



Comune di Padova

Settore Lavori Pubblici
Ufficio Edilizia Monumentale

PROGETTO ESECUTIVO - STRALCIO 1

PADOVA CELESTE PARCO DELLE MURA E DELLE ACQUE
RESTAURO DELL'ALA EST DEL CASTELLO
CARRARESI (LLPP EDP 2021/053)

Progettisti

coordinamento e progettazione generale:
GALEAZZO ARCHITETTI ASSOCIATI
via P. E. Botta n.1 - 35138 Padova - 049 655427
architettogaleazzo@studiogaleazzo.it

progettazione strutturale:
FACCIO ENGINEERING SRL
via Astichello n.18 - 35133 Padova - 049 8647020
posta@faccioengineering.com

progettazione impiantistica:
TFE INGEGNERIA SRL
via Friuli Venezia Giulia n.8 - 30030 Pianiga (VE) - 041 5101542
amministrazione@tfeingegneria.it

coordinamento sicurezza e prevenzione incendi:
ESSETIESSE INGEGNERIA SRL
via P. Bronzetti n.30 - 35138 Padova - 049 8808237
amministrazione.ingegneria@essetiesse.it

Restauratore Beni Culturali:
ADRIANO CINCOTTO
Cannareggio 2588 - 30121 Venezia - 041 2750077
cincottorestauro@gmail.com

Esperto aspetti energetici e ambientali:
ING. MARCO SORANZO
via Tintoretto n.16 - 35030 Selvazzano Dentro (PD) - 348 3109523
ingmsoranzo@gmail.com

Geologo:
DOTT. GEOL. PAOLO CORNALE
Strada di Costabissara n.17 - 36100 Vicenza (VI) - 348 3979406
paolo.cornale55@gmail.com

CUP

H96J20001530008

LLPP EDP 2021/053

N° Progetto

APPR_00

Nome file
EG_RCS

Data
Novembre 2023

Elaborato

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE STRUTTURE**

Scala
.....

Rup

Domenico Lo Bosco

Capo Settore

Matteo Banfi

INDICE

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Introduzione | 2 |
| 2 | Individuazione dell’edificio oggetto di intervento | 3 |
| 3 | Individuazione del primo lotto | 5 |
| 4 | Normativa di riferimento..... | 6 |
| 5 | Descrizione degli interventi..... | 7 |
| 5.1 | Premessa | 7 |
| 5.2 | Materiali e tecnologie utilizzati | 7 |
| 5.3 | Il condizionamento dei meccanismi | 7 |
| 5.4 | I nuovi inserimenti..... | 8 |
| 6 | Programmi di calcolo | 9 |
| 7 | Determinazione dell’azione sismica: | 9 |
| 8 | Verifiche sismiche con meccanismi di collasso | 11 |
| 8.1 | Meccanismo di ribaltamento semplice muro facciata corte interna | 12 |
| 8.1.1 | Modello di calcolo della reticolare | 14 |
| 8.1.2 | Sollecitazioni..... | 15 |
| 9 | Intervento demolizione parete al P.T., Vano 00.09..... | 18 |
| 9.1 | Verifica delle travi..... | 18 |
| 9.2 | Verifica a instabilità del pilastro in acciaio S275 | 21 |
| 9.3 | Verifica della trave di fondazione..... | 22 |
| 10 | Solai di calpestio del piano terra | 23 |
| 10.1 | Solaio sopraelevato vano: 00.11 primo a sx..... | 23 |
| 10.2 | Solaio sopraelevato vano: 00.12 secondo a sx..... | 25 |
| 10.3 | Solaio sopraelevato vano: 00.07 torre | 26 |
| 11 | Solai di calpestio del primo piano..... | 27 |
| 11.1 | Solaio SI, sopra V 00.11 | 27 |
| 11.2 | Solaio SI, sopra V 00.12 | 32 |
| 12 | Solai di calpestio del secondo piano..... | 38 |
| 12.1 | Solaio SII, sopra V 01.08 | 38 |
| 12.2 | Solaio S_II_CD56, sopra V.01.09..... | 44 |
| 12.2.1 | Descrizione del modello FEM | 45 |
| 12.2.2 | Risultati con carico superficiale unitario | 46 |
| 12.2.3 | Verifiche SLU - Stato di fatto | 48 |
| 12.2.4 | Verifiche SLU - Stato di progetto | 49 |
| 12.3 | Solaio S_II FG5’7 | 54 |
| 12.3.1 | Stato di fatto..... | 54 |

| | | |
|--------|--|----|
| 12.3.2 | Stato di progetto..... | 55 |
| 12.4 | Nuovo solaio in laterocemento 01.04: | 62 |
| 12.5 | Nuovo solaio in laterocemento 01.05: | 66 |
| 12.6 | Nuova trave tra solai sopra vani 01.04 e 01.05 | 71 |
| 13 | Conclusioni | 73 |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione di calcolo fa riferimento al PRIMO LOTTO del progetto di restauro dell'ala est del Castello Carrarese di Padova (LLPP EDP 2021/053).

La porzione analizzata, assieme alle altre ad essa adiacenti avrà funzioni pubbliche di polo museale della città e relativi uffici gestionali.

2 INDIVIDUAZIONE DELL'EDIFICIO OGGETTO DI INTERVENTO





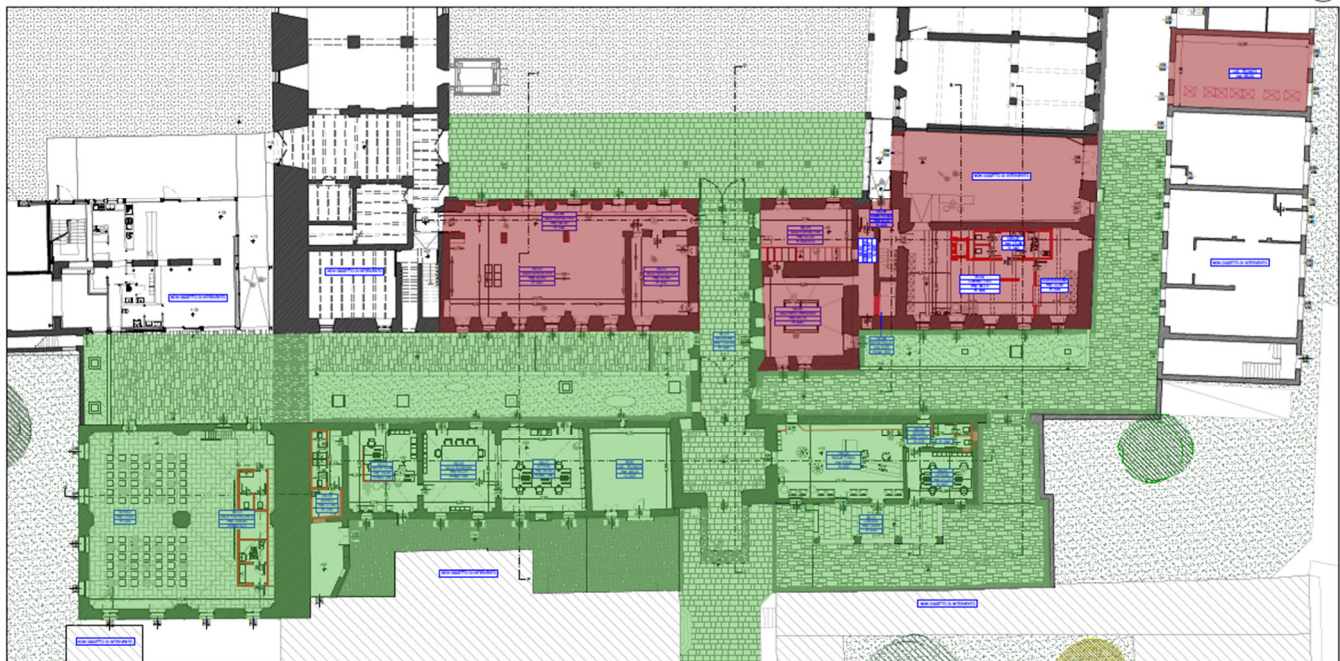
3 INDIVIDUAZIONE DEL PRIMO LOTTO

Nelle immagini seguenti viene evidenziata in rosso la porzione di edificio rientrante nel primo lotto.

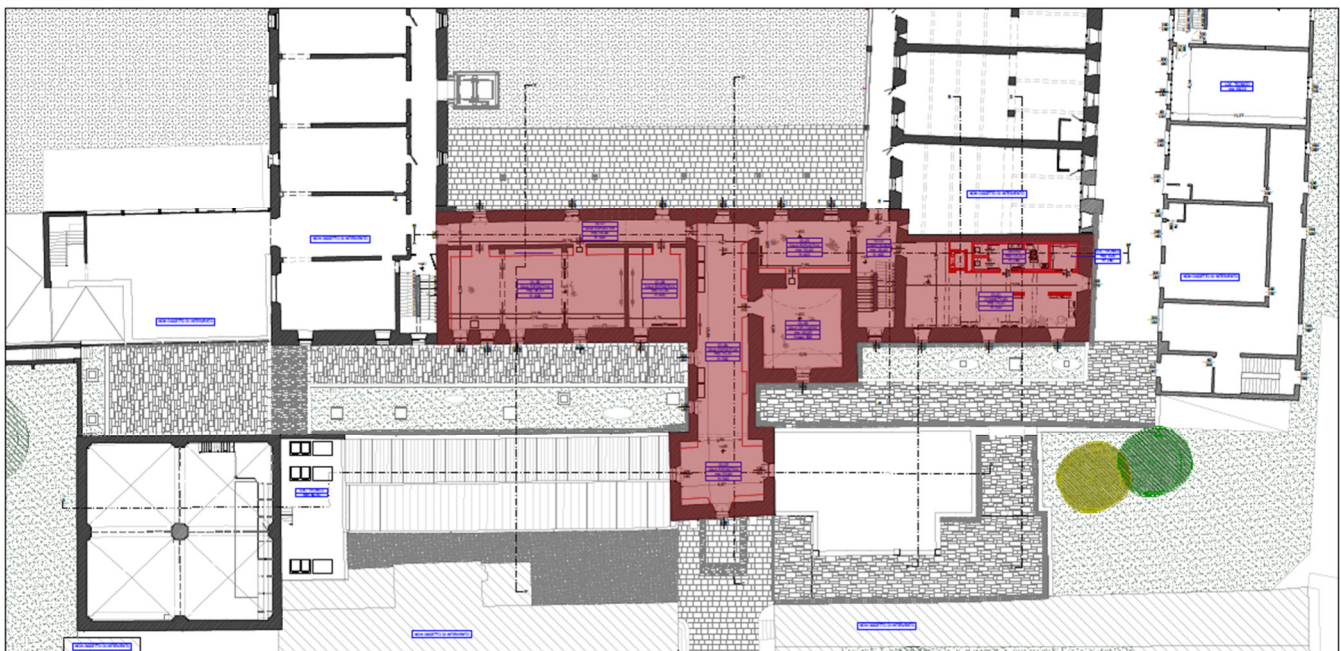
LEGENDA

- 1° STRALCIO (ALA EST COMPLETA)
- 2° STRALCIO (EDIFICIO 800 + BIGLIETTERIA+ ESTERNI)

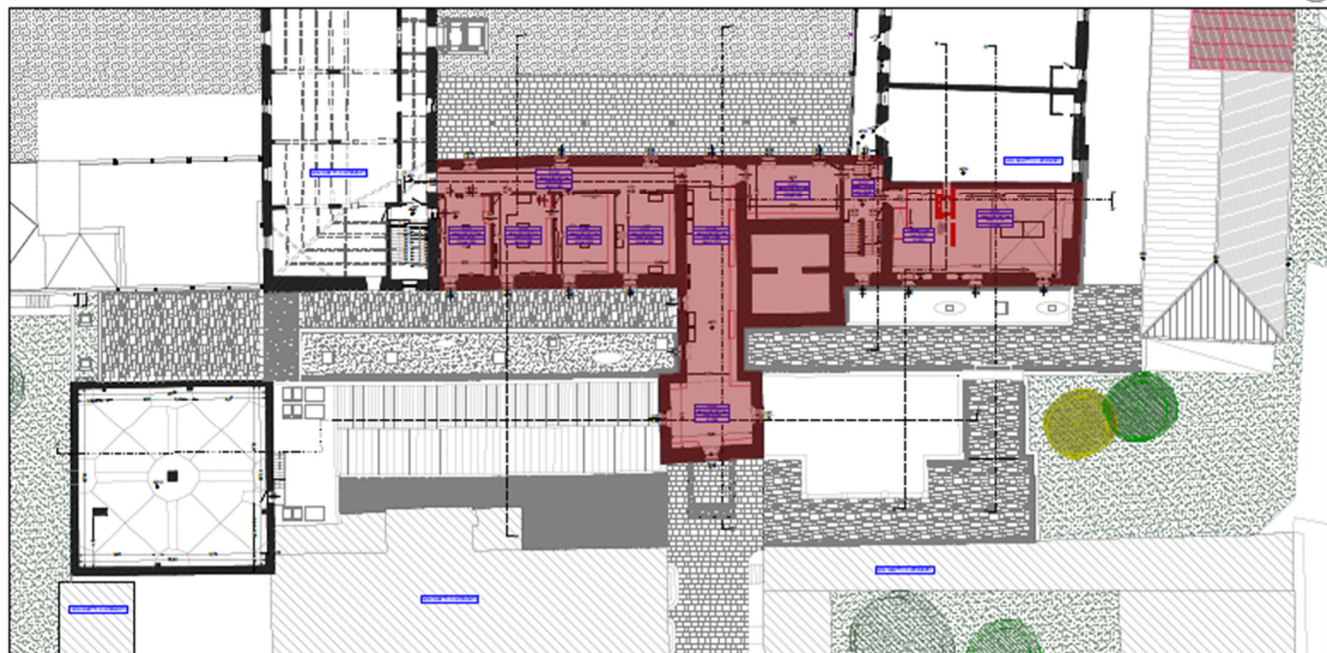
Piano Terra - scala 1:200



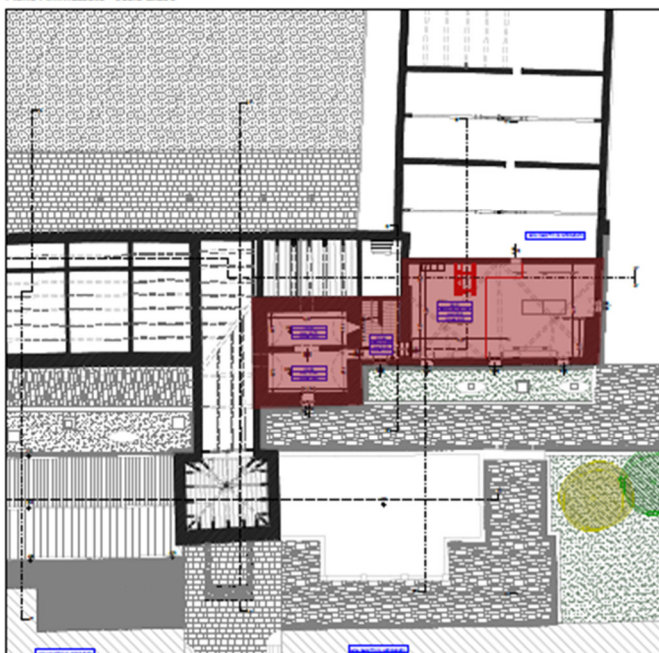
Piano Primo - scala 1:200



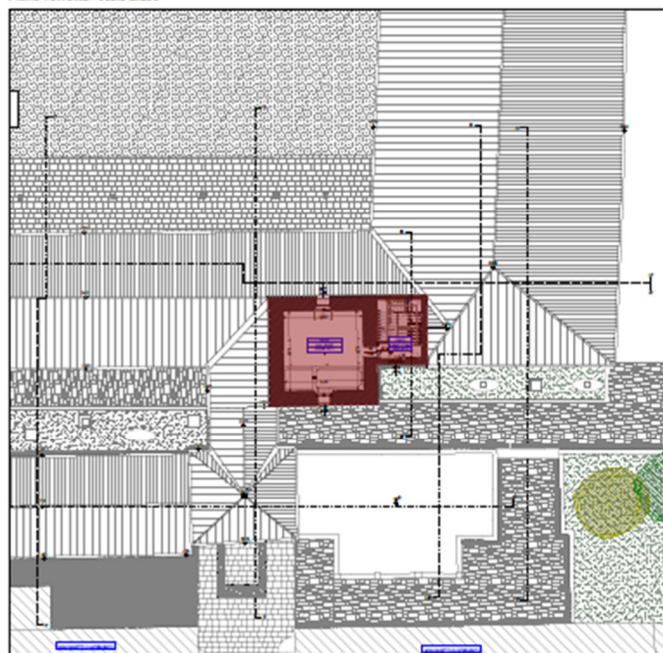
Piano Secondo - scala 1:200



Piano Ammezzato - scala 1:200



Piano Torretta - scala 1:200



4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è redatta in conformità al capitolo 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo” delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17.01.2018 ed alle sue successive modifiche ed integrazioni; in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione delle norme precedentemente citate e per quanto con esse non in contrasto, sono stati utilizzati i codici di seguito elencati, ai sensi del capitolo 12 delle NTC 2018:

- **Decreto** del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni (**NTC18**)
- **Circolare** del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”

- DPCM 9 febbraio 2011 - **Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale** con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008
- **EN1992-1-1**
- **EN1992-4**

5 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

5.1 PREMESSA

L'intervento di consolidamento dell'ala Est del castello dei Carraresi, ha come obiettivo da un lato il condizionamento di alcune problematiche strutturali legate alla vetustà del manufatto, dall'altro consentire la realizzazione della nuova funzione museale.

Il principio generatore di entrambi gli approcci, consiste nel garantire la conservazione, per quanto possibile, dei materiali e delle unità tecnologiche esistenti, considerando inoltre il ricco apparato decorativo che, seppur frammentato, è presente in modo diffuso.

Le indagini svolte hanno evidenziato una qualità medio bassa delle murature e uno stato di capacità residua degli impalcati non omogeneo, frutto di trasformazioni recenti che hanno previsto sia la sostituzione totale di alcuni solai lignei con elementi in latero cemento, a loro volta in alcuni casi ulteriormente trasformati, e la conservazione di alcuni impalcati lignei. Le prove di carico effettuate hanno dato complessivamente risultati non sempre in linea con le necessità, e l'aleatorietà di questi esiti ha consigliato, anche in virtù dello stato di conservazione della cappa, una demolizione totale e una ricostruzione in alcuni casi e in altri la scarifica della cappa, quasi sempre priva di armature di ripartizione, con la sostituzione della medesima e l'impiego di connettori.

5.2 MATERIALI E TECNOLOGIE UTILIZZATI

Gli interventi ipotizzati risultano essere condizionanti da un lato le caratteristiche del masso murario e dall'altro la capacità degli impalcati esistenti. L'altro intervento è teso alla definizione del nuovo sistema di fruizione museale ed è prevalentemente realizzato in carpenteria metallica.

In sintesi per le murature sono state ipotizzate operazione di risarcitura dei giunti nel caso di decoesione degli stessi accompagnata da una sostituzione puntuale dei blocchi non più idonei, iniezioni di riagggregazione della muratura con malte di calce idraulica a medio contenuto di legante e alcuni tratti di scuci e cuci. In alcuni casi sono stati inseriti alcuni diatoni artificiali per garantire una maggiore omogeneità del masso murario.

Nel caso degli impalcati le operazioni come accennato in precedenza riguardano alcune sostituzioni totali, in altri casi per i solai in latero cemento l'eliminazione della cappa non armata e la realizzazione di una nuova soletta connessa ai travetti esistenti e dotata di armatura di ripartizione. Ove le portate lo consentivano si è optato per l'aggiunta di una cappa in calcestruzzo armato sopra la cappa esistente. I solai lignei sono interessati da rinforzi con connettori e cappe armate o con panconi a seconda dei casi. In uno solo caso è stato previsto un rinforzo intradossale di un solaio in latero cemento con un reticolo di travi in acciaio.

5.3 IL CONDIZIONAMENTO DEI MECCANISMI

Le verifiche eseguite, sulla scorta di interventi contermini, si sono limitate a valutazioni locali, fermo restando che l'impianto complessivo non ha subito rilevanti trasformazioni in termini di modifica della distribuzione delle rigidità e nel caso di demolizioni consistenti come il setto al piano terra, si è optato per la realizzazione di elementi metallici che garantissero il mantenimento dello stato pre-intervento in termini di rigidità e resistenze mediante strutture equivalenti. La verifica locale con analisi cinematica presuppone che gli interventi sulle murature garantiranno una sufficiente omogeneità nel rispetto delle ipotesi teoriche di formazione dei meccanismi.

Di particolare impegno risultano due reticolari piane: una in carpenteria a livello dell'imposta della copertura, e una a livello del secondo solaio. Esse daranno maggiore resistenza contro i meccanismi di danno di primo modo- fuori piano- delle murature verso la corte interna. Le strutture in carpenteria consentiranno di ovviare

all'assenza di muri di controvento trasversali e nella prosecuzione dei montanti forniranno anche un collegamento tra le murature contrapposte.

Per quanto riguarda sistemi di irrigidimento al piano dei solai, il contrasto alle azioni torcenti sarà garantito dalla nuova disposizione di cappe armate in sostituzione di quelle esistenti non efficaci.

Le coperture condizionate come accennato, garantiranno anche un vincolo sommitale.

5.4 I NUOVI INSERIMENTI

I nuovi inserimenti riguardano prevalentemente la demolizione del setto a piano terra garantirà l'ottenimento di un vano unico che darà risalto agli apparati decorativi Carraresi. Per tale motivo sono inoltre previste alcune asole sul solaio del corridoio lungo la parete ovest.

La struttura in carpenteria metallica a portale, come accennato, garantirà non solo il sostegno del primo impalcato, ma anche la conservazione di una rigidezza equivalente grazie all'apposizione dell'incamiciatura in acciaio dei pilastri in muratura esistenti. L'intervento descritto è realizzato mediante la tecnica dell'applicazione di lamiera in acciaio ancorate con tasselli alla muratura e la trave principale anch'essa formata con profili metallici accoppiati realizzerà il telaio equivalente.

Il vano ascensore in virtù della demolizione parziale di un solaio, sarà dotato di cerchiatura metallica a definire un appoggio indiretto alla trave in calcestruzzo armato attualmente in posto. Le porzioni di solai che in precedenza gravavano sulla porzione di trave rimossa verranno ricostruiti e appoggeranno su profili metallici ad L ancorati alla muratura da un lato e alla struttura dell'ascensore dall'altro.

Al piano terra verrà realizzata una passerella sempre in acciaio che consentirà lo sviluppo del percorso di visita.

Il locale impianti è ottenuto mediante la realizzazione di un solaio in acciaio e calcestruzzo armato che si ancora al piano con innesti a coda di rondine a e nella parte sommitale ad una soletta su cordolo in calcestruzzo armato di nuova realizzazione.

6 PROGRAMMI DI CALCOLO

Per il solaio S_II_CD_56 si è fatto uso del programma a elementi finiti versione LT italiana, edizione 2b, gratuita in quanto il numero di elementi finiti analizzati è ridotto.

Per la verifica in laterocemento rinforzati con connettori posati a secco è stato utilizzato il foglio di calcolo Tecnar Cls+Cls v4.14 messo a disposizione dall'azienda produttrice dei connettori.

Il calcolo dei momenti resistenti delle sezioni in calcestruzzo è stato eseguito con il programma gratuito VCA SLU versione 7.8 (Novembre 2021) messo a punto dal Professor Piero Gelfi.

Per tutte le altre verifiche sono stati utilizzati semplici fogli di calcolo creati ad hoc.

Per la determinazione dell'azione sismica si è fatto riferimento al foglio di calcolo messo a disposizione dal Ministero dei Trasporti.

Per il calcolo delle sollecitazioni della reticolare di piano si è fatto uso di un programma gratuito, semplice e noto: Ftool.exe.

7 DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
11,8828

LATITUDINE
45,4161

Ricerca per comune

REGIONE
Veneto

PROVINCIA
Padova

COMUNE
Padova

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



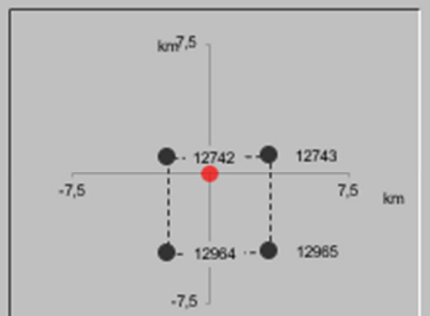
Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

Nodi del reticolo intorno al sito



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

| SLATO LIMITE | T _R [anni] | a _g [g] | F _o [-] | T _C [*] [s] |
|--------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|
| SLO | 90 | 0,046 | 2,517 | 0,289 |
| SLD | 151 | 0,056 | 2,557 | 0,309 |
| SLV | 1424 | 0,125 | 2,593 | 0,355 |
| SLC | 2475 | 0,149 | 2,614 | 0,362 |

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato SLV [info](#)

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo C [info](#) S_S = 1,500 C_C = 1,478 [info](#)

Categoria topografica T1 [info](#) h/H = 0,000 S_T = 1,000 [info](#)

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ζ (%) 5 η = 1,000 [info](#)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,187 |
| T _B ← | 0,175 | 0,485 |
| T _C ← | 0,524 | 0,485 |
| | 0,599 | 0,424 |
| | 0,674 | 0,377 |
| | 0,749 | 0,339 |
| | 0,824 | 0,309 |
| | 0,899 | 0,283 |
| | 0,974 | 0,261 |
| | 1,049 | 0,242 |
| | 1,124 | 0,226 |
| | 1,199 | 0,212 |
| | 1,274 | 0,200 |
| | 1,349 | 0,189 |
| | 1,424 | 0,179 |

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|-----------------------------|---------|
| a _g | 0,125 g |
| F _o | 2,593 |
| T _C [*] | 0,355 s |
| S _S | 1,500 |
| C _C | 1,478 |
| S _T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|----------------|---------|
| S | 1,500 |
| η | 1,000 |
| T _B | 0,175 s |
| T _C | 0,524 s |
| T _D | 2,099 s |

Si fa notare che per il calcolo dello spettro SLV si fa riferimento allo spettro elastico in quanto il fattore di comportamento q viene applicato a posteriori.

Per le verifiche eseguite mediante analisi cinematica lineare si dovrà quindi confrontare il valore di prima attivazione con il valore di accelerazione attesa al suolo:

$$a_g \cdot S / q = 0.125 \cdot 1.5 / 2 = 0.0938 \text{ g}$$

in cui è stato assunto un q=2. Esso è plausibile considerato che anche la circolare NTC2018 consiglia, seppur per elementi non strutturali, un fattore di struttura pari a 2 per pareti, sia interne che esterne.

Tabella C7.2.I - Valori di q_0 per elementi non strutturali

| Elemento non strutturale | q_0 |
|---|-------|
| Parapetti o decorazioni aggettanti | 1,0 |
| Insegne e pannelli pubblicitari | |
| Comignoli antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza | |
| Pareti interne ed esterne | 2,0 |
| Tramezzatura e facciate | |
| Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa | |
| Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento | |
| Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti | |

8 VERIFICHE SISMICHE CON MECCANISMI DI COLLASSO

Nel seguito della relazione vengono svolte le verifiche a ribaltamento delle pareti più rappresentative della costruzione. Esse si basano sulle seguenti formule:

Calcolo del moltiplicatore di collasso:

$$\sum_i M_{S,i} = \sum_i \alpha \cdot M_{R,i} \quad \alpha = \frac{M_{S,1} + M_{S,2} - M_{R,3}}{M_{R,1} + M_{R,2}}$$

Verifica allo SLV

La normativa impone di confrontare l'accelerazione di prima attivazione con l'accelerazione attesa al suolo.

