 | 12.5 |
| 12 | 0.79 | 65 | 12.5 |
| 13 | 0.79 | 80 | 12.5 |
| 14 | 0.79 | 95 | 12.5 |

Sollecitazioni

S.L.U. **Metodo n**

| | |
|---|--------------|
| N_{Ed} <input type="text" value="0"/> | 0 kN |
| M_{xEd} <input type="text" value="0"/> | 0 kNm |
| M_{yEd} <input type="text" value="0"/> | 0 |

P.tto applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

| | |
|---|---|
| B450C | C25/30 |
| ε_{su} 67.5 % | ε_{c2} 2 % |
| f_{yd} 391.3 N/mm ² | ε_{cu} 3.5 |
| E_s 200,000 N/mm ² | f_{cd} 14.17 |
| E_s/E_c 15 | f_{cc}/f_{cd} 0.8 <input data-bbox="571 1403 595 1437" type="button" value="?"/> |
| ε_{syd} 1.957 % | $\sigma_{c,adm}$ 9.75 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ² | τ_{co} 0.6 |
| | τ_{c1} 1.829 |

Calcolo

M_{xRd} kN m

σ_c **-14.17** N/mm²
 σ_s **391.3** N/mm²
 ε_c **3.5** %
 ε_s **15.91** %
 d **12.5** cm
 x **2.254** x/d **0.1803**
 δ **0.7**

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
- a T Circolare
- Rettangoli Coord.

File

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
- Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

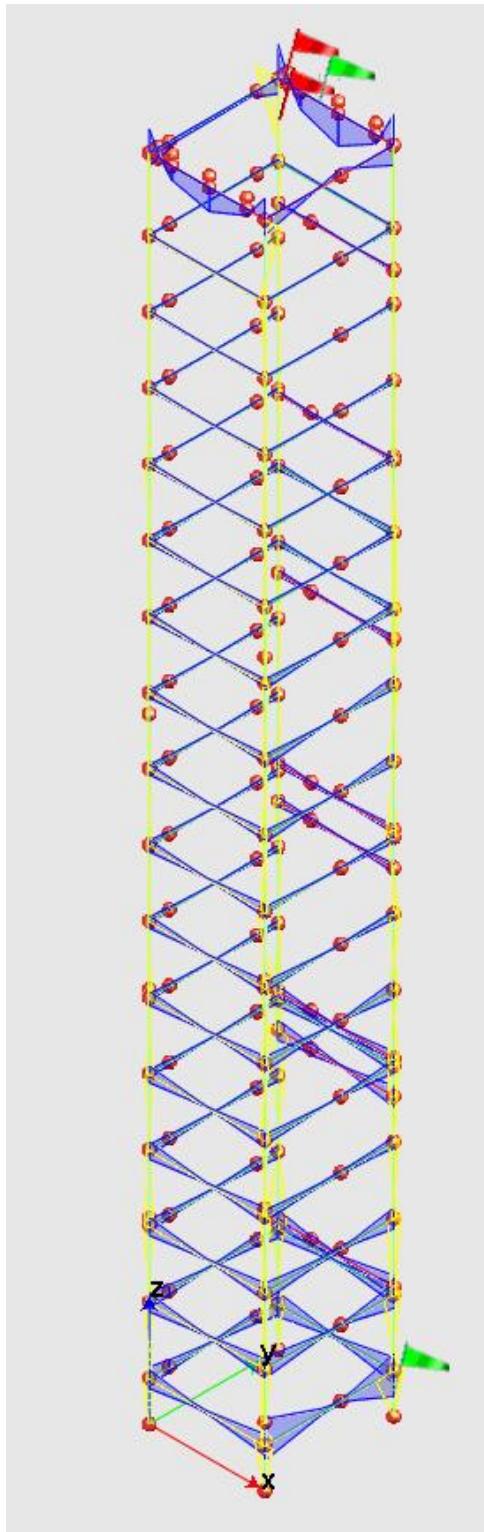
N° rett. **Calcola MRd** **Dominio M-N**

