

Nuova scuola media Enrico Panzacchi

Viale Il Giugno, 49 - Ozzano dell'Emilia



committente

Comune di Ozzano dell'Emilia

Via della Repubblica, 10

responsabile unico del procedimento

ing. Chiara De Plato

raggruppamento temporaneo di professionisti

_progettazione architettonica

AREA PROGETTI srl Arch. Giorgio Gazzera

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

Archisbang associati Arch. Silvia Minutolo, Arch. Marco Gai Via

Via Bogino 4, 10123 Torino, tel. 011 026 7246, info@archisbang.com

_progettazione strutturale

AREA PROGETTI srl Ing. Marco Cuccureddu

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

_progettazione impianti meccanici, elettrici e speciali

AREA PROGETTI srl Ing. Sergio Cerioni, Ing. Gabriele Pisani

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

_progettazione antincendio

AREA PROGETTI srl Ing. Sergio Cerioni

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

_progettazione urbanistica

arch. Andrea Cavaliere

Via Cassini 43 - 10129 Torino, tel. 3284240491, archicavaliere@gmail.com

_consulenza LEED

arch. Elisa Sirombo

Via Stampatori 21, 10122 Torino, tel. 3356277109, elisa.sirombo@gmail.com

_piano di sicurezza e coordinamento

AREA PROGETTI srl Arch. Domenico Racca

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

consulenti

_arch. Chiara Devecchi (progettazione acustica)

Via Principi d'Acaja 19, 10138 Torino, tel. 011 4172277, devecchichiara@yahoo.it



archisbang

AREAPROGETTI
architettura e ingegneria

pratica **PAN_01**

fase **PE_Progetto Esecutivo**

oggetto **REL_INT - Autorizzazione sismica**

elaborato **Autorizzazione sismica. Integrazione 20-007**

file **PAN_01_PE_ST_Z_0005_REL_INT_a**

scala **-**

data **13 gennaio 2020**

rev.	data	redatto	verificato	approvato	oggetto revisione
	13/01/20	mc	mc	gg	prima emissione
a	27/03/20	mm	mc	gg	modifiche non sostanziali

L'UTILIZZO E LA RIPRODUZIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATE A NORMA DI LEGGE

ST_Z_0005

Autorizzazione sismica. Integrazioni 20-007



ARCHITETTO
Elisa
Sirombo

n. 8680



ARCHITETTO
Domenico
Racca

n.9091

**AUTORIZZAZIONE SISMICA PROGETTO NUOVA
SCUOLA MEDIA ENRICO PANZACCHI**

COMUNE DI OZZANO DELL'EMILIA

INTEGRAZIONI 20-007

1	PREMESSA	4
2	MODULISTICA	5
3	ONERI	6
4	RELAZIONE GEOLOGICA	7
5	MODELLO SISMICO	12
6	RELAZIONE GEOTECNICA	17
7	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	26

1 PREMESSA

In data 15.01.2020 è stato avviato il procedimento per l'Autorizzazione Sismica per i Lavori di "Realizzazione della nuova scuola media Enrico Panzacchi" nel Comune di Ozzano dell'Emilia acquisito agli atti da parte dell'Unione dei Comuni Savena Idice con Prot. n. 575 del 15.01.2020.

In data 18.02.2020 Prot. 2531/2020 è stata inviata una richiesta di integrazioni, a firma dell'Ing. Salvatore Manfredi dell'Unione dei Comuni Savena Idice.

Il presente documento redatto in data 30.03.2020 contiene le risposte alle integrazioni richieste nel documento sopra citato.

2 MODULISTICA

1. Fornire nominativi DL strutture e Collaudatore.

RISPOSTA

Vedasi documento allegato

3 ONERI

2. Fornire quietanza Oneri, calcolati in 3.130,00 €.

RISPOSTA

Vedasi documento allegato

4 RELAZIONE GEOLOGICA

3. Esplicitare considerazioni per individuazione dei parametri per ogni strato e dei criteri di scelta, riportare sezione con quote imposte delle fondazioni.

RISPOSTA

La definizione del locale assetto litostratigrafico e geomeccanico è stata condotta sulla base dei dati desunti dalla nuova indagine geognostica e di quelli disponibili relativi allo studio geologico realizzato nel 2010 (cfr. Relazione Geotecnica-Sismica cap. 4).

Definito l'assetto litostratigrafico e geomeccanico si è cercato di individuare degli strati di caratteristiche litologiche e geomeccaniche relativamente omogenee e definire, conseguentemente, delle unità litotecniche (U.L.), teoricamente rappresentative del sito in esame, contraddistinte da specifici parametri geotecnici, desunti direttamente o per estrapolazione dalle indagini eseguite. In tale contesto, tenendo conto delle caratteristiche litologico-tessiturali e geomeccaniche dei terreni investigati, sono state definite, all'interno dei primi 15 metri di terreno, 8 unità litotecniche di seguito elencate (cfr. Relazione Geologico e Geotecnica-Sismica pp. 9 e ss):

- unità litotecnica 1: prevalenti limi argillosi talora sabbiosi e argille limose
- unità litotecnica 2: prevalenti limi argillosi sabbiosi e limi sabbiosi argillosi
- unità litotecnica 3: prevalenti limi argillosi talora debolmente sabbiosi e argille limose
- unità litotecnica 3A: prevalenti limi argillosi sabbiosi e argille limose
- unità litotecnica 3B: prevalenti limi argillosi e argille limose
- unità litotecnica 4: prevalenti ghiaie in matrice limoso - sabbiosa
- unità litotecnica 5: prevalenti argille limose e limi argillosi talora sabbiosi
- unità litotecnica 6: prevalenti ghiaie in matrice limoso - sabbiosa

Per ciascuna unità, facendo riferimento ai dati desunti dalle prove penetrometriche, sono stati stimati, sulla base di correlazioni elaborate da diversi Autori, i valori medi dei principali parametri geotecnici. In relazione alla componente litologica-tessiturale predominante, alle UL 1, 2, 3, 3A, 3B, e 5, sono stati attribuiti parametri propri dei terreni a preminente comportamento coesivo (C_u , E), mentre alle UL 4 e 6 sono stati attribuiti parametri propri dei terreni a preminente comportamento incoerente (ϕ , M).

Dai valori nominali dei parametri geotecnici attribuiti a ciascuna UL sono poi stati derivati i corrispondenti valori caratteristici, nelle due possibili configurazioni di presenza, o assenza di compensazione spaziale/strutturale (cfr. Relazione Geologico e Geotecnica-Sismica cap. 4 e allegati E e F).

Sulla base della prevista profondità d'imposta delle fondazioni sono state individuate le UL direttamente interessate (UL 2 e 3A) e, conseguentemente, i pertinenti valori dei parametri geotecnici da utilizzare per le verifiche a breve ed a lungo termine.

In particolare per quanto riguarda le verifiche a lungo termine, si è fatto, necessariamente, riferimento ai dati acquisiti dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati nel corso dei sondaggi geognostici, in quanto, come noto, le prove penetrometriche statiche CPT sono assimilabili a prove rapide in condizioni di drenaggio impedito e quindi non possono fornire valori parametrici in termini efficaci. Considerando il carattere puntuale dei prelievi e le caratteristiche

litologiche-tessiturali delle UL coinvolte, a scopo cautelativo si è ritenuto opportuno utilizzare, per le UL 1, 3, 3A, 3B e 5, solamente i valori dei parametri di resistenza al taglio (c' e ϕ') del campione S2-C1, anche se attinenti, in maniera più specifica alla UL 3A (cfr. Relazione Geologico e Geotecnica-Sismica cap. 6 e allegato B).

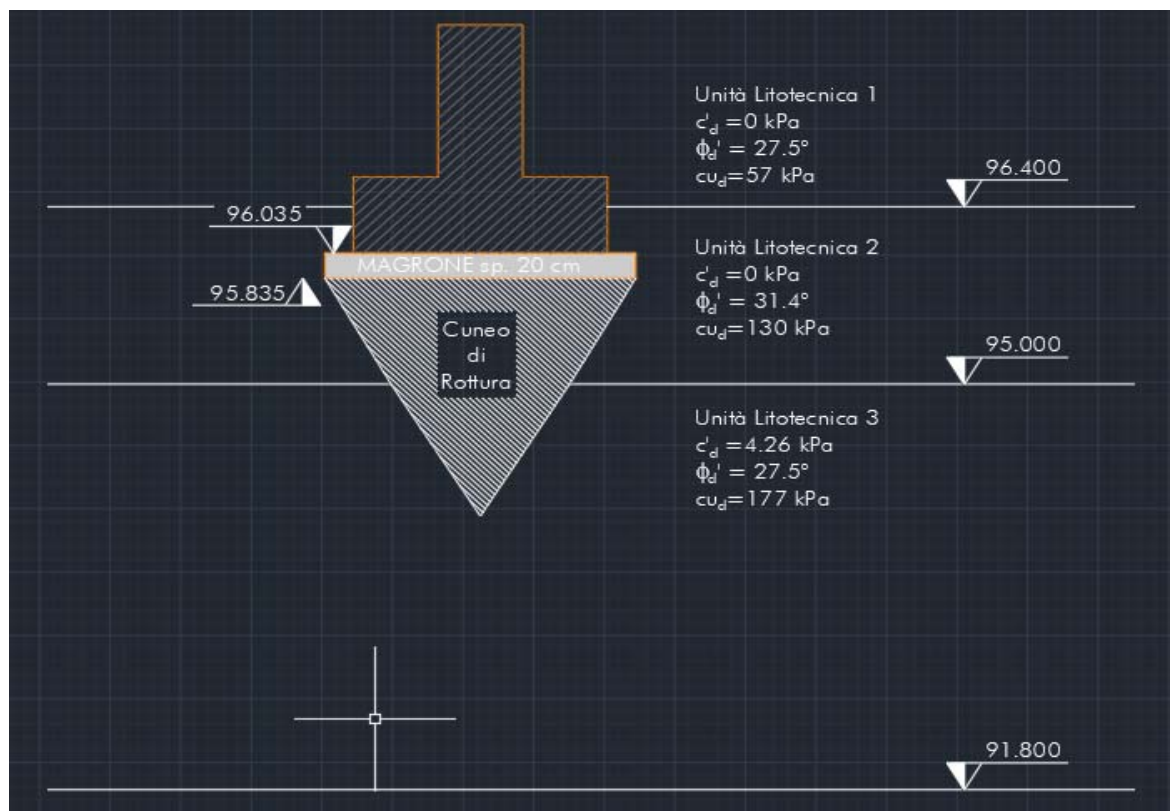
Sulla base di quanto fin qui indicato i parametri utilizzati per le verifiche geotecniche (relativamente alle UL interessate dalle fondazioni sono) (cfr. Relazione Geologico e Geotecnica-Sismica Tab. A1 e cap. 6 e Relazioni Geotecniche di dettaglio dei vari edifici).

- **unità litotecnica 1:**
 $c_{ud} = 57 \text{ kPa}$; $\phi_d' = 27.5^\circ$
- **unità litotecnica 2:**
 $c_{ud} = 130 \text{ kPa}$; $\phi_d' = 31.4^\circ$
- **unità litotecnica 3:**
 $c_{ud} = 177 \text{ kPa}$; $c_d' = 4.26 \text{ kPa}$ e $\phi_d' = 27.5^\circ$
- **unità litotecnica 3A:**
 $c_{ud} = 73 \text{ kPa}$; $c_d' = 4.26 \text{ kPa}$ e $\phi_d' = 27.5^\circ$
- **unità litotecnica 3B:**
 $c_{ud} = 57 \text{ kPa}$; $\phi_d' = 27.5^\circ$

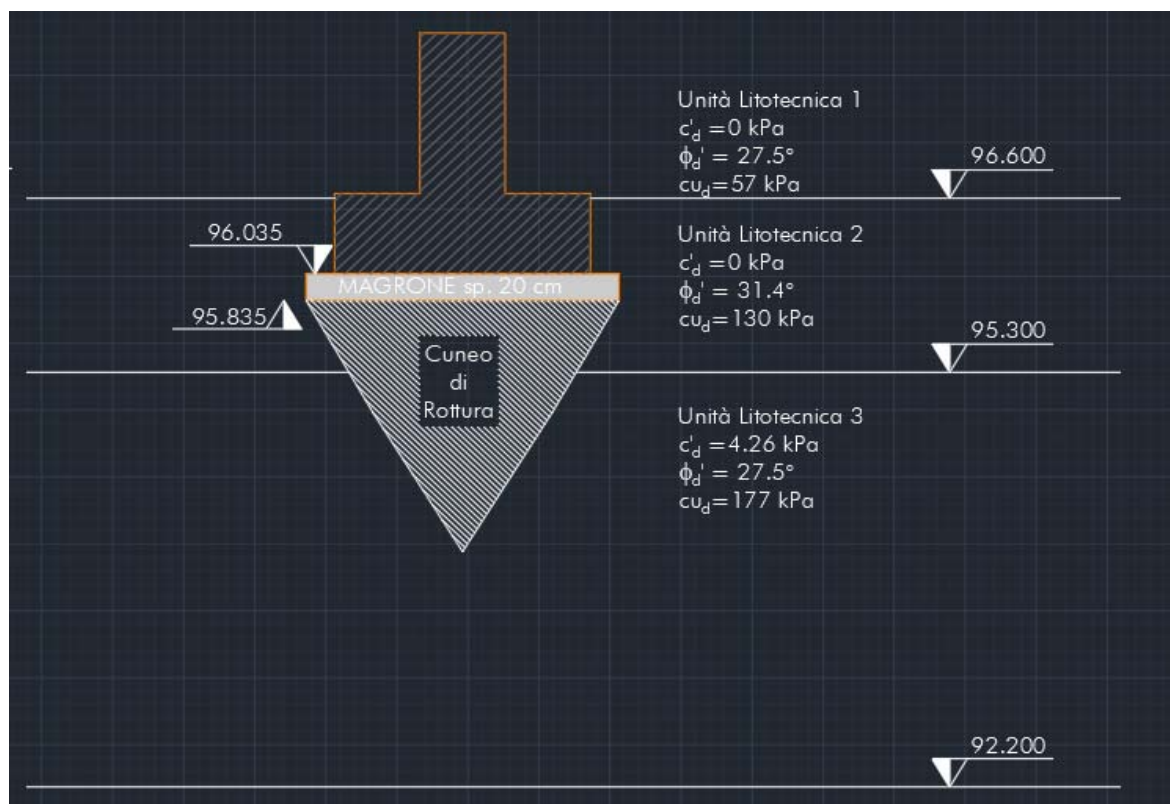


Ubicazione delle indagini con sovrapposizione sagoma nuovo complesso scolastico (non in scala)

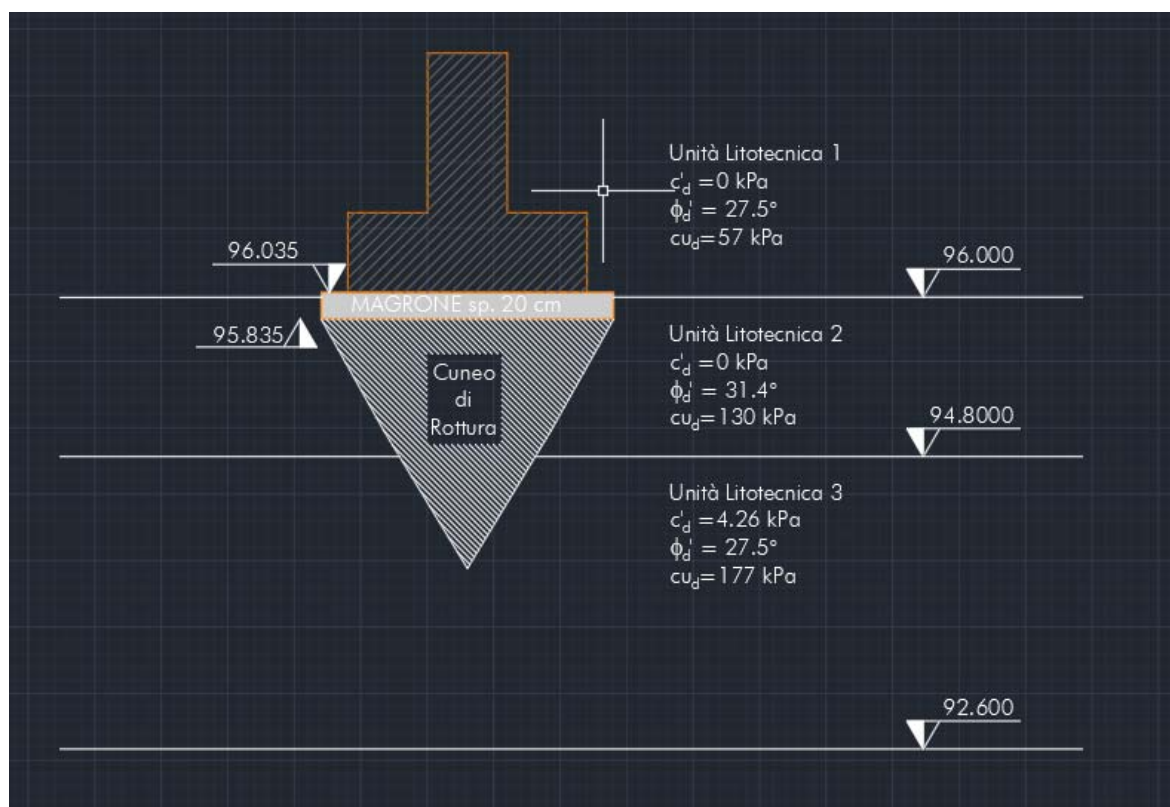
In base alla planimetria sopra indicata si riportano le sezioni stratigrafiche con il piano di imposta delle fondazioni della Scuola, della Palestra e dell'Auditorium.



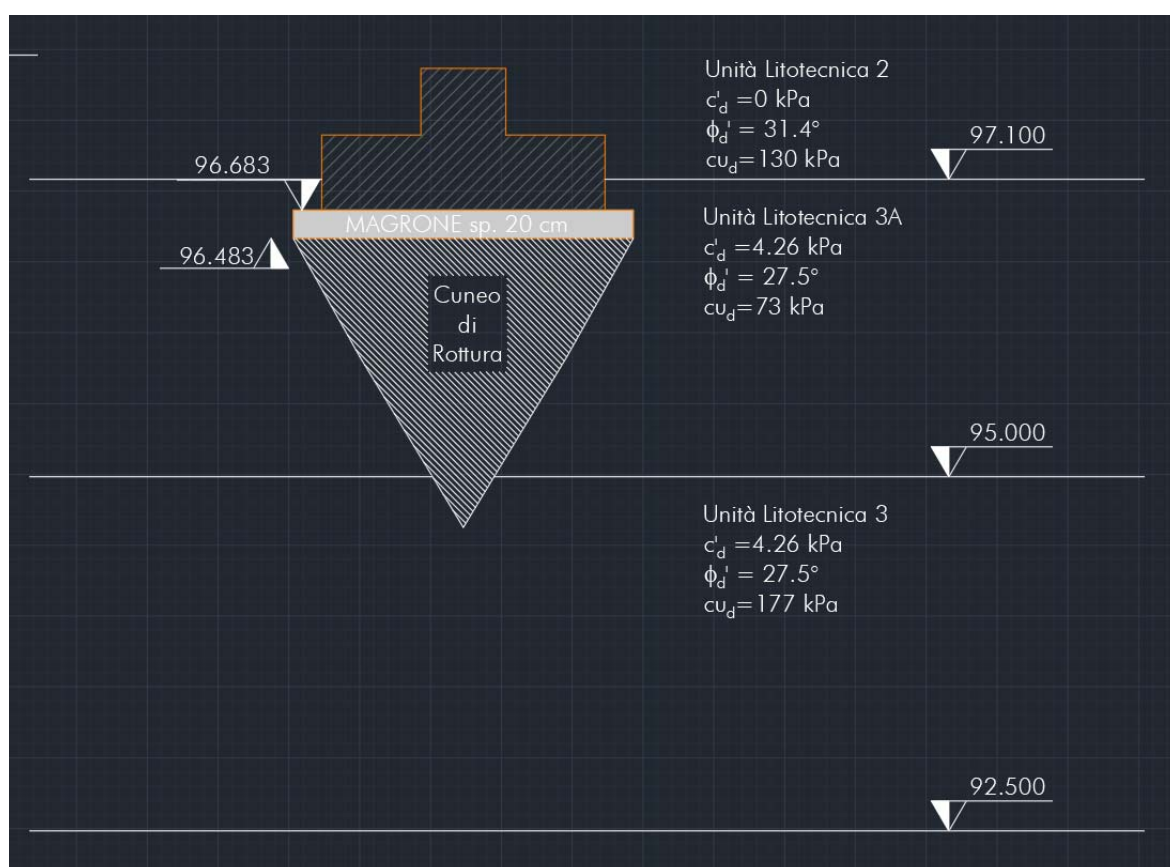
Sezione con indicazione stratigrafia. SCUOLA (Zona CPT3).



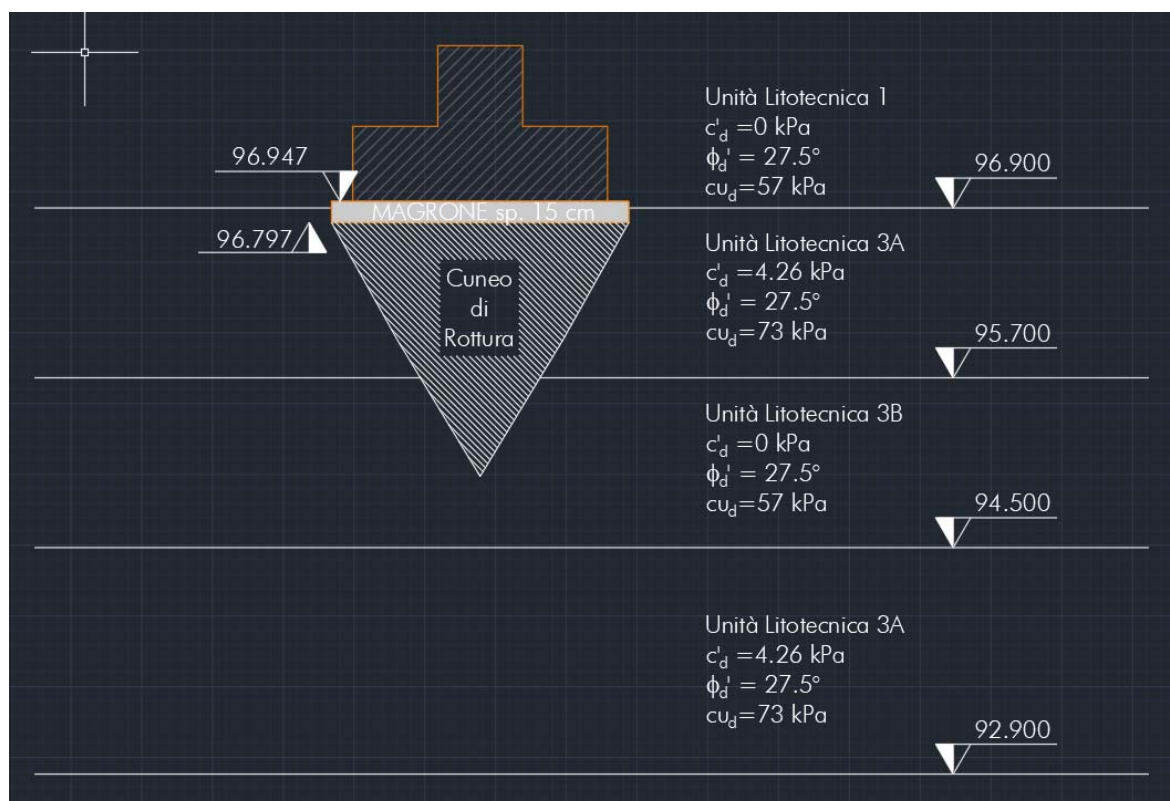
Sezione con indicazione stratigrafia. SCUOLA (Zona S1).



Sezione con indicazione stratigrafia. SCUOLA (Zona CPT2).



Sezione con indicazione stratigrafia. PALESTRA (S2).



Sezione con indicazione stratigrafia. PALESTRA (CPT1).

5 MODELLO SISMICO

4. Esplicitare l'utilizzo del metodo semplificato, ai sensi del paragrafo 3.2.2 NTC2018 e controllare zona di microzonazione sismica.

RISPOSTA

Facendo riferimento a quanto riportato nel cap.4 della Relazione Geologica e nel cap.5 della Relazione Geotecnica-Sismica, per la definizione del locale modello sismico è stato preso in esame l'assetto litostratigrafico, geomeccanico, idrogeologico e geomorfologico evidenziato sia dalle indagini geognostiche disponibili per il sito in esame, sia dai dati, di carattere geognostico e cartografico, disponibili in bibliografia e nella banca dati della Regione Emilia-Romagna. L'esame dei suddetti dati ha permesso di **escludere per l'area oggetto di studio la presenza di elementi di criticità, riconducibili sia a fattori geolitologici, sia a fattori geomorfologici**. In particolare, i dati disponibili sembrerebbero indicare l'assenza, nei primi 15 metri, di depositi granulari sciolti di prevalente natura sabbiosa e limoso-sabbiosa di spessore significativo; strati di depositi grossolani, ma a prevalente scheletro ghiaioso in matrice limoso-sabbiosa e limoso-argillosa di medio addensamento, sono stati individuati localmente tra 5.50 e 10.00 metri, in condizioni parzialmente insature. Ugualmente, non sembrerebbero essere presenti depositi significativi costituiti da sedimenti fini particolarmente compressibili di scadenti caratteristiche geomeccaniche.

A livello generale, i dati disponibili indicherebbero per la zona di studio, successioni costituite da un'alternanza di sedimenti fini argilloso-limosi di discreta consistenza e sedimenti grossolani prevalentemente ghiaiosi, in matrice fine, di addensamento medio, fino a profondità di 50-60 metri dove dovrebbero subentrare i litotipi di substrato marino (Sabbie di Imola). Facendo riferimento alle indagini geofisiche disponibili ed ai dati riportati nel PSC del comune di Ozzano dell'Emilia, tali successioni si caratterizzano per un tendenziale aumento delle velocità delle onde di taglio VS con la profondità che si esplicita in una VS,30 compresa tra 180 e 360 m/s.

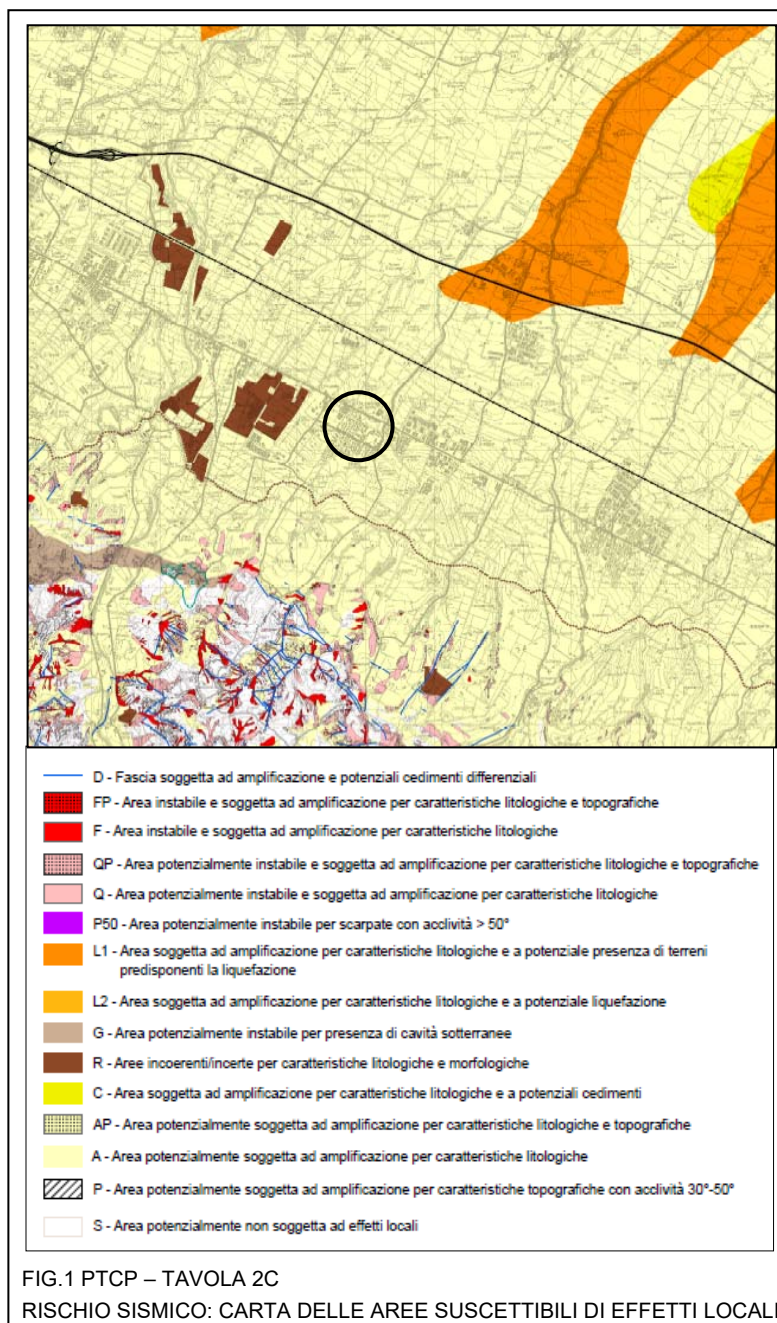
Come anticipato, anche da un punto di vista geomorfologico, il sito in esame non presenta elementi di criticità; in particolare non si segnalano coperture di spessore fortemente variabile come potrebbe succedere in presenza di cave tombate o in zone di fondovalle a ridosso dei versanti.

Relativamente all'assetto idrogeologico, i dati disponibili, confermati anche dalle indagini eseguite, indicherebbero, per l'area ospitante il sito d'intervento, una soggiacenza della falda mediamente compresa tra 7 e 9 metri dal piano campagna.

Sulla base di tali elementi si è ritenuto di poter ricondurre i terreni presenti nell'area d'intervento alle categorie definite nella tabella 3.2.II delle NTC 2018, nello specifico alla categoria C e, conseguentemente, procedere alla valutazione dell'azione sismica facendo riferimento all'approccio semplificato.

Facendo riferimento al cap. 5 della Relazione Geotecnica-Sismica, "le caratteristiche tessiturali, stratigrafiche e geomeccaniche dei terreni investigati sono tali da **non prefigurare particolari condizioni di rischio riguardanti la possibile insorgenza di fenomeni d'instabilità dinamica per cedimenti assoluti e/o differenziali**. Non sono stati, infatti, individuati depositi di spessore significativo costituiti da litotipi sotto falda a prevalente componente sabbiosa poco addensati, potenzialmente suscettibili di densificazione o liquefazione, né depositi argillosi e/o limosi di caratteristiche fisico-meccaniche molto scadenti, tali da indurre significativi fenomeni di cedimento".

Tali considerazioni, fatte sulla base delle indagini geognostiche e geofisiche disponibili per il sito di studio, trovano riscontro nella documentazione tecnica prodotta dalla Regione Emilia-Romagna che nel PTCP (tav.2C – Rischio sismico: Carta delle aree suscettibili di effetti locali) non classifica l'area tra quelle soggette a potenziale liquefazione (L1 e L2), né a potenziali cedimenti (C), ma solamente tra le aree potenzialmente soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche (A). Come noto, la zonizzazione definita nell'ambito del PTCP costituisce il **primo livello conoscitivo** finalizzato alla definizione dei possibili scenari di pericolosità sismica per consentire l'individuazione delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali in caso di sisma. Da tale analisi discende il **secondo livello di studio** finalizzato alla definizione della risposta sismica locale ed alla **microzonizzazione** del territorio, che si esplica negli



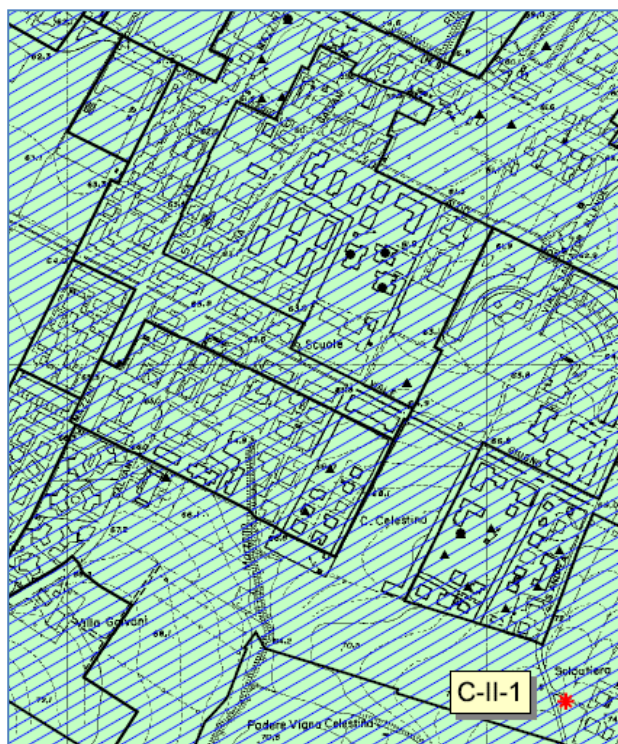
ambiti di pianificazione comunale o in forma associata, come per il comune di Ozzano dell'Emilia. Sulla base delle condizioni di pericolosità sismica individuati nel primo livello di studio gli approfondimenti potranno concludersi con un'analisi semplificata (II livello) da esplicitarsi attraverso la predisposizione della cartografia di microzonazione sismica e la definizione dei coefficienti di amplificazione, oppure, relativamente alle aree soggette a liquefazione e densificazione, alle aree instabili e potenzialmente instabili e a quelle caratterizzate da coperture di spessore fortemente variabile, con un'analisi più dettagliata che porti alla valutazione degli spettri di risposta ed alla elaborazione di specifiche mappe di amplificazione.

Per quanto riguarda il comune di Ozzano dell'Emilia gli studi, e indagini e le analisi condotte (Il livello di approfondimento) hanno portato alla predisposizione della pertinente cartografia di microzonazione sismica, rappresentata nella tavola Oz.B.1.6a (vedi stralcio di interesse), in cui s'individuano diverse zone sulla base della categoria di sottosuolo di fondazione, possibilità di

liquefazione e fattore di amplificazione locale. **Poiché per l'intero territorio comunale, compresa l'area ospitante il sito d'intervento, la categoria di sottosuolo di fondazione è la "C", la zonizzazione si differenzia solamente in relazione ai possibili effetti locali legati ai parametri morfologici, ai fattori di amplificazione locale ed alla possibilità di liquefazione dei sedimenti saturi.**

Da un punto di vista morfologico, l'area ospitante il sito in esame ricade in un contesto di alta pianura sub-pianeggiante che **esclude la possibilità di amplificazione del moto sismico per fattori topografici.**

Per quanto riguarda il possibile manifestarsi di **fenomeni di liquefazione**, l'area ospitante il sito in esame è stata inserita tra le zone (C-II-1: sottosuolo di fondazione "C" – sedimenti in cui è possibile che si verifichi liquefazione sotto impulsi ciclici dotati di magnitudo $\geq 5,5$) in cui è stata verificata la presenza di tessiture granulari, almeno nei primi 10-12 metri; si tratta di sequenze sabbiose generalmente caratterizzate da abbondante matrice limosa e/o scheletro ghiaioso, con potenze mediamente comprese tra 1 e 2 metri. Per tali sequenze si rende necessario un controllo di spessore, tessitura e quota piezometrica della falda.



Stralcio Tav. Oz.B.1.6a (PSC – Microzonazione Sismica)

Lo studio condotto presso l'area d'imposta delle Scuole Medie Panzacchi ha consentito di verificare la presenza di tali sequenze, definendone gli spessori e le caratteristiche tessiturali e geomeccaniche, definendo altresì la profondità di rinvenimento della falda idrica. Come riportato nella pertinente Relazione Geotecnica-Sismica l'assetto evidenziato è stato considerato tale da non prefigurare particolari condizioni di rischio riguardanti la possibile insorgenza di fenomeni d'instabilità dinamica per cedimenti assoluti e/o differenziali. **Non sono stati, infatti, individuati depositi di spessore significativo costituiti da litotipi sotto falda a prevalente componente sabbiosa poco addensati, potenzialmente suscettibili di densificazione o liquefazione, né depositi argillosi e/o limosi di caratteristiche fisico-meccaniche molto scadenti, tali da**

indurre significativi fenomeni di cedimento.

Tali evidenze sono state successivamente confermate da una **verifica puntuale della suscettibilità alla liquefazione eseguita per le tre prove penetrometriche disponibili**, di cui si riportano di seguito i report sintetici.

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

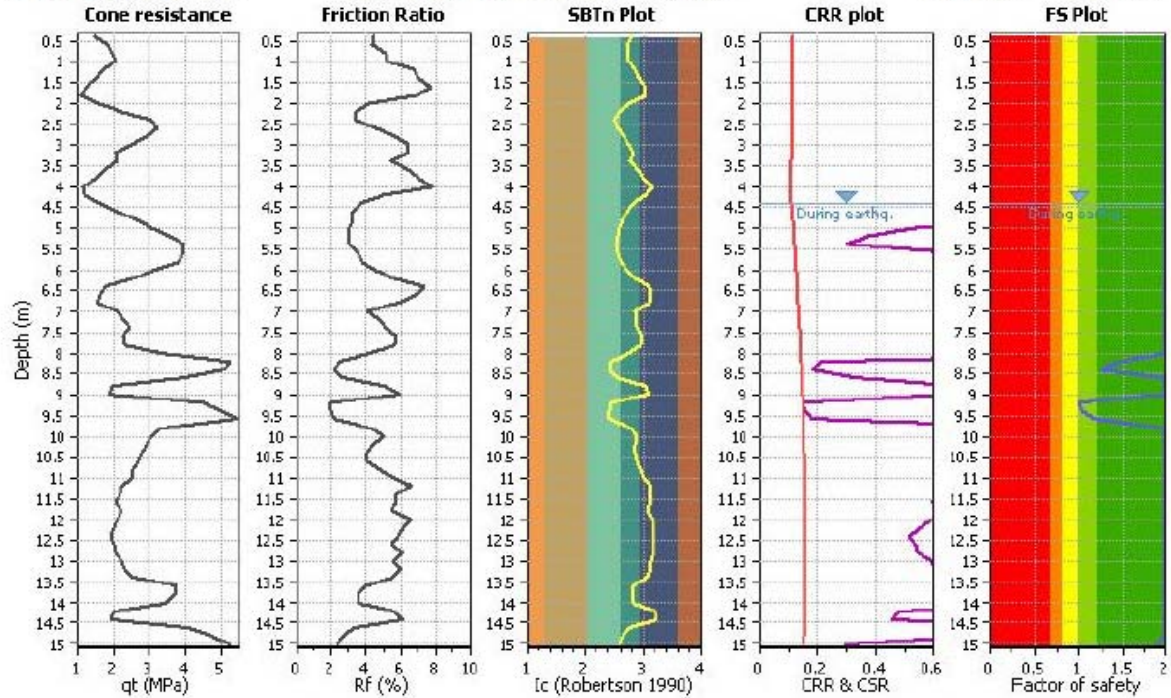
Project title: VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Location: SCUOLE MEDIE PANZACCHI - OZZANO DELL'EMILIA

CPT file: CPT1

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	4.40 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	4.40 m	Fill height:	NA	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	NA	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

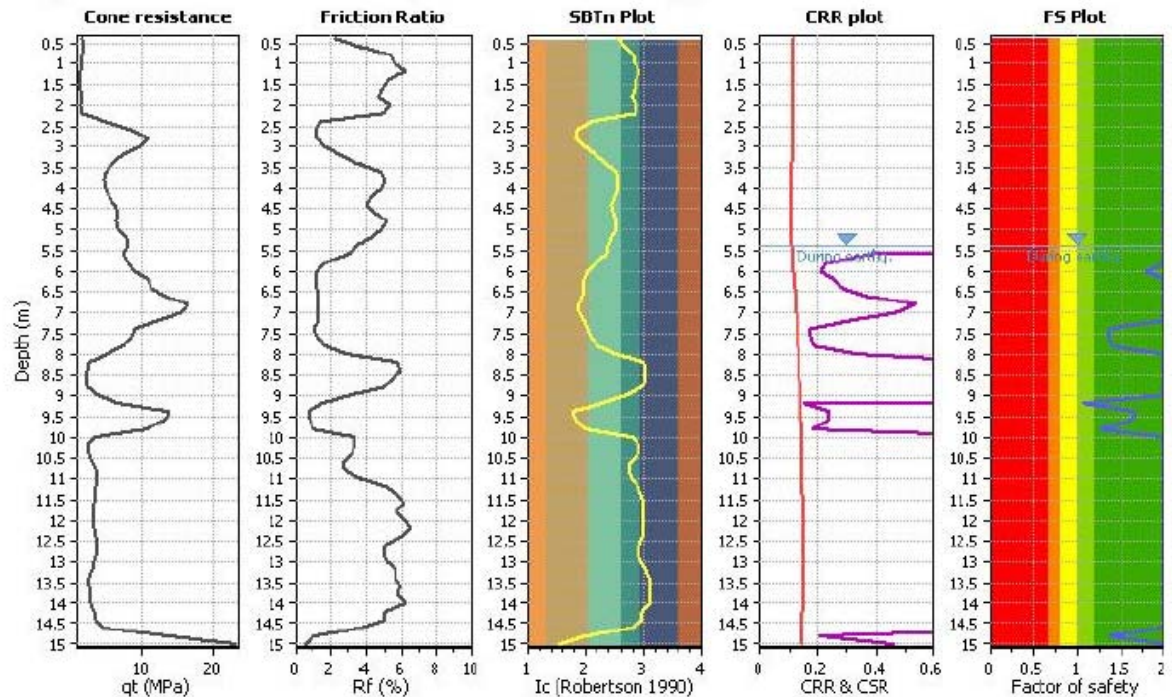
Project title: VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Location: SCUOLE MEDIE PANZACCHI - COMUNE DI OZZANO

CPT file: CPT2

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	5.40 m	Use fill:	No	Clay like behavior applied:	All soils
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	5.40 m	Fill height:	NA	Limit depth applied:	No
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	NA	Limit depth:	N/A
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	MSF method:	Method based
Peak ground acceleration:	0.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_0 applied:	Yes		



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

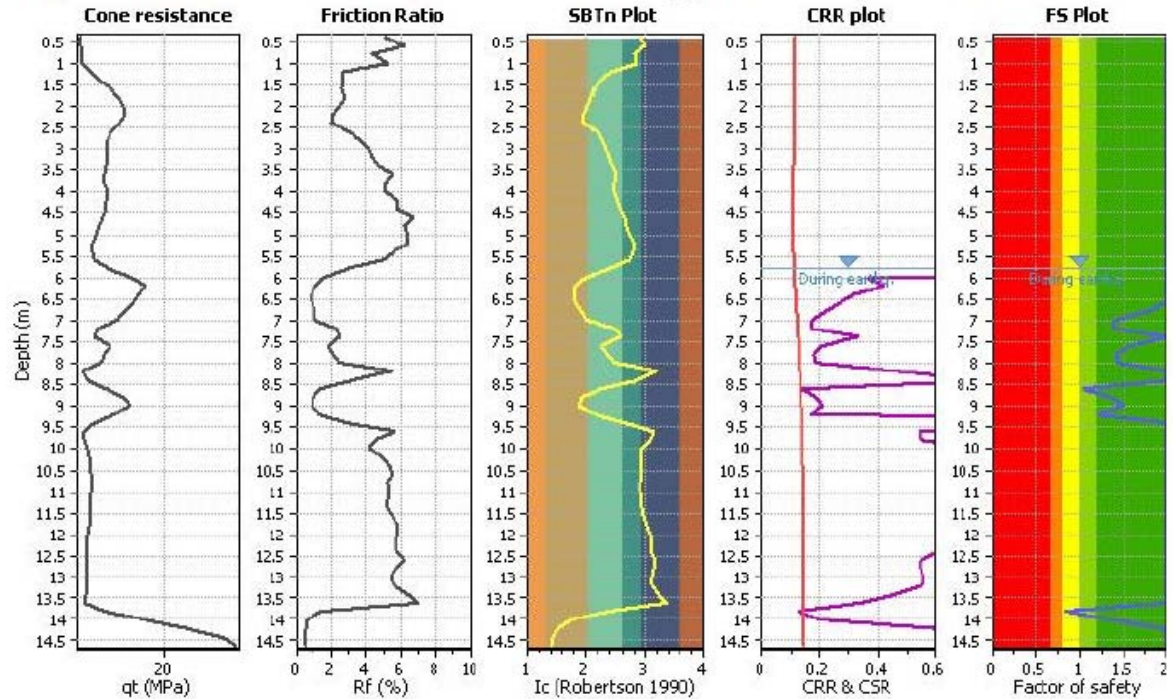
Project title : VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Location : SCUOLE MEDIE PANZACCHI - COMUNE DI OZZANO

CPT file : CPT3

Input parameters and analysis data

Analysis method:	Robertson (2009)	G.W.T. (in-situ):	5.80 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	Robertson (2009)	G.W.T. (earthq.):	5.80 m	Fill height:	N/A	applied:	All soils
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude M_w :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.29	Unit weight calculation:	Based on SBT	K_{α} applied:	Yes	MSF method:	Method based

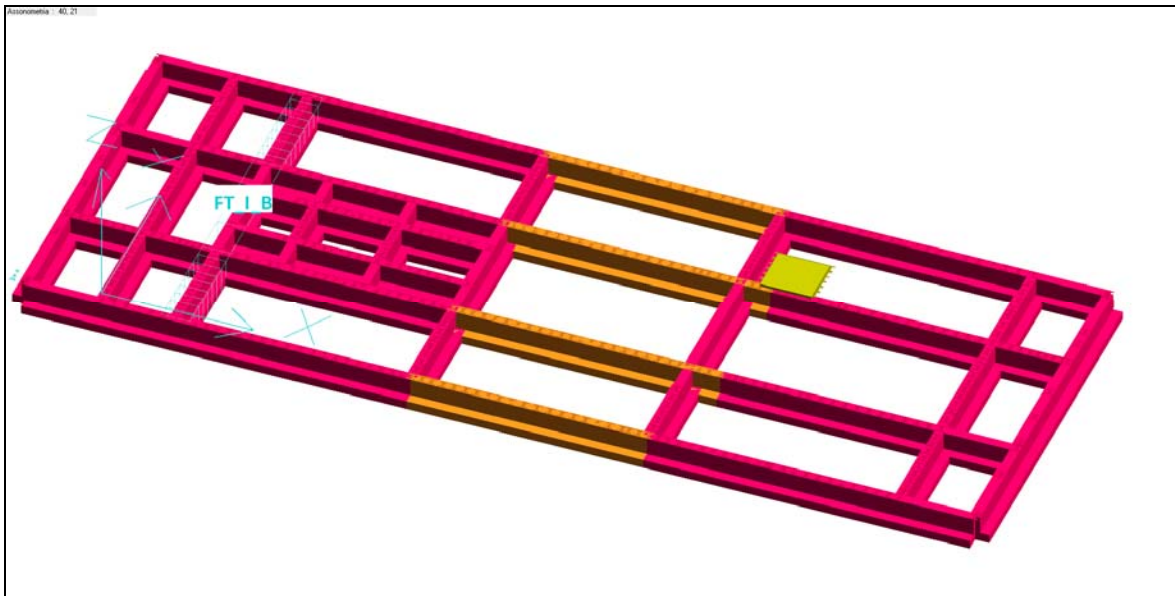


6 RELAZIONE GEOTECNICA

5. Riportare in maniera schematica, calcolo della portanza a breve e a lungo termine, per una tipologia di trave di fondazione.