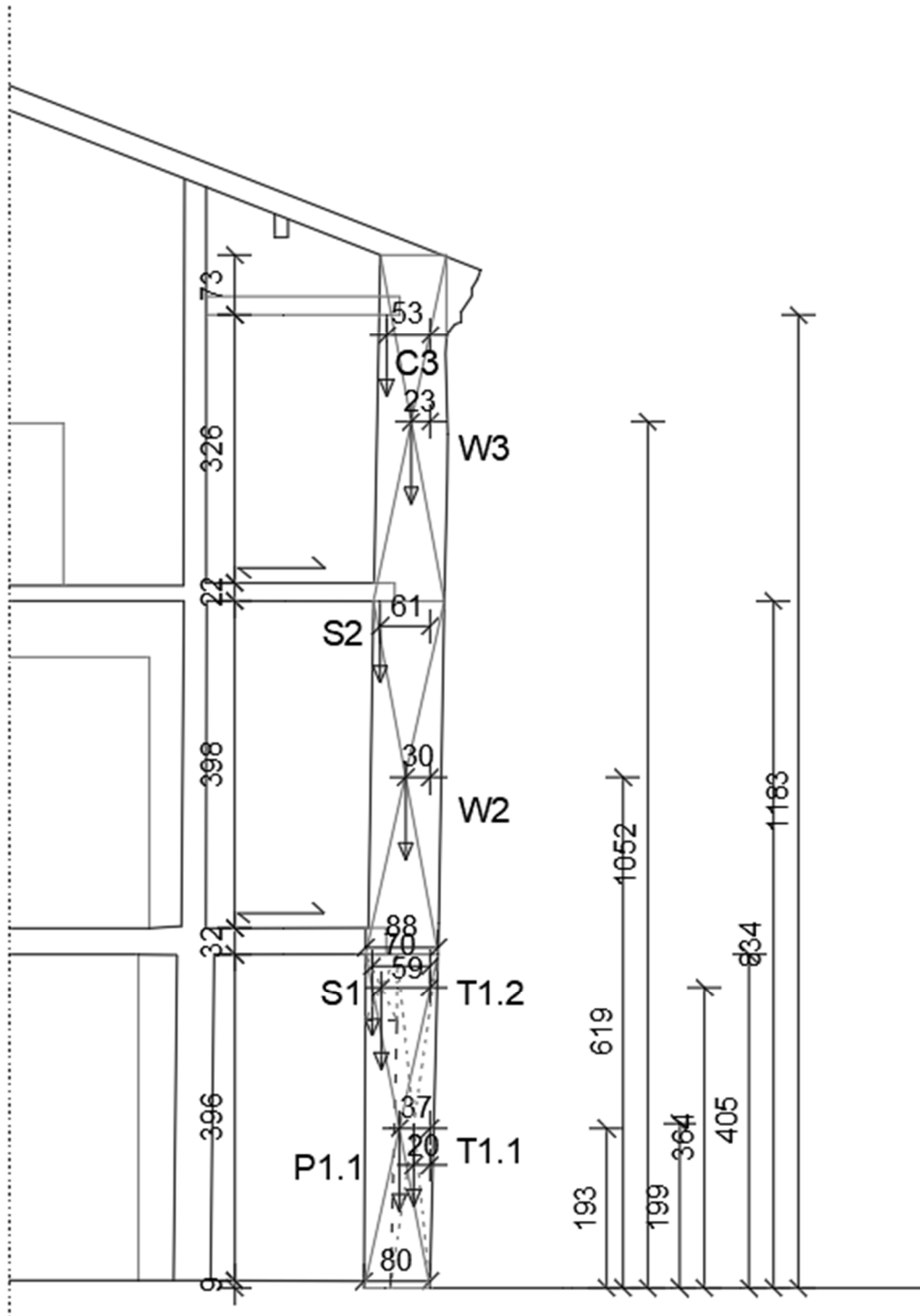
Verifica a quota 0 m

$$FC \quad a^* \geq \frac{S_e * g}{q}$$

8.1 MECCANISMO DI RIBALTAMENTO SEMPLICE MURO FACCIATA CORTE INTERNA

Si considera il muro del prospetto verso la corte interna, il quale presenta un fuoripiombo pari a circa 20 cm all'altezza di 11.5 m dal p.c. della corte interna.

Si riporta nel seguito un disegno esplicativo:



In cui:

W = peso muratura

P=peso pilastro

T=peso tamponamento

S=peso solaio

C=peso copertura

Oss: si è fatto riferimento ad una larghezza di parete larga 3.92 m , pari all'interasse dei pilastri.

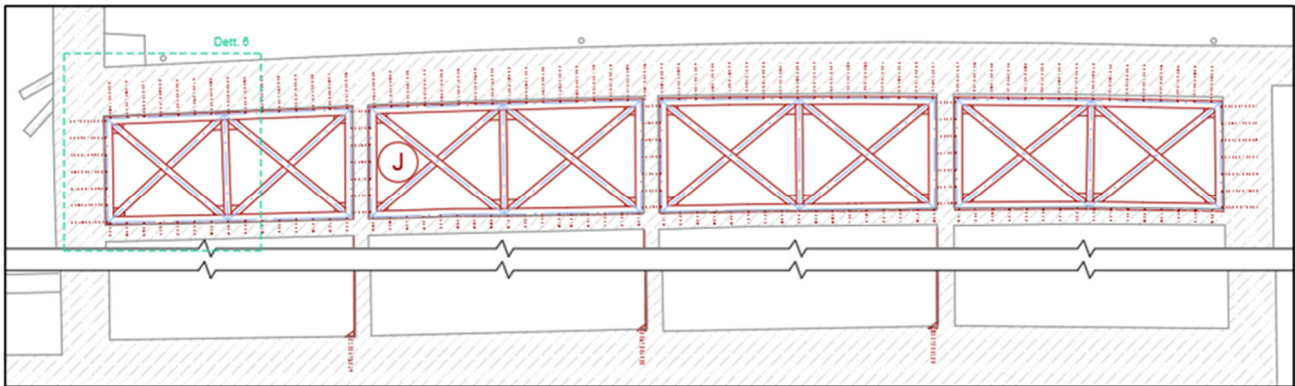
Oss: è stata trascurata la presenza dei fori finestra.

Di seguito il calcolo dei momenti stabilizzanti e ribaltanti:

| elemento | sp | b | h | peso | braccio orizzontale | braccio verticale | mom stab | mom rib |
|----------------|--------------|------|--------|--------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| P1.1 | 0,84 | 1,03 | 3,96 | 61,67 | 0,370 | 1,930 | 22,8 | 119,0 |
| W2 | 0,85 | 3,92 | 4,3 | 257,90 | 0,300 | 6,190 | 77,4 | 1596,4 |
| W3 | 0,85 | 3,92 | 3,48 | 208,72 | 0,230 | 10,520 | 48,0 | 2195,7 |
| T1.1 | 0,48 | 2,89 | 3,96 | 98,88 | 0,200 | 1,990 | 19,8 | 196,8 |
| T1.2 | 0,36 | 2,89 | 0,81 | 15,17 | 0,590 | 3,640 | 8,9 | 55,2 |
| | infl (m) | | carico | | | | | |
| S1 | 0,985 | 3,92 | 6,30 | 24,33 | 0,700 | 4,050 | 17,0 | 98,5 |
| S2 | 1,015 | 3,92 | 6,30 | 6,39 | 0,610 | 8,340 | 3,9 | 53,3 |
| C3 | 1,15 | 4,62 | 1,35 | 1,55 | 0,530 | 11,830 | 0,8 | 18,4 |
| Tiro II solaio | | | | | | 12,100 | 0,0 | |
| | | | | | | somma | 198,7 | 4333,3 |
| FC | 1,35 | | | | | | | |
| alfa | 0,034 | vs | | 0,0938 | | | | |

La verifica NON è soddisfatta.

Si prevede l'inserimento di una reticolare di piano a livello del controsoffitto del secondo piano, capace di esplicare sulla parete un tiro di 7.5 kN/m.



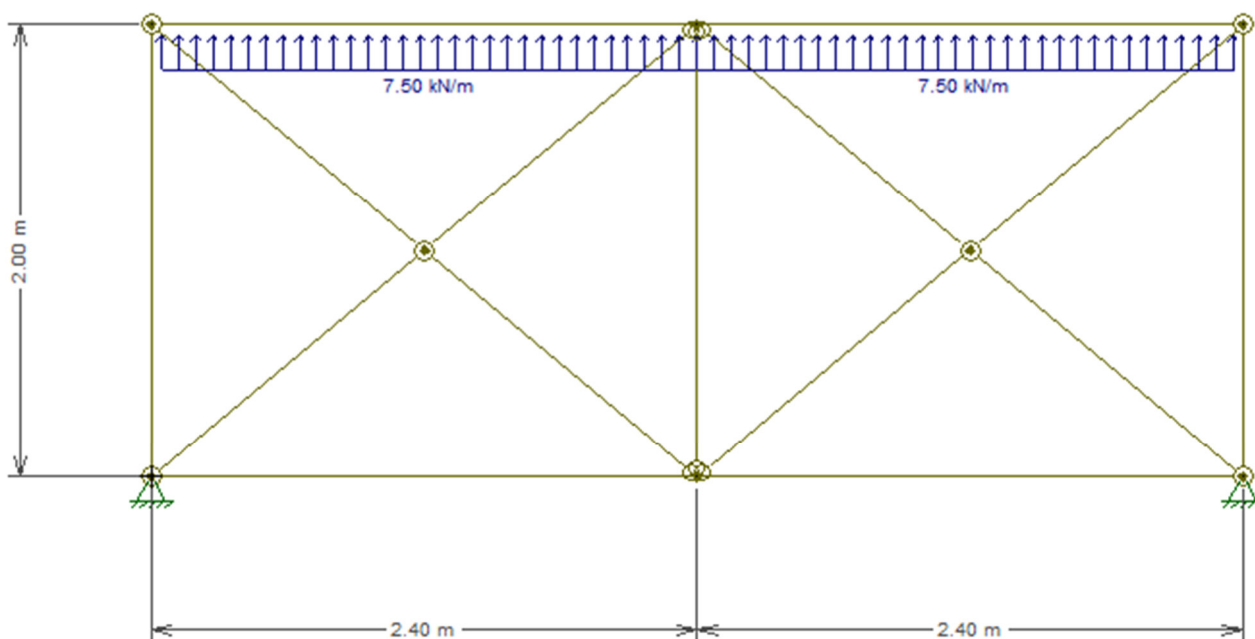
La stessa sarà ancorata in tutto il perimetro con ancoraggi diam 14mm/30 cm, $L=(2/3)*sp.muro$. È previsto inoltre il fissaggio di 3 piastre a fungere da catene in corrispondenza dei muri trasversali alla parete.

Inserendo la forza suddetta, pari a 7.5 kN, nella tabella di verifica si ha che quest'ultima risulta soddisfatta, come si dimostra nel seguito.

| elemento | sp | b | h | peso | braccio orizzontale | braccio verticale | mom stab | mom rib |
|----------------|--------------|------|--------|--------|---------------------|-------------------|--------------|---------------|
| P1.1 | 0,84 | 1,03 | 3,96 | 61,67 | 0,370 | 1,930 | 22,8 | 119,0 |
| W2 | 0,85 | 3,92 | 4,3 | 257,90 | 0,300 | 6,190 | 77,4 | 1596,4 |
| W3 | 0,85 | 3,92 | 3,48 | 208,72 | 0,230 | 10,520 | 48,0 | 2195,7 |
| T1.1 | 0,48 | 2,89 | 3,96 | 98,88 | 0,200 | 1,990 | 19,8 | 196,8 |
| T1.2 | 0,36 | 2,89 | 0,81 | 15,17 | 0,590 | 3,640 | 8,9 | 55,2 |
| | infl (m) | | carico | | | | | |
| S1 | 0,985 | 3,92 | 6,30 | 24,33 | 0,700 | 4,050 | 17,0 | 98,5 |
| S2 | 1,015 | 3,92 | 6,30 | 6,39 | 0,610 | 8,340 | 3,9 | 53,3 |
| C3 | 1,15 | 4,62 | 1,35 | 1,55 | 0,530 | 11,830 | 0,8 | 18,4 |
| Tiro II solaio | | | | 29,40 | | 12,100 | 355,7 | |
| | | | | | | somma | 554,4 | 4333,3 |
| FC | 1,35 | | | | | | | |
| alfa | 0,095 | vs | 0,0938 | | | | | |

Si verifica ora un modulo della reticolare di piano sollecitata da tale forza.

8.1.1 Modello di calcolo della reticolare



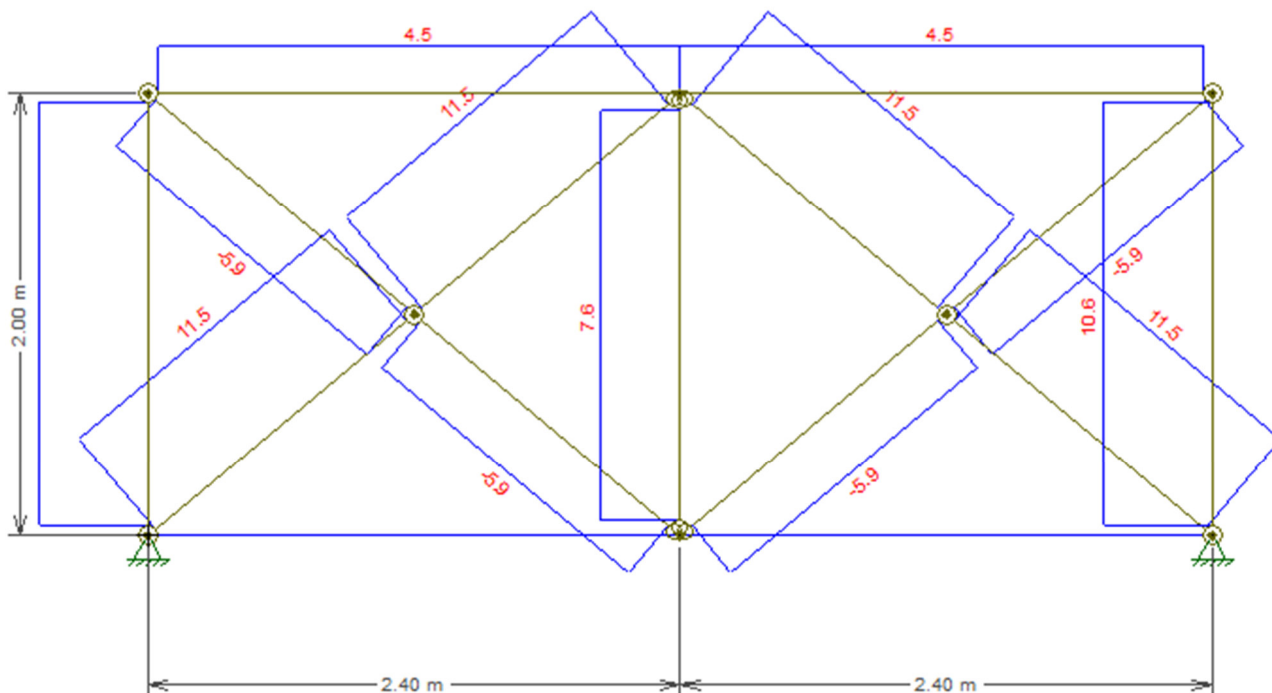
Acciaio S235

Profili esterni: L150x100x14

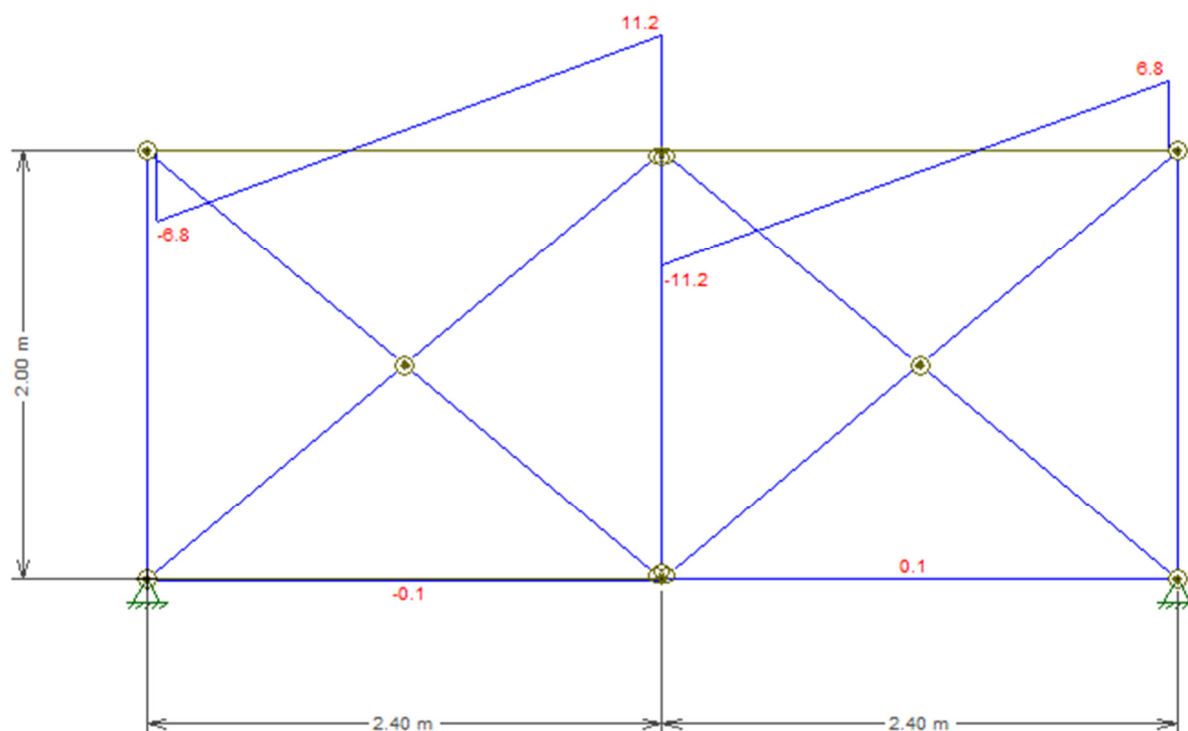
Diagonali e montante centrale: piatto 10x120 mm

8.1.2 Sollecitazioni

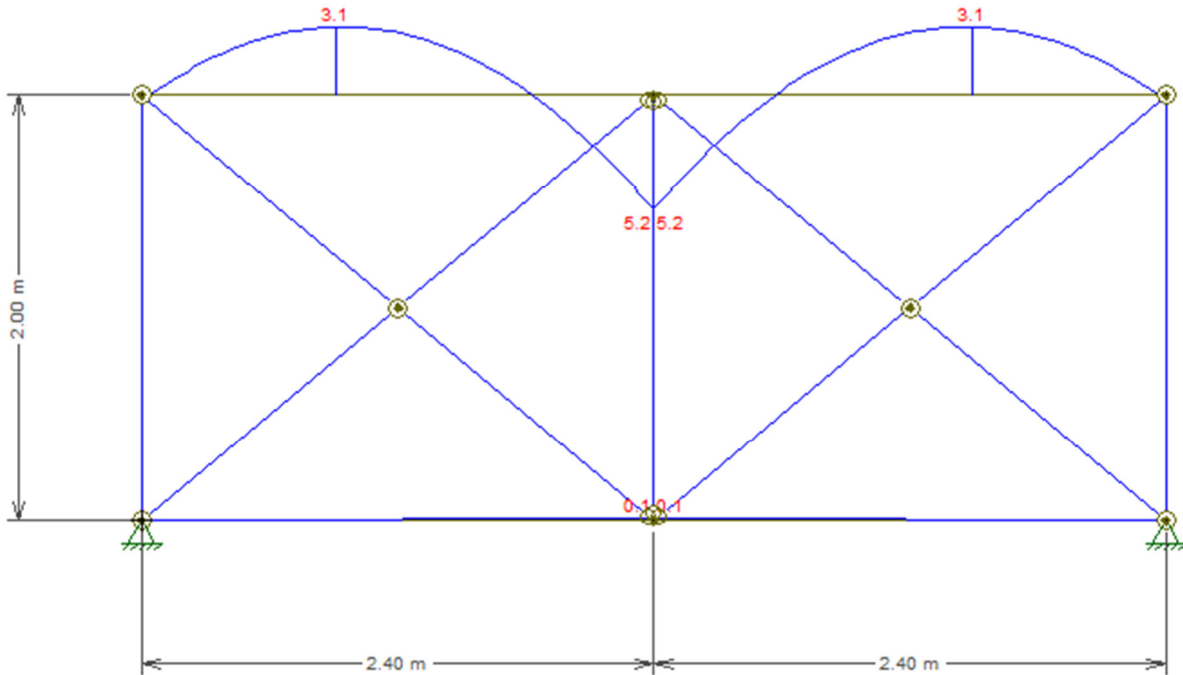
Sforzo normale:



Taglio:



Momento:



8.1.2.1 Verifica L

Le tensioni agenti sul profilo a L in aderenza alla parete esterna sono quindi al massimo pari a:

$$\sigma = N/A + M_e/W = 4.5 \cdot 1000 / 3320 + 5.5 \cdot 10^6 / 74100 = 75.57 \text{ MPa} < 235 / 1.05 = 223 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

8.1.2.2 Verifica piatto

Mentre quelle i piatti maggiormente sollecitati raggiungono una tensione di:

$$\sigma = N/A = 11500 / 10 / 120 = 9.58 \text{ MPa} < 235 / 1.05 = 223 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

8.1.2.3 Verifica ancoraggi

| Ancoraggi in barre filettate diam14/60"Classe 4.6, L=30cm | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------|--|------|---------------|
| diam barra | 14 | mm | | | |
| Passo | 60 | cm | | | |
| L_ancoraggio | 30 | cm | | | |
| area barra | 154 | mm ² | | | |
| Ned/connettore | 4,5 | kN | | | |
| Ved/connettore | 0,0 | kN | | | |
| Verifica a estrazione della barra | | | Resistenza all'estrazione | | |
| Ned/connettore | 4,5 | kN | vs | 13,6 | kN OK |
| sigma_trazione | 29,2 | MPa | | | |
| Tau | 0,0 | kN | | | |
| Verifica a tensoflessione in campo elastico | | | barre di Classe 4.6 | | |
| sigma_id | 29,2 | MPa | vs | 240 | MPa OK |
| MURATURA | | | | | |
| fctk | 0,13 | MPa | RIF tabella materiali Circolare NTC fvm0 | | |
| gamma_M | 2 | | -> condizione sismica | | |
| FC | 1,35 | | | | |
| fctd | 0,05 | MPa | | | |
| Resistenza all'estrazione (cono di rottura della muratura) | | | | | |
| Tm, a | 13,6 | kN | | | |
| | =pi.greco*fctd*L_ancoraggio^2 | | | | |

8.1.2.4 Reticolare in fibra

A favore di sicurezza è prevista la posa di una reticolare in reti bidirezionali di fibra PBO posata sulla cappa del secondo solaio.

9 INTERVENTO DEMOLIZIONE PARETE AL P.T., VANO 00.09

Intervento di demolizione parete, confinamento pilastri e inserimento di nuove travi in acciaio

Sequenza delle operazioni:

- I. Puntellatura del solaio da entrambi i lati della parete da demolire
 - II. Demolizione di porzioni di parete da demolire, in corrispondenza del nodo trave-pilastro dove si inseriranno le mensole, per un'area di altezza 80cm e larghezza 50 cm;
 - III. Inserimento di n°2 barre M26 (interasse 14cm, lunghezza 45cm) per il fissaggio temporaneo della base di appoggio delle travi (a)
 - IV. Posizionamento delle basi di appoggio, costituite da una piastra dello spessore di 1,2 cm per l'ancoraggio al pilastro in muratura, a cui viene saldata una mensola costituita da una piastra di ancoraggio per le travi e due piatti triangolari, dello spessore di 1,2 cm, per il trasferimento delle sollecitazioni al pilastro in muratura. Il posizionamento avviene grazie alle due tasche di scorrimento, attraverso cui la mensola viene fatta scorrere e poi fissata alle due barre di ancoraggio temporaneo
 - V. Serraggio degli altri ancoraggi per il fissaggio definitivo della base di appoggio al pilastro, attraverso n°6 barre Ø14 (interasse 17cm, lunghezza 45cm) nella parte inferiore della mensola (b)
- Demolizione di ulteriore porzione di muratura, utile al posizionamento delle travi y1 e y2, costituite da due IPE 330 della lunghezza di 100 cm, che vengono saldate alla piastra e alla mensola
- VII. Apertura in breccia della muratura in una fascia adiacente al pilastro, di larghezza sufficiente per l'inserimento delle piastre di rivestimento e per la lavorazione necessaria
 - VIII. Montaggio e fissaggio delle lamiere di rinforzo del pilastro, previa regolarizzazione dello stesso con malta tixotropica fibrorinforzata. Le lamiere sono di spessore 1,2 cm, ancorate con barre Ø14 alla muratura. L'incamicatura, in corrispondenza delle mensole di appoggio, avviene tramite il posizionamento di lastre in acciaio in affiancamento alle piastre della mensola, con successivo serraggio degli ancoraggi al pilastro e saldatura a completa penetrazione del rivestimento alla piastra della mensola.
 - IX. Posizionamento delle rimanenti porzioni di travi IPE330, fissate tramite le flange saldate in testa
 - X. Demolizione integrale delle porzioni dei setti in muratura rimanenti
 - XI. Messa in carico del nuovo sistema portante tramite la rimozione delle puntellature

9.1 VERIFICA DELLE TRAVI

Per il calcolo si è fatto riferimento all'apertura in breccia centrale, avente luce maggiore. I carichi considerati sono il peso proprio della muratura dell'ipotetico triangolo di distacco della stessa, i solai afferenti e il peso proprio della trave. Sono state condotte verifiche SLU per la condizione di trave in semplice appoggio, ma anche quella di trave incastrata alle estremità.

| Materiale della sezione | | Acciaio S235 | |
|---|-----------|-----------------|--|
| E | 210000 | MPa | |
| Geometria della sezione | | 2xIPE 330 ** | |
| **valori riferiti alla sezione composta | | | |
| W _{el} | 1426200 | mm ³ | |
| J _{el} | 235338000 | mm ⁴ | |
| peso | 0,982 | kN/m | |

| Analisi dei carichi | | | | | | | |
|---------------------|----------------|------|-----------|--------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Muratura | | | | Trave | | Solaio | |
| | peso specifico | sp. | gamma slu | PP SLU | (PP trave + 30% per irrigidimenti) | (lunghezze afferenti= 6,55/2+1,70) | |
| | kN/m3 | m | | kN/m2 | kN/m | kN/m | |
| Piano secondo | 18 | 0,28 | 1,5 | 7,56 | | | |
| Piano primo | 18 | 0,30 | 1,5 | 8,10 | 1,28 | 55,27 | |
| Piano terra | 18 | 0,45 | 1,5 | 12,15 | | | |
| luce apertura | 4,75 | m | | | | | |

