

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalièreParte comune italo-francese
Sezione transfrontalieraNOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESEPARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL / OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE
GALEIRE DE MADDALENA – GALLERIA DELLA MADDALENA
BATIMENT VISITEURS – EDIFICIO VISITATORIPROJET DES STRUCTURES – NOTE DE CALCUL
PROGETTO STRUTTURALE – RELAZIONE DI CALCOLO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	13/02/2017	Première diffusion / Prima emissione	G. VERGNANO (st. 40) C. CARUSO (st. 40)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	14/03/2017	Passage au statut AP / Passaggio allo stato AP	G. VERGNANO (st. 40) C. CARUSO (st. 40)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



CODE DOC	P	R	V	C	3	A	T	S	3	7	8	2	0	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	33	48	02	10	01
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA

-



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété TELT Tous droits réservés – Propriété TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)

SOMMAIRE / INDICE

1. INTRODUZIONE	4
1.1 Descrizione dell'intervento.....	5
1.2 Criteri di progetto e livelli prestazionali.....	10
2. NORMATIVE	11
3. MATERIALI	12
3.1 Calcestruzzo.....	12
3.2 Acciaio per cemento armato	12
4. ANALISI DEI CARICHI.....	13
4.1 Pesi propri	13
4.2 Permanenti	13
4.3 Variabili antropici.....	14
4.4 Vento.....	15
4.5 Neve.....	15
4.6 Ritiro	15
4.7 Azioni termiche	15
4.8 Caratteristiche del terreno	16
5. AZIONE SISMICA	17
5.1 Modi di vibrare e masse partecipanti.....	20
5.2 Modi considerati nell'analisi con spettro di risposta.....	21
6. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO	24
6.1 Casi di carico.....	24
6.2 Combinazioni	26
7. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI (FEM)	31
8. VERIFICHE A SLE.....	33
8.1 Verifica tensioni in esercizio.....	33
8.2 Verifica fessurazione	33
8.3 Verifiche a SLE contenimento del danno	33
9. VERIFICHE A SLU FLESSIONE	33
10. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI.....	34
10.1 PLATEA	35
10.2 SOLETTA (+676,55 m).....	50
10.3 SOLETTA (+680,45 m) sp=100cm.....	65
10.4 SOLETTA (+680,45 m) sp=40cm.....	79
10.5 SOLETTA (+684,35 m).....	94
10.6 SOLETTA (+688,55 m).....	109
10.7 SETTO 1	124
10.8 SETTI RACCORDO 1	140
10.9 SETTI ASCENSORE.....	154
10.10 PILASTRI	170
11. VERIFICHE SPOSTAMENTI D'INTERPIANO	216
12. VERIFICHE GEOTECNICHE.....	219

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

12.1	Calcolo carico limite.....	219
12.2	Calcolo cedimenti.....	223
12.3	PLATEA	224
12.4	Verifica a capacità portante.....	228
12.5	Verifica cedimenti	231

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

1. INTRODUZIONE

Le but de cette note est de dimensionner du bâtiment des visiteurs temporaires à la Centrale de ventilation Maddalena a Chiomonte (TO).

Lo scopo di questa relazione è dimensionare dell'edificio temporaneo dei visitatori presso la Centrale di ventilazione della Maddalena a Chiomonte (TO).

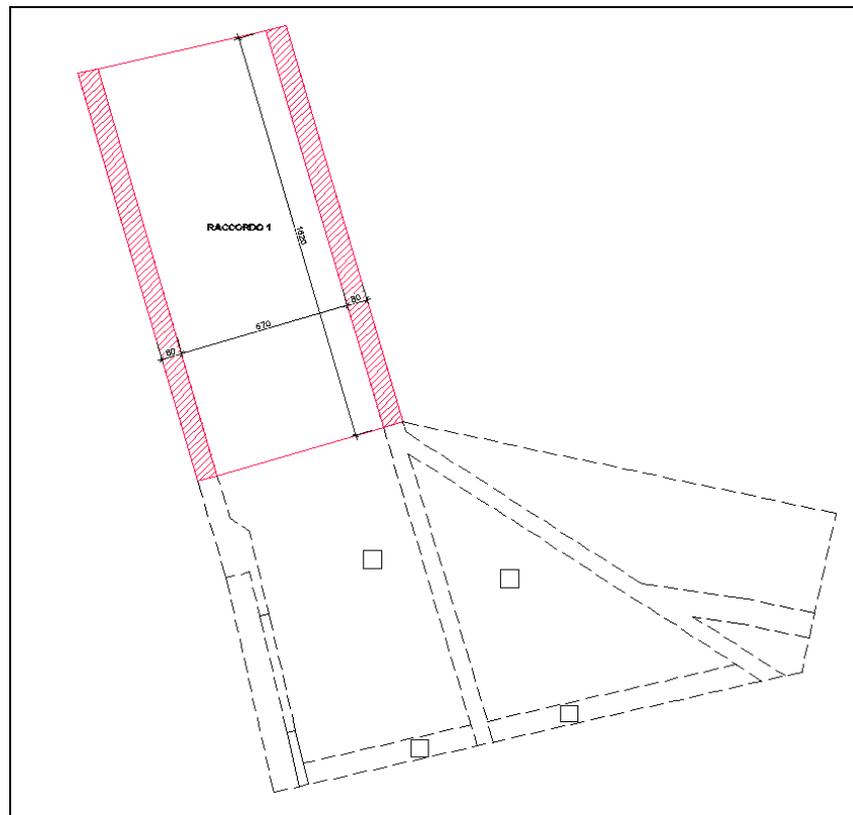
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena
Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

1.1 Descrizione dell'intervento

L'edificio temporaneo dei visitatori che verrà realizzato in corrispondenza del Raccordo 1, per essere successivamente smantellato prima della fine del cantiere, per il completamento della Centrale di ventilazione Maddalena.

Le strutture in oggetto sono realizzate interamente in conglomerato cementizio armato.

L'edificio si sviluppa su una parte della struttura del Raccordo 1 che verrà realizzato parzialmente al fine di poter costruire l'edificio provvisorio dei visitatori, come di seguito rappresentato.

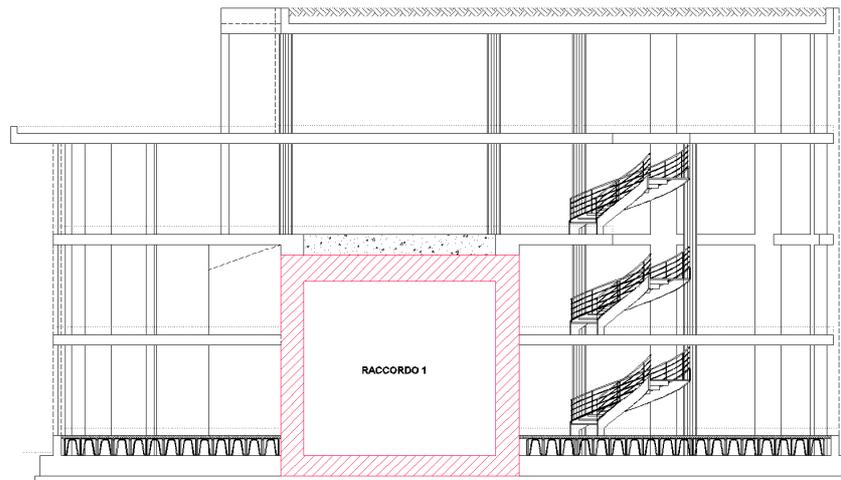


Vista in pianta_Raccordo 1

Verso il completamento del cantiere, la struttura sarà smantellata per lasciare solo la parte di struttura del Raccordo 1 (parte evidenziata in rosso), che sarà completata secondo il progetto della centrale di ventilazione. Per tale motivo la struttura del Raccordo 1 deve essere calcolata e armata sia per la fase transitoria che per la fase definitiva.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

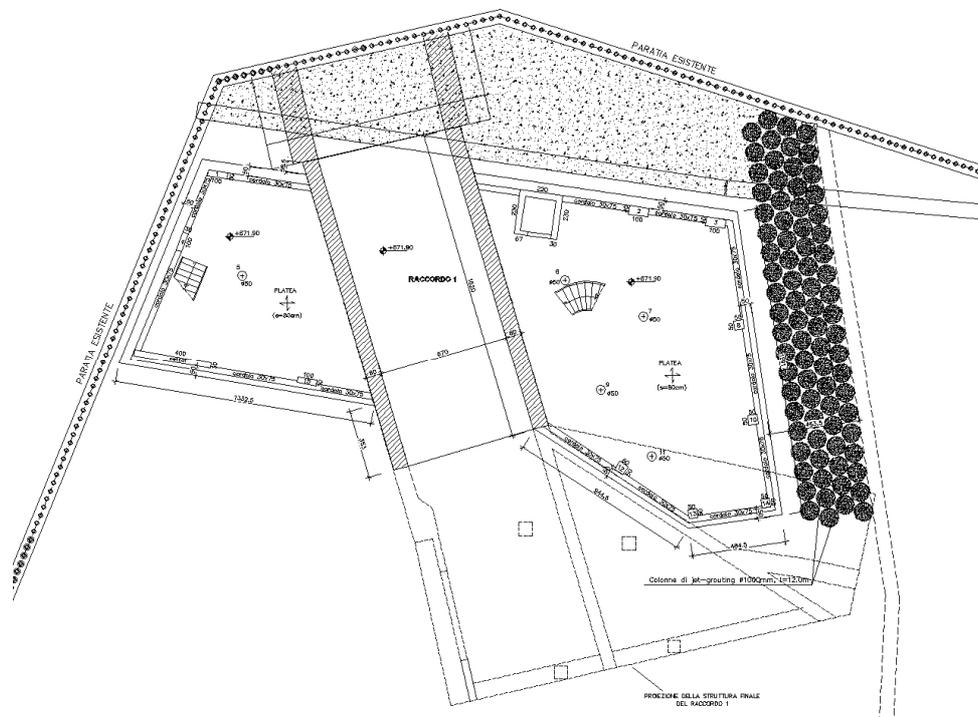


Sezione trasversale

La fondazione è costituita da una platea di spessore 80 cm, mentre i solai hanno spessore 40 cm.

I pilastri interni hanno dimensioni di: 50x50 cm, ϕ 50 cm, 100x40 cm e 100x30 cm.

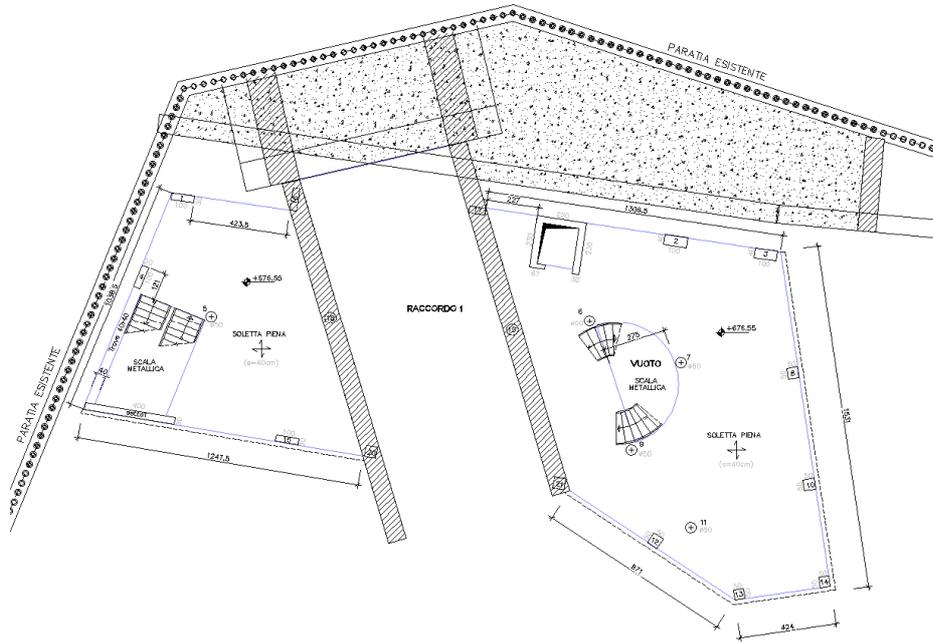
I solai sono collegati tra loro dalla presenza di due scale metalliche e da un vano ascensore con setti di spessore 30 cm.



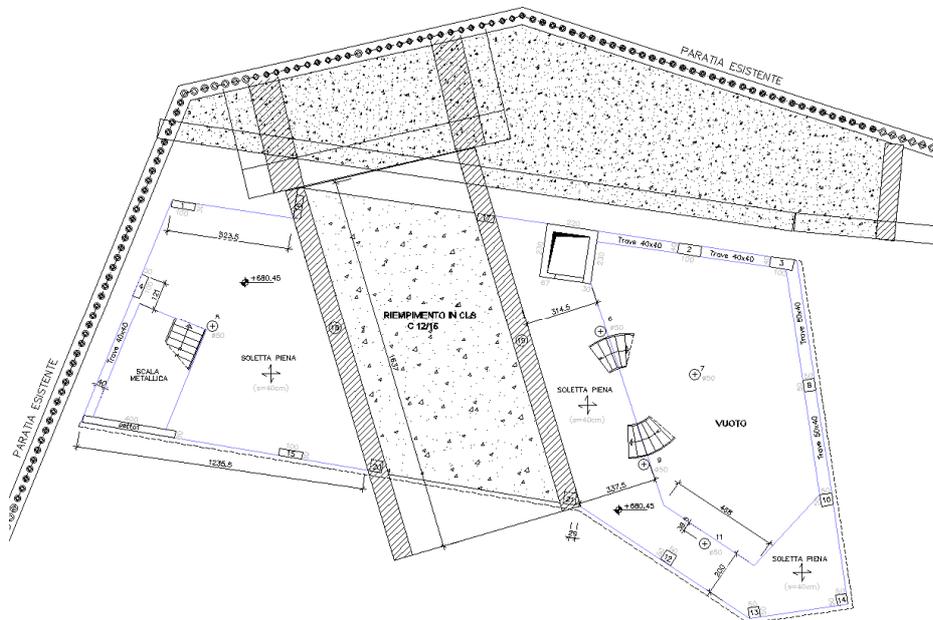
Pianta Fondazione

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



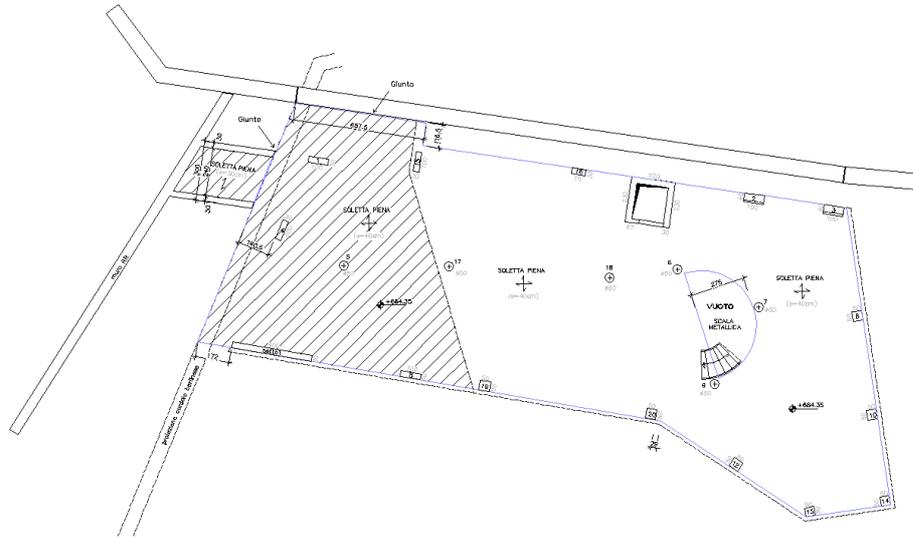
Soletta a quota +676.75



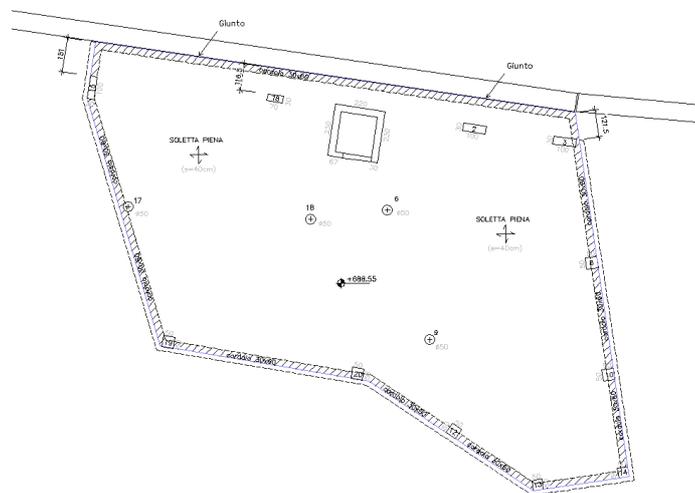
Soletta a quota +680.45

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



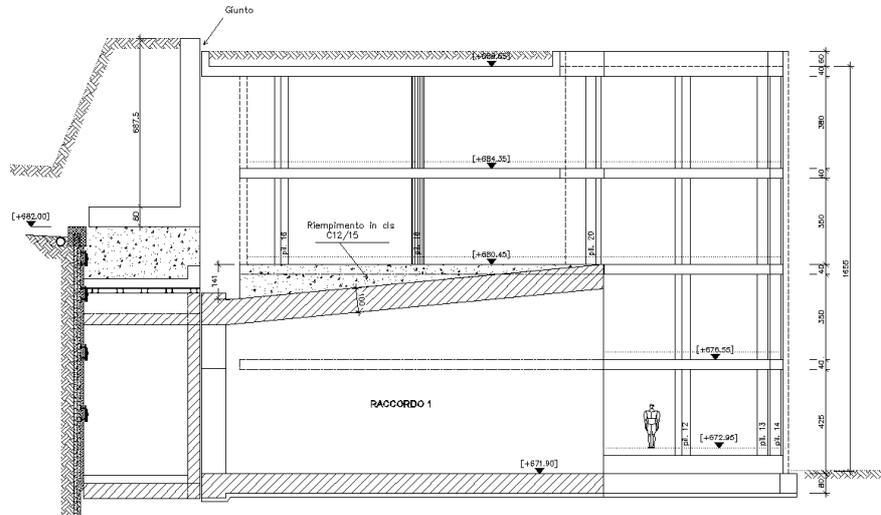
Soletta a quota +684.35



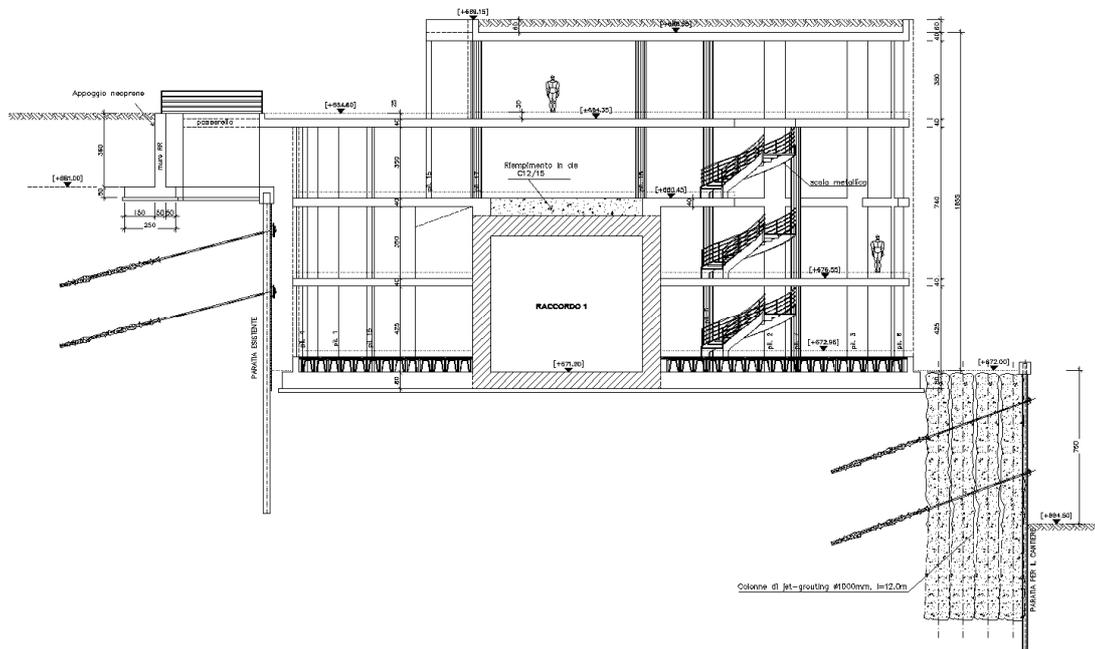
Soletta a quota +688.55

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sezione longitudinale



Sezione trasversale

1.2 Criteri di progetto e livelli prestazionali

Le strutture in oggetto sono realizzate in c.a. gettato in opera di classe C28/35.