L₀ cm **Col. modello**

Precompresso

VERIFICHE STRUTTURA METALLICA ASCENSORE

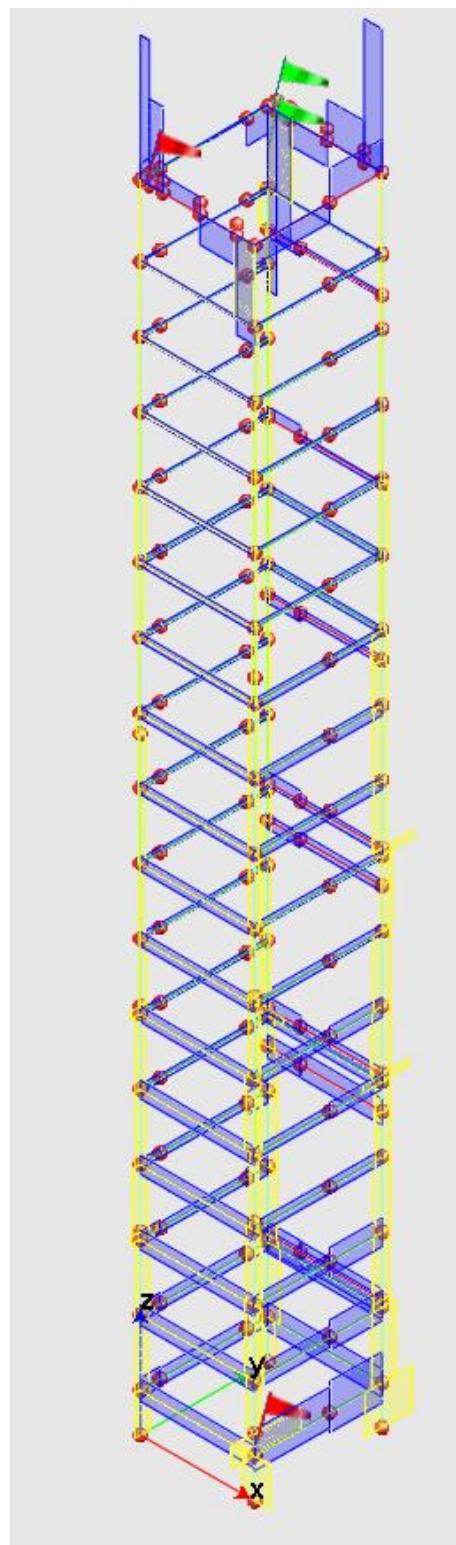
diagramma momento flettente



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

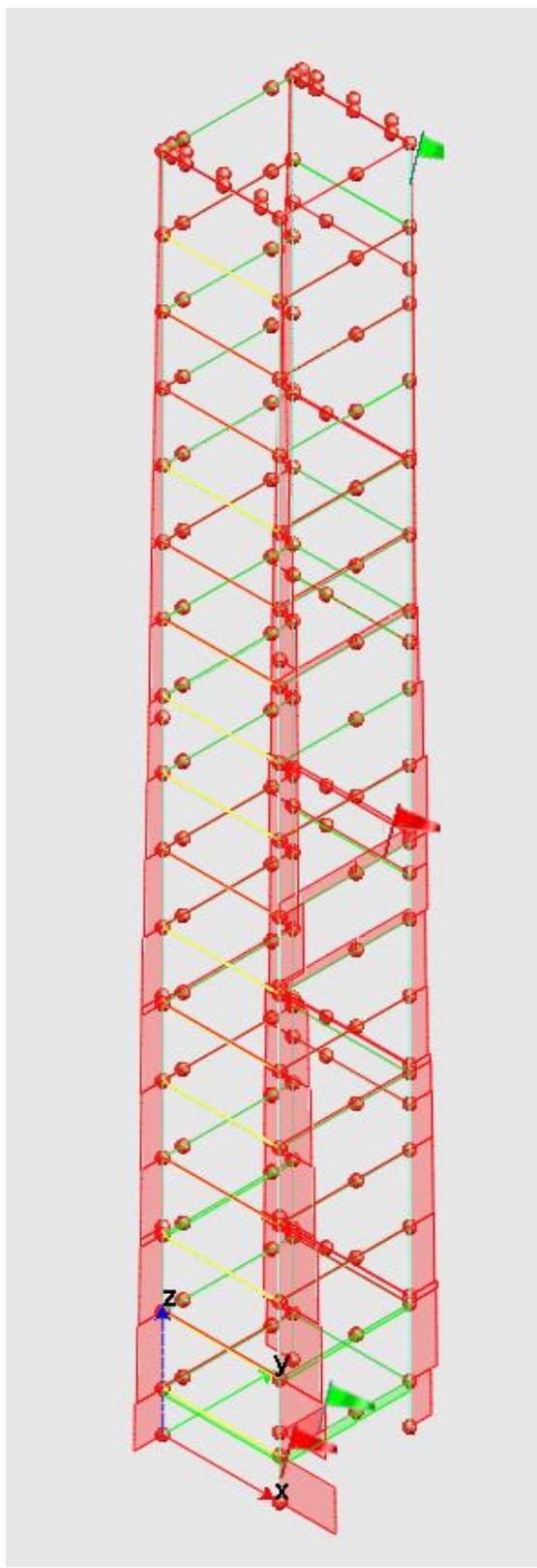
Diagramma del taglio



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

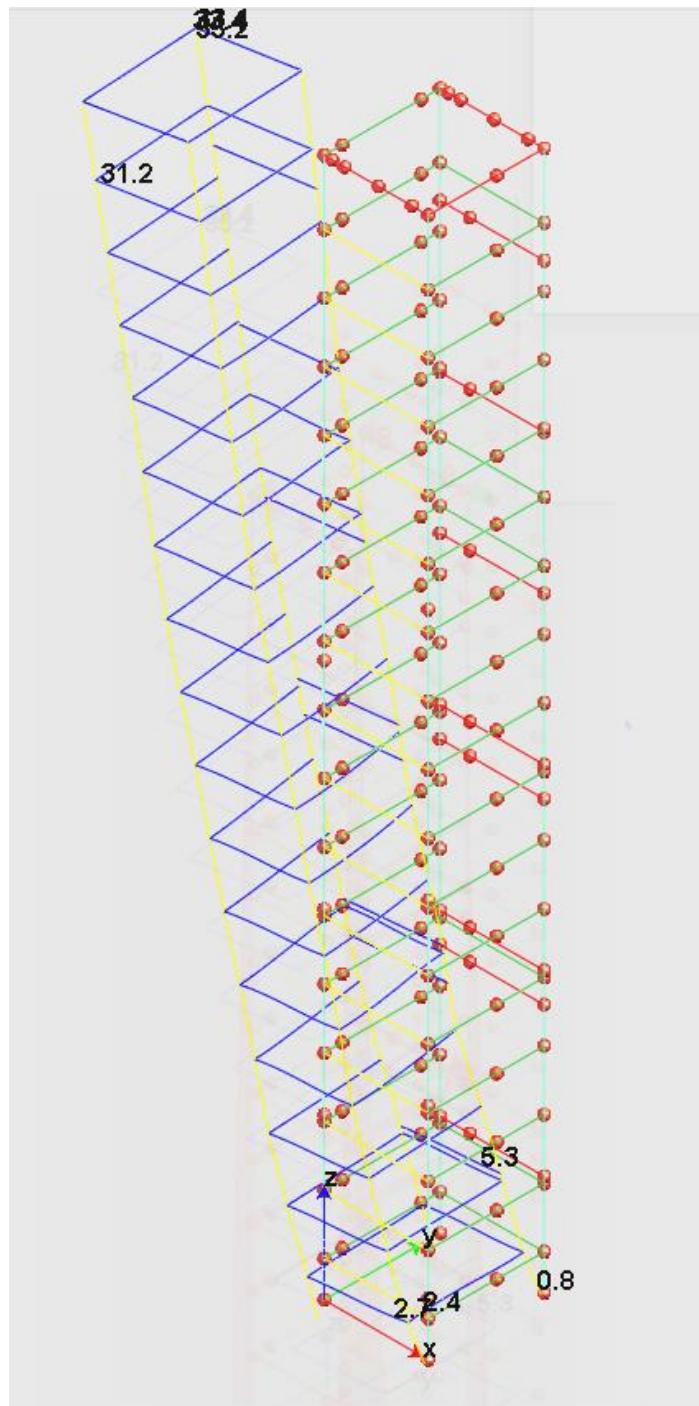
Diagramma dello sforzo normale



Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

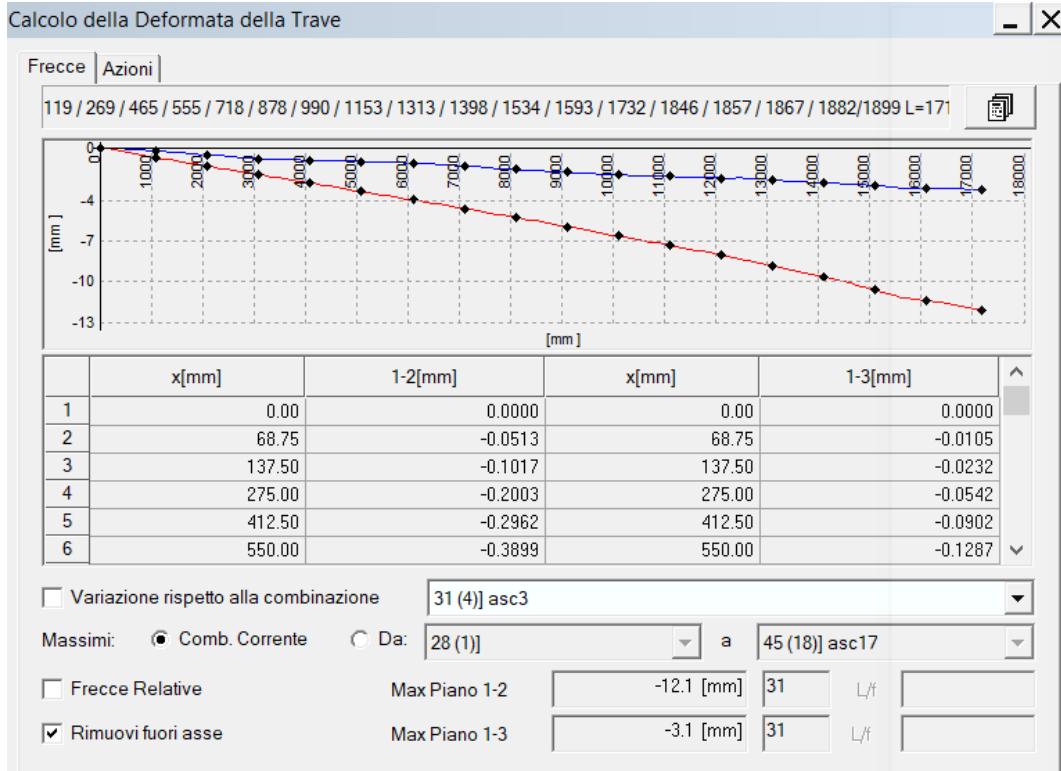
Massima deformazione slu con sisma



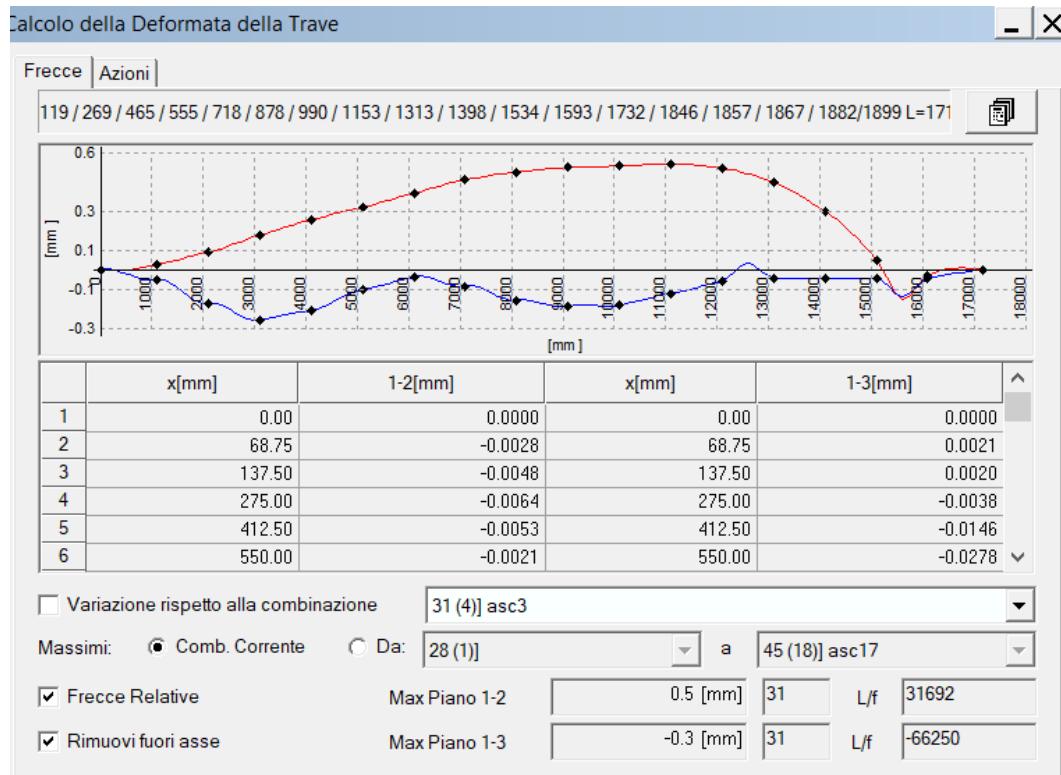
Spostamento imposto come visto precedentemente

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO Deformazione trave guida ascensore



Deformazione assoluta



Deformazione relativa della guida tra un vincolo e l'altro

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Verifica elementi metallici

Acciaio tipo : **S235**
Tensione di Snervamento : 2350.0 [kg/cm²]
Tensione di Rottura : 3600.0 [kg/cm²]

VERIFICA PILASTRI SEZIONE 1 PROFILO custom PROF ASCENSORE 150X3

| Asta | Da | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | | | Instabilità 1/3 | | | Instabilità i _{Min} | | | Instabilità i _{Max} | | | Pressoflessione | | | | | | |
|------|------|------|-----------|------------|-----------------|------|------|-----------------|------------------|--------|------------------------------|-------|--------|------------------------------|-------|--------|-----------------|-------|--------|-------|-------|------|----|
| | | | | | A | [mm] | 1/2 | 1/3 | i _{Min} | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | | |
| 261 | 265 | 600 | 11.0 | 11.0 | 17.7 | 4 | 0.23 | 5 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.22 | 5 |
| 265 | 461 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.26 | 6 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.25 | 6 |
| 461 | 551 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.20 | 6 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.20 | 26 |
| 551 | 644 | 100 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 4 | 0.21 | 7 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.22 | 7 |
| 644 | 714 | 900 | 16.5 | 16.5 | 26.6 | 4 | 0.21 | 7 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.18 | 26 |
| 714 | 874 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.18 | 7 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.19 | 26 |
| 874 | 986 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.20 | 26 |
| 986 | 1079 | 100 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.20 | 26 |
| 1079 | 1149 | 900 | 16.5 | 16.5 | 26.6 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.20 | 26 |
| 1149 | 1309 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.19 | 26 |
| 1309 | 1394 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.19 | 26 |
| 1394 | 1514 | 720 | 13.2 | 13.2 | 21.3 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.18 | 26 |
| 1514 | 1530 | 280 | 5.1 | 5.1 | 8.3 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.17 | 26 |
| 1530 | 1589 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.17 | 26 |
| 1589 | 1728 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.18 | 26 |
| 1728 | 1842 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.17 | 26 |
| 1842 | 1853 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.16 | 26 |
| 1853 | 1864 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.17 | 26 |
| 1864 | 1878 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.18 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.21 | 26 |
| 1878 | 1889 | 1085 | 19.9 | 19.9 | 32.1 | 4 | 0.34 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.33 | 26 |
| 262 | 266 | 600 | 11.0 | 11.0 | 17.7 | 4 | 0.42 | 5 | 4 | 0.13 | 4 | 4 | 0.13 | 4 | 4 | 0.13 | 4 | 4 | 0.13 | 4 | 4 | 0.39 | 5 |
| 266 | 350 | 300 | 5.5 | 5.5 | 8.9 | 4 | 0.32 | 4 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.29 | 4 |
| 350 | 462 | 700 | 12.8 | 12.8 | 20.7 | 4 | 0.24 | 4 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.11 | 2 | 4 | 0.29 | 4 |
| 462 | 552 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.19 | 4 | 4 | 0.10 | 2 | 4 | 0.10 | 2 | 4 | 0.10 | 2 | 4 | 0.10 | 2 | 4 | 0.21 | 2 |
| 552 | 715 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.26 | 3 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.21 | 3 |
| 715 | 800 | 100 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 4 | 0.23 | 2 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.26 | 2 |
| 800 | 875 | 900 | 16.5 | 16.5 | 26.6 | 4 | 0.23 | 2 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.21 | 2 |
| 875 | 987 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.19 | 3 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.17 | 2 |
| 987 | 1150 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.21 | 3 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.09 | 26 | 4 | 0.15 | 3 |
| 1150 | 1235 | 100 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 4 | 0.20 | 3 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.20 | 2 |
| 1235 | 1310 | 900 | 16.5 | 16.5 | 26.6 | 4 | 0.19 | 2 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.17 | 26 |
| 1310 | 1395 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.15 | 3 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.15 | 26 |
| 1395 | 1531 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.14 | 3 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.14 | 26 |
| 1531 | 1590 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.16 | 3 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.13 | 26 |
| 1590 | 1684 | 340 | 6.2 | 6.2 | 10.1 | 4 | 0.17 | 3 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.15 | 26 |
| 1684 | 1729 | 660 | 12.1 | 12.1 | 19.5 | 4 | 0.17 | 3 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.15 | 26 |
| 1729 | 1843 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.10 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.13 | 26 |
| 1843 | 1854 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.12 | 26 |
| 1854 | 1871 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.08 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.11 | 26 |
| 1871 | 1879 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.14 | 26 |
| 1879 | 1894 | 1085 | 19.9 | 19.9 | 32.1 | 4 | 0.34 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.06 | 26 | 4 | 0.28 | 26 |
| 263 | 274 | 600 | 11.0 | 11.0 | 17.7 | 4 | 0.24 | 6 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.23 | 26 |
| 274 | 470 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.28 | 6 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.24 | 26 |
| 470 | 476 | 100 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 4 | 0.15 | 7 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.21 | 26 |
| 476 | 560 | 900 | 16.5 | 16.5 | 26.6 | 4 | 0.26 | 7 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.26 | 7 |
| 560 | 723 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.19 | 6 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.22 | 26 |
| 723 | 844 | 600 | 11.0 | 11.0 | 17.7 | 4 | 0.27 | 7 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.26 | 7 |
| 844 | 883 | 400 | 7.3 | 7.3 | 11.8 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.20 | 26 |
| 883 | 896 | 100 | 1.8 | 1.8 | 3.0 | 4 | 0.14 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.19 | 26 |
| 896 | 995 | 900 | 16.5 | 16.5 | 26.6 | 4 | 0.15 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.22 | 26 |
| 995 | 1158 | 1000 | 18.3 | 18.3 | 29.6 | 4 | 0.16 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.22 | 26 |
| 1158 | 1270 | 600 | 11.0 | 11.0 | 17.7 | 4 | 0.16 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.12 | 26 | 4 | 0.22 | 26 |
| 1270 | 1318 | 400 | 7.3 | 7.3 | 11.8 | 4 | 0.15 | 26 | 4 | 0.13 | 26 | 4 | 0.1 | | | | | | | | | | |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|
| 1403 1539 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.15 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.21 26 |
| 1539 1568 600 11.0 11.0 17.7 4 | 0.15 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.21 26 |
| 1568 1598 400 7.3 7.3 11.8 4 | 0.15 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.20 26 |
| 1598 1737 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.15 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.13 26 | 4 | 0.21 26 | | |
| 1737 1815 950 17.4 17.4 28.1 4 | 0.15 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.13 26 | 4 | 0.21 26 | | |
| 1815 1851 50 0.9 0.9 1.5 4 | 0.16 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.22 26 |
| 1851 1862 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.14 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.21 26 | | |
| 1862 1870 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.14 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.20 26 | | |
| 1870 1875 450 8.2 8.2 13.3 4 | 0.14 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.11 26 | 4 | 0.19 26 | | |
| 1875 1887 550 10.1 10.1 16.3 4 | 0.20 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.24 26 | | |
| 1887 1902 1085 19.9 19.9 32.1 4 | 0.48 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.12 26 | 4 | 0.42 26 | | |
| 264 275 600 11.0 11.0 17.7 4 | 0.45 4 | 4 | 0.11 3 | 4 | 0.11 3 | 4 | 0.11 3 | 4 | 0.11 3 | 4 | 0.30 2 | | |
| 275 471 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.26 5 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.24 3 | | |
| 471 478 100 1.8 1.8 3.0 4 | 0.16 3 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.20 26 | | |
| 478 561 900 16.5 16.5 26.6 4 | 0.30 2 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.29 3 | | |
| 561 724 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.18 3 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.10 26 | 4 | 0.16 3 | | |
| 724 846 600 11.0 11.0 17.7 4 | 0.26 7 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.24 3 | | |
| 846 884 400 7.3 7.3 11.8 4 | 0.24 2 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.23 3 | | |
| 884 898 100 1.8 1.8 3.0 4 | 0.17 3 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.19 26 | | |
| 898 996 900 16.5 16.5 26.6 4 | 0.15 3 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.16 26 | | |
| 996 1159 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.14 8 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.15 26 | | |
| 1159 1272 600 11.0 11.0 17.7 4 | 0.12 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.16 26 | | |
| 1272 1319 400 7.3 7.3 11.8 4 | 0.17 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.21 26 | | |
| 1319 1333 100 1.8 1.8 3.0 4 | 0.18 8 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.22 26 | | |
| 1333 1404 900 16.5 16.5 26.6 4 | 0.16 8 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.18 26 | | |
| 1404 1540 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.12 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.16 26 | | |
| 1540 1570 600 11.0 11.0 17.7 4 | 0.11 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.15 26 | | |
| 1570 1599 400 7.3 7.3 11.8 4 | 0.16 8 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.14 26 | | |
| 1599 1738 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.11 3 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.15 26 | | |
| 1738 1817 950 17.4 17.4 28.1 4 | 0.16 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.18 26 | | |
| 1817 1852 50 0.9 0.9 1.5 4 | 0.13 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.17 26 | | |
| 1852 1863 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.11 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.15 26 | | |
| 1863 1874 1000 18.3 18.3 29.6 4 | 0.10 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.14 26 | | |
| 1874 1877 450 8.2 8.2 13.3 4 | 0.10 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.14 26 | | |
| 1877 1888 550 10.1 10.1 16.3 4 | 0.19 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.20 26 | | |
| 1888 1907 1085 19.9 19.9 32.1 4 | 0.44 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.08 26 | 4 | 0.09 26 | 4 | 0.40 26 | | |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 1 PROFILO custom C150X50X20X3