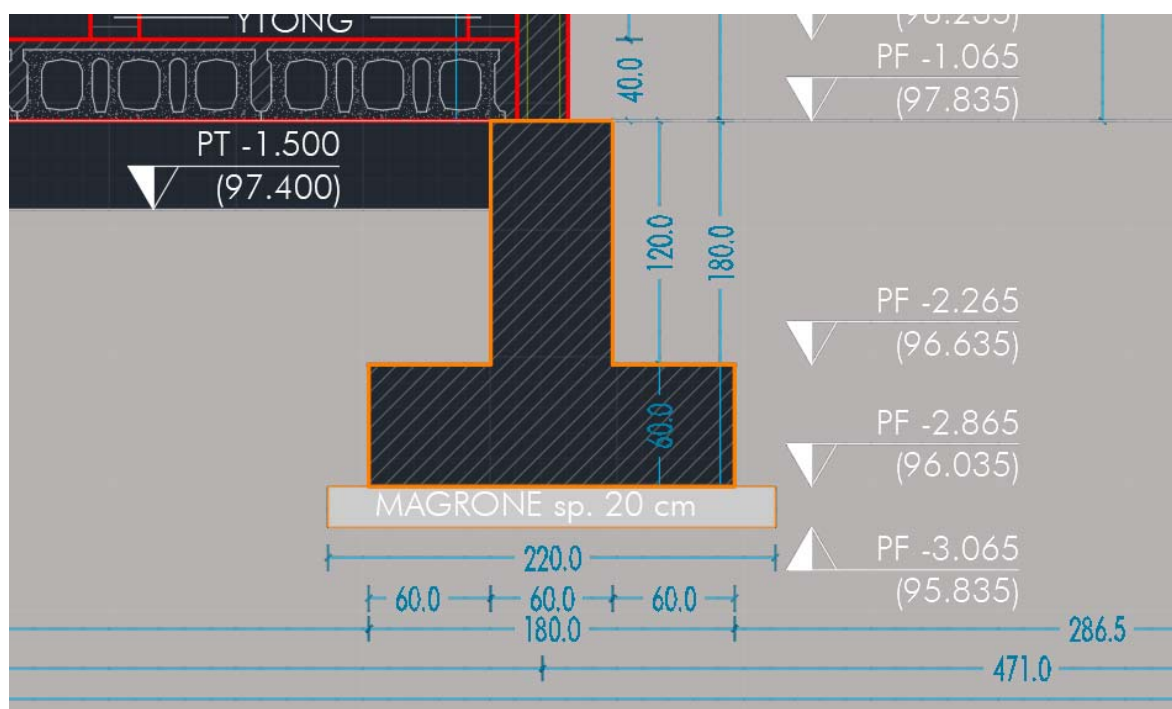
RISPOSTA

Si riporta di seguito il calcolo manuale della trave di fondazione FT_IB della scuola (cfr. Relazione Geotecnica Scuola pp. 80 e ss).

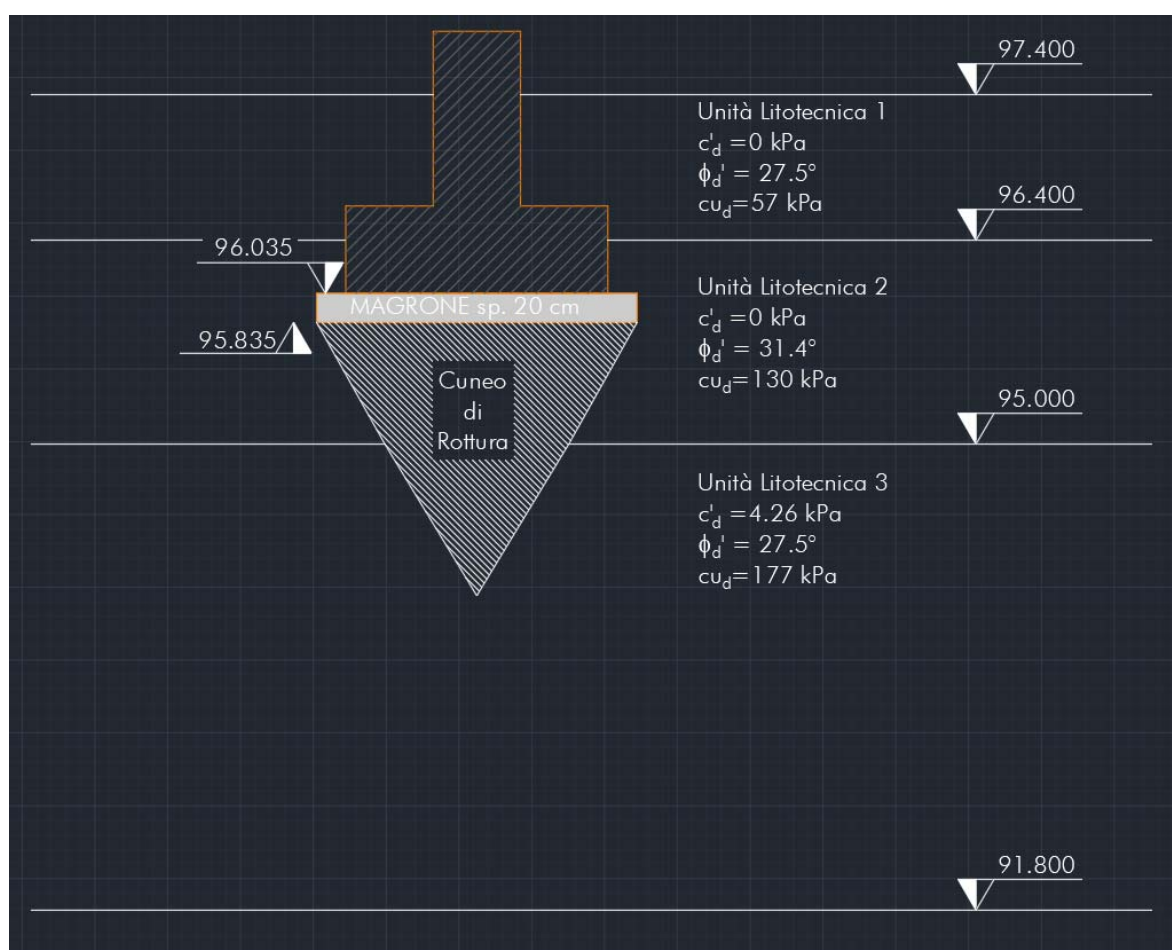


Spaccato assonometrico fondazioni

Di seguito si riporta la sezione della fondazione e la stratigrafia interessata dal cuneo di rottura.



Sezione fondazione tipo (estratta dai disegni esecutivi).



Sezione con indicazione stratigrafia e cuneo di rottura

Di seguito vengono esplicitati le formule ed i risultati dei calcoli di capacità portante in condizioni drenate e non drenate.

Condizione di carico considerata SLU senza sisma

Carichi derivanti dal modello tridimensionale:

Carico Normale	N: 571.027 daN (senza peso proprio magrone di fondazione)
	N: 601.902 daN (con il peso del magrone di fondazione)
Carico Orizzontale	H: 20.938 daN (parallelo al lato minore)

Dimensioni fondazione nel modello tridimensionale:

Lato maggiore **L**: 2209 cm

Lato minore **B**: 180 cm

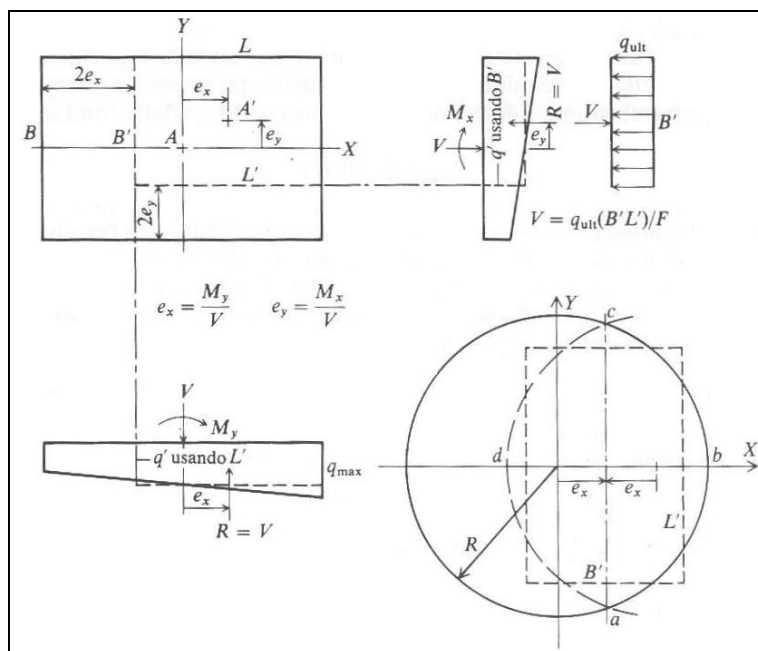
Magrone: 20 cm

Quota di imposta 96.035 (95.835 magrone) (quote riferite al caposaldo del rilievo planoaltimetrico)

Quota piano campagna 97.435 (quote riferite al caposaldo del rilievo planoaltimetrico)

Eccentricità dei carichi:

Per tener conto dell'eccentricità del carico applicato alla fondazione, Meyerhof (1953) e Brinch-Hansen (1970) suggeriscono di calcolare una dimensione ridotta della fondazione, come minima superficie rispetto alla quale il carico applicato risulta centrato (detta "area efficace"). Se l'eccentricità è presente in entrambe le direzioni, lo stesso deve valere per la riduzione. Nelle formule, si utilizzerà B' , valore ridotto, al posto di B . Lo stesso vale per la lunghezza della fondazione L .



Per una fondazione rettangolare si ha:

$$B' = B - 2 \cdot e_y \quad L' = L - 2 \cdot e_x \quad (\text{con } e = \text{eccentricità del carico}).$$

Nel caso analizzato il valore di **e** è pari a **6.96** cm da cui risulta un valore di **B'** pari a **166.09** cm.

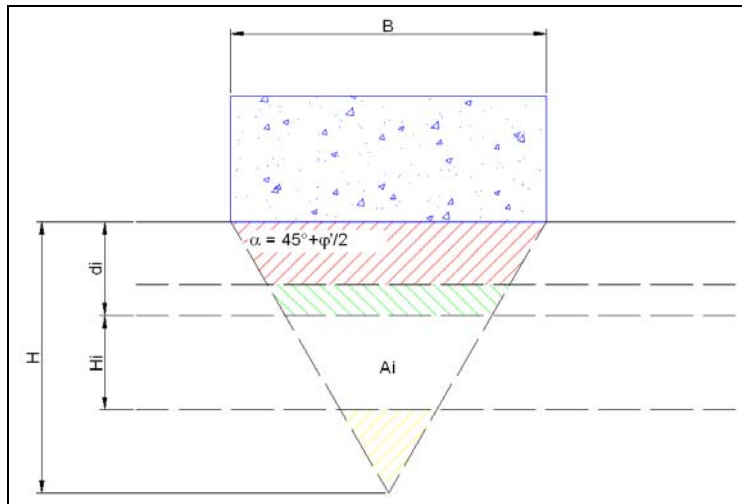
Il carico agente (considerando il magrone) è pertanto pari a 1.30 daN/cm².

Terreni stratificati e presenza di falda

Le formule che saranno elencate per il calcolo della capacità portante si applicano al caso di terreno omogeneo.

Nel caso in cui il terreno sia stratificato (come in questo caso) o sia presente la falda occorre ricorrere ad alcuni accorgimenti, ad esempio utilizzare dei valori medi dei parametri di resistenza del terreno, calcolati all'interno del cuneo di rottura.

Si faccia riferimento all'immagine seguente:



In cui

H è l'altezza del cuneo di rottura (definita dall'angolo α)

H_i è l'altezza dello strato i -esimo intercettato dal cuneo di rottura

d_i è l'approfondimento dello strato i -esimo sotto il piano di posa

A_i è l'area dello strato i -esimo racchiusa dal cuneo di rottura.

Si può scrivere:

$$H = \frac{1}{2} B \cdot \tan \alpha = \frac{1}{2} B \cdot \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$A = \frac{1}{2} HB$$

$$d_i = \sum_{j=1}^{i-1} H_j$$

$$A_i = \frac{1}{2} H_i \cdot [(B - 2 \cdot d_i \cdot \cot \alpha) + (B - 2 \cdot d_{i+1} \cdot \cot \alpha)] = H_i \cdot [B - (d_i + d_{i+1}) \cdot \cot \alpha]$$

Con le grandezze ora definite si possono scrivere le formule utilizzate per calcolare i valori medi utilizzati nelle formule di capacità portante:

$$c_{medio} = \frac{c_1 \cdot H_1 + c_2 \cdot H_2 + \dots + c_n \cdot H_n}{H}$$

$$\phi'_{medio} = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(\phi'_1) \cdot H_1 + \tan(\phi'_2) \cdot H_2 + \dots + \tan(\phi'_n) \cdot H_n}{H} \right)$$

$$\gamma'_{medio} = \frac{\gamma'_1 \cdot A_1 + \gamma'_2 \cdot A_2 + \dots + \gamma'_n \cdot A_n}{A}$$

Quando il livello della falda ricade al di sotto del cuneo di rottura, la sua presenza viene trascurata. Quando invece ricade al suo interno, la sua presenza viene considerata per il calcolo del peso di volume medio. Per le zone sopra la falda, viene utilizzato il peso di volume secco, per quelle al di sotto viene invece utilizzato il peso di volume alleggerito.

I valori dei parametri così calcolati sono pari a:

$$c'_d = 0.01 \text{ daN/cm}^2$$

$$\phi'_d = 30.3^\circ$$

$$\gamma' = 1900 \text{ daN/m}^3$$

$$cu_d = 1.32 \text{ daN/cm}^2$$

$$\gamma = 1900 \text{ daN/m}^3$$

Calcolo della capacità portante in condizioni drenate

Il calcolo della capacità portante è stato eseguito secondo la formula trinomia, considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno.

Per le verifiche in condizioni drenate, sono stati utilizzati i coefficienti di capacità portante N_q (Prandtl, 1921), N_c (Reissner, 1924), N_γ (Vesic, 1973), i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s , Meyerhof, 1951 e 1963), all'approfondimento (d , Brinch Hansen, 1970), all'inclinazione del carico (i , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano di posa (b , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano campagna (g , Vesic, 1973), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Vengono di seguito esplicitate le formule utilizzate.

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$$

In cui:

N : coefficienti di capacità portante (Prandtl, 1921 – Vesic 1970)

$$N_q = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} e^{\pi \tan \phi'}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 2.0 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi'$$

s : coefficienti di forma (Meyerhof, 1951)

$$s_\gamma = s_q = 1 + 0.1 \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + 0.2 \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \frac{B}{L}$$

d : coefficienti di profondità (Brinch-Hansen, 1970 – Vesic, 1973)

$$d_\gamma = 1$$

$$d_q = \begin{cases} 1 + 2 \cdot \tan \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \frac{D}{B} & \text{se } D \leq B \\ 1 + 2 \cdot \tan \phi' \cdot (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1} \frac{D}{B} & \text{se } D > B \end{cases}$$

$$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot \tan \phi'}$$

i: coefficienti di inclinazione del carico (Vesic, 1973)

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{H}{N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \text{ per H parallelo a B}$$

$$m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}} \text{ per H parallelo a L}$$

b: coefficienti di inclinazione della fondazione (Brinch-Hansen, 1970)

$$b_{\gamma} = b_q = (1 - \alpha \cdot \tan \varphi')^2$$

$$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

g: coefficienti di inclinazione del piano campagna (Brinch-Hansen, 1970)

$$g_{\gamma} = g_q = (1 - \tan \omega)^2$$

$$g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

γ' è il peso di volume alleggerito ($\gamma' = \gamma_w$).

q' è carico unitario efficace (tensione verticale efficace a lato della fondazione).

φ' è l'angolo di resistenza al taglio in condizioni drenate, e c' la coesione efficace.

B è il lato minore della fondazione.

L è il lato maggiore della fondazione (necessario per definire i coefficienti di forma).

D è l'approfondimento della fondazione rispetto al piano campagna.

α è l'angolo che il piano di posa forma con il piano orizzontale.

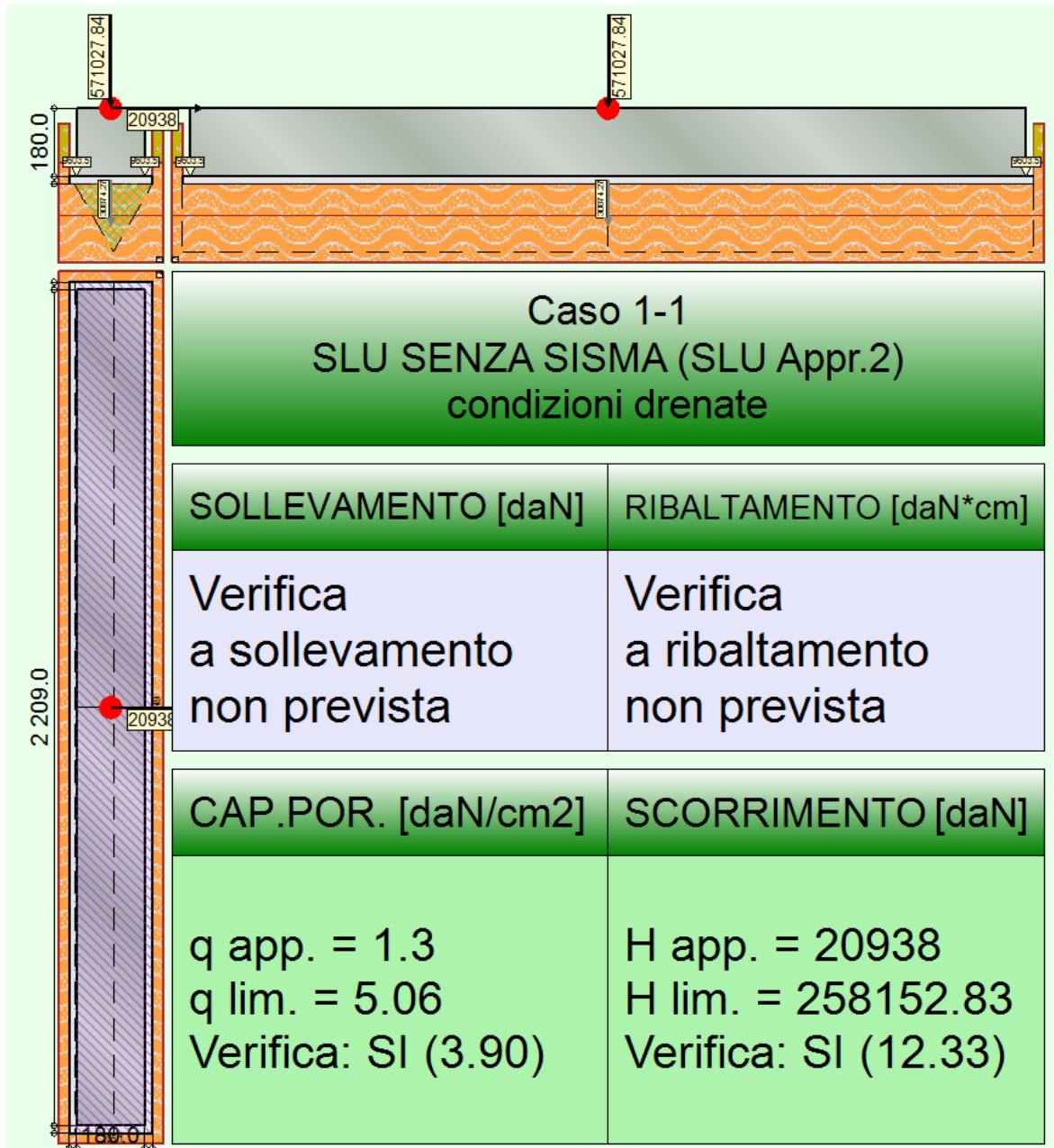
ω è l'angolo che il piano campagna forma con il piano orizzontale.

Il valore dei parametri calcolati con le formule indicate sono:

γ_{φ}	γ_{γ}	φ [°]	γ' [daN/cm ³]	N_{γ}	s_{γ}	d_{γ}	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_{γ}	g_{γ}	h_{γ}	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1.00	1.00	30.3	0.0019	23.4	1.03	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	-	4.3
$\gamma_{c'}$	c' [daN/cm ²]		N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]	
1.00	0.01		30.8	1.06	1.24	0.93	1.00	1.00	1.00	-	0.4	
q' [daN/cm ²]			N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]	
0.29			19.0	1.03	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	-	6.6	

La q_{lim} è quindi pari a $11.3/2.3 = 4.9$ daN/cm².

Si riporta di seguito il risultato ottenuto con il programma di calcolo (la leggera differenza, 3%, è imputabile agli arrotondamenti effettuati).



Calcolo della capacità portante in condizioni non drenate

Per le verifiche in condizioni non drenate sono stati utilizzati i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 1973).

Vengono di seguito esplicitate le formule utilizzate.

$$q_{lim} = s_u \cdot N_c \cdot s_c^o \cdot d_c^o \cdot i_c^o \cdot b_c^o \cdot g_c^o + q + t_f^o$$

In cui:

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = \pi + 2 \cong 5,14$$

s_c^0 : coefficiente di forma

$$s_c^0 = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

d_c^0 : coefficiente di profondità (Meyerhof, 1951 - Skempton, 1951 - Brinch-Hansen, 1961)

$$d_c^0 = \begin{cases} 1 + 0,4 \frac{D}{B} & \text{se } D \leq B \\ 1 + 0,4 \tan^{-1} \frac{D}{B} & \text{se } D > B \end{cases}$$

i_c^0 : coefficiente di inclinazione del carico (Vesic, 1975)

$$i_c^0 = 1 - \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot s_u \cdot N_c}$$

$$m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \text{ per H parallelo a B}$$

$$m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}} \text{ per H parallelo a L}$$

b_c^0 : coefficiente di inclinazione della fondazione (Brinch-Hansen, 1971)

$$b_c^0 = 1 - \frac{2 \cdot \alpha}{2 + \pi}$$

g_c^0 : coefficiente di inclinazione del piano campagna (Vesic, 1975)

$$g_c^0 = 1 - \frac{2 \cdot \omega}{2 + \pi}$$

$$t_\gamma^0 = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

$$N_\gamma = -2 \cdot \omega$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \frac{B}{L}$$

γ è il peso di volume totale.

q è carico unitario totale (tensione verticale totale a lato della fondazione).

s_u è la resistenza al taglio non drenata.

B è il lato minore della fondazione.

L è il lato maggiore della fondazione (necessario per definire i coefficienti di forma).

D è l'approfondimento della fondazione rispetto al piano campagna.

α è l'angolo che il piano di posa forma con il piano orizzontale.

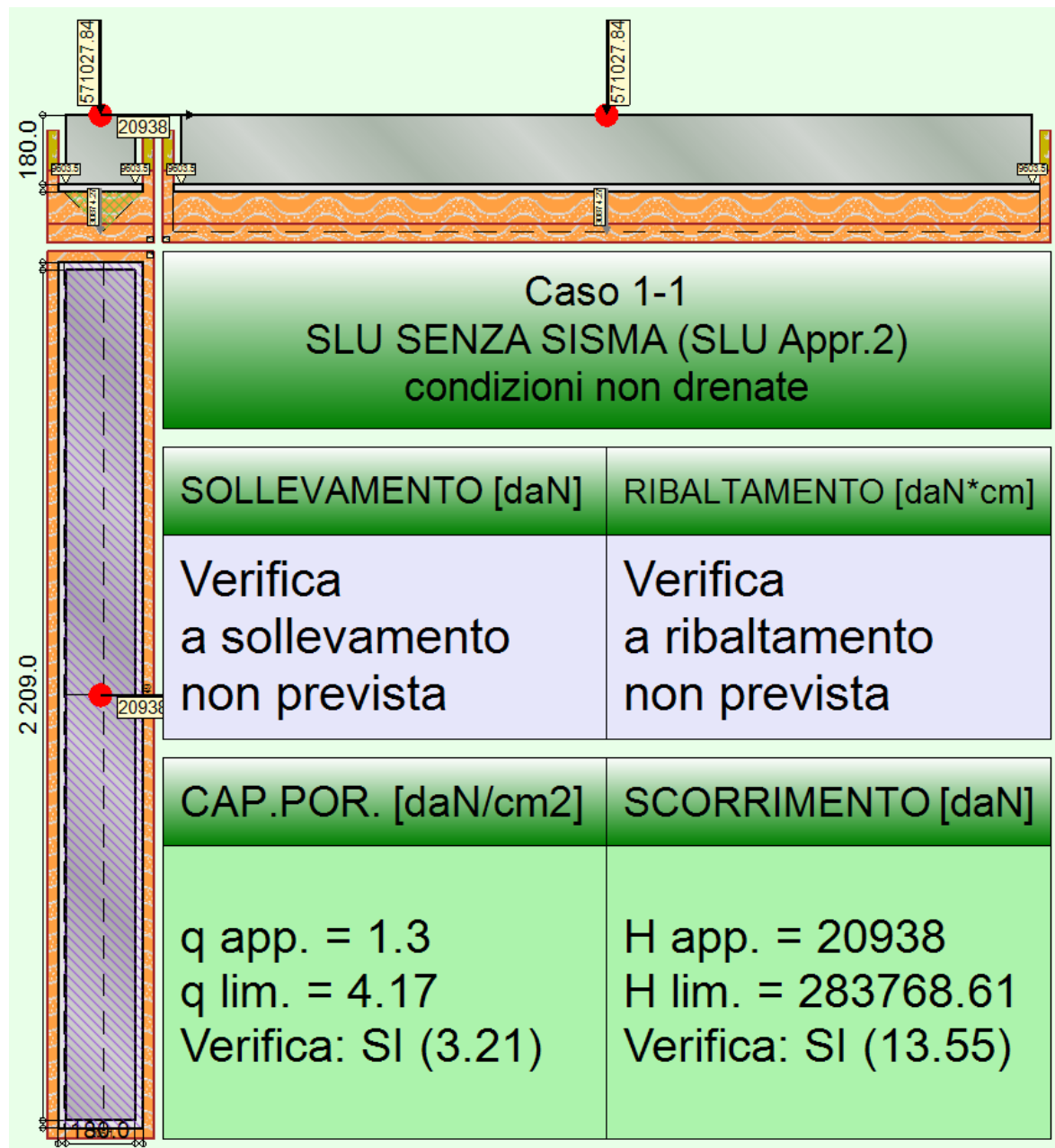
ω è l'angolo che il piano campagna forma con il piano orizzontale.

Il valore dei parametri calcolati con le formule indicate sono:

γ_{su}	γ_{γ}	S_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	S_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_{γ} [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1.00	1.00	1.32	0.0019	0.29	5.1	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.9	0.3

La q_{lim} è quindi pari a $9.2/2.3 = 4 \text{ daN/cm}^2$.

Si riporta di seguito il risultato ottenuto con il programma di calcolo (la leggera differenza, 4%, è imputabile agli arrotondamenti effettuati).



7 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

PREMESSA

Prima di procedere alle integrazioni richieste in ambito prettamente strutturale si ritiene utile evidenziare che **gran parte degli elementi strutturali utilizzati sono prefabbricati** (solai alveolari, bilastre ...) e pertanto trova applicazione l'art. 58 del d.P.R. 380/2001 (cfr. anche NTC18 11.8), ovvero:

Art. 58 - Produzione in serie in stabilimenti di manufatti in conglomerato normale e precompresso e di manufatti complessi in metallo

“1. Le ditte che procedono alla costruzione di manufatti in conglomerato armato normale o precompresso ed in metallo, fabbricati in serie e che assolvono alle funzioni indicate negli articoli 53, comma 1 e 64, comma 1, hanno l'obbligo di darne preventiva comunicazione al Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, con apposita relazione nella quale debbono:

- a) descrivere ciascun tipo di struttura indicando le possibili applicazioni e fornire i calcoli relativi, con particolare riguardo a quelli riferentisi a tutto il comportamento sotto carico fino a fessurazione e rottura;*
- b) precisare le caratteristiche dei materiali impiegati sulla scorta di prove eseguite presso uno dei laboratori di cui all'articolo 59;*
- c) indicare, in modo particolareggiato, i metodi costruttivi e i procedimenti seguiti per la esecuzione delle strutture;*
- d) indicare i risultati delle prove eseguite presso uno dei laboratori di cui all'articolo 59.*

2. Tutti gli elementi precompressi debbono essere chiaramente e durevolmente contrassegnati onde si possa individuare la serie di origine.

3. Per le ditte che costruiscono manufatti complessi in metallo fabbricati in serie, i quali assolvono alle funzioni indicate negli articoli 53, comma 1 e 64, comma 1, la relazione di cui al comma 1 del presente articolo deve descrivere ciascun tipo di struttura, indicando le possibili applicazioni e fornire i calcoli relativi.

4. Le ditte produttrici di tutti i manufatti di cui ai comma precedenti sono tenute a fornire tutte le prescrizioni relative alle operazioni di trasporto e di montaggio dei loro manufatti.

5. La responsabilità della rispondenza dei prodotti rimane a carico della ditta produttrice, che è obbligata a corredare la fornitura con i disegni del manufatto e l'indicazione delle sue caratteristiche di impiego.

6. Il progettista delle strutture è responsabile dell'organico inserimento e della previsione di utilizzazione dei manufatti di cui sopra nel progetto delle strutture dell'opera”

Appare evidente che nel caso di **opere pubbliche in fase di progettazione esecutiva e di richiesta di autorizzazione sismica il costruttore/produttore non è, nella maggior parte dei casi, ancora noto** e pertanto il progettista si può limitare a verificare l'organico inserimento delle

strutture nel complesso edilizio ed a definire la previsione di utilizzo dei manufatti strutturali senza poter fornire i calcoli relativi ed i disegni di dettaglio del manufatto.

E' chiaro, infatti, che per gli elementi prefabbricati i calcoli esecutivi ed i disegni costruttivi sono necessariamente demandati al costruttore essendo strettamente collegati alla specifica tecnologia costruttiva adottata da quest'ultimo (in taluni casi per prodotti soggetti a brevetto ciò può essere persino indispensabile).

(cfr. Seduta del Comitato Tecnico Scientifico della Regione Emilia Romagna n. 59 del 14.09.2017)

Entrando nello specifico del Progetto Strutturale depositato si evidenzia che sono stati sviluppati **tutti i calcoli necessari per identificare le azioni** (statiche e sismiche) e che **le strutture sono state calcolate e pienamente definite in termini dimensionali, di resistenze meccaniche e di prestazioni attese** e sono stati prodotti tutti gli elaborati grafici relativi.

Alla luce di quanto sopra evidenziato **si procederà di seguito con le risposte ai quesiti anche, per quanto possibile, per gli elementi prefabbricati.**

6. Si richiede di esplicitare il fattore di comportamento, ai sensi della formula 7.3.2. delle NTC 2018, per gli edifici denominati: "Palestra", "Auditorium" e "Atrio".

RISPOSTA

Il fattore di **Struttura della PALESTRA** è stato scelto in coerenza con la tipologia strutturale del sistema sismo-resistente e secondo quanto indicato nelle NTC18.

Nello specifico la tipologia strutturale è **struttura a pareti non accoppiate** il cui Fattore di Struttura **CD"B" è pari 3.0** (NTC18 Tab. 7.3.II).

La struttura **non è deformabile torsionalmente** in quanto la rigidezza torsionale ad ogni piano soddisfa la condizione $r^2/I_s^2 \geq 1$ (NTC18 7.4.3.1)

Successivamente è stata applicata la formula 7.3.2 riportata in NTC18 7.3.1

$$1 \leq q_{ND} = 2/3 q_{CD"B"} \leq 1.5$$

E' stato pertanto utilizzato il valore $q_{ND} = 1.5$

(cfr. Relazione Tecnica Palestra p. 20 e p. 63).

Il fattore di **Struttura dell'AUDITORIUM** è stato scelto in coerenza con la tipologia strutturale del sistema sismo-resistente e secondo quanto indicato nelle NTC18.

Nello specifico la tipologia strutturale è **struttura a pareti non accoppiate** il cui Fattore di Struttura **CD"B" è pari 3.0** (NTC18 Tab. 7.3.II).

La struttura **non è deformabile torsionalmente** in quanto la rigidezza torsionale ad ogni piano soddisfa la condizione $r^2/I_s^2 \geq 1$ (NTC18 7.4.3.1)

Successivamente è stata applicata la formula 7.3.2 riportata in NTC18 7.3.1

$$1 \leq q_{ND} = 2/3 q_{CD"B"} \leq 1.5$$

E' stato pertanto utilizzato il valore $q_{ND} = 1.5$

(cfr. Relazione Tecnica Auditorium p. 19 e p. 56).

Il fattore di **Struttura dell'ATRIO** è stato scelto in coerenza con la tipologia strutturale del sistema sismo-resistente e secondo quanto indicato nelle NTC18.

Nello specifico la tipologia strutturale è **struttura a pareti non accoppiate** il cui Fattore di Struttura **CD"B" è pari 3.0** (NTC18 Tab. 7.3.II).

La struttura **non è deformabile torsionalmente** in quanto la rigidezza torsionale ad ogni piano soddisfa la condizione $r^2/I_s^2 \geq 1$ (NTC18 7.4.3.1)

Successivamente è stata applicata la formula 7.3.2 riportata in NTC18 7.3.1

$$1 \leq q_{ND} = 2/3 q_{CD"B"} \leq 1.5$$

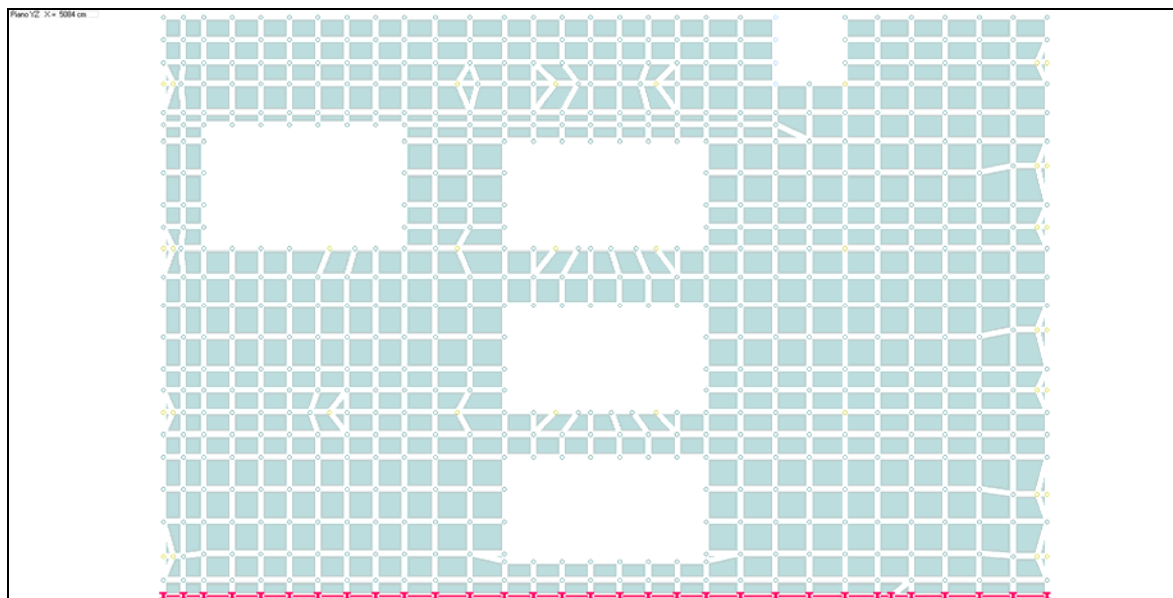
E' stato pertanto utilizzato il valore $q_{ND} = 1.5$

(cfr. Relazione Tecnica Atrio p. 19 e p. 51).

7. Esplicitare per un setto in c.a. il metodo di Wood adottato e la relativa verifica.

RISPOSTA

Gli elementi setti in c.a. sono stati suddivisi in gusci quadrangolari e/o triangolari con spessore pari a quello della parete di progetto.



Vista della parete della Scuola ST_E_M con la relativa suddivisione in gusci.

La discretizzazione ad elementi finiti della struttura conduce a verificare i singoli elementi tenendo conto della presenza contemporanea di sforzi flettenti (M_X , M_Y , M_{XY}) e sforzi normali (S_X , S_Y , S_{XY}).

Poiché le direzioni principali dei due sistemi di sforzi risultano indipendenti e quasi sempre diverse, essi vanno composti per ottenere gli sforzi efficaci nelle direzioni orizzontale e verticale del guscio. Il metodo di Wood descritto nell'EC2, Appendice F permette di ottenere quattro sistemi di sollecitazione contemporanee, sotto indicate:

Armatura Attiva	Sforzo normale	Momento flettente
Orizzontale inferiore	NXX	M_{Xinf}
Orizzontale superiore	NXX	M_{Xsup}
Verticale inferiore	NYX	M_{Yinf}
Verticale superiore	NYX	M_{Ysup}

I termini "orizzontale" e "verticale" si riferiscono al piano di giacitura del setto/solaio in questione.

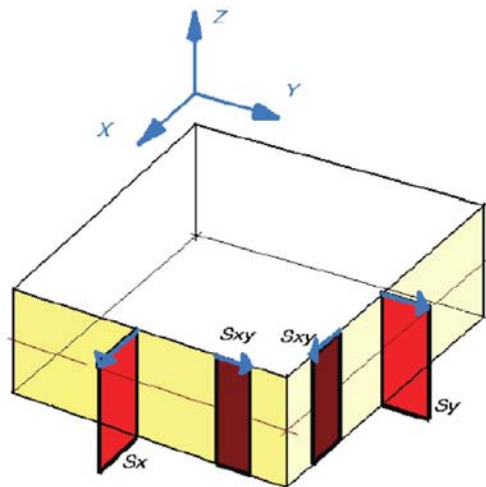
Una volta ottenuti lo sforzo normale ed il momento flettente di calcolo, si applicano ad una sezione resistente di larghezza unitaria e altezza pari allo spessore del guscio corrispondente.

L'armatura teorica minima necessaria viene calcolata in presso/tenso-flessione retta e viene calcolata per i 4 strati sopra riportati.

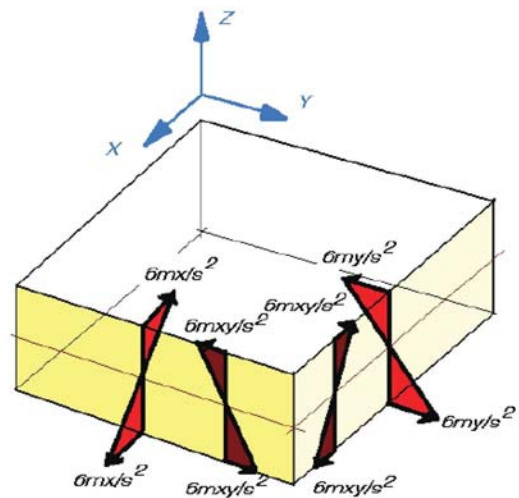
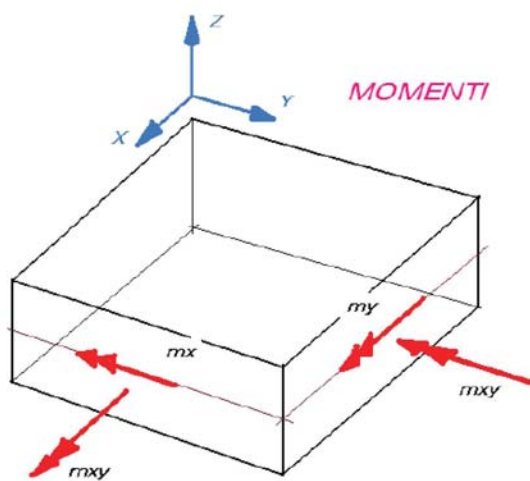
Vengono infine visualizzate le aree teoriche in $cm^2/metro$ per ciascun guscio.

Di seguito si riportano le convenzioni utilizzate per le sollecitazioni e gli sforzi nel singolo elemento guscio e l'esplicitazione dei calcoli, estratti da un articolo pubblicato dallo stesso Wood nel 1968, effettuati dal software di calcolo (per ciascun elemento guscio).

SFORZI DI MEMBRANA



SOLLECITAZIONI E SFORZI DI PIASTRA



con:

s: spessore guscio;

$$S_{x, \text{sup}} = S_x - \frac{mx}{s^2/6}$$

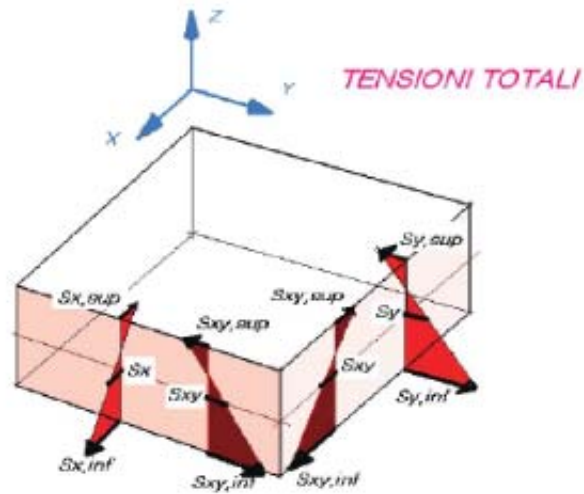
$$S_{x, \text{inf}} = S_x + \frac{mx}{s^2/6}$$

$$S_{y, \text{sup}} = S_y - \frac{my}{s^2/6}$$

$$S_{y, \text{inf}} = S_y + \frac{my}{s^2/6}$$

$$S_{xy, \text{sup}} = S_{xy} - \frac{mxy}{s^2/6}$$

$$S_{xy, \text{inf}} = S_{xy} + \frac{mxy}{s^2/6}$$



angolo delle direzioni principali delle tensioni (rispetto asse x):

$$\tan 2\varphi = \frac{-S_{xy}}{S_x - (S_x + S_y)/2}$$

(analogo per direzioni momenti flettenti)

tensioni principali:

$$S_{1,2} = \frac{S_x + S_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{S_x - S_y}{2}\right)^2 + S_{xy}^2}$$

(analogo per momenti flettenti)

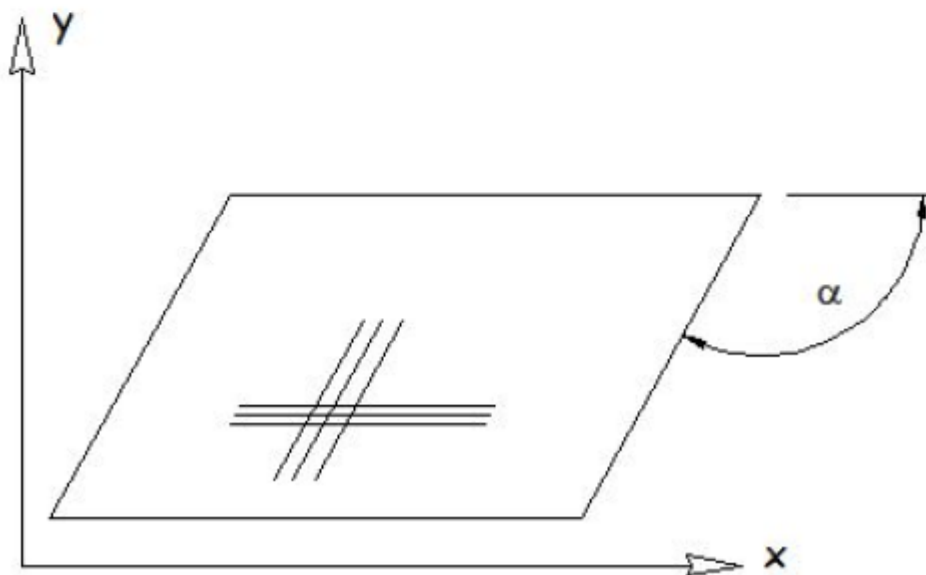
Wood and Armer method

Wood and Armer proposed one of the most popular design methods that explicitly incorporate twisting moments in slab design. This method was developed by considering the normal moment yield criterion (Johansen's yield criterion) aiming to prevent yielding in all directions. At any point in the slab, the moment normal to a direction, resulting due to design moments M_x , M_y , and M_{xy} , must not exceed the ultimate normal resisting moment in that direction. The ultimate normal resisting moment is typically provided by ultimate resisting moments M_{ux} and $M_{u\alpha}$ related to the reinforcement in the x - and α -directions.

M_x , M_y and M_{xy} are bending and twisting moments, usually obtained from a finite element or grillage analysis program. The sign convention needs to be altered if it is different from above. α is the angle of the transverse steel, measured clockwise, from the M_x axis.

M^*_x = Moment to be resisted by reinforcement in the x direction

M^*_α = Moment to be resisted by reinforcement in the α direction



NOTE :

α is measured clockwise from the x axis.

The superscript * refers to the moment of resistance to be provided in that direction

Bottom Steel

$$M^*x = Mx + 2Mxy \cot \alpha + My \cot^2 \alpha + [(Mxy + My \cot \alpha) / \sin \alpha]$$

$$M^*y = (My / \sin^2 \alpha) + [(Mxy + My \cot \alpha) / \sin \alpha]$$

If $M^*x < 0$ then fix $M^*x = 0$

$$\text{and } M^*y = (My + [(Mxy + My \cot \alpha)^2 / (Mx + 2Mxy \cot \alpha + My \cot^2 \alpha)]) / \sin^2 \alpha$$

If $M^*y < 0$ then fix $M^*y = 0$

$$\text{and } M^*x = Mx + 2Mxy \cot \alpha + My \cot^2 \alpha + [(Mxy + My \cot \alpha)^2 / My]$$

Top Steel

$$M^*x = Mx + 2Mxy \cot \alpha + My \cot^2 \alpha - [(Mxy + My \cot \alpha) / \sin \alpha]$$

$$M^*y = (My / \sin^2 \alpha) - [(Mxy + My \cot \alpha) / \sin \alpha]$$

If $M^*x > 0$ then fix $M^*x = 0$

$$\text{and } M^*y = (My - [(Mxy + My \cot \alpha)^2 / (Mx + 2Mxy \cot \alpha + My \cot^2 \alpha)]) / \sin^2 \alpha$$

If $M^*y > 0$ then fix $M^*y = 0$

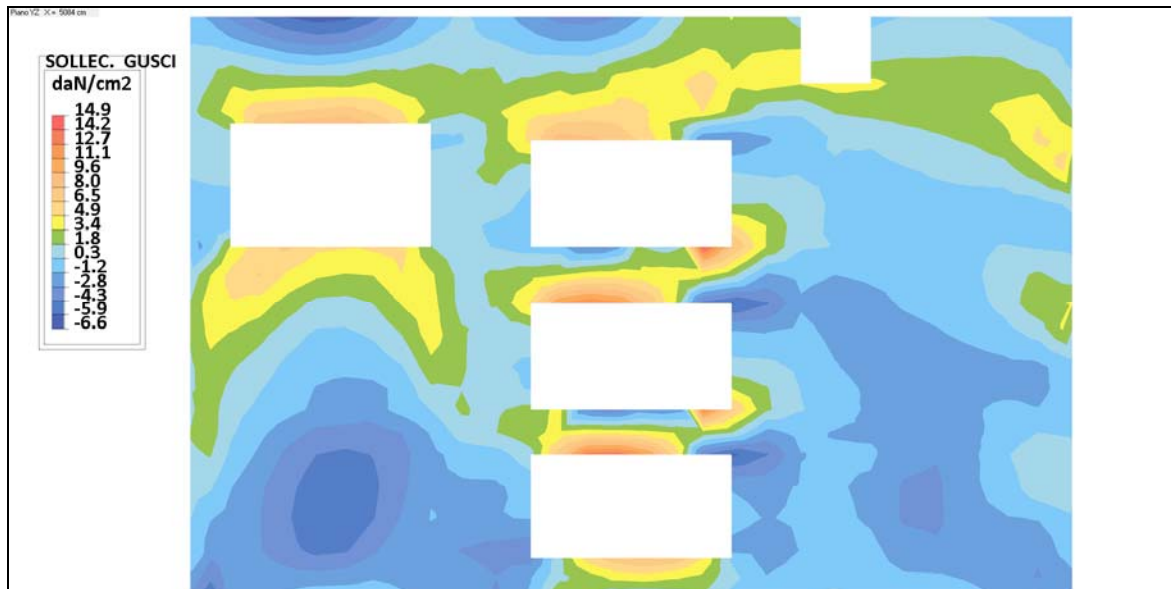
$$\text{and } M^*x = Mx + 2Mxy \cot \alpha + My \cot^2 \alpha - [(Mxy + My \cot \alpha)^2 / My]$$

Ref :

Wood, R.H., "The Reinforcement of Slabs in Accordance with a Pre-Determined Field of Moments," *Concrete*, V. 2, No. 2, 1968, pp. 69-76. (discussion by Armer)

Si riportano di seguito le mappe a colori con le sollecitazioni riportate in precedenza ovvero: Nxx, Nyy, Mxinf, Mxsup, Myinf e Mysup ed il **confronto con il calcolo manuale per la verifica dei risultati** (per semplicità si riportano i valori nella condizione di SLU senza sisma).