In cui il carico sul secondo solaio è dovuto a:

| Carichi | | | | | | |
|------------|--|------|-------------------|-----------------|------|--|
| Permanenti | peso proprio solaio esistente | 3,25 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | peso rinforzo | 1,46 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | Compiutamente definiti (es sottofondo) | 0,4 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | Compiutamente definiti (es pavimento) | 0 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | Non compiutamente definiti (es tramezze) | 1 | kN/m ² | $\gamma_{G2} =$ | 1,50 | |
| Variabili | Non compiutamente definiti (altri) | 0 | kN/m ² | $\gamma_{G2} =$ | 1,50 | |
| | Variabili | 5 | kN/m ² | $\gamma_Q =$ | 1,50 | |

| Verifiche SLU | Ipotesi di trave semplicemente appoggiata | | | | |
|---------------------------------------|---|-----|---------------------------------------|--|------------|
| Carico triangolare sulla trave | Carico uniforme sulla trave | | | | |
| Muratura primo piano | trave e primo solaio | | | | |
| h max | 4,11 | m | triangolo di distacco | q | 56,55 kN/m |
| p_max | 33,32 | kN | valore massimo del carico triangolare | q_slu** | 84,57 kN/m |
| | | | | ** a favore di sic. $\gamma = 1,5$ per tutti i carichi | |
| Mmax | 62,65 | kNm | | Mmax | 238,51 kNm |
| Vmax | 39,57 | kN | | Vmax | 200,85 kN |
| Sollecitazioni SLU | Sollecitazioni SLU | | | | |
| sigma (+) | 43,93 | MPa | | sigma (+) | 167,23 MPa |
| Sollecitazioni SLU TOTALI | | | | | |
| sigma (+) | 211 | MPa | < | 223 | MPa |
| | | | | OK | |

| Verifiche SLU | Ipotesi di trave incastrata | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|-----|---------------------------------------|-----------|------------|
| Carico triangolare sulla trave | Carico uniforme sulla trave | | | | |
| Muratura primo piano | trave e primo solaio | | | | |
| h max | 4,11 | m | triangolo di distacco | q | 56,55 kN/m |
| p_max | 33,32 | kN | valore massimo del carico triangolare | q_slu | 84,82 kN/m |
| Mmax (-) | 39,16 | kNm | | Mmax(-) | 159,49 kNm |
| Mmax (+) | 23,49 | kNm | | Mmax(+) | 79,74 kNm |
| Vmax | 39,57 | kN | | Vmax | 201,46 kN |
| Sollecitazioni SLU | Sollecitazioni SLU | | | | |
| sigma (-) | 27,45 | MPa | | sigma (-) | 111,83 MPa |
| sigma (+) | 16,47 | MPa | | sigma (+) | 55,91 MPa |
| Sollecitazioni SLU TOTALI | | | | | |
| sigma (-) | 139,28 | MPa | < | 223 | MPa |
| sigma (+) | 72,39 | MPa | < | 223 | MPa |
| | | | | OK | |
| | | | | OK | |

| Sollecitazioni SLU TOTALI - Ipotesi di incastro parziale | | | | | |
|--|--------|-----|---|-----|-----|
| sigma (-) | 69,64 | MPa | < | 223 | MPa |
| sigma (+) | 141,77 | MPa | < | 223 | MPa |
| | | | | OK | |
| | | | | OK | |

| Verifiche SLE | | Ipotesi di trave semplicemente appoggiata | | | |
|---|---|---|-----------|-------------|----------|
| Abbassamento SLE - Muratura (carico triangolare) | | | | | |
| w se appoggi perfetti | 1,9 | mm | pari a 1/ | 2491 | L |
| w se incastri perfetti | 0,4 | mm | pari a 1/ | 11388 | L |
| | | mediamente | pari a 1/ | 6940 | L |
| Abbassamento SLE - Trave+Solaio | | | | | |
| w se appoggi perfetti | 7,6 | mm | pari a 1/ | 626 | L |
| w se incastri perfetti | 1,5 | mm | pari a 1/ | 3131 | L |
| | | mediamente | pari a 1/ | 1880 | L |
| Abbassamenti SLE - totali | | | | | |
| w se appoggi perfetti | 9,5 | mm | pari a 1/ | 500 | L |
| w se incastri perfetti | 1,9 | mm | pari a 1/ | 2456 | L |
| | | mediamente | pari a 1/ | 1480 | L |
| Oss: | | | | | |
| abbassamento SLE Totale | < 1/250 L | | | | |
| | limite per travi che supportano finiture fragili e per la tutela dell'aspetto estetico dell'edificio | | | | |
| abbassamento SLE Totale | < 1/500 L | | | | |
| | valore consigliato in letteratura per travi caricate direttamente da muri e/o pilastri | | | | |

9.2 VERIFICA A INSTABILITÀ DEL PILASTRO IN ACCIAIO S275

| Instabilità per compressione di pilastro in acciaio | | |
|---|----------------|-----------------|
| Profilo | rett 850x450x8 | |
| A_eff | 12023,72 | mm ² |
| Jmin | 2,05E+09 | mm ⁴ |
| fyk | 235 | MPa |
| Lo | 4250 | mm |
| Ncr | 234950621 | N |
| lambda_soprassegnato | 0,11 | |
| curva c | quindi | |
| da tabella | | |
| fattore di imperf: alfa= | 0,49 | |
| fi | 0,48 | |
| chi | 1,05 | |
| nessuna riduzione della capacità portante: chi=1 | | |
| Nb,rd | 2691 | kN |

| Instabilità locale delle piattabande | | |
|--------------------------------------|------------|-----------------|
| | lato lungo | lato corto |
| b | 840 | 440 |
| t | 8 | 8 |
| epsilon (funz di fyk) | 1 | 1 |
| k_sigma | 4 | 4 |
| lambda_p | 1,85 | 0,97 |
| ro | 0,48 | 0,80 |
| ro=fattore di riduzione | | |
| A_eff | 6405,15 | 5618,57 |
| | (doppia) | (doppia) |
| Sezione efficace | | |
| A_eff_sezione | 12023,72 | mm ² |

| Acciaio | S235 | S275 | S355 |
|---------|------|------|------|
| epsilon | 1 | 0,92 | 0,81 |

La resistenza a compressione del pilastro in acciaio è inferiore alla sollecitazione agente esplicitata di seguito:

| Analisi dei carichi pilastro in acciaio | | | | | | | | | |
|---|--|----------|--------------|-----------|---------|--------|---|----------------------------------|--|
| | Muratura | | | base | altezza | PP SLU | Trave e pilastro compresi irrigidimenti | Solaio 2 Solai + copertura | Pareti afferenti parete al secondo piano |
| | peso specifico kN/m ³ | sp. m | gamma slu | | | | | | |
| Piano secondo | 18 | 0,28 | 1,5 | 5,00 | 4,50 | 170,1 | | | 108,26 |
| Piano primo | 18 | 0,30 | 1,5 | 5,00 | 3,90 | 157,95 | 8,32 | 248,73 | |
| Piano terra | 18 | 0,45 | 1,5 | 0,45 | 4,00 | 21,87 | 9,1 | | |
| | | | | | | 349,92 | 17,42 | 248,73 | 108,26 |
| Q_SLU verticale totale alla base del pilastro | | | | 724,32 kN | | | | | |

9.3 VERIFICA DELLA TRAVE DI FONDAZIONE

La trave di fondazione sarà costituita da una lamiera in acciaio di rinforzo alla trave continua in muratura esistente. Inoltre è previsto l'allargamento del plinto esistente.

| Profilo a U rovesciata:Caratteristiche geometriche e statiche | | | | |
|---|--------|------------|----------|-----|
| sp. Piatti vert | 20 mm | | | |
| sp. Piatto orizz | 10 mm | y baric da | 347 mm | |
| h | 600 mm | y baric da | 253 mm | |
| b | 450 mm | jtot | 1,05E+09 | mm4 |

| Calcolo momento di inerzia della sezione | | | | | |
|--|-----|----------|----------|----------|----------|
| | | rett1 | rett2 | rett3 | tot |
| b | mm | 20 | 450 | 20 | |
| h | mm | 600 | 10 | 600 | |
| Area | mm2 | 12000 | 4500 | 12000 | 28500 |
| j_baric_singolo elemento | mm4 | 3,60E+08 | 3,75E+04 | 3,60E+08 | 7,20E+08 |
| dist da filo inferiore | mm | 300 | 595 | 300 | |
| A*d | mm3 | 3600000 | 2677500 | 3600000 | 9877500 |
| J | mm4 | 2,60E+07 | 2,78E+08 | 2,60E+07 | 1,05E+09 |

| Verifica trave di fondazione | | | | |
|---|--|--|--|-------------------|
| Lunghezza trave di fondazione | | | | 4,8 m |
| Q slu verticale totale agente alla base del pilastro | | | | 725 kN |
| Reazione uniforme verticale del terreno | | | | 151,0 kN/m |
| Momento agente in mezzeria | | | | 435 kNm |
| sigma acciaio inf | | | | 144 Mpa |
| sigma acciaio sup | | | | 105 Mpa |

| | | | | |
|--|--|--|--|--------------------|
| Tensioni sul terreno | | | | 3,4 kgf/cm2 |
| Si prevede quindi un allargamento della base fondale del pilastro esistente. | | | | |

| Verifica plinto di fondazione | | | | |
|---|--|--|--|---------------------|
| Plinto 2,40 x 2,45 | | | | 5,88 mq |
| Q slu verticale totale agente alla base del pilastro | | | | 725 kN |
| Peso proprio plinto*1,3 | | | | 117 kN |
| Reazione uniforme verticale del terreno | | | | 143,2 kN/m2 |
| Tensioni sul terreno | | | | 1,43 kgf/cm2 |

La tensione agente è compatibile con il terreno in oggetto, peraltro già consolidato.

Inoltre la variazione dei carichi rispetto alla configurazione precedente alla demolizione della parete è modesta.

Pertanto si può considerare verificato l'intervento.

10 SOLAI DI CALPESTIO DEL PIANO TERRA

10.1 SOLAIO SOPRAELEVATO VANO: 00.11 PRIMO A SX

10.1.1.1 Orditura in acciaio per pavimento flottante

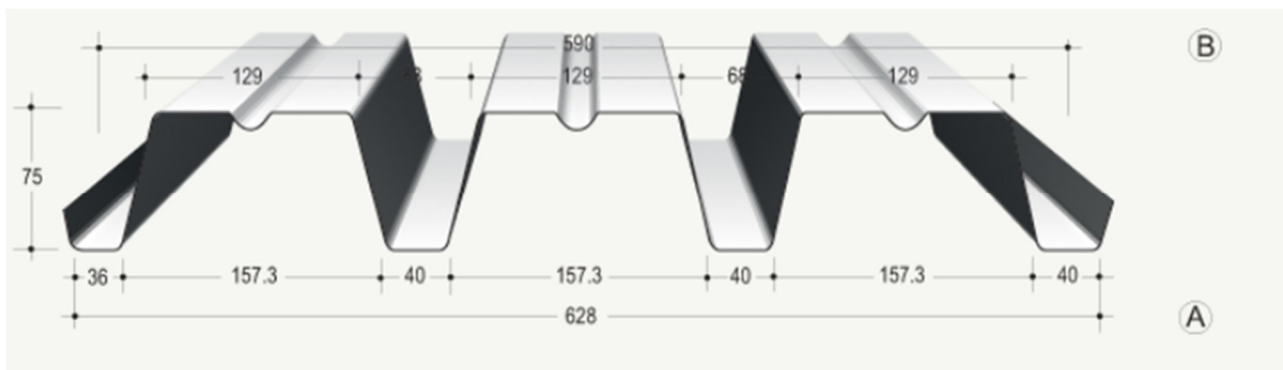
| Analisi dei carichi | SLE RARA | gamma | SLU | |
|---------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| Pavimento | 1,50 | 1,3 | 1,95 | |
| Q accidentale | 5,00 | 1,5 | 7,50 | |
| | 6,50 | | 9,45 | kN/m2 |
| interasse travi | | | | |
| | 0,6 m | | | |

| Verifica abbassamento SLE RARA | |
|--------------------------------|---------------|
| q_SLE RARA | 3,90 kN/m |
| L | 2520 mm |
| E | 210000 MPa |
| J | 1710000,0 mm4 |
| limite abbassamento 1/... | 300 |
| quindi | |
| w<... | 8,4 mm |
| vs | |
| w_effettivo | 5,7 mm |
| IPE | 100 |

| Verifica SLU | |
|--------------|-----------|
| Ved | 7,14 kN |
| Med | 4,5 kNm |
| Av | 50800 mm2 |
| W_ed | 34200 mm3 |
| Sigma_ed | 131,6 MPa |
| Tau_ed | 0,21 MPa |
| Sigma_id | 131,6 MPa |

10.1.1.2 Lamiera grecata tipo RWPI SRL R/C 400

Acciaio inox AISI 304



| | | CARICO MASSIMO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO (daN/m²) - FRECCIA * | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Spessore coibente (mm) | Spessore lamiera (mm) | Distanza tra gli appoggi 'L' in metri | | | | | | | | | | |
| | | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 3,50 | 4,00 | 4,50 | 5,00 | 5,50 | 6,00 |
| 0 | 1,5 | 6500 | 2889 | 1625 | 1040 | 612 | 385 | 258 | 181 | 132 | — | — |

| Analisi dei carichi | SLE RARA | gamma | SLU | |
|--|-----------------|--------------|-------------|-------------------|
| soletta in calcestruzzo fresco: sp. equivalente 7 cm | 1,75 | 1,3 | 2,28 | kN/m ² |
| Q accidentale | 5,00 | 1,5 | 7,50 | kN/m ² |
| | 6,75 | | 9,78 | kN/m ² |

La lamiera grecata è sufficiente a sostenere il carico del cls fresco.

Una volta maturato il getto la soletta composta acciaio – calcestruzzo supporta il carico accidentale di 7.5 kN/m².

10.2 SOLAIO SOPRAELEVATO VANO: 00.12 SECONDO A SX

10.2.1.1 Orditura in acciaio per pavimento flottante

| Analisi dei carichi | SLE RARA | gamma | SLU | |
|---------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| Pavimento | 1,50 | 1,3 | 1,95 | |
| Q accidentale | 5,00 | 1,5 | 7,50 | |
| | 6,50 | | 9,45 | kN/m2 |
| interasse travi | 0,6 m | | | |

| Verifica abbassamento SLE RARA | |
|--------------------------------|---------------|
| q_SLE RARA | 3,90 kN/m |
| L | 3990 mm |
| E | 210000 MPa |
| J | 5412000,0 mm4 |
| limite abbassamento 1/... | 300 |
| quindi | |
| w<... | 13,3 mm |
| vs | |
| w_effettivo | 11,3 mm |
| IPE | 140 |

| Verifica SLU | |
|--------------|-----------|
| Ved | 11,31 kN |
| Med | 11,3 kNm |
| Av | 76400 mm2 |
| W_ed | 77300 mm3 |
| Sigma_ed | 146,0 MPa |
| Tau_ed | 0,22 MPa |
| Sigma_id | 146,0 MPa |

10.2.1.2 Lamiera grecata tipo RWPI SRL R/C 400

Si rimanda alle analoghe considerazioni di cui al capitolo precedente, in quanto la luce è inferiore a quella calcolata in precedenza.

10.3 SOLAIO SOPRAELEVATO VANO: 00.07 TORRE

10.3.1.1 Orditura in acciaio solaio per pavimento flottante

| Analisi dei carichi | SLE RARA | gamma | SLU | |
|---------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| Pavimento | 1,50 | 1,3 | 1,95 | |
| Q accidentale | 5,00 | 1,5 | 7,50 | |
| | 6,50 | | 9,45 | kN/m2 |
| interasse travi | 0,6 m | | | |

| Verifica SLU | |
|---------------------|------------|
| Ved | 12,50 kN |
| Med | 13,8 kNm |
| Av | 96600 mm2 |
| W _{ed} | 108700 mm3 |
| Sigma _{ed} | 126,8 MPa |
| Tau _{ed} | 0,19 MPa |
| Sigma _{id} | 126,8 MPa |

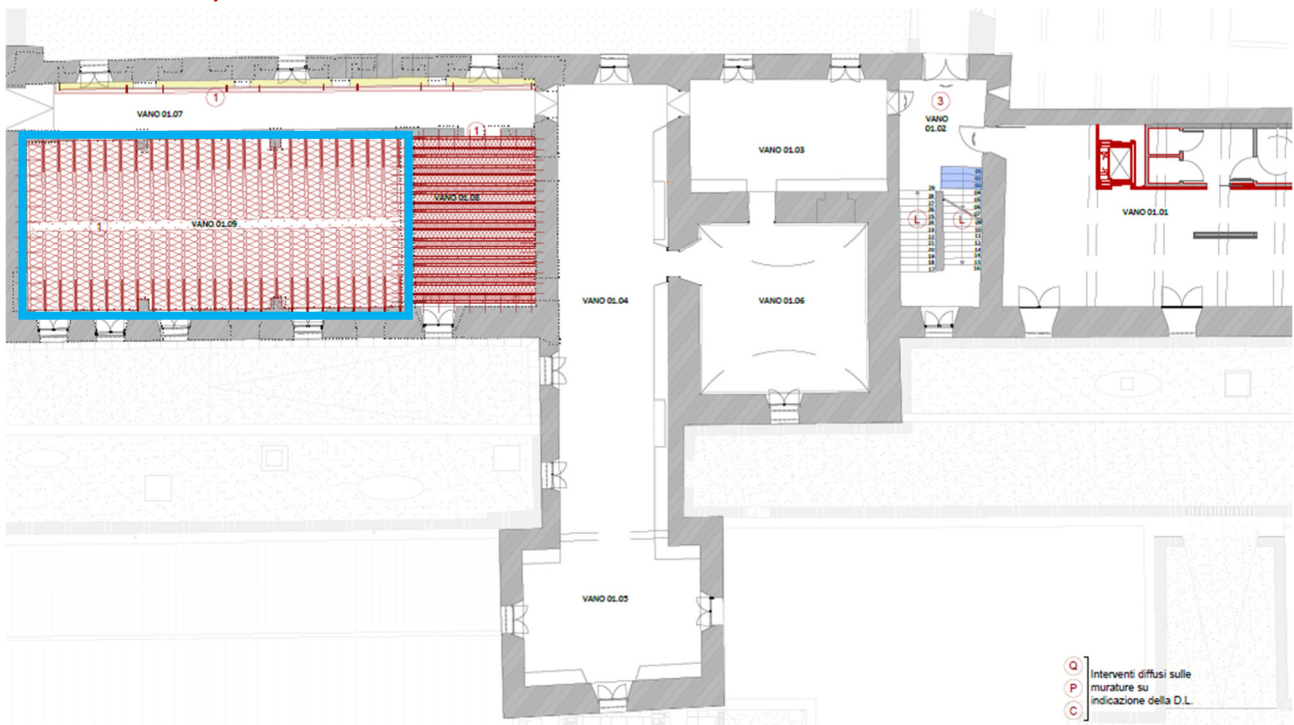
| Verifica abbassamento SLE RARA | |
|--------------------------------|---------------|
| q _{SLE RARA} | 3,90 kN/m |
| L | 4410 mm |
| E | 210000 MPa |
| J | 8693000,0 mm4 |
| limite abbassamento 1/... | 300 |
| quindi | |
| w<... | 14,7 mm |
| vs | |
| w _{effettivo} | 10,5 mm |
| IPE | 160 |

10.3.1.2 Lamiera grecata tipo RWPI SRL R/C 400

Si rimanda alle analoghe considerazioni di cui al capitolo precedente, in quanto la luce è inferiore a quella calcolata in precedenza.

11 SOLAI DI CALPESTIO DEL PRIMO PIANO

11.1 SOLAIO SI, SOPRA V 00.11



Come si può evincere dalle schermate riportate nel seguito si nota che il rinforzo a taglio in corrispondenza degli appoggi non è sufficiente. Per tale motivo si prevede nella fascia più a ridosso dell'appoggio di inserire un profilo UPN 65x42 lungo 120 cm disposto a correre sul travetto e connesso allo stesso mediante connettori fi 14 mm in acciaio ancorati con resina epossidica, passo 10 cm, $L=2/3 h$ travetto. Una barra fi16 mm in acciaio inserita nella muratura con resina epossidica è ripiegata e successivamente saldata al profilo stesso per dare continuità agli sforzi di trazione e taglio.

| Solai in c.a. con soletta connessa con CONNETTORI TECNARIA CE | | | | | |
|---|--|-----------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| Progetto: | 00.11 | | Superficie: | 0 | m ² Dati 1/2 |
| Materiali | cls esistente | C20/25 - Rck 25 | LC2: FC=1.20; $\gamma_{cls_es}=1,5$ | x | $\gamma_{cls_es} = 1,80$ |
| | cls nuovo | C28/35 - Rck 35 | | | $\gamma_{cls_nuovo} = 1,50$ |
| | acciaio esistente | FeB38 (a.m., D.M. 30/05/74) | LC2: FC=1.20; $\gamma_{acc_es}=\gamma_{adi}$ | x | $\gamma_{acc_es} = 1,38$ |
| | acciaio nuovo | B450C | | | $\gamma_{acciaio_nuovo} = 1,15$ |
| Geometria | | | | | |
| misure in cm | | | | | |
| spessore nuova soletta in c.a. | 4 | | nuova soletta collaborante | | |
| base e altezza eventuale raccordo in c.a. | 10 | x | 4 | tramite isolante - es: sez. 3 e 4 in | |
| spessore soletta esistente | 5 | | spessore eventuale soletta existen | | |
| base e altezza travetto esistente | 10 | x | 24 | altezza esclusa la soletta esistente | |
| interasse travetti | 60 | | da asse travetto ad asse travetto | | |
| n. campate: | 1 | | | | |
| Lunghezza: (cm) | 655 | | | | |
| Vincoli agli appoggi laterali | Rigidezza bassa - Rigidezza bassa | | | M _{sx} = | $-(g_1+g_2+q) L^2/48$ |
| | | | | M _{dx} = | $-(g_1+g_2+q) L^2/48$ |
| Connettore | <input type="radio"/> CTCEM-E (CE) <input type="radio"/> MiniCEM-E (CE) <input type="radio"/> VCEM-E (CE) <input checked="" type="radio"/> NanoCEM-E (CE) | | | | |
| Armature | <input checked="" type="checkbox"/> Armatura differente per zone | | | | |
| <i>per travetto</i> | | | | | |
| Armatura differente per zone | sx | cen | dx | Interfero | |
| | | | | cm | |
| Nuova superiore | cm ² | 1,69 | 1,69 | 1,69 | 2,0 |
| Esistente superiore | cm ² | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,0 |
| Esistente inferiore | cm ² | 3,08 | 5,62 | 3,08 | 2,0 |
| Estensione zona | cm | 66 | 524 | 66 | |
| Lunghezza zona cls pieno agli appoggi | sx | dx | | cm | |
| | | 0 | 0 | | |
| Carichi | peso proprio solaio esistente 3,25 kN/m ² $\gamma_{G1} = 1,30$ | | | | |
| | peso rinforzo 1,17 kN/m ² $\gamma_{G1} = 1,30$ | | | | |
| Permanenti | Compiutamente definiti (es sottofondo) | | 1,52 | kN/m ² | $\gamma_{G1} = 1,30$ |
| | Compiutamente definiti (es pavimento) | | 0 | kN/m ² | $\gamma_{G1} = 1,30$ |
| | Non compiutamente definiti (es tramezze) | | 0 | kN/m ² | $\gamma_{G2} = 1,50$ |
| | Non compiutamente definiti (altri) | | 0 | kN/m ² | $\gamma_{G2} = 1,50$ |
| Variabili | Variabili | | 5 | kN/m ² | $\gamma_Q = 1,50$ |

Solai in c.a. con soletta connessa con CONNETTORI TECNARIA CE

Progetto: 00.11 **Risultati 2/2**

Solaio puntellato fino a maturazione del cls. Se classe d'uso IV verificare la freccia

| | | | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---|
| Carico totale per travetto | g ₁ 4,63 kN/m | g ₂ +q 4,50 kN/m | Coeff omog. 14,0 zone M+ n: 15,0 zone M- |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|---|

Resistenza a flessione Max M+ Ed: 40,8 kNm x =328 cm 1° camp: combinazione 2
 M + Rd: 49,8 kNm limite lato acciaio M+Ed <= M+Rd
 Max M- Ed: -8,2 kNm x =0 cm 1° campata combinazione 1
 M - Rd -21,5 kNm limite lato acciaio M-Ed <= M-Rd

Resistenza a taglio V Ed: **29,9** kN x =0 cm 1° campata
 (senza armatura a taglio) V Rd: 13,1 kN **VEd > VRd**

Resistenza allo scorrimento. Connettore NanoCEM-E (sporgenza gambo 45 mm)

i rottura secondo EN 1992-4 e EN1994-1: Acciaio
 tenza allo scorrimento in zona non fessurata Pd: 5,33 kN
 Resistenza allo scorrimento in zona fessurata Pd: 5,33 kN

Spaziatura connettori

| Zone: | Totale | 1° campata | | |
|-----------------------|-----------|------------|-----|-----|
| | | sx | cen | dx |
| Lunghezze zone: cm | 655 | 164 | 328 | 164 |
| Passo: cm | | 8 | 24 | 8 |
| Numero di connettori: | 57 | 22 | 13 | 22 |

Incidenza media: Conn/m2 **14,5** Tot: **0** Distanza minima tra connettori (cm): 8,5

Grafici: Distanza tra i connettori inferiore alla spaziatura minima

Momento kNm

Taglio kN comb1

Scorrimento kN/cm comb1

| DIMENSIONAMENTO RINFORZO SOLAI IN CALCESTRUZZO ARMATO TRAMITE SOLETTA COLLABORANTE CON CONNETTORI CE TECNARIA | | | | | | | | | | v 4.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------------|--|-------------|-------------------|-------------------------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|------|----|-----|----|--|--|--|--|--|--|----|-----------------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|-----|---------------------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|-----|---------------------|------|------|------|--|--|--|--|--|--|-----|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|--------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|---|--|--|--|--|--|--|
| Verifiche secondo il D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni". | | | | | | | | | | Resistenza connettore calcolata secondo EN 1992-4 ed ETA20/0831 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solaio a travetti e pignatte. Travetti puntellati durante la maturazione del calcestruzzo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Progetto: 00.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Geometria: | Numero di campate: | 1 | | | Vincolo sinistro: Appoggio | M _{sx} = -(g ₁ +g ₂ +q) L ₂ /48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lunghezza campate: | 655 cm | | | Vincolo destro: Appoggio | M _{dx} = -(g ₁ +g ₂ +q) L ₂ /48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Spessore soletta collaborante: | 4 cm | | | Interasse travetti: | 60 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Spessore eventuale raccordo: | 4 cm | | | Larghezza raccordo: | 10 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Spessore soletta preesistente: | 5 cm | | | Smusso angoli superiori pignatta: | 2 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Altezza travetto: | 24 cm | | | Larghezza travetto: | 10 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Armature per travetto in cm²</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th>Interferro</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th>sx</th> <th>cen</th> <th>dx</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th>cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nuova superiore</td> <td>1,69</td> <td>1,69</td> <td>1,69</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>Esistente superiore</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>Esistente inferiore</td> <td>3,08</td> <td>5,62</td> <td>3,08</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td colspan="11">Estensione della zona in cm</td> </tr> <tr> <td></td> <td>66</td> <td>524</td> <td>66</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="11">Zone cls pieno agli appoggi in</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | Armature per travetto in cm ² | | | | | | | | | | Interferro | Zona | sx | cen | dx | | | | | | | cm | Nuova superiore | 1,69 | 1,69 | 1,69 | | | | | | | 2,0 | Esistente superiore | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 2,0 | Esistente inferiore | 3,08 | 5,62 | 3,08 | | | | | | | 2,0 | Estensione della zona in cm | | | | | | | | | | | | 66 | 524 | 66 | | | | | | | | Zone cls pieno agli appoggi in | | | | | | | | | | | | 0 | | 0 | | | | | | |
| Armature per travetto in cm ² | | | | | | | | | | Interferro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona | sx | cen | dx | | | | | | | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nuova superiore | 1,69 | 1,69 | 1,69 | | | | | | | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esistente superiore | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esistente inferiore | 3,08 | 5,62 | 3,08 | | | | | | | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estensione della zona in cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 66 | 524 | 66 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zone cls pieno agli appoggi in | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiali: | Calcestruzzo esistente | C20/25 - R _{ck} 25 | | | R _{ck} = | 25 N/mm ² | | E _{cm} = | 29962 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | α _{cc} = 0,85 | | | FC · γ _{cls es} = | 1,80 | | peso = | 2500 kg/m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calcestruzzo di rinforzo | C28/35 - R _{ck} 35 | | | R _{ck} = | 35 N/mm ² | | E _{cm} = | 32308 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | γ _{cls nuovo} = | 1,50 | | peso = | 2500 kg/m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armatura esistente | FeB38 (a.m., D.M. 30/05/74) | | | FC · γ _{acc es} = | 1,38 | | f _{yk} = | 373 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Connettore NanoCEM-E | Sporgenza gambo: 45 mm | | | Resistenza a taglio di progetto in zona non fessurata : | | 5,33 kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Affondamento totale: 55 mm | | | Resistenza a taglio di progetto in zona fessurata : | | 5,33 kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Affondamento effettivo: 42 mm | | | Tipo di rottura secondo EN 1992-4 e EN1994-1: Acciaio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carichi: | Peso proprio solaio esistente | 3,25 KN/m ² | | | | Superficie di rottura del cono di calcestruzzo utilizzata e superficie di aderenza utilizzata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | γ _{G1} = 1,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Peso rinforzo | 1,17 KN/m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | γ _{G1} = 1,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Compiutamente definiti | 1,52 KN/m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azioni: | Non compiutamente definiti | 0 KN/m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Variabili | 5 KN/m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | γ _{G2} = 1,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | g ₁ , per travetto | 4,63 kN/m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | g ₂ +q, per travetto | 4,50 kN/m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flessione: | Coefficiente di omogenizzazione: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 14,0 per le zone soggette a momento positivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15,0 per le zone soggette a momento negativo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Massimo momento positivo agente: | 40,8 KNm | | | x =328 cm 1° campata combinazione 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Massimo momento positivo resistente: | 49,8 KNm | | | limite lato acciaio | | | M+Ed ≤ M+Rd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Massimo momento negativo agente: | -8,2 KNm | | | x =0 cm 1° campata combinazione 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Massimo momento negativo resistente: | -21,5 KNm | | | limite lato acciaio | | | M-Ed ≤ M-Rd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Momenti resistenti calcolati con materiali mantenuti entro il loro limite elastico (calcolo elastico). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taglio: | Taglio agente nella zona più critica | 29,9 kN | | | x =0 cm 1° campata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Taglio resistente | 13,1 kN | | | | | | VED > VRd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Taglio resistente calcolato con formule NTC2018 per sezioni prive di armature a taglio. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taglio orizzontale: | Connessione Distanza tra i connettori inferiore alla spaziatura minima Distanza minima tra connettori (cm): 8,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Totale | 1° campata | | | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Zone: | | sx | cen | dx | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lunghezze zone: | cm | 655 | 164 | 328 | 164 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Passo: | cm | 8 | 24 | 8 | 8 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Numero di connettori: | | 57 | 22 | 13 | 22 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Scorrimento agente massimo: 0,92 kN/cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Numero medio di connettori a metro quadrato: 14,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Resistenza allo scorrimento affidata all'aderenza: 0,21 kN/cm. Superficie su cui agisce l'effetto: 10 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calcestruzzo esistente liscio (cassero scorrevole o estruso, superficie libera) EC2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | c = 0,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | μ = 0,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Verifica secondo EN1992-1-1 §7.4.2 "Casi in cui il calcolo dell'infissione può essere omesso"

$L/d = 18,7 > L/d \text{ limite} = 17,5$ Necessaria verifica di freccia 1° campata, solo per costruzioni di classe d'uso IV come indicato al § 8.3 delle NTC 2018

Note:

La presenza di una cappa esistente influenza il calcolo di resistenza per rottura a taglio per bordo in modo non espresso nella norma EN1992-4. Il calcolo viene fatto considerando il contributo di resistenza della cappa esistente.