| Asta Da | Luce A | Snellezza [mm] | Resistenza 1/2 | Instabilità 1/2 | | | Instabilità 1/3 | | | Pressoflessione | | | |
|------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|-----|--------|-----------------|-------|--------|-----------------|-------|--------|--------|
| | | | | 1/2 | 1/3 | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | |
| 274 275 | 1750 | 29.9 | 92.9 4 | 0.25 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.25 2 |
| 470 471 | 1750 | 29.9 | 92.9 4 | 0.19 | 6 | 4 | 0.00 | 5 | 4 | 0.01 | 5 | 4 | 0.19 6 |
| 883 884 | 1750 | 29.9 | 92.9 4 | 0.21 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.18 2 |
| 1598 1599 | 1750 | 29.9 | 92.9 4 | 0.15 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.09 7 |
| 1737 1738 | 1750 | 29.9 | 92.9 3 | 0.17 | 2 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 0 |
| 1887 1888 | 1750 | 29.9 | 92.9 4 | 0.07 | 26 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.02 2 |
| 265 267 | 300 | 5.1 | 15.9 4 | 0.23 | 5 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.23 5 |
| 267 272 | 1330 | 22.7 | 70.6 4 | 0.13 | 5 | 4 | 0.00 | 15 | 4 | 0.00 | 15 | 4 | 0.13 5 |
| 272 274 | 320 | 5.5 | 17.0 4 | 0.22 | 5 | 4 | 0.00 | 15 | 4 | 0.00 | 15 | 4 | 0.22 5 |
| 266 271 | 1150 | 19.7 | 61.1 4 | 0.48 | 5 | 4 | 0.01 | 9 | 4 | 0.01 | 9 | 4 | 0.30 8 |
| 271 275 | 800 | 13.7 | 42.5 4 | 0.47 | 5 | 4 | 0.01 | 9 | 4 | 0.01 | 9 | 4 | 0.31 8 |
| 461 463 | 300 | 5.1 | 15.9 4 | 0.20 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.13 8 |
| 463 468 | 1330 | 22.7 | 70.6 4 | 0.11 | 6 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.09 3 |
| 468 470 | 320 | 5.5 | 17.0 4 | 0.20 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.15 8 |
| 462 467 | 1150 | 19.7 | 61.1 4 | 0.23 | 5 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.19 8 |
| 467 471 | 800 | 13.7 | 42.5 4 | 0.27 | 5 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.21 8 |
| 551 553 | 300 | 5.1 | 15.9 4 | 0.14 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.11 8 |
| 553 558 | 1330 | 22.7 | 70.6 4 | 0.07 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.06 8 |
| 558 560 | 320 | 5.5 | 17.0 4 | 0.11 | 4 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.08 2 |
| 552 557 | 1150 | 19.7 | 61.1 4 | 0.18 | 5 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.18 5 |
| 557 561 | 800 | 13.7 | 42.5 4 | 0.19 | 5 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.19 5 |
| 714 716 | 300 | 5.1 | 15.9 4 | 0.15 | 7 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 3 | 0.14 2 |
| 716 721 | 1330 | 22.7 | 70.6 4 | 0.08 | 7 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.06 4 |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|---|------|----|---|------|----|---|------|----|---|------|----|
| 721 | 723 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.12 | 7 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.11 | 2 |
| 715 | 720 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 4 | 0.13 | 5 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.12 | 9 |
| 720 | 724 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.11 | 5 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.10 | 8 |
| 874 | 876 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.12 | 7 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 3 | 0.09 | 4 |
| 876 | 881 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.06 | 3 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.05 | 8 |
| 881 | 883 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.14 | 3 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.13 | 3 |
| 875 | 880 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 4 | 0.13 | 7 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.13 | 9 |
| 880 | 884 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.23 | 2 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.21 | 2 |
| 986 | 988 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.11 | 6 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 3 | 0.07 | 4 |
| 988 | 993 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.04 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.04 | 5 |
| 993 | 995 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.05 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.05 | 4 |
| 987 | 992 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 4 | 0.16 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.15 | 8 |
| 992 | 996 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.16 | 8 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.16 | 8 |
| 1149 | 1151 | 300 | 5.1 | 15.9 | 3 | 0.13 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 3 | 0.13 | 2 |
| 1151 | 1156 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 3 | 0.05 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.05 | 4 |
| 1156 | 1158 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.07 | 4 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.07 | 4 |
| 1150 | 1155 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 4 | 0.14 | 5 | 4 | 0.02 | 8 | 4 | 0.02 | 8 | 3 | 0.10 | 8 |
| 1155 | 1159 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.10 | 5 | 4 | 0.02 | 8 | 4 | 0.02 | 8 | 4 | 0.07 | 8 |
| 1309 | 1311 | 300 | 5.1 | 15.9 | 3 | 0.12 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 3 | 0.12 | 2 |
| 1311 | 1316 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.04 | 4 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 3 | 0.04 | 2 |
| 1316 | 1318 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.06 | 5 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.06 | 4 |
| 1310 | 1315 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.11 | 2 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.03 | 3 | 3 | 0.11 | 2 |
| 1315 | 1319 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.10 | 2 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.02 | 3 | 4 | 0.10 | 2 |
| 1394 | 1396 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.10 | 6 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.06 | 9 |
| 1396 | 1401 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.04 | 4 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.03 | 9 |
| 1401 | 1403 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.06 | 5 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.05 | 8 |
| 1395 | 1400 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.15 | 3 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.14 | 8 |
| 1400 | 1404 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.14 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.14 | 8 |
| 1530 | 1532 | 300 | 5.1 | 15.9 | 1 | 0.09 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 1 | 0.07 | 2 |
| 1532 | 1537 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 3 | 0.04 | 2 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.03 | 9 |
| 1537 | 1539 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.04 | 9 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.03 | 8 |
| 1531 | 1536 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.18 | 3 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.12 | 9 |
| 1536 | 1540 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.15 | 8 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.07 | 5 |
| 1589 | 1591 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.11 | 7 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.11 | 7 |
| 1591 | 1596 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 3 | 0.06 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.04 | 7 |
| 1596 | 1598 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.12 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 2 | 0.06 | 7 |
| 1590 | 1595 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.17 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.02 | 3 | 3 | 0.15 | 3 |
| 1595 | 1599 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.17 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.15 | 3 |
| 1728 | 1730 | 300 | 5.1 | 15.9 | 3 | 0.16 | 2 | 4 | 0.00 | 15 | 4 | 0.00 | 15 | 3 | 0.15 | 2 |
| 1730 | 1735 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 3 | 0.07 | 2 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.05 | 7 |
| 1735 | 1737 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.14 | 2 | 4 | 0.00 | 11 | 4 | 0.00 | 11 | 4 | 0.13 | 2 |
| 1729 | 1734 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.13 | 2 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 3 | 0.11 | 2 |
| 1734 | 1738 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.17 | 2 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.14 | 2 |
| 1842 | 1844 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.12 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.12 | 2 |
| 1844 | 1849 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.04 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.03 | 2 |
| 1849 | 1851 | 320 | 5.5 | 17.0 | 3 | 0.06 | 21 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 3 | 0.05 | 21 |
| 1843 | 1848 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 4 | 0.10 | 16 | 4 | 0.00 | 23 | 4 | 0.00 | 23 | 4 | 0.07 | 16 |
| 1848 | 1852 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.10 | 12 | 4 | 0.00 | 23 | 4 | 0.00 | 23 | 4 | 0.08 | 12 |
| 1853 | 1855 | 300 | 5.1 | 15.9 | 3 | 0.06 | 7 | 4 | 0.00 | 13 | 4 | 0.00 | 13 | 3 | 0.06 | 7 |
| 1855 | 1860 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 3 | 0.02 | 2 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.02 | 7 |
| 1860 | 1862 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.04 | 17 | 4 | 0.00 | 13 | 4 | 0.00 | 13 | 4 | 0.04 | 17 |
| 1854 | 1859 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 2 | 0.06 | 2 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.05 | 7 |
| 1859 | 1863 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.04 | 2 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.03 | 7 |
| 1864 | 1865 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.04 | 7 | 4 | 0.00 | 19 | 4 | 0.00 | 19 | 4 | 0.04 | 7 |
| 1865 | 1868 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 3 | 0.02 | 11 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.00 | 7 | 4 | 0.02 | 44 |
| 1868 | 1870 | 320 | 5.5 | 17.0 | 1 | 0.05 | 17 | 4 | 0.00 | 44 | 4 | 0.00 | 44 | 4 | 0.02 | 25 |
| 1871 | 1873 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 4 | 0.11 | 19 | 4 | 0.00 | 13 | 4 | 0.00 | 13 | 4 | 0.08 | 19 |
| 1873 | 1874 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.10 | 23 | 4 | 0.00 | 17 | 4 | 0.00 | 17 | 4 | 0.08 | 23 |
| 1878 | 1880 | 300 | 5.1 | 15.9 | 4 | 0.03 | 7 | 4 | 0.00 | 21 | 4 | 0.00 | 21 | 3 | 0.02 | 18 |
| 1880 | 1885 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 3 | 0.01 | 2 |