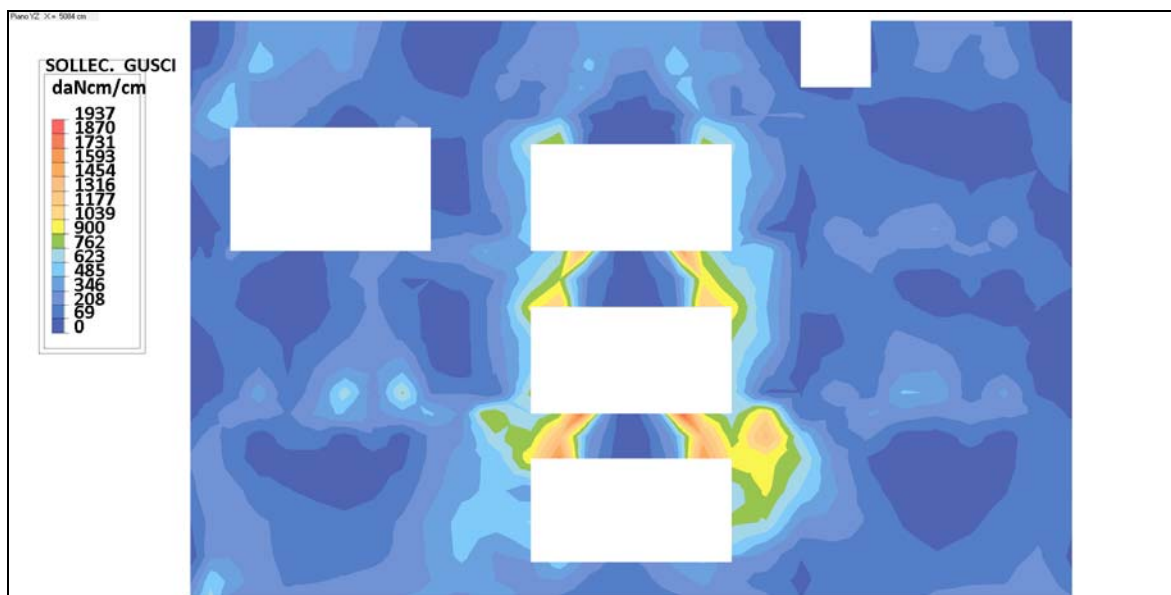
Nxx (trazione >0; compressione <0)



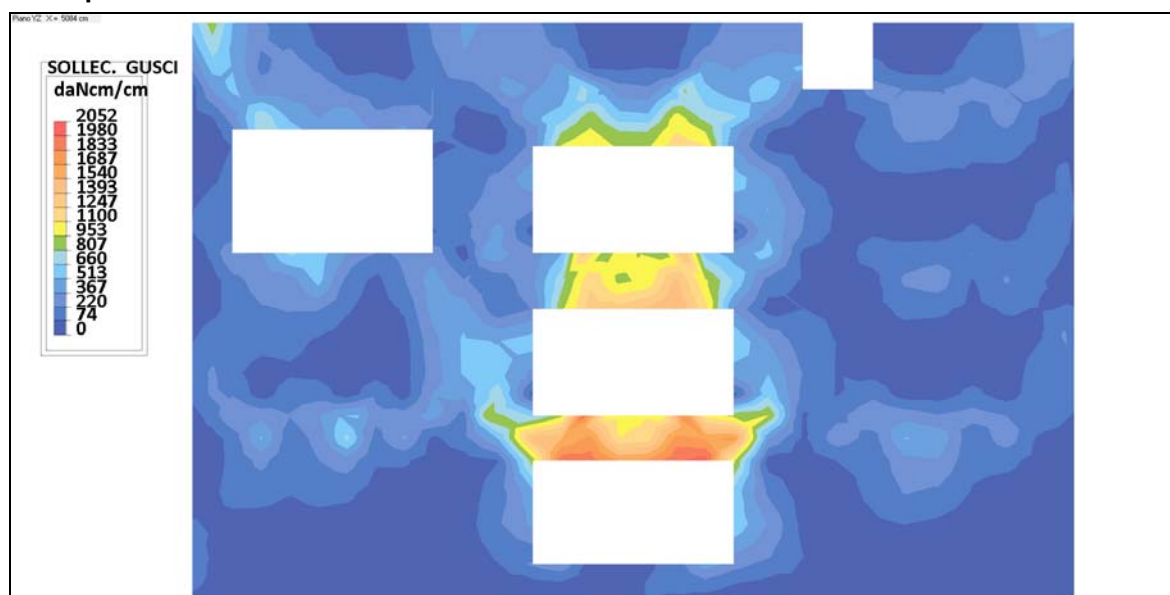
Nyy (trazione >0; compressione <0)



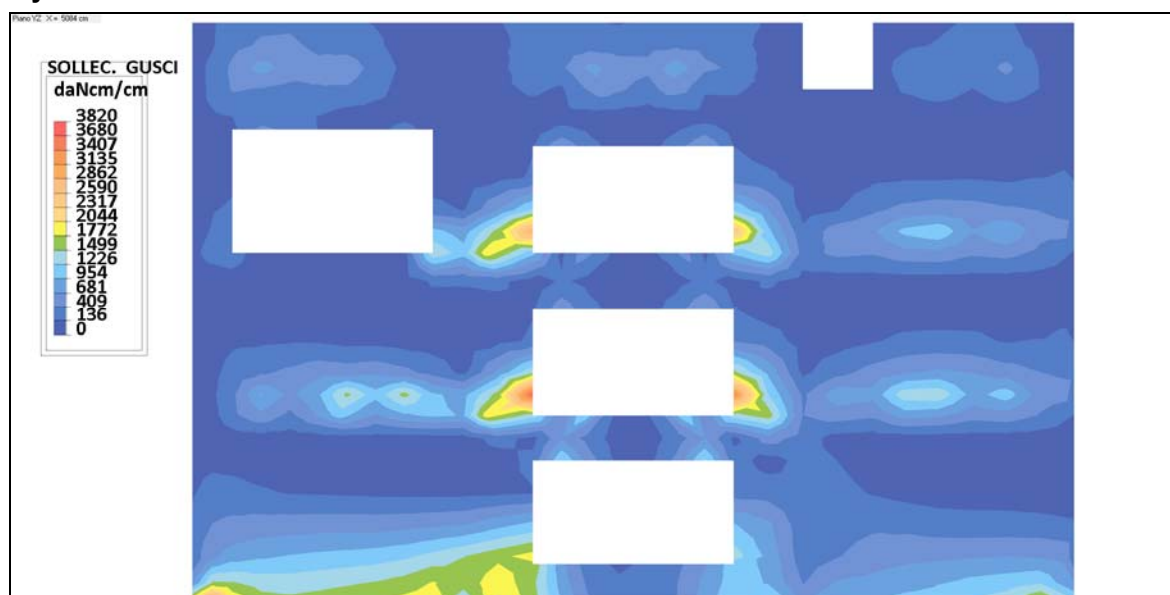
Mx inf



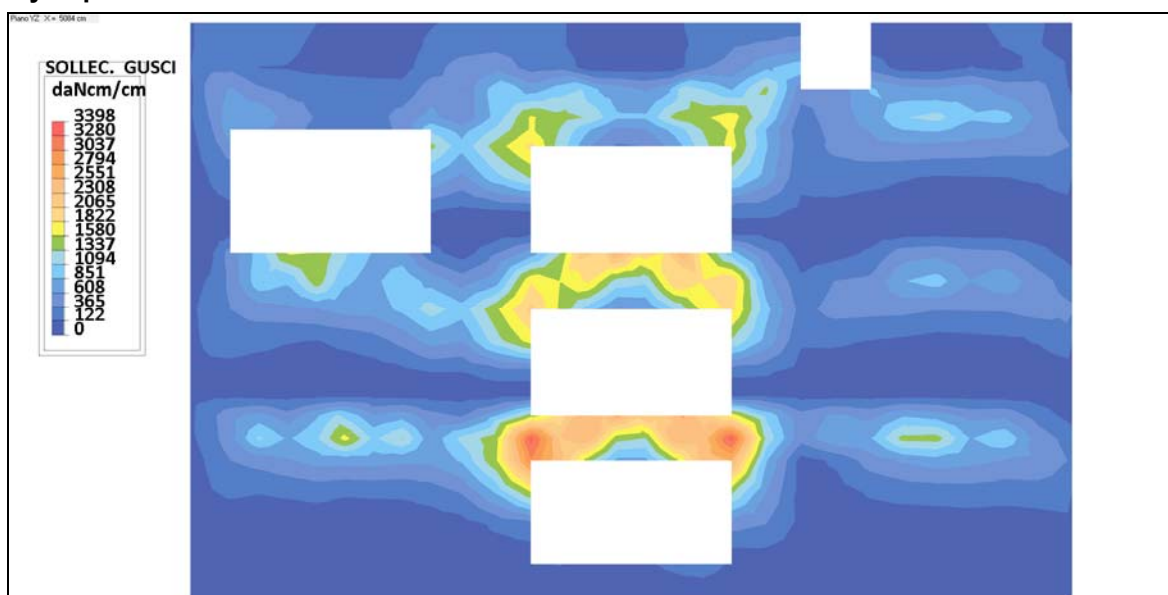
Mx sup



My inf

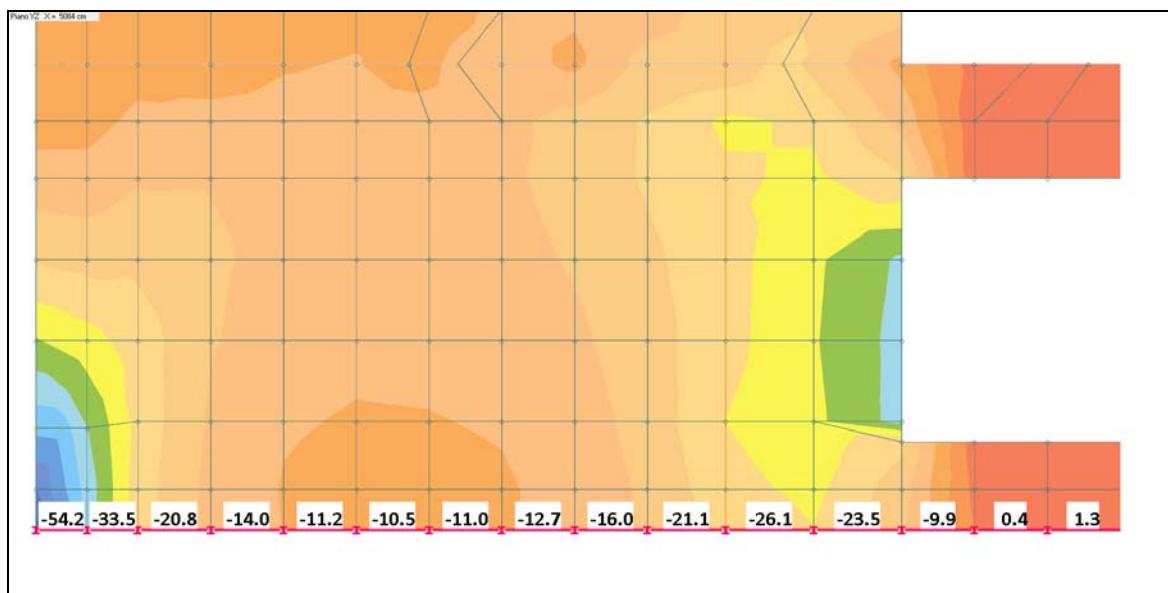


My sup



Di seguito si riportano i risultati del controllo sulla validità dei risultati confrontando il **valore della compressione alla base**.

Il valore ottenuto con il programma di calcolo (e desumibile dagli sforzi di Wood **Nyy**) è ricavabile come l'integrale dei valori alla base (di seguito evidenziati) (ai fini di una migliore visione dei valori si riporta il calcolo per metà della parete):



Come detto il valore totale della compressione alla base del muro è l'integrale dei valori sopra riportati (che sono espressi in daN/cm), cioè il prodotto di ogni valore per la lunghezza (50 cm o 71 cm) e per lo spessore (22.5 cm) di ogni singolo elemento guscio, ovvero:

$$(54.2 \times 50 \times 22.5) + (33.5 \times 50 \times 22.5) + (20.8 \times 71 \times 22.5) + \dots = \mathbf{378.384 \text{ daN}}$$

Il calcolo manuale dei carichi agenti sul muro sopra indicato fornisce i seguenti risultati (l'area di solaio agente sulla porzione di muro è pari a 45 mq):

TIPOLOGIA	ELEMENTO	CARICHI (SLU senza sisma) [daN]
PESO PROPRIO	MURO	106.600
PESO PROPRIO	SOLAI (piano primo e secondo)	65.520
PESO PROPRIO	SOLAI (piano copertura)	32.760
PERMANENTI	SOLAI (piano primo e secondo)	25.650
PERMANENTI	SOLAI (piano copertura)	10.800
VARIABILI	SOLAI (piano primo e secondo)	40.500
VARIABILI	SOLAI (piano copertura)	11.475
CARPENTERIA METALLICA (esterna)	COMPLESSIVA	37.920

PESO PROPRIO	SOMMANO	204.880
PERMANENTI	SOMMANO	36.450
VARIABILI	SOMMANO	51.975
CARPENTERIA METALLICA (esterna)	COMPLESSIVA	37.920

	SOMMANO	331.225
--	----------------	----------------

Appare evidente la congruità dei valori ottenuti con il programma di calcolo rispetto a quelli manuali.

8. Esplicitare le verifiche di resistenza per elevazioni e fondazioni con riferimento al loro comportamento elastico o sostanzialmente elastico, ai sensi del par. 7.3.6.1. delle NTC 2018.

RISPOSTA

Come indicato nelle Relazioni Tecniche a tutte le strutture è stato applicato un Fattore di Struttura non superiore a 1.5 scegliendo quindi un **comportamento strutturale non dissipativo**.

Come indicato dalle NTC18 7.3.6 in tali casi le verifiche degli elementi strutturali primari sono da eseguirsi in termini di rigidezza (RIG) e di resistenza (RES) senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Successivamente, al par. 7.3.6.1, viene specificato che la capacità della membratura è **calcolata con riferimento al suo comportamento elastico o sostanzialmente elastico**.

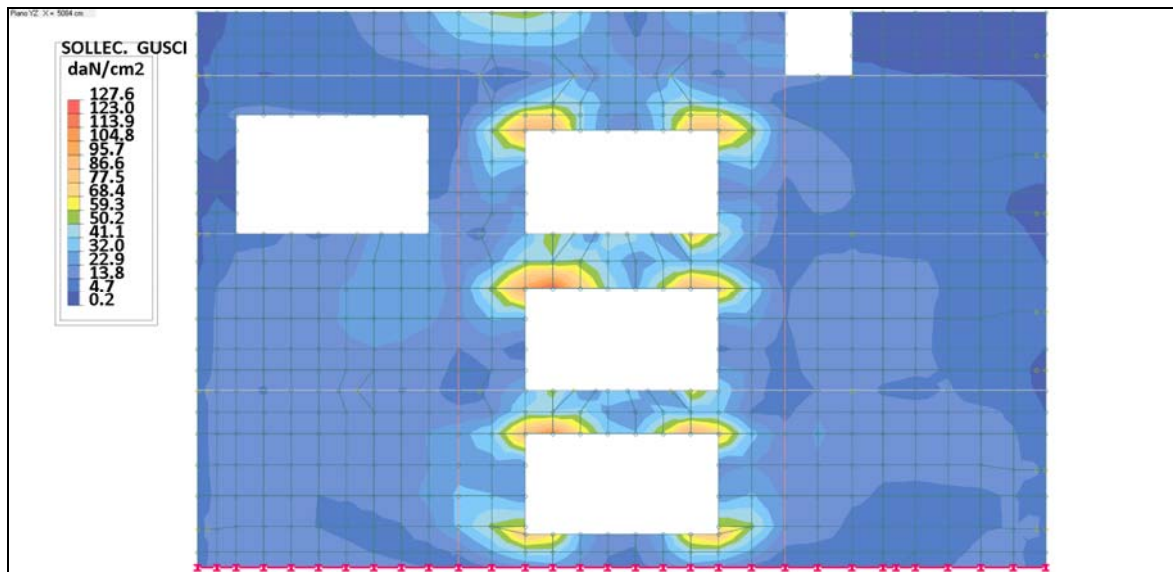
In tutte le verifiche effettuate (come riportato all'inizio dei tabulati di calcolo) **la permanenza in campo elastico è stata ottenuta limitando la deformazione dell'acciaio alla deformazione di snervamento (1.96 per mille) e quella del calcestruzzo al 2 per mille**.

9. Si richiede di esplicitare le verifiche con riferimenti grafici che evidenzino la correlazione fra tensioni ed armatura, per un setto significativo ed elemento orizzontale.

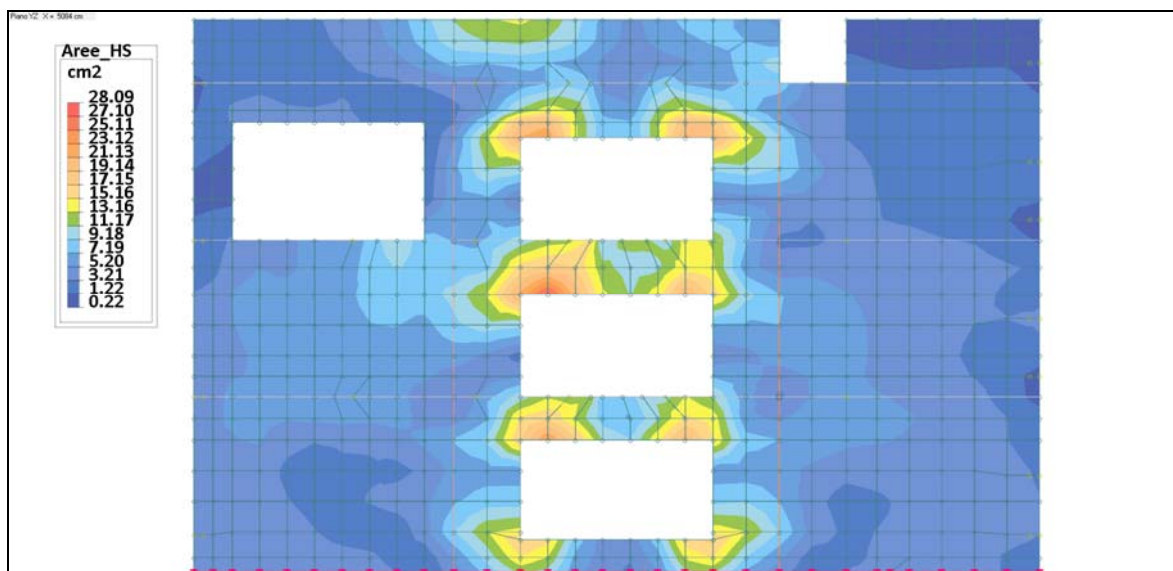
RISPOSTA

Si riporta di seguito il raffronto grafico richiesto (le condizioni analizzate sono quelle a SLU con e senza sisma).

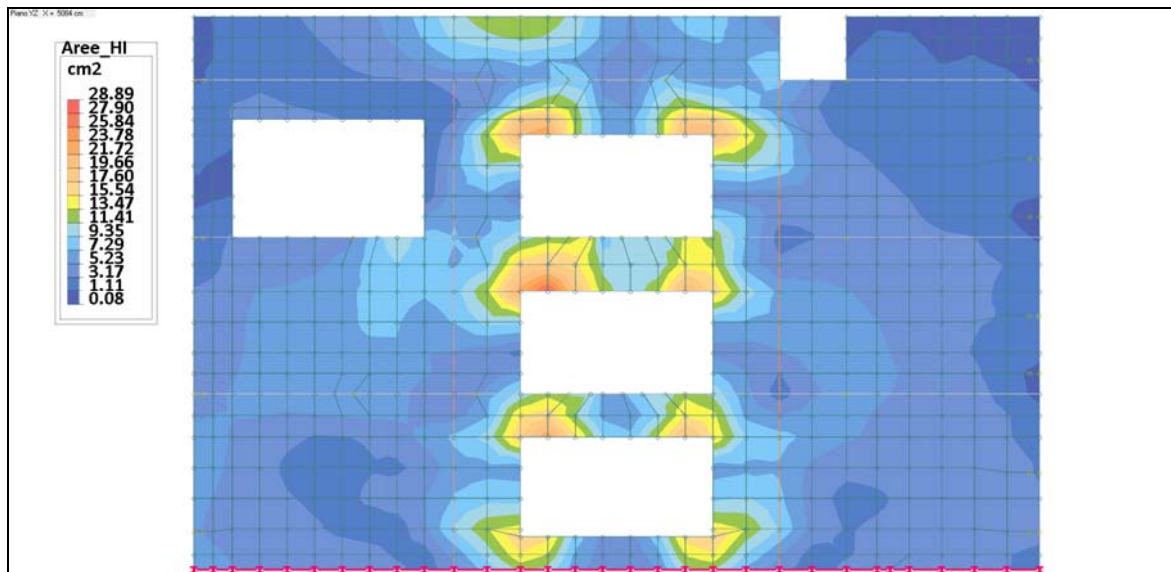
SETTO SCUOLA: ST_E_M



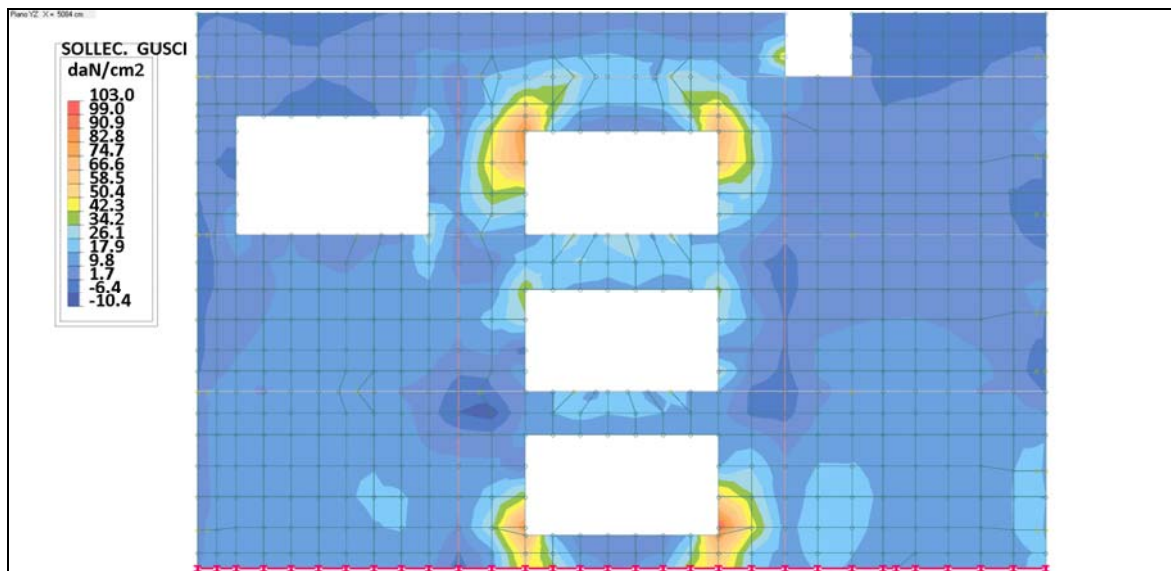
Scuola. Setto ST_E_M. **Sforzi di Wood Nxx**



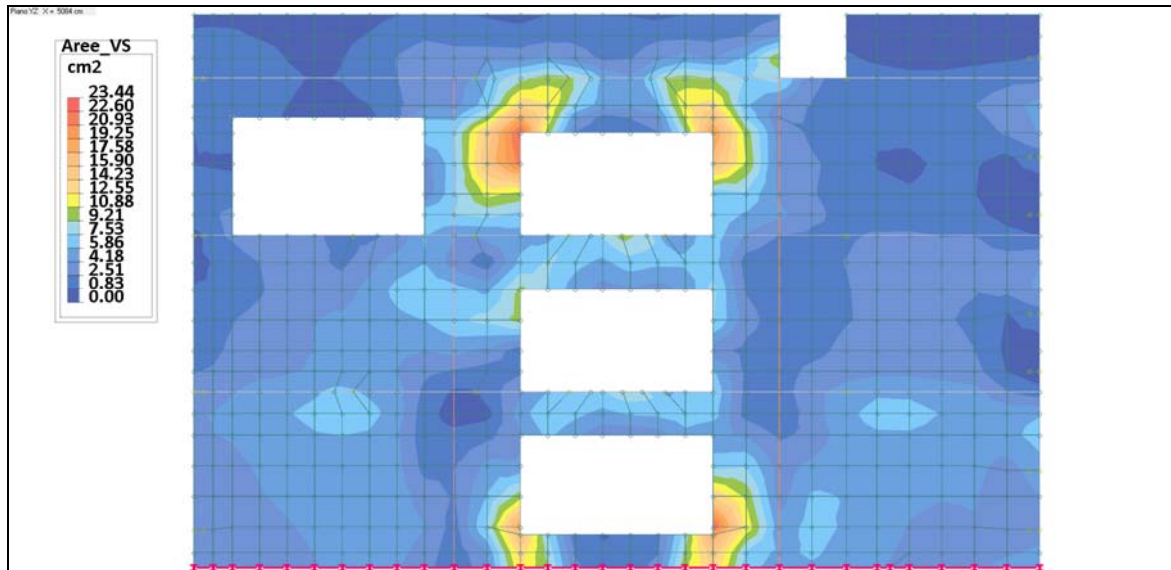
Scuola. Setto ST_E_M. **Armatura Orizzontale**. Faccia esterna



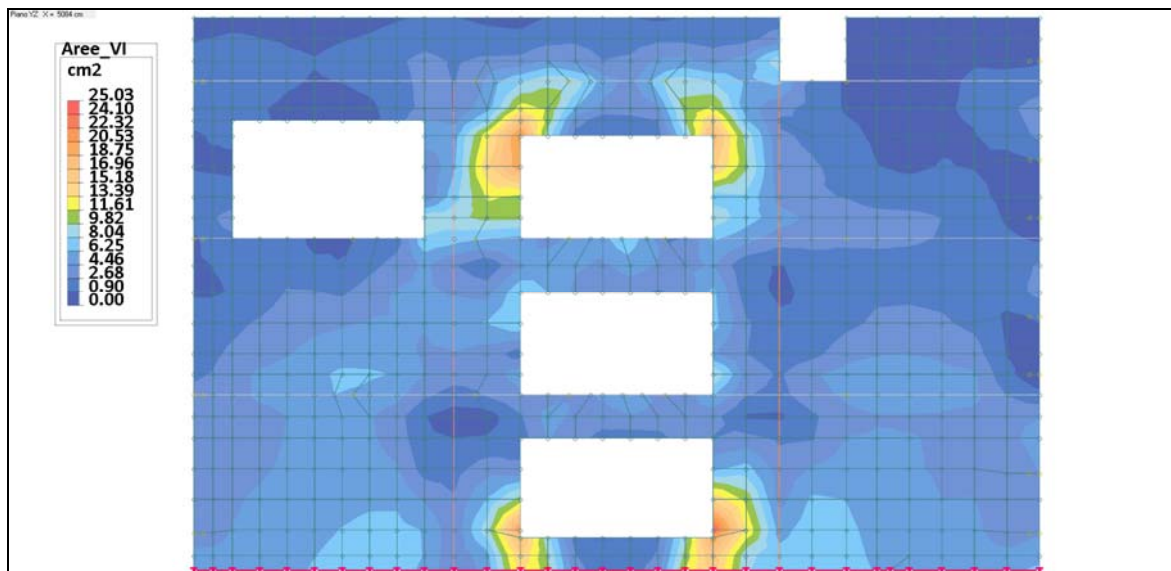
Scuola. Setto ST_E_M. **Armatura Orizzontale**. Faccia interna



Scuola. Setto ST_E_M. **Sforzi di Wood Nyy**

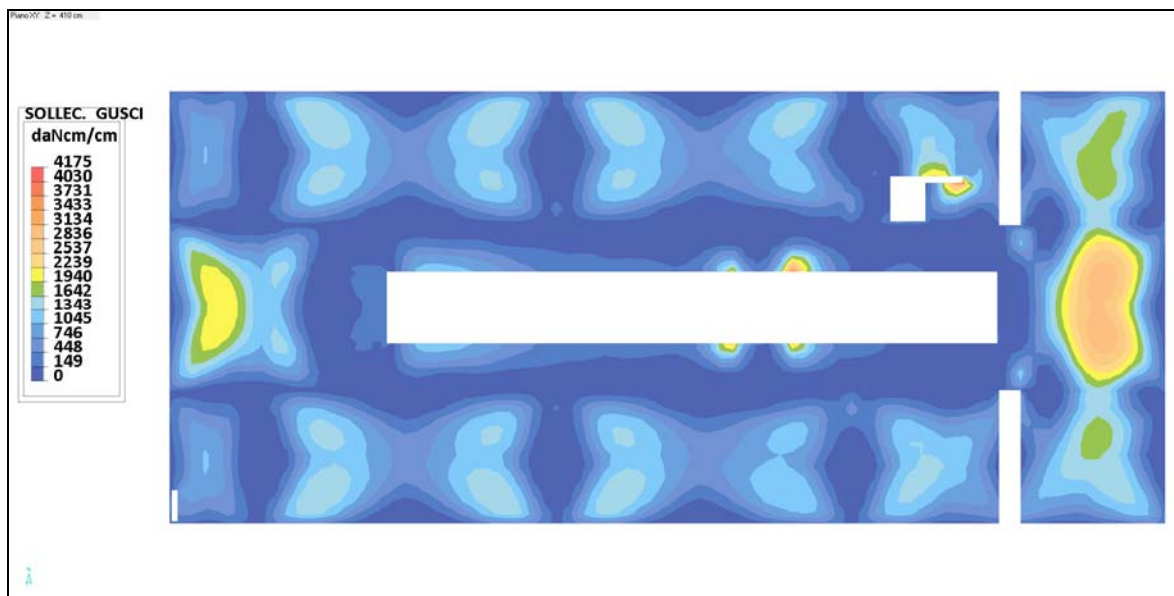


Scuola. Setto ST_E_M. **Armatura Verticale**. Faccia esterna

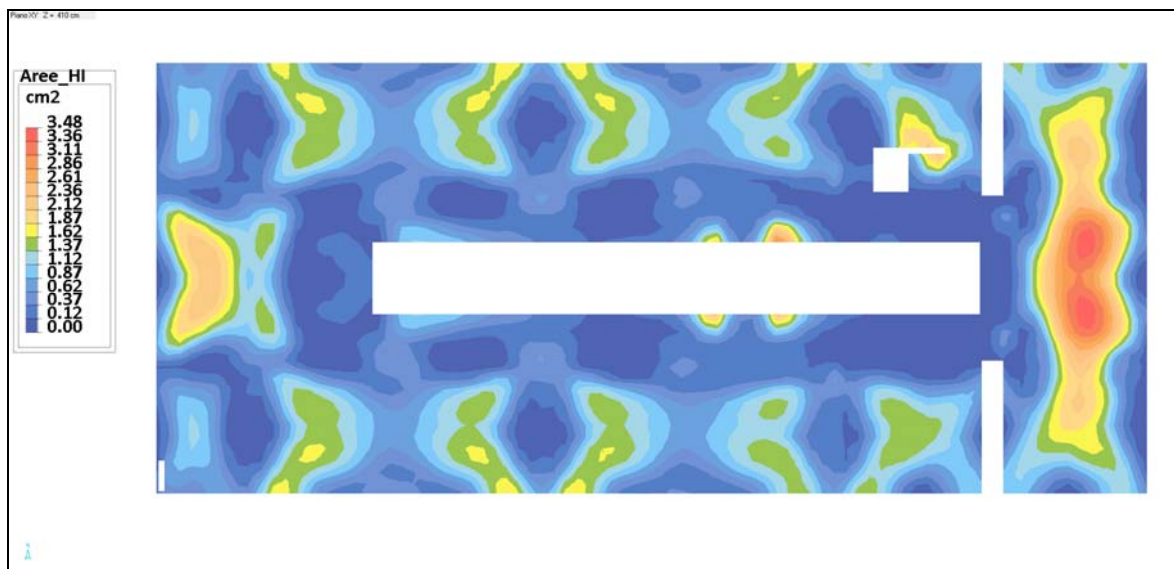


Scuola. Setto ST_E_M. **Armatura Verticale**. Faccia interna

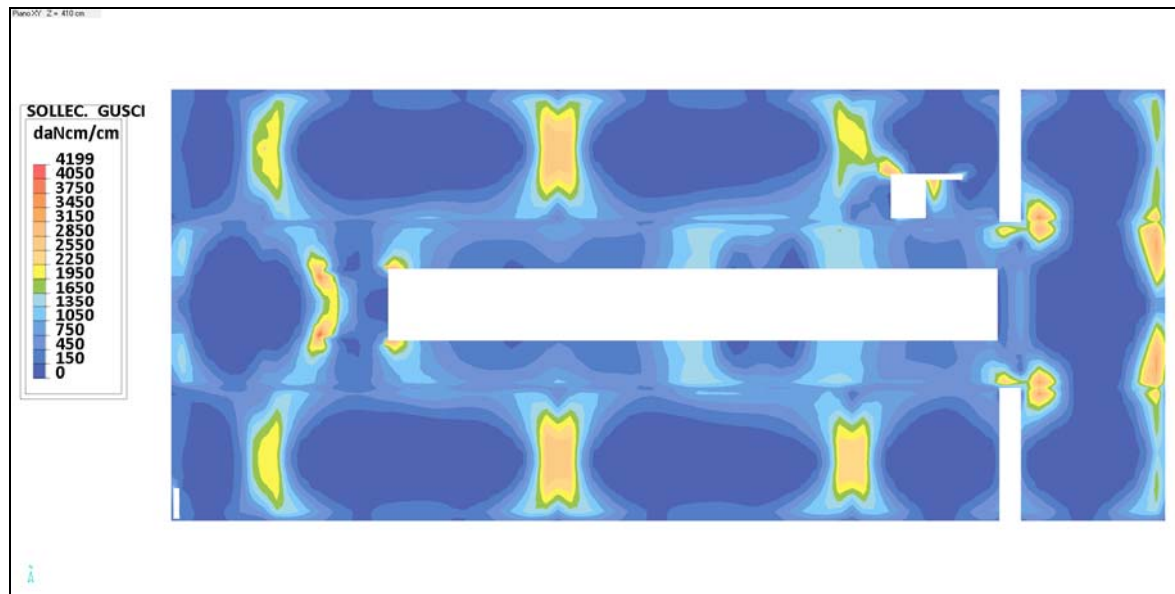
SOLAIO SCUOLA: PIANO PRIMO



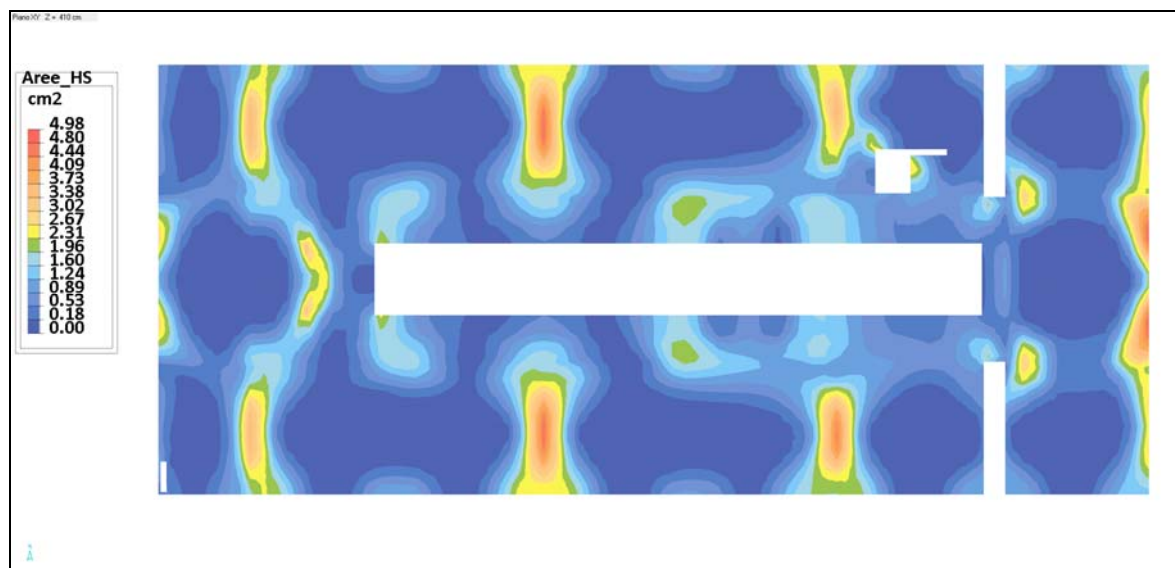
Scuola. Piano Primo. **Sforzi di WOOD Mx inferiori**



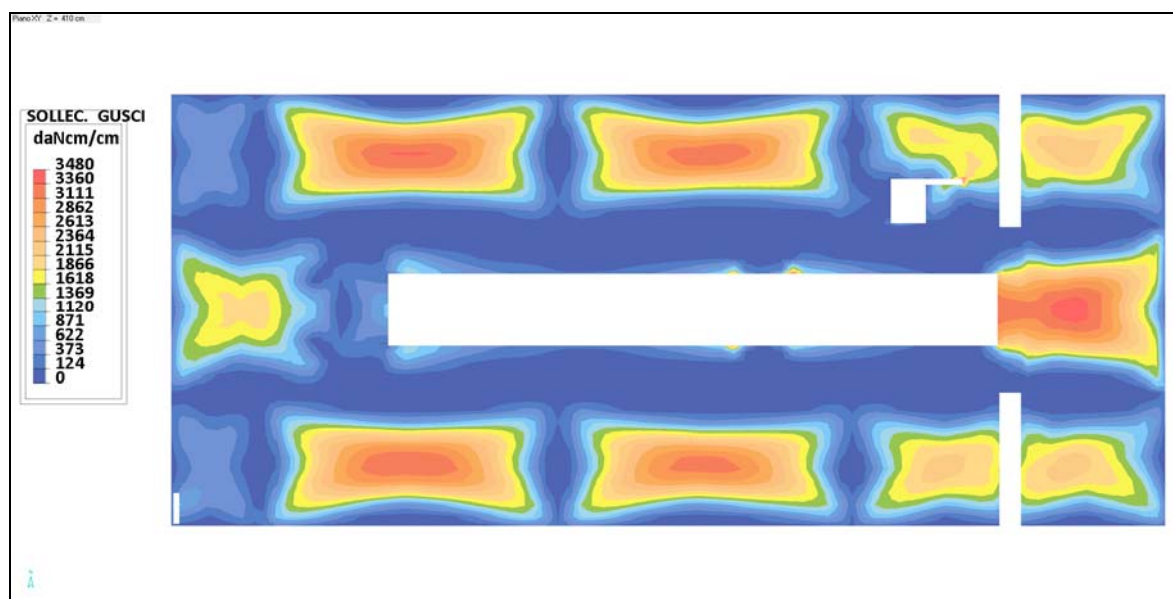
Scuola. Piano Primo. **Armatura orizzontale inferiore**



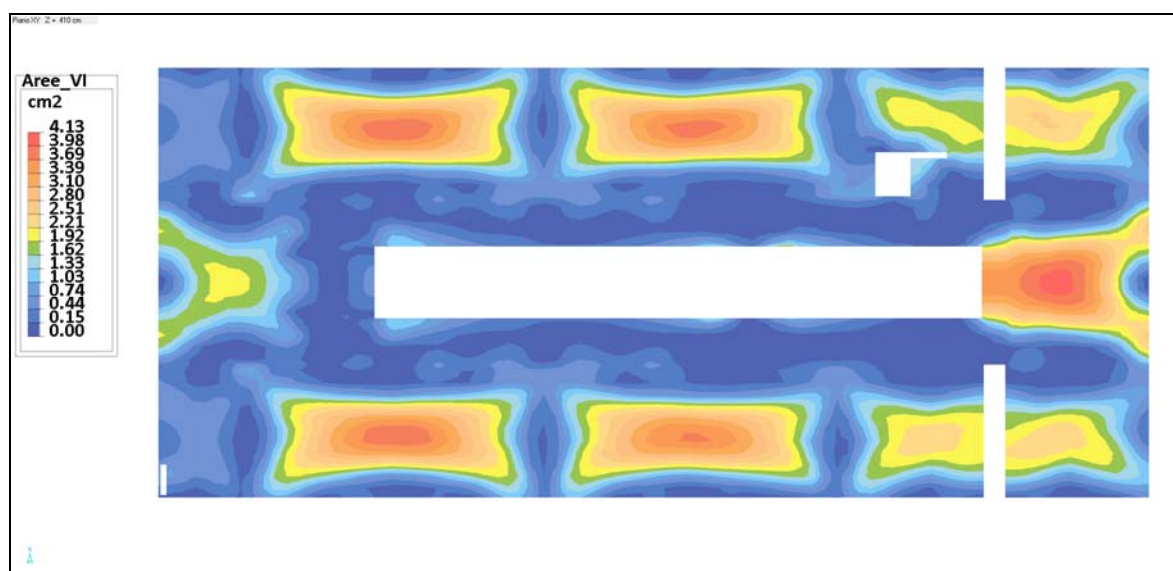
Scuola. Piano Primo. **Sforzi di WOOD Mx superiori**



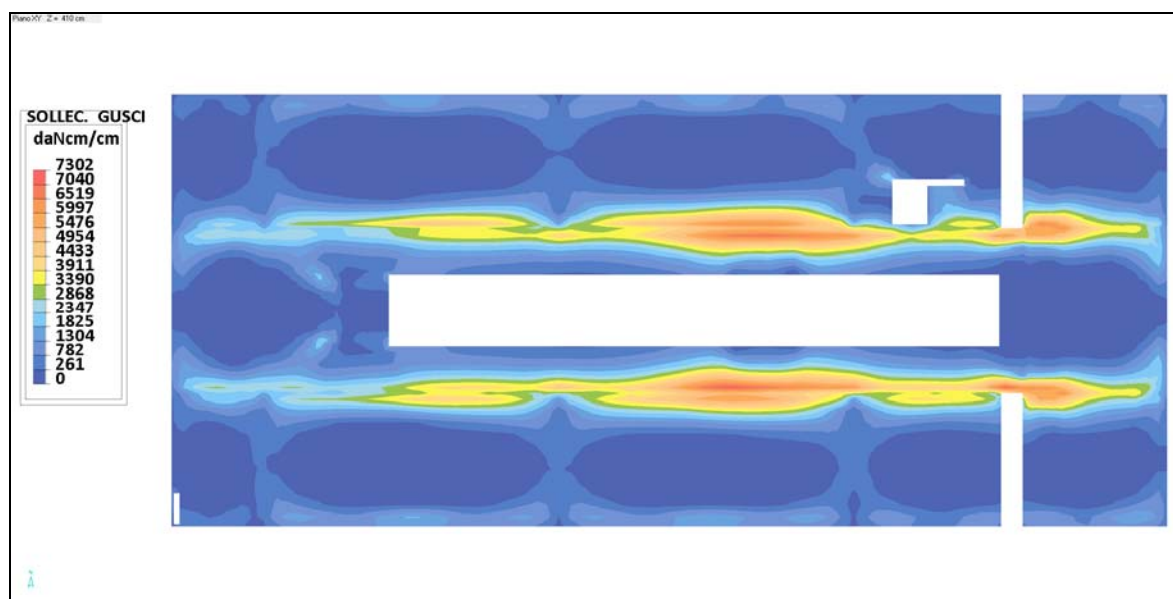
Scuola. Piano Primo. **Armatura orizzontale superiore**



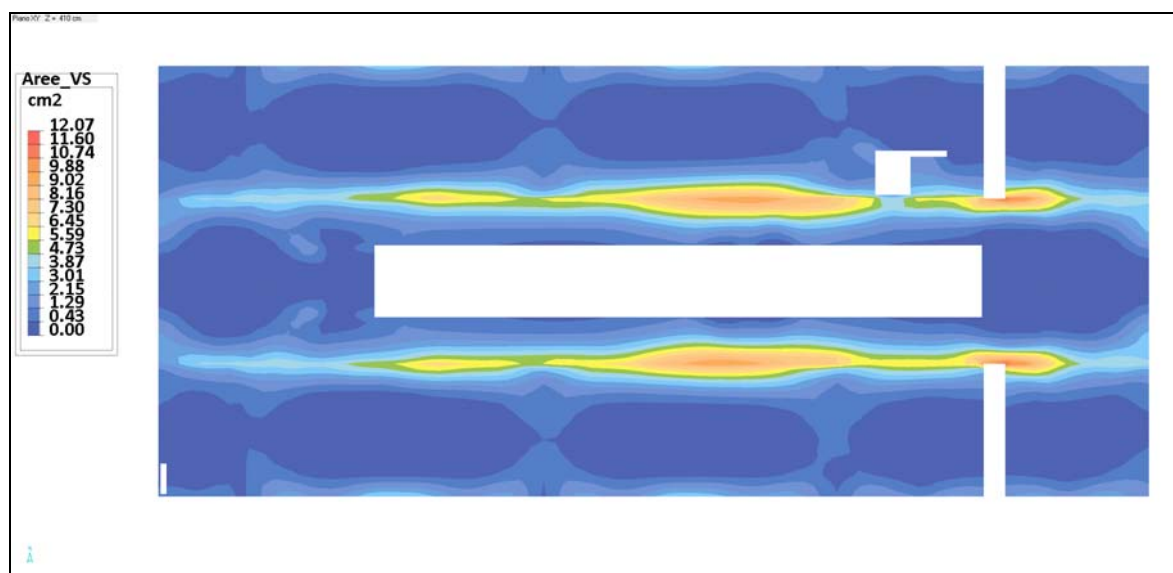
Scuola. Piano Primo. **Sforzi di WOOD My inferiori**



Scuola. Piano Primo. **Armatura verticale inferiore**



Scuola. Piano Primo. **Sforzi di WOOD My superiori**



Scuola. Piano Primo. **Armatura verticale superiore**

10. Per la struttura di fondazione, riportare il rapporto fra il momento resistente e momento sollecitante e considerazioni sulla tipologia di verifica eseguita.

RISPOSTA

Come indicato dalle NTC18 7.2.5 il dimensionamento delle strutture di fondazione può avvenire assumendo come **azione trasmessa dagli elementi soprastanti quella derivante dall'analisi strutturale ipotizzando un comportamento strutturale non dissipativo.**

Come indicato nelle Relazioni Tecniche a tutte le strutture è stato applicato un Fattore di Struttura non superiore a 1.5, scegliendo quindi un **comportamento strutturale non dissipativo**; è pertanto soddisfatto il requisito richiesto dalle NTC18.

Successivamente, al par. 7.3.6.1, viene specificato che la capacità della membratura è **calcolata con riferimento al suo comportamento elastico o sostanzialmente elastico.**

In tutte le verifiche effettuate degli elementi di fondazione (come riportato nei tabulati di calcolo) **la permanenza in campo elastico è stata ottenuta limitando la deformazione dell'acciaio alla deformazione di snervamento (1.96 per mille) e quella del calcestruzzo al 2 per mille.**

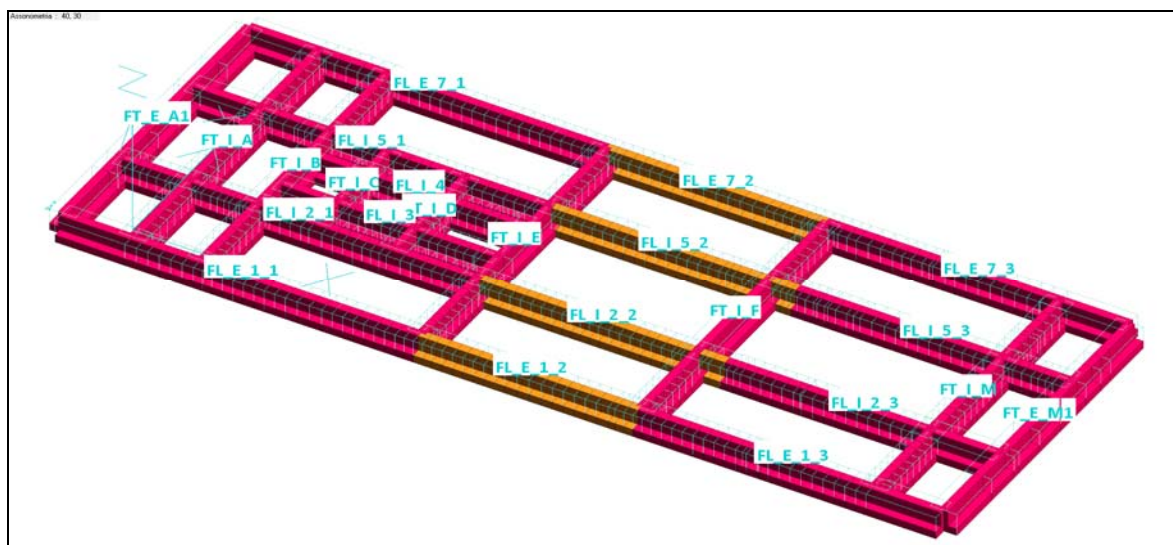
Come per le strutture in elevazione anche per quelle di fondazione non sono necessarie armature specifiche per ottenere un comportamento duttile anche se per le travi di fondazione in calcestruzzo armato è comunque richiesta la presenza di armature longitudinali in percentuale non inferiore allo 0,2% dell'area della sezione trasversale, sia inferiormente che superiormente (requisito rispettato per tutte le travi di fondazioni).