La correttezza della presente relazione e la sua adeguatezza allo specifico intervento deve essere verificata da un professionista abilitato ai sensi di legge.

Calcolo resistenza a taglio del connettore

$V_{Rd,s}$ Rottura dell'acciaio senza braccio di leva

$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 7,5 / 1,25 = 6,00 \text{ kN}$ (Tab. C3 ETA 20/0831)

$V_{Rd,s,M}$ Rottura dell'acciaio con braccio di leva

Modo di rottura non preso in considerazione dato che la soletta integrativa agisce sul connettore senza braccio di leva.

$V_{Rd,cp}$ Rottura per pry-out del calcestruzzo

$V_{Rd,cp} = k_{\alpha} \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc} = 8,93 \text{ kN in zona non fessurata}$ (formula 7.39a EN 1992-4) $k_{\alpha} = 1$ (Tabella C3 ETA 20/0831)

$6,25 \text{ kN in zona fessurata}$

$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$

$N_{Rk,c}^0 = 13,39 \text{ kN}$ in zona non fessurata
 $9,37 \text{ kN}$ in zona fessurata

$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 1,00$ *

$\psi_{s,N} = 1,00$

$\psi_{re,N} = 1,00$

$\psi_{ec,N} = 1,00$

$\psi_{M,N} = 1,00$

$\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_{inst} = 1,5 \cdot 1 = 1,5$ (Tab. 4.1 EN 1992-4 + Tab. C3 ETA 20/0831)

$V_{Rd,c}$ Rottura del bordo di calcestruzzo

$V_{Rd,c} = V_{Rd,c \text{ travetto}} + V_{Rd,c \text{ soletta}} + V_{Rd,c \text{ pignatta}}$
 $= 91,85 \text{ kN in zona non fessurata}$
 $= 89,85 \text{ kN in zona fessurata}$

$V_{Rd,c \text{ travetto}} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} =$
 $= 6,85 \text{ kN in zona non fessurata}$
 $= 4,85 \text{ kN in zona fessurata}$

$V_{Rk,c}^0 = 5,71 \text{ kN}$ in zona non fess. (for. 7.40 EN 1992-4)
 $4,05 \text{ kN}$ in zona fessurata

$A_{c,V} / A_{c,V}^0 = 1,00$ *

$\psi_{s,V} = 0,9$

$\psi_{h,V} = 1,00$

$\psi_{ec,V} = 1,00$

$\psi_{a,V} = 2,00$ $\alpha = 90^\circ$

$\psi_{re,V} = 1,000$

$V_{\text{rottura sol.}} = 85 \text{ kN}$ *

$V_{\text{instabilità si}} = 615,44 \text{ kN}$ *

$V_{Rd,c \text{ soletta}} = \text{Min} (V_{\text{rottura soletta}}; V_{\text{instabilità soletta}})$
 $= 85,00 \text{ kN}$

$V_{Rd,c \text{ pignatta}} = 0,00 \text{ kN}$

$P_{Rd,s}$ Rottura acciaio connettore nella nuova soletta (D.M. 17/02/2018 § 4.3.4.3.1.2)

$P_{Rd,s} = \frac{0,8 f_{td} \pi d^2 / 4}{\gamma_v} = 9,05 \text{ kN}$

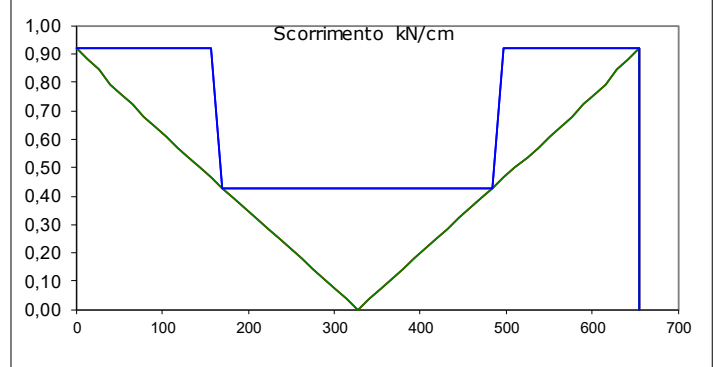
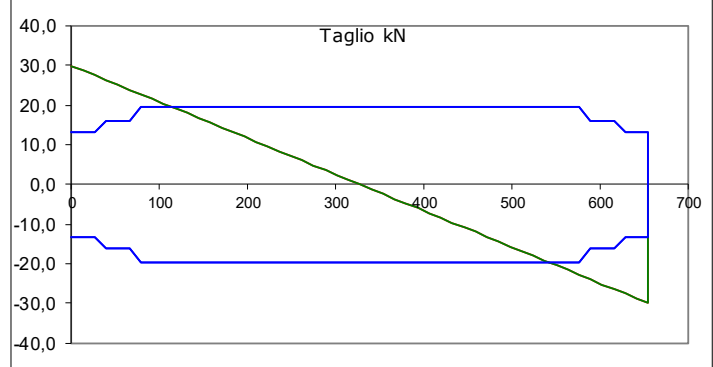
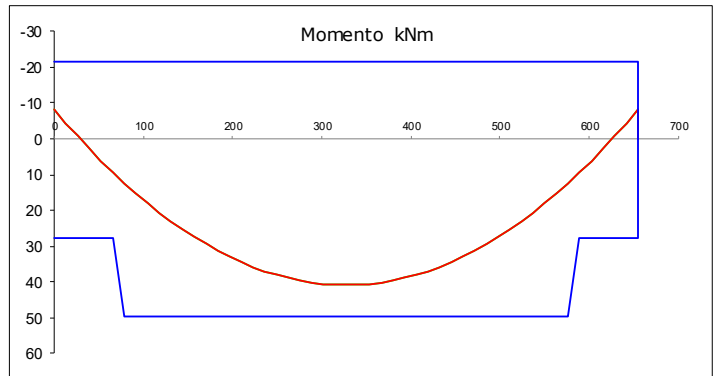
$P_{Rd,c}$ Rottura calcestruzzo connettore nella nuova soletta (D.M. 17/02/2018 § 4.3.4.3.1.2) *

$P_{Rd,c} = \frac{0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_v} = 13,50 \text{ kN}$

* = Aspetti di calcolo non descritti nel EN 1992-4 o nel capitolo 4.3.4.3.1.2 del D.M. 17/02/2018.

| Coordi ata | Campata | Arm. nuova soletta | distanza da sopra | Arm. soletta esistente | distanza da sopra | Arm. travetto | distanza da sopra | Larghezz soletta efficace | Spessor a nuova soletta | Larghezz a raccord o | Altezza raccord o | Larghezz a sol. esistent e efficace | Spessor a sol. esistent e | Larghezz a travetto | Altezza travetto |
|---------------|---------|--------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| cm | | cm2 | cm | cm2 | cm | cm2 | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm |
| 0 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 3,1 | 35 | 19,17 | 4 | 10 | 4 | 19,17 | 5 | 10 | 24 |
| 66 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 3,1 | 35 | 60 | 4 | 10 | 4 | 60 | 5 | 10 | 24 |
| 79 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 5,6 | 35 | 60 | 4 | 10 | 4 | 60 | 5 | 10 | 24 |
| 328 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 5,6 | 35 | 60 | 4 | 10 | 4 | 60 | 5 | 10 | 24 |
| 576 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 5,6 | 35 | 60 | 4 | 10 | 4 | 60 | 5 | 10 | 24 |
| 590 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 3,1 | 35 | 60 | 4 | 10 | 4 | 60 | 5 | 10 | 24 |
| 655 | 1 | 1,7 | 2 | 0,0 | 10 | 3,1 | 35 | 19,17 | 4 | 10 | 4 | 19,17 | 5 | 10 | 24 |

| Coordinata | MEd - Comb 1 | Ved - Comb 1 | vEd - Comb 1 | MEd - Comb 2 | Ved - Comb 2 | vEd - Comb 2 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| cm | kNm | kN | kN/cm | kNm | kN | kN/cm |
| 0 | -8,2 | 29,9 | 0,9 | -8,2 | 29,9 | 0,9 |
| 66 | 9,5 | 23,9 | 0,7 | 9,5 | 23,9 | 0,7 |
| 79 | 12,5 | 22,7 | 0,7 | 12,5 | 22,7 | 0,7 |
| 328 | 40,8 | 0,0 | 0,0 | 40,8 | 0,0 | 0,0 |
| 576 | 12,5 | -22,7 | 0,7 | 12,5 | -22,7 | 0,7 |
| 590 | 9,5 | -23,9 | 0,7 | 9,5 | -23,9 | 0,7 |
| 655 | -8,2 | -29,9 | 0,9 | -8,2 | -29,9 | 0,9 |



| Coordinata | MRd (-) | MRd (+) | VRd - Comb 1 | VRd - Comb 2 | vRd - Comb 1 | vRd - Comb 2 | y - Comb 1 | n - Comb 1 | J - Comb 1 | S - Comb 1 | y - Comb 2 | n - Comb 2 | J - Comb 2 | S - Comb 2 | vRcd | s |
|------------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-------|----|
| cm | kNm | kNm | kN | kN | kN/cm | kN/cm | cm | cm | cm ⁴ | cm ³ | cm | cm | cm ⁴ | cm ³ | kN/cm | cm |
| 0 | -21,5 | 4,1 | 13,1 | 13,1 | 0,92 | 0,92 | 28,4 | 15,0 | 21824 | 670,8 | 28,4 | 15,0 | 21824 | 670,8 | 0,21 | 8 |
| 66 | -21,5 | 27,6 | 16,0 | 16,0 | 0,92 | 0,92 | 6,5 | 14,0 | 40735 | 1227,5 | 6,5 | 14,0 | 40735 | 1227,5 | 0,21 | 10 |
| 79 | -21,7 | 49,8 | 19,5 | 19,5 | 0,92 | 0,92 | 9,1 | 14,0 | 66854 | 1999,7 | 9,1 | 14,0 | 66854 | 1999,7 | 0,21 | 11 |
| 328 | -21,7 | 49,8 | 19,5 | 19,5 | 0,43 | 0,43 | 9,1 | 14,0 | 66854 | 1999,7 | 9,1 | 14,0 | 66854 | 1999,7 | 0,21 | 50 |
| 576 | -21,7 | 49,8 | 19,5 | 19,5 | 0,92 | 0,92 | 9,1 | 14,0 | 66854 | 1999,7 | 9,1 | 14,0 | 66854 | 1999,7 | 0,21 | 11 |
| 590 | -21,5 | 27,6 | 16,0 | 16,0 | 0,92 | 0,92 | 6,5 | 14,0 | 40735 | 1227,5 | 6,5 | 14,0 | 40735 | 1227,5 | 0,21 | 10 |
| 655 | -21,5 | 27,6 | 13,1 | 13,1 | 0,92 | 0,92 | 28,4 | 15,0 | 21824 | 670,8 | 28,4 | 15,0 | 21824 | 670,8 | 0,21 | 8 |

11.2 SOLAIO SI, SOPRA V 00.12

| Solai in c.a. con soletta connessa con CONNETTORI TECNARIA CE | | | | | |
|---|--|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Progetto: | Solaio 00.12 | | Superficie: | 31 m ² | Dati 1/2 |
| Materiali | <i>cls esistente</i> | C20/25 - Rck 25 | LC2: FC=1.20; $\gamma_{cls_es}=1,5$ | x $\gamma_{cls_es} =$ | 1,80 |
| | <i>cls nuovo</i> | C28/35 - Rck 35 | | $\gamma_{cls_nuovo} =$ | 1,50 |
| | <i>acciaio esistente</i> | FeB38 (a.m., D.M. 30/05/74) | LC2: FC=1.20; $\gamma_{acc_es}=1,15$ | x $\gamma_{acc_es} =$ | 1,38 |
| | <i>acciaio nuovo</i> | B450C | | $\gamma_{acciaio_nuovo} =$ | 1,15 |
| Geometria | | | | | |
| misure in cm | | | | | |
| spessore nuova soletta in c.a. | 4 | | nuova soletta collaborante | | |
| base e altezza eventuale raccordo in c.a. | 10 | x | 6 | tramite isolante - es: sez. 3 e 4 in | |
| spessore soletta esistente | 2 | | spessore eventuale soletta existen | | |
| base e altezza travetto esistente | 10 | x | 16 | altezza esclusa la soletta esistente | |
| interasse travetti | 26 | | da asse travetto ad asse travetto | | |
| n. campate: | 1 | | | | |
| Lunghezza: (cm) | 470 | | | | |
| Vincoli agli appoggi laterali | Semiincastro - Semiincastro | | | M _{sx} = | $-(g_1+g_2+q) L^2/24$ |
| | | | | M _{dx} = | $-(g_1+g_2+q) L^2/24$ |
| Connettore | <input type="radio"/> CTCEM-E (CE) <input type="radio"/> MiniCEM-E (CE) <input type="radio"/> VCEM-E (CE) <input checked="" type="radio"/> NanoCEM-E (CE) | | | | |
| Armature | <input type="checkbox"/> Armatura differente per zone | | | | |
| <i>per travetto</i> | | | | | |
| Armatura costante | | | | | Interferro cm |
| Nuova superiore | cm ² | 0,65 | | | 2,0 |
| Esistente superiore | cm ² | 0,00 | | | 2,0 |
| Esistente inferiore | cm ² | 1,54 | | | 3,0 |
| Estensione zona | cm | 470 | | | |
| Lunghezza zona cls pieno agli appoggi | sx | 0 | dx | 0 | cm |
| Carichi | peso proprio solaio esistente 2,53 kN/m ² $\gamma_{G1} =$ 1,30 | | | | |
| | peso rinforzo 1,58 kN/m ² $\gamma_{G1} =$ 1,30 | | | | |
| Permanenti | Compiutamente definiti (es sottofondo) | | | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 |
| | Compiutamente definiti (es pavimento) | | 1,8 | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 |
| | Non compiutamente definiti (es tramezze) | | | $\gamma_{G2} =$ | 1,50 |
| | Non compiutamente definiti (altri) | | 0 | $\gamma_{G2} =$ | 1,50 |
| Variabili | Variabili | | 5 | $\gamma_Q =$ | 1,50 |

| Solai in c.a. con soletta connessa con CONNETTORI TECNARIA CE | | | | |
|--|---------|-------------------|----------------------------------|--|
| Progetto: Solaio 00.12 | | Risultati 2/2 | | |
| Solaio puntellato fino a maturazione del cls. Se classe d'uso IV verificare la freccia | | | | |
| Carico totale per travetto | | g_1 2,00 kN/m | Coeff omog. 14,0 zone M+ | |
| | | g_2+q 1,95 kN/m | n: 15,0 zone M- | |
| Resistenza a flessione Max M+ Ed: | | 7,3 kNm | $x = 235$ cm | 1° camp: combinazione 2 |
| | M + Rd: | 9,7 kNm | limite lato acciaio M+Ed <= M+Rd | |
| Max M- Ed: | | -3,6 kNm | $x = 0$ cm | 1° campata combinazione 1 |
| | M - Rd: | -6,1 kNm | limite lato acciaio M-Ed <= M-Rd | |
| Resistenza a taglio (senza armatura a taglio) | | V Ed: 9,3 kN | $x = 470$ cm | 1° campata |
| | | V Rd: 10,5 kN | VEd <= VRd | |
| Resistenza allo scorrimento. Connettore NanoCEM-E (sporgenza gambo 45 mm) | | | | |
| rottura secondo EN 1992-4 e EN1994-1: Acciaio tenza allo scorrimento in zona non fessurata Pd: 5,33 kN Resistenza allo scorrimento in zona fessurata Pd: 5,33 kN | | | | |
| Spaziatura connettori | | | | |
| | | Totale | 1° campata | |
| Zone: | | | sx | cen |
| Lunghezze zone: cm | 470 | | 18 | 235 |
| Passo: cm | | | 20 | 50 |
| Numero di connettori: | 17 | | 6 | 5 |
| Incidenza media: Conn/m2 | 13,9 | Tot: | 431 | Distanza minima tra connettori (cm): 8,5 |
| Grafici: | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| DIMENSIONAMENTO RINFORZO SOLAI IN CALCESTRUZZO ARMATO TRAMITE SOLETTA COLLABORANTE CON CONNETTORI CE TECNARIA | | | | | | | | | | v 4.14 | |
|---|--|--|---|---------------------------------|-----------------------------------|---|-------------------|---|---|---|--|
| Verifiche secondo il D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni". | | | | | | | | | | Resistenza connettore calcolata secondo EN 1992-4 ed ETA20/0831 | |
| Solaio a travetti e pignatte. Travetti puntellati durante la maturazione del calcestruzzo. | | | | | | | | | | | |
| Progetto: Solaio 00.12 | | | | | | | | | | | |
| Geometria: | Numero di campate: | 1 | | | Vincolo sinistro: Appoggio | M _{sx} = -(g ₁ +g ₂ +q) L ₂ /24 | | | | | |
| | Lunghezza campate: | 470 | cm | | Vincolo destro: Appoggio | M _{dx} = -(g ₁ +g ₂ +q) L ₂ /24 | | | | | |
| | Spessore soletta collaborante: | 4 | cm | | Interasse travetti: | 26 | cm | | | | |
| | Spessore eventuale raccordo: | 6 | cm | | Larghezza raccordo: | 10 | cm | | | | |
| | Spessore soletta preesistente: | 2 | cm | | Smusso angoli superiori pignatta: | 2 cm | | | | | |
| | Altezza travetto: | 16 | cm | | Larghezza travetto: | 10 | cm | | | | |
| | Armature per travetto in cm ² | | | | | | | | | Interferro | |
| | Nuova superiore | 0,65 | | | | | | | | cm | |
| | Esistente superiore | 0,00 | | | | | | | | 2,0 | |
| | Esistente inferiore | 1,54 | | | | | | | | 2,0 | |
| | Estensione della zona in cm | 470 | | | | | | | | 3,0 | |
| | Zone cls pieno agli appoggi in | 0 | 0 | | | | | | | | |
| Materiali: | Calcestruzzo esistente | C20/25 - Rck 25 | | R _{ck} = 25 | N/mm ² | E _{cm} = 29962 | N/mm ² | | | | |
| | | α _{cc} = 0,85 | | FC · γ _{cls es} = 1,80 | | peso = 2500 | kg/m ³ | | | | |
| | Calcestruzzo di rinforzo | C28/35 - Rck 35 | | R _{ck} = 35 | N/mm ² | E _{cm} = 32308 | N/mm ² | | | | |
| | | | | γ _{cls nuovo} = 1,50 | | peso = 2500 | kg/m ³ | | | | |
| | Armatura esistente | FeB38 (a.m., D.M. 30/05/74) | | FC · γ _{acc es} = 1,38 | | f _{yk} = 373 | N/mm ² | | | | |
| | Armatura nuova | B450C | | γ _{acc nuovo} = 1,15 | | f _{yd} = 270 | N/mm ² | | | | |
| Connettore NanoCEM-E | Sporgenza gambo: 45 mm | | Resistenza a taglio di progetto in zona non fessurata : | 5,33 kN | | | | | | | |
| | Affondamento totale: 55 mm | | Resistenza a taglio di progetto in zona fessurata : | 5,33 kN | | | | | | | |
| | Affondamento effettivo: 42 mm | | Tipo di rottura secondo EN 1992-4 e EN1994-1: | Acciaio | | | | | | | |
| Carichi: | Peso proprio solaio esistente | 2,53 | KN/m ² | γ _{GI} = 1,30 | | | | | | | |
| | Peso rinforzo | 1,58 | KN/m ² | γ _{GI} = 1,30 | | | | | | | |
| | Compiutamente definiti | 1,8 | KN/m ² | γ _{GI} = 1,30 | | | | | | | |
| | Non compiutamente definiti | 0 | KN/m ² | γ _{GI} = 1,30 | | | | | | | |
| | Variabili | 5 | KN/m ² | γ _{G2} = 1,50 | | | | | | | |
| | | | | γ _q = 1,50 | | | | | | | |
| Azioni: | g ₁ , per travetto | 2,00 | kN/m | | | | | | | | |
| | g ₂ +q, per travetto | 1,95 | kN/m | | | | | | | | |
| Flessione: | Coefficiente di omogenizzazione: | 14,0 per le zone soggette a momento positivo 15,0 per le zone soggette a momento negativo | | | | | | | | | |
| | Massimo momento positivo agente: | 7,3 | KNm | x = 235 | cm | 1° campata combinazione 2 | | | | | |
| | Massimo momento positivo resistente: | 9,7 | KNm | limite lato acciaio | | | | | | | M+Ed ≤ M+Rd |
| | Massimo momento negativo agente: | -3,6 | KNm | x = 0 | cm | 1° campata combinazione 1 | | | | | |
| | Massimo momento negativo resistente: | -6,1 | KNm | limite lato acciaio | | | | | | | M-Ed ≤ M-Rd |
| | Momenti resistenti calcolati con materiali mantenuti entro il loro limite elastico (calcolo elastico). | | | | | | | | | | |
| Taglio: | Taglio agente nella zona più critica | 9,3 | kN | x = 470 | cm | 1° campata | | | | | |
| | Taglio resistente | 10,5 | kN | | | | | | | | VEd ≤ VRd |
| | Taglio resistente calcolato con formule NTC2018 per sezioni prive di armature a taglio. | | | | | | | | | | |
| Taglio orizzontale: | Connessione | | | | | | | | | | - Distanza minima tra connettori (cm): 8,5 |
| | | | Totale | 1° campata | | | - | - | - | - | - |
| Zone: | | | sx | cen | dx | - | - | - | - | - | |
| Lunghezze zone: | cm | 470 | 118 | 235 | 118 | - | - | - | - | - | |
| Passo: | cm | 20 | 20 | 50 | 20 | - | - | - | - | - | |
| Numero di connettori: | | 17 | 6 | 5 | 6 | - | - | - | - | - | |
| Scorrimento agente massimo: 0,39 kN/cm | | | | | | | | | | | |
| Numero medio di connettori a metro quadrato: 13,9 | | | | | | | | | | | |
| Resistenza allo scorrimento affidata all'aderenza: 0,12 kN/cm. Superficie su cui agisce l'effetto: 10 cm | | | | | | | | | | | |
| Calcestruzzo esistente liscio (cassero scorrevole o estruso, superficie libera) EC2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | c = 0,2 | |
| | | | | | | | | | | μ = 0,6 | |

Verifica secondo EN1992-1-1 §7.4.2 "Casi in cui il calcolo dell'infissione può essere omesso"

$L/d = 18,8 > L/d \text{ limite} = 18,7$ Necessaria verifica di freccia 1° campata, solo per costruzioni di classe d'uso IV come indicato al § 8.3 delle NTC 2018

Note:

La presenza di una cappa esistente influenza il calcolo di resistenza per rottura a taglio per bordo in modo non espresso nella norma EN1992-4. Il calcolo viene fatto considerando il contributo di resistenza della cappa esistente.

La correttezza della presente relazione e la sua adeguatezza allo specifico intervento deve essere verificata da un professionista abilitato ai sensi di legge.

Calcolo resistenza a taglio del connettore

$V_{Rd,s}$ Rottura dell'acciaio senza braccio di leva
 $V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 7,5 / 1,25 = 6,00 \text{ kN}$ (Tab. C3 ETA 20/0831)

$V_{Rd,s,M}$ Rottura dell'acciaio con braccio di leva
 Modo di rottura non preso in considerazione dato che la soletta integrativa agisce sul connettore senza braccio di leva.