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|---|------|----|---|------|----|---|------|----|---|------|----|
| 1885 | 1887 | 320 | 5.5 | 17.0 | 4 | 0.05 | 2 | 4 | 0.00 | 25 | 4 | 0.00 | 25 | 4 | 0.05 | 2 |
| 1879 | 1884 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.10 | 21 | 4 | 0.00 | 19 | 4 | 0.00 | 19 | 3 | 0.07 | 20 |
| 1884 | 1888 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.10 | 25 | 4 | 0.00 | 23 | 4 | 0.00 | 23 | 4 | 0.08 | 25 |
| 1895 | 1889 | 300 | 5.1 | 15.9 | 3 | 0.43 | 26 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 |
| 1900 | 1895 | 1330 | 22.7 | 70.6 | 4 | 0.11 | 26 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.01 | 2 |
| 1902 | 1900 | 320 | 5.5 | 17.0 | 3 | 0.46 | 26 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 2 PROFILO custom C150X50X20X3

| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | | | | Instabilità 1/3 | | | | Pressoflessione | | | | |
|------|------|-----------|------------|-----------------|---|------|-----|-----------------|--------|-------|-------|-----------------|-------|-------|--------|-------|
| | | | | Da | A | [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr |
| 265 | 266 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.20 | 2 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.01 | 8 | 4 | 0.20 | 3 |
| 461 | 462 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.19 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.01 | 6 | 4 | 0.18 | 6 |
| 551 | 552 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.19 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.18 | 2 |
| 714 | 715 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.25 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.22 | 2 |
| 874 | 875 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.24 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.01 | 6 | 3 | 0.18 | 7 |
| 986 | 987 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.21 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.18 | 2 |
| 1149 | 1150 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.20 | 2 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.17 | 3 |
| 1309 | 1310 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.19 | 2 | 4 | 0.00 | 5 | 4 | 0.00 | 5 | 4 | 0.16 | 2 |
| 1394 | 1395 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.17 | 2 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 |
| 1530 | 1531 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.17 | 2 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 |
| 1589 | 1590 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.18 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.14 | 2 |
| 1728 | 1729 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.16 | 2 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.00 | 3 | 4 | 0.12 | 2 |
| 1842 | 1843 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.13 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.07 | 7 |
| 1853 | 1854 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 4 | 0.10 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.00 | 2 | 4 | 0.07 | 2 |
| 1864 | 1871 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 3 | 0.07 | 25 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.01 | 26 | 4 | 0.05 | 2 |
| 1878 | 1879 | 1750 | 29.9 | 92.9 | 3 | 0.06 | 44 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 | 3 | 0.00 | 0 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 3 PROFILO custom C150X50X20X3

| Asta | Luce | Snellezza | Resistenza | Instabilità 1/2 | | | | Instabilità 1/3 | | | | Pressoflessione | | | | |
|------|------|-----------|------------|-----------------|---|------|-----|-----------------|--------|-------|-------|-----------------|-------|-------|--------|-------|
| | | | | Da | A | [mm] | 1/2 | 1/3 | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr | Comb. | Classe | Sd/Sr |
| 477 | 476 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.19 | 7 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.19 | 7 |
| 477 | 478 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.21 | 2 | 4 | 0.00 | 8 | 4 | 0.01 | 8 | 4 | 0.21 | 2 |
| 844 | 845 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.18 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.18 | 7 |
| 845 | 846 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.19 | 2 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.01 | 6 | 4 | 0.19 | 7 |
| 896 | 897 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.11 | 7 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.10 | 2 |
| 897 | 898 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.13 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.14 | 3 |
| 1270 | 1271 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.09 | 3 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.08 | 6 |
| 1271 | 1272 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.09 | 7 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.09 | 7 |
| 1331 | 1332 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.08 | 7 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.07 | 2 |
| 1332 | 1333 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.09 | 2 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.01 | 3 | 4 | 0.09 | 2 |
| 1568 | 1569 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.05 | 7 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.05 | 7 |
| 1569 | 1570 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.06 | 2 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.00 | 26 | 4 | 0.06 | 7 |
| 1815 | 1816 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.05 | 26 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.05 | 26 |
| 1816 | 1817 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.05 | 26 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.01 | 2 | 4 | 0.05 | 26 |
| 1875 | 1876 | 500 | 8.5 | 26.5 | 4 | 0.05 | 26 | 4 | 0.01 | 26 | 4 | 0.01 | 26 | 4 | 0.05 | 26 |
| 1876 | 1877 | 1250 | 21.4 | 66.4 | 4 | 0.05 | 26 | 4 | 0.01 | 26 | 4 | 0.01 | 26 | 4 | 0.05 | 26 |
| 1889 | 1890 | 136 | 2.3 | 7.2 | 3 | 0.57 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 3 | 0.50 | 26 |
| 1890 | 1891 | 207 | 3.5 | 11.0 | 4 | 0.52 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.47 | 26 |
| 1891 | 1892 | 567 | 9.7 | 30.1 | 4 | 0.47 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.47 | 26 |
| 1892 | 1893 | 567 | 9.7 | 30.1 | 4 | 0.47 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.47 | 26 |
| 1893 | 1894 | 273 | 4.7 | 14.5 | 4 | 0.47 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.45 | 26 |
| 1903 | 1902 | 136 | 2.3 | 7.2 | 4 | 0.76 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.72 | 26 |
| 1904 | 1903 | 207 | 3.5 | 11.0 | 4 | 0.60 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.54 | 26 |
| 1905 | 1904 | 567 | 9.7 | 30.1 | 4 | 0.64 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.63 | 26 |
| 1906 | 1905 | 567 | 9.7 | 30.1 | 4 | 0.64 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.64 | 26 |
| 1907 | 1906 | 273 | 4.7 | 14.5 | 4 | 0.63 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.02 | 26 | 4 | 0.62 | 26 |
| 1894 | 1898 | 1150 | 19.7 | 61.1 | 3 | 0.38 | 26 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.01 | 7 |
| 1898 | 1907 | 800 | 13.7 | 42.5 | 4 | 0.43 | 26 | 4 | 0.00 | 6 | 4 | 0.00 | 6 | 3 | 0.01 | 7 |

VERIFICA TRAVI SEZIONE 8 PROFILO HEA 100

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_yd $\epsilon_{yd}\%$ $\epsilon_{ud}\%$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 3600.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2}\%$ $\epsilon_{cu}\%$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd}\%$ E_{cm} σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 150.0

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso **Intradosso**

| Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} | Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| [cm ²] / m [mm] |
| 5.65 | 40.0 | 5.65 | 40.0 | 5.65 | 40.0 | 5.65 | 40.0 |

Azioni di verifica combinazione 42 (3342 2740 [mm])

M_{xx} -162.26 [kgm/m] M₁₁ 95.18 [kgm/m]

M_y -1250.25 [kgm/m] M₂₂ 1317.33 [kgm/m]

M_{xy} 278.36 [kgm/m] α 0.47 [°]

Verifiche

| Cr=S/R | Posizione | Acciaio | | Calcestruzzo | | Stato | Ampiezza Fessure mm |
|--------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------|-------|---------------------|
| | | σ_x [kg/cm ²] | σ_y [kg/cm ²] | $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²] | θ [°] | | |
| 0.24 | Estradosso | -10.3 | -79.4 | -8.6 | 14.47 | | |
| | Intradosso | 10.3 | 79.4 | 0.0 | -75.53 | | |

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 212 227 245

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_yd $\epsilon_{yd}\%$ $\epsilon_{ud}\%$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 3600.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2}\%$ $\epsilon_{cu}\%$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd}\%$ E_{cm} σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 150.0

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso **Intradosso**

| Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} | Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| [cm ²] / m [mm] |
| 11.31 | 40.0 | 11.31 | 40.0 | 11.31 | 40.0 | 11.31 | 40.0 |

Azioni di verifica combinazione 44 (1089 5500 [mm])

M_{xx} -1985.63 [kgm/m] M₁₁ 7.42 [kgm/m]

M_y -198.08 [kgm/m] M₂₂ -2191.13 [kgm/m]

M_{xy} 639.97 [kgm/m] α 15.83 [°]

Verifiche

| Cr=S/R | Posizione | Acciaio | | Calcestruzzo | | Stato | Ampiezza Fessure mm |
|--------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------|-------|---------------------|
| | | σ_x [kg/cm ²] | σ_y [kg/cm ²] | $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²] | θ [°] | | |
| 0.22 | Estradosso | -118.9 | -11.9 | -12.4 | 70.10 | | |
| | Intradosso | 117.6 | 11.7 | -0.4 | -19.89 | | |

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 23 30

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_yd $\epsilon_{yd}\%$ $\epsilon_{ud}\%$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 3600.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2}\%$ $\epsilon_{cu}\%$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd}\%$ E_{cm} σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 150.0

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso **Intradosso**

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 212 227 245

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} $\epsilon_{yd}\%$ $\epsilon_{ud}\%$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2}\%$ $\epsilon_{cu}\%$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd}\%$ E_{cm} σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 250.0

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso Intradosso

| Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} | Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| [cm ²] / m | [mm] |

11.31 40.0 11.31 40.0 11.31 40.0 11.31 40.0

Azioni di verifica combinazione 46 (1089 5500 [mm])

M_{xx} -1649.36 [kgm/m] M₁₁ 104.92 [kgm/m]

M_y -167.80 [kgm/m] M₂₂ -1922.09 [kgm/m]

M_{xy} 691.70 [kgm/m] α 12.11 [°]

Verifiche

| Cr=S/R | Posizione | Acciaio | | Calcestruzzo | | Stato | Ampiezza Fessure mm |
|--------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|----------|-------|---------------------|
| | | σ_x [kg/cm ²] | σ_y [kg/cm ²] | $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²] | θ [°] | | |
| 0.19 | Estradosso | -98.7 | -10.1 | -11.0 | 66.32 | | |
| | Intradosso | 97.7 | 9.9 | -1.0 | -23.67 | | |

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 23 30

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} $\epsilon_{yd}\%$ $\epsilon_{ud}\%$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2}\%$ $\epsilon_{cu}\%$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd}\%$ E_{cm} σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 250.0

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso Intradosso

| Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} | Af _x | cf _{x,Eq} | Af _y | cf _{y,Eq} |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| [cm ²] / m | [mm] |

5.65 40.0 5.65 40.0 5.65 40.0 5.65 40.0

Azioni di verifica combinazione 46 (3452 324 [mm])

M_{xx} 1019.53 [kgm/m] M₁₁ -4.06 [kgm/m]

M_y 24.34 [kgm/m] M₂₂ 1047.92 [kgm/m]