Per quanto attiene al rapporto tra il momento resistente ed il momento sollecitante è riportato in forma tabellare nei calcoli esecutivi allegati.

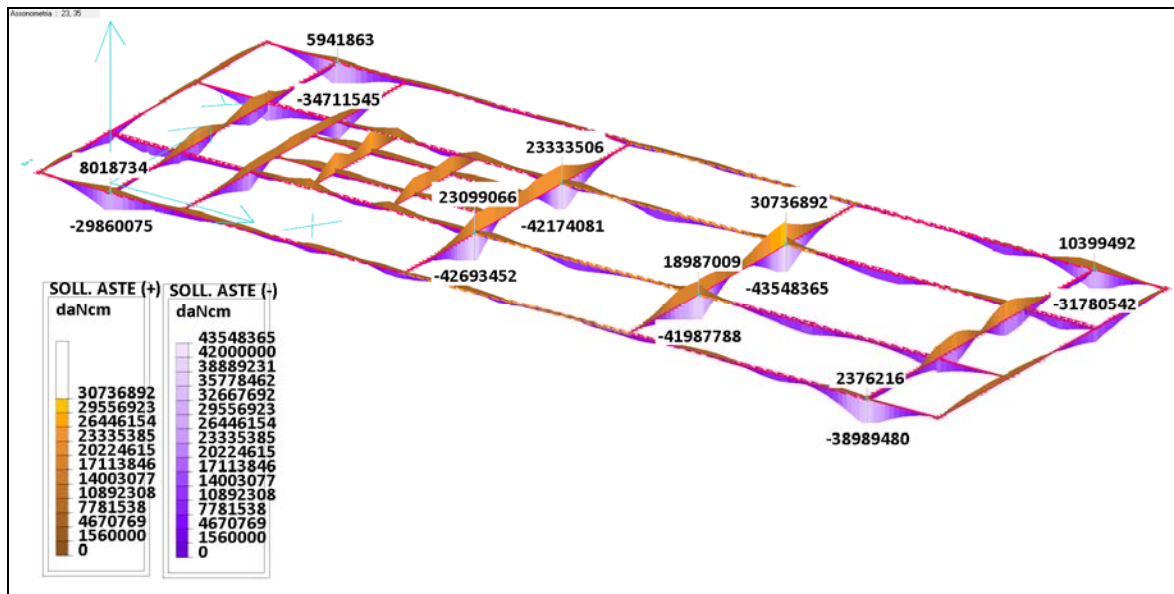
Viene qui di seguito riportato in forma grafica per tutte le travi di fondazioni.

(in verde il Momento resistente ed in viola e rosso i Momenti sollecitanti).

SCUOLA



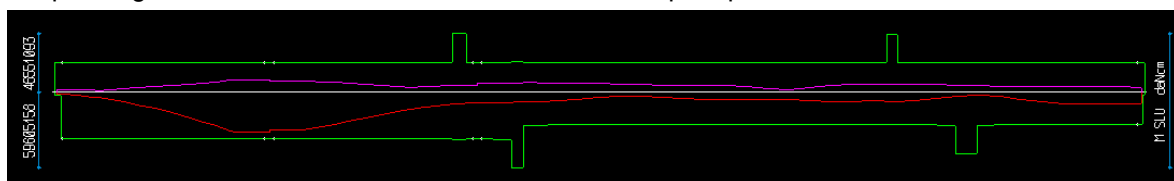
Vista assonometrica travi di fondazione



Vista assonometrica travi di fondazione – Momenti Flettenti

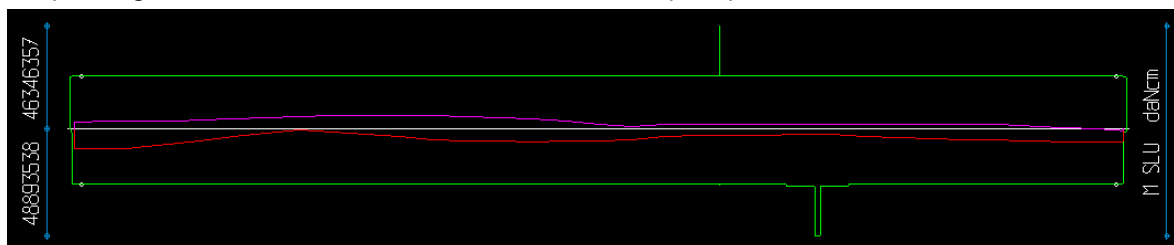
Travata FL_E_1_1 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



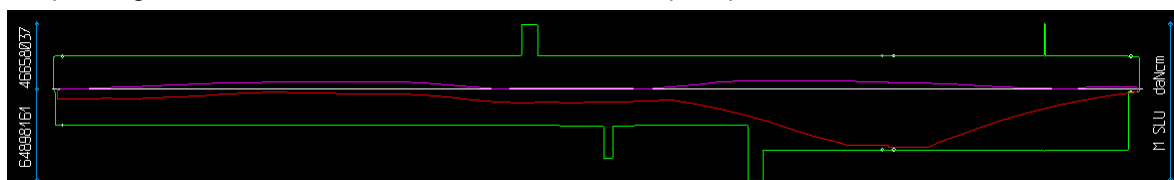
Travata FL_E_1_2 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



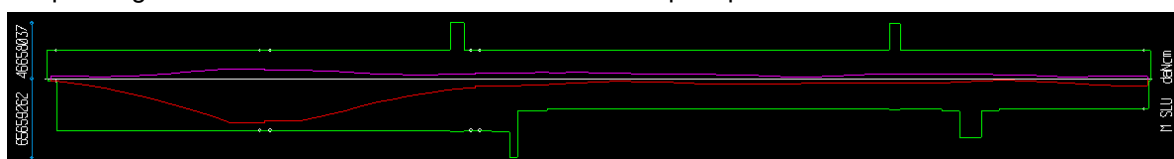
Travata FL_E_1_3 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



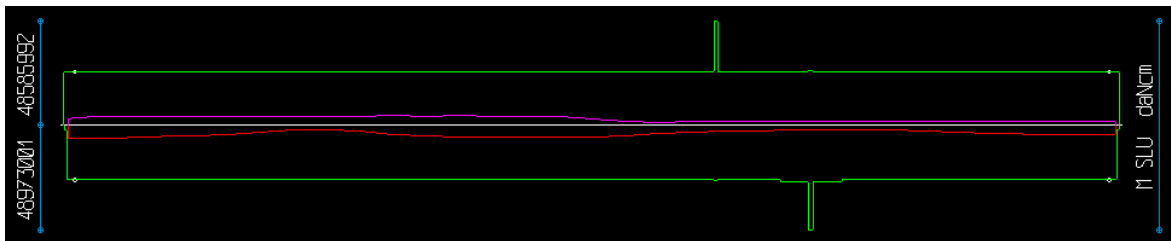
Travata FL_E_7_1 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



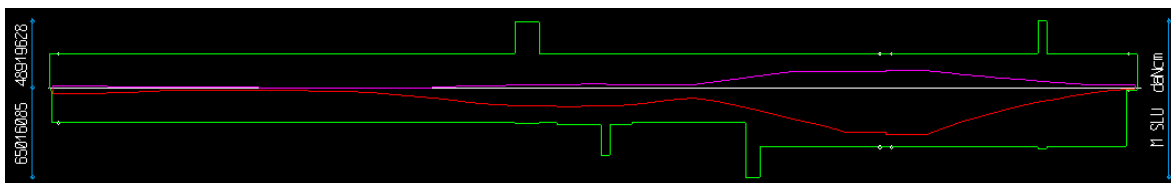
Travata FL_E_7_2 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



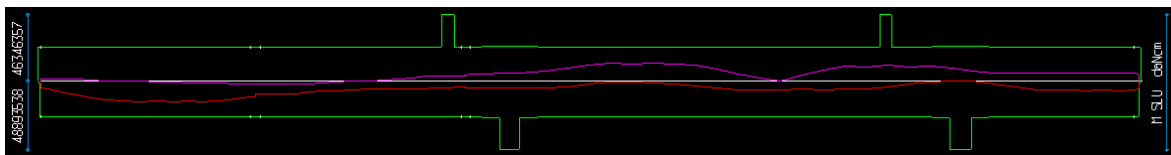
Travata FL_E_7_3 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



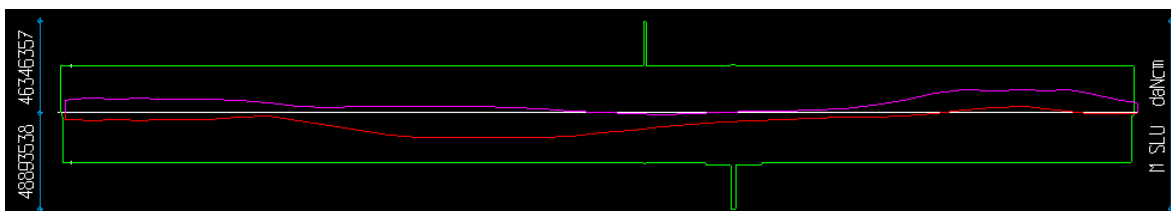
Travata FL_I_2_1 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



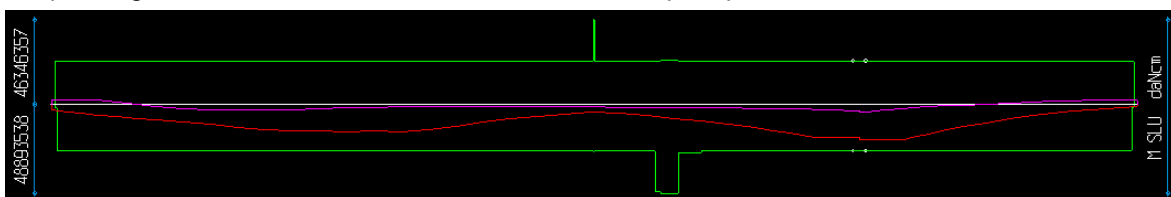
Travata FL_I_2_2 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



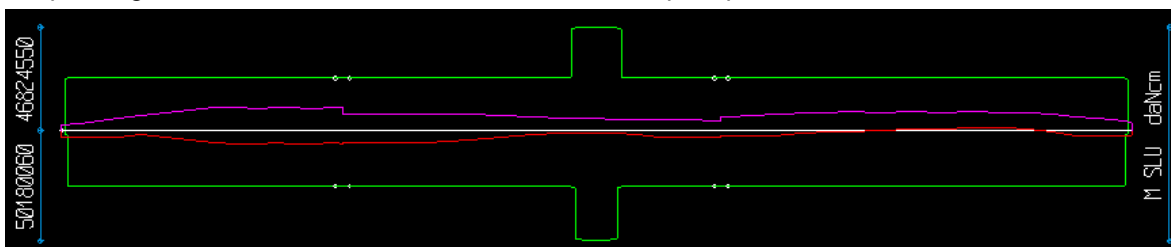
Travata FL_I_2_3 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica

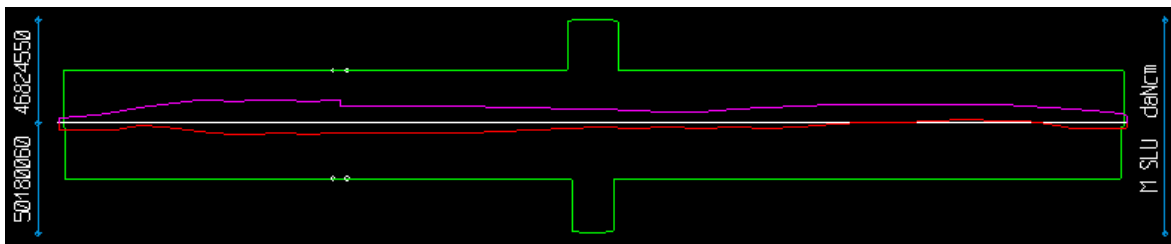


Travata FL_I_3 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica

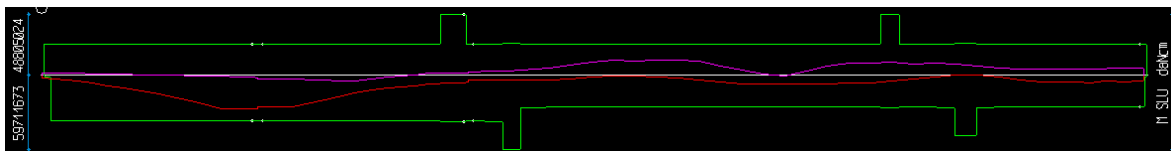


Travata FL_I_4 (fondazione)



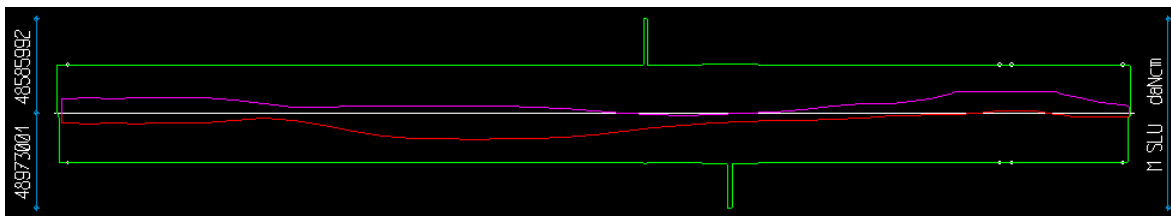
Travata FL_I_5_1 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



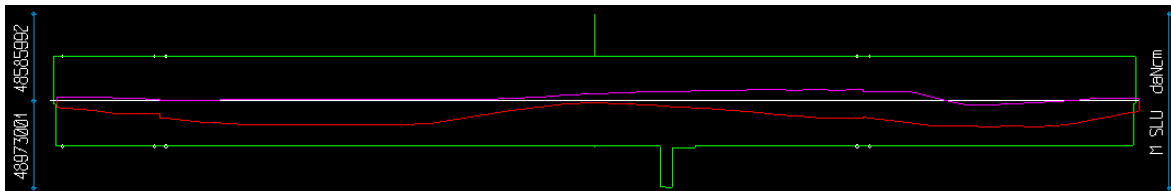
Travata FL_I_5_2 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica

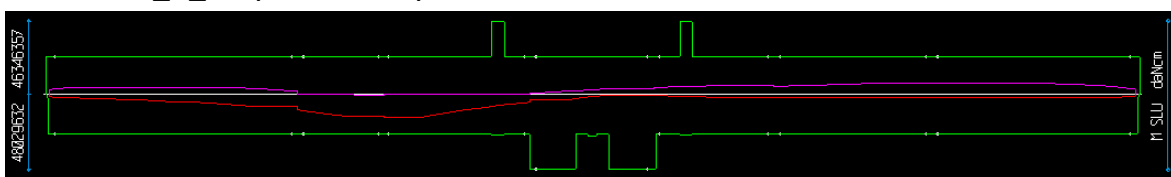


Travata FL_I_5_3 (fondazione)

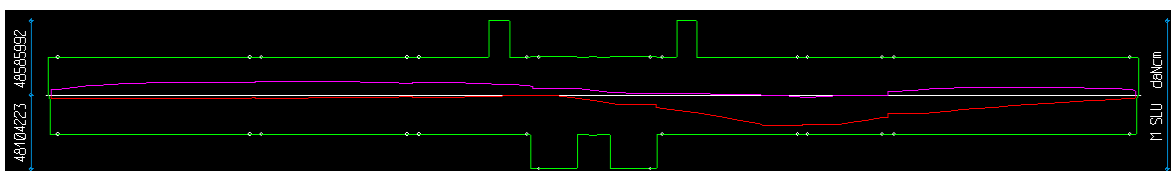
NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in tre parti per la verifica



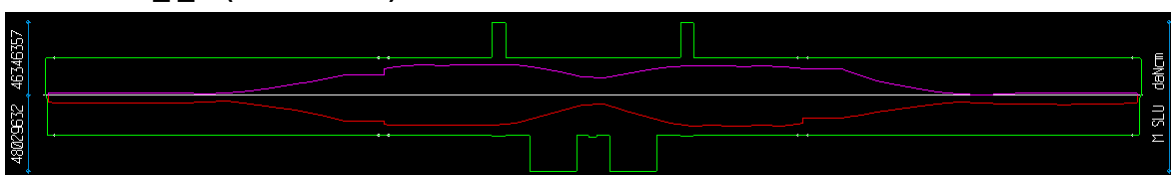
Travata FT_E_A1 (fondazione)



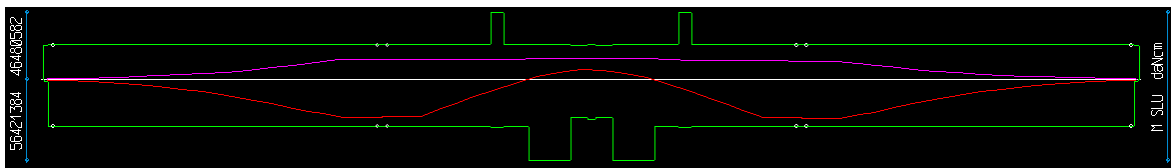
Travata FT_E_M1 (fondazione)



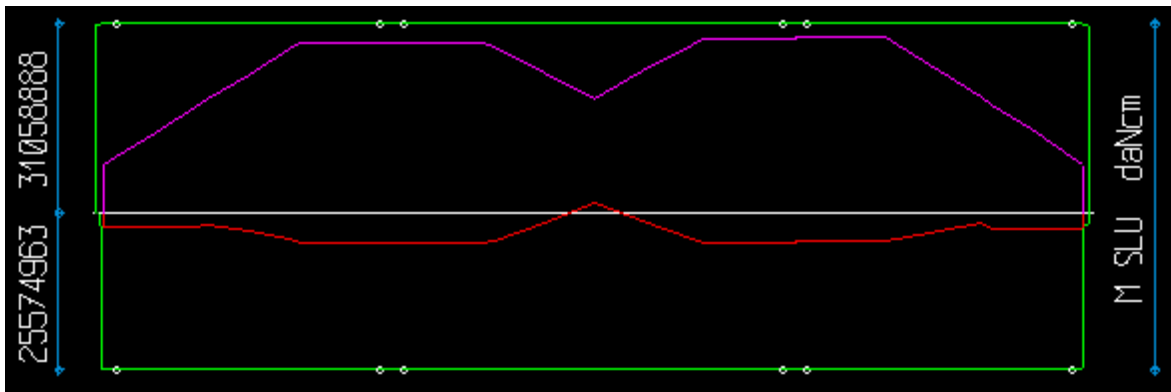
Travata FT_I_A (fondazione)



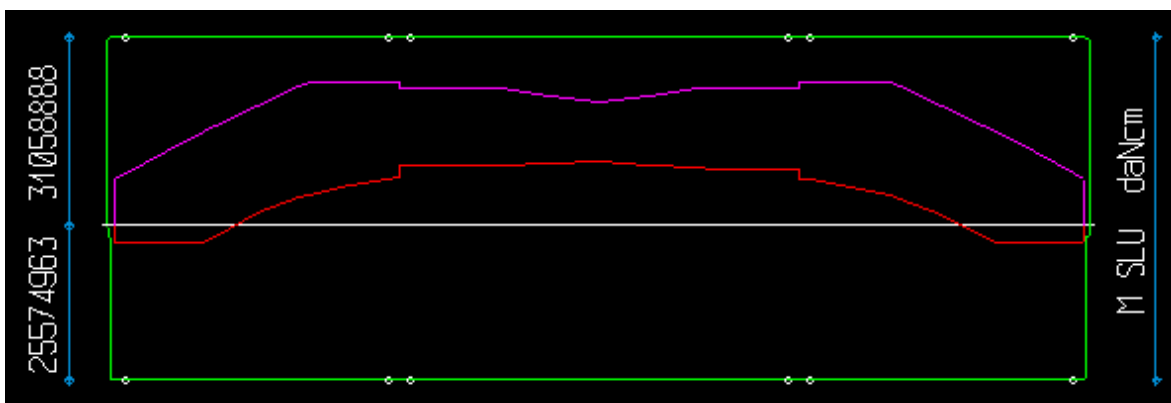
Travata FT_I_B (fondazione)



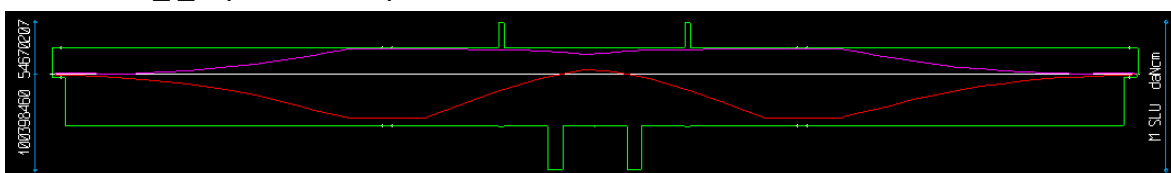
Travata FT_I_C (fondazione)



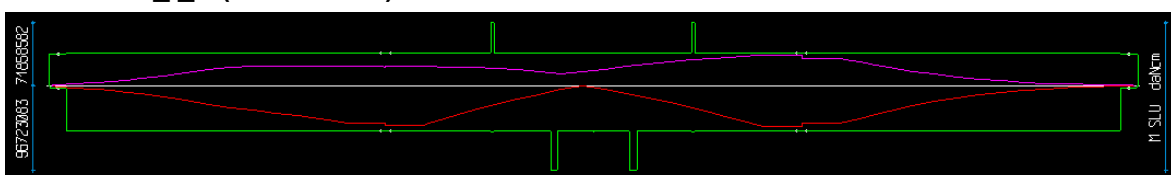
Travata FT_I_D (fondazione)



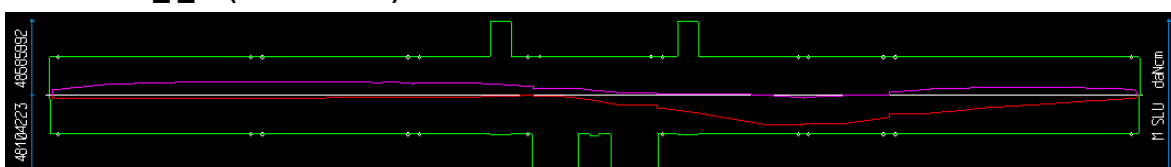
Travata FT_I_E (fondazione)



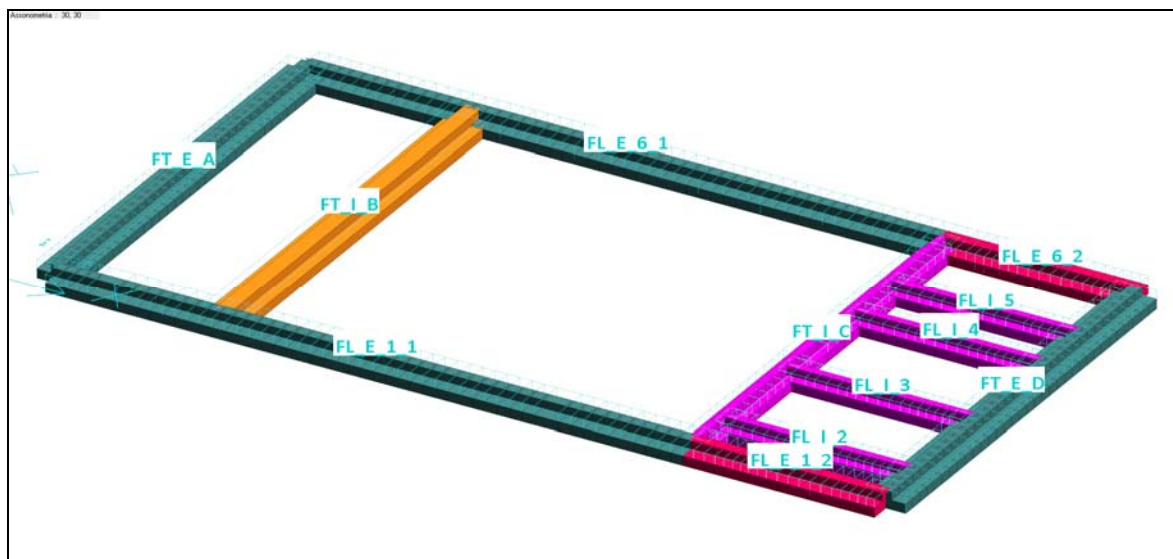
Travata FT_I_F (fondazione)



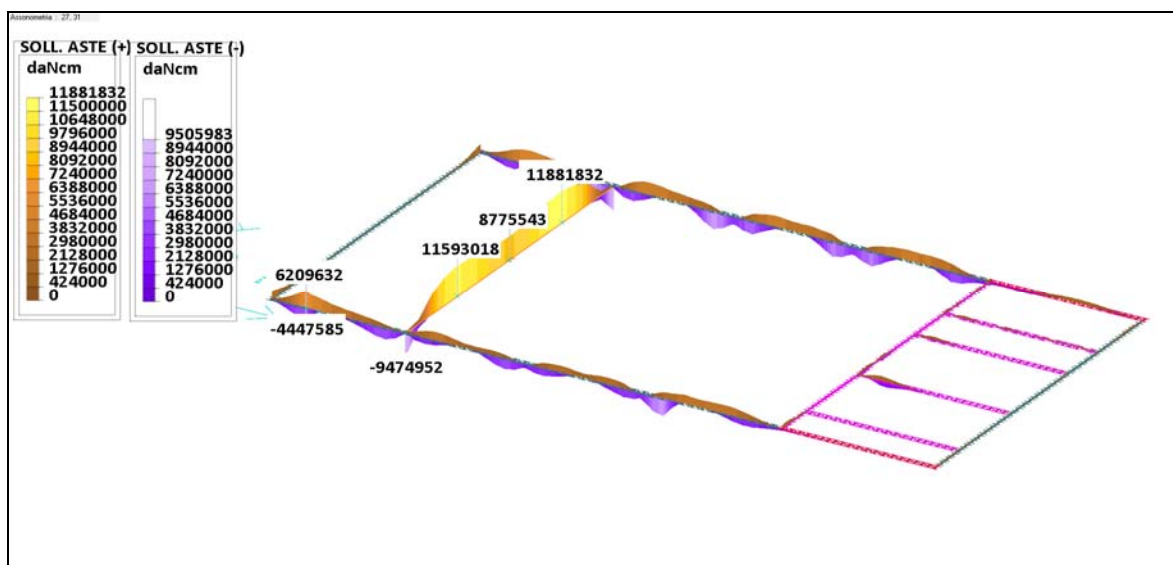
Travata FT_I_M (fondazione)



PALESTRA



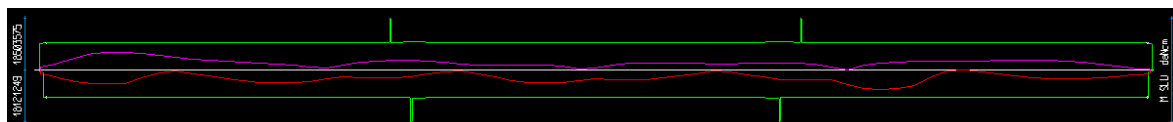
Vista assonometrica travi di fondazione



Vista assonometrica travi di fondazione – Momenti Flettenti

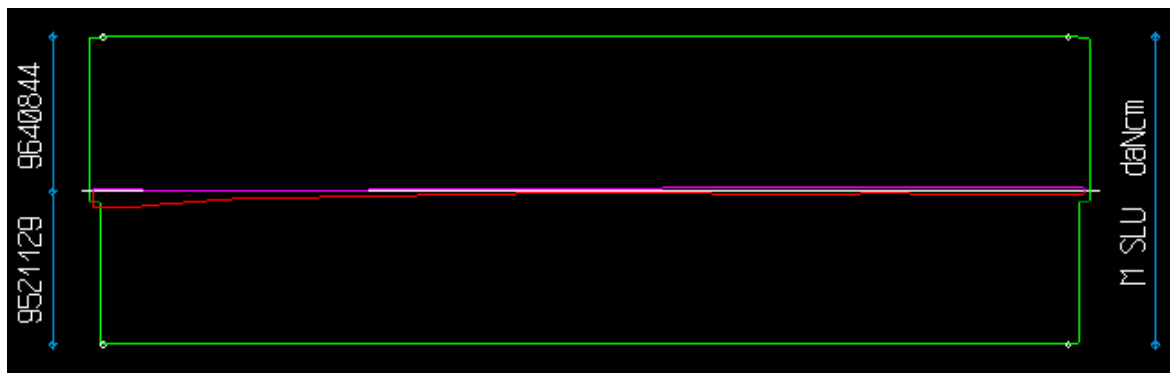
Travata FL_E_1_1 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in due parti per la verifica



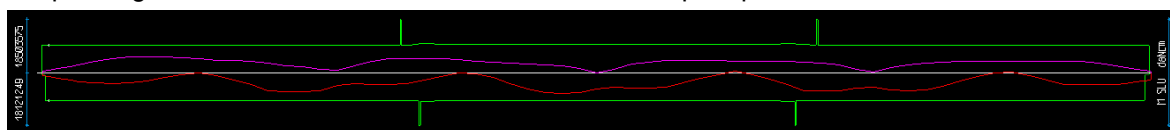
Travata FL_E_1_2 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in due parti per la verifica



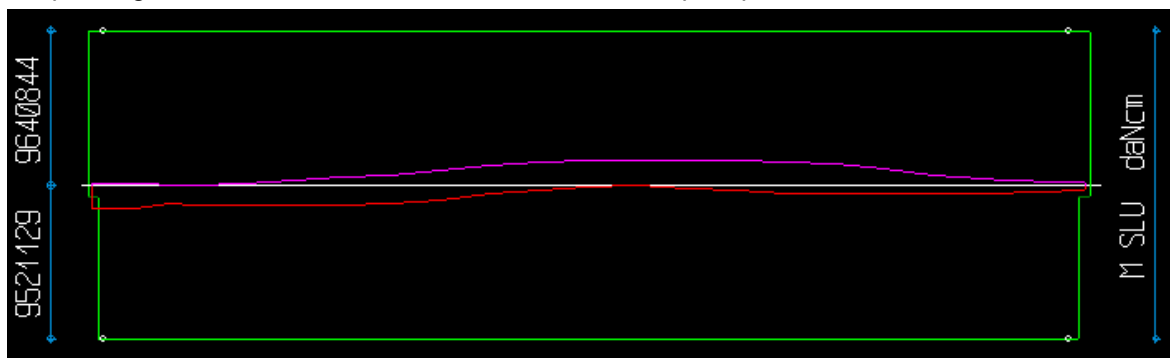
Travata FL_E_6_1 (fondazione)

NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in due parti per la verifica



Travata FL_E_6_2 (fondazione)

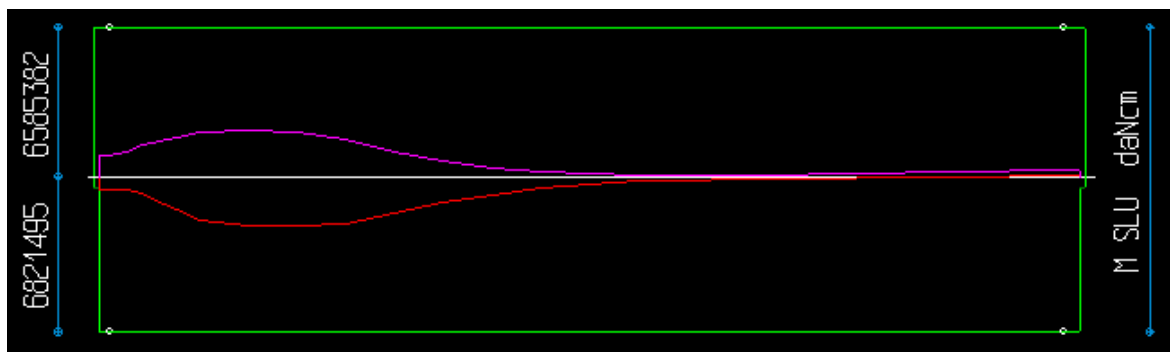
NB per esigenze numeriche la trave è stata divisa in due parti per la verifica



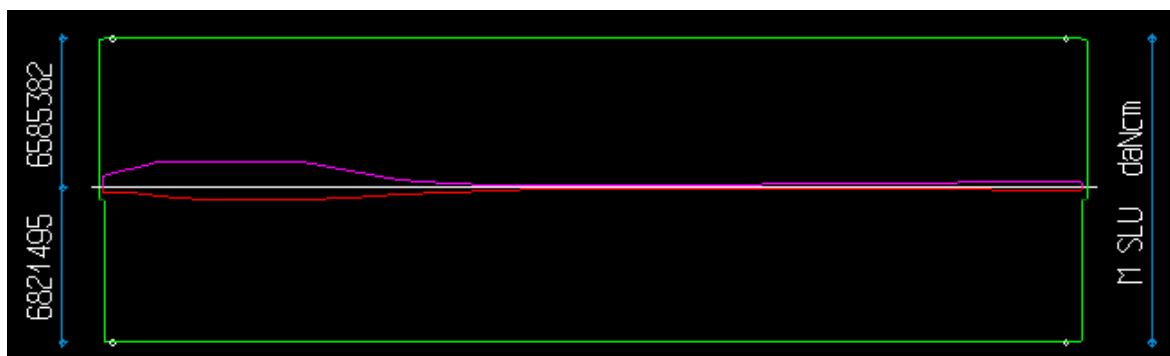
Travata FL_I_2 (fondazione)



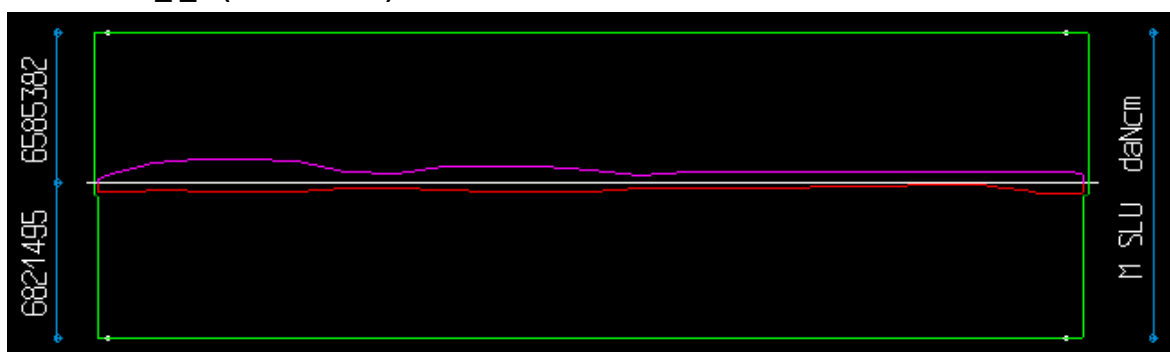
Travata FL_I_3 (fondazione)



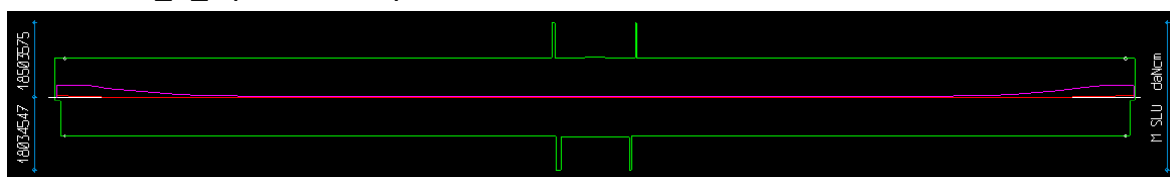
Travata FL_I_4 (fondazione)



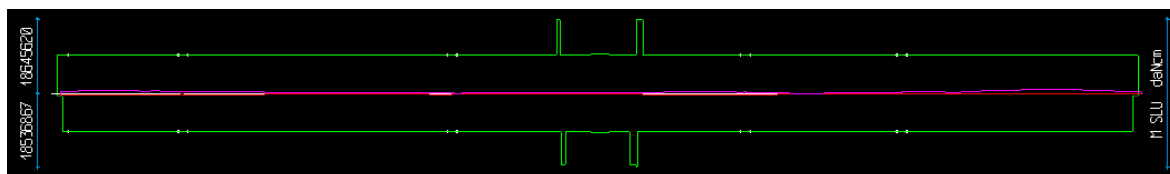
Travata FL_I_5 (fondazione)



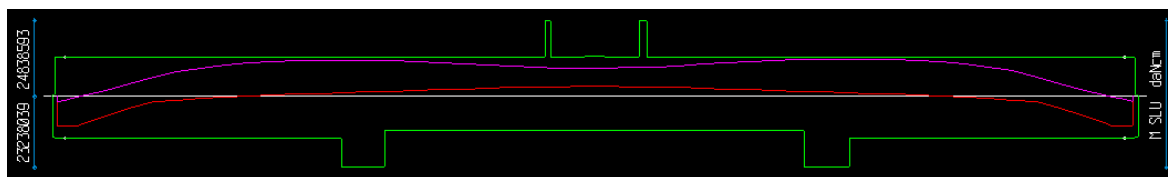
Travata FT_E_A(fondazione)



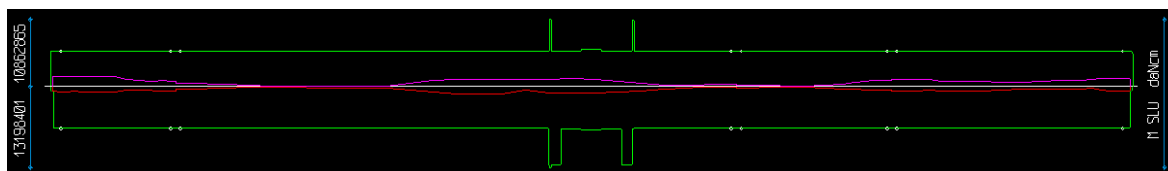
Travata FT_E_D (fondazione)



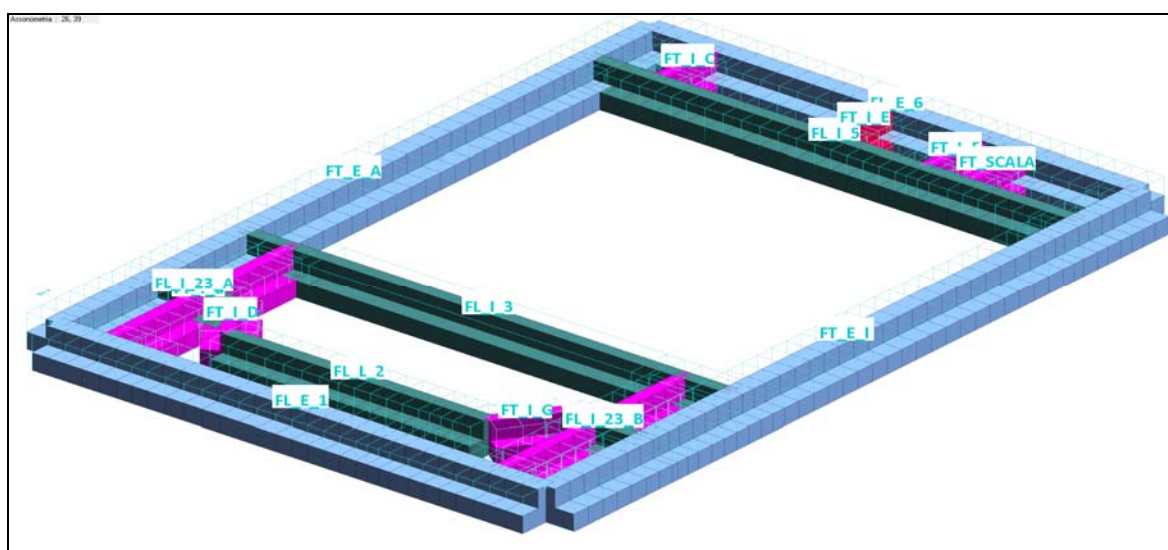
Travata FT_I_B (fondazione)



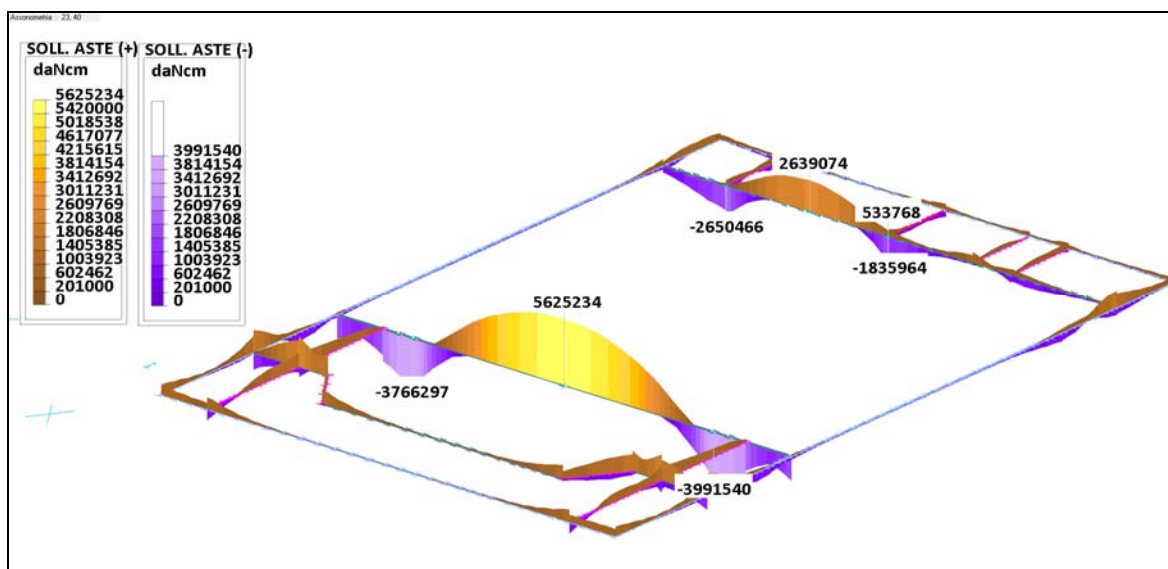
Travata FT_I_C (fondazione)



AUDITORIUM

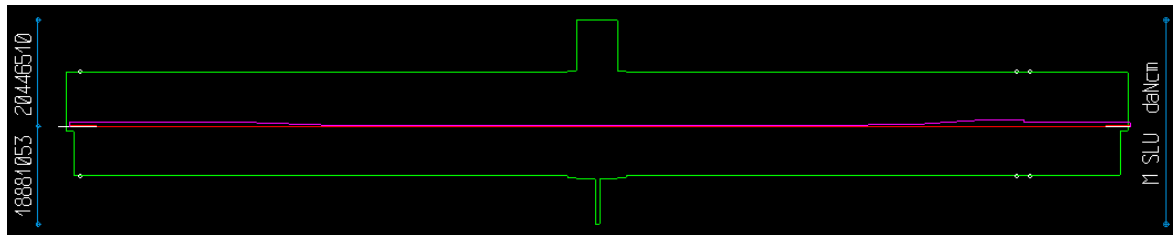


Vista assonometrica travi di fondazione

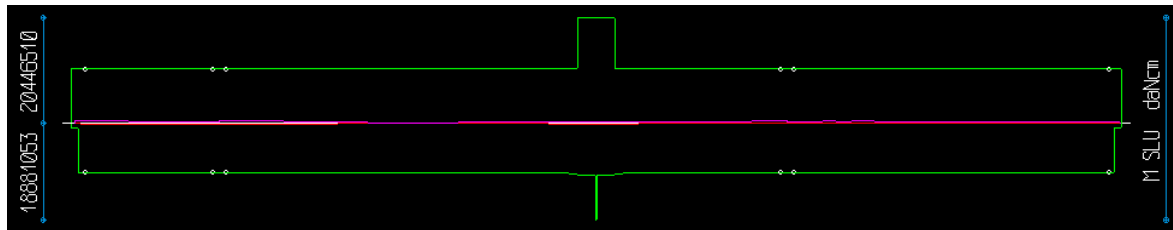


Vista assonometrica travi di fondazione – Momenti Flettenti

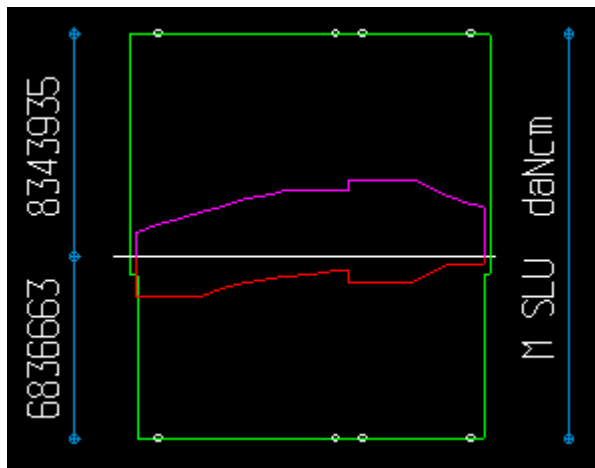
Travata FL_E_1 (fondazione)



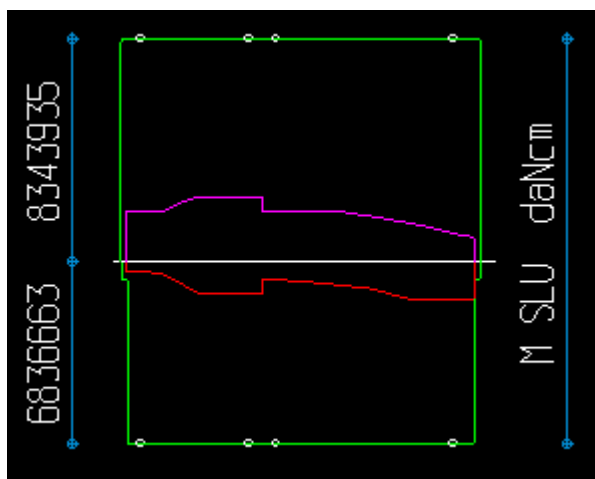
Travata FL_E_6 (fondazione)



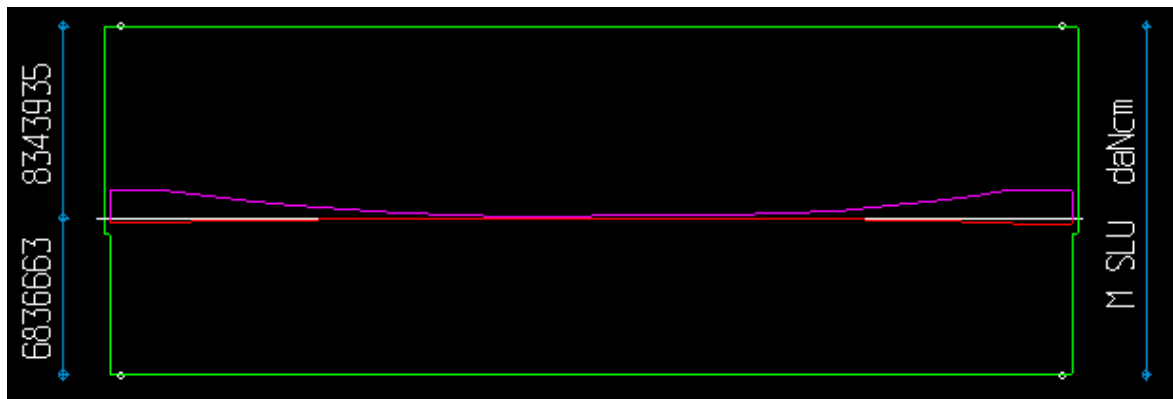
Travata FL_I_23_A (fondazione)



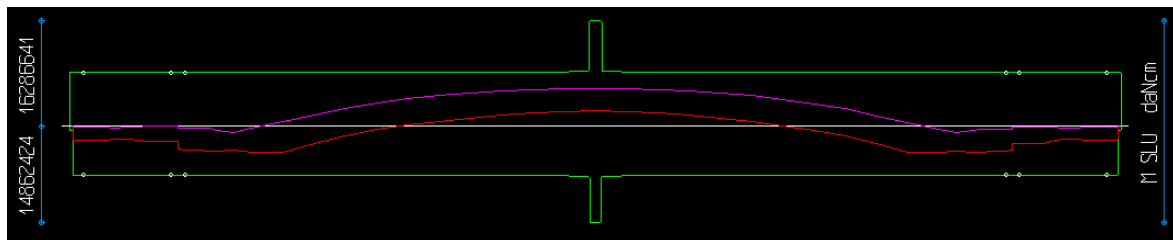
Travata FL_I_23_B (fondazione)