$V_{Rd,cp}$ Rottura per pry-out del calcestruzzo
 $V_{Rd,cp} = k_s \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc} = 8,93 \text{ kN in zona non fessurata}$ (formula 7.39a EN 1992-4) $k_s = 1$ (Tabella C3 ETA 20/0831)
 $6,25 \text{ kN in zona fessurata}$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$$

$N_{Rk,c}^0 = 13,39 \text{ kN}$ in zona non fessurata
 $9,37 \text{ kN}$ in zona fessurata

$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 1,00$ *
 $\psi_{s,N} = 1,00$
 $\psi_{re,N} = 1,00$
 $\psi_{ec,N} = 1,00$
 $\psi_{M,N} = 1,00$
 $\gamma_{Mc} = \gamma_C \cdot \gamma_{inst} = 1,5 \cdot 1 = 1,5$ (Tab. 4.1 EN 1992-4 + Tab. C3 ETA 20/0831)

$V_{Rd,c}$ Rottura del bordo di calcestruzzo
 $V_{Rd,c} = V_{Rd,c \text{ travetto}} + V_{Rd,c \text{ soletta}} + V_{Rd,c \text{ pignatta}}$
 $= 34,05 \text{ kN in zona non fessurata}$
 $= 32,05 \text{ kN in zona fessurata}$

$$V_{Rd,c \text{ travetto}} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} =$$

$V_{Rk,c}^0 = 5,71 \text{ kN}$ in zona non fess. (for. 7.40 EN 1992-4)
 $4,05 \text{ kN}$ in zona fessurata

$A_{c,V} / A_{c,V}^0 = 1,00$ *
 $\psi_{s,V} = 0,9$
 $\psi_{h,V} = 1,00$
 $\psi_{ec,V} = 1,00$
 $\psi_{a,V} = 2,00$ $\alpha = 90^\circ$
 $\psi_{re,V} = 1,000$
 $V_{\text{rottura sol.}} = 27,2 \text{ kN}$ *
 $V_{\text{instabilità si}} = 307,72 \text{ kN}$ *

$V_{Rd,c \text{ soletta}} = \text{Min} (V_{\text{rottura soletta}}; V_{\text{instabilità soletta}})$
 $= 27,20 \text{ kN}$
 $V_{Rd,c \text{ pignatta}} = 0,00 \text{ kN}$

$P_{Rd,s}$ Rottura acciaio connettore nella nuova soletta (D.M. 17/02/2018 § 4.3.4.3.1.2)
 $P_{Rd,s} = \frac{0,8 f_{td} \pi d^2 / 4}{\gamma_v} = 9,05 \text{ kN}$

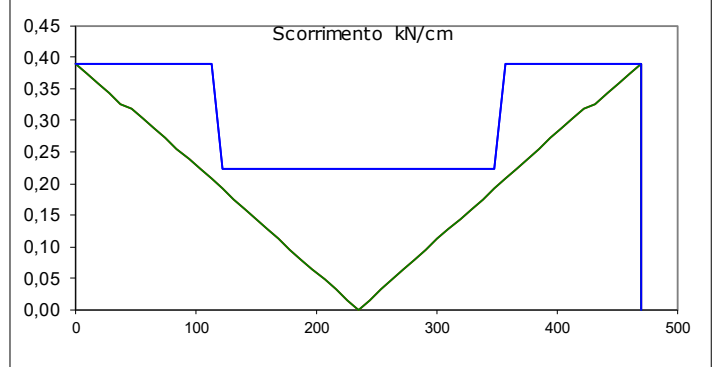
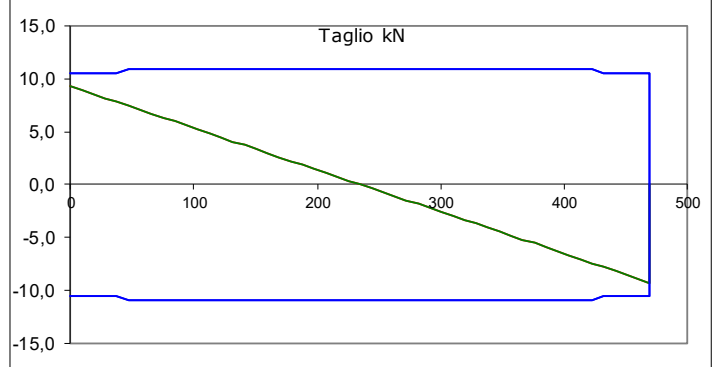
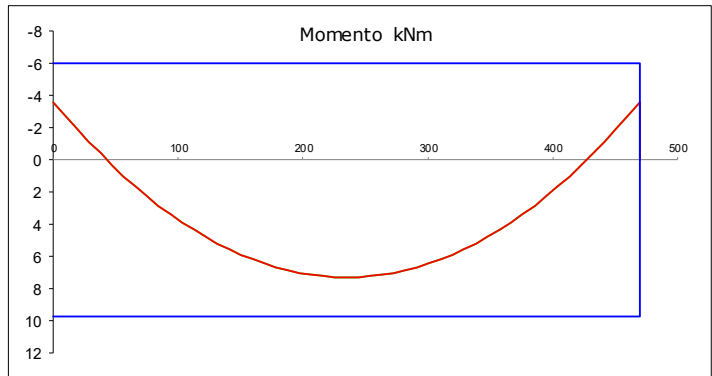
$P_{Rd,c}$ Rottura calcestruzzo connettore nella nuova soletta (D.M. 17/02/2018 § 4.3.4.3.1.2) *

$$P_{Rd,c} = \frac{0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_v} = 13,50 \text{ kN}$$

* = Aspetti di calcolo non descritti nel EN 1992-4 o nel capitolo 4.3.4.3.1.2 del D.M. 17/02/2018.

| Coordi ata | Campata | Arm. nuova soletta | distanza da sopra | Arm. soletta esistente | distanza da sopra | Arm. travetto | distanza da sopra | Larghezz a nuova soletta efficace | Spessor e nuova soletta | Larghezz a raccord o | Altezza raccord o | Larghezz a sol. esistent e efficace | Spessor e sol. esistent e | Larghezz a travetto | Altezza travetto |
|---------------|---------|--------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| cm | | cm2 | cm | cm2 | cm | cm2 | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm |
| 0 | 1 | 0,7 | 2 | 0,0 | 12 | 1,5 | 25 | 20,25 | 4 | 10 | 6 | 20,25 | 2 | 10 | 16 |
| 226 | 1 | 0,7 | 2 | 0,0 | 12 | 1,5 | 25 | 26 | 4 | 10 | 6 | 26 | 2 | 10 | 16 |
| 235 | 1 | 0,7 | 2 | 0,0 | 12 | 1,5 | 25 | 26 | 4 | 10 | 6 | 26 | 2 | 10 | 16 |
| 470 | 1 | 0,7 | 2 | 0,0 | 12 | 1,5 | 25 | 20,25 | 4 | 10 | 6 | 20,25 | 2 | 10 | 16 |

| Coordinata | MEd - Comb 1 | Ved - Comb 1 | vEd - Comb 1 | MEd - Comb 2 | Ved - Comb 2 | vEd - Comb 2 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| cm | kNm | kN | kN/cm | kNm | kN | kN/cm |
| 0 | -3,6 | 9,3 | 0,4 | -3,6 | 9,3 | 0,4 |
| 226 | 7,2 | 0,4 | 0,0 | 7,2 | 0,4 | 0,0 |
| 235 | 7,3 | 0,0 | 0,0 | 7,3 | 0,0 | 0,0 |
| 470 | -3,6 | -9,3 | 0,4 | -3,6 | -9,3 | 0,4 |



| Coordinata | MRd (-) | MRd (+) | VRd - Comb 1 | VRd - Comb 2 | vRd - Comb 1 | vRd - Comb 2 | y - Comb 1 | n - Comb 1 | J - Comb 1 | S - Comb 1 | y - Comb 2 | n - Comb 2 | J - Comb 2 | S - Comb 2 | vRcd | s |
|------------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-----------------|-----------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-------|----|
| cm | kNm | kNm | kN | kN | kN/cm | kN/cm | cm | cm | cm ⁴ | cm ³ | cm | cm | cm ⁴ | cm ³ | kN/cm | cm |
| 0 | -6,1 | 4,1 | 10,5 | 10,5 | 0,39 | 0,39 | 22,6 | 15,0 | 4800 | 201,1 | 22,6 | 15,0 | 4800 | 201,1 | 0,12 | 20 |
| 226 | -6,1 | 9,7 | 10,9 | 10,9 | 0,22 | 0,22 | 5,6 | 14,0 | 9727 | 418,3 | 5,6 | 14,0 | 9727 | 418,3 | 0,12 | 50 |
| 235 | -6,1 | 9,7 | 10,9 | 10,9 | 0,22 | 0,22 | 5,6 | 14,0 | 9727 | 418,3 | 5,6 | 14,0 | 9727 | 418,3 | 0,12 | 50 |
| 470 | -6,1 | 9,7 | 10,5 | 10,5 | 0,39 | 0,39 | 22,6 | 15,0 | 4800 | 201,1 | 22,6 | 15,0 | 4800 | 201,1 | 0,12 | 20 |

| Solai in c.a. con soletta connessa con CONNETTORI TECNARIA CE | | | | | | |
|--|--|-----------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------|
| Progetto: | Solaio sopra 01.08 | | Superficie: | 31 | m ² | Dati 1/2 |
| Materiali | cls esistente | C20/25 - Rck 25 | LC2: FC=1.20; $\gamma_{cls_es}=1,5$ | x | $\gamma_{cls_es} =$ | 1,80 |
| | cls nuovo | C25/30 - Rck 30 | | | $\gamma_{cls_nuovo} =$ | 1,50 |
| | acciaio esistente | B450C | LC2: FC=1.20; $\gamma_{acc_es}=1,15$ | x | $\gamma_{acc_es} =$ | 1,38 |
| | acciaio nuovo | B450C | | | $\gamma_{acciaio_nuovo} =$ | 1,15 |
| Geometria | | | | | | |
| spessore nuova soletta in c.a. 5 nuova soletta collaborante | | | | | | |
| base e altezza eventuale raccordo in c.a. 12 x 5 tramite isolante - es: sez. 3 e 4 in | | | | | | |
| spessore soletta esistente 4 spessore eventuale soletta esistente | | | | | | |
| base e altezza travetto esistente 12 x 20 altezza esclusa la soletta esistente | | | | | | |
| interasse travetti 60 da asse travetto ad asse travetto | | | | | | |
| n. campate: | 1 | | | | | |
| Lunghezza: (cm) | 470 | | | | | |
| Vincoli agli appoggi laterali | Semiincastro - Semiincastro | | | | M _{sx} = | $-(g_1+g_2+q) L^2/24$ |
| | | | | | M _{dx} = | $-(g_1+g_2+q) L^2/24$ |
| Connettore | <input type="radio"/> CTCEM-E (CE) <input type="radio"/> MiniCEM-E (CE) <input type="radio"/> VCEM-E (CE) <input checked="" type="radio"/> NanoCEM-E (CE) | | | | | |
| Armature | <input checked="" type="checkbox"/> Armatura differente per zone | | | | | |
| <i>per travetto</i> | | | | | | |
| Armatura differente per zone | sx | cen | dx | | Interfero | |
| | | | | | erro | |
| | | | | | cm | |
| Nuova superiore | cm ² | 1,53 | 0,36 | 1,53 | 2,0 | |
| Esistente superiore | cm ² | 1,28 | 0,00 | 1,28 | 3,0 | |
| Esistente inferiore | cm ² | 0,56 | 3,08 | 0,50 | 3,0 | |
| Estensione zona | cm | 80 | 310 | 80 | | |
| Lunghezza zona cls pieno agli appoggi | sx | | | dx | | |
| | | | | | cm | |
| | | | | | | |
| Carichi | peso proprio solaio esistente | 2,80 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | peso rinforzo | 1,50 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| Permanenti | Compiutamente definiti (es sottofondo) | | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | Compiutamente definiti (es pavimento) | 2 | kN/m ² | $\gamma_{G1} =$ | 1,30 | |
| | Non compiutamente definiti (es tramezze) | | kN/m ² | $\gamma_{G2} =$ | 1,50 | |
| | Non compiutamente definiti (altri) | 0 | kN/m ² | $\gamma_{G2} =$ | 1,50 | |
| Variabili | Variabili | 5 | kN/m ² | $\gamma_Q =$ | 1,50 | |

Solai in c.a. con soletta connessa con CONNETTORI TECNARIA CE

Progetto: Solaio sopra 01.08 **Risultati 2/2**

Solaio puntellato fino a maturazione del cls. --

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <i>Carico totale per travetto</i> | g ₁ 4,91 kN/m | Coeff omog. 14,3 zone M+ |
| | g ₂ +q 4,50 kN/m | n: 15,0 zone M- |

Resistenza a flessione Max M+ Ed: 17,3 kNm x =235 cm 1° camp: combinazione 2
 M + Rd: 29,2 kNm limite lato acciaio M+Ed <= M+Rd
 Max M- Ed: -8,7 kNm x =0 cm 1° campata combinazione 1
 M - Rd -16,3 kNm limite lato cls M-Ed <= M-Rd

Resistenza a taglio V Ed: **22,1** kN x =0 cm 1° campata
 (senza armatura a taglio) V Rd: 16,8 kN **VEd > VRd**

Resistenza allo scorrimento. **Connettore NanoCEM-E (sporgenza gambo 45 mm)**

i rottura secondo EN 1992-4 e EN1994-1: Acciaio
 tenza allo scorrimento in zona non fessurata Pd: 5,33 kN
 Resistenza allo scorrimento in zona fessurata Pd: 5,33 kN

Spaziatura connettori

| Zone: | Totale | 1° campata | | |
|-----------------------|-----------|------------|-----|-----|
| | | sx | cen | dx |
| Lunghezze zone: cm | 470 | 118 | 235 | 118 |
| Passo: cm | | 10 | 46 | 9 |
| Numero di connettori: | 30 | 12 | 5 | 13 |

Incidenza media: Conn/m2 **10,6** Tot: **330** Distanza minima tra connettori (cm): 8,5

Grafici:

Momento kNm

Taglio kN comb1

Scorrimento kN/cm comb1

| DIMENSIONAMENTO RINFORZO SOLAI IN CALCESTRUZZO ARMATO TRAMITE SOLETTA COLLABORANTE CON CONNETTORI CE TECNARIA | | | | | | | | | | v 4.14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|--------|---|-------------------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|------------|--|------|----|-----|----|--|--|--|--|----|--|-----------------|------|------|------|--|--|--|--|-----|--|---------------------|------|------|------|--|--|--|--|-----|--|---------------------|------|------|------|--|--|--|--|-----|--|-----------------------------|----|-----|----|--|--|--|--|--|--|--------------------------------|---|--|---|--|--|--|--|--|
| Verifiche secondo il D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni". | | | | | | | | | | Resistenza connettore calcolata secondo EN 1992-4 ed ETA20/0831 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solaio a travetti e pignatte. Travetti puntellati durante la maturazione del calcestruzzo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Progetto: Solaio sopra 01.08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Geometria: | Numero di campate: | 1 | | | Vincolo sinistro: Appoggio | M _{sx} = -(g ₁ +g ₂ +q) L ₂ /24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lunghezza campate: | 470 | cm | | Vincolo destro: Appoggio | M _{dx} = -(g ₁ +g ₂ +q) L ₂ /24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Spessore soletta collaborante: | 5 | cm | | Interasse travetti: | 60 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Spessore eventuale raccordo: | 5 | cm | | Larghezza raccordo: | 12 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Spessore soletta preesistente: | 4 | cm | | Smusso angoli superiori pignatta: | 2 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Altezza travetto: | 20 | cm | | Larghezza travetto: | 12 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Armature per travetto in cm²</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">Interferro</th> </tr> <tr> <th>Zona</th> <th>sx</th> <th>cen</th> <th>dx</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nuova superiore</td> <td>1,53</td> <td>0,36</td> <td>1,53</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">2,0</td> </tr> <tr> <td>Esistente superiore</td> <td>1,28</td> <td>0,00</td> <td>1,28</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">3,0</td> </tr> <tr> <td>Esistente inferiore</td> <td>0,56</td> <td>3,08</td> <td>0,50</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">3,0</td> </tr> <tr> <td>Estensione della zona in cm</td> <td>80</td> <td>310</td> <td>80</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Zone cls pieno agli appoggi in</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | Armature per travetto in cm ² | | | | | | | | Interferro | | Zona | sx | cen | dx | | | | | cm | | Nuova superiore | 1,53 | 0,36 | 1,53 | | | | | 2,0 | | Esistente superiore | 1,28 | 0,00 | 1,28 | | | | | 3,0 | | Esistente inferiore | 0,56 | 3,08 | 0,50 | | | | | 3,0 | | Estensione della zona in cm | 80 | 310 | 80 | | | | | | | Zone cls pieno agli appoggi in | 0 | | 0 | | | | | |
| Armature per travetto in cm ² | | | | | | | | Interferro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zona | sx | cen | dx | | | | | cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nuova superiore | 1,53 | 0,36 | 1,53 | | | | | 2,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esistente superiore | 1,28 | 0,00 | 1,28 | | | | | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Esistente inferiore | 0,56 | 3,08 | 0,50 | | | | | 3,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estensione della zona in cm | 80 | 310 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zone cls pieno agli appoggi in | 0 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiali: | Calcestruzzo esistente | C20/25 - R _{ck} 25 | | | R _{ck} = | 25 | N/mm ² | E _{cm} = | 29962 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | α _{cc} = 0,85 | | | FC · γ _{cls es} = | 1,80 | | peso = | 2500 kg/m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calcestruzzo di rinforzo | C25/30 - R _{ck} 30 | | | R _{ck} = | 30 | N/mm ² | E _{cm} = | 31476 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | γ _{cls nuovo} = | 1,50 | | peso = | 2500 kg/m ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armatura esistente | B450C | | | | | | f _{yk} = | 450 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Armatura nuova | B450C | | | FC · γ _{acc es} = | 1,38 | | f _{yd} = | 326 N/mm ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Connettore NanoCEM-E | Sporgenza gambo: 45 mm | | | Resistenza a taglio di progetto in zona non fessurata : | | 5,33 kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Affondamento totale: 55 mm | | | Resistenza a taglio di progetto in zona fessurata : | | 5,33 kN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Affondamento effettivo: 42 mm | | | Tipo di rottura secondo EN 1992-4 e EN1994-1: | | Acciaio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carichi: | Peso proprio solaio esistente | 2,80 KN/m ² | | | γ _{G1} = | 1,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Peso rinforzo | 1,50 KN/m ² | | | γ _{G1} = | 1,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Compiutamente definiti | 2 KN/m ² | | | γ _{G1} = | 1,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Non compiutamente definiti | 0 KN/m ² | | | γ _{G2} = | 1,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Variabili | 5 KN/m ² | | | γ _q = | 1,50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Azioni: | g ₁ , per travetto | 4,91 kN/m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | g ₂ +q, per travetto | 4,50 kN/m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flessione: | Coefficiente di omogenizzazione: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 14,3 per le zone soggette a momento positivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15,0 per le zone soggette a momento negativo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Massimo momento positivo agente: | 17,3 KNm | | | x =235 cm 1° campata combinazione 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Massimo momento positivo resistente: | 29,2 KNm | | | limite lato acciaio | | | M+Ed ≤ M+Rd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Massimo momento negativo agente: | -8,7 KNm | | | x =0 cm 1° campata combinazione 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Massimo momento negativo resistente: | -16,3 KNm | | | limite lato cls | | | M-Ed ≤ M-Rd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Momenti resistenti calcolati con materiali mantenuti entro il loro limite elastico (calcolo elastico). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taglio: | Taglio agente nella zona più critica | 22,1 kN | | | x =0 cm 1° campata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Taglio resistente | 16,8 kN | | | | | | VED > VRd | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Taglio resistente calcolato con formule NTC2018 per sezioni prive di armature a taglio. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Taglio orizzontale: | Connessione | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | - Distanza minima tra connettori (cm): 8,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Totale | 1° campata | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Zone: | | | sx | cen | dx | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lunghezze zone: | | cm | 470 | 118 | 235 | 118 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Passo: | | cm | 10 | 46 | 9 | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Numero di connettori: | | | 30 | 12 | 5 | 13 | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Scorrimento agente massimo: 0,83 kN/cm | | | | | Numero medio di connettori a metro quadrato: 10,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Resistenza allo scorrimento affidata all'aderenza: 0,25 kN/cm. Superficie su cui agisce l'effetto: 12 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Calcestruzzo esistente liscio (cassero scorrevole o estruso, superficie libera) EC2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | c = 0,2 μ = 0,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Verifica secondo EN1992-1-1 §7.4.2 "Casi in cui il calcolo dell'infissione può essere omissso"

$L/d = 15,2 \leq L/d \text{ limite} = 20,7$ Il calcolo dell'infissione può essere omissso per la 1° campata

Note:

La correttezza della presente relazione e la sua adeguatezza allo specifico intervento deve essere verificata da un professionista abilitato ai sensi di legge.

Calcolo resistenza a taglio del connettore

$V_{Rd,s}$ Rottura dell'acciaio senza braccio di leva

$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms} = 7,5 / 1,25 = 6,00 \text{ kN}$ (Tab. C3 ETA 20/0831)

$V_{Rd,s,M}$ Rottura dell'acciaio con braccio di leva

Modo di rottura non preso in considerazione dato che la soletta integrativa agisce sul connettore senza braccio di leva.

$V_{Rd,cp}$ Rottura per pry-out del calcestruzzo

$V_{Rd,cp} = k_s \cdot N_{Rk,c} / \gamma_{Mc} = 8,93 \text{ kN in zona non fessurata}$ (formula 7.39a EN 1992-4) $k_s = 1$ (Tabella C3 ETA 20/0831)
 $6,25 \text{ kN in zona fessurata}$

$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$

$N_{Rk,c}^0 = 13,39 \text{ kN}$ in zona non fessurata
 $9,37 \text{ kN}$ in zona fessurata

$A_{c,N} / A_{c,N}^0 = 1,00$ *

$\psi_{s,N} = 1,00$

$\psi_{re,N} = 1,00$

$\psi_{ec,N} = 1,00$

$\psi_{M,N} = 1,00$

$\gamma_{Mc} = \gamma_c \cdot \gamma_{inst} = 1,5 \cdot 1 = 1,5$ (Tab. 4.1 EN 1992-4 + Tab. C3 ETA 20/0831)

$V_{Rd,c}$ Rottura del bordo di calcestruzzo

$V_{Rd,c} = V_{Rd,c \text{ travetto}} + V_{Rd,c \text{ soletta}} + V_{Rd,c \text{ pignatta}}$
 $= 74,08 \text{ kN in zona non fessurata}$
 $= 71,52 \text{ kN in zona fessurata}$

$V_{Rd,c \text{ travetto}} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{re,V} / \gamma_{Mc} =$
 $= 8,80 \text{ kN in zona non fessurata}$
 $= 6,24 \text{ kN in zona fessurata}$

$V_{Rk,c}^0 = 7,34 \text{ kN}$ in zona non fess. (for. 7.40 EN 1992-4)
 $5,20 \text{ kN}$ in zona fessurata

$A_{c,V} / A_{c,V}^0 = 1,00$ *

$\psi_{s,V} = 0,9$

$\psi_{h,V} = 1,00$

$\psi_{ec,V} = 1,00$

$\psi_{a,V} = 2,00$ $\alpha = 90^\circ$

$\psi_{re,V} = 1,000$

$V_{\text{rottura sol.}} = 65,28 \text{ kN}$ *

$V_{\text{instabilità si}} = 328,24 \text{ kN}$ *

$V_{Rd,c \text{ soletta}} = \text{Min} (V_{\text{rottura soletta}}; V_{\text{instabilità soletta}})$
 $= 65,28 \text{ kN}$

$V_{Rd,c \text{ pignatta}} = 0,00 \text{ kN}$

$P_{Rd,s}$ Rottura acciaio connettore nella nuova soletta (D.M. 17/02/2018 § 4.3.4.3.1.2)

$P_{Rd,s} = \frac{0,8 f_{td} \pi d^2 / 4}{\gamma_v} = 9,05 \text{ kN}$

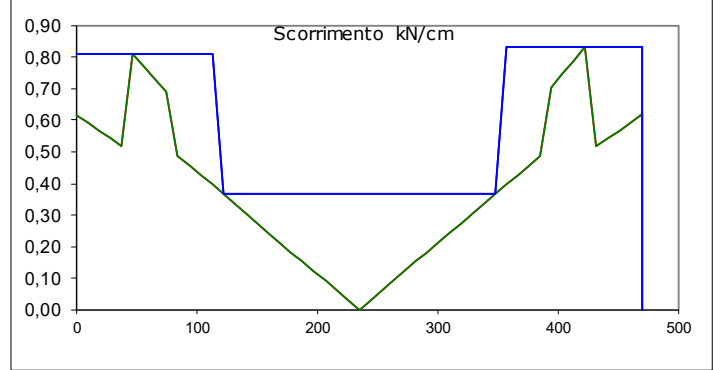
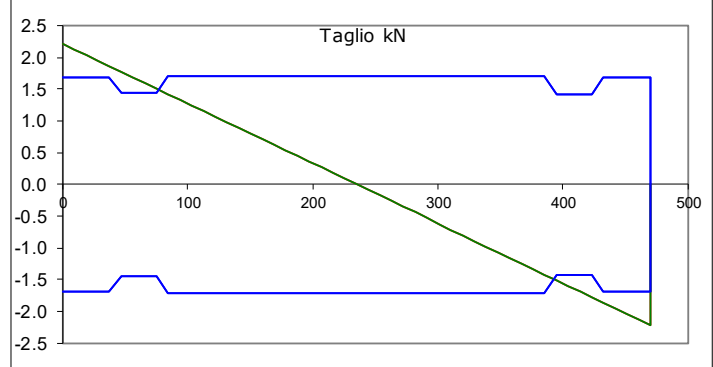
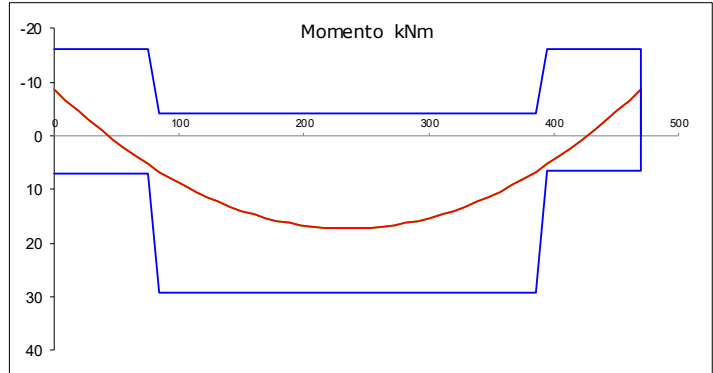
$P_{Rd,c}$ Rottura calcestruzzo connettore nella nuova soletta (D.M. 17/02/2018 § 4.3.4.3.1.2) *

$P_{Rd,c} = \frac{0,29 \alpha d^2 \sqrt{f_{ck} E_{cm}}}{\gamma_v} = 12,59 \text{ kN}$

* = Aspetti di calcolo non descritti nel EN 1992-4 o nel capitolo 4.3.4.3.1.2 del D.M. 17/02/2018.

| Coordi ata | Campata | Arm. nuova soletta | distanza da sopra | Arm. soletta esistente | distanza da sopra | Arm. travetto | distanza da sopra | Larghezz a soletta efficace | Spessor a nuova soletta | Larghezz a raccord o | Altezza raccord o | Larghezz a sol. esistent e efficace | Spessor a sol. esistent e | Larghezz a travetto | Altezza travetto |
|---------------|---------|--------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|---|------------------------------------|---------------------------|---------------------|
| cm | | cm2 | cm | cm2 | cm | cm2 | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm | cm |
| 0 | 1 | 1,5 | 2 | 1,3 | 13 | 0,6 | 31 | 26,1 | 5 | 12 | 5 | 26,1 | 4 | 12 | 20 |
| 75 | 1 | 1,5 | 2 | 1,3 | 13 | 0,6 | 31 | 60 | 5 | 12 | 5 | 60 | 4 | 12 | 20 |
| 85 | 1 | 0,4 | 2 | 0,0 | 13 | 3,1 | 31 | 60 | 5 | 12 | 5 | 60 | 4 | 12 | 20 |
| 235 | 1 | 0,4 | 2 | 0,0 | 13 | 3,1 | 31 | 60 | 5 | 12 | 5 | 60 | 4 | 12 | 20 |
| 385 | 1 | 0,4 | 2 | 0,0 | 13 | 3,1 | 31 | 60 | 5 | 12 | 5 | 60 | 4 | 12 | 20 |
| 395 | 1 | 1,5 | 2 | 1,3 | 13 | 0,5 | 31 | 60 | 5 | 12 | 5 | 60 | 4 | 12 | 20 |
| 470 | 1 | 1,5 | 2 | 1,3 | 13 | 0,5 | 31 | 26,1 | 5 | 12 | 5 | 26,1 | 4 | 12 | 20 |