Tutte le strutture dovranno rispettare quanto stabilito dalla normativa vigente in quanto classe di esposizione, consistenza e resistenza.

L'analisi strutturale viene effettuata in base alle normative vigenti. In particolare per la definizione dei carichi, le analisi e le verifiche si è fatto riferimento al quadro normativo delineato dal D.M. 14/01/08 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto non riportato sul Decreto sono seguite le indicazioni degli Eurocodici e della Circolare applicativa delle NTC medesime del 02/02/2009.

Le verifiche degli elementi è svolta seguendo il metodo degli Stati Limite.

L'approccio progettuale adottato è quindi il seguente:

- definizione della normativa base di riferimento (sisma, vento, carichi);
- acquisizione dei parametri geologico/geotecnici;
- definizione dei carichi;
- valutazione della sicurezza strutturale (resistenza a SLU, a SLE e a eventi accidentali, come incendio, sisma...);
- valutazione del comportamento in esercizio (durabilità e fessurazione, comfort...).

Per la valutazione delle azioni si è fatto riferimento all'allegato B delle NTC con riferimento alle coordinate dell'area su cui sorgerà il fabbricato.

Per le tipologie strutturali proposte si è stabilito di utilizzare un termine di "vita nominale" uguale a 10 anni essendo un'opera provvisoria.

La "classe d'uso" considerata per la struttura, è la IV.

Si considera un fattore di struttura $q=1,5$; la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura viene eseguita con il programma Straus7 ver.2.4.6. L'interfaccia tra la platea e il terreno è schematizzata tramite molle alla winker.

E' stato verificato il comportamento di insieme delle strutture medesime in condizioni di esercizio ed in condizioni ultime.

La durabilità delle strutture in calcestruzzo armato dovrà essere garantita dallo studio di un mix design per i getti in c.a. che sarà tarato in funzione delle condizioni ambientali del sito e mediante l'adozione di idonei copriferrati.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena
Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

2. NORMATIVE

L'analisi della struttura in oggetto è stata fatta utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

- L. 05/11/1971 n. 1086:** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- L. 02/02/1974 n. 64:** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. 14 gennaio 2008:** “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circ. Min. 02/02/2009 n.617:** “Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- UNI EN 1992-2005:** “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- UNI EN 1997-2005:** “Progettazione geotecnica”;
- UNI EN 1998-2005:** “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;
- UNI EN 206-1-2001:** “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- CNR 10024/84:** “Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

Sottofondazioni

Classe di resistenza:	C12/15
Contenuto minimo di cemento:	150 kg/m ³

Fondazioni, muri, setti, solette e pilastri

Classe di resistenza:	C28/35
Classe di esposizione:	XC2
Modulo elastico:	$E_c = 32.588 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:	$f_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica:	$f_{cm} = 37,05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = 16,46 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (valore medio):	$f_{ctm} = 2,83 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 1,98 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione per flessione:	$f_{ctk} = 2,38 \text{ N/mm}^2$
Copriferro (Platea, Pilastri):	$c = 45 \text{ mm}$
Copriferro (Setti, Solai):	$c = 35 \text{ mm}$

3.2 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

	B450C
Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione:	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$

4. ANALISI DEI CARICHI

4.1 Pesì propri

Peso proprio struttura

I pesi propri della struttura in cemento armato vengono valutati in automatico dal programma di calcolo (assumendo un peso specifico $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$).

Peso proprio solai

Soletta (sp = 40 cm) 10,00 kN/m²

4.2 Permanenti

Permanente fondazione

Permanente: 4,00 kN/m²

Permanente solaio (+676,55)

Permanente su soletta 1,50 kN/m²

Permanente solaio (+680,45)

Permanente su soletta 1,50 kN/m²
Permanente su solaio raccordo 21,00 kN/m²

Permanente solaio (+684,35)

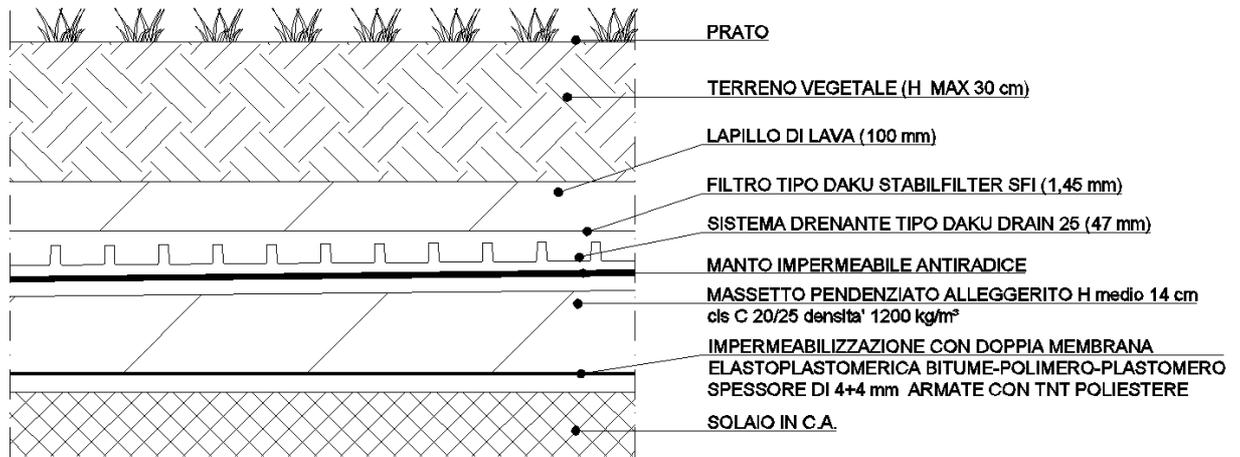
Permanente su soletta 1,50 kN/m²
Permanente su soletta (zona esterna) 5,00 kN/m²

Permanente solaio (+688,55)

Permanente su soletta 9,75 kN/m²
(vedere analisi sottostante):

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Terra di coltura = (0,30 m x 18,00 kN/m ³) =	5,40 kN/m ²
Ghiaia Drenaggio = (0,10 m x 18,00 kN/m ³) =	1,80 kN/m ²
Sistema di drenaggio = (0,05 m x 5,00 kN/m ³) =	0,25 kN/m ²
Membrana antiradice = (0,003 m x 11,25 kN/m ³) =	0,03 kN/m ²
Massetto alleggerito (14 cm) = (0,14 m x 12,00 kN/m ³) =	1,68 kN/m ²
Impermeabilizzazione = (0,008 m x 10,00 kN/m ³) =	0,08 kN/m ²
<u>Impianti appesi =</u>	<u>0,50 kN/m²</u>
Permanente totale =	9,74 kN/m²

4.3 Variabili antropici

Variabile fondazione

Variabile (categoria C) 4,00 kN/m²

Variabile solai

Variabile (categoria C) 4,00 kN/m²

Variabile copertura

Variabile solaio (categoria H) 2,15 kN/m²

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

4.4 Vento

Quota sito	700 m
Zona appartenenza sito	1 (Piemonte)
Periodo di ritorno	50 anni
Classe di rugosità del terreno	C
Categoria di esposizione sito	IV
Quota dal suolo	17,15 m
$c_e(z)$	2,16
q_b	0,391 kN/m ²
p	0,85 kN/m²

4.5 Neve

Quota sito	700 m
Zona	I (Alpina)
q_{sk}	2,68 kN/m ²
c_e	1
c_t	1
α	0°
m_1	0,8
q_s	2,15 kN/m²

4.6 Ritiro

Il ritiro è stato equiparato ad una variazione termica di -30°C.

$$\varepsilon_{cs} = \alpha \times \Delta T$$

$\alpha = 0,00001/^\circ\text{C}$ coefficiente di dilatazione lineare del calcestruzzo introdotto nei modelli

$\Delta T = -30^\circ\text{C}$ variazione termica

$\varepsilon_{cs} = 0,3 \text{ ‰}$ azione da ritiro considerata nei calcoli

Si osserva che l'azione di ritiro considerata è quella che agirebbe se gli elementi strutturali fossero composti da solo conglomerato cementizio gettato in un'unica soluzione. In realtà la presenza delle armature e le fasi costruttive riducono sensibilmente tale valore. A favore di sicurezza, il valore riportato non è stato ridotto.

4.7 Azioni termiche

Le azioni termiche sono state prese in conto considerando una variazione termica di $\pm 10^\circ\text{C}$, relativamente a strutture in c.a. protette.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

4.8 Caratteristiche del terreno

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 30^\circ \quad \text{coesione} = 0 \text{ kN/m}^2$$

I coefficienti di combinazione risultano secondo il DM 14.01.2008:

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

5. AZIONE SISMICA

Ai sensi del par. 3.2 delle NTC 2008 si è proceduto alla definizione di spettri di risposta adeguati. Innanzitutto sono state determinate le coordinate dell'area di interesse pari a 45,129402° latitudine NORD e 6,989686° longitudine EST, quindi sono stati valutati i parametri a_g , F_0 e T^*_c in tali coordinate andando a effettuare una media pesata tra i valori riportati all'allegato B delle NTC per i valori assunti nei 4 vertici del reticolo all'interno dei quali cade il punto di interesse.

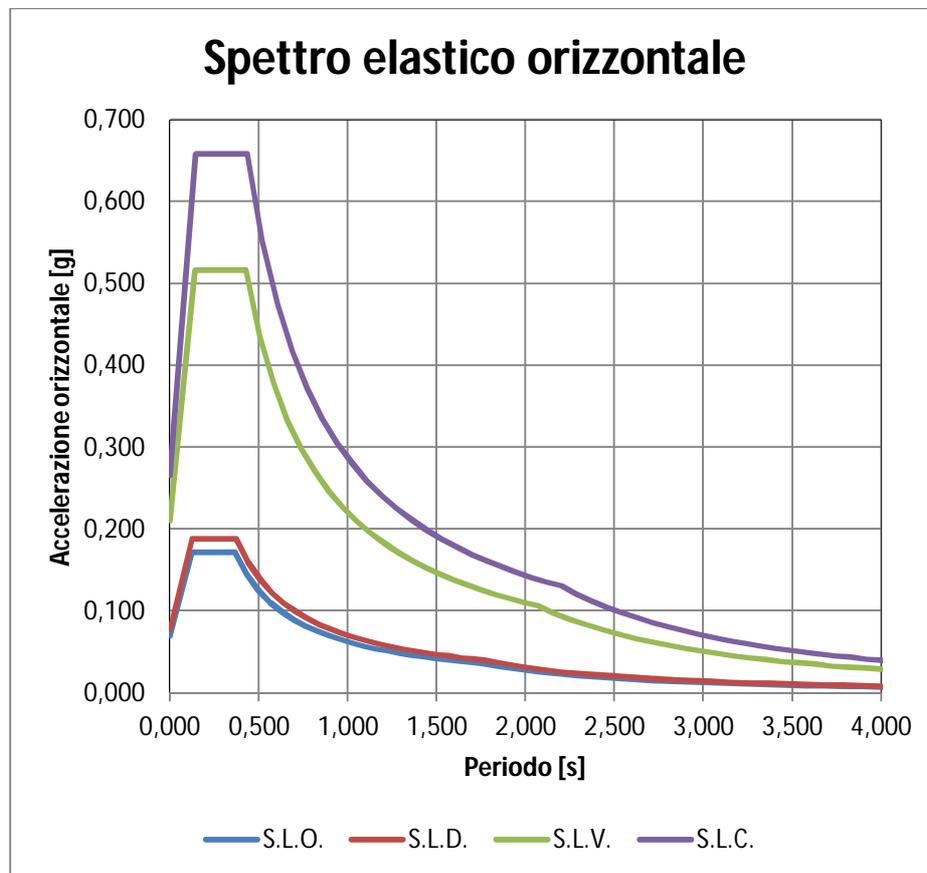


Si considera una vita nominale 10 anni, classe d'uso IV dell'edificio e si classifica il sedime fondale in categoria "C" ai sensi della Tab. 3.2.II delle NTC.

I dati di ingresso per la valutazione degli spettri per i differenti SL sono:

	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	30	0,039	2,436	0,206
SLD	35	0,043	2,428	0,213
SLV	332	0,117	2,452	0,260
SLC	682	0,150	2,476	0,269

Pertanto gli spettri di risposta elastici in accelerazione per i differenti Stati Limite sono i seguenti:



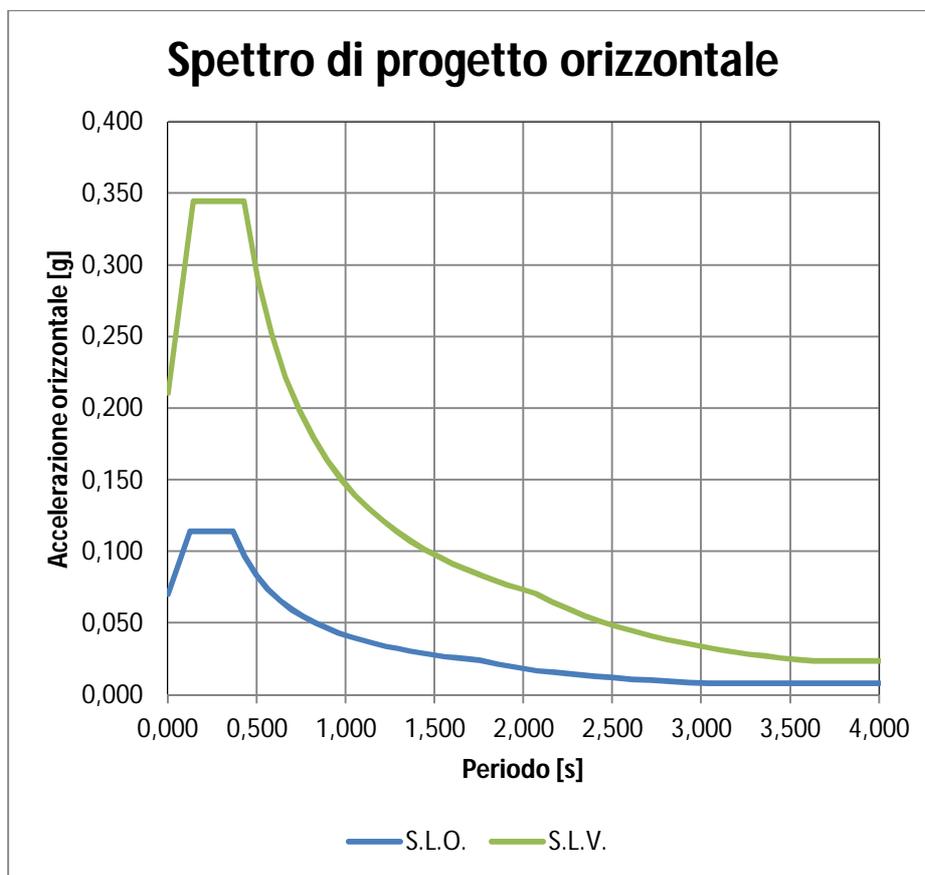
Spettro di risposta elastico orizzontale

Come previsto dalla norma si valuteranno gli spettri di accelerazione relativi ai seguenti due Stati Limite:

- SLO (Stato limite di operatività): assume rilevanza per le verifiche di fruibilità degli impianti e per le verifiche di deformabilità;
- SLV (Stato limite di salvaguardia della vita): equivalente alla verifica di SLU.

La struttura è calcolata eseguendo l'analisi dinamica con fattore di struttura $q = 1,5$ pertanto viene progettata in termini di resistenza e di duttilità, considerando le disposizioni costruttive del cap.7 del TU08.

Di seguito si riportano gli spettri di risposta di progetto per gli Stati Limite impiegati:



Spettro di risposta di progetto orizzontale

Secondo quanto disposto al paragrafo 7.2.6. delle NTC, per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, è stata considerata l'eccentricità accidentale dei carichi pari a 0,05 volte la dimensione delle solette di ogni piano, per sisma agente nelle due direzioni principali.

Centale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

5.1 Modi di vibrare e masse partecipanti

Di seguito si riportano i modi di vibrare della struttura, rispettive le frequenze naturali e la percentuale di massa partecipante nelle tre direzioni (x, y, z).

MODE	PARTICIPATION FOR	TRANSLATIONAL	EXCITATION			
Mode	Frequency	Modal Mass	Modal Stiff	PF-X	PF-Y	PF-Z
	(Hz)	(Eng)	(Eng)	(%)	(%)	(%)
1	1.4718E+00	8.1515E+05	6.9712E+07	7.956	55.194	0.066
2	1.9952E+00	6.8827E+05	1.0817E+08	53.306	8.580	0.050
3	2.2387E+00	5.4297E+05	1.0743E+08	7.576	2.002	0.004
4	4.5148E+00	6.4527E+05	5.1925E+08	4.996	1.875	0.163
5	4.9543E+00	1.0824E+06	1.0489E+09	1.508	2.297	47.677
6	5.2541E+00	1.1074E+06	1.2068E+09	1.406	5.023	45.124
7	6.1438E+00	6.0437E+05	9.0060E+08	0.216	0.000	1.890
8	6.5681E+00	6.0760E+05	1.0348E+09	5.204	0.711	1.311
9	7.2594E+00	3.3650E+05	7.0007E+08	5.340	0.356	1.371
10	7.6664E+00	3.5656E+05	8.2732E+08	0.153	0.762	0.497
11	7.9287E+00	2.6733E+05	6.6345E+08	1.204	0.039	0.205
12	9.3629E+00	8.6822E+04	3.0048E+08	1.960	0.255	0.073
13	9.6744E+00	4.1415E+04	1.5303E+08	0.119	1.061	0.018
14	9.8682E+00	5.1518E+04	1.9806E+08	0.021	1.070	0.221
15	9.9425E+00	6.2257E+04	2.4297E+08	0.106	0.703	0.258
16	1.0137E+01	4.6944E+05	1.9044E+09	0.637	0.272	0.181
17	1.0526E+01	1.5053E+05	6.5845E+08	0.265	1.667	0.352
18	1.1636E+01	5.5375E+05	2.9597E+09	0.284	0.063	0.014
19	1.2217E+01	1.4525E+05	8.5588E+08	0.471	0.821	0.034
20	1.2481E+01	7.1054E+04	4.3700E+08	0.033	0.003	0.001
21	1.2989E+01	3.2677E+04	2.1763E+08	0.066	0.791	0.040
22	1.2995E+01	1.0059E+05	6.7064E+08	0.068	0.295	0.118
23	1.3113E+01	1.9478E+04	1.3223E+08	0.002	0.043	0.032
24	1.3220E+01	3.6252E+04	2.5011E+08	0.000	0.102	0.074
25	1.3992E+01	1.6835E+05	1.3013E+09	0.067	1.874	0.001
26	1.4216E+01	1.3196E+04	1.0528E+08	0.002	0.050	0.005
27	1.4800E+01	9.4904E+04	8.2066E+08	0.003	0.040	0.004
28	1.5264E+01	9.1571E+03	8.4231E+07	0.006	0.037	0.011
29	1.5513E+01	1.2080E+05	1.1476E+09	0.000	0.117	0.000
30	1.6211E+01	6.0115E+03	6.2370E+07	0.005	0.055	0.000
31	1.6416E+01	2.2971E+04	2.4439E+08	0.032	0.270	0.002
32	1.6857E+01	9.6952E+03	1.0877E+08	0.001	0.001	0.014
33	1.7223E+01	7.6888E+04	9.0038E+08	0.018	0.011	0.002
34	1.7290E+01	6.0839E+04	7.1798E+08	0.025	0.048	0.012
35	1.7622E+01	3.4043E+04	4.1736E+08	0.002	0.157	0.001
36	1.7723E+01	6.9995E+04	8.6795E+08	0.017	0.306	0.028
37	1.8103E+01	9.6865E+03	1.2532E+08	0.241	1.318	0.001
38	1.8684E+01	1.0028E+05	1.3820E+09	0.010	0.047	0.000
39	1.8937E+01	1.5151E+04	2.1451E+08	0.236	3.162	0.003
40	1.9002E+01	1.1361E+04	1.6194E+08	0.151	1.651	0.003
41	1.9846E+01	4.1300E+04	6.4218E+08	0.042	0.019	0.004
42	2.0000E+01	6.5232E+04	1.0301E+09	0.010	0.500	0.026
43	2.0257E+01	5.5703E+03	9.0238E+07	0.004	0.051	0.000
44	2.0445E+01	2.5793E+04	4.2564E+08	0.103	0.023	0.000
45	2.0817E+01	5.0691E+03	8.6720E+07	0.006	0.020	0.004
46	2.0949E+01	5.1649E+03	8.9483E+07	0.012	0.022	0.001
47	2.1445E+01	5.4022E+04	9.8082E+08	0.043	0.158	0.000
48	2.1988E+01	9.5022E+04	1.8137E+09	0.009	0.147	0.002
49	2.2426E+01	1.2085E+05	2.3994E+09	0.207	0.591	0.000
50	2.2652E+01	2.9076E+05	5.8897E+09	0.317	0.002	0.000
TOTAL TRANSLATIONAL MASS PARTICIPATION FACTORS				94.463	94.661	99.901

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

5.2 Modi considerati nell'analisi con spettro di risposta

Di seguito si riportano i modi che sono stati presi in considerazione nell'analisi con spettro di risposta per ogni stato limite analizzato.