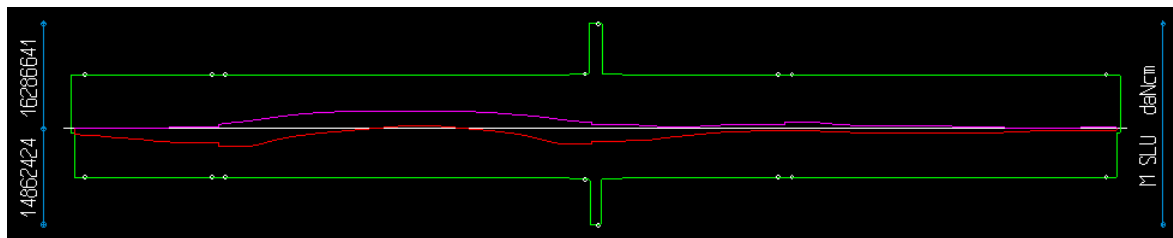
Travata FL_I_2 (fondazione)



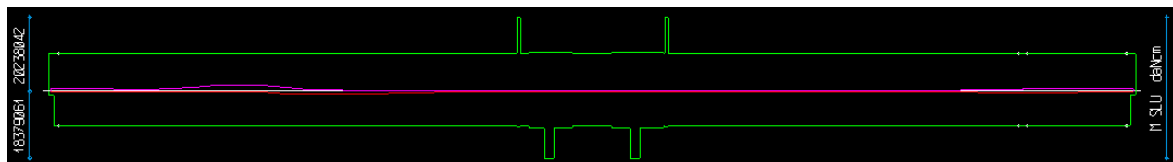
Travata FL_I_3 (fondazione)



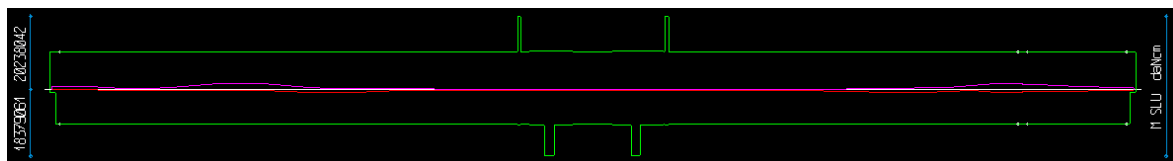
Travata FL_I_5 (fondazione)



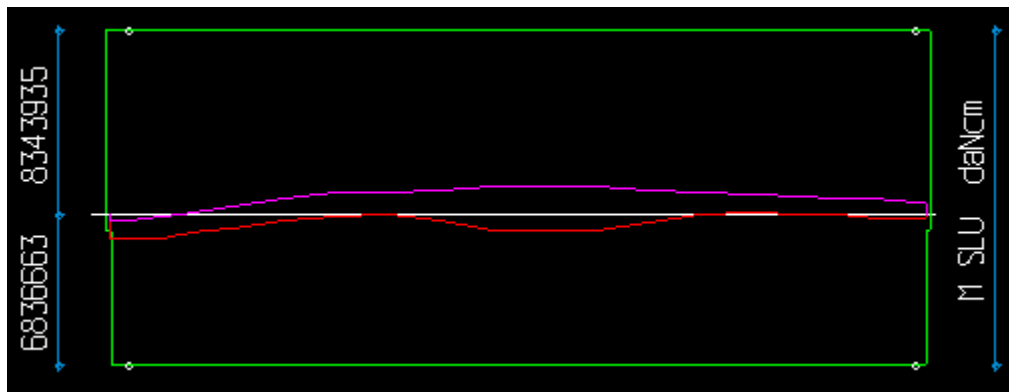
Travata FT_E_A (fondazione)



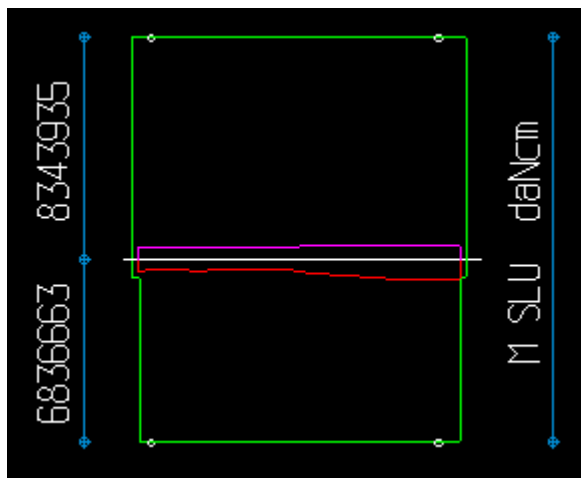
Travata FT_E_I (fondazione)



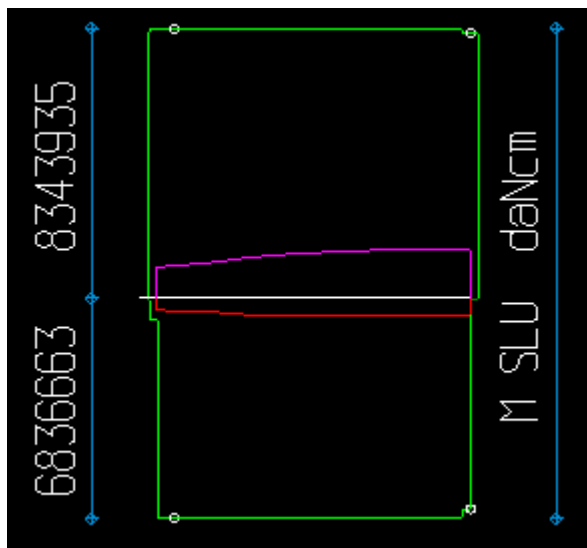
Travata FT_I_B (fondazione)



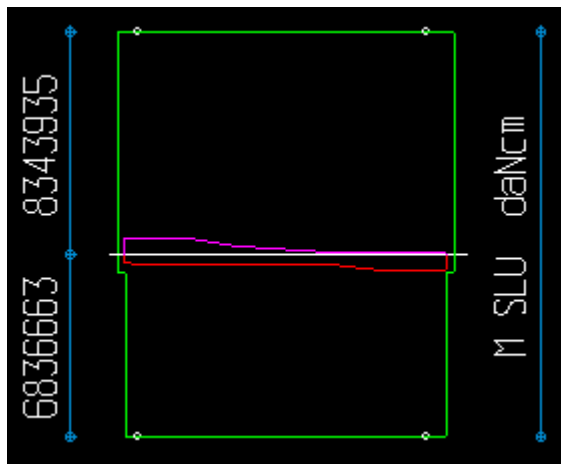
Travata FT_I_C (fondazione)



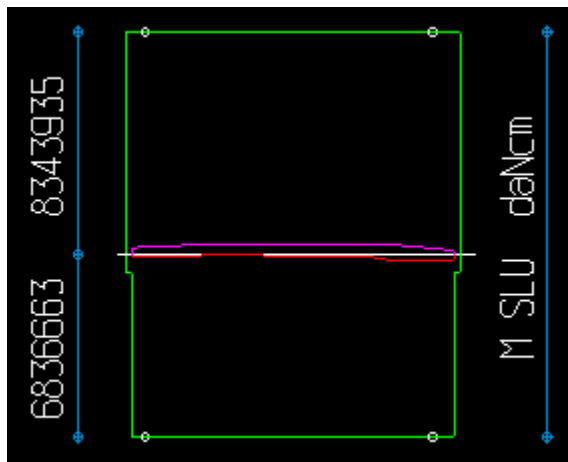
Travata FT_I_D (fondazione)



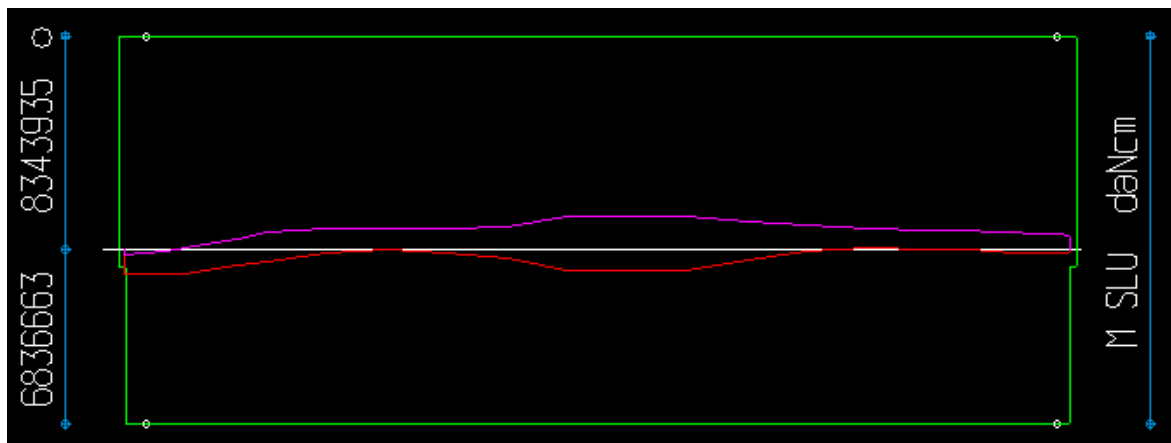
Travata FT_I_E (fondazione)



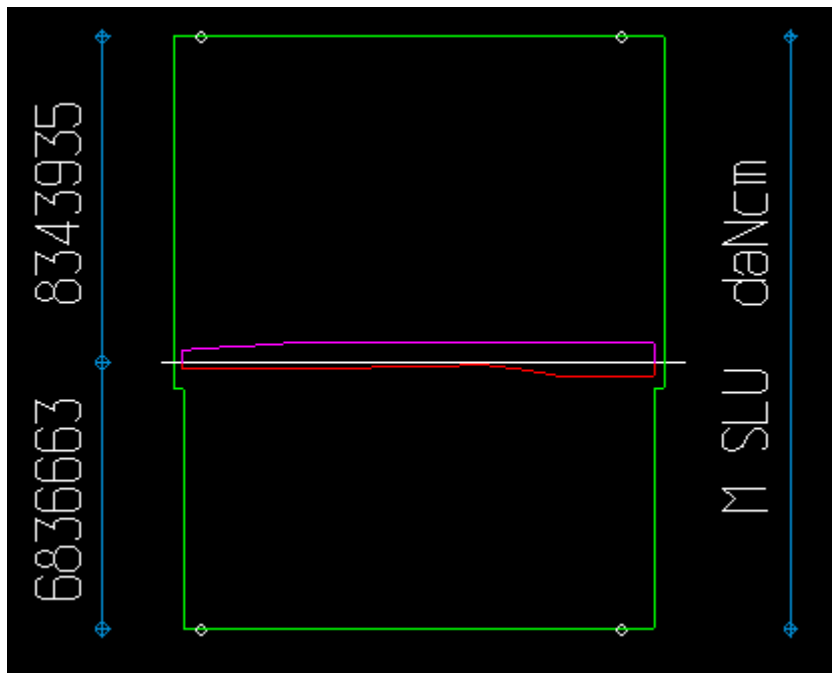
Travata FT_I_F (fondazione)



Travata FT_I_H (fondazione)



Travata FT_SCALA (fondazione)



11. Esplicitare le verifiche dei solai dei vari piani.

Risposta

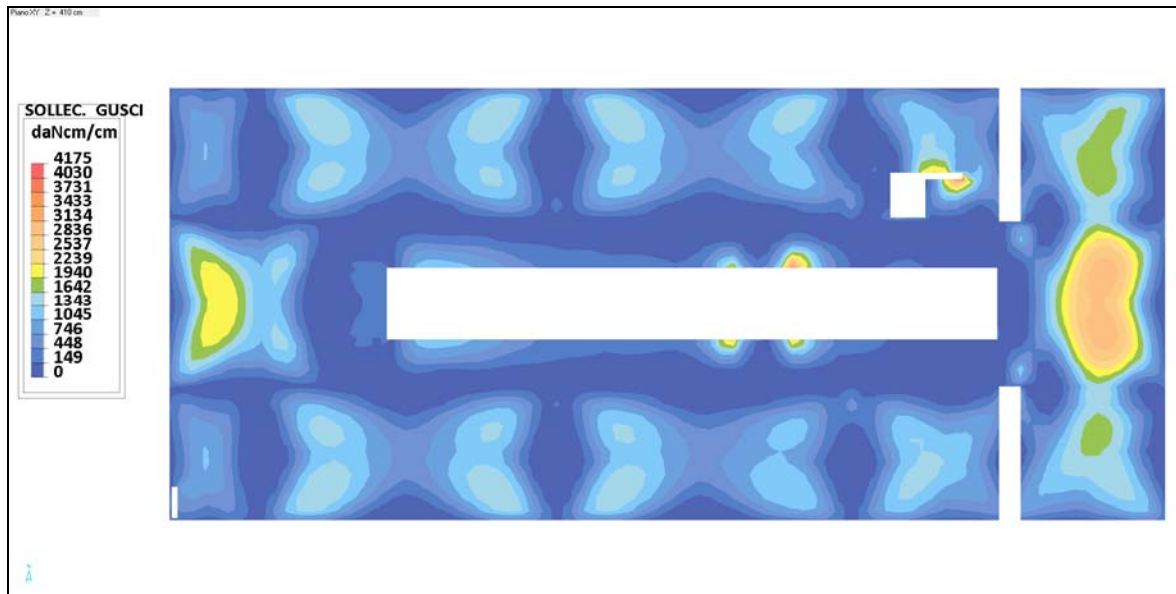
Le verifiche dei **solai intermedi della scuola e della palestra** sono state effettuate per tutti i piani con l'effettiva **configurazione degli elementi di alleggerimento** (riportata nelle tavole progettuali). Sono state riportate le sollecitazioni in forma grafica (cfr. Relazione Tecnica Scuola p. 56 e ss e Palestra p. 46 e ss) ed effettuati i calcoli per ciascun punto della maglia ad elementi finiti (cfr. Calcoli Esecutivi delle Strutture Scuola p. 301 e ss e Palestra p. 223 e ss). Analogo discorso vale per il solai in cemento armato pieno dell'auditorium cfr. Relazione Tecnica Auditorium p. 41 e ss e Calcoli Esecutivi p. 270 e ss)

Si riporta di seguito il **confronto tra le sollecitazioni in forma grafica e la richiesta di armatura** (si ritiene opportuno non riportare in questa sede 600 pagine di calcoli esecutivi già riportati nelle relazioni sopra citate) per i solai sopra indicati.

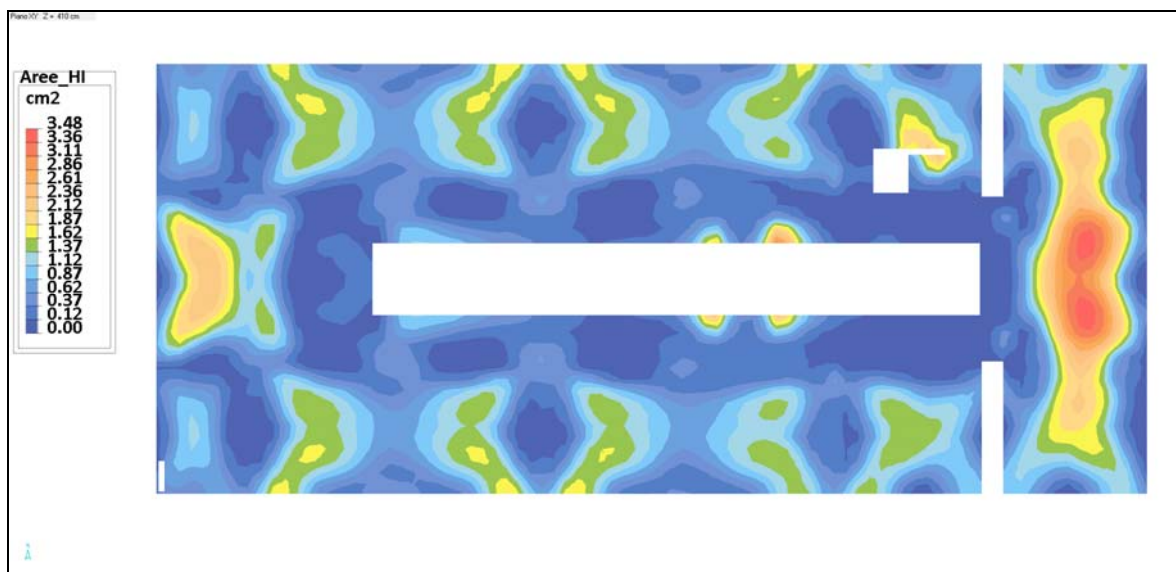
Per quanto riguarda i **solai prefabbricati**, fatto salvo quanto indicato in premessa, si riportano di seguito i calcoli con i carichi e gli spessori previsti per dimostrarne l'effettiva fattibilità.