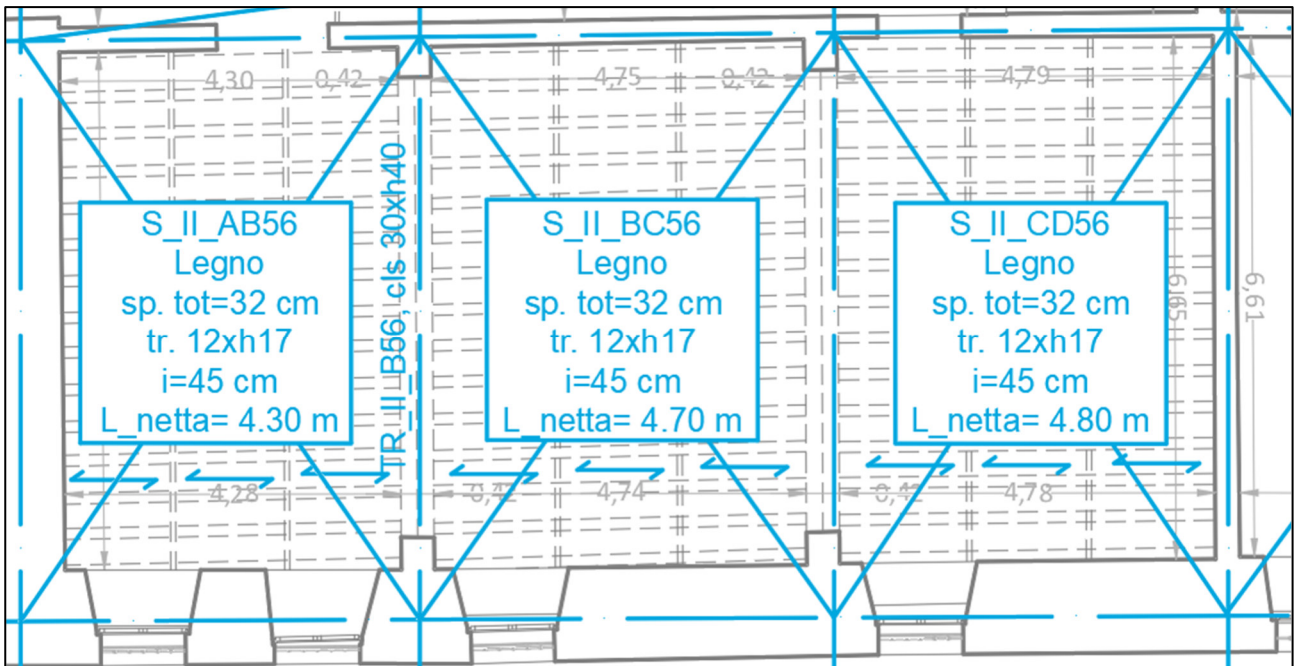
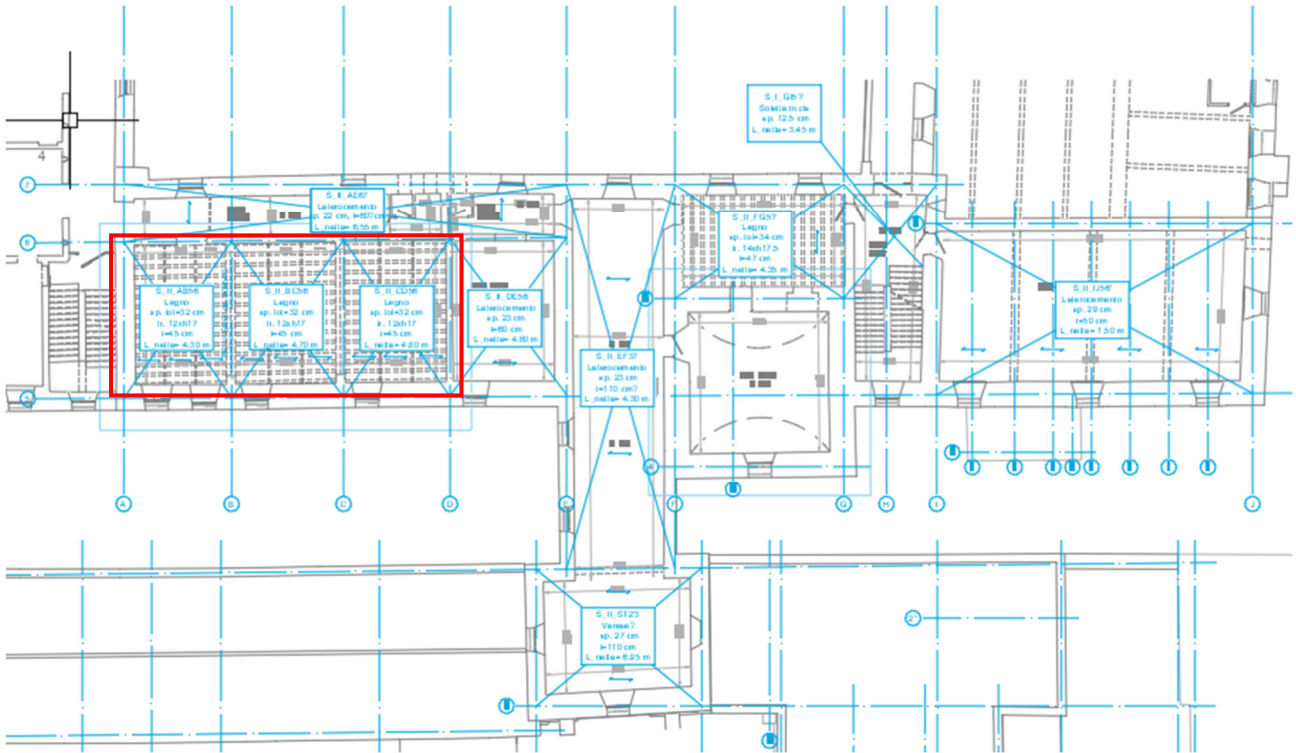
| Coordinata | MEd - Comb 1 | Ved - Comb 1 | vEd - Comb 1 | MEd - Comb 2 | Ved - Comb 2 | vEd - Comb 2 |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| cm | kNm | kN | kN/cm | kNm | kN | kN/cm |
| 0 | -8,7 | 22,1 | 0,6 | -8,7 | 22,1 | 0,6 |
| 75 | 5,3 | 15,0 | 0,7 | 5,3 | 15,0 | 0,7 |
| 85 | 6,7 | 14,2 | 0,5 | 6,7 | 14,2 | 0,5 |
| 235 | 17,3 | 0,0 | 0,0 | 17,3 | 0,0 | 0,0 |
| 385 | 6,7 | -14,2 | 0,5 | 6,7 | -14,2 | 0,5 |
| 395 | 5,3 | -15,0 | 0,7 | 5,3 | -15,0 | 0,7 |
| 470 | -8,7 | -22,1 | 0,6 | -8,7 | -22,1 | 0,6 |



| Coordinata | MRd (-) | MRd (+) | VRd - Comb 1 | VRd - Comb 2 | vRd - Comb 1 | vRd - Comb 2 | y - Comb 1 | n - Comb 1 | J - Comb 1 | S - Comb 1 | y - Comb 2 | n - Comb 2 | J - Comb 2 | S - Comb 2 | vRcd | s |
|------------|---------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|----|
| cm | kNm | kNm | kN | kN | kN/cm | kN/cm | cm | 0 | cm4 | cm3 | cm | 0 | cm4 | cm3 | kN/cm | cm |
| 0 | -16,3 | 4,1 | 16,8 | 16,8 | 0,81 | 0,81 | 23,7 | 15,0 | 17839 | 497,8 | 23,7 | 15,0 | 17839 | 497,8 | 0,25 | 15 |
| 75 | -16,3 | 7,1 | 14,4 | 14,4 | 0,81 | 0,81 | 3,5 | 14,3 | 8638 | 395,8 | 3,5 | 14,3 | 8638 | 395,8 | 0,25 | 12 |
| 85 | -4,2 | 29,2 | 17,1 | 17,1 | 0,81 | 0,81 | 6,1 | 14,3 | 31996 | 1101,1 | 6,1 | 14,3 | 31996 | 1101,1 | 0,25 | 22 |
| 235 | -4,2 | 29,2 | 17,1 | 17,1 | 0,37 | 0,37 | 6,1 | 14,3 | 31996 | 1101,1 | 6,1 | 14,3 | 31996 | 1101,1 | 0,25 | 50 |
| 385 | -4,2 | 29,2 | 17,1 | 17,1 | 0,83 | 0,83 | 6,1 | 14,3 | 31996 | 1101,1 | 6,1 | 14,3 | 31996 | 1101,1 | 0,25 | 22 |
| 395 | -16,2 | 6,6 | 14,2 | 14,2 | 0,83 | 0,83 | 3,4 | 14,3 | 7984 | 374,5 | 3,4 | 14,3 | 7984 | 374,5 | 0,25 | 12 |
| 470 | -16,2 | 6,6 | 16,8 | 16,8 | 0,83 | 0,83 | 23,6 | 15,0 | 17791 | 496,9 | 23,6 | 15,0 | 17791 | 496,9 | 0,25 | 14 |

12.2 SOLAIO S_II_CD56, SOPRA V.01.09

Solaio parzialmente sopra V 01.09

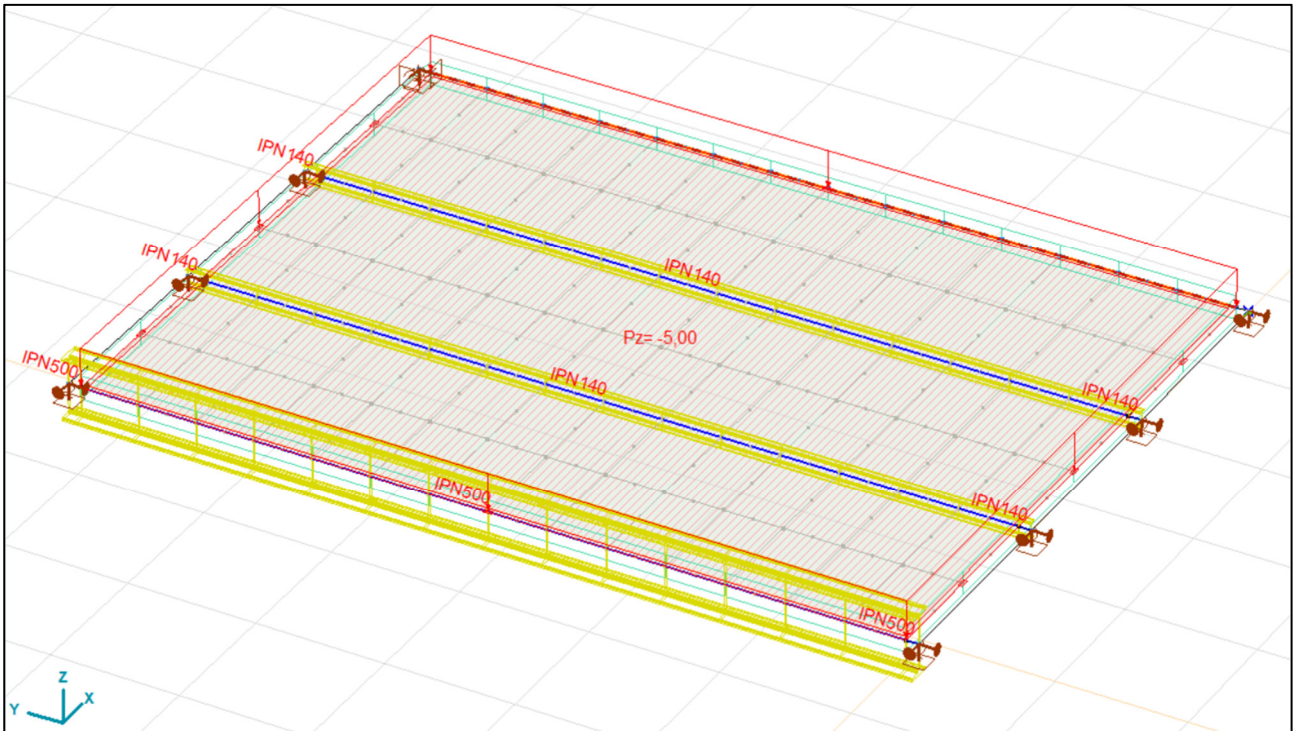


Solaio in legno a tre campate in semplice appoggio su murature e travi in acciaio 2x IPN 500 (affiancate). Presenza di 2 rompitratta in acciaio IPN 140 per ogni campata posizionate a circa 1/3 della luce.

Per tener conto delle rigidezze effettive dei vari elementi strutturali si è proceduto alla modellazione numerica a elementi finiti di parte del solaio. Si è considerata solamente la campata con luce maggiore, essendo la più sollecitata e avendo a disposizione i risultati forniti dalle prove di carico.

12.2.1 Descrizione del modello FEM

Il modello a elementi finiti è costituito da elementi trave ed elementi piastra. Questi ultimi rappresentano l'orditura in legno e hanno quindi uno spessore fittizio uniforme calcolato eguagliando le rigidzze di impalcato ligneo e piastra.



Per modellare la piastra come ortotropa, e quindi capace di rigidzza solamente nella direzione dell'orditura lignea si è modellata la piastra fino a 10 cm dell'appoggio, essendo l'errore introdotto trascurabile.

Lo spessore equivalente è stato calcolato come nel seguito:

$$EJ_{\text{solai}} = EJ_{\text{eq}}$$

$$10000 \cdot 120 \cdot 170^3 / 12 / 450 \cdot 1000 = 10000 \cdot 1000 \cdot sp^3 / 12$$

Che si riduce a:

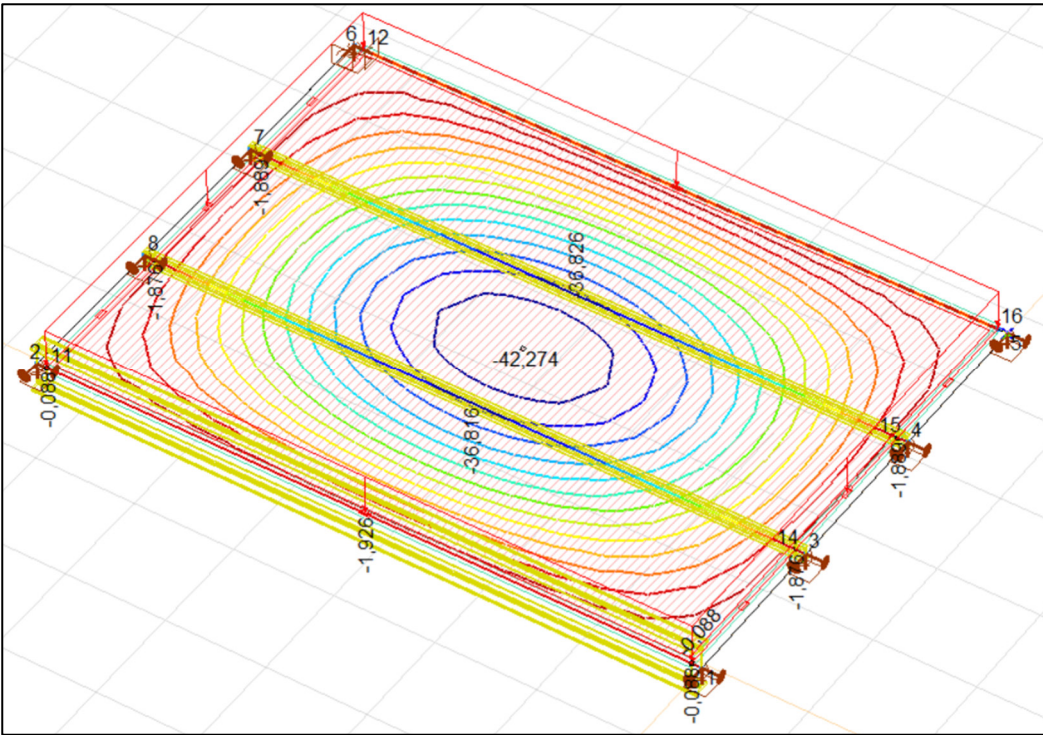
$$sp = \sqrt[3]{(120 \cdot 170^3 / 450)} = 109 \text{ mm}$$

I vincoli delle travi e di un lato lungo della piastra sono di semplice appoggio. In corrispondenza dell'altro lato lungo è presente una singola trave IPN500, coerentemente con l'ipotesi di considerare un solo campo di solaio.

Come si può vedere dall'immagine la mesh del dominio bidimensionale è stata creata utilizzando elementi quadrangolari con funzioni di forma paraboliche.

Il modello è stato caricato solamente con un carico verticale di 5 kN/m² al fine di confrontare gli abbassamenti richiesti con quelli misurati sperimentalmente in campo (rif. Prova di carico n. 4).

Si ottengono quindi i seguenti abbassamenti:

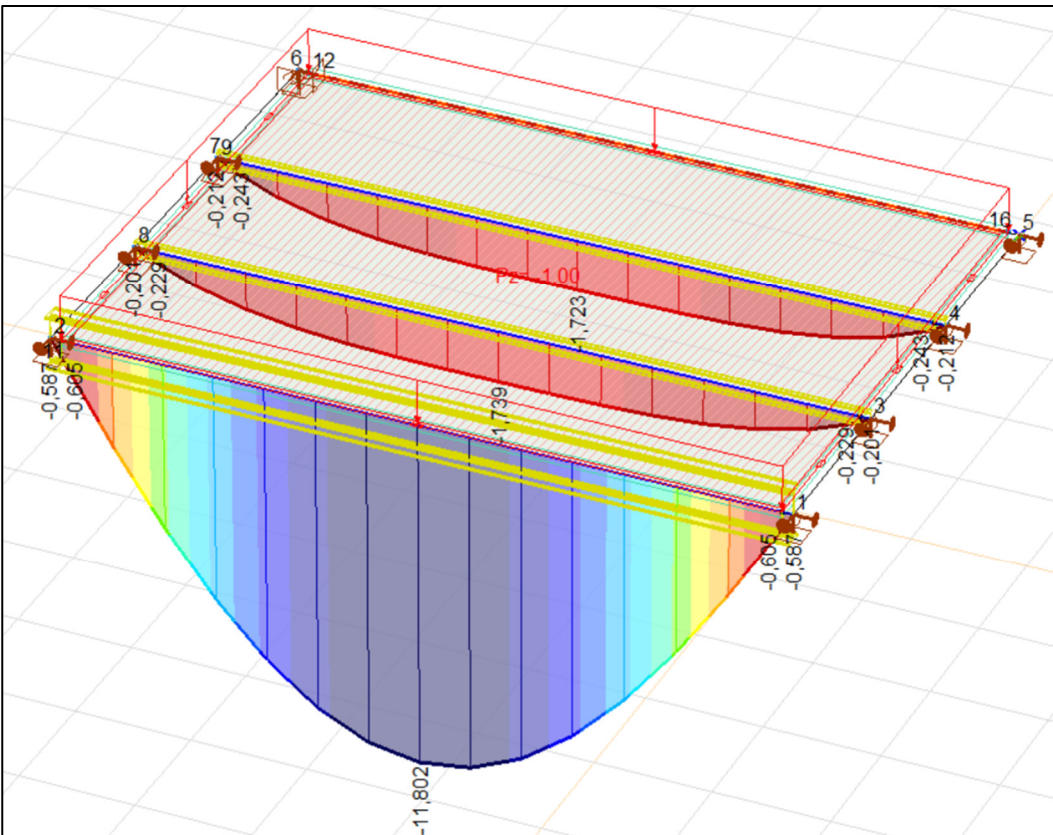


Il valore massimo deve essere confrontato con il risultato sperimentale, pari a 11.38 mm. Questo è inferiore per il fatto che nel modello di calcolo non sono state considerate le rigidezze della soletta soprastante il solaio.

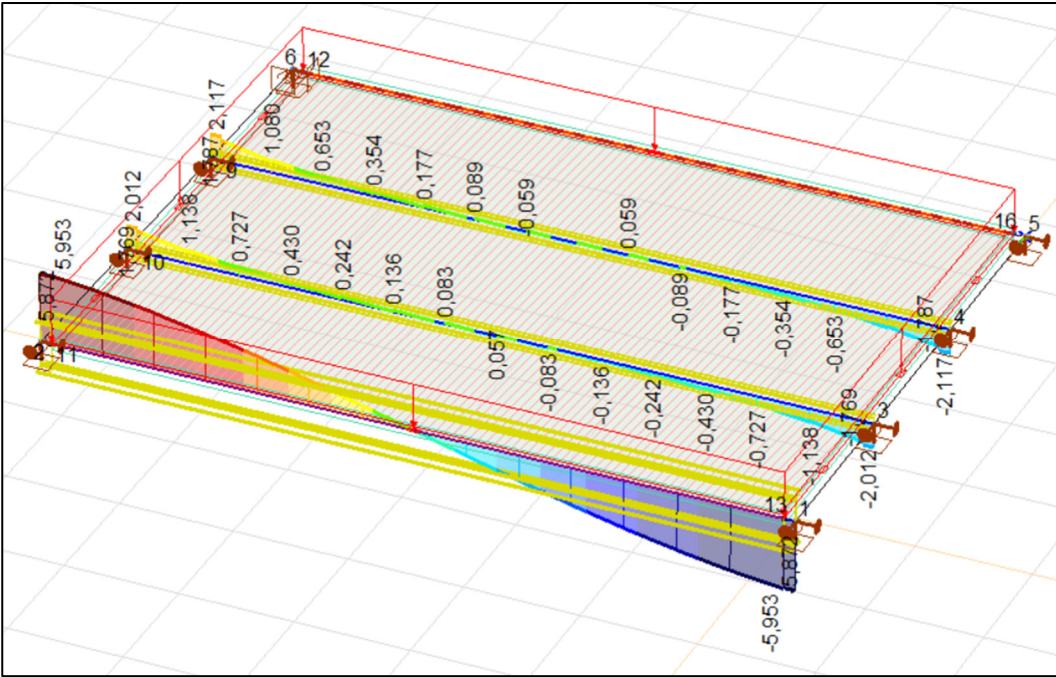
12.2.2 Risultati con carico superficiale unitario

Si prosegue nel seguito con le analisi delle varie membrature ricavando le sollecitazioni da quest'ultimo modello, caricato ora solamente con un **carico superficiale unitario** ($q=1\text{kN/m}^2$).

12.2.2.1 Momenti flettenti orditure metalliche:

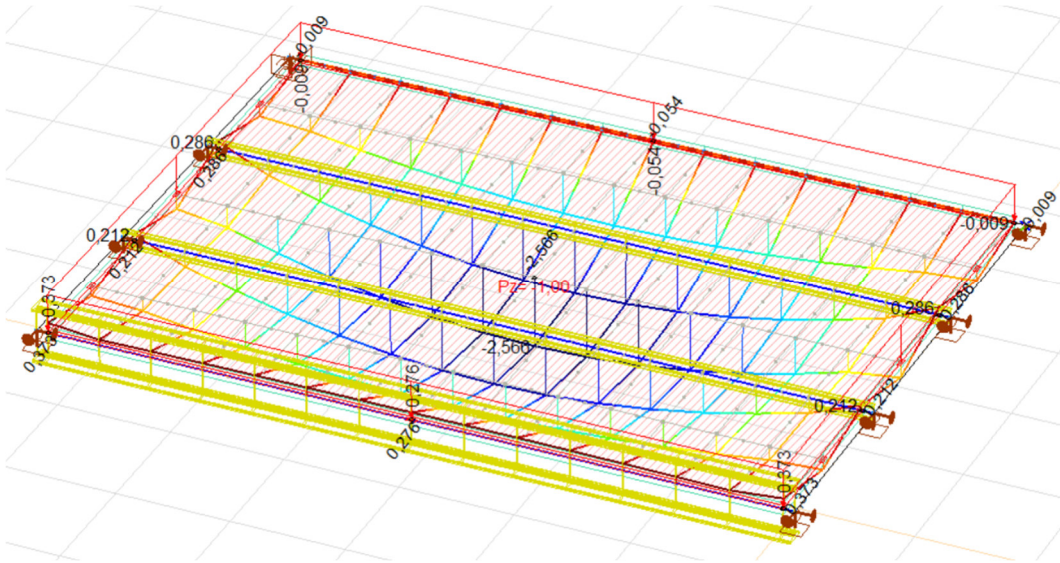


12.2.2.2 Tagli orditure metalliche



12.2.2.3 Momenti orditura lignea

I momenti sono riferiti alla piastra equivalente e si riferiscono a un metro di larghezza di solaio.