SLO_Direzione X

EXCITATION CASE 1/6 : "Sisma X SLO"
 DIRECTION VECTOR : (9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO orizzontale elastico (VN=10anni)"

MODAL EXCITATION				
Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	9.228192E-02	5.097057E+03	5.500089E+00	7.956
2	1.249209E-01	1.319327E+04	1.048689E+01	53.306
3	1.405995E-01	4.973762E+03	3.534259E+00	7.576
4	1.715721E-01	4.038877E+03	8.611294E-01	4.996
5	1.715721E-01	2.218985E+03	3.929006E-01	1.508
6	1.715721E-01	2.143060E+03	3.373892E-01	1.406
8	1.715721E-01	4.122097E+03	4.152649E-01	5.204
9	1.715721E-01	4.175602E+03	3.443509E-01	5.340
11	1.715721E-01	1.982438E+03	1.370497E-01	1.204
12	1.589754E-01	2.529555E+03	1.161964E-01	1.960
13	1.561245E-01	6.227315E+02	2.631247E-02	0.119
14	1.544420E-01	2.631765E+02	1.057247E-02	0.021
17	1.491918E-01	9.300238E+02	3.172102E-02	0.265
25	1.296818E-01	4.684579E+02	7.859590E-03	0.067
37	1.162307E-01	8.862462E+02	7.962163E-03	0.241
39	1.142120E-01	8.778021E+02	7.081158E-03	0.236
40	1.140644E-01	7.023743E+02	5.620570E-03	0.151

TOTAL MASS PARTICIPATION				91.554%

SLO_Direzione Y

EXCITATION CASE 2/6 : "Sisma Y SLO"
 DIRECTION VECTOR : (0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLO orizzontale elastico (VN=10anni)"

MODAL EXCITATION				
Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	9.228192E-02	1.342491E+04	1.448643E+01	55.194
2	1.249209E-01	5.293088E+03	4.207297E+00	8.580
3	1.405995E-01	2.556814E+03	1.816823E+00	2.002
4	1.715721E-01	2.474331E+03	5.275524E-01	1.875
5	1.715721E-01	2.738837E+03	4.849473E-01	2.297
6	1.715721E-01	4.049998E+03	6.376046E-01	5.023
8	1.715721E-01	1.524102E+03	1.535398E-01	0.711
9	1.715721E-01	1.077435E+03	8.885323E-02	0.356
11	1.715721E-01	3.552725E+02	2.456065E-02	0.039
12	1.589754E-01	9.124735E+02	4.191493E-02	0.255
13	1.561245E-01	1.861234E+03	7.864329E-02	1.061
14	1.544420E-01	1.869553E+03	7.510470E-02	1.070
17	1.491918E-01	2.332925E+03	7.957081E-02	1.667
25	1.296818E-01	2.473636E+03	4.150163E-02	1.874
37	1.162307E-01	2.074650E+03	1.863895E-02	1.318
39	1.142120E-01	3.213339E+03	2.592175E-02	3.162
40	1.140644E-01	2.321659E+03	1.857848E-02	1.651

TOTAL MASS PARTICIPATION				88.135%

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

SLV (q = 1,5)_Direzione X

EXCITATION CASE 3/6 : "Sisma X SLV q=1,5"
 DIRECTION VECTOR : (9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV orizzontale di progetto q=1,5
 (VN=10anni) "

MODAL EXCITATION				
Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.157185E-01	5.097057E+03	1.285703E+01	7.956
2	2.921891E-01	1.319327E+04	2.452875E+01	53.306
3	3.294262E-01	4.973762E+03	8.280810E+00	7.576
4	3.435494E-01	4.038877E+03	1.724293E+00	4.996
5	3.435494E-01	2.218985E+03	7.867290E-01	1.508
6	3.435494E-01	2.143060E+03	6.755751E-01	1.406
8	3.435494E-01	4.122097E+03	8.315105E-01	5.204
9	3.395599E-01	4.175602E+03	6.815079E-01	5.340
11	3.286391E-01	1.982438E+03	2.625129E-01	1.204
12	3.104960E-01	2.529555E+03	2.269439E-01	1.960
13	3.072662E-01	6.227315E+02	5.178516E-02	0.119
14	3.053600E-01	2.631765E+02	2.090370E-02	0.021
17	2.994122E-01	9.300238E+02	6.366072E-02	0.265
25	2.773093E-01	4.684579E+02	1.680681E-02	0.067
37	2.620706E-01	8.862462E+02	1.795265E-02	0.241
39	2.597836E-01	8.778021E+02	1.610662E-02	0.236
40	2.596164E-01	7.023743E+02	1.279271E-02	0.151
TOTAL MASS PARTICIPATION				91.554%

SLV (q = 1,5)_Direzione Y

EXCITATION CASE 4/6 : "Sisma Y SLV q=1,5"
 DIRECTION VECTOR : (0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV orizzontale di progetto q=1,5
 (VN=10anni) "

MODAL EXCITATION				
Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	2.157185E-01	1.342491E+04	3.386353E+01	55.194
2	2.921891E-01	5.293088E+03	9.840835E+00	8.580
3	3.294262E-01	2.556814E+03	4.256837E+00	2.002
4	3.435494E-01	2.474331E+03	1.056351E+00	1.875
5	3.435494E-01	2.738837E+03	9.710398E-01	2.297
6	3.435494E-01	4.049998E+03	1.276715E+00	5.023
8	3.435494E-01	1.524102E+03	3.074422E-01	0.711
9	3.395599E-01	1.077435E+03	1.758502E-01	0.356
11	3.286391E-01	3.552725E+02	4.704490E-02	0.039
12	3.104960E-01	9.124735E+02	8.186432E-02	0.255
13	3.072662E-01	1.861234E+03	1.547766E-01	1.061
14	3.053600E-01	1.869553E+03	1.484957E-01	1.070
17	2.994122E-01	2.332925E+03	1.596902E-01	1.667
25	2.773093E-01	2.473636E+03	8.874637E-02	1.874
37	2.620706E-01	2.074650E+03	4.202609E-02	1.318
39	2.597836E-01	3.213339E+03	5.896092E-02	3.162
40	2.596164E-01	2.321659E+03	4.228557E-02	1.651
TOTAL MASS PARTICIPATION				88.135%

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

SLV (q = 1)_Direzione X

EXCITATION CASE 5/6 : "Sisma X SLV q=1"
 DIRECTION VECTOR : (9.806650E+00, 0.000000E+00, 0.000000E+00)
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV orizzontale elastico (VN=10anni)"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	3.235777E-01	5.097057E+03	1.928553E+01	7.956
2	4.382836E-01	1.319327E+04	3.679312E+01	53.306
3	4.941394E-01	4.973762E+03	1.242122E+01	7.576
4	5.153242E-01	4.038877E+03	2.586439E+00	4.996
5	5.153242E-01	2.218985E+03	1.180094E+00	1.508
6	5.153242E-01	2.143060E+03	1.013363E+00	1.406
8	5.153242E-01	4.122097E+03	1.247266E+00	5.204
9	5.061958E-01	4.175602E+03	1.015952E+00	5.340
11	4.812083E-01	1.982438E+03	3.843833E-01	1.204
12	4.396953E-01	2.529555E+03	3.213767E-01	1.960
13	4.323053E-01	6.227315E+02	7.285864E-02	0.119
14	4.279438E-01	2.631765E+02	2.929529E-02	0.021
17	4.143347E-01	9.300238E+02	8.809542E-02	0.265
25	3.637615E-01	4.684579E+02	2.204639E-02	0.067
37	3.288940E-01	8.862462E+02	2.253026E-02	0.241
39	3.236613E-01	8.778021E+02	2.006704E-02	0.236
40	3.232786E-01	7.023743E+02	1.592969E-02	0.151

 TOTAL MASS PARTICIPATION 91.554%

SLV (q = 1)_Direzione Y

EXCITATION CASE 6/6 : "Sisma Y SLV q=1"
 DIRECTION VECTOR : (0.000000E+00, 9.806650E+00, 0.000000E+00)
 SPECTRAL TABLE : "Sisma SLV orizzontale elastico (VN=10anni)"

MODAL EXCITATION

Mode	Spectral Value	Excitation	Amplitude	Participation (%)
1	3.235777E-01	1.342491E+04	5.079529E+01	55.194
2	4.382836E-01	5.293088E+03	1.476125E+01	8.580
3	4.941394E-01	2.556814E+03	6.385256E+00	2.002
4	5.153242E-01	2.474331E+03	1.584526E+00	1.875
5	5.153242E-01	2.738837E+03	1.456560E+00	2.297
6	5.153242E-01	4.049998E+03	1.915073E+00	5.023
8	5.153242E-01	1.524102E+03	4.611634E-01	0.711
9	5.061958E-01	1.077435E+03	2.621471E-01	0.356
11	4.812083E-01	3.552725E+02	6.888527E-02	0.039
12	4.396953E-01	9.124735E+02	1.159286E-01	0.255
13	4.323053E-01	1.861234E+03	2.177615E-01	1.061
14	4.279438E-01	1.869553E+03	2.081079E-01	1.070
17	4.143347E-01	2.332925E+03	2.209836E-01	1.667
25	3.637615E-01	2.473636E+03	1.164134E-01	1.874
37	3.288940E-01	2.074650E+03	5.274201E-02	1.318
39	3.236613E-01	3.213339E+03	7.345870E-02	3.162
40	3.232786E-01	2.321659E+03	5.265469E-02	1.651

 TOTAL MASS PARTICIPATION 88.135%

6. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO

6.1 Casi di carico

I carichi agenti sulla struttura sono combinati secondo quanto prescritto dalle norme tecniche ed in particolare:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Per ciascun tipo di combinazione sono state valutate diverse situazioni di carico, al fine di valutare e verificare la condizione di carico peggiore a cui la struttura può essere sottoposta.

Secondo le indicazioni riportate dalle Norme tecniche sono stati utilizzati i coefficienti parziali di sicurezza riportati nelle seguenti tabelle.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

6.2 Combinazioni

Si riportano i coefficienti introdotti nel programma al fine di realizzare le combinazioni di carico richieste dalla normativa.

COMBINAZIONI SLU

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
Peso proprio	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Murature/vetrate	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Neve	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Vento +X	1,5	-1,5	0	0	0	1,5	-1,5	0	0
Vento +Y	0	0	1,5	-1,5	0	0	0	1,5	-1,5
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

	U10	U11	U12	U13	U14	U15	U16	U17	U18
Peso proprio	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Permanente	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Murature/vetrate	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Neve	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
Vento +X	1,5	-1,5	0	0	0	1,5	-1,5	0	0
Vento +Y	0	0	1,5	-1,5	0	0	0	1,5	-1,5
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

COMBINAZIONI SLO

	SLO1	SLO2	SLO3	SLO4	SLO5	SLO6	SLO7	SLO8	SLO9	SLO10	SLO11	SLO12	SLO13	SLO14	SLO15	SLO16
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Murature/vetrate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma X SLO	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Torcente sisma Y SLO	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Torcente sisma X SLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma Y SLV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLO	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Sisma Y SLO	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Sisma X SLV q=1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

COMBINAZIONI SLV (q = 1,5)

	V1 q=1,5	V2 q=1,5	V3 q=1,5	V4 q=1,5	V5 q=1,5	V6 q=1,5	V7 q=1,5	V8 q=1,5	V9 q=1,5	V10 q=1,5	V11 q=1,5	V12 q=1,5	V13 q=1,5	V14 q=1,5	V15 q=1,5	V16 q=1,5
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Murature/vetrate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma X SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma Y SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma X SLV	0,67	0,67	0,67	0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67	0,20	0,20	0,20	0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20
Torcente sisma Y SLV	0,20	0,20	0,20	0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	0,67	0,67	0,67	0,67	-0,67	-0,67	-0,67	-0,67
Sisma X SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1,5	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Sisma Y SLV q=1,5	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
Sisma X SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

COMBINAZIONI SLV (q = 1)

	V1 q=1	V2 q=1	V3 q=1	V4 q=1	V5 q=1	V6 q=1	V7 q=1	V8 q=1	V9 q=1	V10 q=1	V11 q=1	V12 q=1	V13 q=1	V14 q=1	V15 q=1	V16 q=1
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Murature/vetrate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Neve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vento +Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma X SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma Y SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torcente sisma X SLV	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Torcente sisma Y SLV	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Sisma X SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma Y SLV q=1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisma X SLV q=1	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Sisma Y SLV q=1	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

COMBINAZIONI SLE RARA

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Murature/vetrate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Neve	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Vento +X	1	-1	0	0	0	1	-1	0	0	1	-1	0	0	0	1	-1	0	0
Vento +Y	0	0	1	-1	0	0	0	1	-1	0	0	1	-1	0	0	0	1	-1
Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Termico	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6

COMBINAZIONI SLE FREQUENTE

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18
Peso proprio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Permanente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Murature/vetrate	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Variabile (cat.C)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0	0	0	0
Neve	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0	0	0	0
Vento +X	0,2	-0,2	0	0	0	0,2	-0,2	0	0	0,2	-0,2	0	0	0	0,2	-0,2	0	0
Vento +Y	0	0	0,2	-0,2	0	0	0	0,2	-0,2	0	0	0,2	-0,2	0	0	0	0,2	-0,2
Ritiro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Termico	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5

COMBINAZIONI SLE QUASI PERMANENTE

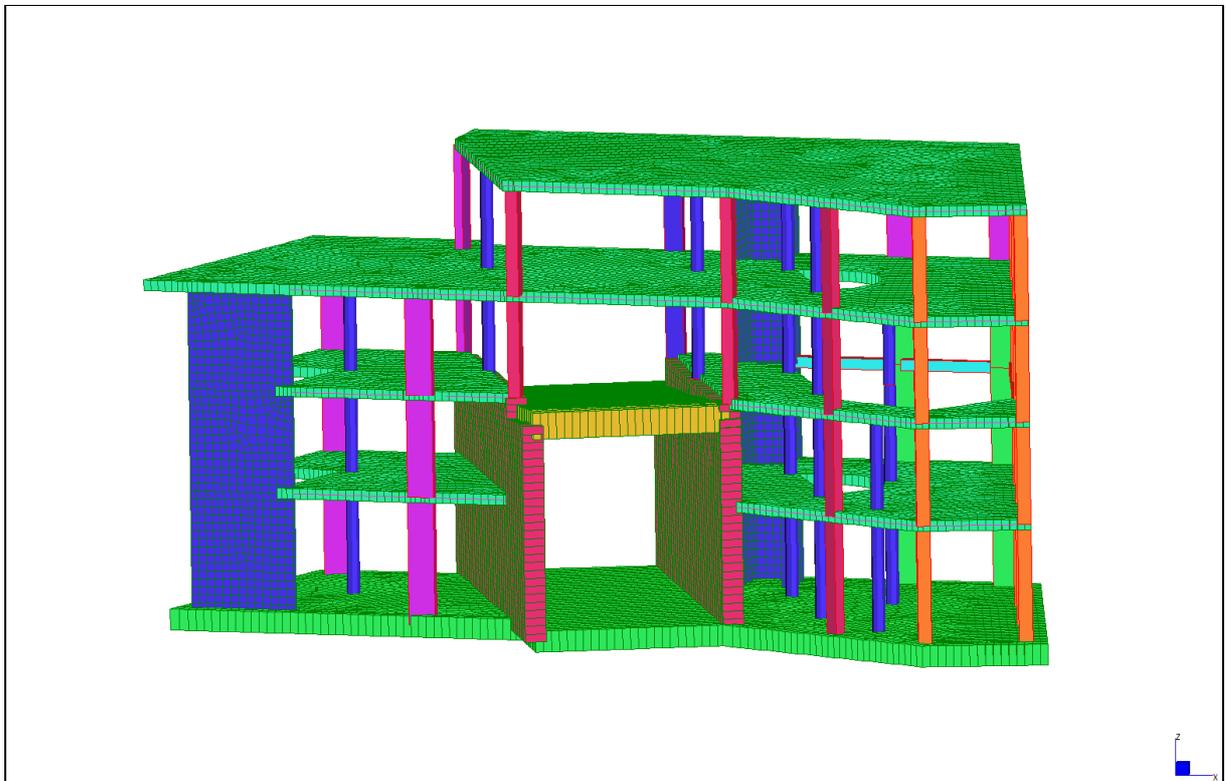
	QP1	QP2
Peso proprio	1	1
Permanente	1	1
Murature/vetrate	1	1
Variabile (cat.C)	0,6	0
Neve	0	0
Vento +X	0	0
Vento +Y	0	0
Ritiro	1	1
Termico	0	0

7. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI (FEM)

É stata effettuata una modellazione tridimensionale agli elementi finiti separatamente del dalla centrale di ventilazione, in quanto sono previsti giunti strutturali tra essi e le strutture adiacenti. L'interfaccia tra struttura e terreno è stata modellata con molle alla Winkler verticali ($k_{w,v} = 10000 \text{ kPa/m}$).

La modellazione è effettuata con il programma Straus7 prodotto, distribuito ed assistito dalla HSH s.r.l., con sede a Padova via Tommaseo 13.