SOLAI ALLEGGERITI SCUOLA

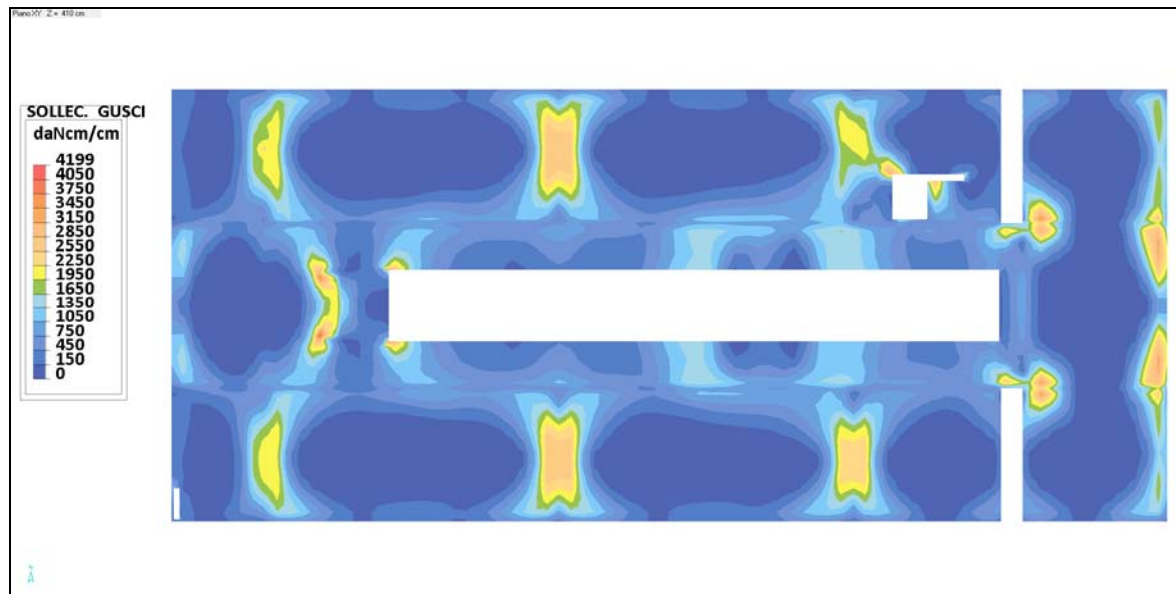
Piano Primo



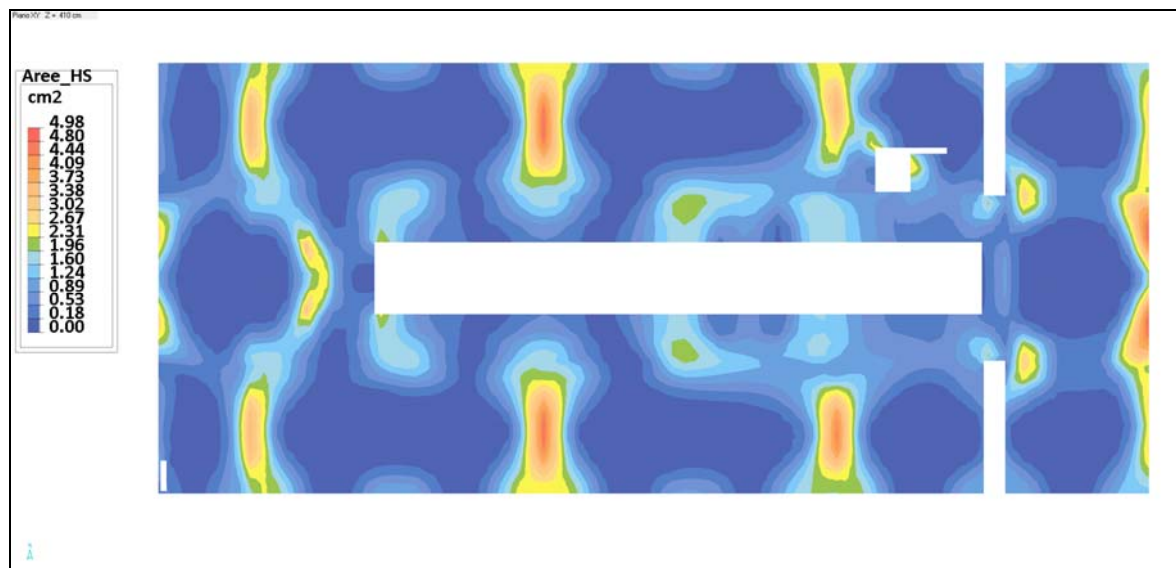
Sforzi di WOOD Mx inf



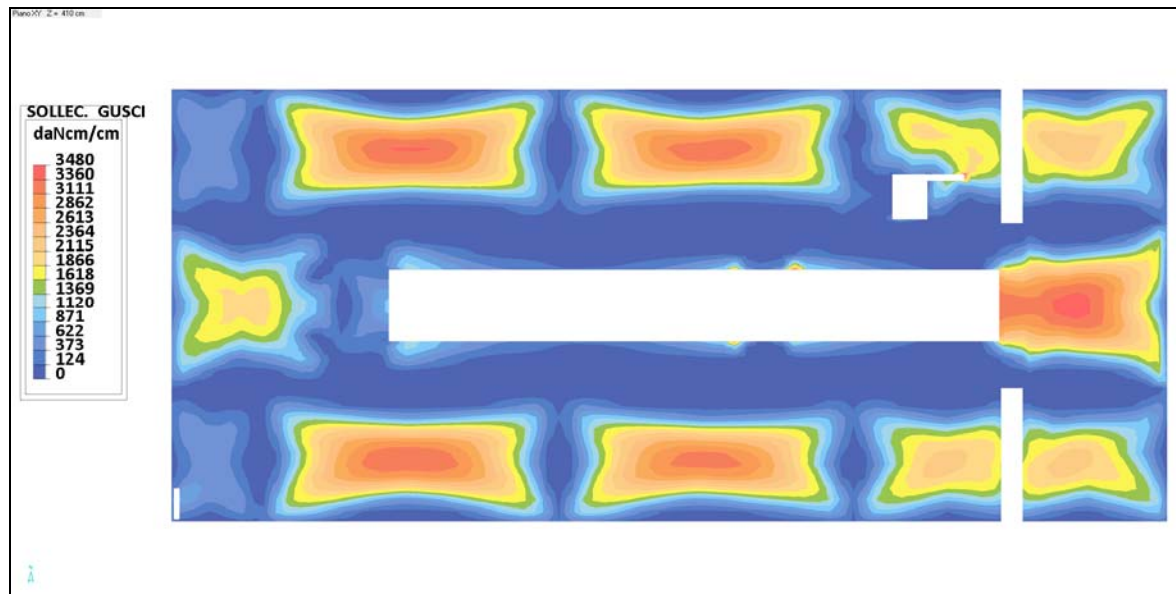
Armatura orizzontale inferiore



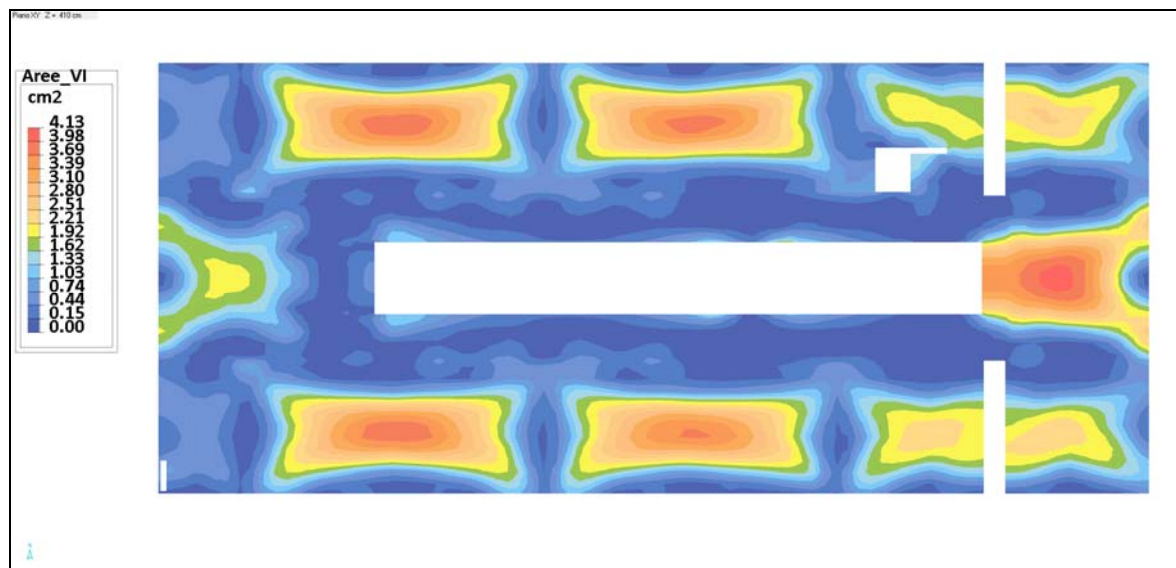
Sforzi di WOOD Mx sup



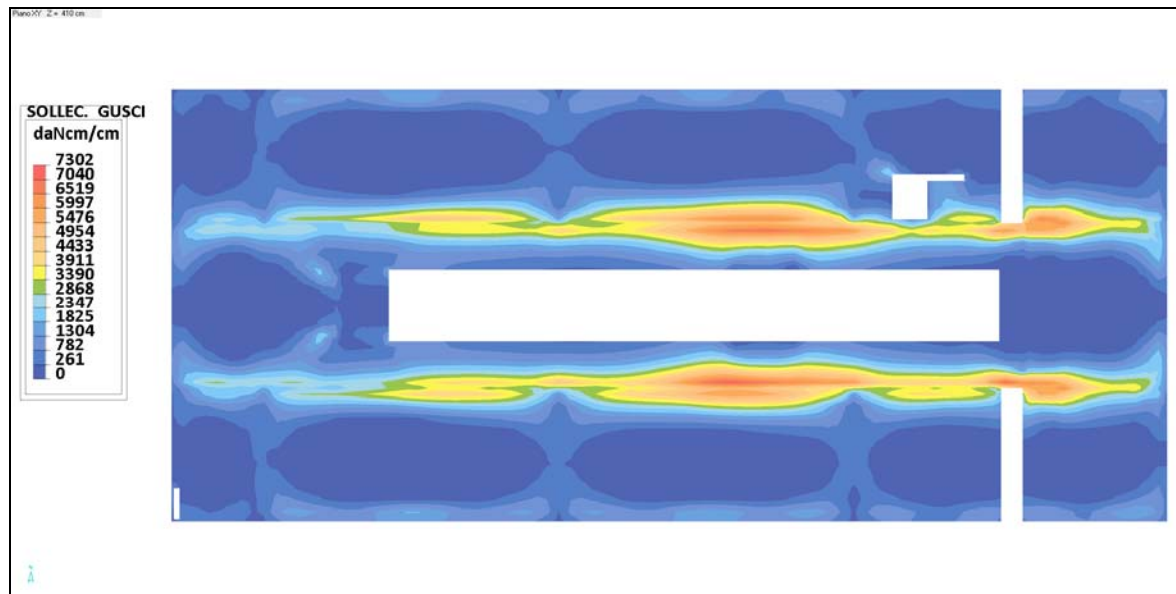
Armatura orizzontale superiore



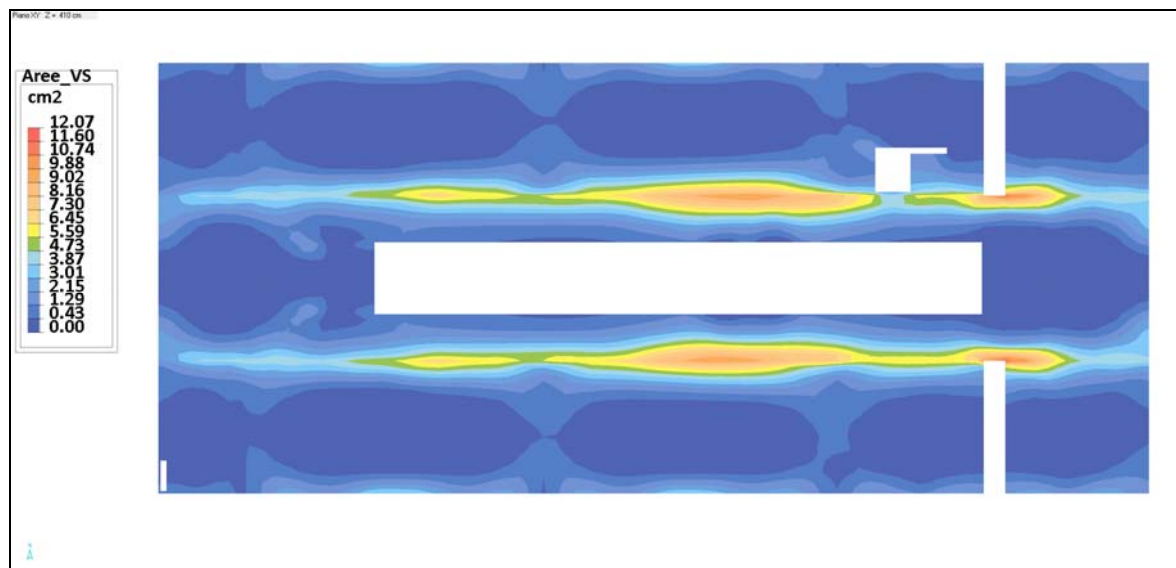
Sforzi di WOOD My inf



Armatura verticale inferiore

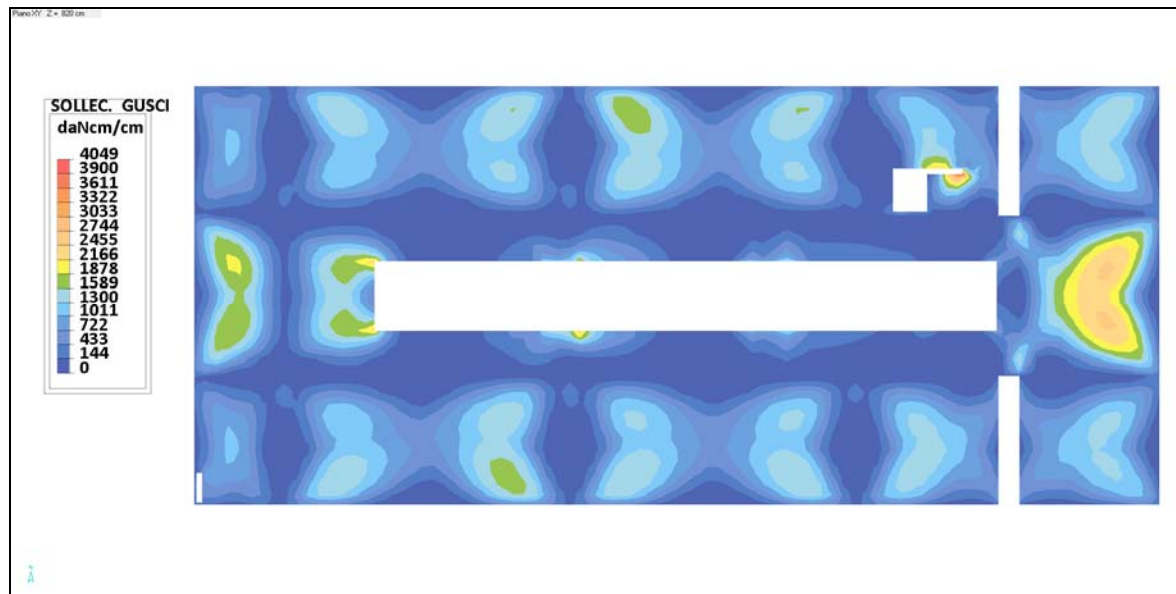


Sforzi di WOOD My sup

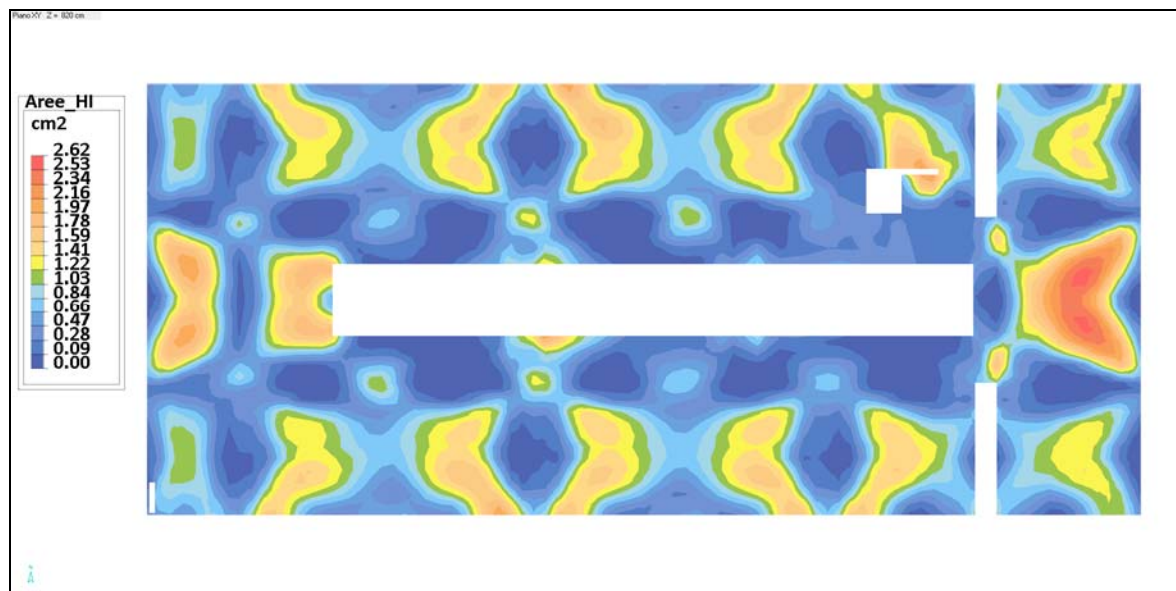


Armatura verticale superiore

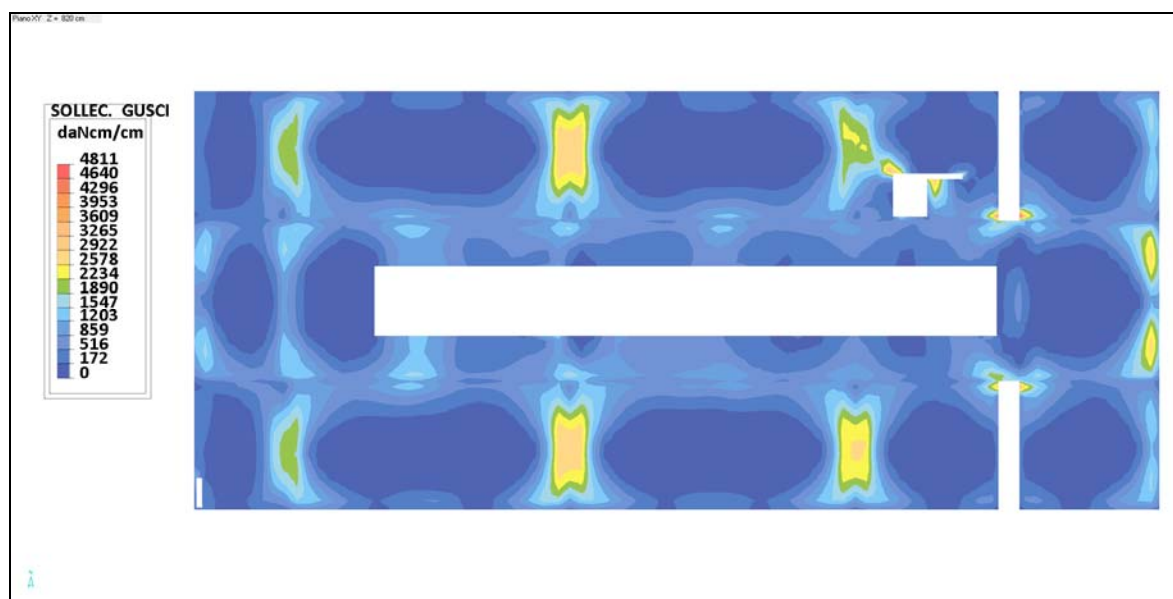
Piano Secondo



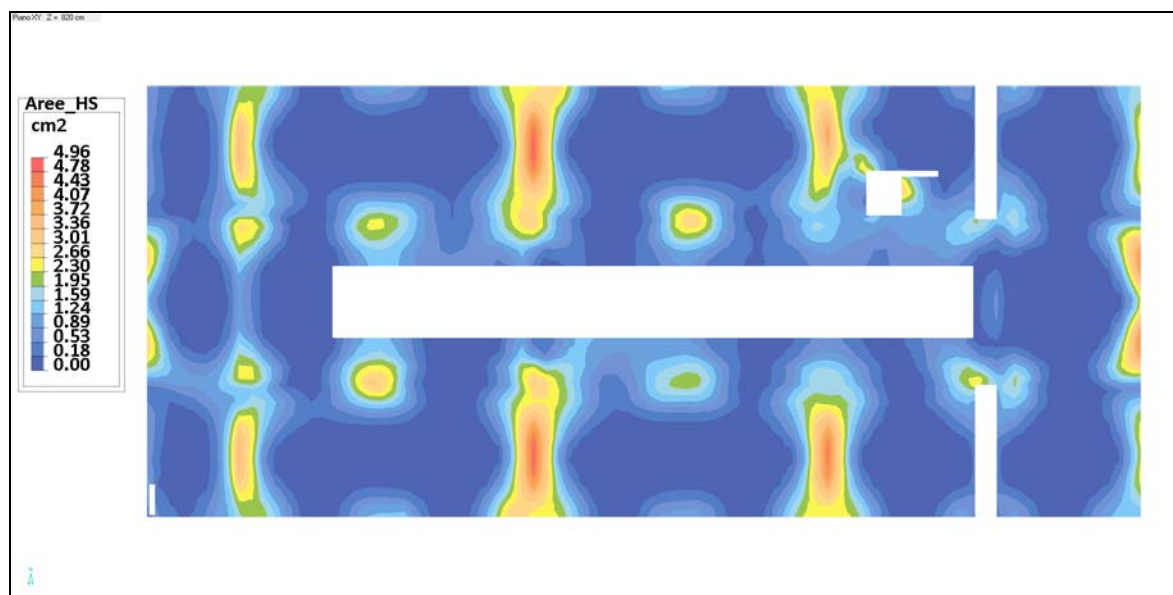
Sforzi di WOOD Mx inf



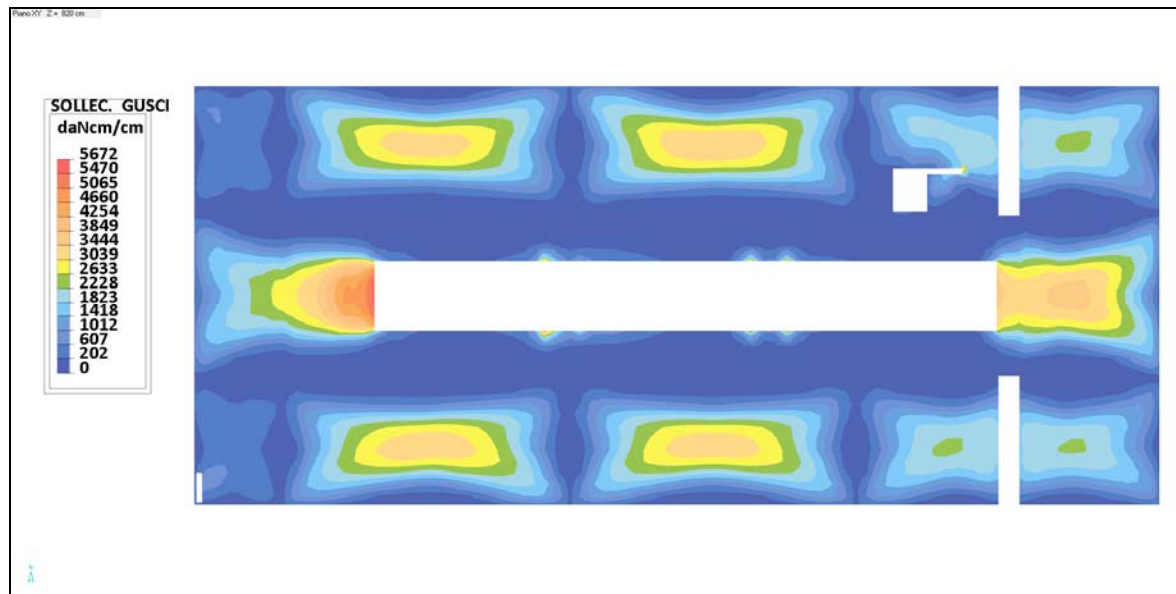
Armatura orizzontale inferiore



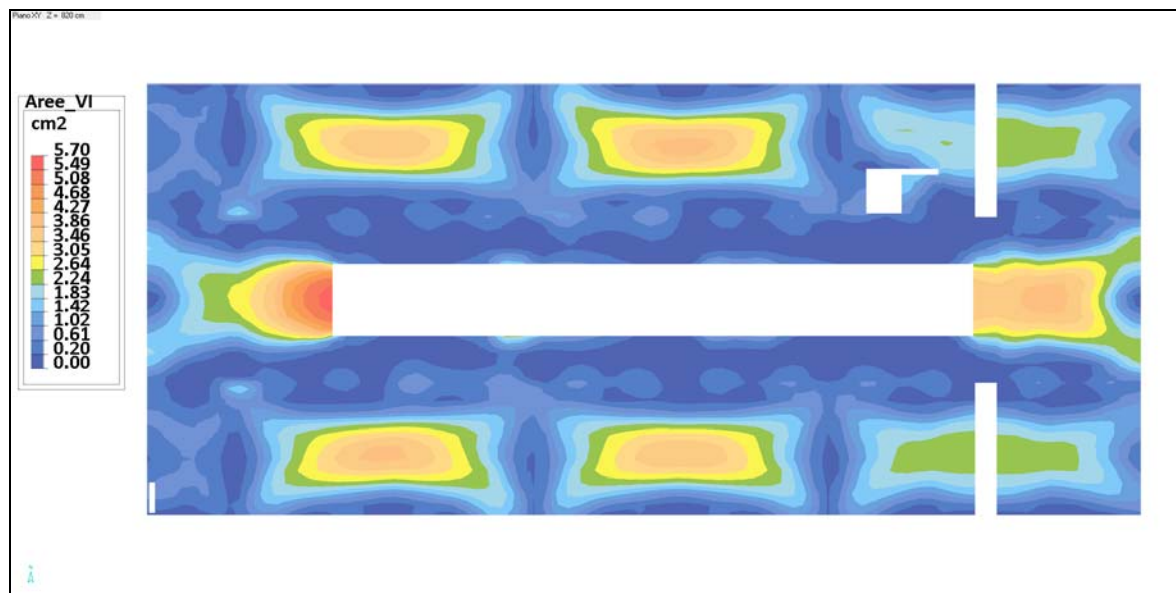
Sforzi di WOOD Mx sup



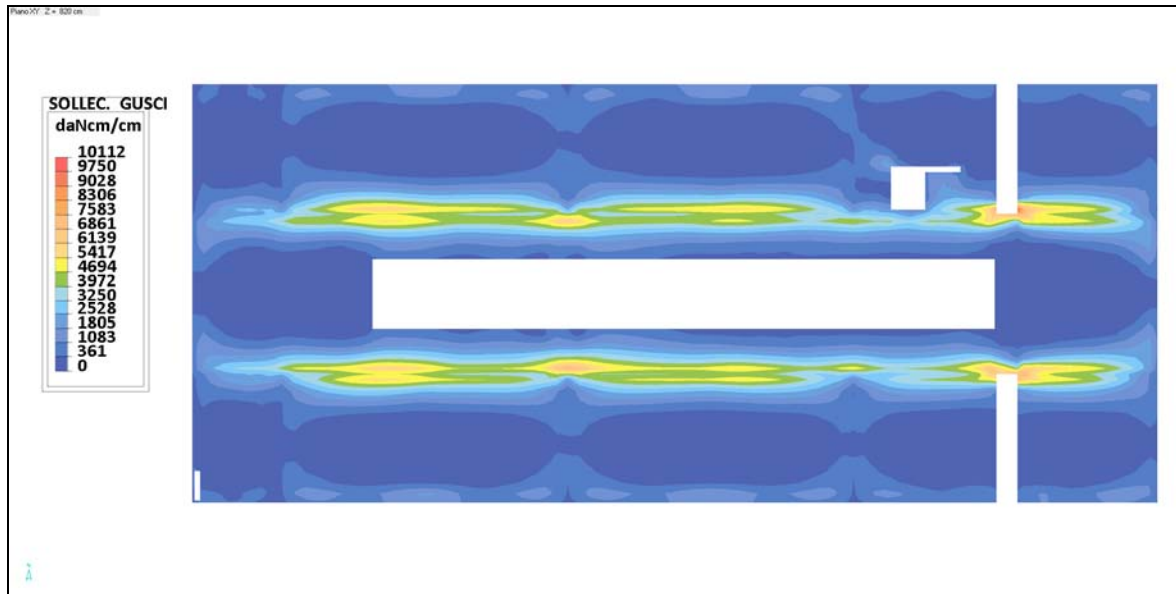
Armatura orizzontale superiore



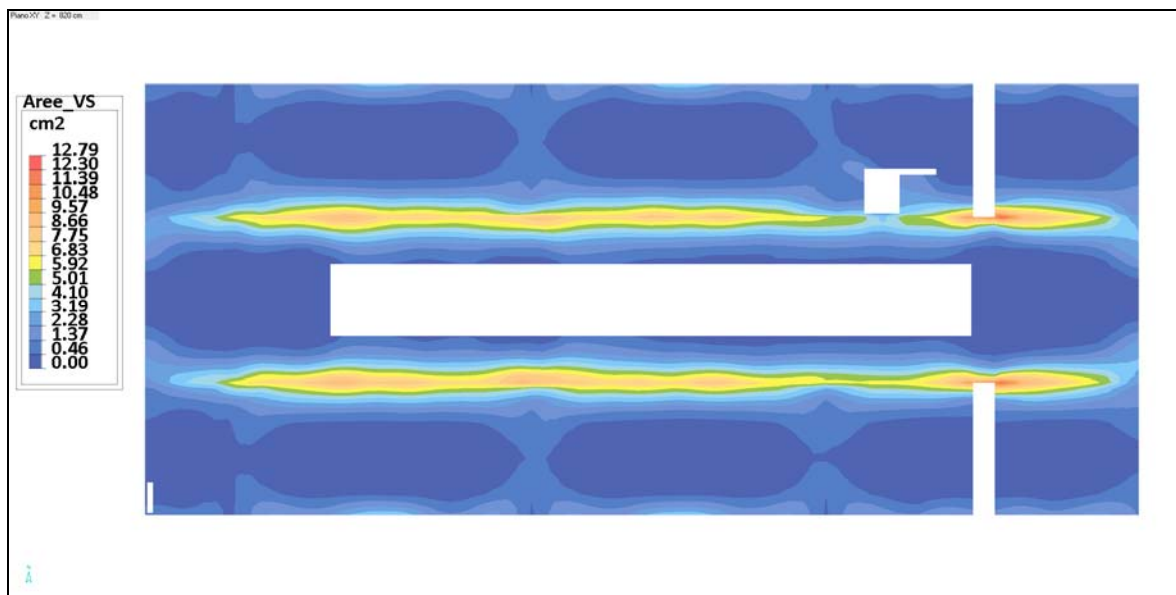
Sforzi di WOOD My inf



Armatura verticale inferiore

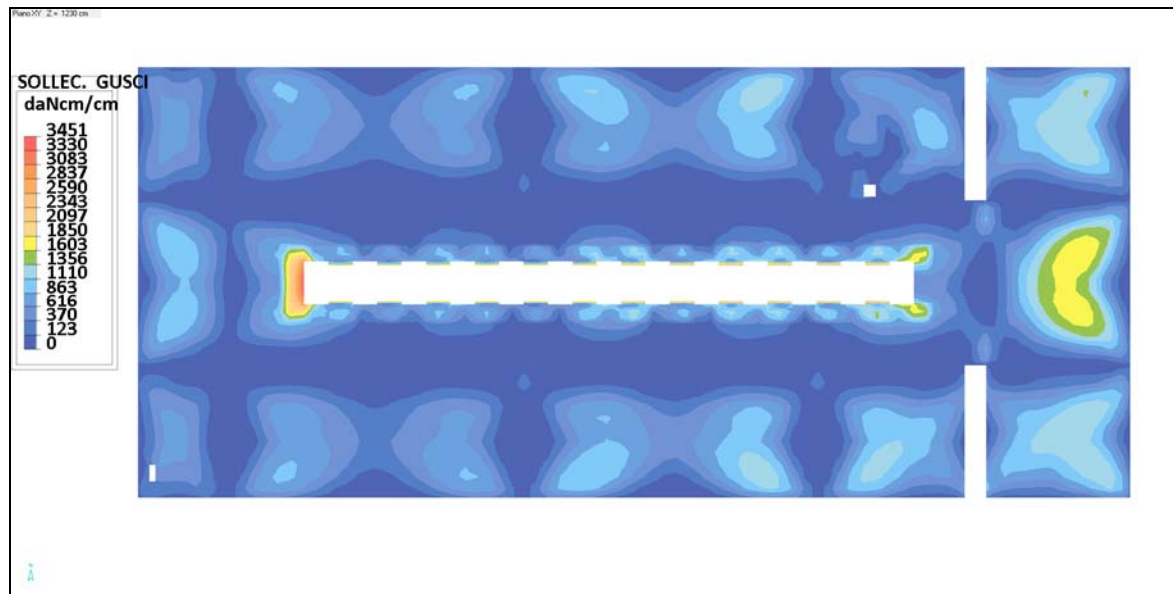


Sforzi di WOOD My sup

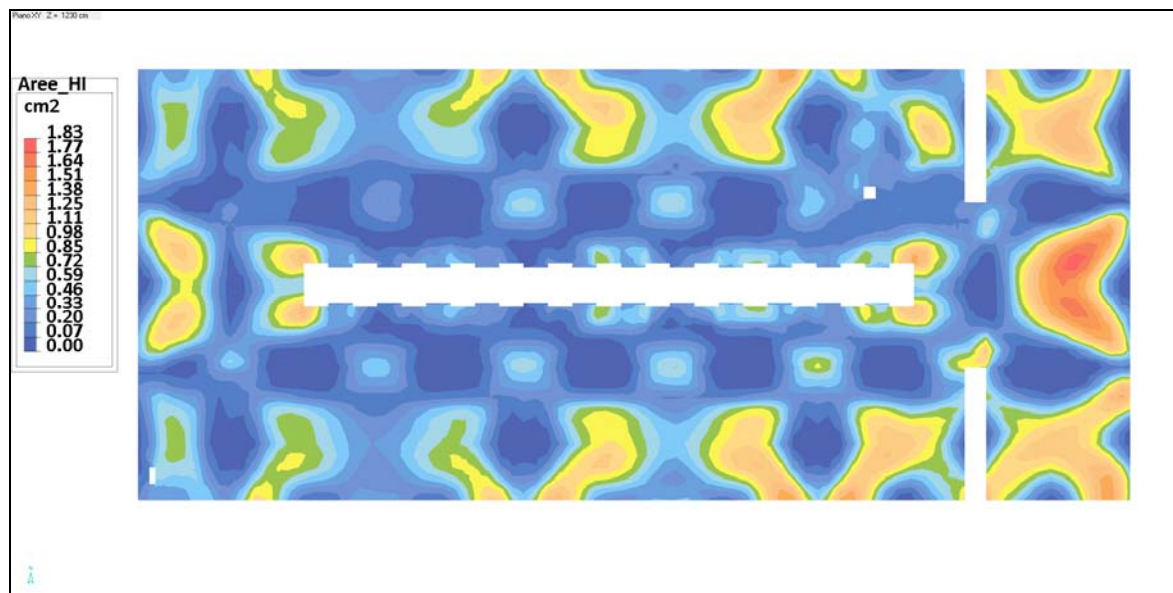


Armatura verticale superiore

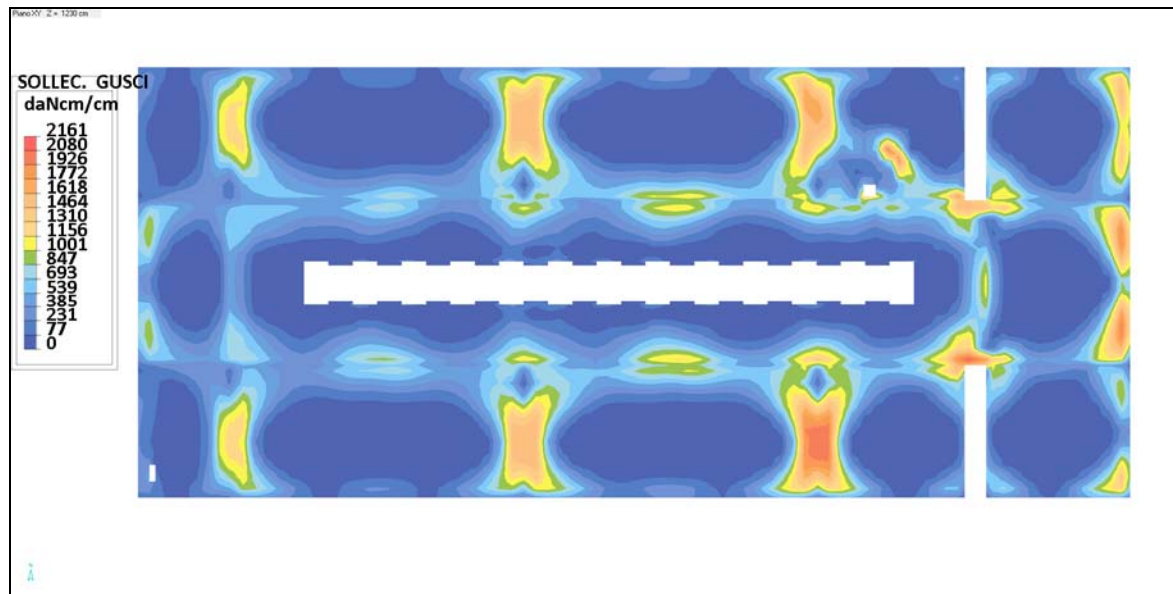
Piano Copertura



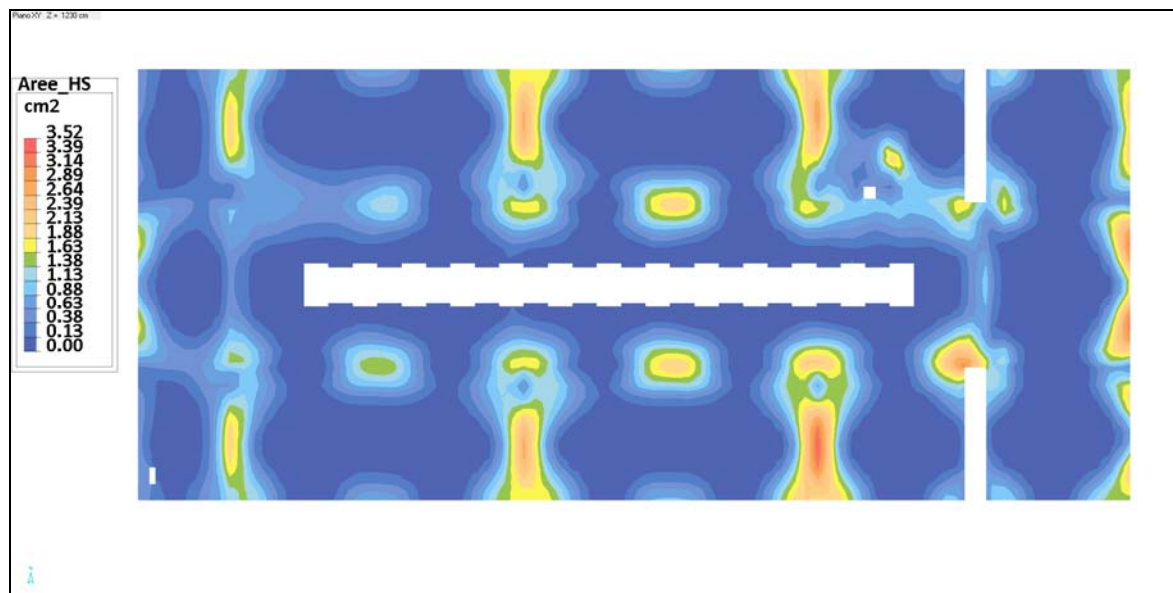
Sforzi di WOOD Mx inf



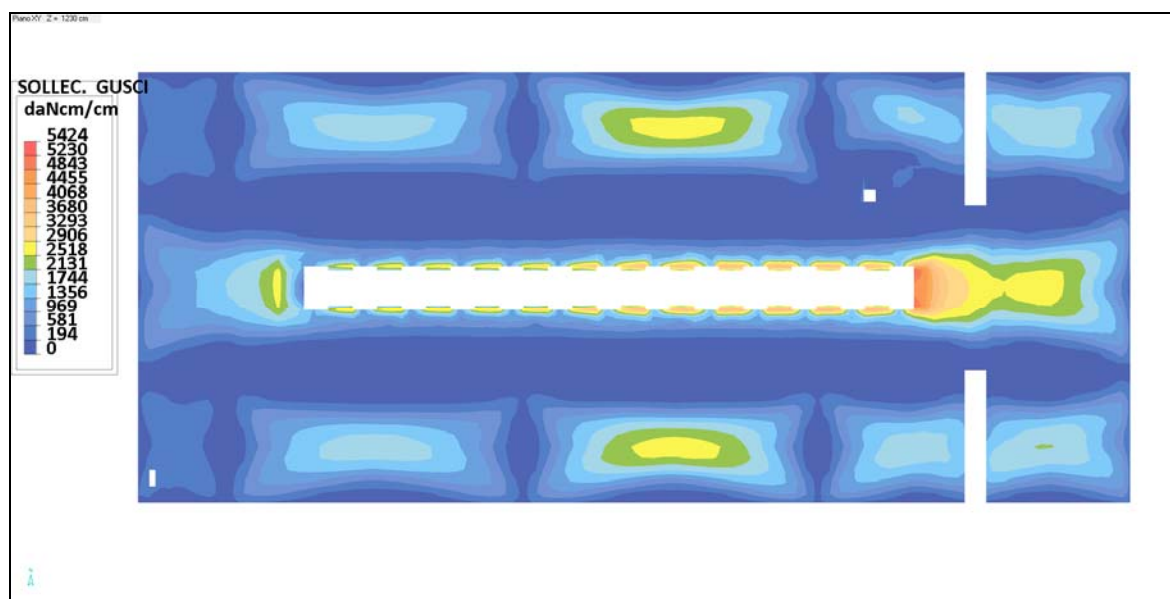
Armatura orizzontale inferiore



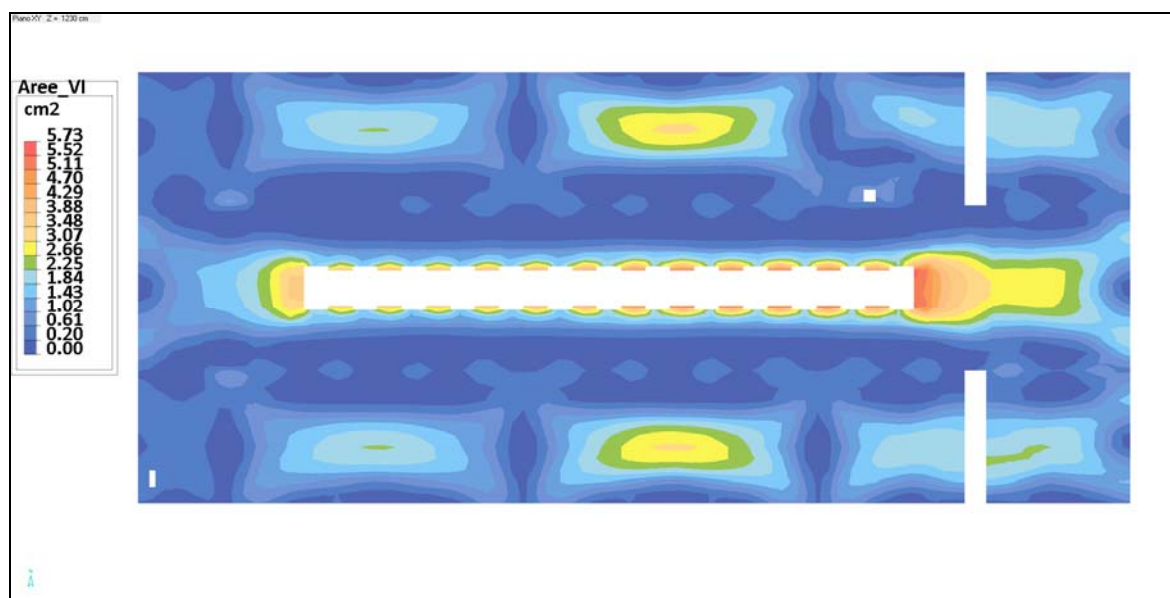
Sforzi di WOOD Mx sup



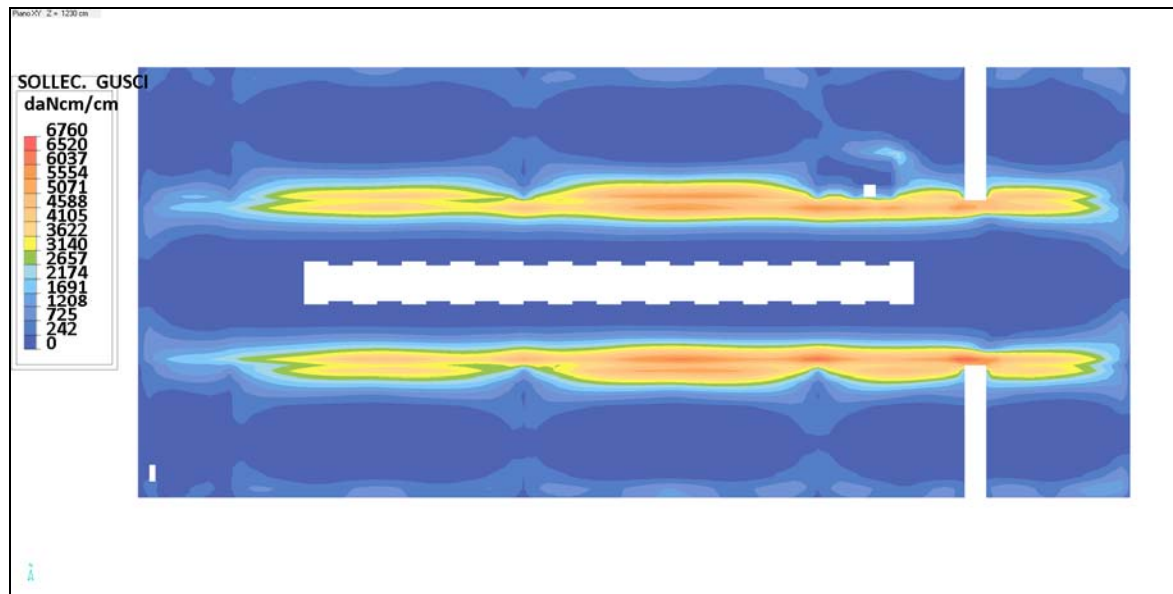
Armatura orizzontale superiore



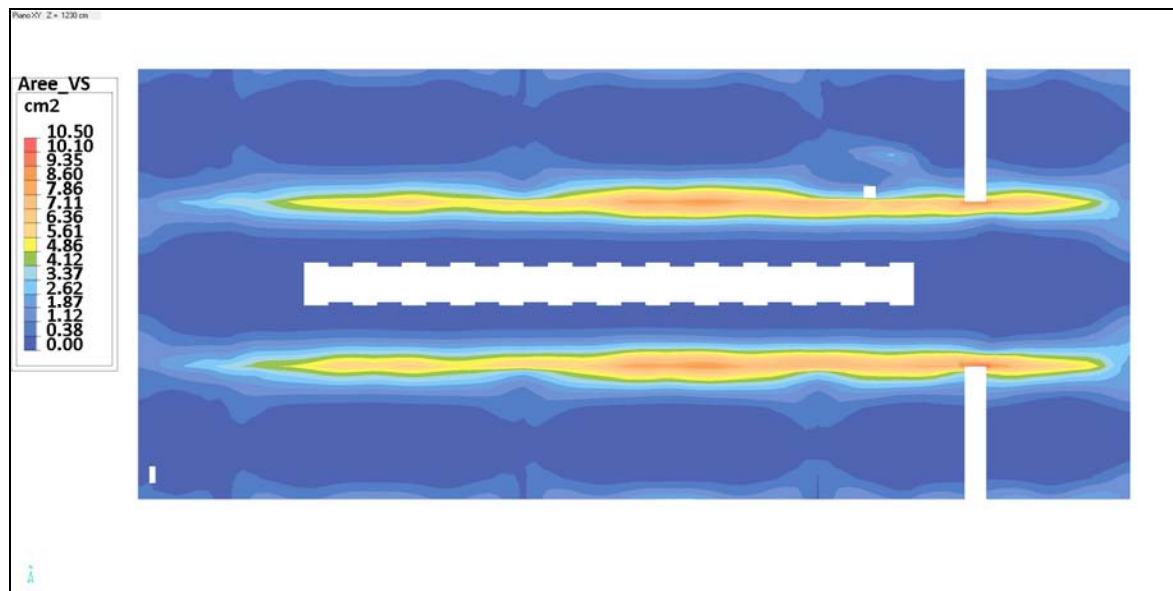
Sforzi di WOOD My inf



Armatura verticale inferiore



Sforzi di WOOD My sup



Armatura verticale superiore

SOLAIO PREFABBRICATO SCUOLA

Piano Terra

Metodo di calcolo: Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite

Schema statico: Campate in semplice appoggio

Coefficiente di vincolo di congruenza: 48

Le caratteristiche del solaio, del manufatto, delle armature e delle sollecitazioni si riferiscono ad una larghezza pari all'interasse 120 cm.

Materiali

Calcestruzzo prefabbricato Rck 55				Calcestruzzo in opera Rck 35			
f_{cpk}	E_{cp}	f_{cpk}	E_{cp}	γ_{cp}	f_{ck}	E_c	γ_c
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	
45,7	36416	29,4	32534	1,40	29,1	32588	1,50

Acciaio da precompressione a basso rilassamento				Acciaio armatura lenta Tipo B450C			
f_{ptk}	$f_{p(1)k}$	E_{sp}	γ_{sp}	f_{tk}	f_{yk}	E_s	γ_s
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1860	1670	196000	1,15	540	450	210000	1,15

Caratteristiche del manufatto

Descrizione	Peso	Altezza	Tipo armatura	Larghezza	Somma nervature	Spessori solette		Area ideale	Momento d'inerzia	Pos. asse neutro	Tensioni a tempo infinito	
	kg/m	H		B	b_w	s_{sup}	s_{inf}	A_l	J	x_l	σ_{cpl}	σ_{cps}
		mm		mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm	N/mm ²	N/mm ²
New-Cem ES H35	549	350	d	1200	400	50	50	226344	3,31E+09	170	-8,2	0,0

Armature da precompressione

	Armatura inferiore 1			Armatura intermedia 2			Armatura intermedia 3			Armatura superiore 1			Armatura superiore 2		
	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c
		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm
A8		742	50								126	320			
3x3							6								
3/8"															
1/2"	2														
6/10"	4														

Armatura lenta inferiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	14	200	2	14	200			

Armatura lenta superiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	14	200	2	14	200			

Schema statico

Caratteristiche della sezione composta

Descrizione	Luce di calcolo		Spessore soletta	Altezza solaio	Area ideale	Momento d'inerzia	Posizione asse neutro	Lunghezza Fresature
	I fase	II fase						
	L_i	L_{II}	s	H_{tot}	A_l	J	x_l	$I_{fresature}$
	m	m	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm	cm
	9,00	9,00	50	400	288111	5,36E+09	214	120

Armatura lenta a taglio / scorrimento

Tratto 1				Tratto 2				Tratto 2			
n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza
	mm	cm	m		mm	cm	m		mm	cm	m
			1,20					2	10	20	3,35

Carichi uniformemente distribuiti

Descrizione	Peso proprio solaio	Permanenti NON strutturali		Variabili			Coefficienti parziali per le azioni			Coefficienti di combinazione (Q ₁ e Q ₂)					
		comp. definiti	NON comp.def.	Q ₁	Q ₂	Q ₃	γ _{G1}	γ _{G2}	γ _Q	ψ _{0j}		ψ _{1j}		ψ _{2j}	
		G ₁ kN/m ²	G _{2cd} kN/m ²	G _{2Ncd} kN/m ²	Q ₁ kN/m ²	Q ₂ kN/m ²	Q ₃ kN/m ²								
		6,34		4,50	5,00			1,30	1,50	1,50	0,80		0,70		0,70

Sollecitazioni massime

Momento POS allo SLU		Momento POS agli SLE				Taglio allo SLU	
I fase	II fase	I fase	II fase			I fase	II fase
M _{I SLU}	M _{II SLU}	M _{I SLE}	M _{II RARA}	M _{II FREQ}	M _{II Q.PERM}	V _{I SLU}	V _{II SLU}
kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kN
100,17	173,14	77,05	115,43	97,20	97,20	44,52	76,95

Verifica allo SLU per flessione

Verifiche SLE tensionali in esercizio

Momento positivo			Verifiche in campata						
Sollecitante	Resistente	Rapporto		Lembo sup. solaio		Lembo sup. pref.		Lembo inf. pref.	
M _s	M _r	M _s /M _s		Calcolato	Limite	Calcolato	Limite	Calcolato	Limite
kNm	kNm			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
273,30	347,74	1,27	Comb. RARA	-4,00	-17,43	-7,12	-27,39	0,43	3,83
			Comb. Q.PERM	-3,37	-13,07	-6,66	-20,54	-0,30	3,83

Verifica allo stato limite ultimo per taglio

Zona 1 - fresatura o trave in appoggio					Zona 2 - Tratto non fessurato allo SLU					Zona 3 - Tratto fessurato allo SLU					Verifica armatura all'appoggio	
θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	Area di acciaio tesa	Tensione nell'acciaio
[°]	cm	V _s kN	V _r kN	V _d /V _s	[°]	cm	V _s kN	V _r kN	V _d /V _s	[°]	cm	V _s kN	V _r kN	V _d /V _s	A _s mm ²	σ _s N/mm ²
30					45					23						
V _{nd}	0	121,47	727,34	5,99	V _{nd}	154,56	81,10	1672,82	20,63	V _{nd}	295	41,79	229,56	5,49	462	263
V _{nd,max}			872,48	7,18	V _{nd,m}			1005,09	12,39	V _{nd,m}			723,00	17,30		

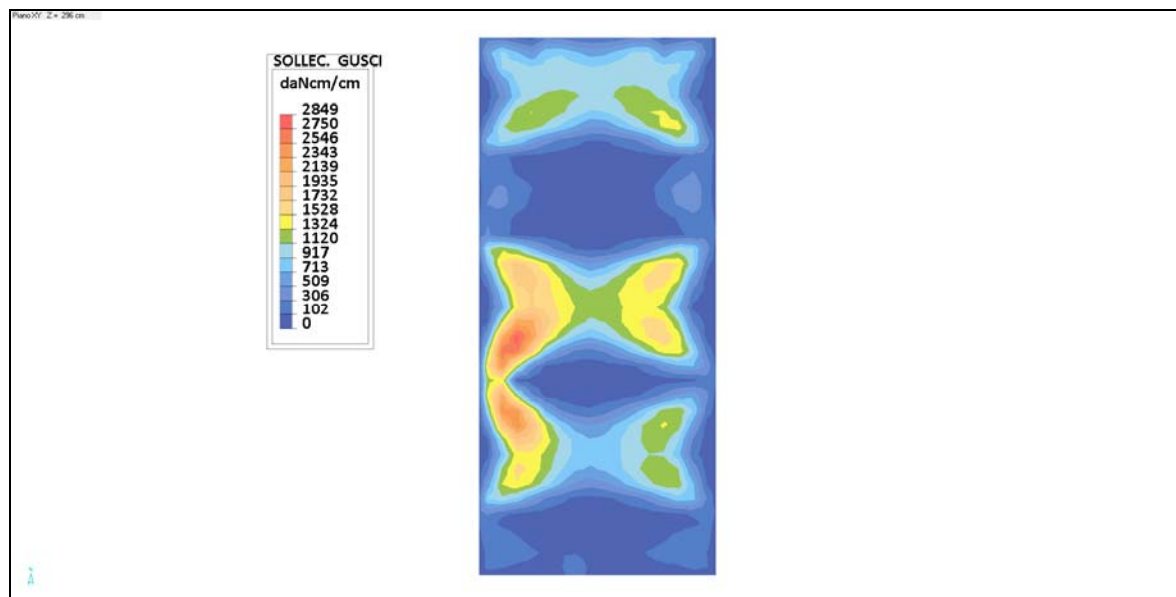
Verifica allo stato limite di fessurazione

Verifica allo stato limite di deformazione

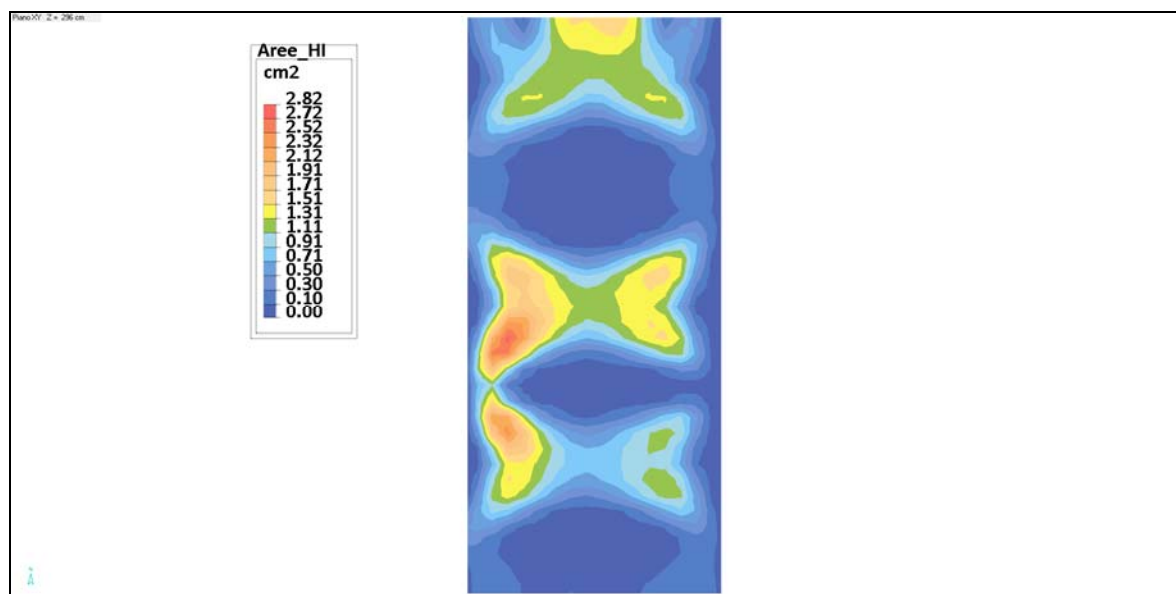
Condizioni ambientali	Combinazione di carico FREQUENTE			Combinazione di carico QUASI PERMANENTE			Freccia in opera, con i getti	Freccia a tempo infinito (comb. "quasi permanente")	Freccia elastica teoria (comb. "rara")
							mm	mm	mm
XC3	Sezione non fessurata interamente reagente			Sezione non fessurata interamente reagente			-7,8	8,5	4,7
Ordinarie	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-0,3	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-0,3	L / 1157	L / 1054	L / 1931

Il calcolo delle deformazioni è teorico e dipende da molteplici fattori non controllabili in fase di progettazione come tempo di accatastamento, tempo di applicazione del carico, condizioni ambientali di temperatura ed umidità, e può differire sensibilmente da quello calcolato (+/- 0,2% L)

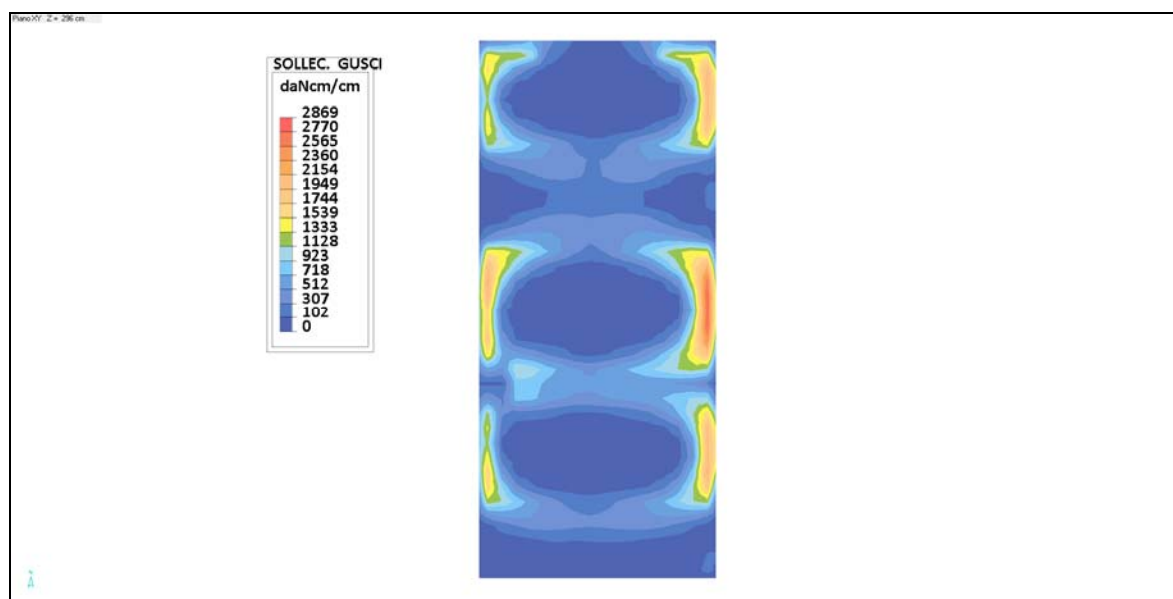
SOLAIO ALLEGGERITO PALESTRA



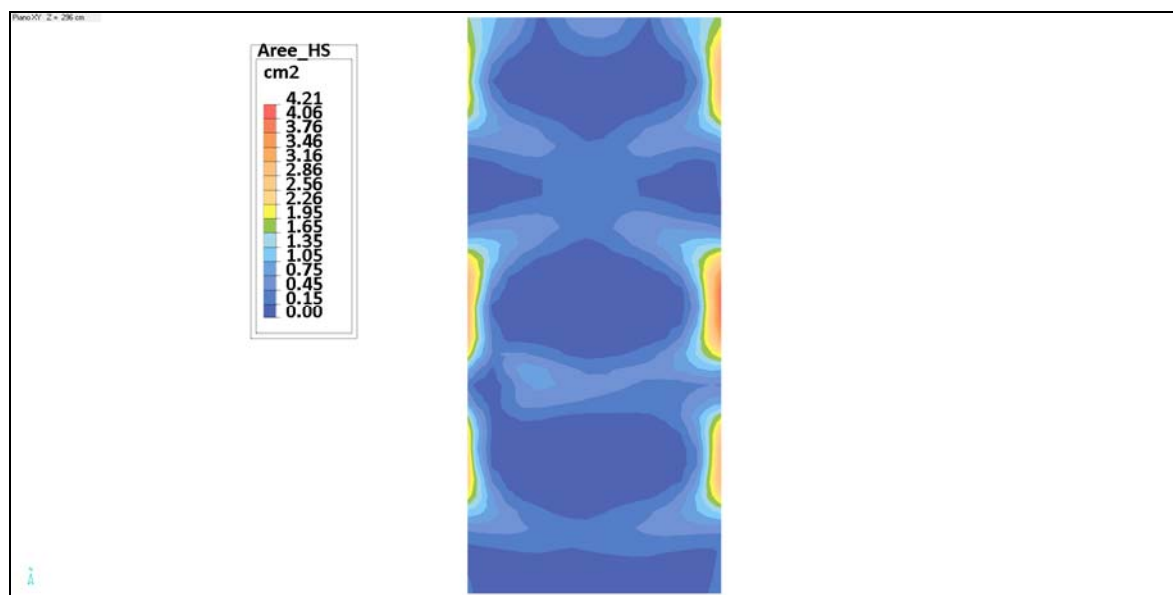
Sforzi di WOOD Mx inf



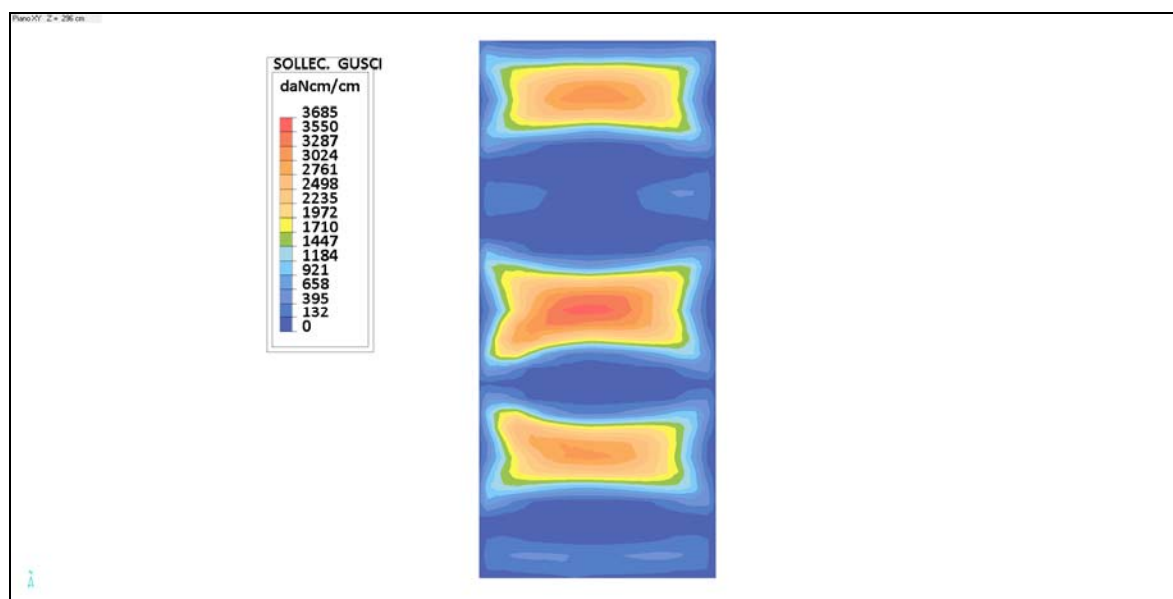
Armatura orizzontale inferiore



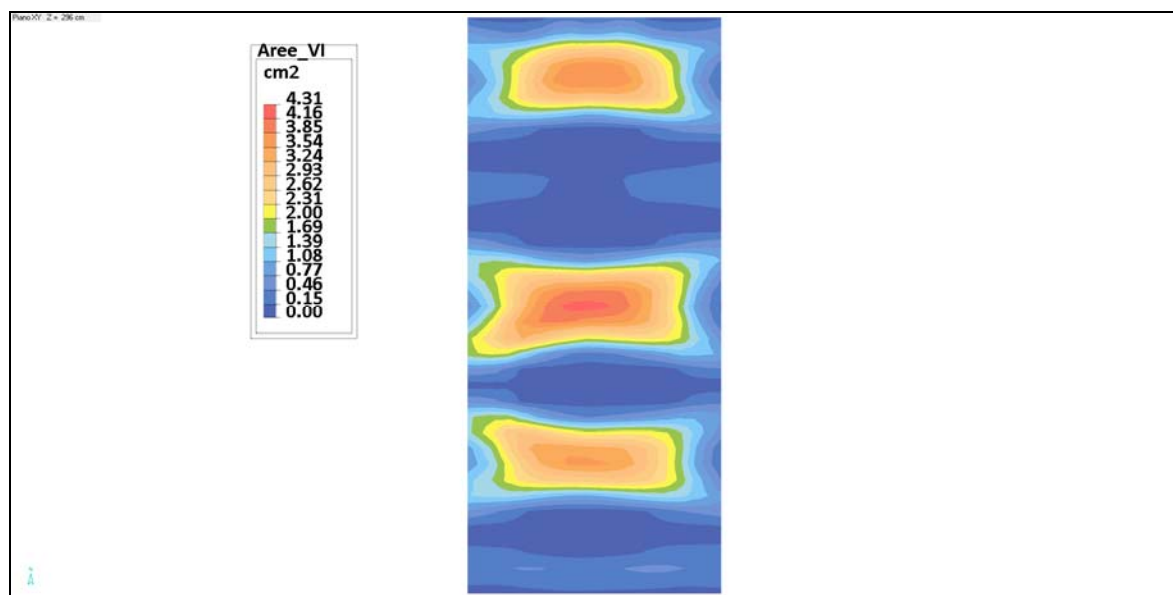
Sforzi di WOOD Mx sup



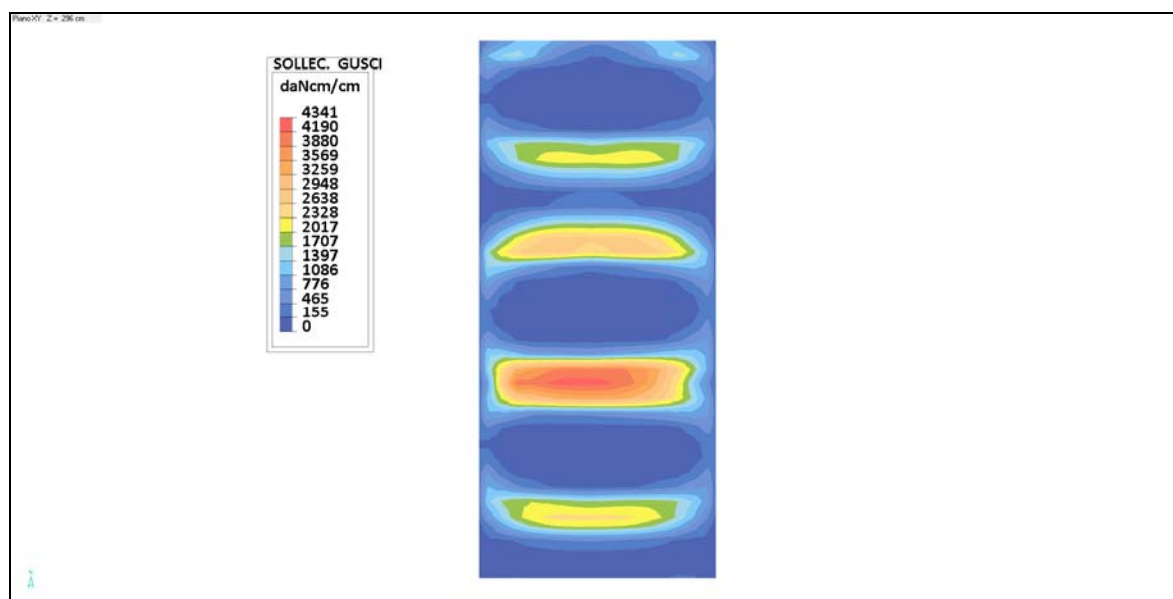
Armatura orizzontale superiore



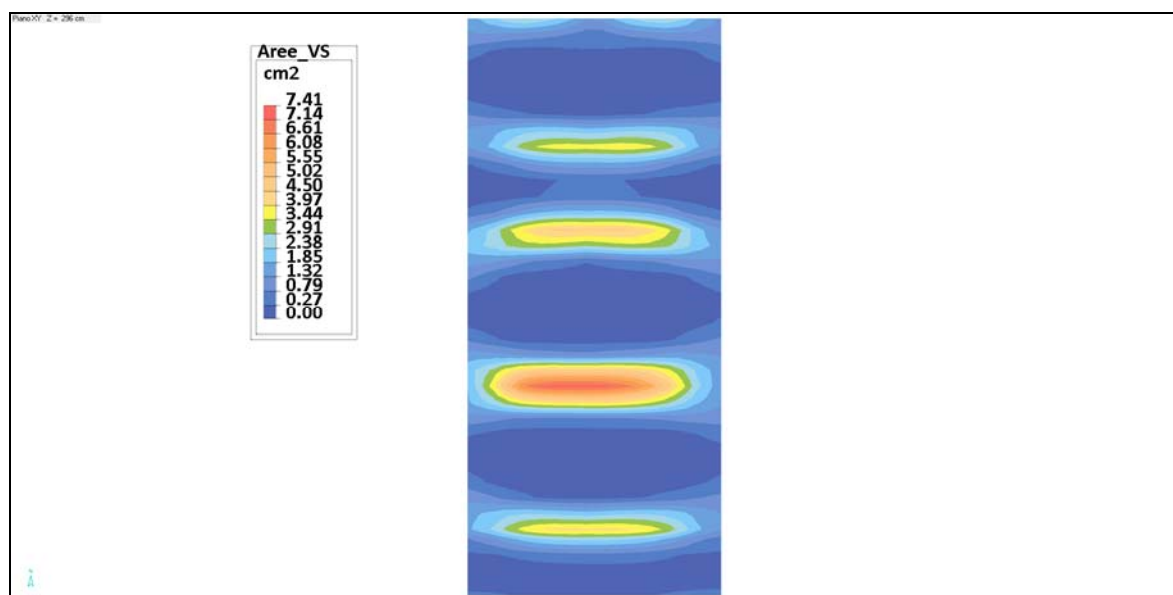
Sforzi di WOOD My inf



Armatura verticale inferiore



Sforzi di WOOD My sup



Armatura verticale superiore

SOLAI PREFABBRICATI PALESTRA

Copertura sopra piano di gioco

Metodo di calcolo: Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite

Schema statico: Campate in semplice appoggio

Coefficiente di vincolo di congruenza: 48

Le caratteristiche del solaio, del manufatto, delle armature e delle sollecitazioni si riferiscono ad una larghezza pari all'interasse 120 cm.

Materiali

Calcestruzzo prefabbricato Rck 67				Calcestruzzo in opera Rck 35			
f_{cpk}	E_{cp}	f_{cpkj}	E_{cpj}	γ_{cp}	f_{ck}	E_c	γ_c
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	
55,6	38325	36,2	34239	1,40	29,1	32588	1,50

Acciaio da precompressione a basso rilassamento				Acciaio armatura lenta Tipo B450C			
f_{ptk}	$f_{p(1)k}$	E_{sp}	γ_{sp}	f_{tk}	f_{yk}	E_s	γ_s
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1860	1670	196000	1,15	540	450	210000	1,15

Caratteristiche del manufatto

Descrizione	Peso	Altezza	Tipo armatura	Larghezza	Somma nervature	Spessori solette		Area ideale	Momento d'inerzia	Pos. asse neutro	Tensioni a tempo infinito	
	kg/m	H mm		B mm	b _w mm	s _{sup} mm	s _{inf} mm	A _i mm ²	J mm ⁴	x _i mm	σ_{cpi} N/mm ²	σ_{cps} N/mm ²
Top Sol U14H80	783	800	-	1200	220	0	140	331824	1,88E+10	247	-12,6	3,3

Armature da precompressione

	Armatura inferiore 1			Armatura intermedia 2			Armatura intermedia 3			Armatura superiore 1			Armatura superiore 2		
	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c
		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm
A8		2224	70								104	750			
3x3															
3/8"							2								
1/2"															
6/10"	16														

Armatura lenta inferiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	14	200	6	14	200	3	14	200

Armatura lenta superiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	14	200	6	14	200	3	14	200

Schema statico

Caratteristiche della sezione composta

Descrizione	Luce di calcolo		Spessore soletta	Altezza solaio	Area ideale	Momento d'inerzia	Posizione asse neutro	Lunghezza Fresature
	I fase	II fase						
	L _i	L _{ii}						
	m	m						
	23,00	23,00	100	900	458893	5,23E+10	414	160

Armatura lenta a taglio / scorrimento

Tratto 1				Tratto 2				Tratto 2			
n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza
	mm	cm	m		mm	cm	m		mm	cm	m
2	10	20	1,50					2	10	20	10,08

Carichi uniformemente distribuiti

Descrizione	Peso proprio solaio	Permanenti NON strutturali		Variabili			Coefficienti parziali per le azioni			Coefficienti di combinazione (Q ₁ e Q ₂)					
	G ₁	G _{2cd}	G _{2Ncd}	Q ₁	Q ₂	Q ₃	γ _{G1}	γ _{G2}	γ _Q	ψ _{0j}		ψ _{1j}		ψ _{2j}	
	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²									
	10,33		2,20	1,20			1,30	1,50	1,50	0,50		0,20		0,00	

Sollecitazioni massime

Momento POS allo SLU		Momento POS agli SLE				Taglio allo SLU	
I fase	II fase	I fase	II fase			I fase	II fase
M _{I,SLU}	M _{II,SLU}	M _{I,SLE}	M _{II,RARA}	M _{II,FREQ}	M _{II,Q,PERM}	V _{I,SLU}	V _{II,SLU}
kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kN
1065,29	404,69	819,45	269,79	193,61	174,57	185,27	70,38

Verifica allo SLU per flessione

Verifiche SLE tensionali in esercizio

Momento positivo			Verifiche in campata						
Sollecitante	Resistente	Rapporto		Lembo sup. solaio		Lembo sup. pref.		Lembo inf. pref.	
M _s	M _r	M _r /M _s		Calcolato	Limite	Calcolato	Limite	Calcolato	Limite
kNm	kNm			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
1469,98	2416,59	1,64	Comb. RARA	-2,51	-17,43	-22,82	-33,37	0,33	4,23
			Comb. Q.PERM	-1,62	-13,07	-22,11	-25,02	-0,42	4,23

Verifica allo stato limite ultimo per taglio

Zona 1 - fresatura o trave in appoggio					Zona 2 - Tratto non fessurato allo SLU					Zona 3 - Tratto fessurato allo SLU					Verifica armatura all'appoggio	
θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	Area di acciaio tesa	Tensione nell'acciaio
[°]		V _s	V _r	V _s /V _r	[°]		V _s	V _r	V _s /V _r	[°]		V _s	V _r	V _s /V _r	A _s	σ _s
30	cm	kN	kN		45	cm	kN	kN		23	cm	kN	kN		mm ²	N/mm ²
V _{rd}	0	255,65	500,13	1,96	V _{rd}	160	221,75	993,41	4,48	V _{rd}	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	1539	166
V _{rd,max}			2357,62	9,22	V _{rd,max}			1702,22	7,68	V _{rd,max}		N.P.	N.P.	N.P.		

Verifica allo stato limite di fessurazione

Verifica allo stato limite di deformazione

Condizioni ambientali	Combinazione di carico FREQUENTE			Combinazione di carico QUASI PERMANENTE			Freccia in opera, con i getti	Freccia a tempo infinito (comb. "quasi permanente")	Freccia elastica teoria (comb. "rara")
							mm	mm	mm
XC3	Sezione non fessurata interamente reagente			Sezione non fessurata interamente reagente			8,4	33,4	7,9
Ordinarie	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-0,3	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-0,4	L / 2737	L / 688	L / 2905

Il calcolo delle deformazioni è teorico e dipende da molteplici fattori non controllabili in fase di progettazione come tempo di accatastamento, tempo di applicazione del carico, condizioni ambientali di temperatura ed umidità, e può differire sensibilmente da quello calcolato (+/- 0,2% L)

Copertura sopra locale impianti

Metodo di calcolo: Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite

Schema statico: Campate in semplice appoggio

Coefficiente di vincolo di congruenza: 48

Le caratteristiche del solaio, del manufatto, delle armature e delle sollecitazioni si riferiscono ad una larghezza pari all'interasse 120 cm.