$m_{max}=3.067$ kNm/m solaio

12.2.2.4 Tagli orditura lignea

$v_{max}=2.578$ kN/m solaio

12.2.3 Verifiche SLU - Stato di fatto

12.2.3.1 Analisi dei carichi:

Carichi superficiali

Carico accidentale: 5 * 1.5 = 7.5 kN/m²

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Q_{Tot} | = | 7.5 kN/m ² |
|-----------|---|-----------------------|

Massetto: 0.07*20 * 1.5 = 1.400 kN/m²

Tavolato: 0.02*3.5 * 1.5 = 0.105 kN/m²

Travi in legno: 0.12*0.17*3.50/0.45 * 1.3 = 0.206 kN/m²

| | | |
|-----------|---|-------------------------|
| G_{Tot} | = | 1.711 kN/m ² |
|-----------|---|-------------------------|

Carichi lineari

Pp travi IPN 140 in acciaio: 0.143 kN/m

Pp travi IPN 500 in acciaio: 1.410 kN/m

12.2.3.2 Travi rompitratta in acciaio: IPN 140

$Med=0.522*(7.5+1.711)+1/8*0.143*6.65^2=6.932$ kNm

$\sigma_{ed}=Med/W=6.932*10^6/81900= 84.64$ MPa OK

$V_{ed}=0.936*(7.5+1.711)+0.5*0.143*6.65=11.49$ kN

$V_{rd}=865*235/\text{rad}q(3)/1.05/1000=111.8$ kN OK

12.2.3 Orditura lignea C22, 12xh17, i=45 cm:

$W=120*170^2/6/450*1000=1284444$ mm² /metro di solaio

| | | | | |
|-------------|--|------------------|-----------------------|-----------|
| Sigma_perm= | $3.067*1.711*10^6/1284444=$ | 4.09 MPa | < 8.80 MPa | OK |
| Sigma_tot= | $3.067*(1.711+7.5)*10^6/1284444=$ | 21.99 MPa | > 11.73 MPa | NO |
| Tau_perm= | $2/3*2.578*1.711*1000/(120*170*1000/450)=$ | 0.065 MPa | < 0.96 MPa | OK |
| Tau_tot= | $2/3*2.578*(1.711+7.5)*1000/(120*170*1000/450)=$ | 0.349 MPa | < 1.28 MPa | OK |

| Caratteristiche del materiale | | | | | |
|--|----------------------|------|---------------------|----------------------|---------------------------------|
| Materiale : | Legno massiccio | | | | |
| Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035) : | C22 | | | | |
| Classe di servizio : | Classe di servizio 1 | | | | |
| - Classe di servizio 1: è caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65% se non per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei protetti contro le intemperie come quelli posti all'interno degli edifici in ambienti condizionati. | | | | | |
| Coefficiente parziale per il materiale : | γ_M | = | 1,50 | [-] | |
| Coefficiente di deformazione : | k_{def} | = | 0,60 | [-] | |
| Combinazione I - perm. + acc. Media durata (1 settimana - 6 mesi) - Carichi variabili in genere | | | | | |
| $k_{mod,I}$ | = | 0,80 | | | |
| Combinazione II - perm. Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio | | | | | |
| $k_{mod,II}$ | = | 0,60 | | | |
| Valori caratteristici | Valori di progetto | | $k_{mod,I}$ 0,80 | $k_{mod,II}$ 0,60 | |
| $f_{m,k}$ [MPa] 22,00 | $f_{m,d}$ [MPa] | | 11,73 | 8,80 | Flessione |
| $f_{t,0,k}$ [MPa] 13,00 | $f_{t,0,d}$ [MPa] | | 6,93 | 5,20 | Trazione parallela alle fibre |
| $f_{t,90,k}$ [MPa] 0,50 | $f_{t,90,d}$ [MPa] | | 0,27 | 0,20 | Trazione ortogonale alle fibre |
| $f_{c,0,k}$ [MPa] 20,00 | $f_{c,0,d}$ [MPa] | | 10,67 | 8,00 | Compress. parallela alle fibre |
| $f_{c,90,k}$ [MPa] 2,40 | $f_{c,90,d}$ [MPa] | | 1,28 | 0,96 | Compress. ortogonale alle fibre |
| $f_{v,k}$ [MPa] 2,40 | $f_{v,d}$ [MPa] | | 1,28 | 0,96 | Taglio |

12.2.4 Verifiche SLU - Stato di progetto

Oltre ad un trattamento curativo e preventivo di travi lignee e tavolato, nonché l'incalmo di eventuali teste di travi ammalorate inserite nella muratura, è prevista la rimozione del massetto fino a portare alla luce il tavolato esistente, la posa di connettori in acciaio diam 14 mm/ 15 cm con resina epossidica e il getto di una soletta armata di sp. 8 cm.

| GEOMETRIA E MATERIALI | | | |
|--|-----------------|-----|--------------|
| <u>Dati geometrici</u> | | | |
| luce campata | L | | 4800 mm |
| interasse travi in legno | i | | 450 mm |
| altezza solaio | h | | 205 mm |
| spessore soletta CLS | h1 | | 80 mm |
| Spessore tavolato | h3 | | 30 mm |
| Larghezza base travi in legno | b2 | | 120 mm |
| Altezza travi in legno | h2 | | 175 mm |
| <u>Legno</u> | | | |
| | Legno massiccio | C20 | |
| resistenza caratt a flessione | fm,k | | 20 MPa |
| resistenza caratt a trazione | ft,0,k | | 12 MPa |
| resistenza caratt a compressione | fc,0k | | 19 MPa |
| resistenza caratt a taglio | fv,k | | 2,2 MPa |
| modulo di elasticità medio | EO,m | | 9500 MPa |
| modulo tangenziale medio | G_mean | | 590 MPa |
| modulo di elasticità caratteristico | E_0,05 | | 6400 MPa |
| massa volumica caratteristica | ro_k | | 330 kg/m3 |
| massa volumica media | ro_m | | 395 =gamma t |
| <u>Coeff. per classe di servizio 1</u> | | | |
| fattore parziale di sicurezza legno: | gamma_m1 | | 1,5 |
| coeff di modificazione per carico permanente | kmod | | 0,6 |
| coeff di modificazione per carico di media dur | kmod | | 0,8 |
| coeff di deformabilità | kdef | | 0,6 |
| kh | kh | | 0,97 |
| <u>Tavolato in legno (s=3cm)</u> | | | |
| Peso per unità di volume | gamma_tavolato | | 600 kg/m3 |
| <u>Calcestruzzo</u> | | | |
| fattore parziale di sicurezza cls | gamma_M,cls | | 1,5 |
| res. caratteristi | fck | | 28 MPa |
| | fcm | | 36 MPa |
| | fctm | | 2,77 MPa |
| | fctk | | 1,9 MPa |
| | Ec,m | | 32308 MPa |
| peso specifico | gamma cls | | 25 kN/m3 |
| coeff di viscosità | fi_c | | 3,5 |
| <u>Coeff per i carichi allo SLU</u> | | | |
| | gamma_g1 | | 1,3 |
| | gamma_g2 | | 1,3 |
| | gamma_q | | 1,5 |
| coeff di combinazione per carichi variabili | psi_2 | | 0,6 |
| <u>Connettori (barre a.m. - acciaio B450C)</u> | | | |
| diametro barre | fi | | 14 mm |
| | fyk | | 450 MPa |
| | fuk | | 540 MPa |
| | Lw,min | | 84 mm |
| | Lw | | 100 mm |
| | Lc,min | | 35 mm |
| | Lc | | 35 mm |
| | Lconn | | 165 mm |
| | s_min | | 150 mm |
| | s_max | | 150 mm |
| | s_eq | | 150 mm |

12.2.4.1 Analisi dei carichi post intervento:

Carichi superficiali

Carico accidentale: 5 *1.5 = 7.5 kN/m2

| |
|-------------------|
| Q_Tot = 7.5 kN/m2 |
|-------------------|

Pavimentazione: 0.02*25 *1.5 = 0.625 kN/m2

Massetto: 0.03*20 *1.5 = 0.900 kN/m2

Soletta armata 0.06*25 *1.5 = 2.250 kN/m2

Tavolato: 0.02*3.5 *1.5 = 0.105 kN/m2

Travi in legno: 0.12*0.17*3.50/0.45 *1.3 = 0.206 kN/m2

| |
|---------------------|
| G_Tot = 4.086 kN/m2 |
|---------------------|

CARICHI E CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE ALLO SLU

| | | | | | |
|------|-----------|--|--|--|--|
| g1,k | 2,4 kN/m2 | | | | |
| g2,k | 1,1 kN/m2 | | | | |
| qk | 5 kN/m2 | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Combinazione delle azioni di media durata q_ed,1 : pesi propri e sovraccarichi variabili

| | | | | | |
|--------|-----------|--|--|--|--|
| q_Ed,1 | 5,40 kN/m | | | | |
| Med,1 | 15,56 kNm | | | | |
| Ved,1 | 12,96 kN | | | | |
| | | | | | |

Combinazione delle azioni permanente q_ed,2 : solo pesi propri, senza sovraccarichi variabili

| | | | | | |
|--------|-----------|--|--|--|--|
| q_Ed,2 | 2,03 kN/m | | | | |
| Med,2 | 5,84 kNm | | | | |
| Ved,2 | 4,86 kN | | | | |
| | | | | | |

CARICHI ALLO STATO LIMITE DI SERVIZIO

| | | | | | |
|-----------|-----------|--|--|-----------------------|--|
| q_Ed_RARA | 3,81 kN/m | | | comb caratteristica | |
| q_Ed_QP | 2,91 kN/m | | | comb quasi permanente | |
| | | | | | |

RESISTENZA E RIGIDEZZA DEI CONNETTORI

| | | | | |
|---|--------|------------|--|--|
| <u>Momento di snervamento del connettore</u> | My,k | 154729 Nmm | | |
| <u>Resistenza a rifollamento del legno</u> | fh,0,k | 23,27 Mpa | | |
| <u>Resistenza dell'unione con un connettore</u> | Fv,Rd | 6,25 kN | | |
| <u>Rigidezza del connettore</u> | | | | |
| | Kser | 5370 N/mm | | |
| | Ku | 3505 N/mm | | |

| VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO | | | | |
|---|-------|----------|---|--|
| VERIFICHE AL TEMPO t=0 - Combinazione di carico di media durata | | | | |
| <u>Resistenze di progetto del legno</u> | | | | |
| kh | 0,97 | kmod | 0,8 | |
| | | fm,d | 10,34 MPa | |
| | | ft,0,d | 6,21 MPa | |
| | | fc,0,d | 10,13 MPa | |
| | | fv,d | 1,17 MPa | |
| <u>Resistenze di progetto del calcestruzzo</u> | | | | |
| | | fc,d | 15,87 MPa | |
| | | fc,t,d | 1,29 MPa | |
| <u>Caratteristiche della sollecitazione</u> | | | | |
| | | MEd,max | 15,56 kNm | |
| | | Ved,max | 12,96 kN | |
| <u>Proprietà dei materiali e grandezze caratteristiche delle parti della sezione e della sezione composta</u> | | | | |
| Connessione: | | | | |
| Rigidezza | K=Ku | 3505,00 | N/mm | |
| Calcestruzzo: | | | | |
| E1=Ecm | | 32308 | MPa | |
| E1_A1 | | 1,16E+09 | N | |
| E1_J1 | | 6,20E+11 | Nmm2 | |
| gamma1 | | 0,045 | | |
| Legno: | | | | |
| E2=E0,m | | 9500 | MPa | |
| E2_A2 | | 2,00E+08 | N | |
| E2_I2 | | 5,09E+11 | Nmm2 | |
| Sezione composta: | | | | |
| H | | 157,5 | mm | |
| a1 | | 124,88 | mm | |
| a2 | | 32,62 | mm | |
| EJ_eff | | 2,15E+12 | MPa | |
| <u>Verifiche a flessione:</u> | | | | |
| Calcestruzzo: | | | | |
| sigma_m,1 | 9,33 | MPa | | |
| sigma1 | 1,31 | MPa | | |
| sigma_sup | 10,64 | MPa | (compressione) | |
| sigma_inf | -8,03 | MPa | (trazione) | |
| Legno: | | | | |
| sigma_m,2 | 6,00 | Mpa | | |
| sigma2 | -2,24 | Mpa | (trazione) | |
| somma di rapporti, verifica | 0,941 | < | 1 | OK |
| <u>Verifica a taglio dell'anima:</u> | | | | |
| Legno: | | | | |
| h | 120 | mm | | |
| tau2 | 0,41 | MPa | | |
| rapporto, verifica | 0,35 | < | 1 | OK |
| | | | | |
| <u>Forza sul singolo connettore</u> | | | <u>Resistenza caratteristica connettore</u> | |
| $F_1 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{(EI)_{ef}} V$ | | | Fk | 13,15 kN |
| F1 | | | <u>Resistenza di calcolo connettore</u> | |
| | 5,87 | kN | < | 7,01 kN OK |

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1 E_1 a_1 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_2 = \frac{E_2 a_2 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_{m,i} = \frac{0.5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}}$$

$$\tau_{2max} = \frac{0.5 E_2 h^2}{(EI)_{ef}} V$$

essendo $h = a_2 + 0.5 h_2$

| VERIFICHE AL STATO LIMITE ULTIMO | | | |
|---|---------------------|--------------------------------------|---|
| VERIFICHE AL TEMPO t=infinito - Combinazione di carico permanente | | | |
| Resistenze di progetto del legno | | | |
| kh | 0,97 | kmod | 0,6 |
| | | fm,d | 7,76 MPa |
| | | ft,0,d | 4,65 MPa |
| | | fc,0,d | 7,60 MPa |
| | | fv,d | 0,88 MPa |
| Resistenze di progetto del calcestruzzo | | | |
| | | fc,d | 15,87 MPa |
| | | fc,t,d | 1,29 MPa |
| Caratteristiche della sollecitazione | | | |
| | | MEd,max | 5,84 kNm |
| | | Ved,max | 4,86 kN |
| Proprietà dei materiali e grandezze caratteristiche delle parti della sezione e della sezione composta | | | |
| Connessione: | | | |
| Rigidezza | $K=K_u/(1+k_{def})$ | 2190,63 | N/mm |
| Calcestruzzo: | | | |
| $E_1=E_{cm}/(1+f_{i,c})$ | | 7180 | MPa |
| E1_A1 | | 2,58E+08 | N |
| E1_J1 | | 1,38E+11 | Nmm ² |
| gamma1 | | 0,117 | |
| Legno: | | | |
| $E_2=E_{0,m}/(1+k_{def})$ | | 5937,5 | MPa |
| E2_A2 | | 1,25E+08 | N |
| E2_I2 | | 3,18E+11 | Nmm ² |
| Sezione composta: | | | |
| H | | 157,5 | mm |
| a1 | | 126,86 | mm |
| a2 | | 30,64 | mm |
| EJ_eff | | 1,06E+12 | MPa |
| Verifiche a flessione: | | | |
| Calcestruzzo: | | | |
| sigma_m,1 | 1,58 MPa | | |
| sigma1 | 0,59 MPa | | |
| sigma_sup | 2,17 MPa | (compressione) | |
| sigma_inf | -1,00 MPa | (trazione) | |
| Legno: | | | |
| sigma_m,2 | 2,87 MPa | | |
| sigma2 | -1,00 MPa | (trazione) | |
| somma di rapporti, verifica | 0,585 | < | 1 OK |
| Verifica a taglio dell'anima: | | | |
| Legno: | | | |
| h | 118 mm | | |
| tau2 | 0,19 MPa | | |
| rapporto, verifica | 0,22 | < | 1 OK |
| Forza sul singolo connettore | | | |
| $F_1 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{(EI)_{ef}} V$ | | Resistenza caratteristica connettore | |
| | | Fk | 13,15 kN |
| | | Resistenza di calcolo connettore | |
| F1 | 2,64 kN | < | 5,26 kN OK |

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1 E_1 a_1 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_2 = \frac{E_2 a_2 M}{(EI)_{ef}}$$

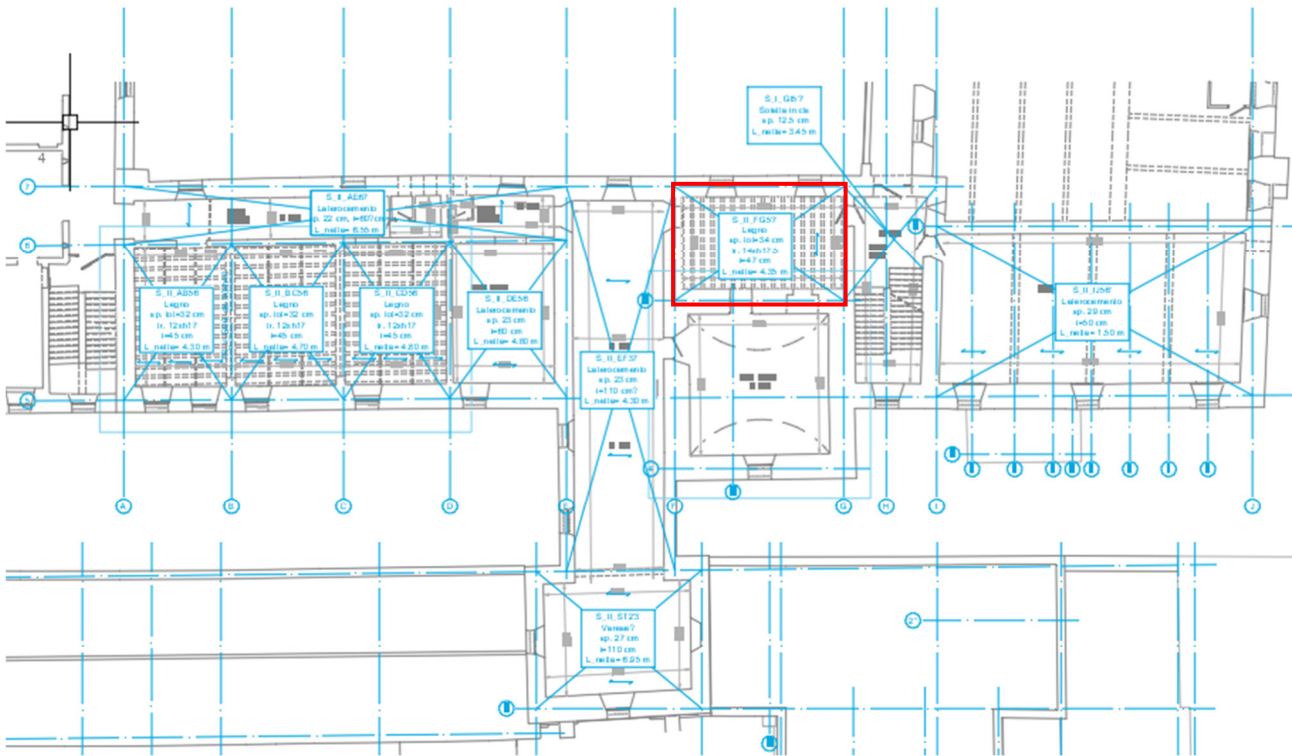
$$\sigma_{m,i} = \frac{0.5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}}$$

$$\tau_{2max} = \frac{0.5 E_2 h^2}{(EI)_{ef}} V$$

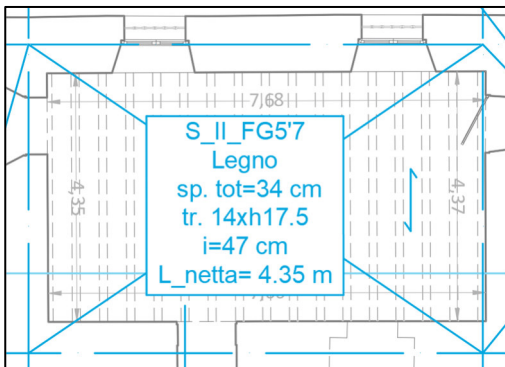
essendo $h = a_2 + 0.5 h_2$

12.3 SOLAIO S_II FG5'7

Solaio parzialmente sopra V 01.03



Solaio in legno:



12.3.1 Stato di fatto

Ripartendo la sollecitazione secondo le rigidezze:

$$EJ_{cls} = 2.499 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

$$EJ_{legno} = 1.263 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

$$EJ_{cls} / EJ_{legno} = 2$$

$$q_{legno} = 0.33 \text{ q}$$

$$q_{cls} = 0.66 \text{ q}$$

Analisi dei carichi

Pavimento 2 cm = 0.50 kN/m²

Massetto 8 cm = 1.60 kN/m²

Peso proprio soletta 8 cm = 2 kN/m²

q= 5kN/m²

Verifiche allo SLU_max

qtot_sl_u_tot=13.25 kN/m²

q_legno=0.33 q = 4.37 kN/m²

q_cls=0.66 q =8.745 kN/m²

VERIFICA STATO DI FATTO

Calcestruzzo

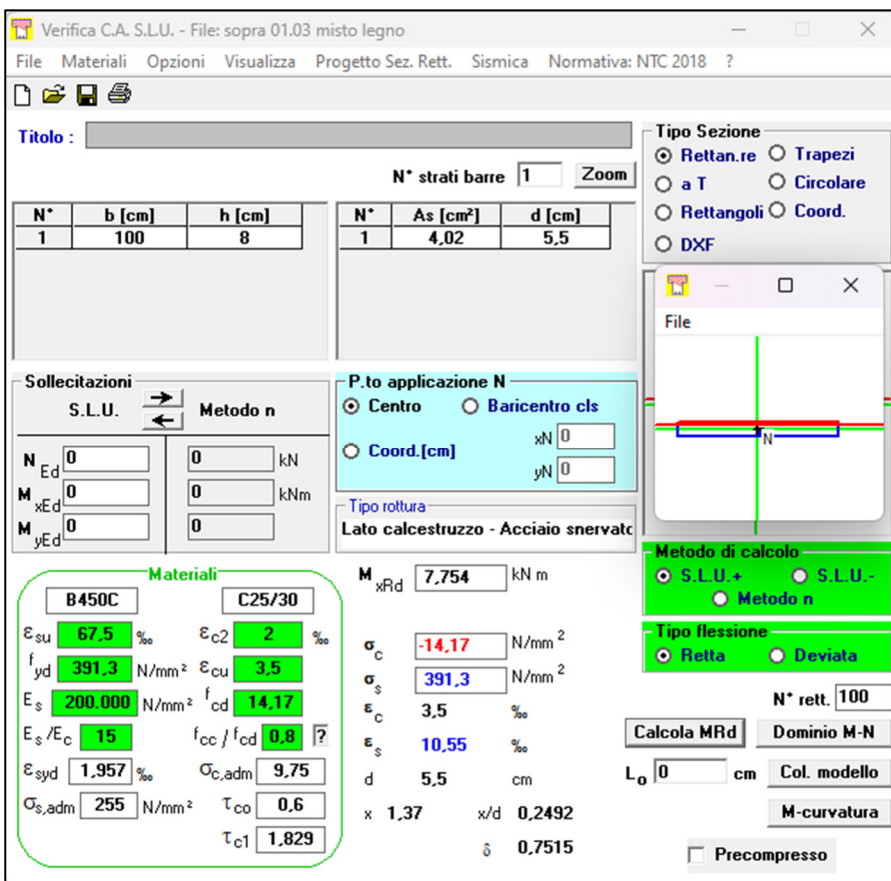
Armatura: 1 fi 8/12 cm

Med=1/8*q_cls*L²=20.68 kNm

Ved=1/2*q_cls*L=19.02 kN

Mrd=7.75 kNm

Infatti



Essendo non verificata la soletta in c.a. si procede alla verifica del solaio post intervento.

12.3.2 Stato di progetto

Si prevede la demolizione della cappa esistente, la posa di panconi 5x30 cm con connettori fi 14 mm/ 150 mm gli appoggi e fi 14/200 mm nella zona centrale della campata.

| <u>Dati geometrici</u> | | | |
|---|----------------|-------|--------------|
| luce campata | L | 4350 | mm |
| interasse travi in legno | i | 470 | mm |
| altezza solaio | h | 205 | mm |
| larghezza tavole strutturali | b1 | 300 | mm |
| spessore tavole strutturali | h1 | 50 | mm |
| Spessore tavolato | h3 | 30 | mm |
| Larghezza base travi in legno | b2 | 140 | mm |
| Altezza travi in legno | h2 | 175 | mm |
| <u>Legno</u> | | | |
| resistenza caratt a flessione | fm,k | 20 | MPa |
| resistenza caratt a trazione | ft,0,k | 12 | MPa |
| resistenza caratt a compressione | fc,0k | 19 | MPa |
| resistenza caratt a taglio | fv,k | 2,2 | MPa |
| modulo di elasticità medio | E0,m | 9500 | MPa |
| modulo tangenziale medio | G_mean | 590 | MPa |
| modulo di elasticità caratteristico | E_0.05 | 6400 | MPa |
| massa volumica caratteristica | ro_k | 330 | kg/m3 |
| massa volumica media | ro_m | 395 | =gamma trave |
| <u>Coeff. per classe di servizio 1</u> | | | |
| fattore parziale di sicurezza legno: | gamma_m1 | 1,5 | |
| coeff di modificazione per carico permanente | kmod | 0,6 | |
| coeff di modificazione per carico di media dur | kmod | 0,8 | |
| coeff di deformabilità | kdef | 0,6 | |
| kh | kh | 0,97 | |
| <u>Tavolato in legno (s= 3cm)</u> | | | |
| Peso per unità di volume | gamma_tavolato | 600 | kg/m3 |
| <u>Tavolato strutturale</u> | | | |
| fattore parziale di sicurezza cls | gamma_M,tav | 1,5 | |
| | E tavolato str | 11500 | MPa |
| peso specifico | gamma tav str | 3,5 | kN/m3 |
| kdef tavolato strutturale | kdef_tav | 0,6 | |
| <u>Coeff per i carichi allo SLU</u> | | | |
| | gamma_g1 | 1,3 | |
| | gamma_g2 | 1,3 | |
| | gamma_q | 1,5 | |
| coeff di combinazione per carichi variabili | psi_2 | 0,3 | |
| <u>Connettori (barre a.m. - acciaio B450 C)</u> | | | |
| diametro barre | fi | 14 | mm |
| | fyk | 450 | MPa |
| | fuk | 540 | MPa |
| | Lw,min | 84 | mm |
| | Lw | 100 | mm |
| | Lc,min | 35 | mm |
| | Lc | 35 | mm |
| | Lconn | 165 | mm |
| | s_min | 150 | mm |
| | s_max | 200 | mm |
| | s_eq | 162,5 | mm |

12.3.2.1 Analisi dei carichi post intervento:

Carichi superficiali

Carico accidentale: = 5 kN/m2

| |
|-----------------|
| Q_Tot = 5 kN/m2 |
|-----------------|

Pavimentazione: 0.02*25 = 0.50 kN/m2

Massetto: 0.07*20 = 1.40 kN/m2

| | | | |
|----------------------|--------------------------------------|---|------------------------|
| Compensato marino | $0.02 \cdot 3.5$ | = | 0.07 kN/m ² |
| Tavolato: | $0.03 \cdot 3.5$ | = | 0.11 kN/m ² |
| Panconi strutturali: | | = | 0.18 kN/m ² |
| Travi in legno: | $0.14 \cdot 0.175 \cdot 3.95 / 0.47$ | = | 0.21 kN/m ² |

| |
|---------------------------------|
| $G_{Tot} = 2.47 \text{ kN/m}^2$ |
|---------------------------------|

CARICHI E CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE ALLO SLU

| | | | | | |
|------|------------------------|--|--|--|--|
| g1,k | 2,47 kN/m ² | | | | |
| g2,k | 0 kN/m ² | | | | |
| qk | 5 kN/m ² | | | | |

Combinazione delle azioni di media durata q_{ed,1} : pesi propri e sovraccarichi variabili

| | | | | | |
|-------------------|-----------|--|--|--|--|
| q _{Ed,1} | 5,03 kN/m | | | | |
| Med,1 | 9,52 kNm | | | | |
| Ved,1 | 10,95 kN | | | | |

Combinazione delle azioni permanente q_{ed,2} : solo pesi propri, senza sovraccarichi variabili

| | | | | | |
|-------------------|-----------|--|--|--|--|
| q _{Ed,2} | 1,51 kN/m | | | | |
| Med,2 | 2,85 kNm | | | | |
| Ved,2 | 3,28 kN | | | | |

CARICHI ALLO STATO LIMITE DI SERVIZIO

| | | | | | |
|----------------------|-----------|--|-----------------------|--|--|
| q _{Ed_RARA} | 3,51 kN/m | | comb caratteristica | | |
| q _{Ed_QP} | 1,86 kN/m | | comb quasi permanente | | |

RESISTENZA E RIGIDEZZA DEI CONNETTORI

| | | | | | |
|--|--------|------------|--|------------|-----|
| Momento di snervamento del connettore | My,k | 154729 Nmm | | | |
| Resistenza a rifollamento del legno | fh,0,k | 23,27 Mpa | | | |
| Resistenza dell'unione con un connettore | Fv,Rd | 4,28 kN | | | |
| Rigidezza del connettore | | | | | |
| | Kser | 4364 N/mm | | d vite | 8 |
| | Ku | 2909 N/mm | | infissione | 130 |

Al fine di tenere in conto per le travi un grado di vincolo di parziale incastro, si è utilizzato per il calcolo del momento agente un coefficiente di 1/10 al posto del 1/8 relativo al semplice appoggio.

| VERIFICHE AL STATO LIMITE ULTIMO | | | | |
|---|-------|----------|--------------------------------------|------------|
| VERIFICHE AL TEMPO t=0 - Combinazione di carico di media durata | | | | |
| <u>Resistenze di progetto del legno</u> | | | | |
| kh | 0,97 | kmod | 0,8 | |
| | | fm,d | 10,34 MPa | |
| | | ft,0,d | 6,21 MPa | |
| | | fc,0d | 10,13 MPa | |
| | | fv,d | 1,17 MPa | |
| <u>Caratteristiche della sollecitazione</u> | | | | |
| | | q_Ed,1 | 5,03 | |
| | | MEd,max | 9,52 kNm | |
| | | Ved,max | 10,95 kN | |
| <u>Proprietà dei materiali e grandezze caratteristiche delle parti della sezione e della sezione composta</u> | | | | |
| Connessione: | | | | |
| Rigidezza | K=Ku | 2909,43 | N/mm | |
| Tavolato: | | | | |
| E1,0 | | 11500 | MPa | |
| E1_A1 | | 1,73E+08 | N | |
| E1_J1 | | 3,59E+10 | Nmm2 | |
| gamma1 | | 0,166 | | |
| Trave: | | | | |
| E2=E0,m | | 9500 | MPa | |
| E2_A2 | | 2,33E+08 | N | |
| E2_J2 | | 5,94E+11 | Nmm2 | |
| Sezione composta: | | | | |
| H | | 142,5 | mm | |
| a1 | | 126,89 | mm | |
| a2 | | 15,61 | mm | |
| EJ_eff | | 1,15E+12 | MPa | |
| <u>Verifiche a flessione:</u> | | | | |
| Tavolato: | | | | |
| sigma_m,1 | 2,39 | MPa | | |
| sigma1 | 2,01 | MPa | | |
| sigma_sup | 4,40 | MPa | (compressione) | |
| sigma_inf | -0,38 | MPa | (trazione) | |
| Trave: | | | | |
| sigma_m,2 | 6,90 | Mpa | | |
| sigma2 | -1,23 | Mpa | (trazione) | |
| somma di rapporti, verifica | 0,865 | < | 1 | OK |
| <u>Verifica a taglio dell'anima:</u> | | | | |
| Legno: | | | | |
| h | 103 | mm | | |
| tau2 | 0,48 | MPa | | |
| rapporto, verifica | 0,41 | < | 1 | OK |
| <u>Forza sul singolo connettore</u> | | | | |
| | | | Resistenza caratteristica connettore | |
| | | | Fk | 10,7 kN |
| $F_1 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{(EI)_{ef}} V$ | | | | |
| F1 | 5,63 | kN | < | 5,71 kN OK |
| | | | Resistenza di calcolo connettore | |