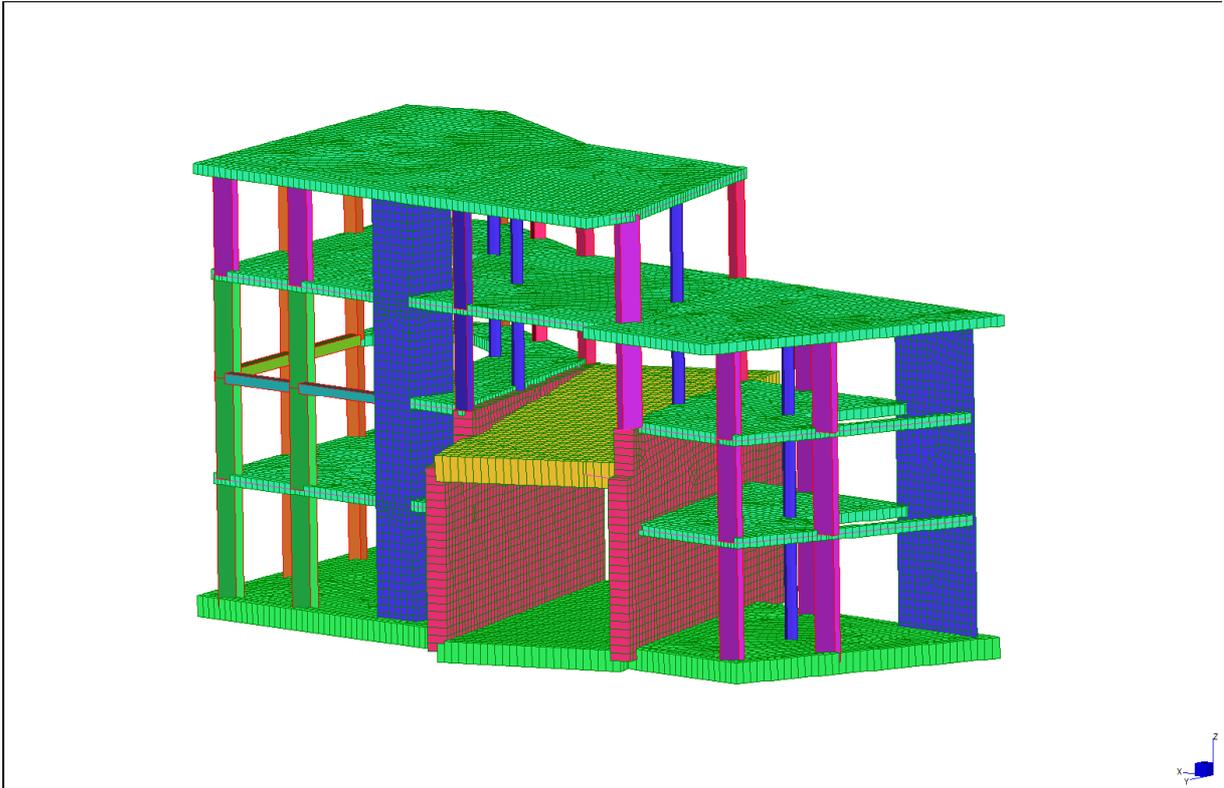
Si riportano di seguito alcune viste del modello realizzato.



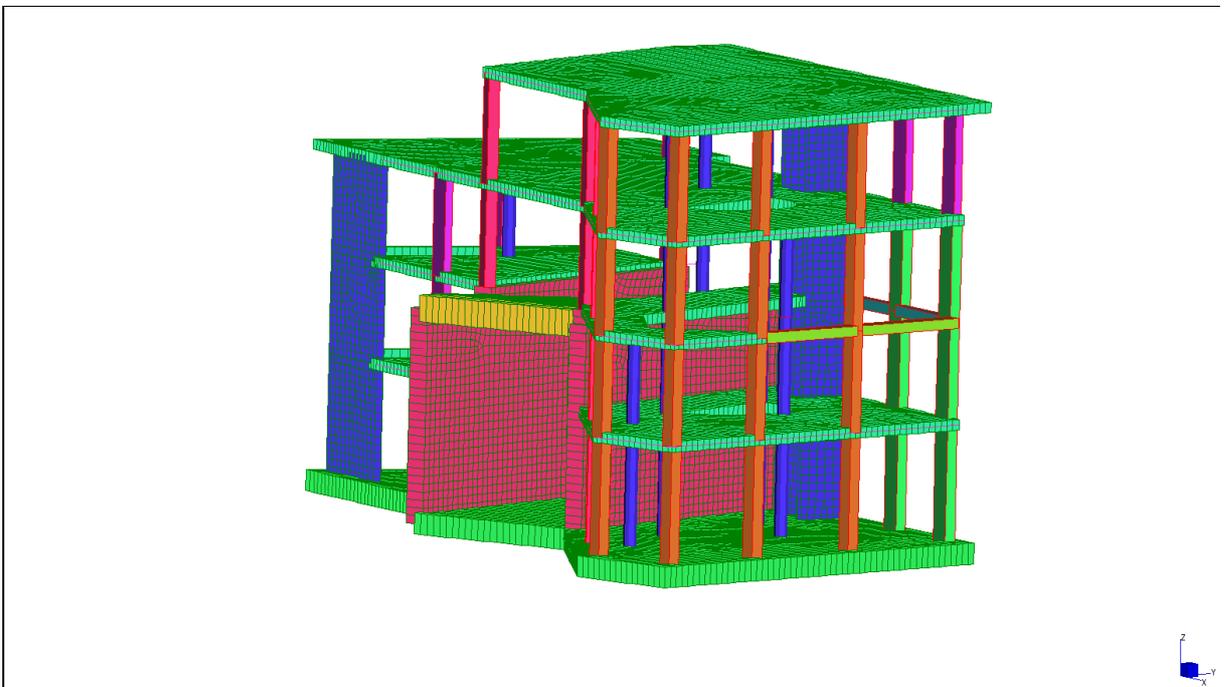
Modello globale_(vista anteriore)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Modello globale (vista posteriore)



Modello globale (vista laterale)

8. VERIFICHE A SLE

8.1 Verifica tensioni in esercizio

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo non eccedano le seguenti quantità:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \quad [\text{combinazione rara}]$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \quad [\text{combinazione quasi permanente}]$$

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \quad [\text{combinazione rara}]$$

8.2 Verifica fessurazione

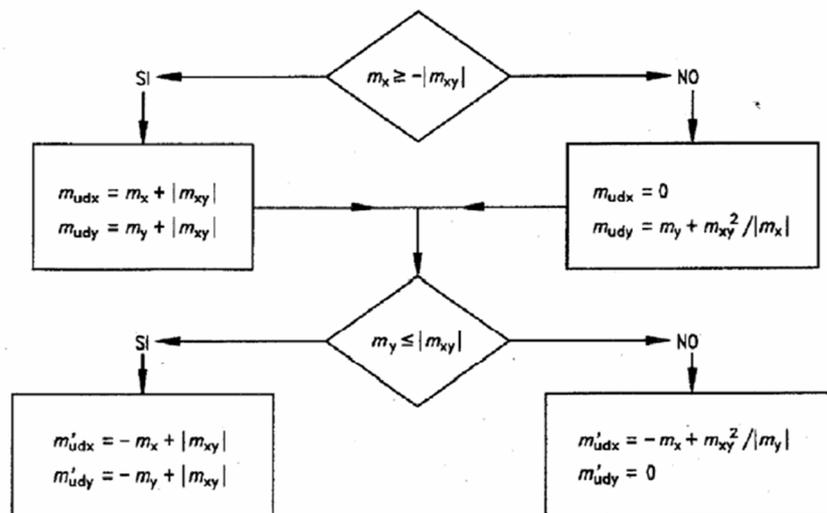
Si verifica che l'apertura delle fessure nella combinazione frequente sia minore di 0,40 mm e nella combinazione quasi permanente sia minore di 0,30 mm.

8.3 Verifiche a SLE contenimento del danno

Per evitare che l'azione sismica di progetto (SLO) produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile il T.U. impone una verifica agli spostamenti di interpiano.

9. VERIFICHE A SLU FLESSIONE

I momenti di calcolo nelle due direzioni, tra loro ortogonali, si determinano in base alle formule fornite dal flow chart dell'EC2:



Il programma F.E.M. ha implementato al suo interno tale diagramma di flusso ed è in grado di restituire i momenti sollecitanti tenendo conto dei momenti torcenti (momenti di Wood-Armer).

10. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi principali componenti la struttura:

- 1) PLATEA sp = 80 cm;
- 2) SOLETTA (+ 676,75 m) sp = 40 cm;
- 3) SOLETTA (+ 680,45 m) sp = 40/100 cm;
- 4) SOLETTA (+ 684,35 m) sp = 40 cm;
- 5) SOLETTA (+ 688,55 m) sp = 40 cm;
- 6) SETTO 1 sp = 30 cm;
- 7) SETTI RACCORDO 1 sp = 80 cm;
- 8) SETTI ASCENSORE sp = 30 cm;
- 9) PILASTRI

10.1 PLATEA

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella platea di fondazione in esame restituite dal modello relativamente agli involuipi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

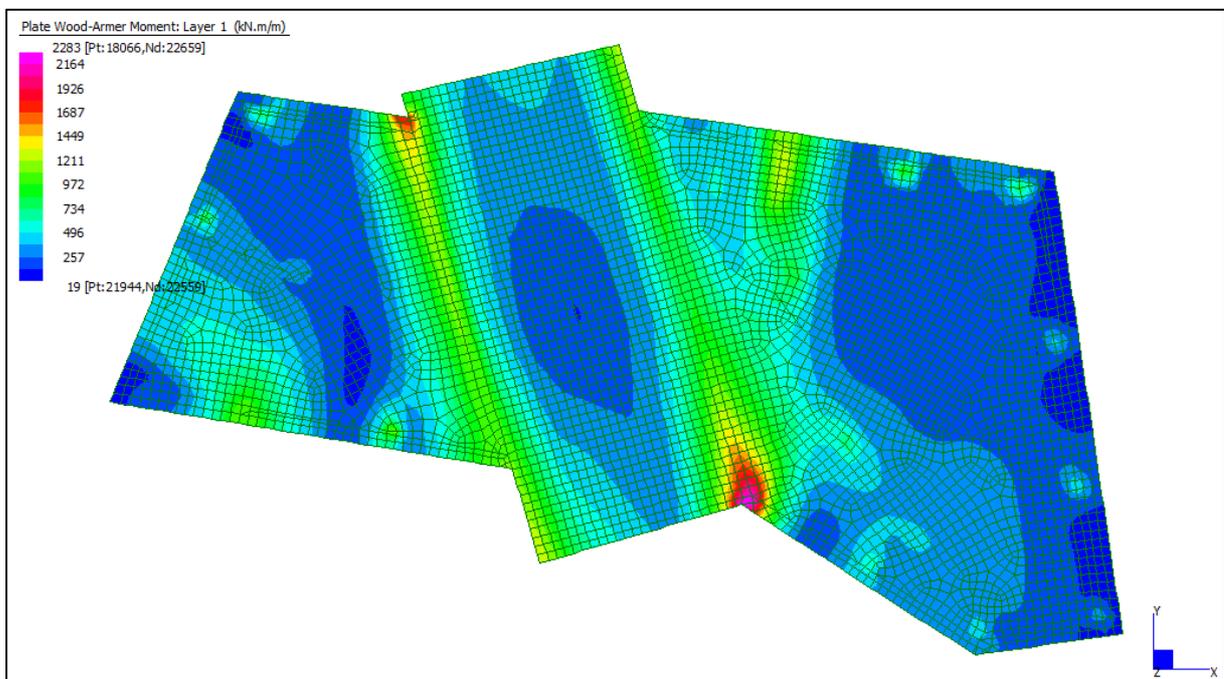
In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Le sollecitazioni a SLU derivano dall'involuppo delle sollecitazioni ottenute considerando uno spettro sismico elastico ($q=1$).

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

Grafici di combinazione di SLU

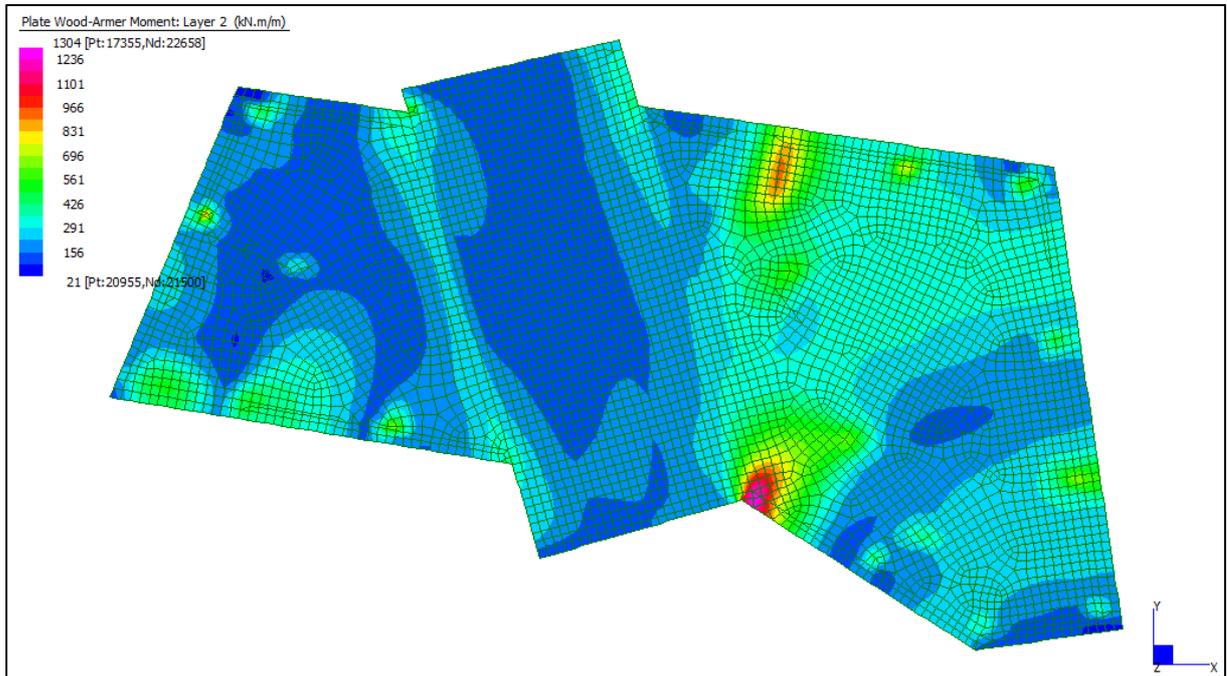


Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.U.)

NOTA: per direzione xx si intende la direzione ortogonale allo sviluppo del raccordo in fase definitiva.

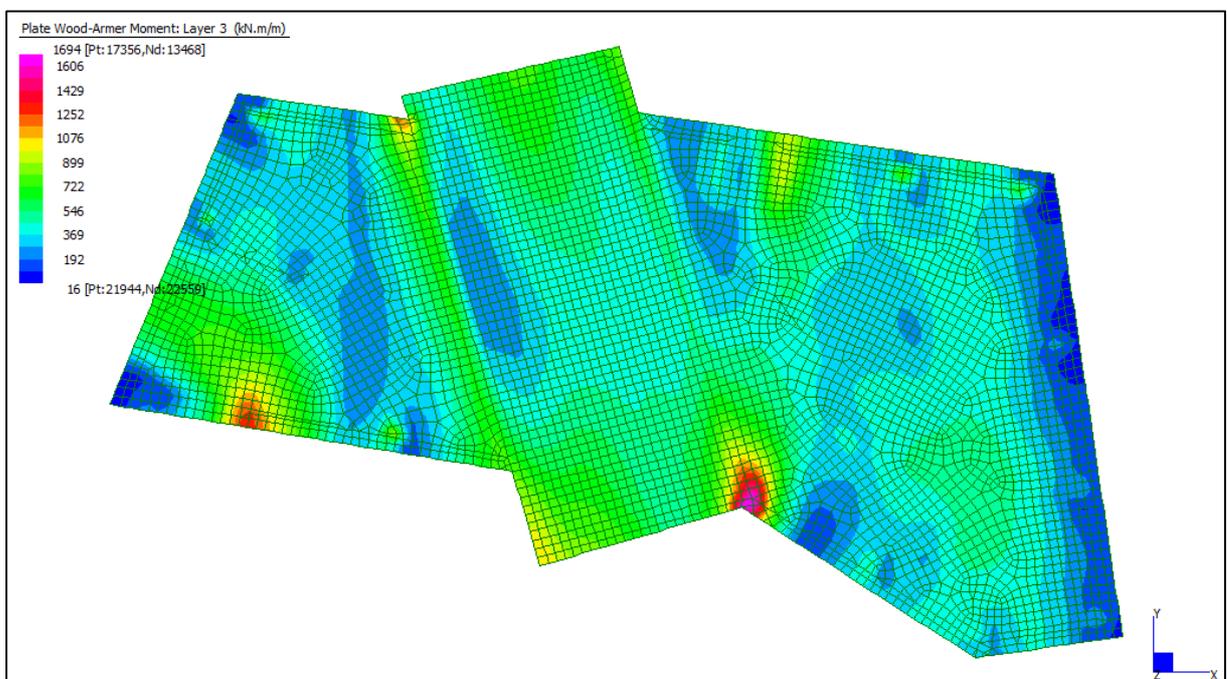
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.U.)

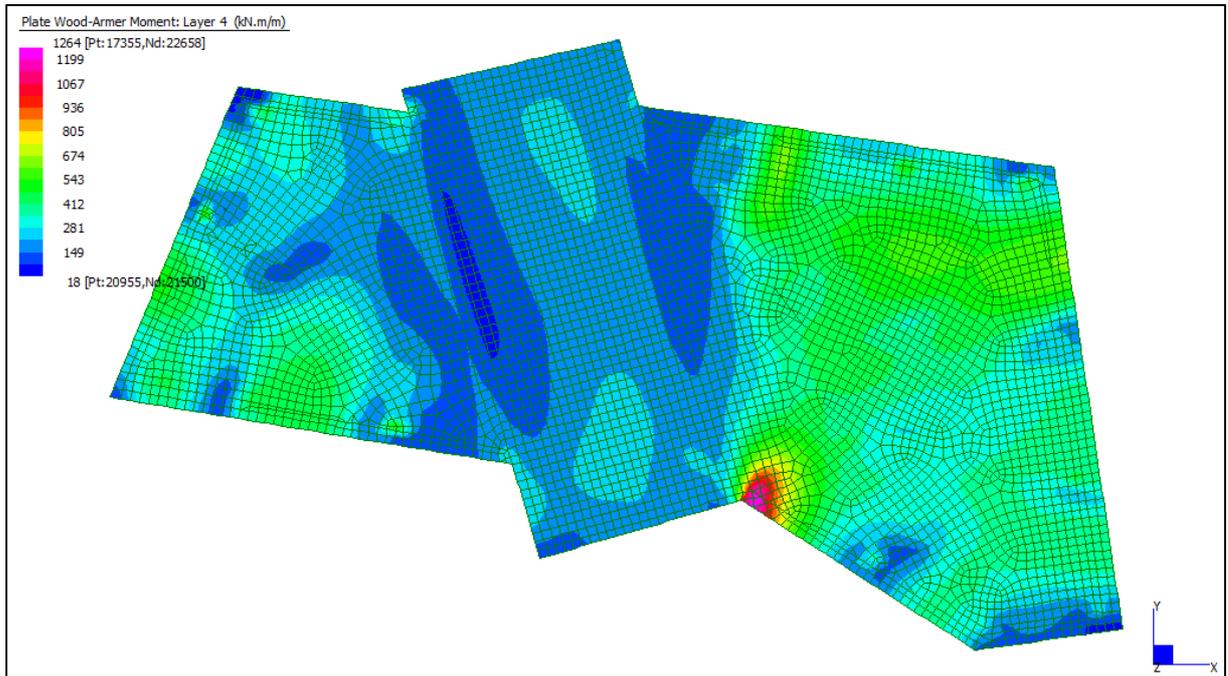
NOTA: per direzione yy si intende la direzione parallela allo sviluppo del raccordo in fase definitiva.