M_{xy} 170.48 [kgm/m] α -11.49 [°]

Verifiche

| Cr=S/R | Posizione | Acciaio | | Calcestruzzo | | Stato | Ampiezza Fessure mm |
|--------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|----------|-------|---------------------|
| | | σ_x [kg/cm ²] | σ_y [kg/cm ²] | $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²] | θ [°] | | |
| 0.19 | Estradosso | 64.8 | 1.5 | -0.1 | 10.16 | | |
| | Intradosso | -65.2 | -1.6 | -6.2 | -79.84 | | |

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 6 29

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_{yd} $\epsilon_{yd}\%$ $\epsilon_{ud}\%$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2}\%$ $\epsilon_{cu}\%$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd}\%$ E_{cm} σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 250.0

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso Intradosso

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Intradosso 78.4 7.9 -1.0 -24.62 NON Fessurato 0.000

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 23 30

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_yd $\epsilon_{yd\%}$ $\epsilon_{ud\%}$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2\%}$ $\epsilon_{cu\%}$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd\%}$ E_{cm} σ W_{Max}
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] mm

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 112.5 0.30

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso Intradosso

| Afx | cf _{x,Eq} | Afy | cf _{y,Eq} | Afx | cf _{x,Eq} | Afy | cf _{y,Eq} |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| [cm ²] / m | [mm] |
| 5.65 | 40.0 | 5.65 | 40.0 | 5.65 | 40.0 | 5.65 | 40.0 |

Azioni di verifica combinazione 47 (3452 324 [mm])

M_{xx} 825.88 [kgm/m] M_{11} -3.73 [kgm/m]

M_y 20.24 [kgm/m] M_{22} 849.85 [kgm/m]

M_{xy} 141.01 [kgm/m] α -11.30 [°]

Verifiche

| Cr=S/R | Posizione | Acciaio | | Calcestruzzo | | Stato | Ampiezza Fessure mm |
|--------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------|---------------------|
| | | σ_x [kg/cm ²] | σ_y [kg/cm ²] | $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²] | θ [kg/cm ²] | | |
| 0.15 | Estradosso | 52.5 | 1.3 | -0.0 | 10.36 | NON Fessurato | 0.000 |
| | Intradosso | -52.7 | -1.3 | -5.1 | -79.63 | NON Fessurato | 0.000 |

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 6 29

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

f_yd $\epsilon_{yd\%}$ $\epsilon_{ud\%}$ σ
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²]

3913.0 1.86 67.00 4500.0

Calcestruzzo C25/30

f_{cd} $\epsilon_{c2\%}$ $\epsilon_{cu\%}$ f_{ctd} $\epsilon_{ctd\%}$ E_{cm} σ W_{Max}
[kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] [kg/cm²] mm

141.7 -2.00 -3.50 25.6 0.18 141666.7 112.5 0.30

Sezione

sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso Intradosso

| Afx | cf _{x,Eq} | Afy | cf _{y,Eq} | Afx | cf _{x,Eq} | Afy | cf _{y,Eq} |
|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| [cm ²] / m | [mm] |
| 11.31 | 40.0 | 11.31 | 40.0 | 11.31 | 40.0 | 11.31 | 40.0 |

Azioni di verifica combinazione 47 (1218 223 [mm])

M_{xx} -1870.12 [kgm/m] M_{11} -1870.13 [kgm/m]

M_y -153.14 [kgm/m] M_{22} -153.14 [kgm/m]

M_{xy} 3.05 [kgm/m] α -0.10 [°]

Verifiche

| Cr=S/R | Posizione | Acciaio | | Calcestruzzo | | Stato | Ampiezza Fessure mm |
|--------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|-----------------------------------|---------------|---------------------|
| | | σ_x [kg/cm ²] | σ_y [kg/cm ²] | $\sigma_{c,Max}$ [kg/cm ²] | θ [kg/cm ²] | | |
| 0.18 | Estradosso | -110.5 | -9.0 | -11.4 | 89.88 | NON Fessurato | 0.000 |
| | Intradosso | 110.5 | 9.0 | 0.0 | -0.12 | NON Fessurato | 0.000 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

RELAZIONE GEOTECNICA E SULLA FONDAZIONE

Dalle indagini geologistiche effettuate si riportano i parametri geotecnici utli alle verifiche geotecniche

| unità geotecnica | profondità (m) | | litologia | γ_m | cu_k | Cu_{kk} | ϕ_k | ϕ_{kk} | mv_{k+} | mv_{k-} |
|------------------|----------------|-----|---|------------------|--------------------|--------------------|----------|-------------|---------------------|---------------------|
| | da | a | | T/m ³ | kg/cm ² | kg/cm ² | ° | ° | cm ² /kg | cm ² /kg |
| T | p.c. | 1 | Terreno rimaneggiato | - | - | - | - | - | - | - |
| A | 1 | 7,5 | Argille-argille limose con intercalazioni limo-sabbiose | 1,70 | 0,71 | 0,15 | 32* | 27* | 0,02013 | 0,02166 |
| B-C | 7,5 | 16 | Alternanze limo-sabbiose | 1,70 | - | - | 32 | 29 | 0,01000 | 0,01057 |
| D | 16 | 20 | Sabbie limose/limi sabbiosi | 1,78 | - | - | 36 | 35 | 0,00633 | 0,00670 |

*riferito ai soli livelli coesivi / attrittivi

Pressioni massime sul terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

| Elemento | Combinazione p [kg/cm ²] |
|--|---|
| Max Triangolari Sez. 1 Nodi: 4 33 43 6 | 0.9 |

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

| Elemento | Combinazione p [kg/cm ²] |
|---|---|
| Max Triangolari Sez. 1 Nodi: 4 33 43 44 | 0.5 |

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

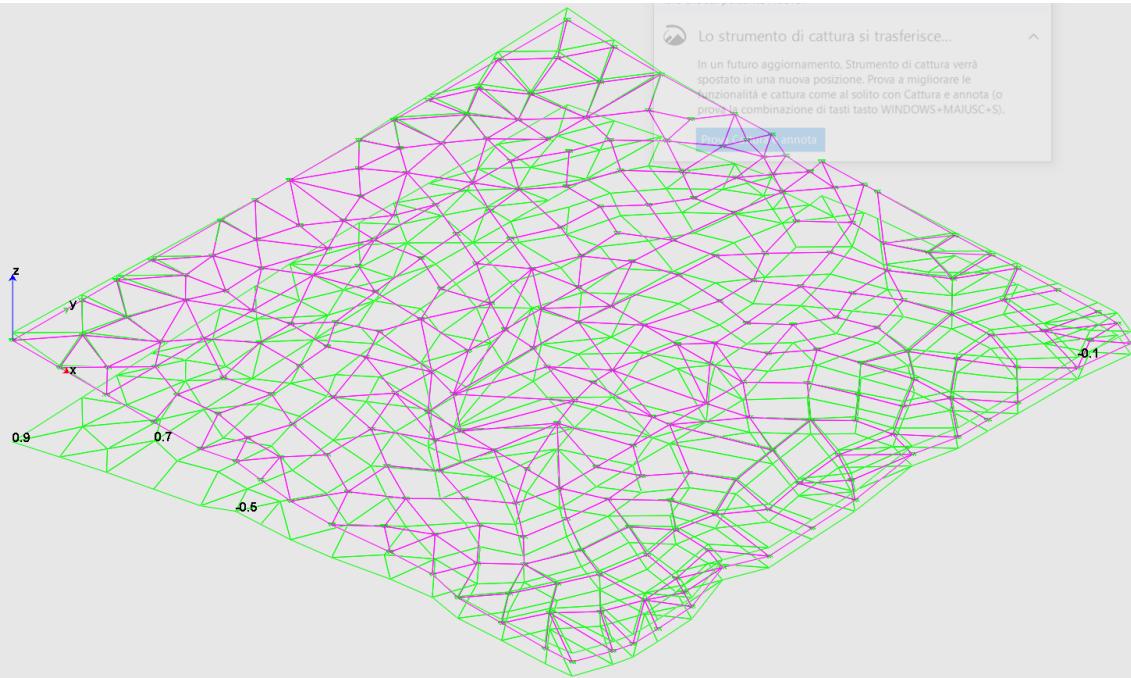
| Elemento | Combinazione p [kg/cm ²] |
|---|---|
| Max Triangolari Sez. 1 Nodi: 4 33 43 46 | 0.4 |

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

| Elemento | Combinazione p [kg/cm ²] |
|---|---|
| Max Triangolari Sez. 1 Nodi: 4 33 43 47 | 0.4 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO



Verifiche combinazioni di carico statiche

Verifica in condizioni **non drenate**

Dati terreno

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Terreno | sabbia argillosa |
| Angolo d'attrito φ | 27.00 [°] |
| Coesione c | 0.0 [kg/cm ²] |
| Coesione non drenata c_u | 0.7 [kg/cm ²] |
| Carico addizionale di superficie q | 1000.0 [kg/m ²] |
| Profondità D | 500 [mm] |
| Peso proprio terreno γ | 1700.0 [kg/m ³] |

Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

| | |
|--------------------------------------|-------|
| $\gamma_{R,Scor}$ | 1.000 |
| k_1 fattore riduzione di φ | 0.667 |
| k_2 fattore riduzione di c | 0.600 |
| k_3 fattore riduzione di c_u | 0.600 |

Fattori parziale di sicurezza del terreno

| | |
|----------------------|-------|
| $\gamma_{tg\varphi}$ | 1.000 |
| γ_c | 1.000 |
| γ_{cu} | 1.000 |

Fattori parziale di sicurezza

| | |
|-------------------------------|-------|
| Verifica di capacità portante | 2.300 |
| Verifica a scorrimento | 1.100 |

Fattori di correzione dinamici per combinazioni statiche

| | |
|-------|-------|
| z_c | 1.000 |
| z_q | 1.000 |
| z_g | 1.000 |

Utilizzo fattore correttivo Bowles per fondazioni di grandi dimensioni ($B \geq 2.00m$) $r_y = 1 - 0.25 \log_{10}(B/2)$

Verifiche

Legenda

B_{eq} Base del plinto equivalente

LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE
DEL LICEO ARTISTICO "PIER LUIGI NERVI" DI RAVENNA, VIA TOMBESI DALL'OVA N. 14