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1 E_1 a_1 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_2 = \frac{E_2 a_2 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_{m,i} = \frac{0.5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}}$$

$$\tau_{2max} = \frac{0.5 E_2 h^2}{(EI)_{ef}} V$$

essendo $h = a_2 + 0.5 h_2$

| VERIFICHE AL STATO LIMITE ULTIMO | | | | |
|---|-------|----------|--------------------------------------|---------|
| VERIFICHE AL TEMPO t=0 - Combinazione di carico permanente | | | | |
| <u>Resistenze di progetto del legno</u> | | | | |
| kh | 0,97 | kmod | 0,6 | |
| | | fm,d | 7,76 MPa | |
| | | ft,0,d | 4,65 MPa | |
| | | fc,0d | 7,60 MPa | |
| | | fv,d | 0,88 MPa | |
| <u>Caratteristiche della sollecitazione</u> | | | | |
| | | q_Ed,2 | 1,51 | |
| | | MEd,max | 2,85 kNm | |
| | | Ved,max | 3,28 kN | |
| <u>Proprietà dei materiali e grandezze caratteristiche delle parti della sezione e della sezione composta</u> | | | | |
| Connessione: | | | | |
| Rigidezza | K=Ku | 2909,43 | N/mm | |
| Tavolato: | | | | |
| E1,0 | | 11500 | MPa | |
| E1_A1 | | 1,73E+08 | N | |
| E1_J1 | | 3,59E+10 | Nmm2 | |
| gamma1 | | 0,166 | | |
| Trave: | | | | |
| E2=E0,m | | 9500 | MPa | |
| E2_A2 | | 2,33E+08 | N | |
| E2_J2 | | 5,94E+11 | Nmm2 | |
| Sezione composta: | | | | |
| H | | 142,5 | mm | |
| a1 | | 126,89 | mm | |
| a2 | | 15,61 | mm | |
| EJ_eff | | 1,15E+12 | MPa | |
| <u>Verifiche a flessione:</u> | | | | |
| Tavolato: | | | | |
| sigma_m,1 | 0,71 | MPa | | |
| sigma1 | 0,60 | MPa | | |
| sigma_sup | 1,32 | MPa | (compressione) | |
| sigma_inf | -0,11 | MPa | (trazione) | |
| Trave: | | | | |
| sigma_m,2 | 2,07 | Mpa | | |
| sigma2 | -0,37 | Mpa | (trazione) | |
| somma di rapporti, verifica | 0,346 | < | 1 | OK |
| <u>Verifica a taglio dell'anima:</u> | | | | |
| Legno: | | | | |
| h | | 103 | mm | |
| tau2 | | 0,14 | MPa | |
| rapporto, verifica | 0,16 | < | 1 | OK |
| Forza sul singolo connettore | | | | |
| $F_1 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{(EI)_{ef}} V$ | | | Resistenza caratteristica connettore | |
| F1 | 1,69 | kN | < | 10,7 kN |
| | | | Resistenza di calcolo connettore | |
| F1 | 1,69 | kN | < | 4,28 kN |

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1 E_1 a_1 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_2 = \frac{E_2 a_2 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_{m,i} = \frac{0.5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}}$$

$$\tau_{2max} = \frac{0.5 E_2 h^2}{(EI)_{ef}} V$$

essendo $h = a_2 + 0.5 h_2$

| VERIFICHE AL STATO LIMITE ULTIMO | | | | |
|---|---------------|----------|--------------------------------------|----------------------------------|
| VERIFICHE AL TEMPO t=infinito - Combinazione di carico di media durata | | | | |
| <u>Resistenze di progetto del legno</u> | | | | |
| kh | 0,97 | kmod | 0,8 | |
| | | fm,d | 10,34 MPa | |
| | | ft,0,d | 6,21 MPa | |
| | | fc,0,d | 10,13 MPa | |
| | | fv,d | 1,17 MPa | |
| <u>Caratteristiche della sollecitazione</u> | | | | |
| | | q_Ed,1 | 5,03 | |
| | | MEd,max | 9,52 kNm | |
| | | Ved,max | 10,95 kN | |
| <u>Proprietà dei materiali e grandezze caratteristiche delle parti della sezione e della sezione composta</u> | | | | |
| ConneSSIONE: | | | | |
| Rigidezza | K=Ku/(1+kdef) | 1818,39 | N/mm | |
| Tavolato: | | | | |
| E1=E1/(1+kdef) | | 7188 | MPa | |
| E1_A1 | | 1,08E+08 | N | |
| E1_J1 | | 2,25E+10 | Nmm2 | |
| gamma1 | | 0,166 | | |
| Trave: | | | | |
| E2=E0,m/(1+kdef) | | 5937,5 | MPa | |
| E2_A2 | | 1,45E+08 | N | |
| E2_I2 | | 3,71E+11 | Nmm2 | |
| Sezione composta: | | | | |
| H | | 142,5 | mm | |
| a1 | | 126,89 | mm | |
| a2 | | 15,61 | mm | |
| EJ_eff | | 7,17E+11 | MPa | |
| <u>Verifiche a flessione:</u> | | | | |
| Tavolato: | | | | |
| sigma_m,1 | 2,39 | MPa | | |
| sigma1 | 2,01 | MPa | | |
| sigma_sup | 4,40 | MPa | (compressione) | |
| sigma_inf | -0,38 | MPa | (trazione) | |
| Trave: | | | | |
| sigma_m,2 | 6,90 | Mpa | | |
| sigma2 | -1,23 | Mpa | (trazione) | |
| somma di rapporti, verifica | 0,865 | < | 1 | OK |
| <u>Verifica a taglio dell'anima:</u> | | | | |
| Legno: | | | | |
| h | 103 | mm | | |
| tau2 | 0,48 | MPa | | |
| rapporto, verifica | 0,41 | < | 1 | OK |
| <u>Forza sul singolo connettore</u> | | | | |
| | | | Resistenza caratteristica connettore | |
| | | | Fk | 10,7 kN |
| $F_1 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{(EI)_{ef}} V$ | | | | |
| F1 | 5,63 | kN | < | Resistenza di calcolo connettore |
| | | | 5,71 kN | OK |

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1 E_1 a_1 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_2 = \frac{E_2 a_2 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_{m,i} = \frac{0.5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}}$$

$$\tau_{2max} = \frac{0.5 E_2 h^2}{(EI)_{ef}} V$$

essendo $h = a_2 + 0.5 h_2$

| VERIFICHE AL TEMPO t=infinito - Combinazione di carico permanente | | | | |
|---|---------------|----------|--------------------------------------|----|
| Resistenze di progetto del legno | | | | |
| kh | 0,97 | kmod | 0,6 | |
| | | fm,d | 7,76 MPa | |
| | | ft,0,d | 4,65 MPa | |
| | | fc,0d | 7,60 MPa | |
| | | fv,d | 0,88 MPa | |
| Caratteristiche della sollecitazione | | | | |
| | | q_Ed,2 | 1,51 | |
| | | MEd,max | 2,85 kNm | |
| | | Ved,max | 3,28 kN | |
| Proprietà dei materiali e grandezze caratteristiche delle parti della sezione e della sezione composta | | | | |
| Connessione: | | | | |
| Rigidezza | K=Ku/(1+kdef) | 1818,39 | N/mm | |
| Tavolato: | | | | |
| E1=E1/(1+kdef) | | 7188 | MPa | |
| E1_A1 | | 1,08E+08 | N | |
| E1_J1 | | 2,25E+10 | Nmm2 | |
| gamma1 | | 0,166 | | |
| Trave: | | | | |
| E2=E0,m/(1+kdef) | | 5937,5 | MPa | |
| E2_A2 | | 1,45E+08 | N | |
| E2_I2 | | 3,71E+11 | Nmm2 | |
| Sezione composta: | | | | |
| H | | 142,5 | mm | |
| a1 | | 126,89 | mm | |
| a2 | | 15,61 | mm | |
| EJ_eff | | 7,17E+11 | MPa | |
| Verifiche a flessione: | | | | |
| Tavolato: | | | | |
| sigma_m,1 | 0,71 | MPa | | |
| sigma1 | 0,60 | MPa | | |
| sigma_sup | 1,32 | MPa | (compressione) | |
| sigma_inf | -0,11 | MPa | (trazione) | |
| Trave: | | | | |
| sigma_m,2 | 2,07 | Mpa | | |
| sigma2 | -0,37 | Mpa | (trazione) | |
| somma di rapporti, verifica | 0,346 | < | 1 | OK |
| Verifica a taglio dell'anima: | | | | |
| Legno: | | | | |
| h | 103 | mm | | |
| tau2 | 0,14 | MPa | | |
| rapporto, verifica | 0,16 | < | 1 | OK |
| Forza sul singolo connettore | | | | |
| $F_1 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s}{(EI)_{ef}} V$ | | | Resistenza caratteristica connettore | |
| F1 | 1,69 | kN | < | OK |
| | | | Resistenza di calcolo connettore | |
| | | | Fk 10,7 kN | |
| | | | 4,28 kN | |

$$\sigma_1 = \frac{\gamma_1 E_1 a_1 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_2 = \frac{E_2 a_2 M}{(EI)_{ef}}$$

$$\sigma_{m,i} = \frac{0.5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}}$$

$$\tau_{2max} = \frac{0.5 E_2 h^2}{(EI)_{ef}} V$$

essendo $h = a_2 + 0.5 h_2$

12.4 NUOVO SOLAIO IN LATEROCEMENTO 01.04:

Solaio tipo Bausta 24+5

Travetti alternati, uno singolo e uno doppio, CLS 30/37

Armatura in campata 2 fi 12/travetto

Armatura in appoggio 1 fi 12/travetto inferiore e 1 fi 12 superiore, saldati alla L in acciaio di bordo.

OSS: nel foglio di calcolo seguente si è considerato un modulo di tre travetti e due pignatte.

| GEOMETRIA | | CARICHI | sp. | peso spec | kN/m2 |
|------------------------|----------------------------|----------|-----|-----------|-------|
| L | 4,48 m | pav | | 25 | 0 |
| | | massetto | 10 | 14 | 1,4 |
| travetti | | Divisori | | | 0,8 |
| b (3 travetti) | 36 cm | intonaco | 2 | 20 | 0,4 |
| h | 24 cm | | | | 2,6 |
| area | 864 cm ² | | | | |
| dist baric da lembo in | 12 cm | | | | |
| dist da baric | -6 cm | | | | |
| pignatte | | | | | |
| b (2 pignatte) | 76 cm | | | | |
| h | 24 cm | | | | |
| soletta | | | | | |
| b | 112 cm | | | | |
| h | 5 cm | | | | |
| area | 560 cm ² | | | | |
| dist baric da lembo in | 26,5 cm | | | | |
| dist da baric | 9 cm | | | | |
| interasse | 112 cm | | | | |
| y_baric | 18 cm | | | | |
| j= | 1140764195 mm ⁴ | | | | |
| E= | 32837 MPa | | | | |

| CARICHI kN/m2 | | | CARICHI kN/m, 3 travetti | | gamma_q q_slv | | | |
|---|--------|-------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----|--------|------|
| g1 | 4,32 | kN/m2 | g1 | 4,837 | kN/m | 1,3 | 6,288 | kN/m |
| g2 | 2,6 | kN/m2 | g2 | 2,912 | kN/m | 1,5 | 4,368 | kN/m |
| q | 5 | kN/m2 | q | 5,6 | kN/m | 1,5 | 8,4 | kN/m |
| | 11,919 | kN/m2 | | | | | 19,056 | kN/m |
| SOLLECITAZIONI AGENTI SLU | | | CAMPATA | | | | | |
| Med, max (+) | 47,88 | kNm | (1/8)qL ² | riferito a 3 travetti | | | | |
| armatura (+) | n | fi | Area | | | | | |
| | | mm | mm2 | | | | | |
| barre | 6 | 12 | 678,2 | riferito a 3 travetti | | | | |
| barre | | | 0,0 | | | | | |
| | | | 678,2 | | | | | |
| CALCOLO RESISTENZA A MOMENTO (+) | | | | riferito a 3 travetti | | | | |
| Mrd | 66,79 | kNm | OK | | | | | |
| RIEPILOGO | | | SOLLECITAZIONI IN CAMPATA | | riferito a 3 travetti | | | |
| Med= | 47,88 | kNm | vs | Mrd | 66,79 | kNm | OK | |

Infatti si ha:

Verifica C.A. S.L.U. - File: _ □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° strati barre Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 112 | 5 |
| 2 | 36 | 24 |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1 | 6,79 | 26 |

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

 L₀ cm

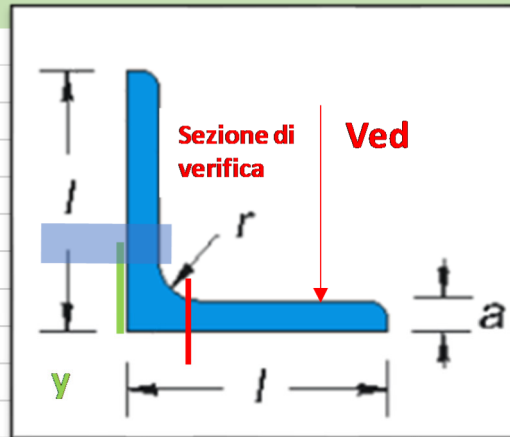
 Precompresso

| SOLLECITAZIONI AGENTI SLU | | | | APPOGGIO | | CALCOLO RESISTENZA A TAGLIO | | | |
|---|---|-------|-----|----------|-----------|-----------------------------|--|-------|--------------|
| Med, max (-) | | | kNm | | | copriferro | | 3 | cm |
| Ved, max | | 42,72 | kN | | =1/2*PL^2 | d | | 26 | cm |
| armatura (-) | n | | fi | | Area | k | | 1,877 | |
| | | | mm | | mm2 | ro_l | | 0,36% | |
| barre | | 3 | 12 | | 339,1 | fck | | 30 | Mpa |
| barre | | | | | 0,0 | vmin | | 0,493 | Mpa |
| | | | | | 339,1 | Vrd min | | 46,14 | kN |
| CALCOLO RESISTENZA A MOMENTO (-) | | | | | | Vrd,arm | | 43,11 | kN |
| Mrd | | | kNm | | OK | Vrd | | 46,14 | kN OK |
| RIEPILOGO | | | | | | riferito a 3 travetti | | | |
| SOLLECITAZIONI IN APPOGGIO | | | | | | riferito a 3 travetti | | | |
| Ved= | | 42,72 | kN | | vs | Vrd | | 46,14 | kN OK |

Verifica profilo a L per appoggio solaio

Profilo a L: 150x150x14

| | |
|---------------------|--------------------------|
| lato verticale | 150 mm |
| lato orizzontale | 150 mm |
| spessore | 14 mm |
| W_ala inf | 32666,67 mm ³ |
| braccio | 100 mm |
| Ved = taglio solaio | 38,1 kN/m |



Verifica dell'ala inferiore del profilo (valori al metro di profilo)

| | |
|-------|-----------|
| Med | 3,81 kNm |
| sigma | 116,8 MPa |
| tau | 16,3 MPa |

Verifica a taglio e momento in campo elastico

| | | | | | |
|----------|-----------|----|------|---------|----|
| sigma_id | 120,1 MPa | vs | S235 | 220 MPa | OK |
|----------|-----------|----|------|---------|----|

Ancoraggi in barre filettate diam14/30"Classe 4.6, L=50cm

| | | |
|----------------|---------------------|---------------------------------|
| diam barra | 14 mm | |
| Passo | 30 cm | |
| L_ancoraggio | 50 cm | |
| y | 75 mm | altezza barra da filo inferiore |
| area barra | 154 mm ² | |
| Ned/connettore | 15,3 kN | |
| Ved/connettore | 11,4 kN | |

Verifica a estrazione della barra

Resistenza all'estrazione

| | | | | |
|----------------|---------|----|---------|----|
| Ned/connettore | 15,3 kN | vs | 43,6 kN | OK |
|----------------|---------|----|---------|----|

| | |
|----------------|----------|
| sigma_trazione | 99,2 MPa |
| Tau | 111,5 kN |

Verifica a tensoflessione in campo elastico

barre di Classe 4.6

| | | | | |
|----------|-----------|----|---------|----|
| sigma_id | 217,2 MPa | vs | 460 MPa | OK |
|----------|-----------|----|---------|----|

MURATURA

| | | |
|---------|----------|-------------------------------------|
| fctk | 0,2 MPa | RIF tabella materiali Circolare NTC |
| gamma_M | 3 | |
| FC | 1,2 | |
| fctd | 0,06 MPa | |

Resistenza all'estrazione (cono di rottura della muratura)

| | |
|-------------------------------|---------|
| Tm, a | 43,6 kN |
| =pi.greco*fctd*L_ancoraggio^2 | |

12.5 NUOVO SOLAIO IN LATEROCEMENTO 01.05:

Solaio tipo Bausta 28+5

Travetti alternati, uno singolo e uno doppio, CLS 30/37

Armatura in campata 2 fi 14/travetto

Armatura in appoggio 1 fi 14/travetto inferiore e 2 fi 14 superiore, saldati alla L in acciaio di bordo.

OSS: nel foglio di calcolo seguente si è considerato un modulo di tre travetti e due pignatte.

| solaio: | | sopra vano | 1,05 | torretta | | | |
|------------------------|--|----------------------------|------|----------------|------------|------------------|--------------|
| GEOMETRIA | | | | CARICHI | sp. | peso spec | kN/m2 |
| L | | 5,78 m | | pav | | 25 | 0 |
| | | | | massetto | 10 | 14 | 1,4 |
| travetti | | | | Divisori | | | 0,8 |
| b (3 travetti) | | 36 cm | | intonaco | 2 | 20 | 0,4 |
| h | | 28 cm | | | | | 2,6 |
| area | | 1008 cm ² | | | | | |
| dist baric da lembo in | | 14 cm | | | | | |
| dist da baric | | -6 cm | | | | | |
| | | | | | | | |
| pignatte | | | | | | | |
| b (2 pignatte) | | 76 cm | | | | | |
| h | | 28 cm | | | | | |
| | | | | | | | |
| soletta | | | | | | | |
| b | | 112 cm | | | | | |
| h | | 5 cm | | | | | |
| area | | 560 cm ² | | | | | |
| dist baric da lembo in | | 30,5 cm | | | | | |
| dist da baric | | 11 cm | | | | | |
| | | | | | | | |
| interasse | | 112 cm | | | | | |
| | | | | | | | |
| y_baric | | 20 cm | | | | | |
| | | | | | | | |
| j= | | 1650326667 mm ⁴ | | | | | |
| E= | | 32837 MPa | | | | | |

| CARICHI kN/m2 | | CARICHI kN/m travetto | | gamma_q q_slv | |
|---------------|--------------|-----------------------|------------|---------------|-------------|
| g1 | 4,83 kN/m2 | g1 | 5,410 kN/m | 1,3 | 7,032 kN/m |
| g2 | 2,6 kN/m2 | g2 | 2,912 kN/m | 1,5 | 4,368 kN/m |
| q | 5 kN/m2 | q | 5,6 kN/m | 1,5 | 8,4 kN/m |
| | 12,430 kN/m2 | | | | 19,800 kN/m |

| SOLLECITAZIONI AGENTI SLU | | | CAMPATA | | | | |
|---|--------|-----|----------------------|-----------------------|--------|-----|----|
| Med, max (+) | 82,54 | kNm | (1/8)qL ² | riferito a 3 travetti | | | |
| armatura (+) | n | fi | Area | | | | |
| | | mm | mm ² | | | | |
| barre | 6 | 14 | 923,2 | riferito a 3 travetti | | | |
| barre | | | 0,0 | | | | |
| | | | 923,2 | | | | |
| CALCOLO RESISTENZA A MOMENTO (+) | | | | riferito a 3 travetti | | | |
| Mrd | 104,90 | kNm | OK | | | | |
| RIEPILOGO | | | | riferito a 3 travetti | | | |
| Med= | 82,54 | kNm | vs | Mrd | 104,90 | kNm | OK |

Infatti si ha:

Verifica C.A. S.L.U. - File: - □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo :

N° strati barre Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 112 | 5 |
| 2 | 36 | 28 |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1 | 9,24 | 30 |

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.
 DXF

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

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

M-curvatura

Precompresso

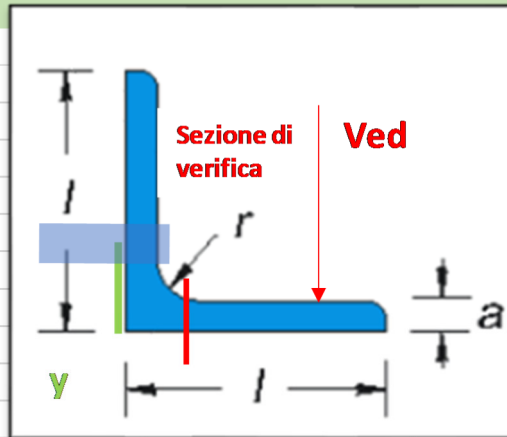
Materiali
 B450C C30/37
 ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

| SOLLECITAZIONI AGENTI SLU | | | APPOGGIO | riferito a 3 travetti | | | |
|---|-----------------------------------|------------|------------------------------|------------------------------------|--------------|-----------|-----------|
| Med, max (-) | | kNm | | CALCOLO RESISTENZA A TAGLIO | | | |
| Ved, max | 57,17 | kN | =1/2*PL^2 | copriferro | 3 | cm | |
| | | | | d | 30 | cm | |
| | | | | k | 1,816 | | |
| armatura (-) | n | fi | Area | ro_l | 0,85% | | |
| | | mm | mm2 | fck | 30 | Mpa | |
| barre | 6 | 14 | 923,2 | | | | |
| barre | | | 0,0 | vmin | 0,469 | Mpa | |
| | | | 923,2 | | | | |
| | | | | Vrd min | 50,69 | kN | |
| | | | | Vrd,arm | 64,79 | kN | |
| CALCOLO RESISTENZA A MOMENTO (-) | | | | Vrd | 64,79 | kN | |
| Mrd | | kNm | OK | | | OK | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| RIEPILOGO | SOLLECITAZIONI IN APPOGGIO | | riferito a 3 travetti | | | | |
| Med= | 0,00 | kNm | vs | Mrd | 0,00 | kNm | OK |
| Ved= | 57,17 | kN | vs | Vrd | 64,79 | kN | OK |

Verifica profilo a L per appoggio solaio

Profilo a L: 150x150x14

| | |
|---------------------|--------------------------|
| lato verticale | 150 mm |
| lato orizzontale | 150 mm |
| spessore | 14 mm |
| W_ala inf | 32666,67 mm ³ |
| braccio | 100 mm |
| Ved = taglio solaio | 51,0 kN/m |



Verifica dell'ala inferiore del profilo (valori al metro di profilo)

| | |
|-------|-----------|
| Med | 5,10 kNm |
| sigma | 156,1 MPa |
| tau | 21,9 MPa |

Verifica a taglio e momento in campo elastico

| | | | | |
|----------|-----------|----|---------|----|
| | | | S235 | |
| sigma_id | 160,6 MPa | vs | 220 MPa | OK |

Ancoraggi in barre filettate diam14/30"Classe 4.6, L=50cm

| | | |
|----------------|---------------------|---------------------------------|
| diam barra | 14 mm | |
| Passo | 30 cm | |
| L_ancoraggio | 50 cm | |
| y | 75 mm | altezza barra da filo inferiore |
| area barra | 154 mm ² | |
| Ned/connettore | 20,4 kN | |
| Ved/connettore | 15,3 kN | |

Verifica a estrazione della barra

Resistenza all'estrazione

| | | | | |
|----------------|---------|----|---------|----|
| Ned/connettore | 20,4 kN | vs | 43,6 kN | OK |
|----------------|---------|----|---------|----|

| | |
|----------------|-----------|
| sigma trazione | 132,6 MPa |
| Tau | 149,2 kN |

Verifica a tensoflessione in campo elastico

barre di Classe 4.6

| | | | | |
|----------|-----------|----|---------|----|
| sigma_id | 290,4 MPa | vs | 460 MPa | OK |
|----------|-----------|----|---------|----|

MURATURA

| | | |
|---------|----------|-------------------------------------|
| fctk | 0,2 MPa | RIF tabella materiali Circolare NTC |
| gamma_M | 3 | |
| FC | 1,2 | |
| fctd | 0,06 MPa | |

Resistenza all'estrazione (cono di rottura della muratura)

| | |
|-------|-------------------------------|
| Tm, a | 43,6 kN |
| | =pi.greco*fctd*L_ancoraggio^2 |

12.6 NUOVA TRAVE TRA SOLAI SOPRA VANI 01.04 E 01.05

Il taglio del solaio sopra il vano 01.05 agisce come carico verticale sulla trave:

$$Qv_da\ solaio=57.17/1.12=51\ kN/m$$

| | | | | | | | |
|---|--------|----------------------------------|----------------------|-----|--------|-----|----|
| Q slu dal solaio | 51,00 | kN/m | | | | | |
| pp trave slu | 5,85 | kN/m | | | | | |
| Qv_tot_slv | 56,85 | kN/m | | | | | |
| SOLLECITAZIONI AGENTI SLU | | CAMPATA | | | | | |
| Med, max (+) | 141,51 | kNm | (1/8)qL ² | | | | |
| armatura (+) | n | fi | Area | | | | |
| | | mm | mm ² | | | | |
| barre | 8 | 16 | 1607,7 | | | | |
| barre | | | 0,0 | | | | |
| | | | 1607,7 | | | | |
| CALCOLO RESISTENZA A MOMENTO (+) | | | | | | | |
| Mrd | 143,60 | kNm | OK | | | | |
| RIEPILOGO | | SOLLECITAZIONI IN CAMPATA | | | | | |
| Med= | 141,51 | kNm | vs | Mrd | 143,60 | kNm | OK |

Si ha infatti:

Verifica C.A. S.L.U. - File: _ □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo : _____

N° strati barre Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 60 | 30 |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1 | 16,08 | 26 |

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

DXF

Barre

N°

As

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰

E_s N/mm² f_{cd} ‰

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰

σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰

τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d δ

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

N° rett.

L₀ cm

Precompresso

| SOLLECITAZIONI AGENTI SLU | | | APPOGGIO | CALCOLO RESISTENZA A TAGLIO | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Med, max (-) | <input type="text" value="126,85"/> | kNm | | copriferro | <input type="text" value="4"/> | cm |
| Ved, max | <input type="text" value="126,85"/> | kN | =1/2*PL^2 | d | <input type="text" value="26"/> | cm |
| armatura (-) | <input type="text" value="n"/> | fi | Area | k | <input type="text" value="1,877"/> | |
| | | mm | mm2 | ro_l | <input type="text" value="1,03%"/> | |
| barre | <input type="text" value="8"/> | <input type="text" value="16"/> | 1607,7 | fck | <input type="text" value="30"/> | Mpa |
| barre | | | 0,0 | vmin | <input type="text" value="0,493"/> | Mpa |
| | | | 1607,7 | Vrd min | <input type="text" value="76,91"/> | kN |
| CALCOLO RESISTENZA A MOMENTO (-) | | | | Vrd,arm | <input type="text" value="127,25"/> | kN |
| Mrd | <input type="text" value="126,85"/> | kNm | <input type="text" value="OK"/> | Vrd | <input type="text" value="127,25"/> | kN <input type="text" value="OK"/> |
| RIEPILOGO | | | | | | |
| SOLLECITAZIONI IN APPOGGIO | | | | | | |
| Med= | <input type="text" value="0,00"/> | kNm | vs | Mrd | <input type="text" value="0,00"/> | kNm <input type="text" value="OK"/> |
| Ved= | <input type="text" value="126,85"/> | kN | vs | Vrd | <input type="text" value="127,25"/> | kN <input type="text" value="OK"/> |

13 CONCLUSIONI

Per quanto sopra esposto si considerano verificati gli interventi previsti in progetto.