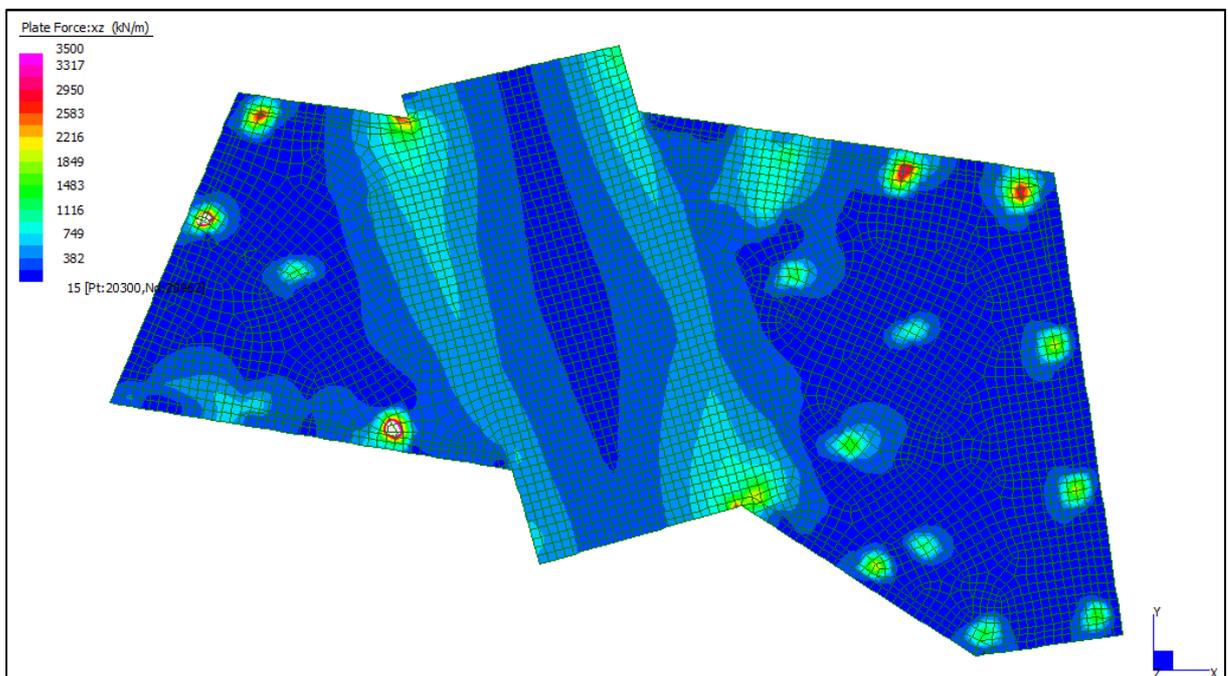
Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



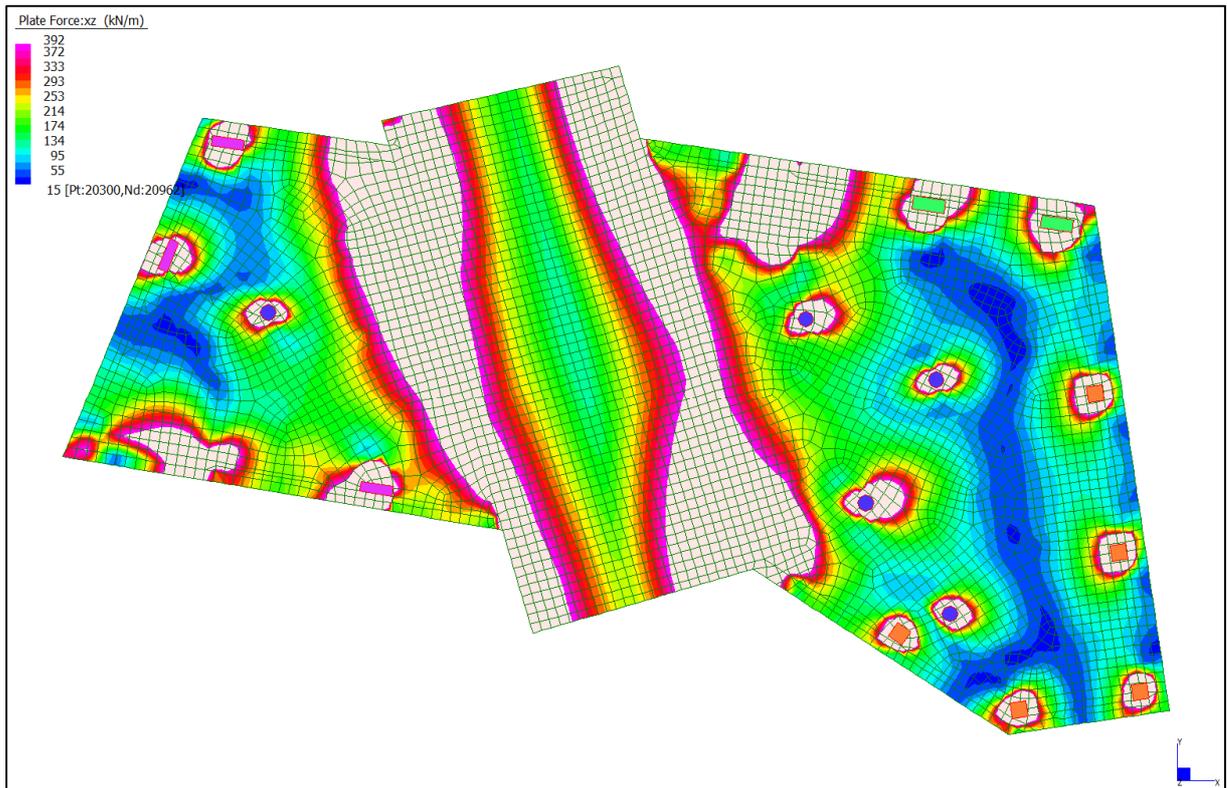
Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.U.)



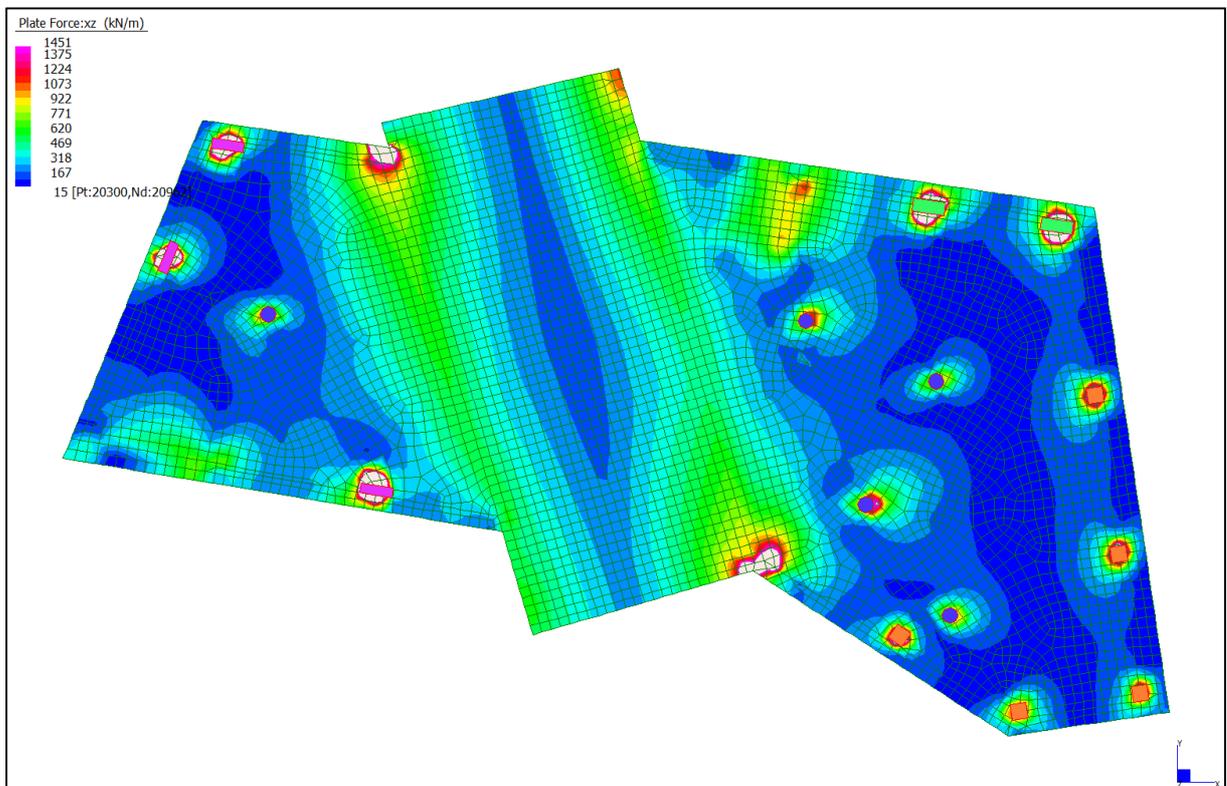
Sforzo di taglio V_{ZX} Locale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



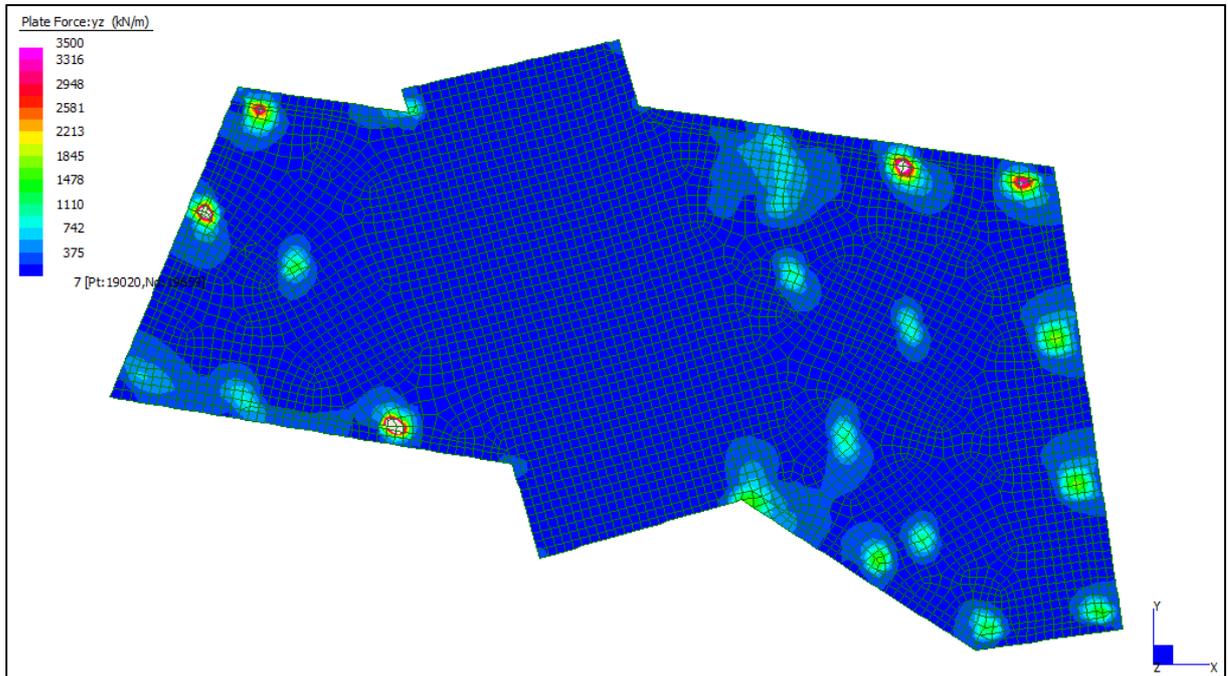
Sforzo di taglio V_{ZX} Locale (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}



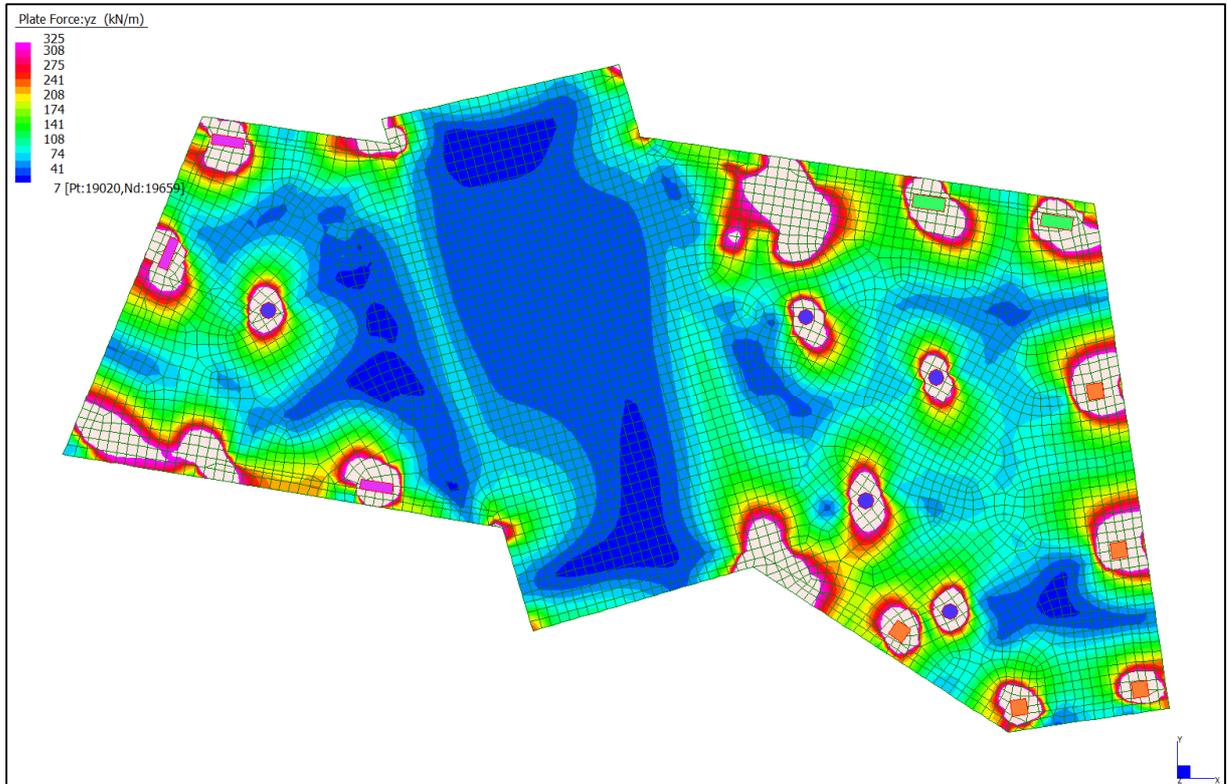
Sforzo di taglio V_{ZX} Locale (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 12/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



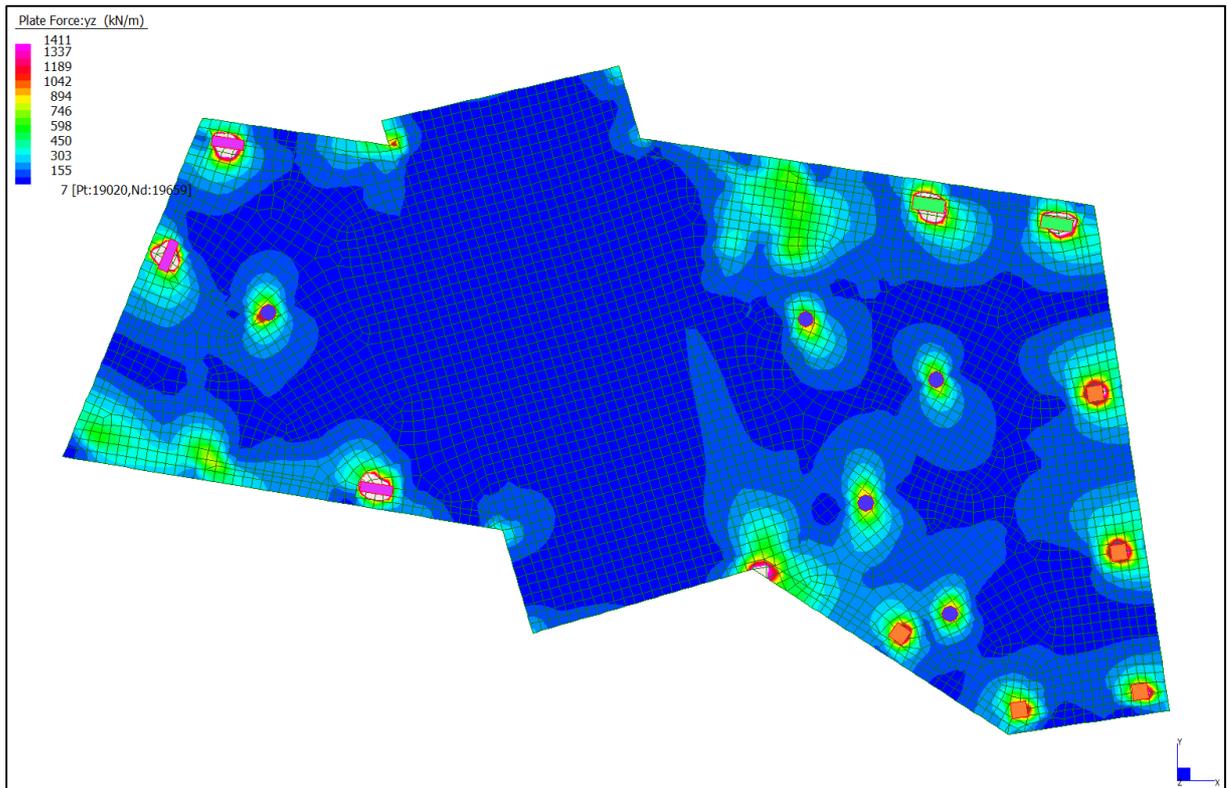
Sforzo di taglio V_{YZ} Locale (S.L.U.)