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| H_{eq} | Altezza del plinto equivalente | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|------------------|-------------------------|-------|-----------|----------------|----------------|------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|
| $H_{Trasporto}$ | Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comb. | Combinazione di carico | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | Azione verticale | | | | | | | | | | | | | | | |
| M_x | Momento flettente M_x | | | | | | | | | | | | | | | |
| M_y | Momento flettente M_y | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q_{Ed} | Carico verticale di progetto | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{Rd,T}$ | Capacità portante Terzaghi | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{Rd,M}$ | Capacità portante Meijerhoff | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{Rd,EC7}$ | Capacità portante EuroCodice 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| $Q_{Rd,V}$ | Capacità portante Vesic | | | | | | | | | | | | | | | |
| F_x | Azione di scorrimento F_x | | | | | | | | | | | | | | | |
| F_y | Azione di scorrimento F_y | | | | | | | | | | | | | | | |
| $H_{Ed,d}=\sqrt{F_x,F_y}$ | $H_{Ed,d}=\sqrt{(F_x^2+F_y^2)}$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| H_{Rd} | Resistenza allo scorrimento | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elemento | B_{Eq} [mm] | H_{Eq} [mm] | $H_{Trasporto}$ [mm] | Comb. | N [kg] | M_x [kgm] | M_y [kgm] | Q_{Ed} [kg] | $Q_{Rd,T}$ [kg] | $Q_{Rd,M}$ [kg] | $Q_{Rd,EC7}$ [kg] | $Q_{Rd,V}$ [kg] | F_x [kg] | F_y [kg] | H_{Ed} [kg] | H_{Rd} [kg] |
| 150 | 5932 | 5959 | 300 | 1 | 34789.8 | -434.7 | 49.0 | 34789.8 | 825656.2 | 691895.4 | 684723.7 | 411879.2 | 166.9 | -32.7 | 170.0 | 136169.9 |
| | | | | 2 | 27654.2 | -1656.6 | 9.9 | 27654.2 | 825656.2 | 674609.5 | 672667.8 | 169523.9 | 260.7 | 154.6 | 303.1 | 134068.5 |
| | | | | 3 | 28518.7 | -2863.0 | -225.3 | 28518.7 | 825656.2 | 666675.6 | 661061.5 | 366804.5 | -27.6 | 180.8 | 182.9 | 131997.4 |
| | | | | 4 | 26206.6 | 408.4 | 266.3 | 26206.6 | 825656.2 | 676726.0 | 680531.5 | -111967.3 | 468.8 | 20.5 | 469.3 | 135448.0 |
| | | | | 5 | 25141.1 | 1955.4 | 373.1 | 25141.1 | 825656.2 | 659879.3 | 664507.4 | -139873.5 | 458.0 | -132.1 | 476.6 | 132473.7 |
| | | | | 6 | 24990.4 | 2210.8 | 276.8 | 24990.4 | 825656.2 | 663492.6 | 663286.0 | 121465.4 | 233.6 | -226.8 | 325.6 | 132326.4 |
| | | | | 7 | 25855.0 | 1004.3 | 41.6 | 25855.0 | 825656.2 | 683352.5 | 678967.6 | 340801.5 | -54.7 | -200.7 | 208.0 | 135165.7 |
| | | | | 8 | 28368.0 | -2607.6 | -321.6 | 28368.0 | 825656.2 | 665099.6 | 661901.0 | 222660.3 | -252.0 | 86.0 | 266.3 | 132079.9 |
| | | | | 9 | 27302.5 | -1060.7 | -214.8 | 27302.5 | 825656.2 | 679033.0 | 676228.1 | 227735.2 | -262.8 | -66.6 | 271.1 | 134579.5 |
| | | | | 10 | 34741.8 | -371.8 | 47.7 | 34741.8 | 825656.2 | 692632.0 | 685129.4 | 436175.0 | 154.1 | -26.3 | 156.3 | 136261.5 |
| | | | | 11 | 34776.4 | -424.5 | 39.0 | 34776.4 | 825656.2 | 692731.1 | 684953.3 | 455593.6 | 144.1 | -16.3 | 145.0 | 136211.8 |
| | | | | 12 | 34719.7 | -339.2 | 48.9 | 34719.7 | 825656.2 | 692837.6 | 685299.2 | 438982.3 | 151.8 | -30.4 | 154.8 | 136301.8 |
| | | | | 13 | 34768.3 | -410.7 | 48.6 | 34768.3 | 825656.2 | 692234.5 | 684893.8 | 424252.7 | 161.6 | -21.7 | 163.0 | 136208.2 |
| | | | | 14 | 34806.2 | -460.5 | 41.0 | 34806.2 | 825656.2 | 692191.0 | 684692.3 | 435221.6 | 154.3 | -26.6 | 156.6 | 136154.2 |
| | | | | 15 | 34840.8 | -513.2 | 32.4 | 34840.8 | 825656.2 | 692290.5 | 684516.9 | 454670.6 | 144.3 | -16.6 | 145.2 | 136104.7 |
| | | | | 16 | 34784.1 | -427.9 | 42.2 | 34784.1 | 825656.2 | 692395.7 | 684861.6 | 438015.6 | 152.0 | -30.7 | 155.1 | 136194.4 |
| | | | | 17 | 34832.7 | -499.4 | 42.0 | 34832.7 | 825656.2 | 691794.9 | 684457.5 | 423315.0 | 161.8 | -22.0 | 163.3 | 136101.1 |
| | | | | 18 | 34831.1 | -494.3 | 37.4 | 34831.1 | 825656.2 | 692078.5 | 684538.3 | 437957.7 | 152.4 | -27.7 | 154.9 | 136115.2 |
| | | | | 19 | 34865.7 | -547.0 | 28.8 | 34865.7 | 825656.2 | 692116.6 | 684351.4 | 457470.6 | 142.4 | -17.7 | 143.5 | 136065.8 |
| | | | | 20 | 34809.0 | -461.7 | 38.6 | 34809.0 | 825656.2 | 692282.0 | 684707.3 | 440677.5 | 150.1 | -31.8 | 153.4 | 136155.4 |
| | | | | 21 | 34857.6 | -533.2 | 38.4 | 34857.6 | 825656.2 | 691684.0 | 684303.7 | 426139.1 | 159.9 | -23.1 | 161.5 | 136062.2 |
| | | | | 22 | 34895.5 | -583.0 | 30.8 | 34895.5 | 825656.2 | 691502.9 | 684019.0 | 436885.8 | 152.6 | -28.0 | 155.2 | 136008.5 |
| | | | | 23 | 34930.1 | -635.7 | 22.1 | 34930.1 | 825656.2 | 691472.1 | 683713.5 | 456410.5 | 142.6 | -18.0 | 143.7 | 135959.2 |
| | | | | 24 | 34873.4 | -550.4 | 31.9 | 34873.4 | 825656.2 | 691774.2 | 684255.4 | 439634.7 | 150.3 | -32.1 | 153.7 | 136048.5 |
| | | | | 25 | 34922.0 | -621.9 | 31.7 | 34922.0 | 825656.2 | 691036.1 | 683712.2 | 425041.6 | 160.1 | -23.4 | 161.8 | 135955.6 |
| | | | | 26 | 36222.7 | -2419.5 | -143.1 | 36222.7 | 825656.2 | 679505.1 | 670467.5 | 542911.5 | 84.2 | -18.9 | 86.3 | 133665.0 |
| | | | | 27 | 26705.2 | -258.2 | 31.2 | 26705.2 | 825656.2 | 693390.8 | 685457.6 | 524072.6 | 103.5 | -22.5 | 105.9 | 136324.7 |
| | | | | 28 | 26759.5 | -332.1 | 34.4 | 26759.5 | 825656.2 | 692195.0 | 684826.9 | 492358.4 | 121.3 | -24.6 | 123.8 | 136183.4 |
| | | | | 29 | 26727.5 | -290.1 | 33.5 | 26727.5 | 825656.2 | 692834.4 | 685176.8 | 508671.6 | 112.8 | -20.3 | 114.6 | 136262.8 |
| | | | | 30 | 26750.6 | -325.3 | 27.7 | 26750.6 | 825656.2 | 692922.3 | 685022.7 | 521696.4 | 106.1 | -13.6 | 107.0 | 136219.7 |
| | | | | 31 | 26712.8 | -268.4 | 34.3 | 26712.8 | 825656.2 | 693012.0 | 685323.8 | 510537.5 | 111.3 | -23.0 | 113.6 | 136297.8 |
| | | | | 32 | 26745.2 | -316.1 | 34.1 | 26745.2 | 825656.2 | 692490.9 | 684973.5 | 500744.8 | 117.8 | -17.2 | 119.0 | 136216.6 |
| | | | | 33 | 26770.4 | -349.3 | 29.0 | 26770.4 | 825656.2 | 692451.7 | 684798.0 | 507944.3 | 112.9 | -20.5 | 114.8 | 136169.8 |
| | | | | 34 | 26793.5 | -384.4 | 23.3 | 26793.5 | 825656.2 | 692539.9 | 684644.3 | 520987.0 | 106.3 | -13.8 | 107.2 | 136126.9 |
| | | | | 35 | 26755.7 | -327.6 | 29.8 | 26755.7 | 825656.2 | 692628.6 | 684944.5 | 509802.0 | 111.4 | -23.2 | 113.8 | 136204.7 |
| | | | | 36 | 26788.1 | -375.2 | 29.7 | 26788.1 | 825656.2 | 692109.3 | 684595.2 | 500027.2 | 117.9 | -17.4 | 119.2 | 136123.8 |
| | | | | 37 | 26787.0 | -371.8 | 26.7 | 26787.0 | 825656.2 | 692353.7 | 684664.1 | 509722.5 | 111.7 | -21.2 | 113.7 | 136136.0 |
| | | | | 38 | 26810.1 | -407.0 | 20.9 | 26810.1 | 825656.2 | 692443.4 | 684510.7 | 522848.2 | 105.0 | -14.6 | 106.0 | 136093.1 |
| | | | | 39 | 26772.3 | -350.1 | 27.4 | 26772.3 | 825656.2 | 692529.6 | 684810.5 | 511534.8 | 110.1 | -24.0 | 112.7 | 136170.8 |
| | | | | 40 | 26804.7 | -397.7 | 27.3 | 26804.7 | 825656.2 | 692012.6 | 684461.6 | 501860.1 | 116.7 | -18.2 | 118.1 | 136090.0 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| | | | | | | | | | | | | |
|----|---------|---------|-------|---------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|----------|
| 41 | 26830.0 | -431.0 | 22.2 | 26830.0 | 825656.2 | 691876.2 | 684242.4 | 508887.5 | 111.8 | -21.4 | 113.8 | 136043.4 |
| 42 | 26853.0 | -466.1 | 16.5 | 26853.0 | 825656.2 | 691851.1 | 683975.9 | 521941.9 | 105.1 | -14.8 | 106.2 | 136000.7 |
| 43 | 26815.2 | -409.2 | 23.0 | 26815.2 | 825656.2 | 692147.7 | 684432.7 | 510798.1 | 110.3 | -24.2 | 112.9 | 136078.2 |
| 44 | 27815.2 | -1795.0 | -83.6 | 27815.2 | 825656.2 | 679112.5 | 671328.7 | 505737.2 | 107.5 | -13.0 | 108.3 | 133833.0 |
| 45 | 27714.8 | -1655.3 | -93.7 | 27714.8 | 825656.2 | 681471.8 | 672478.9 | 576721.1 | 66.2 | -15.3 | 68.0 | 134015.6 |
| 46 | 26754.6 | -326.1 | 25.7 | 26754.6 | 825656.2 | 692973.4 | 685027.1 | 524235.7 | 103.0 | -23.0 | 105.5 | 136218.6 |
| 47 | 26747.3 | -317.2 | 12.8 | 26747.3 | 825656.2 | 694138.5 | 685327.4 | 571831.4 | 75.5 | -20.7 | 78.3 | 136271.4 |

Verifiche combinazioni di carico statiche

Verifica in condizioni drenate

Dati terreno

| | |
|------------------------------------|------------------|
| Terreno | sabbia argillosa |
| Angolo d'attrito ϕ | 27.00 [°] |
| Coesione c | 0.0 [kg/cm²] |
| Coesione non drenata cu | 0.7 [kg/cm²] |
| Carico addizionale di superficie q | 1000.0 [kg/m²] |
| Profondità D | 500 [mm] |
| Peso proprio terreno γ | 1700.0 [kg/m³] |

Fattori parziale di sicurezza del terreno verifiche a scorrimento

$\gamma_{R,Scor}$ 1.000

k1 fattore riduzione di ϕ 0.667

k2 fattore riduzione di c 0.600

k3 fattore riduzione di cu 0.600

Fattori parziale di sicurezza del terreno

$\gamma_{tg\phi}$ 1.000

γ_c 1.000

γ_{cu} 1.000

Fattori parziale di sicurezza

Verifica di capacità portante 2.300

Verifica a scorrimento 1.100

Fattori di correzione dinamici per combinazioni statiche

z_c 1.000

z_q 1.000

z_g 1.000

Utilizzo fattore correttivo Bowles per fondazioni di grandi dimensioni ($B \geq 2.00m$) $r_y = 1 - 0.25 \log_{10}(B/2)$