Materiali

Calcestruzzo prefabbricato Rck 55				Calcestruzzo in opera Rck 35			
f_{cpk}	E_{cp}	f_{cpkj}	E_{cpj}	γ_{cp}	f_{ck}	E_c	γ_c
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	
45,7	36416	29,4	32534		29,1	32588	

Acciaio da precompressione a basso rilassamento				Acciaio armatura lenta Tipo B450C			
f_{pk}	$f_{p(1)k}$	E_{sp}	γ_{sp}	f_{tk}	f_{yk}	E_s	γ_s
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1860	1670	196000		540	450	210000	

Caratteristiche del manufatto

Descrizione	Peso	Altezza	Tipo armatura	Larghezza	Somma nervature	Spessori solette		Area ideale	Momento d'inerzia	Pos. asse neutro	Tensioni a tempo infinito	
	kg/m	H		B	b_w	s_{sup}	s_{inf}	A_l	J	x_l	σ_{cpl}	σ_{cps}
		mm		mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm	N/mm ²	N/mm ²
New-Cem ES H45	649	450	d	1200	400	50	50	266344	6,40E+09	220	-7,3	0,4

Armature da precompressione

	Armatura inferiore 1			Armatura intermedia 2			Armatura intermedia 3			Armatura superiore 1			Armatura superiore 2		
	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c
		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm
A8		742	50								126	420			
3x3							6								
3/8"															
1/2"	2														
6/10"	4														

Armatura lenta inferiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	14	200	2	14	200			

Armatura lenta superiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	14	200	2	14	200			

Schema statico

Caratteristiche della sezione composta

Descrizione	Luce di calcolo		Spessore soletta	Altezza solaio	Area ideale	Momento d'inerzia	Posizione asse neutro	Lunghezza Fresature
	I fase	II fase						
	L_I	L_{II}						
	m	m						
	10,00	10,00	50	500	328111	9,63E+09	267	120

Armatura lenta a taglio / scorrimento

Tratto 1				Tratto 2				Tratto 2			
n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza
	mm	cm	m		mm	cm	m		mm	cm	m
			1,20					2	10	20	3,85

Carichi uniformemente distribuiti

Descrizione	Peso proprio solaio	Permanenti NON strutturali		Variabili			Coefficienti parziali per le azioni			Coefficienti di combinazione (Q ₁ e Q ₂)					
	G ₁	G _{2cd}	G _{2nkd}	Q ₁	Q ₂	Q ₃	γ _{G1}	γ _{G2}	γ _Q	ψ _{0j}	ψ _{1j}	ψ _{2j}			
	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²									
	7,35		5,20	1,70			1,30	1,50	1,50	0,50		0,30		0,00	

Sollecitazioni massime

Momento POS allo SLU		Momento POS agli SLE				Taglio allo SLU	
I fase	II fase	I fase	II fase			I fase	II fase
M _{I SLU}	M _{II SLU}	M _{I SLE}	M _{II RARA}	M _{II FREQ}	M _{II Q.PERM}	V _{I SLU}	V _{II SLU}
kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kN
143,30	155,25	110,23	103,50	85,65	78,00	57,32	62,10

Verifica allo SLU per flessione

Verifiche SLE tensionali in esercizio

Momento positivo			Verifiche in campata						
Sollecitante	Resistente	Rapporto		Lembo sup. solaio		Lembo sup. pref.		Lembo inf. pref.	
M _s	M _r	M _r /M _s		Calcolato	Limite	Calcolato	Limite	Calcolato	Limite
kNm	kNm			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
298,55	455,49	1,53	Comb. RARA	-2,50	-17,43	-5,54	-27,39	-0,68	3,83
			Comb. Q.PERIM	-1,89	-13,07	-5,05	-20,54	-1,39	3,83

Verifica allo stato limite ultimo per taglio

Zona 1 - fresatura o trave in appoggio					Zona 2 - Tratto non fessurato allo SLU					Zona 3 - Tratto fessurato allo SLU					Verifica armatura all'appoggio	
θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	Area di acciaio l _{ess}	Tensione nell'acciaio
[°]	cm	V _s	V _r	V _d /V _s	[°]	cm	V _s	V _r	V _d /V _s	[°]	cm	V _s	V _r	V _d /V _s	A _s	σ _s
30		kN	kN		45		kN	kN		23		kN	kN		mm ²	N/mm ²
V _{rd}	0	119,42	934,46	7,83	V _{rd}	154,56	83,70	3057,99	36,54	V _{rd}	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	462	259
V _{rd,max}			1129,09	9,45	V _{rd,m}			1266,77	15,13	V _{rd,m}			N.P.	N.P.		

Verifica allo stato limite di fessurazione

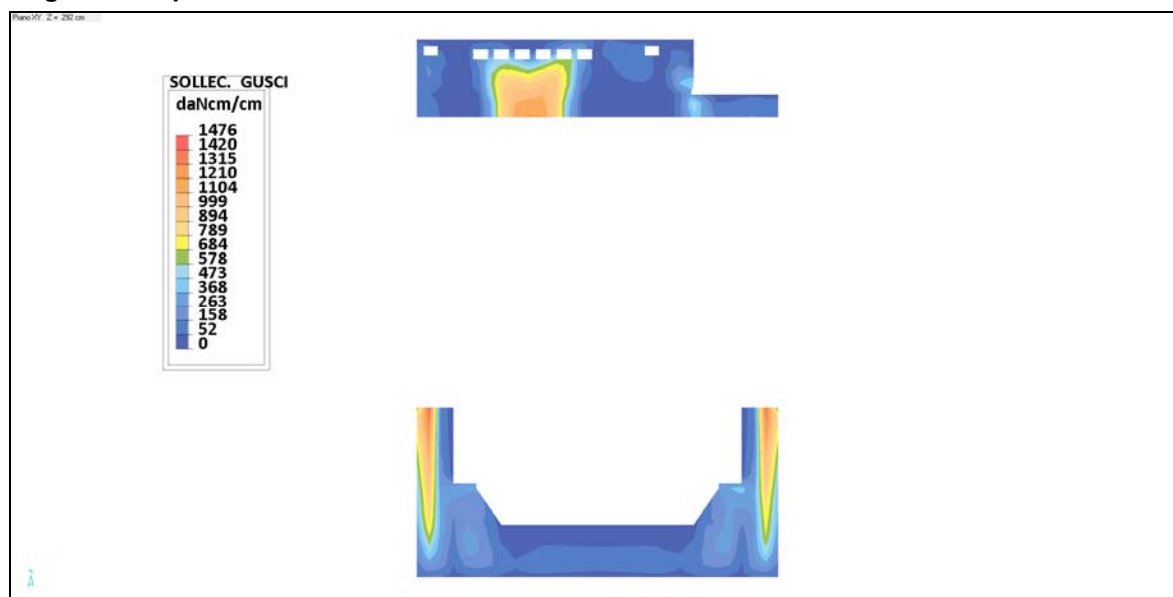
Verifica allo stato limite di deformazione

Condizioni ambientali	Combinazione di carico FREQUENTE			Combinazione di carico QUASI PERMANENTE			Freccia in opera, con i getti	Freccia a tempo infinito (comb. "quasi permanente")	Freccia elastica teoria (comb. "rara")
							mm	mm	mm
XC3	Sezione non fessurata interamente reagente			Sezione non fessurata interamente reagente			-7,0	6,9	3,4
Ordinarie	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-1,2	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-1,4	L / 1432	L / 1458	L / 2929

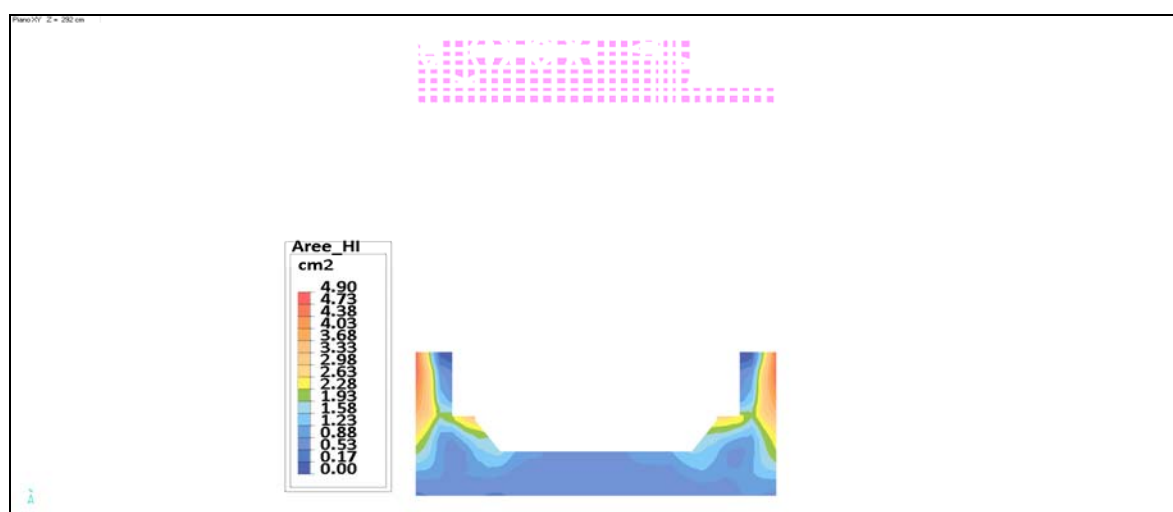
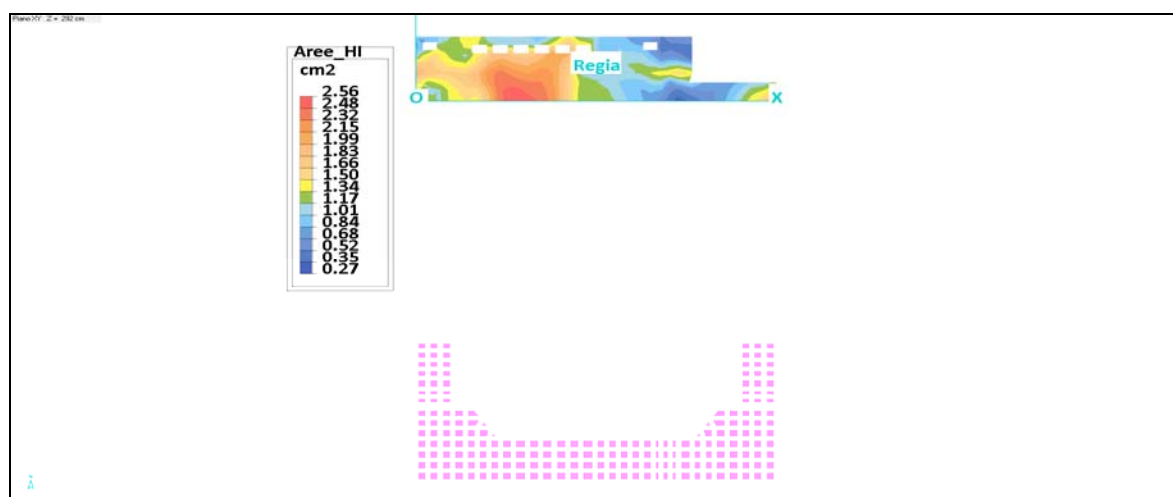
Il calcolo delle deformazioni è teorico e dipende da molteplici fattori non controllabili in fase di progettazione come tempo di accatastamento, tempo di applicazione del carico, condizioni ambientali di temperatura ed umidità, e può differire sensibilmente da quello calcolato (+/- 0,2% L)

SOLAI PIENI AUDITORIUM

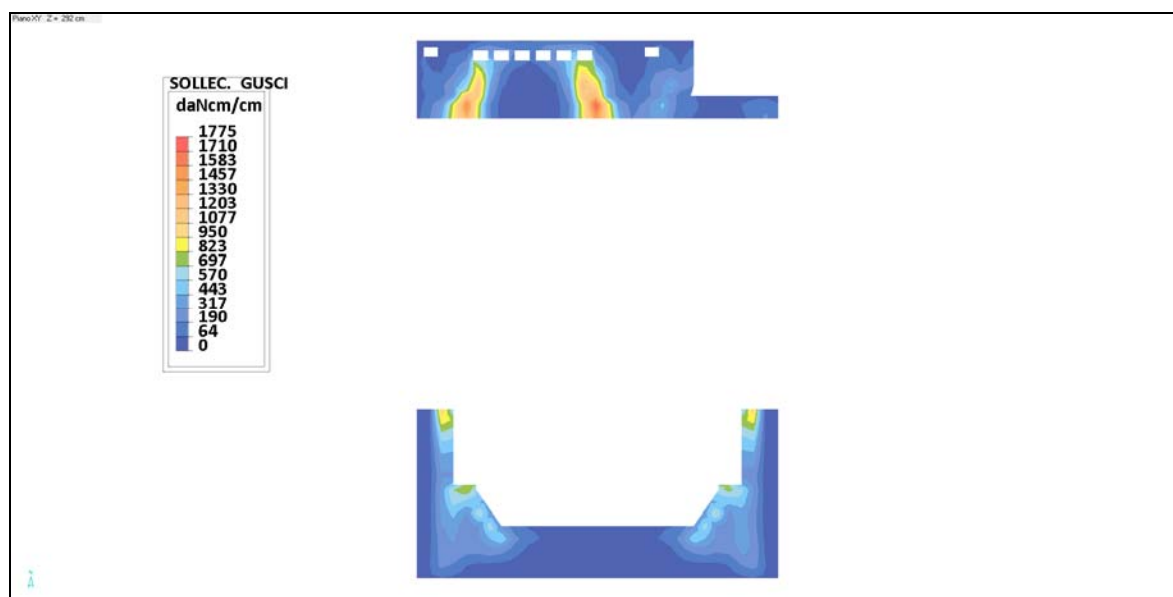
Regia e retropalco



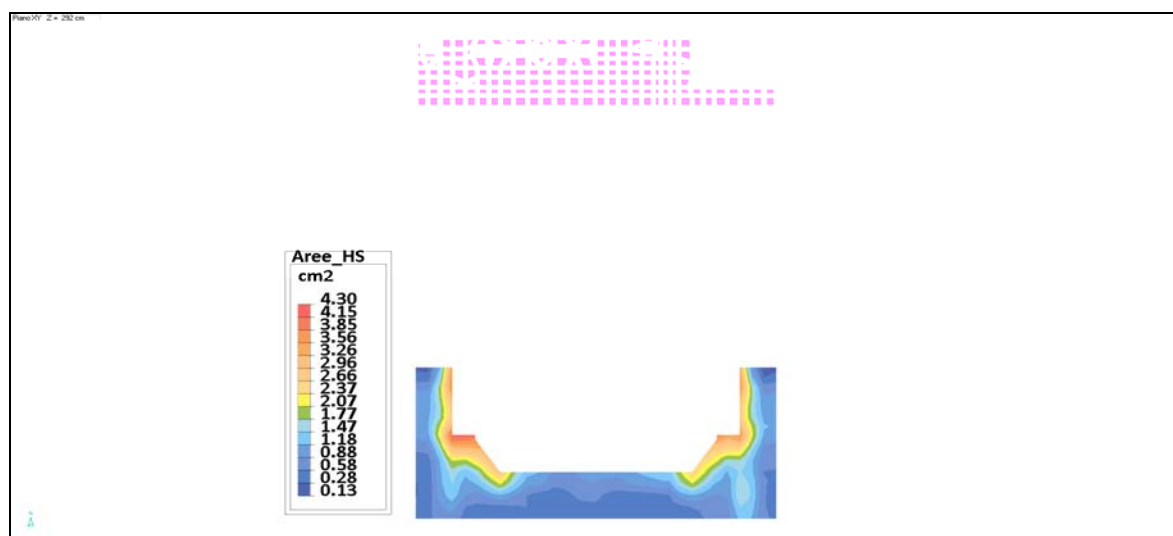
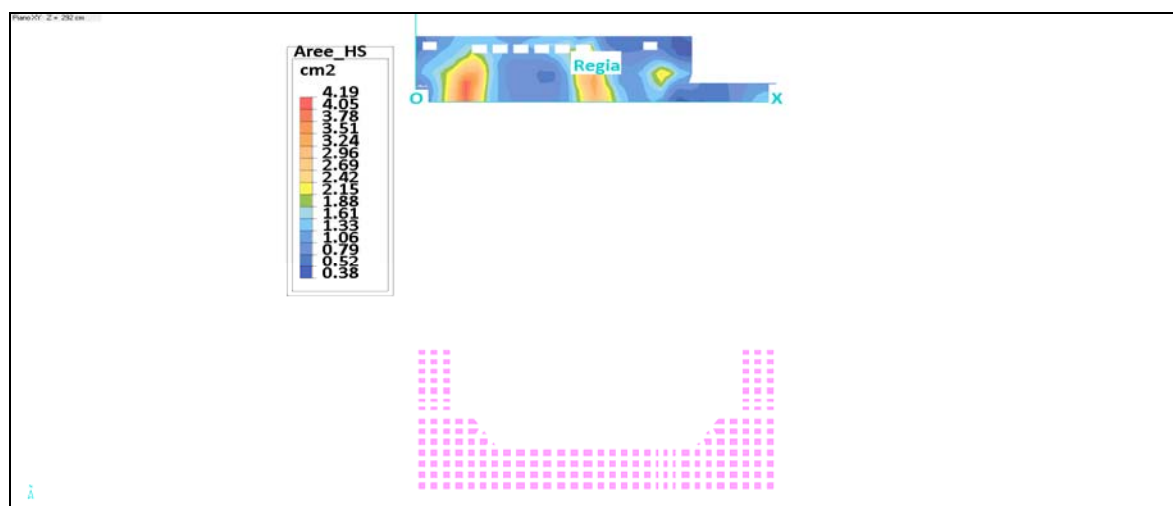
Sforzi di WOOD Mx inf



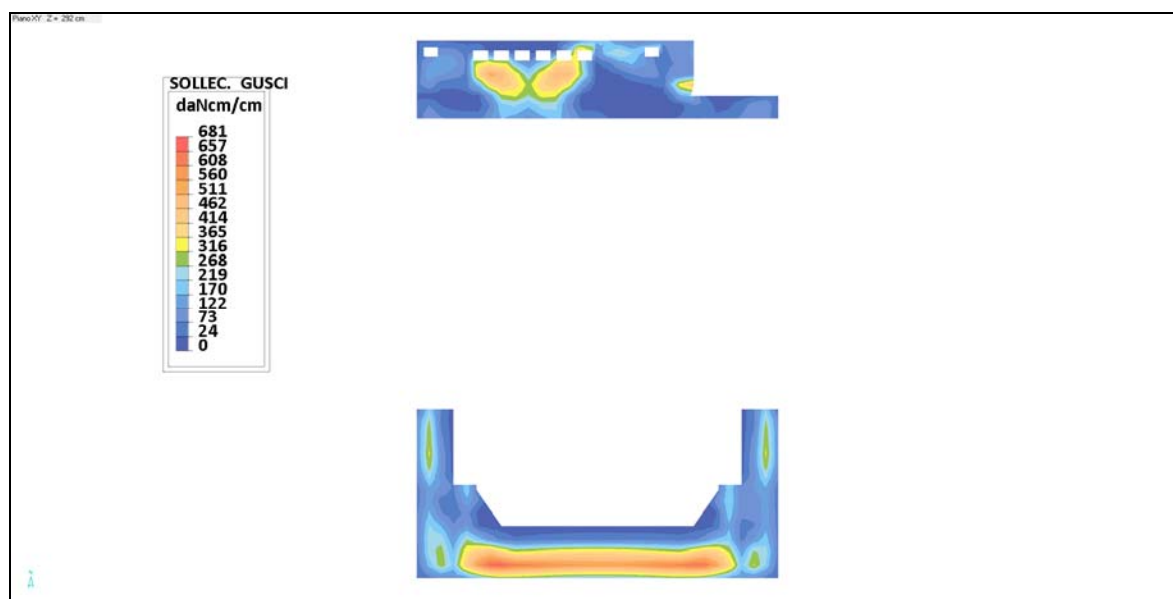
Armatura orizzontale inferiore



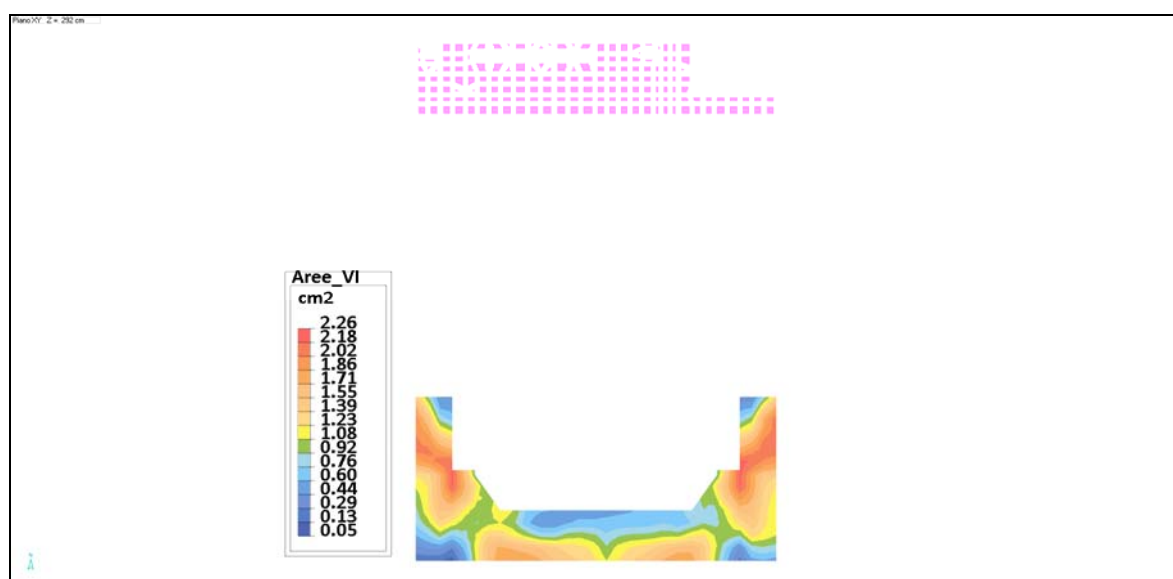
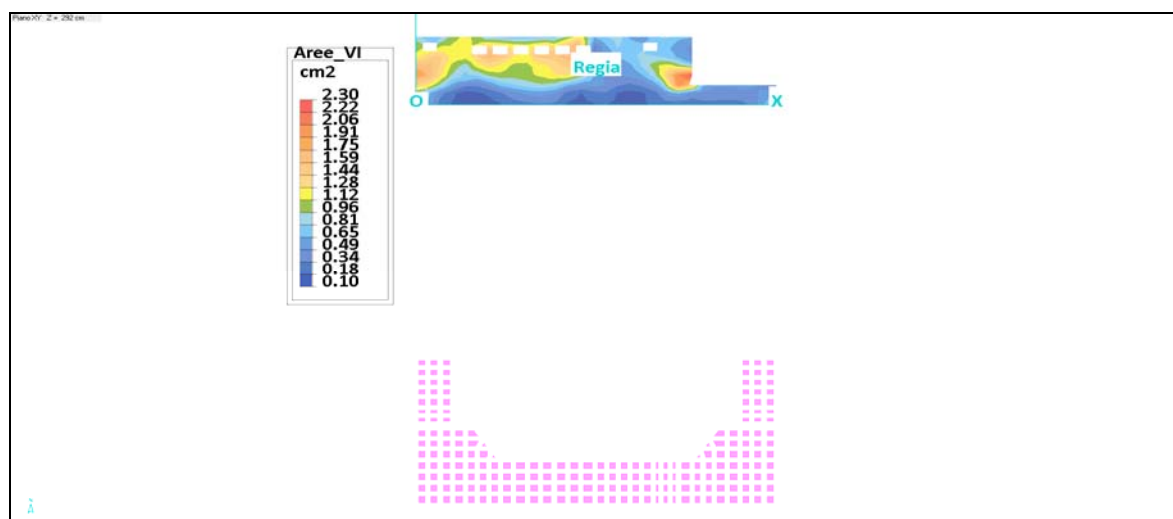
Sforzi di WOOD Mx sup



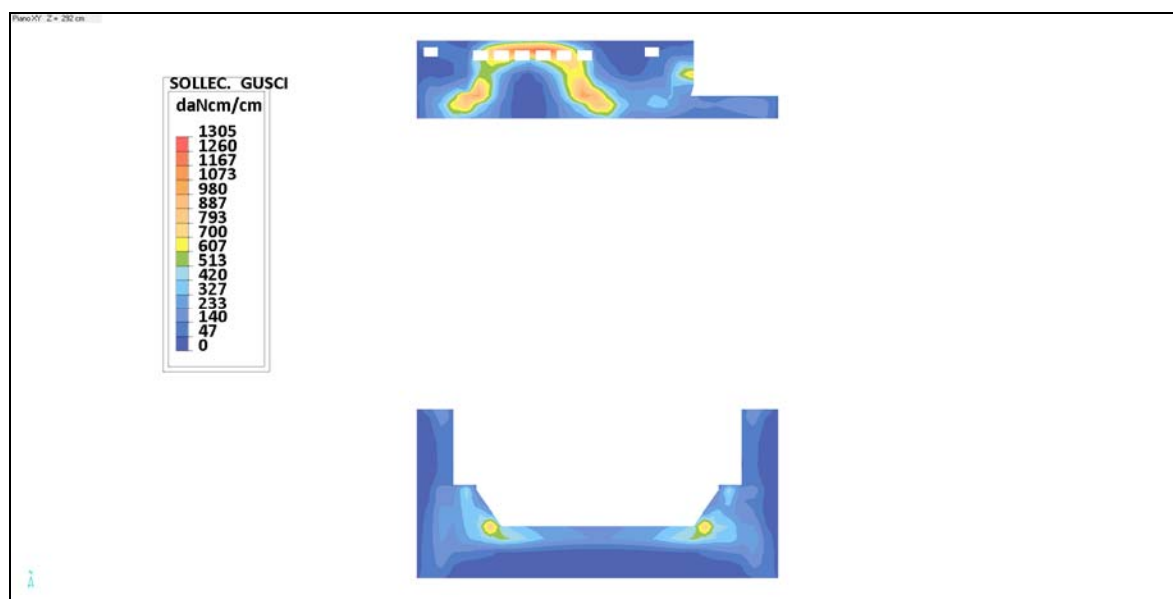
Armatura orizzontale superiore



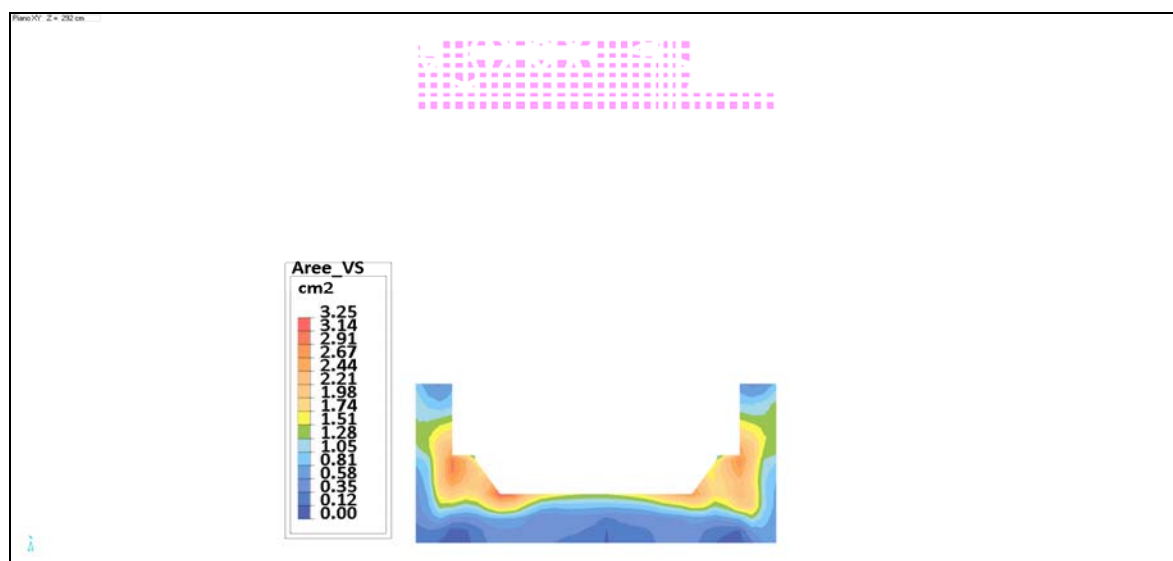
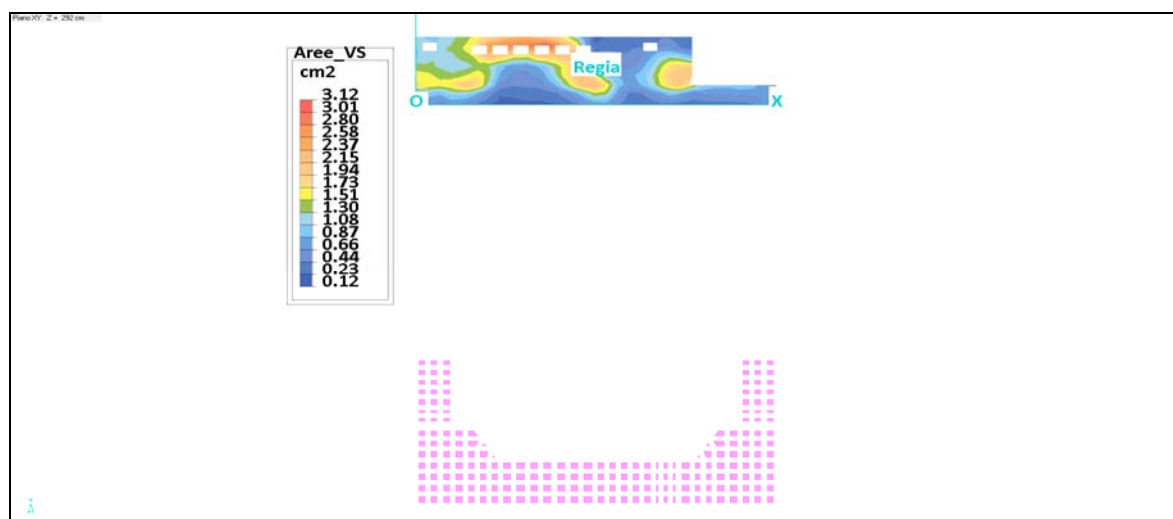
Sforzi di WOOD My inf



Armatura verticale inferiore



Sforzi di WOOD My sup



Armatura verticale superiore

SOLAIO PREFABBRICATO AUDITORIUM

Copertura

Metodo di calcolo: Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite

Schema statico: Campate in semplice appoggio

Coefficiente di vincolo di congruenza: 48

Le caratteristiche del solaio, del manufatto, delle armature e delle sollecitazioni si riferiscono ad una larghezza pari all'interasse 120 cm.

Materiali

Calcestruzzo prefabbricato Rck 55				Calcestruzzo in opera Rck 35			
f_{cpk}	E_{cp}	f_{cpkj}	E_{cpj}	γ_{cp}	f_{ck}	E_c	γ_c
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	
45,7	36416	29,4	32534	1,40	29,1	32588	1,50

Acciaio da precompressione a basso rilassamento				Acciaio armatura lenta Tipo B450C			
f_{ptk}	$f_{p(1)k}$	E_{sp}	γ_{sp}	f_{tk}	f_{yk}	E_s	γ_s
N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1860	1670	196000	1,15	540	450	210000	1,15

Caratteristiche del manufatto

Descrizione	Peso	Altezza	Tipo armatura	Larghezza	Somma nervature	Spessori solette		Area ideale	Momento d'inerzia	Pos. asse neutro	Tensioni a tempo infinito	
	kg/m	H		B	b _w	S _{sup}	S _{inf}	A _i	J	x _i	σ_{cpi}	σ_{cpe}
		mm		mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm	N/mm ²	N/mm ²
New-Cem ES H4S	649	450	I	1200	400	50	50	272120	6,55E+09	217	-13,1	0,8

Armature da precompressione

	Armatura inferiore 1			Armatura intermedia 2			Armatura intermedia 3			Armatura superiore 1			Armatura superiore 2		
	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c	n.	Area	c
		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm		mm ²	mm
A8		1112	50		290	85					188	420			
3x3										4					
3/8"				2						2					
1/2"				2											
6/10"	8														

Armatura lenta inferiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	16	200	2	16	200			

Armatura lenta superiore agli appoggi

Descrizione	Posizione 1 - Nociolo			Posizione 2			Posizione 3		
	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza	n°	diametro	Lunghezza
		mm	cm		mm	cm		mm	cm
	1	16	200	2	16	200			

Schema statico

Caratteristiche della sezione composta

Descrizione	Luce di calcolo		Spessore soletta	Altezza solaio	Area ideale	Momento d'inerzia	Posizione asse neutro	Lunghezza Fresature
	I fase	II fase						
	L _i	L _{ii}	s	H _{tot}	A _i	J	x _i	l _{fresature}
	m	m	mm	mm	mm ²	mm ⁴	mm	cm
	16,00	16,00	50	500	333887	9,91E+09	265	120

Armatura lenta a taglio / scorrimento

Tratto 1				Tratto 2				Tratto 2			
n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza	n°	φ	Passo	Lunghezza
	mm	cm	m		mm	cm	m		mm	cm	m
			1,20					2	10	20	6,85

Carichi uniformemente distribuiti

Descrizione	Peso proprio solaio	Permanenti NON strutturali		Variabili			Coefficienti parziali per le azioni			Coefficienti di combinazione (Q ₁ e Q ₂)					
	G ₁	G _{2cd}	G _{2Ncd}	Q ₁	Q ₂	Q ₃	γ _{G1}	γ _{G2}	γ _Q	ψ _{0j}		ψ _{1j}		ψ _{2j}	
	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²									
	7,35		3,50	1,70			1,30	1,50	1,50	0,50		0,30		0,00	

Sollecitazioni massime

Momento POS allo SLU		Momento POS agli SLE				Taglio allo SLU	
I fase	II fase	I fase	II fase			I fase	II fase
M _{I,SLU}	M _{II,SLU}	M _{I,SLE}	M _{II,RARA}	M _{II,FREQ}	M _{II,Q,PERM}	V _{I,SLU}	V _{II,SLU}
kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kN	kN
366,84	299,52	282,19	199,68	153,98	134,40	91,71	74,88

Verifica allo SLU per flessione

Verifiche SLE tensionali in esercizio

Momento positivo			Verifiche in campata						
Sollecitante	Resistente	Rapporto		Lembo sup. solaio		Lembo sup. pref.		Lembo inf. pref.	
M _s	M _r	M _r /M _s		Calcolato	Limite	Calcolato	Limite	Calcolato	Limite
kNm	kNm			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
666,36	796,52	1,20	Comb. RARA	-4,74	-17,43	-12,94	-27,39	1,57	3,83
			Comb. Q.PERM	-3,19	-13,07	-11,72	-20,54	-0,17	3,83

Verifica allo stato limite ultimo per taglio

Zona 1 - fresatura o trave in appoggio					Zona 2 - Tratto non fessurato allo SLU					Zona 3 - Tratto fessurato allo SLU					Verifica armatura all'appoggio	
θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	θ	Ascissa	Sollecit.	Resist.	Rapporto	Area di acciaio lassa	Tensione nell'acciaio
[°]		V _s	V _r	V _r /V _s	[°]		V _s	V _r	V _r /V _s	[°]		V _s	V _r	V _r /V _s	A _s	σ _s
30	cm	kN	kN		45	cm	kN	kN		23	cm	kN	kN		mm ²	N/mm ²
V _{rd}	0	166,59	523,55	3,14	V _{rd}	154,56	135,45	1059,86	7,82	V _{rd}	369	89,70	323,35	3,60	603	276
V _{rd,max}			1129,09	6,78	V _{rd,m}			1381,16	10,20	V _{rd,m}			993,52	11,08		

Verifica allo stato limite di fessurazione

Verifica allo stato limite di deformazione

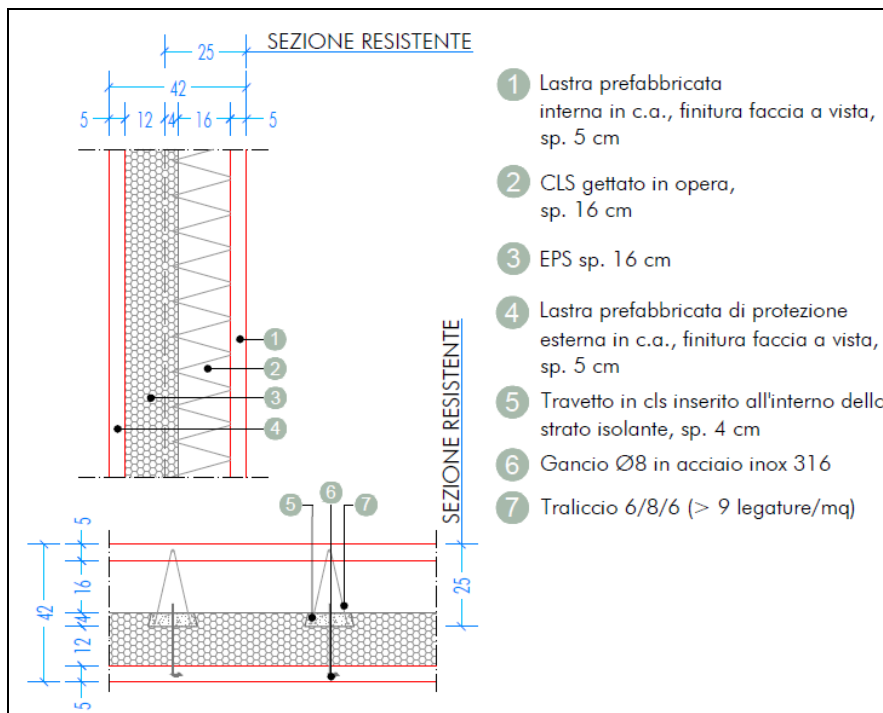
Condizioni ambientali	Combinazione di carico FREQUENTE			Combinazione di carico QUASI PERMANENTE			Freccia in opera, con i getti	Freccia a tempo infinito (comb. "quasi permanente")	Freccia elastica teoria (comb. "rara")
							mm	mm	mm
XC3	Sezione non fessurata interamente reagente			Sezione non fessurata interamente reagente			-4,1	44,9	15,6
Ordinarie	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	0,3	Tensione al lembo inferiore	N/mm ²	-0,2	L / 3913	L / 356	L / 1023

Il calcolo delle deformazioni è teorico e dipende da molteplici fattori non controllabili in fase di progettazione come tempo di accatastamento, tempo di applicazione del carico, condizioni ambientali di temperatura ed umidità, e può differire sensibilmente da quello calcolato (+/- 0,2% L)

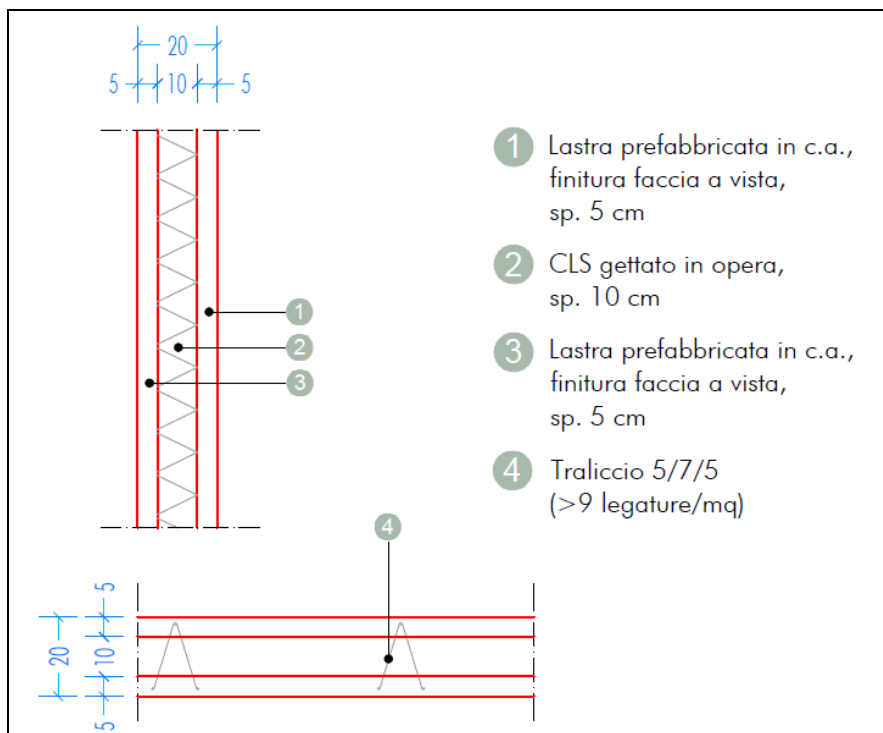
12. Esplicitare dettagli esecutivi dell'armatura delle pareti.

RISPOSTA

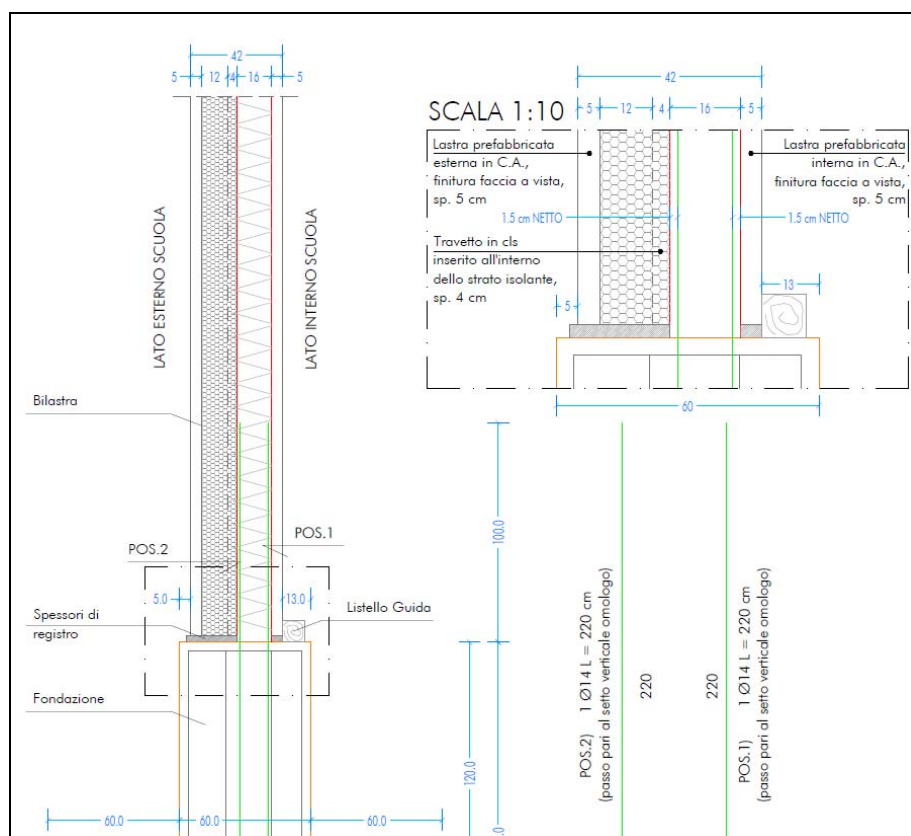
Si riportano di seguito i dettagli esecutivi delle pareti (già riportati nelle tavole grafiche) tenendo conto che, come espresso in premessa, i costruttivi effettivi dovranno essere redatti dal prefabbricatore sulla base della propria specifica tecnologia costruttiva.



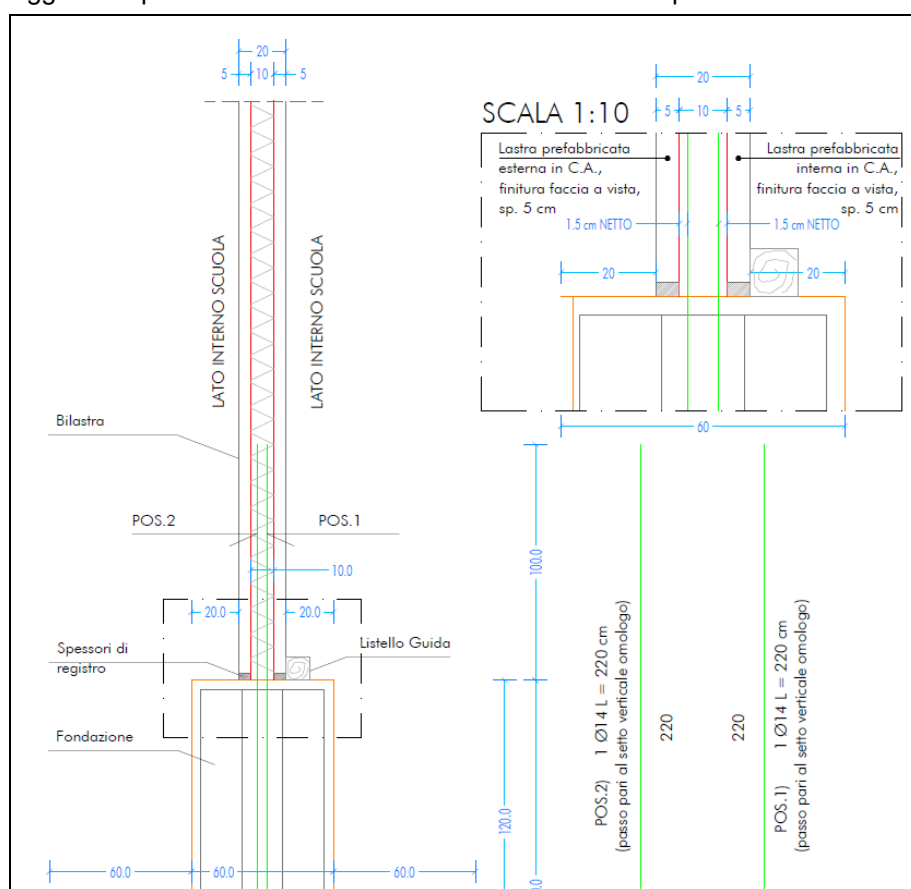
Sezione tipo termobilastra Scuola con evidenza della sezione resistente e tipologia di traliccio.



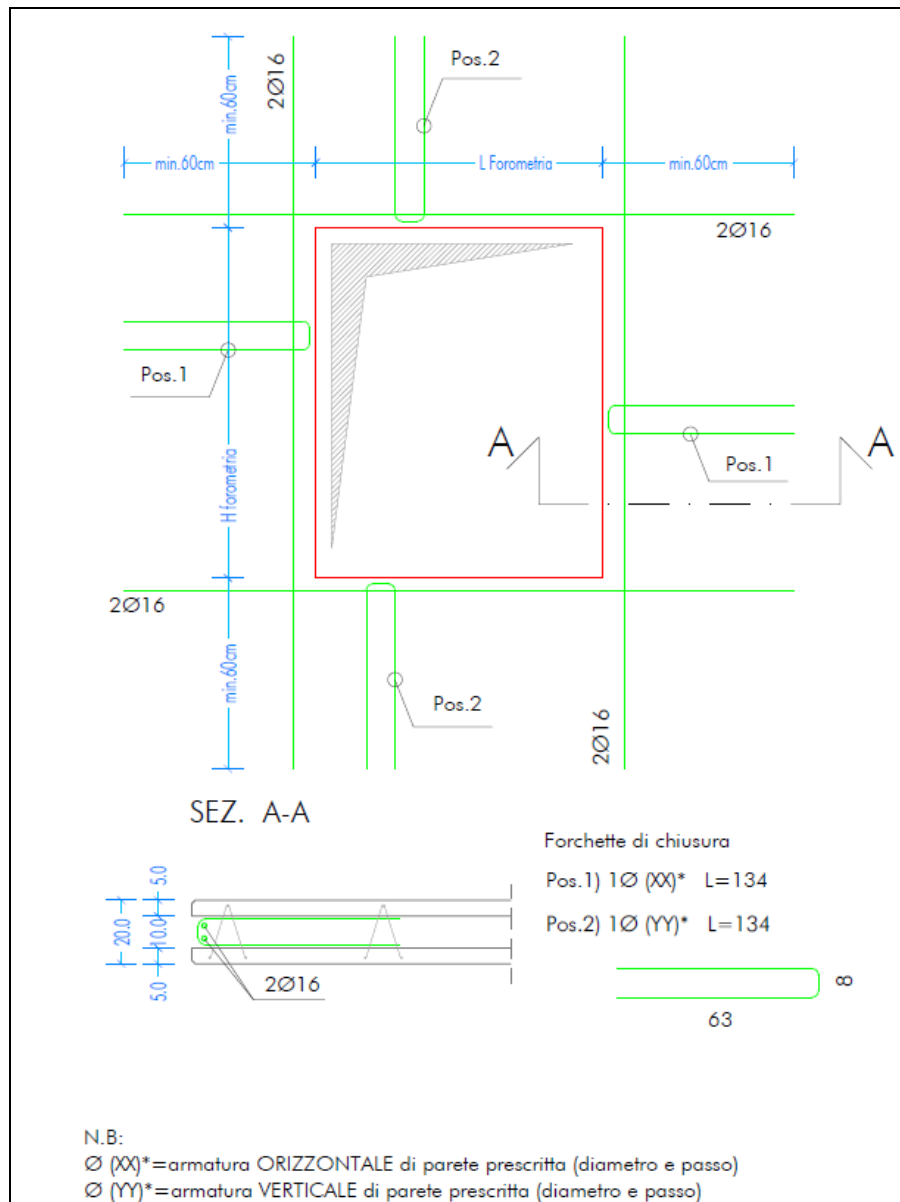
Sezione tipo bilastra con evidenza della sezione resistente e tipologia di traliccio.