Sforzo di taglio V_{YZ} Locale (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}

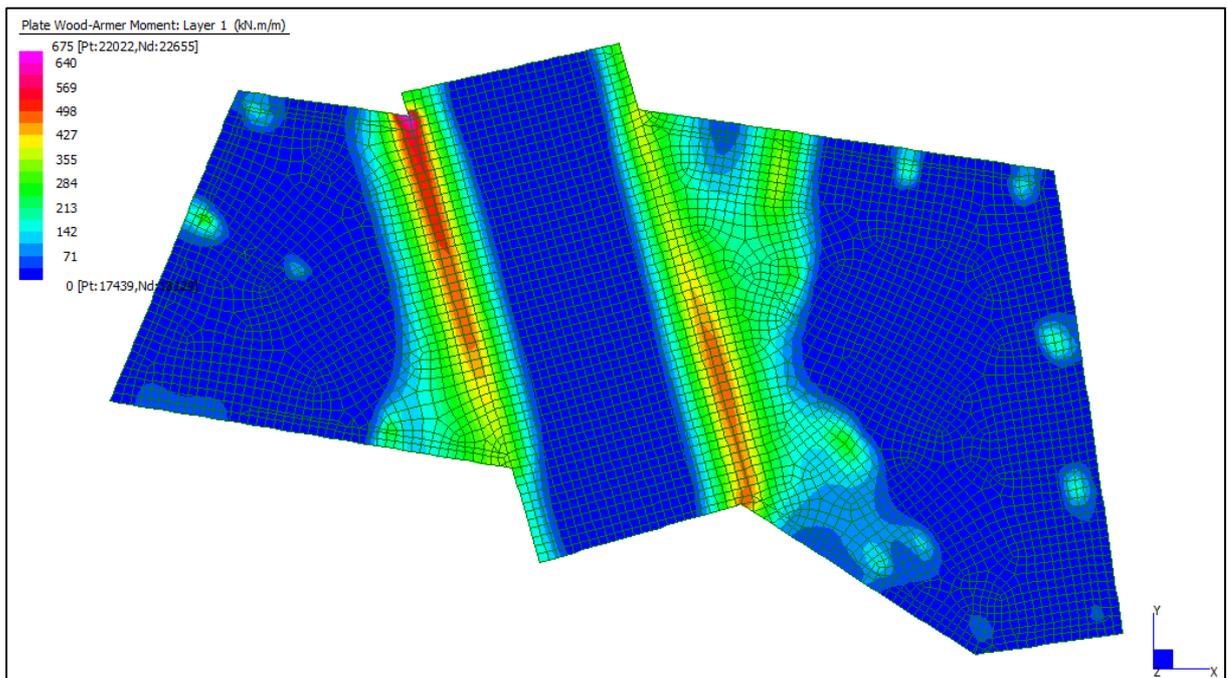
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio V_{YZ} Locale (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 12/20/20$)

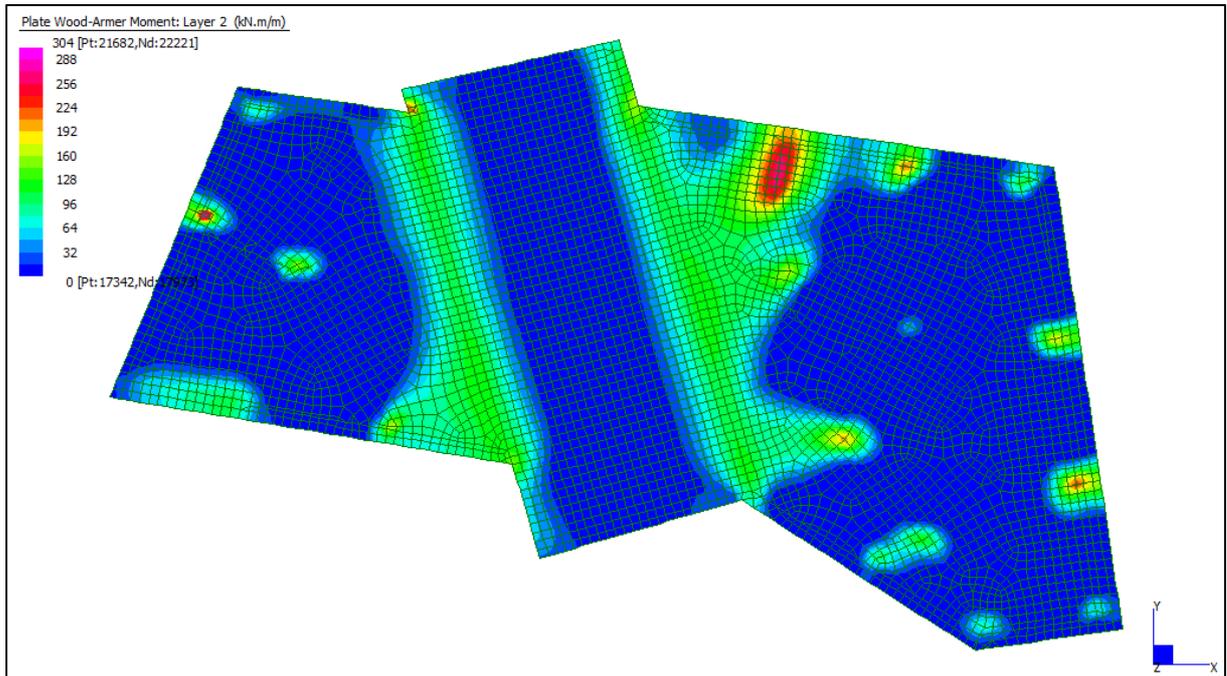
Grafici di combinazione RARA



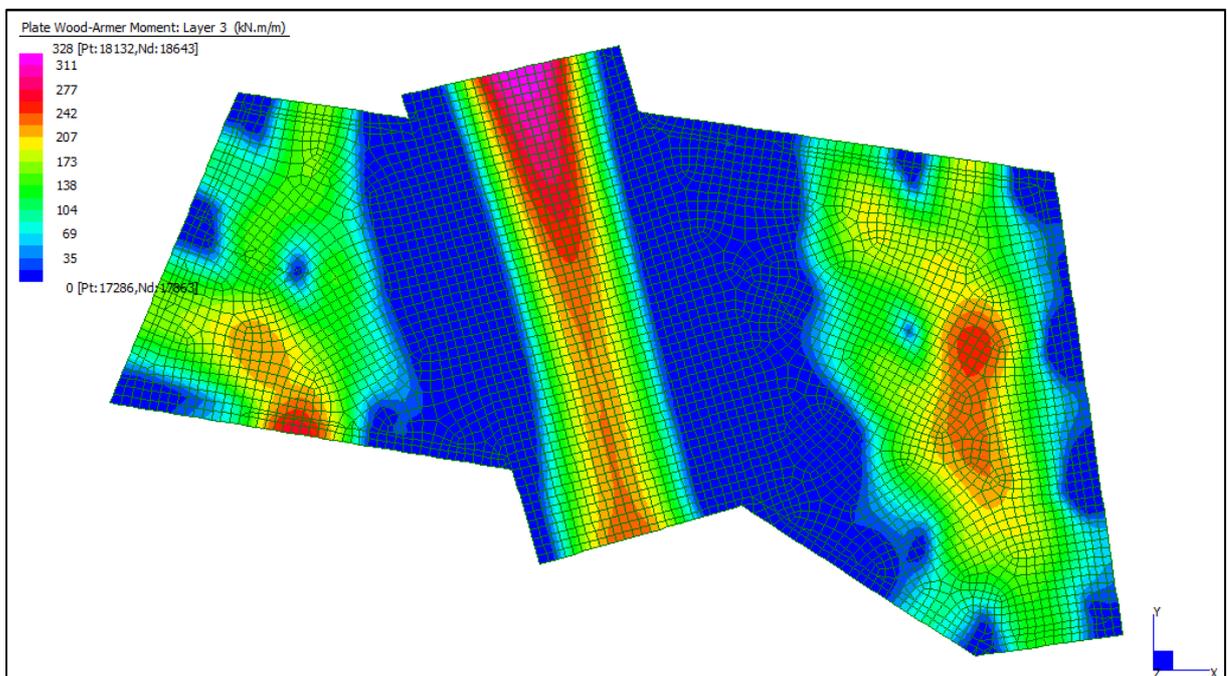
Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



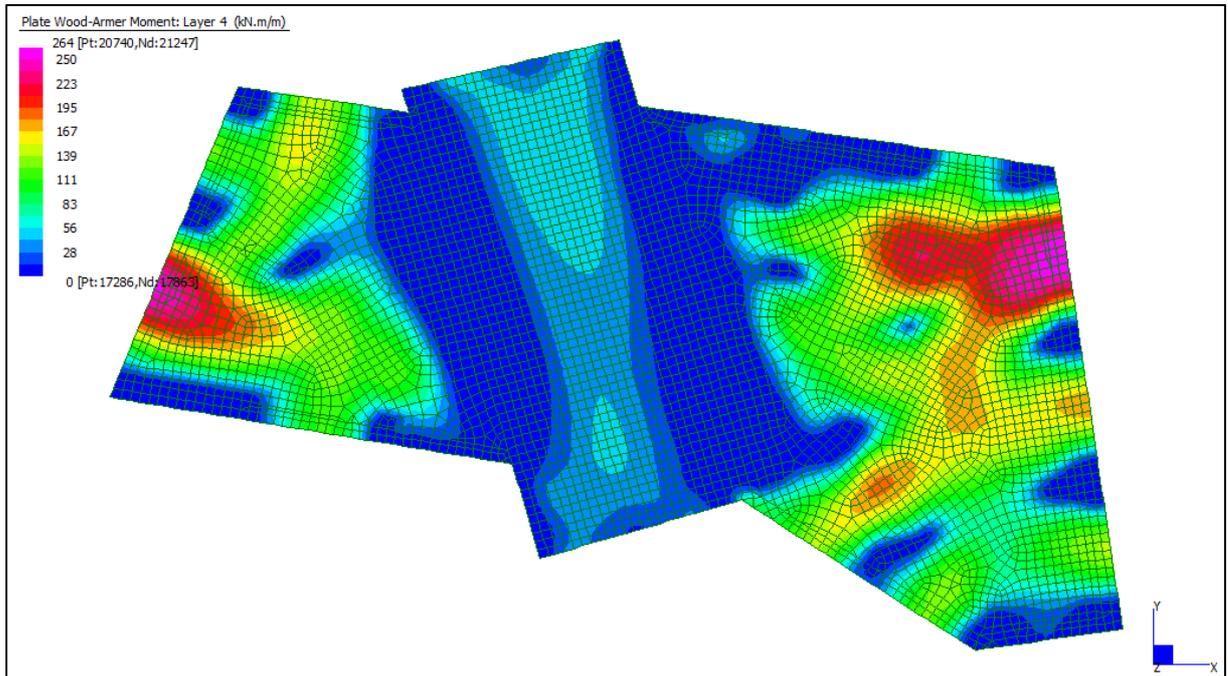
Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.E. Rara)



Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.E. Rara)

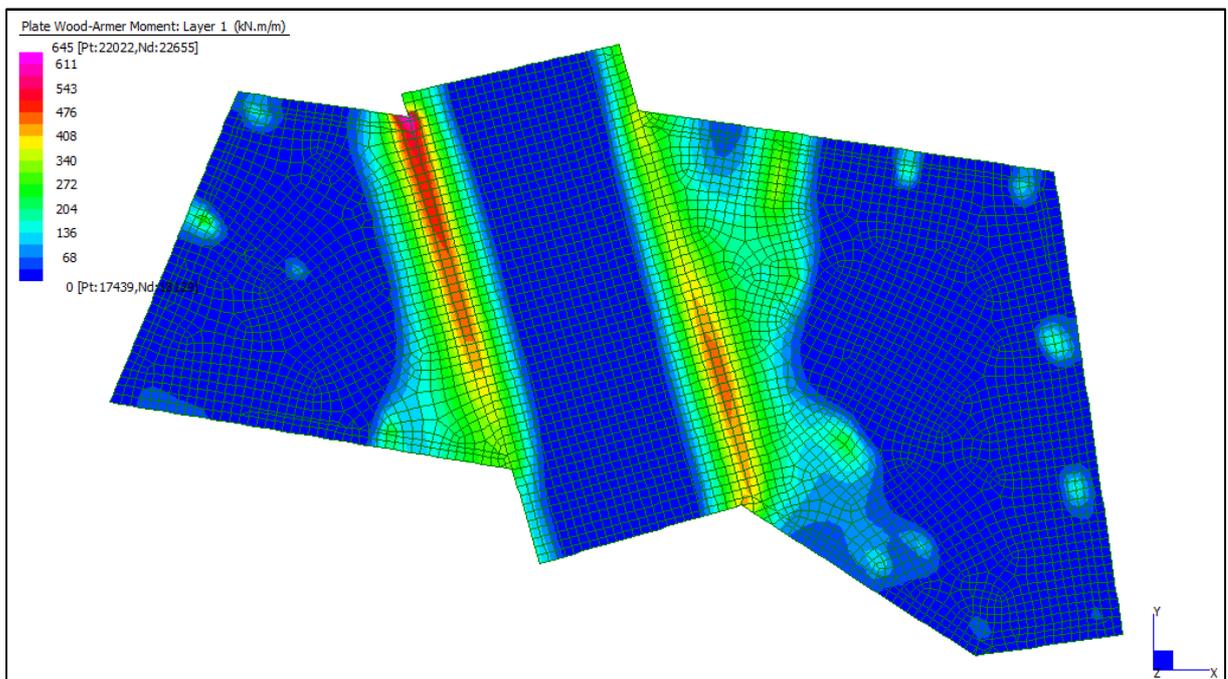
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.E. Rara)

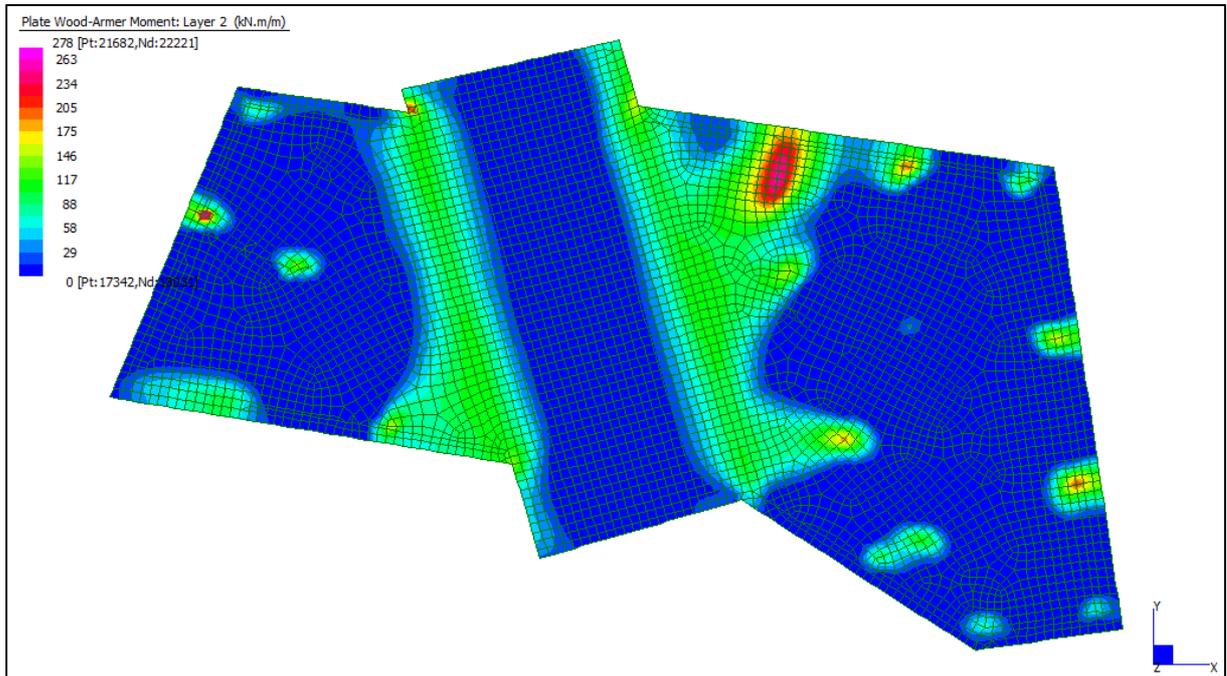
Grafici di combinazione FREQUENTE



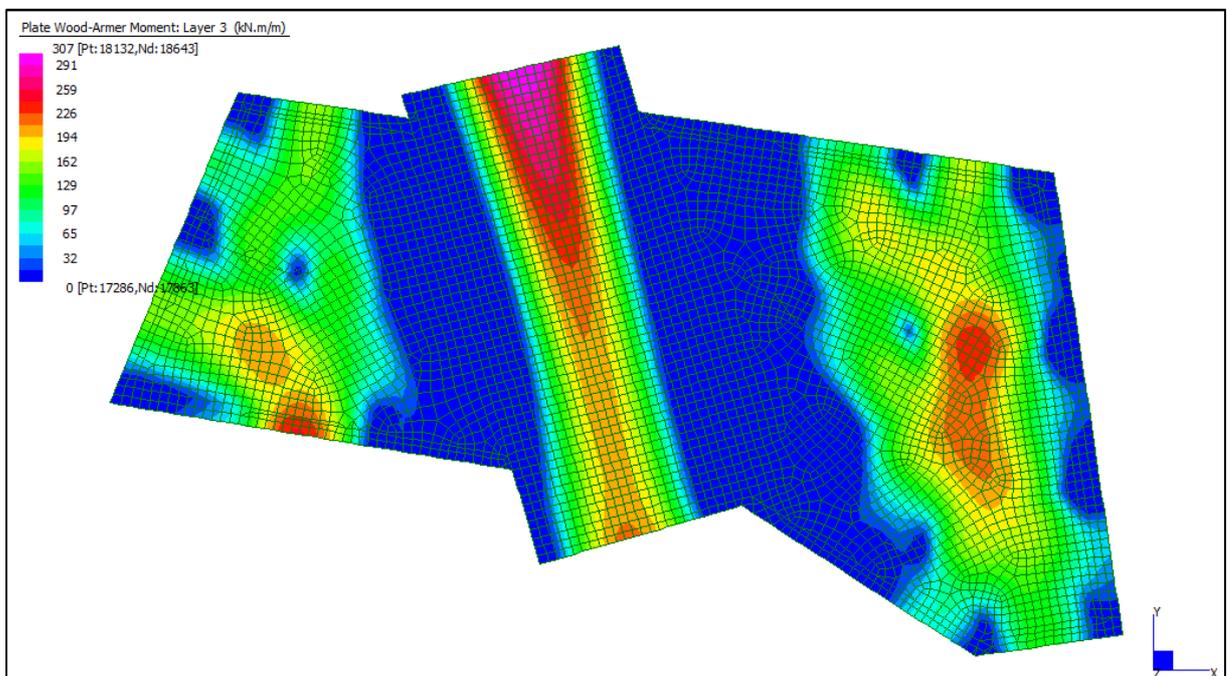
Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



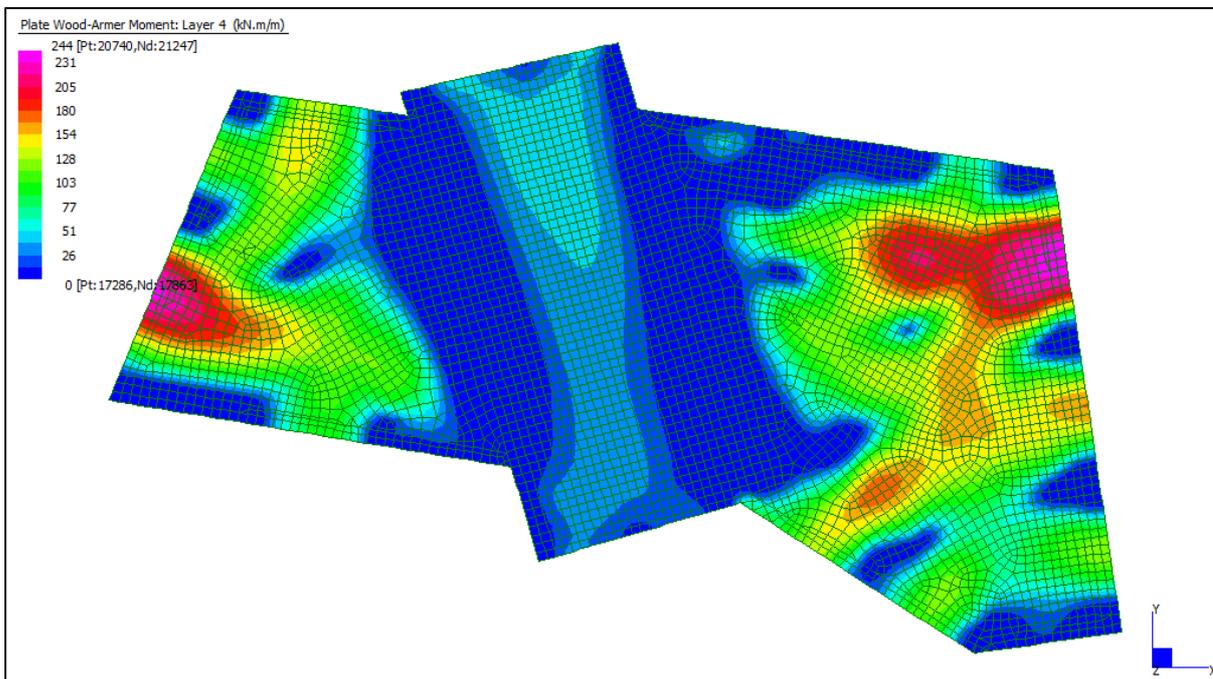
Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.E. Frequente)



Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.E. Frequente)