Verifiche

Legenda

| | |
|------------|--|
| Beq | Base del plinto equivalente |
| Heq | Altezza del plinto equivalente |
| HTrasporto | Quota azioni esterne rispetto alla sezione di verifica |
| Comb. | Combinazione di carico |
| N | Azione verticale |
| Mx | Momento flettente Mx |
| My | Momento flettente My |
| QEd | Carico verticale di progetto |
| QRd,T | Capacità portante Terzaghi |
| QRd,M | Capacità portante Meijerhoff |
| QRd,EC7 | Capacità portante EuroCodice 7 |
| QRd,V | Capacità portante Vesic |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Fx Azione di scorrimento Fx

Fy Azione di scorrimento Fy

HEd,d=√Fx,Fy Azione di scorrimento totale HEd= √(Fx²+Fy²)

HRd Resistenza allo scorrimento

| Elemento | B _{Eq} [mm] | H _{Eq} [mm] | H _{Trasporto} [mm] | Comb. | N [kg] | M _x [kgm] | M _y [kgm] | Q _{Ed} [kg] | Q _{Rd,T} [kg] | Q _{Rd,M} [kg] | Q _{Rd,EC7} [kg] | Q _{Rd,V} [kg] | F _x [kg] | F _y [kg] | H _{Ed} [kg] | H _{Rd} [kg] |
|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 150 | 5932 | 5959 | 300 | 1 | 34789.8 | -434.7 | 49.0 | 34789.8 | 1001425.6 | 1036255.5 | 875316.0 | 892973.4 | 166.9 | -32.7 | 170.0 | 10276.3 |
| | | | | 2 | 27654.2 | -1656.6 | 9.9 | 27654.2 | 1001425.6 | 986515.3 | 845355.6 | 864095.0 | 260.7 | 154.6 | 303.1 | 8168.5 |
| | | | | 3 | 28518.7 | -2863.0 | -225.3 | 28518.7 | 1001425.6 | 975693.9 | 835641.9 | 855572.8 | -27.6 | 180.8 | 182.9 | 8423.9 |
| | | | | 4 | 26206.6 | 408.4 | 266.3 | 26206.6 | 1001425.6 | 980456.2 | 844557.5 | 862187.1 | 468.8 | 20.5 | 469.3 | 7741.0 |
| | | | | 5 | 25141.1 | 1955.4 | 373.1 | 25141.1 | 1001425.6 | 943337.7 | 817826.6 | 836176.3 | 458.0 | -132.1 | 476.6 | 7426.2 |
| | | | | 6 | 24990.4 | 2210.8 | 276.8 | 24990.4 | 1001425.6 | 959405.5 | 826880.4 | 845968.2 | 233.6 | -226.8 | 325.6 | 7381.7 |
| | | | | 7 | 25855.0 | 1004.3 | 41.6 | 25855.0 | 1001425.6 | 1011257.7 | 860451.0 | 878616.7 | -54.7 | -200.7 | 208.0 | 7637.1 |
| | | | | 8 | 28368.0 | -2607.6 | -321.6 | 28368.0 | 1001425.6 | 968621.5 | 831291.6 | 850680.3 | -252.0 | 86.0 | 266.3 | 8379.4 |
| | | | | 9 | 27302.5 | -1060.7 | -214.8 | 27302.5 | 1001425.6 | 999925.2 | 852310.0 | 870080.4 | -262.8 | -66.6 | 271.1 | 8064.7 |
| | | | | 10 | 34741.8 | -371.8 | 47.7 | 34741.8 | 1001425.6 | 1038287.4 | 876762.2 | 894513.4 | 154.1 | -26.3 | 156.3 | 10262.1 |
| | | | | 11 | 34776.4 | -424.5 | 39.0 | 34776.4 | 1001425.6 | 1039326.5 | 877036.0 | 894715.0 | 144.1 | -16.3 | 145.0 | 10272.3 |
| | | | | 12 | 34719.7 | -339.2 | 48.9 | 34719.7 | 1001425.6 | 1038673.2 | 877145.2 | 894941.2 | 151.8 | -30.4 | 154.8 | 10255.6 |
| | | | | 13 | 34768.3 | -410.7 | 48.6 | 34768.3 | 1001425.6 | 1037236.5 | 875989.7 | 893687.6 | 161.6 | -21.7 | 163.0 | 10269.9 |
| | | | | 14 | 34806.2 | -460.5 | 41.0 | 34806.2 | 1001425.6 | 1037718.0 | 875961.7 | 893583.8 | 154.3 | -26.6 | 156.6 | 10281.1 |
| | | | | 15 | 34840.8 | -513.2 | 32.4 | 34840.8 | 1001425.6 | 1038756.6 | 876235.8 | 893785.8 | 144.3 | -16.6 | 145.2 | 10291.3 |
| | | | | 16 | 34784.1 | -427.9 | 42.2 | 34784.1 | 1001425.6 | 1038101.9 | 876343.0 | 894009.8 | 152.0 | -30.7 | 155.1 | 10274.6 |
| | | | | 17 | 34832.7 | -499.4 | 42.0 | 34832.7 | 1001425.6 | 1036670.9 | 875192.2 | 892761.2 | 161.8 | -22.0 | 163.3 | 10288.9 |
| | | | | 18 | 34831.1 | -494.3 | 37.4 | 34831.1 | 1001425.6 | 1037717.2 | 875771.1 | 893343.4 | 152.4 | -27.7 | 154.9 | 10288.5 |
| | | | | 19 | 34865.7 | -547.0 | 28.8 | 34865.7 | 1001425.6 | 1038639.3 | 876038.8 | 893517.0 | 142.4 | -17.7 | 143.5 | 10298.7 |
| | | | | 20 | 34809.0 | -461.7 | 38.6 | 34809.0 | 1001425.6 | 1038096.3 | 876149.7 | 893766.6 | 150.1 | -31.8 | 153.4 | 10281.9 |
| | | | | 21 | 34857.6 | -533.2 | 38.4 | 34857.6 | 1001425.6 | 1036676.1 | 875005.1 | 892524.4 | 159.9 | -23.1 | 161.5 | 10296.3 |
| | | | | 22 | 34895.5 | -583.0 | 30.8 | 34895.5 | 1001425.6 | 1036662.0 | 874900.2 | 892403.7 | 152.6 | -28.0 | 155.2 | 10307.5 |
| | | | | 23 | 34930.1 | -635.7 | 22.1 | 34930.1 | 1001425.6 | 1037047.6 | 875063.7 | 892643.5 | 142.6 | -18.0 | 143.7 | 10317.7 |
| | | | | 24 | 34873.4 | -550.4 | 31.9 | 34873.4 | 1001425.6 | 1037380.5 | 875336.6 | 892807.9 | 150.3 | -32.1 | 153.7 | 10301.0 |
| | | | | 25 | 34922.0 | -621.9 | 31.7 | 34922.0 | 1001425.6 | 1035258.5 | 874073.1 | 891606.4 | 160.1 | -23.4 | 161.8 | 10315.3 |
| | | | | 26 | 36222.7 | -2419.5 | -143.1 | 36222.7 | 1001425.6 | 1011275.1 | 857680.2 | 876958.5 | 84.2 | -18.9 | 86.3 | 10699.5 |
| | | | | 27 | 26705.2 | -258.2 | 31.2 | 26705.2 | 1001425.6 | 1040769.7 | 878286.4 | 896086.5 | 103.5 | -22.5 | 105.9 | 7888.2 |
| | | | | 28 | 26759.5 | -332.1 | 34.4 | 26759.5 | 1001425.6 | 1037375.4 | 875932.0 | 893593.2 | 121.3 | -24.6 | 123.8 | 7904.3 |
| | | | | 29 | 26727.5 | -290.1 | 33.5 | 26727.5 | 1001425.6 | 1039141.5 | 877188.0 | 894930.6 | 112.8 | -20.3 | 114.6 | 7894.8 |
| | | | | 30 | 26750.6 | -325.3 | 27.7 | 26750.6 | 1001425.6 | 1040050.9 | 877429.7 | 895109.7 | 106.1 | -13.6 | 107.0 | 7901.6 |
| | | | | 31 | 26712.8 | -268.4 | 34.3 | 26712.8 | 1001425.6 | 1039473.3 | 877518.7 | 895300.1 | 111.3 | -23.0 | 113.6 | 7890.5 |
| | | | | 32 | 26745.2 | -316.1 | 34.1 | 26745.2 | 1001425.6 | 1038235.0 | 876520.7 | 894217.1 | 117.8 | -17.2 | 119.0 | 7900.0 |
| | | | | 33 | 26770.4 | -349.3 | 29.0 | 26770.4 | 1001425.6 | 1038646.0 | 876492.9 | 894123.6 | 112.9 | -20.5 | 114.8 | 7907.5 |
| | | | | 34 | 26793.5 | -384.4 | 23.3 | 26793.5 | 1001425.6 | 1039555.0 | 876734.8 | 894303.0 | 106.3 | -13.8 | 107.2 | 7914.3 |
| | | | | 35 | 26755.7 | -327.6 | 29.8 | 26755.7 | 1001425.6 | 1038976.3 | 876822.3 | 894491.7 | 111.4 | -23.2 | 113.8 | 7903.1 |
| | | | | 36 | 26788.1 | -375.2 | 29.7 | 26788.1 | 1001425.6 | 1037742.3 | 875827.9 | 893412.5 | 117.9 | -17.4 | 119.2 | 7912.7 |
| | | | | 37 | 26787.0 | -371.8 | 26.7 | 26787.0 | 1001425.6 | 1038643.5 | 876326.7 | 893914.1 | 111.7 | -21.2 | 113.7 | 7912.4 |
| | | | | 38 | 26810.1 | -407.0 | 20.9 | 26810.1 | 1001425.6 | 1039558.3 | 876571.7 | 894096.7 | 105.0 | -14.6 | 106.0 | 7919.2 |
| | | | | 39 | 26772.3 | -350.1 | 27.4 | 26772.3 | 1001425.6 | 1038970.1 | 876653.9 | 894280.0 | 110.1 | -24.0 | 112.7 | 7908.0 |
| | | | | 40 | 26804.7 | -397.7 | 27.3 | 26804.7 | 1001425.6 | 1037744.8 | 875664.5 | 893205.9 | 116.7 | -18.2 | 118.1 | 7917.6 |
| | | | | 41 | 26830.0 | -431.0 | 22.2 | 26830.0 | 1001425.6 | 1037861.8 | 875595.3 | 893085.9 | 111.8 | -21.4 | 113.8 | 7925.1 |
| | | | | 42 | 26853.0 | -466.1 | 16.5 | 26853.0 | 1001425.6 | 1038203.6 | 875740.9 | 893297.8 | 105.1 | -14.8 | 106.2 | 7931.9 |
| | | | | 43 | 26815.2 | -409.2 | 23.0 | 26815.2 | 1001425.6 | 1038474.5 | 875960.0 | 893474.6 | 110.3 | -24.2 | 112.9 | 7920.7 |
| | | | | 44 | 27815.2 | -1795.0 | -83.6 | 27815.2 | 1001425.6 | 1007757.4 | 856284.0 | 875550.9 | 107.5 | -13.0 | 108.3 | 8216.1 |
| | | | | 45 | 27714.8 | -1655.3 | -93.7 | 27714.8 | 1001425.6 | 1015764.0 | 860681.5 | 879743.8 | 66.2 | -15.3 | 68.0 | 8186.4 |
| | | | | 46 | 26754.6 | -326.1 | 25.7 | 26754.6 | 1001425.6 | 1040287.8 | 877533.4 | 895204.5 | 103.0 | -23.0 | 105.5 | 7902.8 |
| | | | | 47 | 26747.3 | -317.2 | 12.8 | 26747.3 | 1001425.6 | 1044651.3 | 879931.2 | 897617.1 | 75.5 | -20.7 | 78.3 | 7900.6 |

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA PORZIONE SOLAIO SU VIA TOMBESI DALL'OVA

Questo solaio è stato completamente rifatto. Esso occupa una porzione limitata dell'ala su via T. dall'Ova. Esso è realizzato con tavelloni su Ipe 120 riempiti fino a estradosso con isocal, soletta da 5 cm armata con rete e resa collaborante con le Ipe mediante pioli. Esso è stato progettato per un sovraccarico variabile di sola ispezione e quindi 1 KN/mq.