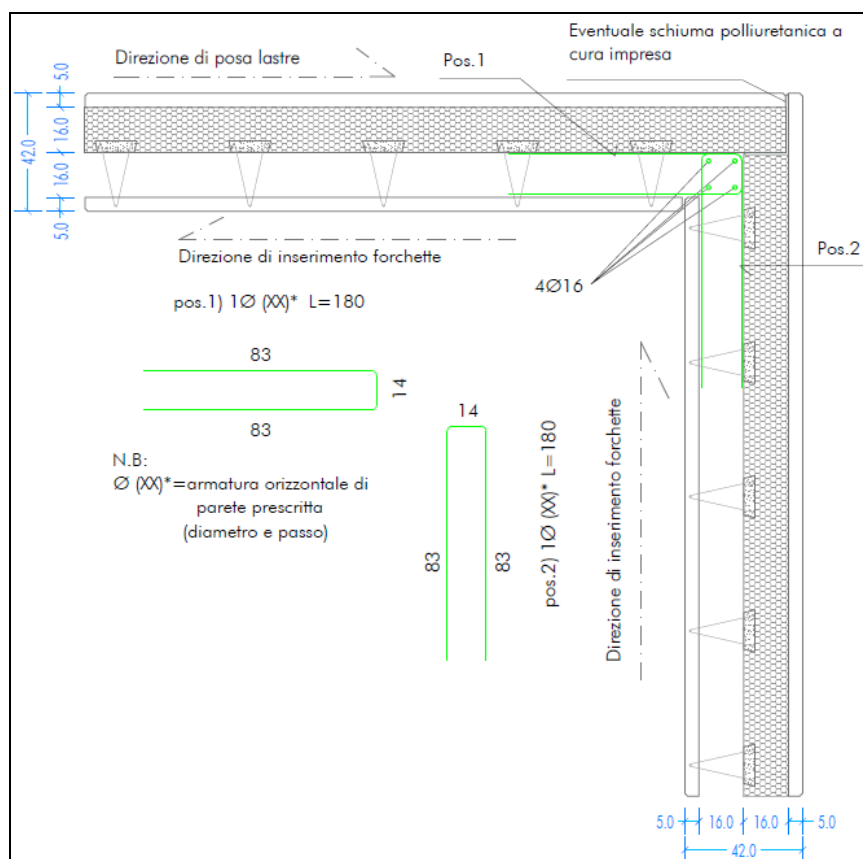
Aggancio tipo termobilastro Scuola con evidenza delle riprese.



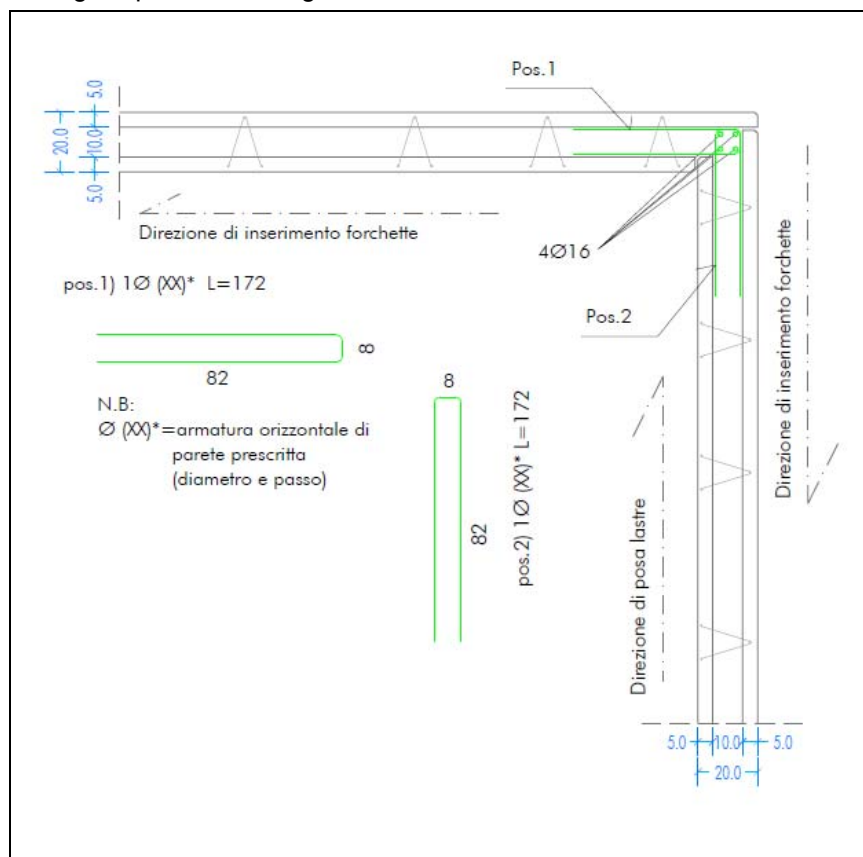
Aggancio tipo bilastro Scuola con evidenza delle riprese.



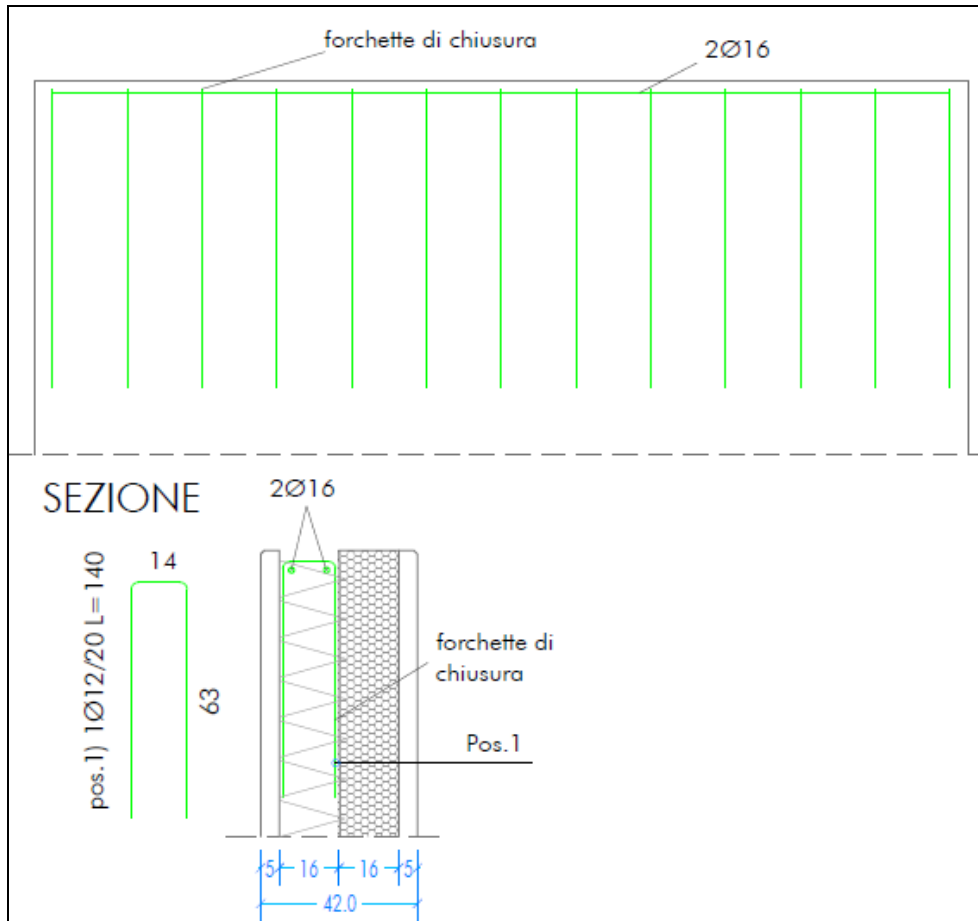
Dettaglio tipo armature in corrispondenza delle aperture.



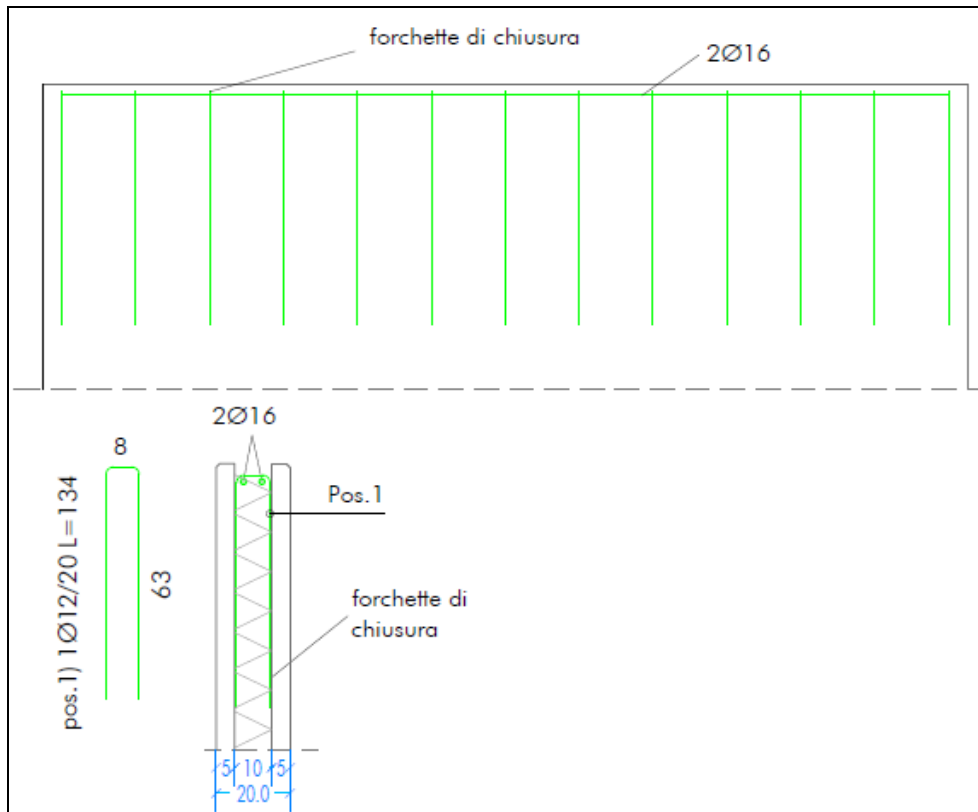
Dettaglio tipo armatura agli incroci delle termobilastre della Scuola.



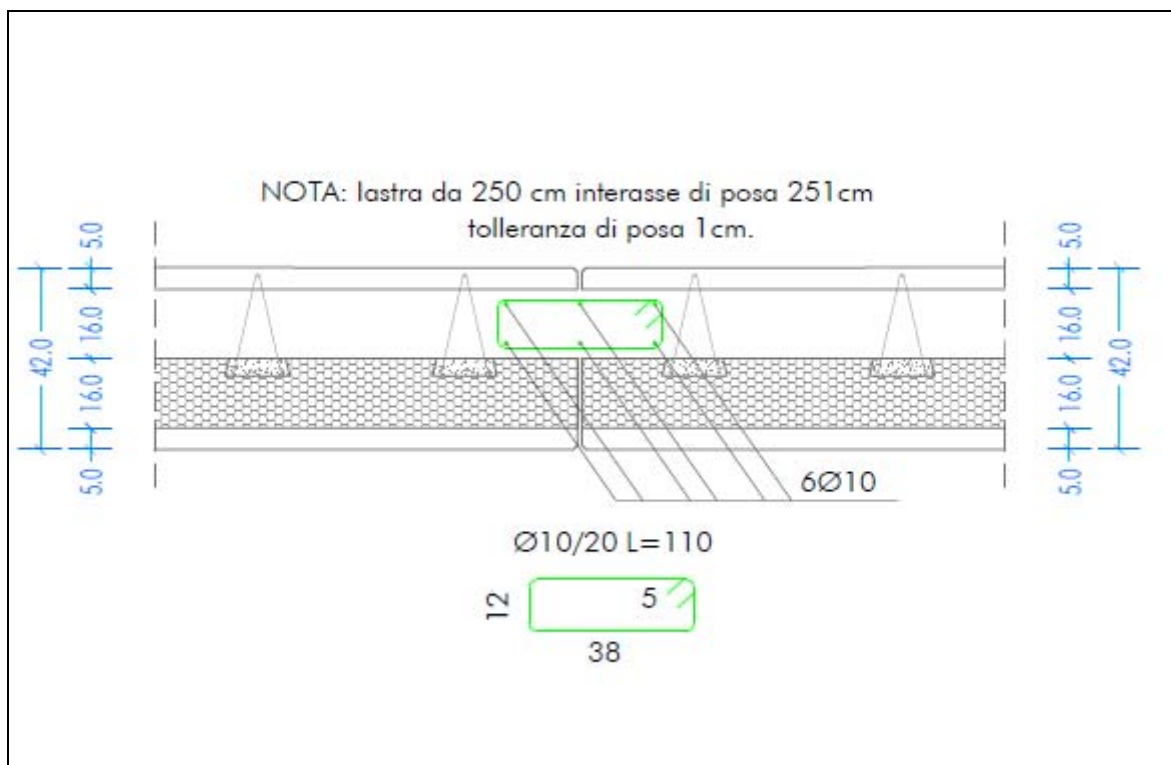
Dettaglio tipo armatura agli incroci delle bilastre.



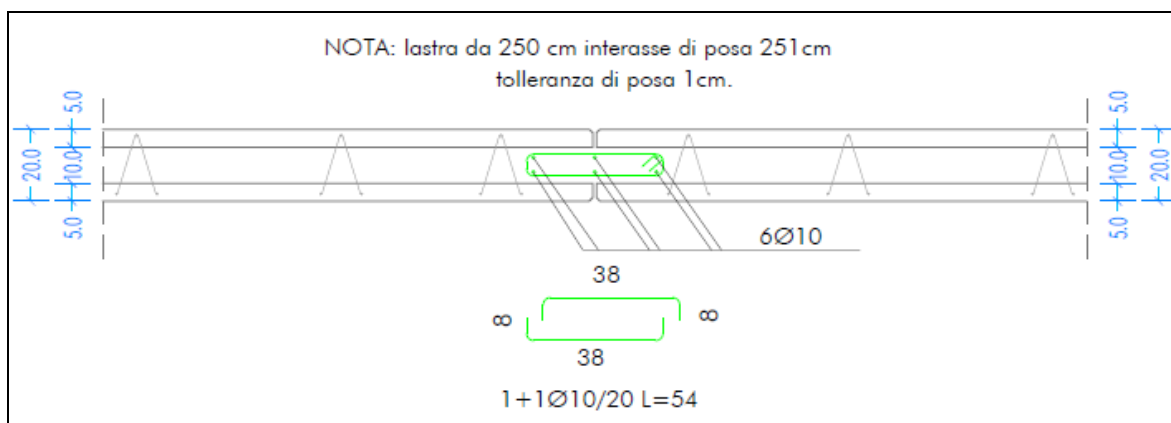
Dettaglio tipo armatura chiusura sommitale termobilastre della Scuola.



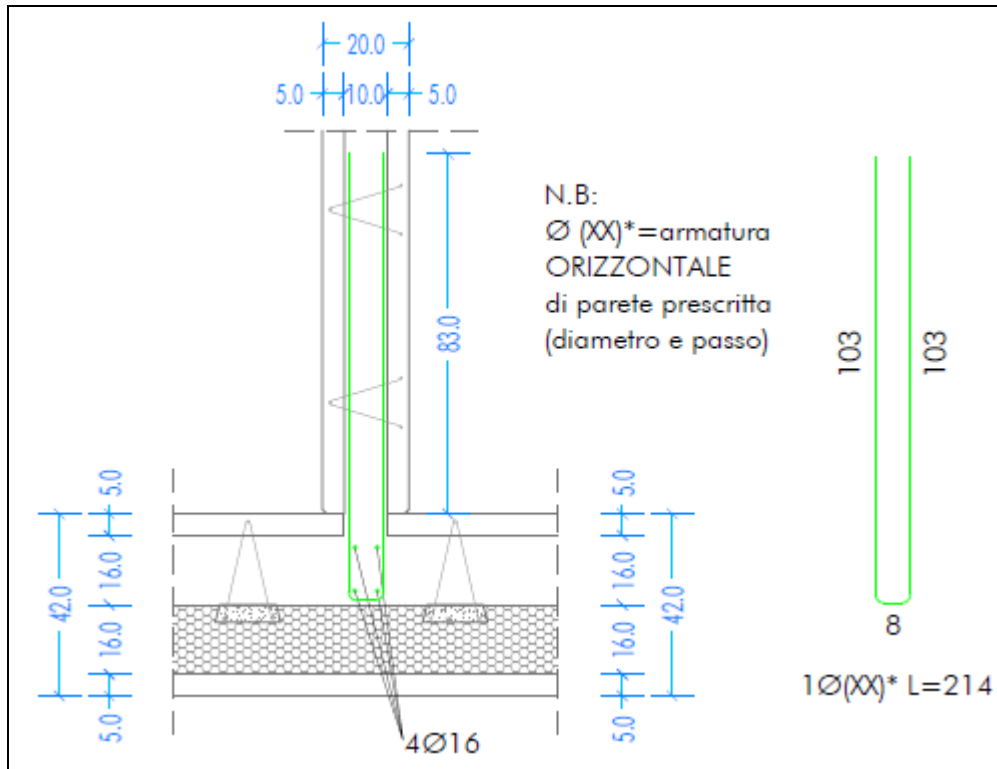
Dettaglio tipo armatura chiusura sommitale bilastre.



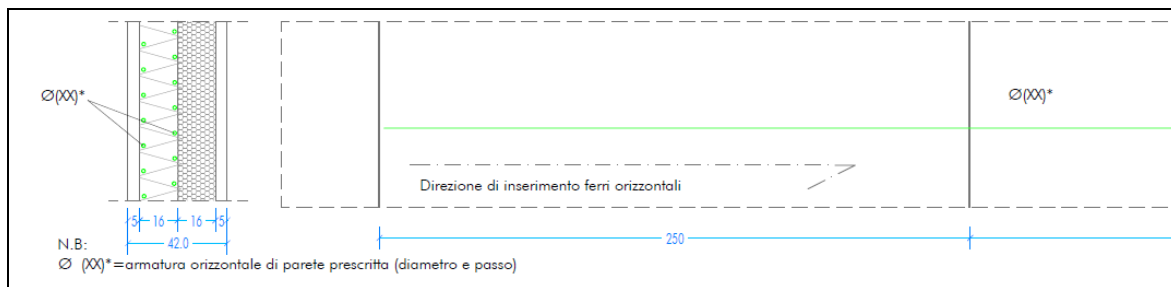
Dettaglio tipo armatura cucitura termobilastre della Scuola.



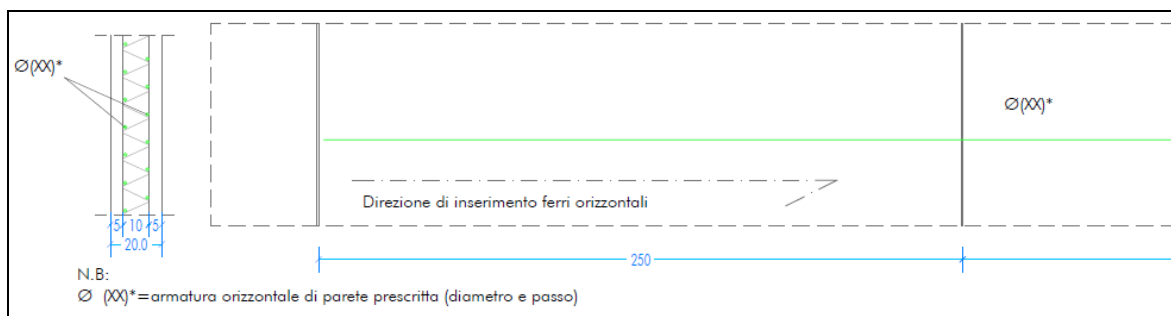
Dettaglio tipo armatura cucitura bilastre.



Dettaglio tipo armatura cucitura termobilastre/bilastre della Scuola.



Dettaglio tipo inserimento ferri orizzontali termobilastre della Scuola (i ferri verticali prescritti sono inseriti in stabilimento all'interno della lastra)..



Dettaglio tipo inserimento ferri orizzontali bilastre (i ferri verticali prescritti sono inseriti in stabilimento all'interno della lastra)..

13. Esplicitare verifiche dell'elemento "traliccio" e considerazione sui copriferri adottati per le pareti.

RISPOSTA

Fatto salvo quanto indicato in premessa per la verifica dell'elemento traliccio di collegamento tra le reti delle bilastre si è fatto riferimento al paragrafo 6.2.5 "Azione tagliante nell'interfaccia tra calcestruzzi gettati in tempi diversi" dell'Eurocodice 2.

La forza di taglio trasversale (V_{ED}) deve risultare inferiore alla resistenza di progetto a taglio (V_{Rdi}) all'interfaccia così calcolata:

$$V_{Rdi} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0.5 v f_{cd}$$

dove:

c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia (rispettivamente 0.2 e 0.6 per superfici lisce e 0.4 e 0.7 per superfici scabre)

σ_n tensione prodotta dalla forza esterna minima agente ... (pari a 0 in questo caso)

ρ = rapporto tra l'area di armatura che attraversa l'interfaccia (compresa l'ordinaria armatura taglio), ancorata ai lati dell'interfaccia e l'area del giunto

α = angolo di inclinazione delle armature (compreso tra 45° e 90°)

$$v = 0.6 (1 - f_{ck}/250)$$

Di seguito si riporta il valore di V_{Rdi} nel caso delle bilastre e delle termobilastre.

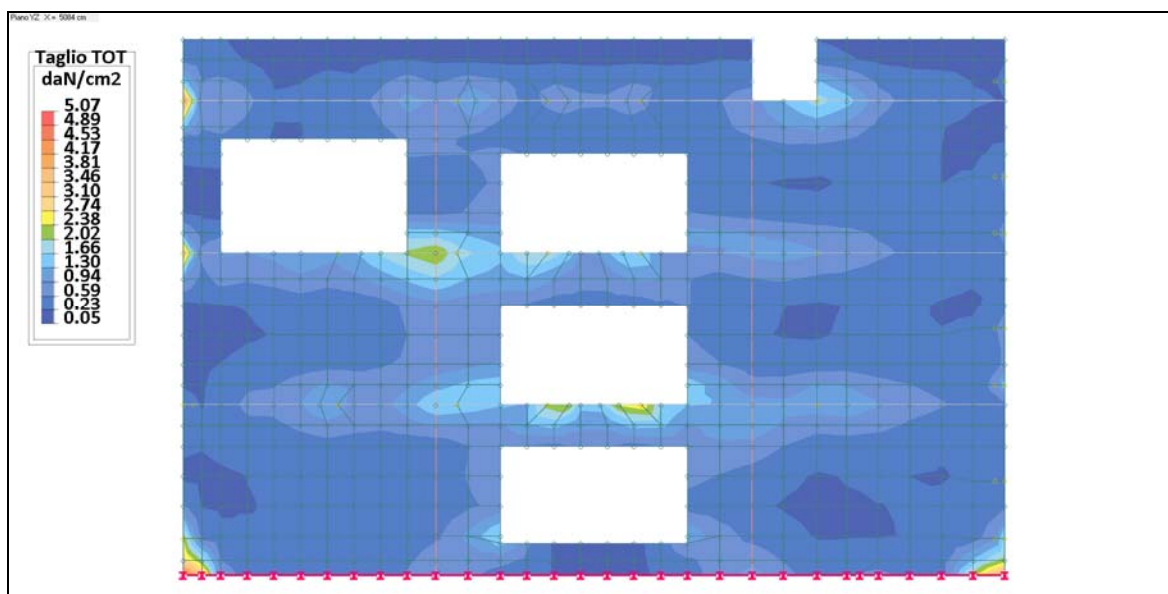
	Termobilastra (faccia esterna)	Termobilastra (faccia esterna)	Bilastra
f_{ck} [MPa]	29.05	29.05	29.05
f_{cd} [MPa]	16.46	16.46	16.46
$0.5 v f_{cd}$ [MPa]	4.36	4.36	4.36
f_{ctd} [MPa]	1.32	1.32	1.32
c	0.2	0.4	0.2
$c f_{cd}$ [MPa]	0.264	0.528	0.264
f_{yd} [MPa]	391.3	391.3	391.3
ρ [%]	0.112	0.361	0.08
μ	0.6	0.7	0.6
α [°] *	90	90	90
$\rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)$ [MPa]	0.263	0.99	0.19
V_{Rdi} [MPa]	0.527	0.47 **	0.45
V_{Rdi} [daN/cm ²]	5.27	4.70	4.50

* a favore di sicurezza è stato utilizzato il valore che minimizza il risultato

** dato che sulla superficie esterna la superficie non è continua per il confronto con i valori sollecitanti il risultato è stato ragguagliato ad una superficie unitaria

*** la % di ferro è quello desunto dagli schemi tipologici e sarà onere del produttore verificare, ed eventualmente incrementarne, il quantitativo sulla base della propria specifica tecnologia costruttiva

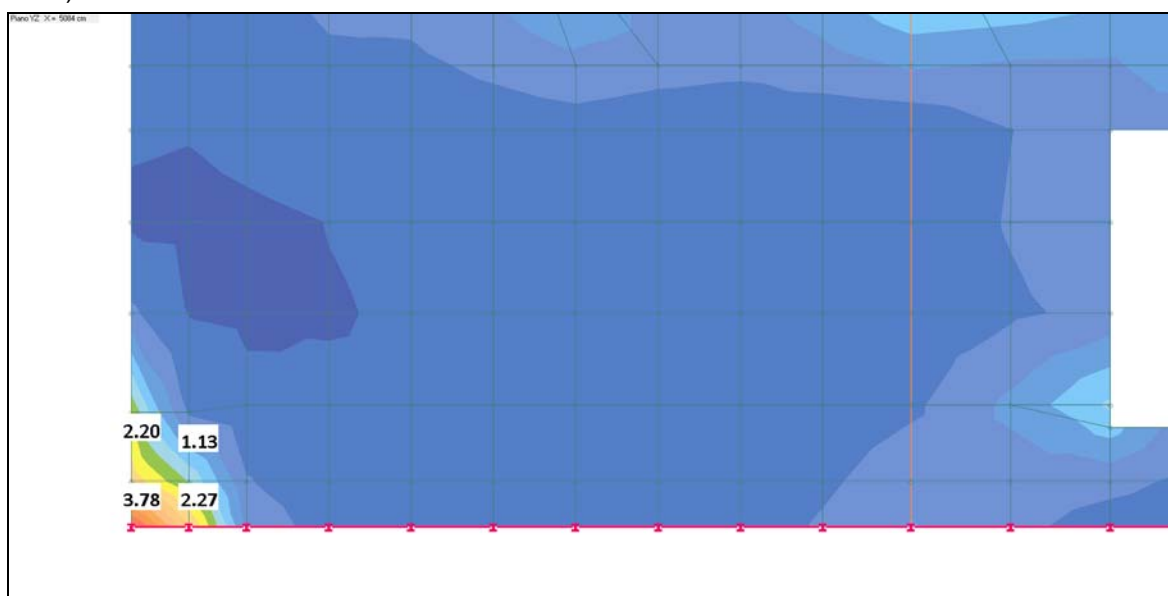
Di seguito si riportano le sollecitazioni di taglio trasversali nei setti più sollecitati (termobilastra e bilastra)



Scuola. Taglio trasversale massimo. Setto ST_E_M (termobilastra)

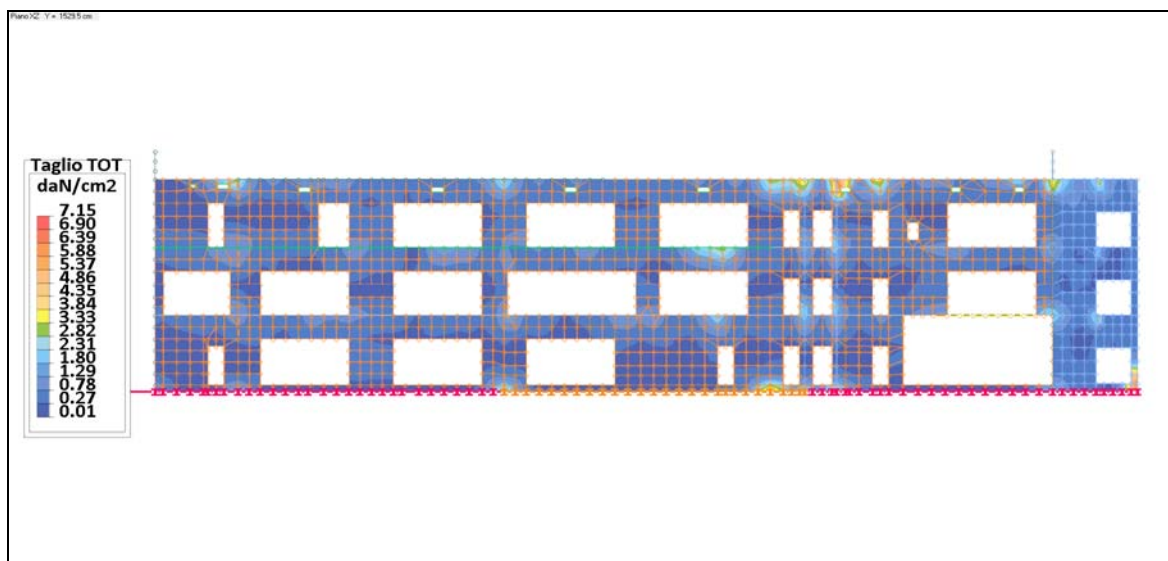
Di seguito si riporta uno zoom della zona più sollecitata.

Come si può notare il massimo (comunque inferiore al valore di resistenza calcolato in precedenza) è un punto singolare della mesh agli elementi finiti (un angolo) e deve, senza dubbio, essere mediato su una superficie più estesa (almeno della larghezza di 4/5 volte lo spessore del setto).



Facendo tale operazione per punti sopra indicati il valore medio scende a circa 2.34 daN/cm². Per quanto riguarda il resto del setto i valori sono praticamente sempre inferiori a 1 daN/cm².

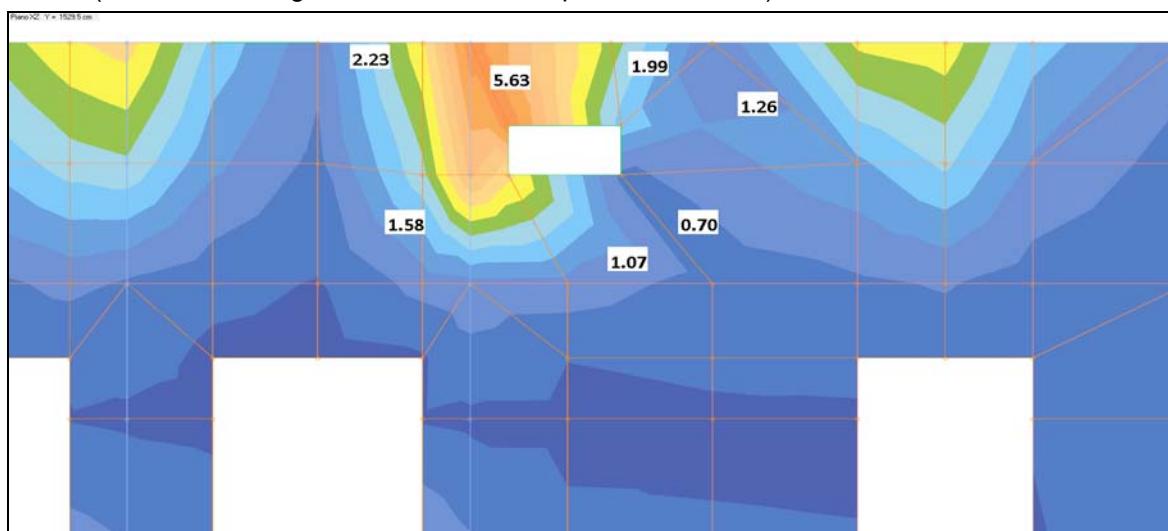
Tale valore è anche ampiamente inferiore al valore di resistenza del calcestruzzo senza armature trasversali (NTC18 4.1.2.3.5.1) che nel caso specifico è pari a 5.336 daN/cm².



Scuola. Taglio trasversale massimo. Setto SL_I_5

Di seguito si riporta uno zoom della zona più sollecitata.

Come si può notare anche in questo i massimi sono sempre in corrispondenza di punto singolare della mesh agli elementi finiti (aperture) e devono, senza dubbio, essere mediati su superfici più estese (almeno della larghezza di 4/5 volte lo spessore del setto).



Facendo tale operazione per punti sopra indicati il valore medio scende a circa 1.9 daN/cm².

Per quanto riguarda il resto del setto i valori sono praticamente sempre inferiori a 1 daN/cm².

Tale valore è anche ampiamente inferiore al valore di resistenza del calcestruzzo senza armature trasversali (NTC18 4.1.2.3.5.1) che nel caso specifico è pari a 5.336 daN/cm².

I **copriferri** richiesti sono congruenti con le classi di esposizione previste per le varie tipologie strutturali (cfr. tabella dei materiali) tenendo in conto le prescritte tolleranze di posa (cfr. Circ. 19 4.1.6.1.3).

Per quanto concerne i **copriferri** degli **elementi prefabbricati** dovranno essere conformi alle UNI EN13369 (come già indicato nelle tabelle materiali) e sarà pertanto compito del produttore garantire e certificare il rispetto delle classi di esposizione richieste.



Comune di Ozzano dell'Emilia

Città Metropolitana di Bologna

***Settore Gestione del Territorio
Servizio Opere Pubbliche e Manutenzioni***

✉ 10, via della Repubblica C.A.P. 40064

☎ (051) 791333 - Fax. (051) 797951

e-mail urp@comune.ozzano.bo.it

Diretto: ☎ (051) 791395 - (051) 791343

email : lavoripubblici@comune.ozzano.bo.it

Classifica DA0.06.05.40

Fascicolo 2020/1

Unione dei Comuni Savena-Idice

Ufficio Sismica

Viale Risorgimento, 1

40065 Pianoro (BO)

unione.savenaidice@cert.provincia.bo.it

OGGETTO: Nuova scuola media Panzacchi – Istanza di autorizzazione sismica Pos. 20-007 – Risposta a richiesta integrazioni

Con riferimento alla procedura in oggetto, vista la richiesta in atti al PG 4776 del 18/02/2020, con particolare riferimento al punto 1 della nota si comunica di non aver ancora proceduto alla nomina del collaudatore e del Direttore dei lavori strutturale. Si procederà in ossequio della norma preliminarmente alle operazioni di gara, stante la necessità della completa estraneità, in particolare del Collaudatore, alle fasi progettuali.

Non appena i nominativi saranno disponibili sarà cura dell'Amministrazione comunicarli all'Ufficio competente.

Con i migliori saluti

IL SINDACO

(Luca Lelli)



Comune di Ozzano dell'Emilia

Provincia di Bologna

DETERMINAZIONE NR. 126 del 23/03/2020

REGISTRO NR. 52 DEL 20/03/2020 DEL RESPONSABILE SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

UFFICIO PROPONENTE: SERVIZIO OPERE PUBBLICHE E MANUTENZIONI

OGGETTO: REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MEDIA 'E. PANZACCHI' - IMPEGNO DI SPESA RIMBORSO FORFETTARIO SISMICA

IL RESPONSABILE SETTORE ECONOMICO FINANZIARIO

Ai sensi del comma 4 dell'art. 151 del d.lgs 267/2000 (T.U.L.O.EE.LL.), esprime il Visto di Regolarità Contabile, attestante la copertura finanziaria, e pertanto procede alla registrazione dell'impegno contabile sui competenti capitoli oggetto della presente determinazione/ dell'accertamento dell'entrata ai sensi del comma 3 dell'art. 179 del detto decreto legislativo:

Operazione	Tipo	Anno	Capitolo/Articolo Codice bilancio	Importo	Fornitore/Cliente	CIG (se applicabile)	Numero
NUOVO	IMP	2020	101630 / 364H MISS 01 PRG 06 TIT 1 MACR 03 CONTO U.1.03.02.16.999 CGE 1332	3130.00	UNIONE SAVENA IDICE -ONERI SISMICA		641/1

ESECUTIVA DAL 23/03/2020

**IL RESPONSABILE
SETTORE ECONOMICO FINANZIARIO**
(RAG. MARZIA D'AURELIO)



Comune di Ozzano dell'Emilia

Provincia di Bologna

D E T E R M I N A Z I O N E

REGISTRO NR. 52 DEL 20/03/2020 DEL RESPONSABILE SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

UFFICIO PROPONENTE: SERVIZIO OPERE PUBBLICHE E MANUTENZIONI

OGGETTO: REALIZZAZIONE NUOVA SCUOLA MEDIA 'E. PANZACCHI' - IMPEGNO DI SPESA RIMBORSO FORFETTARIO SISMICA

IL RESPONSABILE SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

VISTO:

- la deliberazione di Consiglio Comunale n.9 del 13 marzo 2020, esecutiva ai sensi di legge, con la quale e' stato approvato l'aggiornamento dello schema del Documento Unico di Programmazione (D.U.P.) 2020/2022 e relativi dati contabili e la deliberazione di Consiglio Comunale n. 11 del 13 marzo 2020, esecutiva ai sensi di legge, con la quale e' stato approvato il Bilancio di Previsione 2020/2022 e relativi allegati;
- la deliberazione di Giunta Comunale n. 32 del 13 marzo 2020, esecutiva ai sensi di legge, con la quale e' stato approvato il Piano Esecutivo di Gestione per gli esercizi finanziari 2020/2022;
- gli 179, 183 e 191 del D.Lgs. 267/2000 aggiornato al D.Lgs. 118/2011 e coordinato con il D.Lgs. 126/2014;
- che con il presente impegno di spesa/accertamento di entrata e' garantito il rispetto dei vincoli di finanza pubblica ai sensi della legge di Bilancio 2020, in quanto l'esigibilita' della spesa/entrata di competenza e' dell'anno 2020;
- la disposizione del Sindaco per la nomina dell'Ing. Chiara De Plato quale Responsabile del Settore Gestione del Territorio Prot. nr. 28995 del 28/11/2019 con decorrenza dal 01/12/2019 e fino al 31/12/2020;
- il principio contabile applicato concernente la contabilita' finanziaria allegato n.4/2 al D.Lgs. 118/2011 e il vigente Regolamento di Contabilita' dell'Ente;;
il D.Lgs 50/2016 e ss.mm.i.;

CONSIDERATO CHE:

- per la gestione ordinaria dei servizi che il Comune di Ozzano dell'Emilia deve garantire nello svolgimento delle proprie funzioni è necessario provvedere all'acquisizione di beni, servizi e lavori;
- l'art. 1 comma 449 della L. 296/2006 s.m.i. ha disposto che le Amministrazioni Pubbliche di cui all'art. 1 del D.Lgs. 165/2001 s.m.i. possono ricorrere alle Convenzioni di cui all'art. 26 c. 1 L. 488/99 smi, e 58 della legge 23 dicembre 2000, n. 388, ovvero ne utilizzano i parametri di prezzo-qualità come limiti massimi per l'acquisto di beni e servizi;
- l'art. 1 comma 130 della Legge 145 del 30/12/2018 – Legge di Bilancio 2019 – ha modificato l'art. 1 comma 450 della L. 296/2006 e s.m.i. disponendo che per gli acquisti di beni e servizi d'importo pari o superiore a 5.000 euro e al di sotto della soglia comunitaria le Amministrazioni

pubbliche e tra queste anche gli Enti Territoriali sono tenute a fare ricorso al mercato elettronico della Pubblica Amministrazione – c.d. Mepa – ovvero ad altri mercati elettronici istituiti ai sensi della normativa vigente fermi restando gli obblighi e le facoltà previsti al comma 449;

PREMESSO CHE:

- Nel corso dell'anno 2011 sono state condotte presso la scuola media Panzacchi verifiche di vulnerabilità sismica di cui all'ordinanza PCM 3274/2003, che hanno evidenziato numerose carenze sulle quali era intenzione dell'Amministrazione intervenire fin da subito;
- con determina nr. 267 del 25/06/2012 fu affidato un incarico professionale per la redazione dello studio di fattibilità per interventi finalizzati al miglioramento sismico della scuola;
- le risultanze dello studio indicarono un intervento da realizzarsi il cui importo complessivo ammontava ad € 1.800.000,00;
- nel Piano Triennale delle opere 2018-2020 adottato con deliberazione della giunta comunale nr 103 del 25/10/2017 è inserito un intervento sulla scuola Panzacchi su più annualità per demolizione e ricostruzione della struttura;
- nell'aggiornamento del Piano Triennale delle opere 2019-2021 all'anno 2020 è inserito un intervento relativo alla realizzazione della nuova Scuola media;

VISTO CHE:

- si sta concludendo la predisposizione del progetto esecutivo dell'opera;

CONSIDERATO CHE:

- per la realizzazione della costruzione della nuova scuola, della nuova palestra, del nuovo auditorium e dell'atrio previsti in progetto, è necessario presentare una richiesta di Rilascio dell'Autorizzazione Sismica Preventiva da parte della struttura tecnica competente;

PRESO ATTO CHE

- è stata presentata richiesta di autorizzazione sismica alla Struttura competente in materia Sismica dell'Unione Valli Savena Idice a cui è seguito Avvio del Procedimento ricevuto dal Comune con prot. 1579 del 21/01/2020;
- con prot. 4776 del 19/02/2020 è pervenuta agli atti una richiesta di integrazioni da parte dell'Ufficio Sismica con la quale, fra le altre cose, si richiedeva il pagamento del rimborso forfettario;
- per la richiesta dell'autorizzazione sismica art.11 LR 19/98, è dovuta la corresponsione di un rimborso forfettario determinato dalla somma delle spese per lo svolgimento delle attività istruttorie e delle spese per i diritti di segreteria da versare alla struttura tecnica competente, dell'Unione Valli Savena Idice;
- l'importo della quota di rimborso relativa alle spese di istruttoria tecnica è stato stabilito con deliberazione di Giunta Regionale n.1934 del 19/11/2018, mentre l'importo dei diritti di segreteria è stato stabilito con deliberazione di Giunta dell'Unione n. 19 del 13/05/2011, ed è pari ad € 50,00 indipendentemente dalla tipologia di pratica. Nella delibera di Giunta dell'Unione n.109 del 19/12/2018 si stabilisce infine che gli oneri per le pratiche sismiche intestate ai Comuni membri sono da versare integralmente. ;
- pertanto l'importo complessivo per l'istruttoria della pratica ammonta ad € 3.130,00 per “Richiesta di Autorizzazione Simica per nuova Costruzione della Scuola Media Panzacchi e relative palestra, auditorium e atrio sita in Ozzano dell'Emila, viale 2 Giugno” da versare sul c/c bancario INTESA SAN PAOLO Filiale di Pianoro IBAN IT80S0306937001100000046065065 specificando la seguente causale: “SISMICA € 3.130,00 per oneri istruttori e diritti di segreteria e rimborso – complesso scuole Panzacchi Ozzano” e che si rende necessario impegnare nel capitolo 101630/364H anno 2020 .

CONSIDERATO

- la spesa complessiva è quantificata in € 3.130,00
- la spesa è esclusa dai limiti di cui all'art. 163, comma 1, in quanto non suscettibile di pagamento frazionato in dodicesimi poiché legato ad una certificazione con scadenza regolata da legge;

DATO ATTO CHE: /

- vengono escluse interferenze che richiedono la redazione del DUVRI;
- i tempi di pagamento concordati con la ditta sono coerenti con quanto stabilito dall'ordinamento in materia di tempestività dei pagamenti;
- è stata acquisita apposita autocertificazione ai fini della verifica prescritta dall'art. 3 L. 136/2010, sulla tracciabilità dei pagamenti, secondo le modalità semplificate previste dalla normativa di riferimento;
- di non applicare la ritenuta di cui all'art. 4 - comma 3 - del DPR n. 207/2010, in quanto trattasi di fornitura beni/servizi non continuativa;

DATO ATTO INOLTRE CHE, il Responsabile del Procedimento, individuato Ing Chiara De Plato del Settore Gestione del territorio, come previsto nel Piano di Prevenzione della corruzione vigente ha dichiarato:

- di aver rispettato le varie fasi del procedimento ai sensi della normativa specifica e la rispettiva tempistica;
- di aver verificato, nel corso delle diverse fasi del procedimento, l'insussistenza di situazioni di conflitto d'interessi;
- di essersi attenuto alle misure di prevenzione della corruzione, generali e specifiche, previste nel Piano Triennale di prevenzione della corruzione in vigore presso l'ente;
- di aver verificato i presupposti e le ragioni di fatto, oltre che le ragioni giuridiche sottese all'adozione del provvedimento;
- di aver verificato la congruità della spesa conseguente al presente provvedimento che le premesse costituiscono parte integrante e sostanziale del presente atto;

D E T E R M I N A

1. per le considerazioni espresse in premessa che qui si intendono integralmente riportate, di procedere all'impegno di spesa relativo al rimborso forfettario per i servizi della Struttura Competente in materia Sismica dell'Unione Valli Savena Idice, per la presentazione della richiesta di Autorizzazione Sismica;
2. di impegnare la somma di € 3.130,00 per il pagamento dei servizi di Struttura Competente in materia Sismica dell'Unione Valli Savena Idice, per la presentazione della richiesta di Autorizzazione Sismica e di prevedere la relativa liquidazione mediante bonifico bancario sul c/c bancario INTESA SAN PAOLO Filiale di Pianoro IBAN IT80S0306937001100000046065065 specificando la seguente causale: "SISMICA € 3.130,00 per oneri istruttori e diritti di segreteria e rimborso – complesso scuole Panzacchi Ozzano" imputando la spesa al capitolo 101630/364h
3. di dare atto che la presente determinazione comporta i riflessi sopra indicati sulla situazione economico-finanziaria e/o sul patrimonio dell'ente e che pertanto la sua efficacia è subordinata al visto di regolarità contabile attestante la copertura finanziaria, da parte del Responsabile del settore ragioneria, in base al combinato disposto degli artt. 151, c. 4, e 147bis TUEL;
4. di mantenere inoltre a carico del Bilancio 2020 - Capitolo 101630 articolo 364h le somme stanziare all'interno del quadro economico, destinate a successivi impegni da formalizzarsi con specifici atti;
5. di rendere noto che il Responsabile del Procedimento è l'ing. Chiara De Plato Responsabile del Settore Gestione del Territorio;

6. di provvedere alla pubblicazione della presente determinazione ai sensi della normativa vigente;
7. di dare atto che con successivo atto si provvederà alla liquidazione di quanto dovuto ai sensi dell'art. 29 e 30 del vigente regolamento di contabilità, nonché ai sensi dell'art. 184 del TUEL.

Riepilogo operazioni contabili

Operazione	Tipo	Anno	Capitolo/Articolo Codice bilancio	Importo	CIG (se applicabile)	Fornitore/Cliente	Descrizione
NUOVO	IMP	2020	101630 / 364H MISS 01 PRG 06 TIT 1 MACR 03 CONTO U.1.03.02.16.999 CGE 1332	3.130,00		UNIONE SAVENA IDICE -ONERI SISMICA	UNIONE SAVENA IDICE -ONERI SISMICA

IL RESPONSABILE SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

(Ing. Chiara De Plato)

Comune di Ozzano dell'Emilia

QUIETANZA

N° 0000732

del 26/03/20

Esercizio 2020

Il Tesoriere dichiara di aver ESEGUITO in data 26/03/2020

il MANDATO n° 803 del 24/03/2020

per la somma di Euro: 3130,00

Al netto di Ritenute per Euro: 0,00

Il pagamento è avvenuto in modalità : ACCREDITO TESORERIA PROVINCIALE STATO PER TAB

Codice Riferimento Operazione(CRO):

Codice Riferimento Interno(CRI): CARBATCH-0023298

Conto Tesoreria: 0000100

Valuta Ente: 26/03/2020

Cliente: UNIONE DEI COMUNI SAVENA - IDICE

*Causale: SISMICA EURO 3.130,00 PER ONERI ISTRUTTORI E
DIRITTI DI SEGRETERIA E RIMBORSO - COMPLESSO
SCUOLE PANZACCHI OZZANO (PGS 330/2020)*

**Il Tesoriere
Firmato digitalmente**

CARLO MESSINA