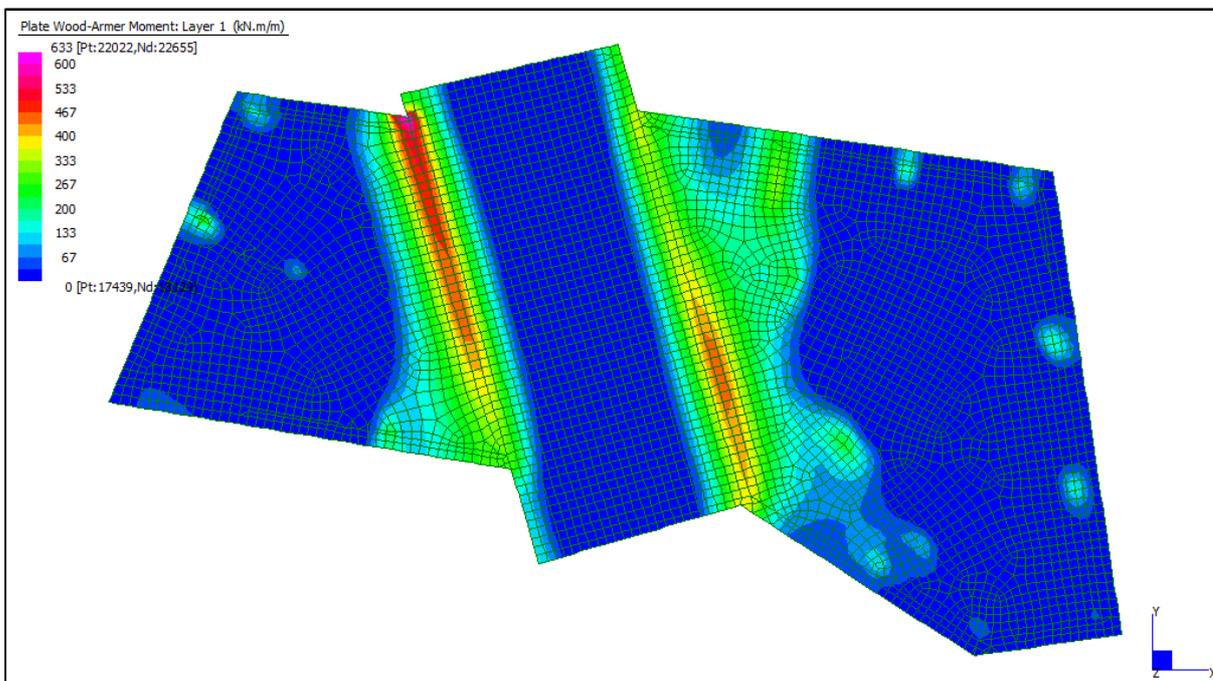
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.E. Frequente)

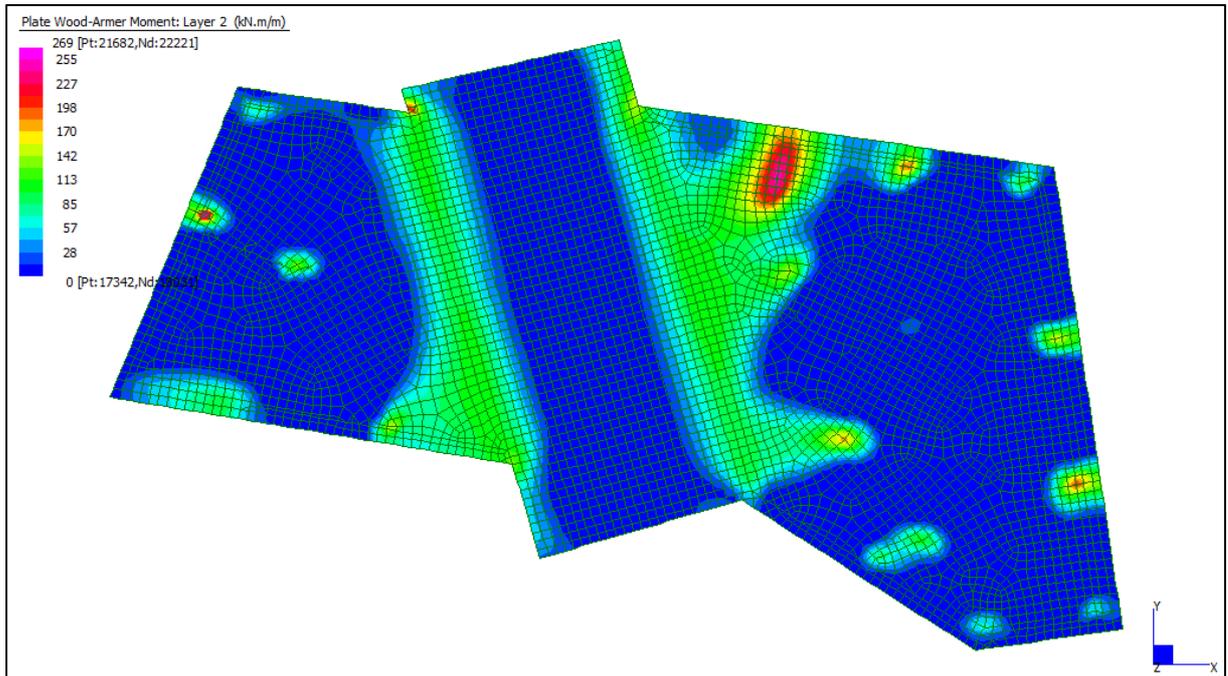
Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



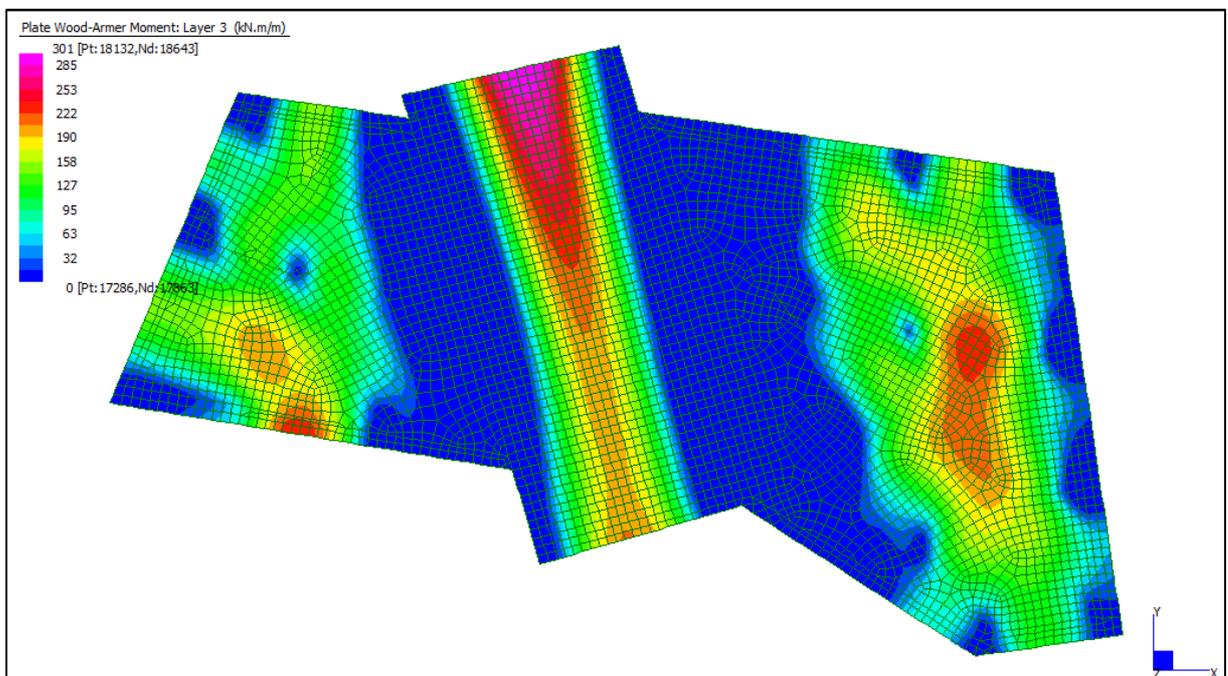
Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



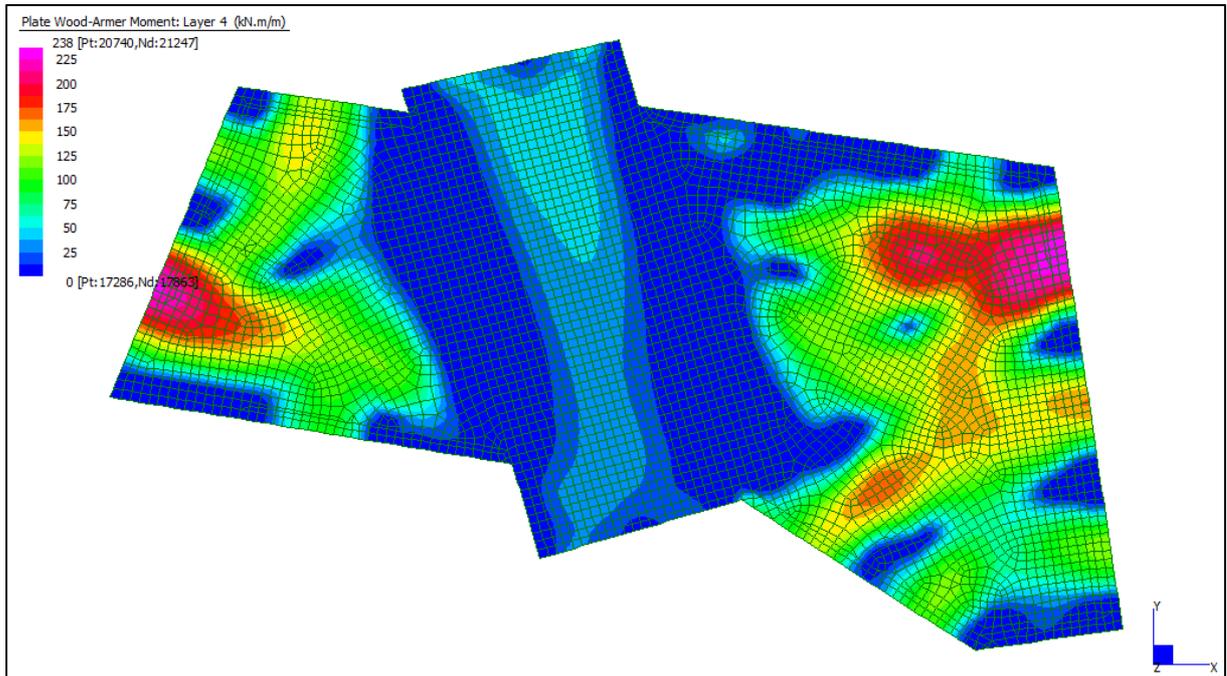
Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



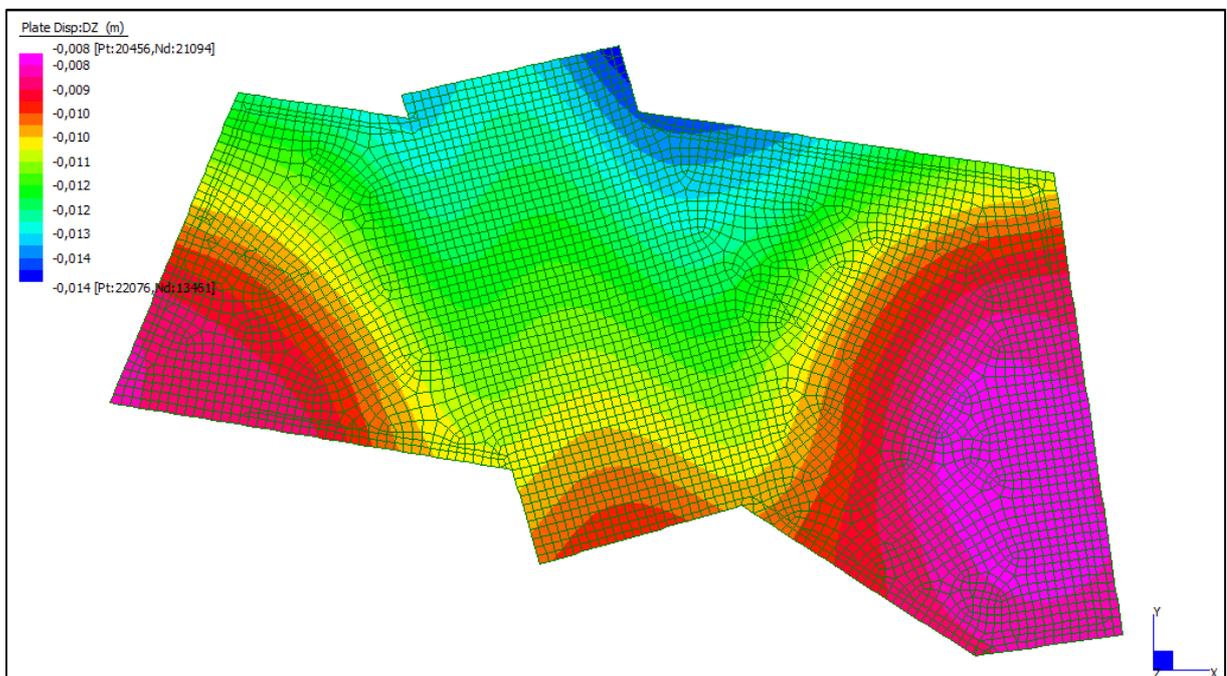
Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.E. Quasi permanente)



Spostamento $d_{z_{min}}$ (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a $\Phi 26/20$ (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di: $M_{Rd,X} = 723$ kNm/m in direzione X e $M_{Rd,Y} = 702$ kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	kNm/m	
Platea (xx inf) L1	100	80	73	69	φ26/10	φ26/10	2283	2391	SI
Platea (yy inf) L2	100	80	71	-	φ26/10	-	1304	1335	SI
Platea (xx sup) L3	100	80	73	69	φ26/10	φ22/20	1694	1772	SI
Platea (yy sup) L4	100	80	71	-	φ26/10	-	1264	1335	SI

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{s1}	ρ _l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		°	°	kN/m	kN/m	
Platea XX	100	80	73	8000	φ26/20	0,0036	1,523	0,389	312	φ8/20/20	90	26,6	645	2608	Si vedi grafici
Platea XX	100	80	73	8000	φ26/20	0,0036	1,523	0,389	312	φ10/20/20	90	26,6	1008	2608	Si vedi grafici
Platea XX	100	80	73	8000	φ26/10	0,0073	1,523	0,389	393	φ12/20/20	90	26,6	1452	2608	Si vedi grafici
Platea YY	100	80	71	8000	φ26/20	0,0037	1,531	0,392	307	φ8/20/20	90	26,6	627	2537	Si vedi grafici
Platea YY	100	80	71	8000	φ26/20	0,0037	1,531	0,392	307	φ10/20/20	90	26,6	980	2537	Si vedi grafici
Platea YY	100	80	71	8000	φ20/10	0,0044	1,531	0,392	325	φ12/20/20	90	26,6	1412	2537	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Platea

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A PUNZONAMENTO

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

La verifica è stata effettuata in corrispondenza del pilastro più sollecitato, per ogni tipologia di forma presente.

PUNZ. INTERNO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} U ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.9 (44x44)	80	72	44	44	1081	φ26/20	1794	1,15	0,265	0,404	Si	-	-	-	-	1,628	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} U ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.8 (50x50)	80	72	50	50	602	552	φ26/20	1669	1,40	0,539	0,404	-	φ8/20/20	0,539	0,735	Si	2,164	3,292	Si
Pil.4 (30x100)	80	72	30	100	612	582	φ26/20	1452	1,40	0,461	0,404	-	φ8/20/20	0,461	0,723	Si	1,765	3,292	Si
Pil.2 (40x100)	80	72	40	100	632	592	φ26/20	1631	1,40	0,501	0,404	-	φ8/20/20	0,501	0,723	Si	1,762	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} (U ₀)	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.14 (50x50)	80	72	50	50	326	276	φ26/20	988	1,50	0,631	0,404	-	φ8/20/20	0,631	0,724	Si	2,058	3,292	Si
Pil.1 (30x100)	80	72	30	100	356	291	φ26/20	1215	1,50	0,711	0,404	-	φ10/20/20	0,711	1,100	Si	1,947	3,292	Si
Pil.3 (40x100)	80	72	40	100	366	296	φ26/20	1531	1,50	0,871	0,404	-	φ10/20/20	0,871	1,133	Si	2,278	3,292	Si

Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Platea

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Platea (xx inf) L1	100	80	73	69	φ26/10	φ26/10	675	6,61	≤ 17,43	112	≤ 360
Platea (yy inf) L2	100	80	71	-	φ26/10	-	304	3,68	≤ 17,43	92	≤ 360
Platea (xx sup) L3	100	80	73	69	φ26/10	φ22/20	328	3,52	≤ 17,43	75	≤ 360
Platea (yy sup) L4	100	80	71	-	φ26/10	-	264	3,20	≤ 17,43	80	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Platea

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	mm	mm
Platea (xx inf) L1	100	80	73	69	φ26/10	φ26/10	645	0,11	≤ 0,40
Platea (yy inf) L2	100	80	71	-	φ26/10	-	278	0,06	≤ 0,40
Platea (xx sup) L3	100	80	73	69	φ26/10	φ22/20	307	0,04	≤ 0,40
Platea (yy sup) L4	100	80	71	-	φ26/10	-	244	0,06	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Platea

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Platea (xx inf) L1	100	80	73	69	φ26/10	φ26/10	633	6,20	≤ 13,07	0,10	≤ 0,30
Platea (yy inf) L2	100	80	71	-	φ26/10	-	269	3,26	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30
Platea (xx sup) L3	100	80	73	69	φ26/10	φ22/20	301	3,23	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Platea (yy sup) L4	100	80	71	-	φ26/10	-	238	2,88	≤ 13,07	0,06	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Platea

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.2 SOLETTA (+676,55 m)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

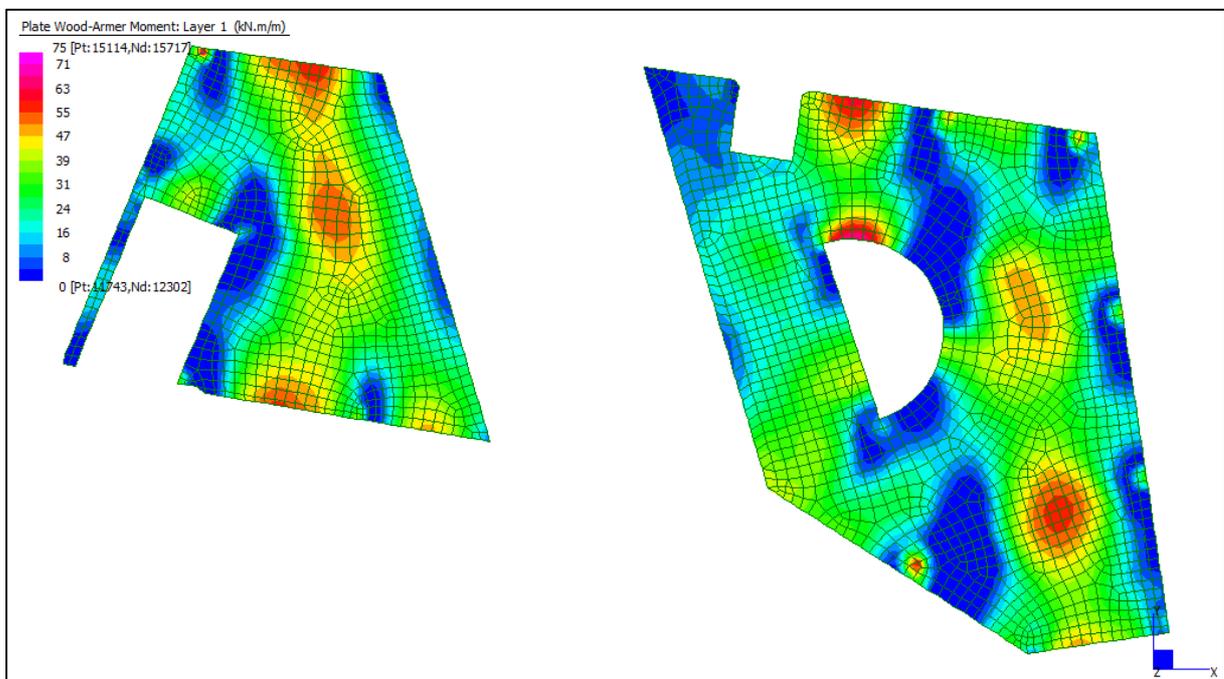
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