VERIFICA SOLETTA

Luce di calcolo = 0.72 m

Soletta 5 cm armata con rete φ6/20x20

Analisi dei carichi

Peso proprio solaio g = 1.25 KN/mq

Variabili q₁ = 1.00 KN/mq.

$$M_{ED} = (1.25 \times 1.3 + 1.00 \times 1.5) \times 0.72^2 / 8 = 0.16 \text{ KNm.}$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Titolo : [Text input field]

N° strati barre: 1 **Zoom**

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 100 | 5 |

| N° | A _s [cm ²] | d [cm] |
|----|-----------------------------------|--------|
| 1 | 1.70 | 2.5 |

Tipo Sezione

- Rettang.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

| | |
|---------------------------|-------|
| N _{Ed} 0 | 0 kN |
| M _{xEd} 0 | 0 kNm |
| M _{yEd} 0 | |

P.tto applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm] xN **0** yN **0**

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

| | |
|---|--|
| FeB38k | C20/25 |
| ε _{su} 67.5 % | ε _{c2} 2 % |
| f _{yd} 326.1 N/mm ² | ε _{cu} 3.5 |
| E _s 200.000 N/mm ² | f _{cd} 11.33 |
| E _s /E _c 15 | f _{cc} / f _{cd} 0.8 ? |
| ε _{syd} 1.631 % | σ _{c,adm} 8.5 |
| σ _{s,adm} 215 N/mm ² | τ _{co} 0.5333 |
| | τ _{c1} 1.686 |

Calcolo

M_{xRd} **1.246** kNm

σ_c **-11.33** N/mm²

σ_s **326.1** N/mm²

ε_c **3.5** %

ε_s **10.99** %

d **2.5** cm

x **0.603** x/d **0.2415**

δ **0.7418**

Metodo di calcolo

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

Tipo flessione

- Retta
- Deviata

Calcola MRd **N° rett.** **100** **Dominio M-N**

L₀ **0** cm **Col. modello**

Precompresso

$$CR = 0.16/1.25 = 0.13 < 1.$$

VERIFICA IPE

Trave ipe 120 su una luce max di 4.40 m.

Analisi dei carichi

| | | | |
|---------------------|-------------------|-------------|--------|
| Peso proprio solaio | g ₁ = | 2.20 | KN/mq |
| Intonaco | g ₁₂ = | 0.20 | KN/mq |
| Total | g = | 2.40 | KN/mq |
| Variabili | q ₁ = | 1.00 | KN/mq. |

$$M_{ED} = 0.72 \times (2.40 \times 1.3 + 1.00 \times 1.5) \times 4.4^2 / 8 = 0.72 \times 11.2 = 8.1 \text{ KNm};$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

Titolo progetto: SOTOTETTO VIA T. DALL'OVA

| | |
|---|--|
| Tipo di profilo | Tipo di soletta |
| IPE 120 | <input checked="" type="radio"/> Piena <input type="radio"/> Grecata trasm. <input type="radio"/> Grecata paral. |
| Materiali | |
| Tipo Acciaio | |
| S235 (Fe360) | |
| f_y | 235 N/mm ² |
| f_{sk} | 430 N/mm ² |
| f_{ck} | 25 N/mm ² |
| Dati Profilo | |
| b_1 | 64 mm |
| b_2 | 64 mm |
| t_{f1} | 6.3 mm |
| t_{f2} | 6.3 mm |
| h | 120 mm |
| t_w | 4.4 mm |
| r_1 | 7 mm |
| r_2 | 0 mm |
| r | 0 mm |
| Dati soletta | |
| h_c | 40 mm |
| b | 720 mm |
| A_s | 0 mm ² |
| h'_s | 0 mm |
| M_{sd} | 0 kNm |
| Metodo di calcolo | |
| <input checked="" type="radio"/> S.L.U. M+ <input type="radio"/> Metodo n. M+ <input type="radio"/> S.L.U. M- <input type="radio"/> Metodo n. M- | |
| SLU | |
| $M_{pl,Rd}$ | 25.28 kNm |
| V_I | 295.7 kN |
| $M_{apl,Rd}$ | 13.59 kNm |
| y_n | 28.99 mm |

Zoom

Plotta in Form **Progetto Connessione**

CR = 8.1/13.59 = 0.6 < 1. (a favore di sicurezza si trascura il funzionamento come trave mista)

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

VERIFICA APERTURE NEL SOLAIO DEL SOTTOTETTO



Foto del cantiere (anni 80) prima del getto della cappa

Analisi dei carichi solaio del sottotetto

| | | | |
|---------------------|------------|------|--------|
| Peso proprio solaio | $g_1 =$ | 2.90 | KN/mq |
| Intonaco | $g_{12} =$ | 0.20 | KN/mq |
| Totale | $g =$ | 3.10 | KN/mq |
| Variabili | $q_1 =$ | 1.50 | KN/mq. |

Per creare dei punti di illuminazione naturale e per fare passare l'estarcorsa dell'ascensore si devono interrompere alcune travi (ipe 140). Per reggere le porzioni che rimangono senza appoggio si posa preventivamente una trave trasversale superiore a cui imbullonare le travi sottostanti. Si procede poi alla demolizione parziale in condizioni di sicurezza.

Si calcola la trave di sostegno su una luce di 3 ml e un'area di influenza di 1 ml.

$$Q_{slu} = 3.10 \times 1.3 + 1.5 \times 1.5 = 6.3 \text{ KN/ml};$$

$$M_{ed} = 6.3 \times 3^2/8 = 7.09 \text{ KNm};$$

Si utilizza un L 100x100x10

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

| Caratteristiche Inerziali | |
|--|---|
| Denominazione L Equal Flanges 100x100x10 | |
| Tipologia e dati generali | |
| Tipo | Profilo laminato a caldo |
| Curva di instabilità nel piano 1/2 | b |
| Caratteristiche inerziali standard | |
| Area | 19.16 [cm ²] |
| Jx | 177 [cm ⁴] |
| ix | 3.04 [cm] |
| Jy | 177 [cm ⁴] |
| iy | 3.04 [cm] |
| Jxy | -104 [cm ⁴] |
| Jt | 6 [cm ⁴] |
| Xx | 2.09853 |
| Jmin | 73 [cm ⁴] |
| i min | 1.95 [cm] |
| Alpha | 45.00 [°] |
| Classificazione di base (EC3) | |
| Classe a compressione semplice | Fe360 Fe430 Fe510 |
| Classe a flessione semplice Mx |    |

Steel

| Caratteristiche Inerziali | | Caratteristiche Dimensionali | | Azioni Resistenti | | Domini Resistenti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|--|------------|---|---------|-------------------|-----|---|----|-------|-------|------|-------|---|----|-------|-------|------|-------|---|------|-------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|--|
| Caratteristiche Dimensionali | | Azioni Resistenti | | Domini Resistenti | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acciaio | | <input checked="" type="radio"/> S 235 <input type="radio"/> S 275 <input type="radio"/> S 355 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caratteristiche Dimensionali e Carico Applicato | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lunghezza dell'asta: | | 3000 [mm] | | Aggiorna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Condizione</th> <th>q [kg/m]</th> <th>M [kgm]</th> <th>f [cm]</th> <th>f/L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>qp</td><td>310.0</td><td>348.8</td><td>0.88</td><td>1/340</td></tr> <tr> <td>2</td><td>qa</td><td>150.0</td><td>168.8</td><td>0.43</td><td>1/703</td></tr> <tr> <td>3</td><td>qTot</td><td>630.0</td><td>708.8</td><td>1.79</td><td>1/167</td></tr> </tbody> </table> | | | Condizione | q [kg/m] | M [kgm] | f [cm] | f/L | 1 | qp | 310.0 | 348.8 | 0.88 | 1/340 | 2 | qa | 150.0 | 168.8 | 0.43 | 1/703 | 3 | qTot | 630.0 | 708.8 | 1.79 | 1/167 | | | | | | |
| | Condizione | q [kg/m] | M [kgm] | f [cm] | f/L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | qp | 310.0 | 348.8 | 0.88 | 1/340 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | qa | 150.0 | 168.8 | 0.43 | 1/703 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | qTot | 630.0 | 708.8 | 1.79 | 1/167 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CNRUNI 10011 EC3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resistenza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mx Massimo | | 958.3 [kgm] | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

$$C_R = 7.1 / 9.58 = 0.74 < 1.$$

In alternativa si potranno utilizzare cordoli in c.a. come da verifica seguente.

VERIFICA APERTURE NEL SOLAIO DEL COPERTO

Analisi dei carichi solaio del coperto

Peso proprio solaio $g_1 = 2.50 \text{ KN/mq}$

Portati $g_{12} = 1.00 \text{ KN/mq}$

Totali $g = 3.50 \text{ KN/mq}$

Variabili $q_1 = 1.50 \text{ KN/mq}$.

n.b.: i carichi sono quelli adottati nelle calcolazioni originali delle capriate del 1985.

Per creare dei punti di illuminazione naturale si devono interrompere alcuni travetti

Per reggere le porzioni che rimangono si creano appositi cordoli

Si calcola la trave di sostegno su una luce di 1.5 ml e un'area di influenza di 1 ml.

$$Q_{slu} = 3.50 \times 1.3 + 1.5 \times 1.5 = 6.8 \text{ KN/ml};$$

$$M_{ed} = 6.8 \times 1.5^2 / 8 = 1.9 \text{ KNm};$$

Progetto definitivo-esecutivo

RELAZIONE DI CALCOLO

La sezione minima del cordolo sarà 20x16 armatura 2+2 φ 14.

Titolo : [Input field]

| N° Vertici | x [cm] | y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1 | 0 | 0 |
| 2 | 20 | 0 |
| 3 | 20 | 16 |
| 4 | 0 | 16 |

| N° | As [cm ²] | x [cm] | y [cm] |
|----|-----------------------|--------|--------|
| 1 | 1.54 | 4 | 4 |
| 2 | 1.54 | 16 | 4 |
| 3 | 1.54 | 4 | 12 |
| 4 | 1.54 | 16 | 12 |

Sollecitazioni

S.L.U. → Metodo n ←

| | |
|----------------------|---------|
| N _{Ed} [0] | [0] kN |
| M _{xEd} [0] | [0] kNm |
| M _{yEd} [0] | [0] |

Punto applicazione N

Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN [0] yN [0]

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

| | |
|--|---------------------------------------|
| B450C | C25/30 |
| ε _{su} 67.5 % | ε _{c2} 2 % |
| f _{yd} 391.3 N/mm ² | ε _{cu} 3.5 |
| E _s 200.000 N/mm ² | f _{cd} 14.17 |
| E _s /E _c 15 | f _{cc} / f _{cd} 0.8 |
| ε _{syd} 1.957 % | σ _{c,adm} 9.75 |
| σ _{s,adm} 255 N/mm ² | τ _{co} 0.6 |
| | τ _{c1} 1.829 |

Calcolo

M_{xRd} 11.83 kN m

σ_c -14.17 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ε_c 3.5 %

ε_s 6.047 %

d 12 cm

x 4.399 x/d 0.3666

δ 0.8983

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Calcolo MRd Dominio M-N

N° rett. 100

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

$$C_R = 1.9/11.8 = 0.16 < 1.$$