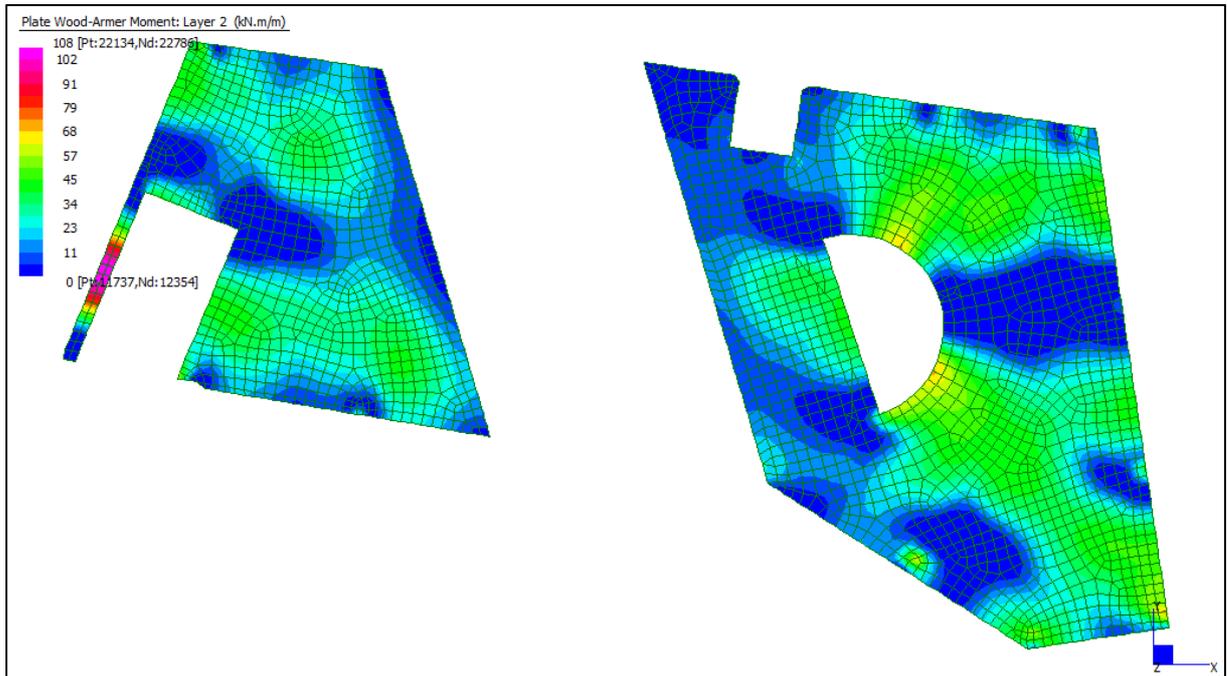
Grafici di combinazione di SLU



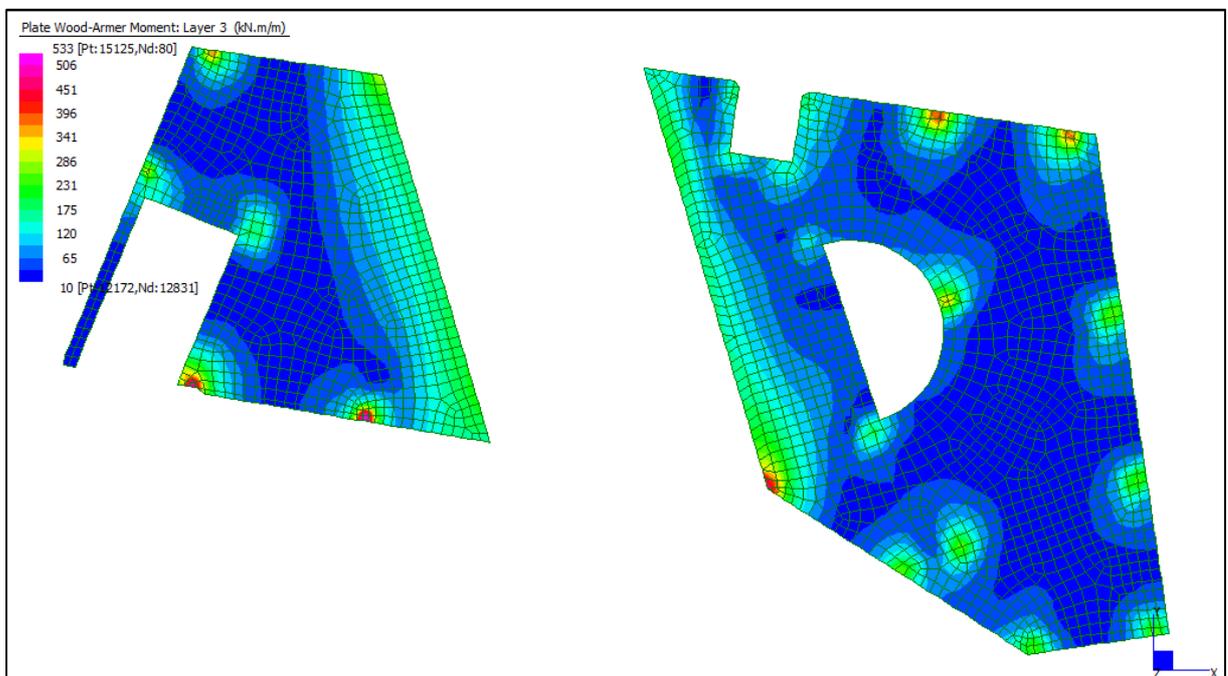
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



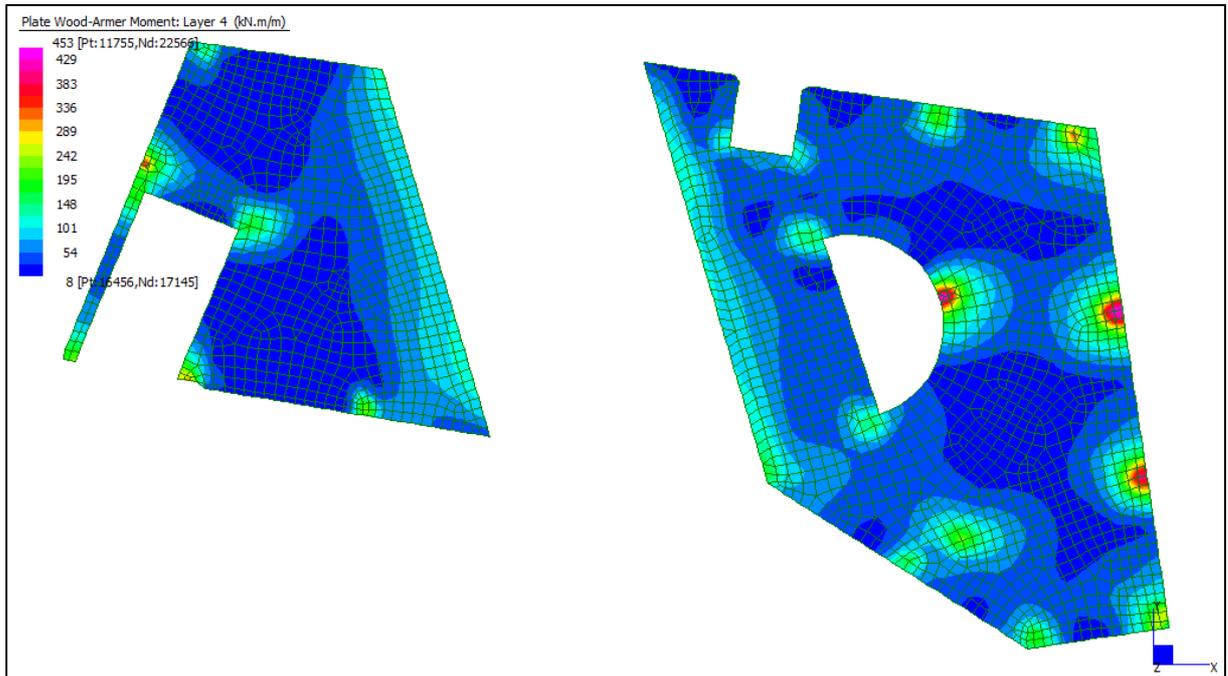
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



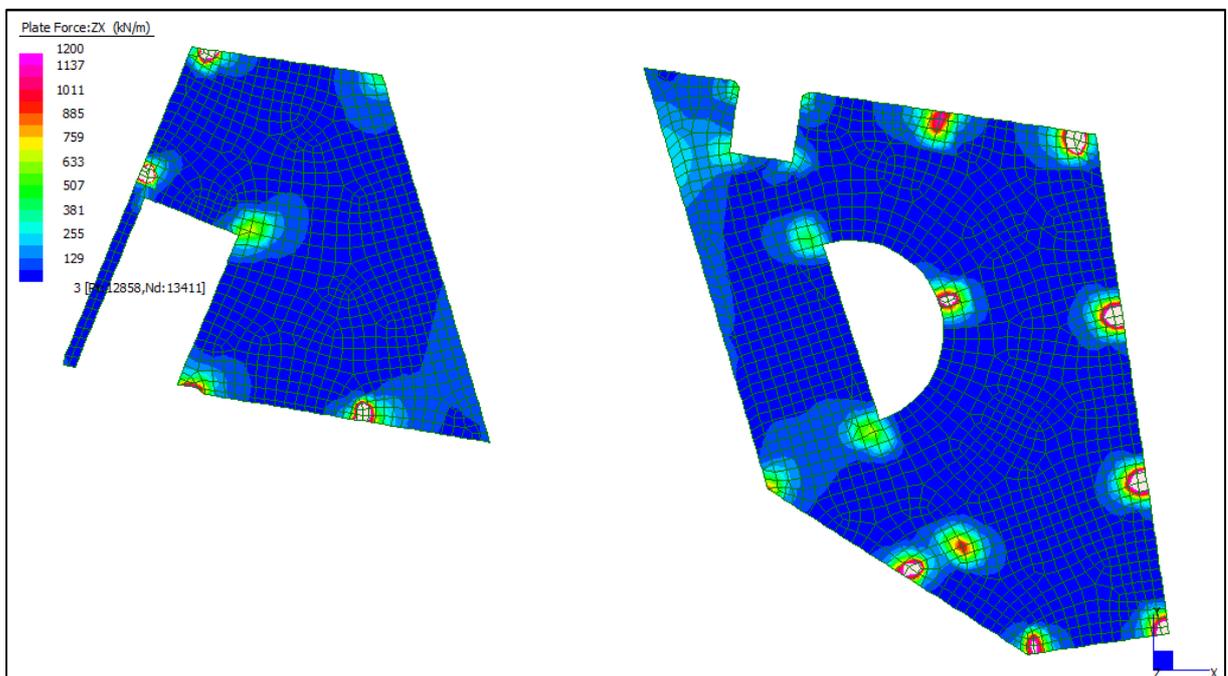
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



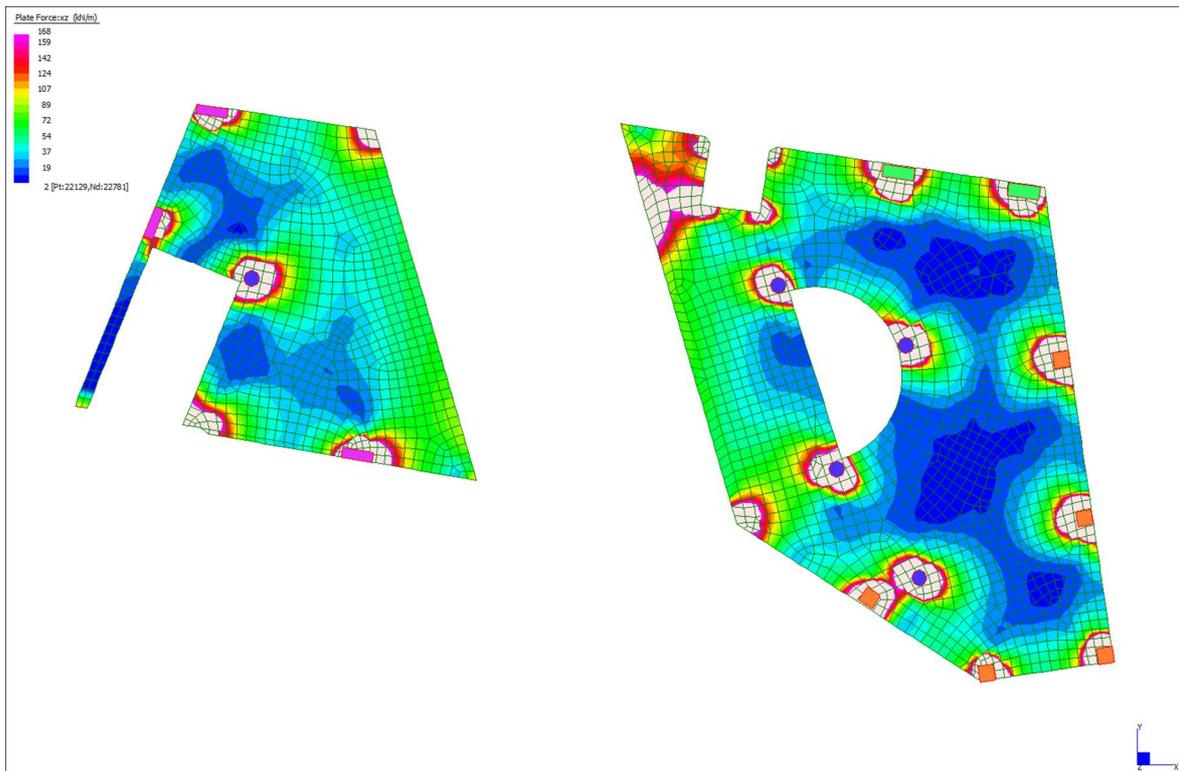
Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)



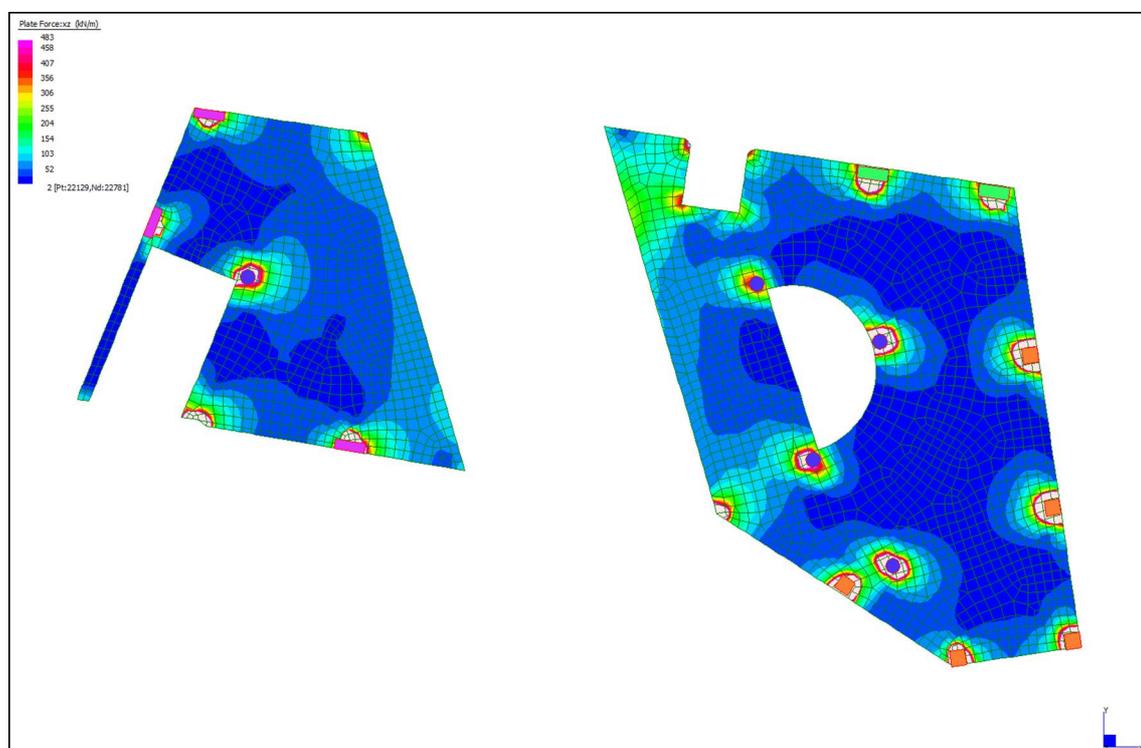
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



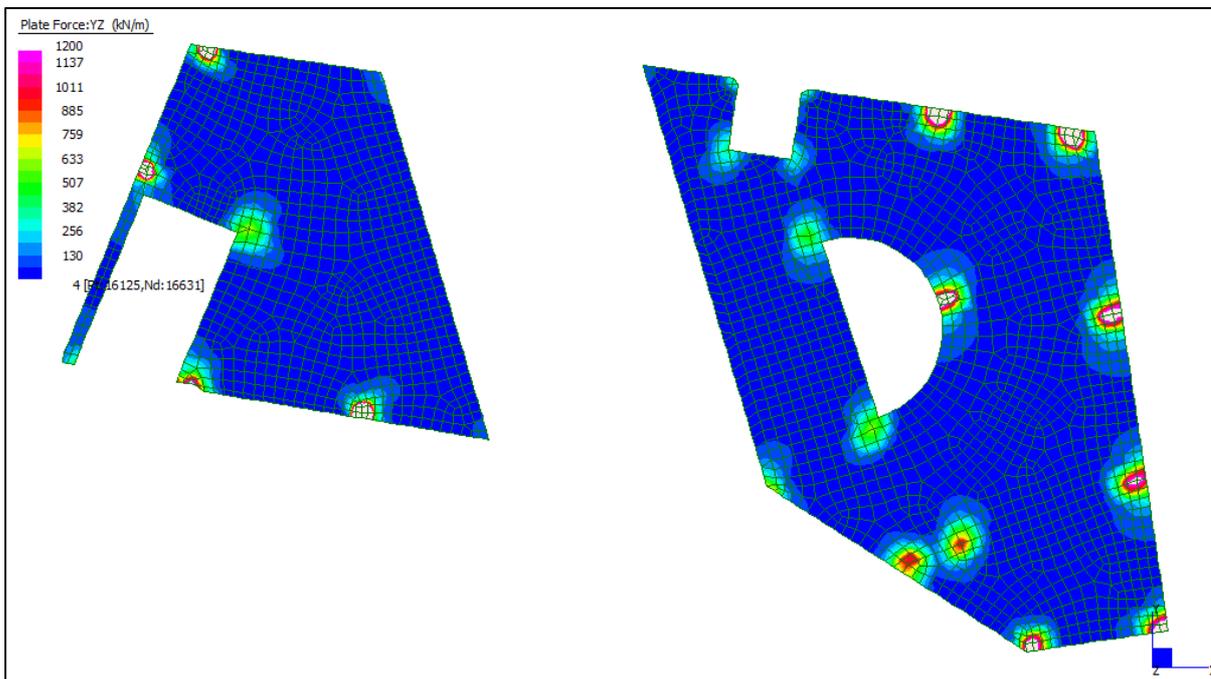
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}



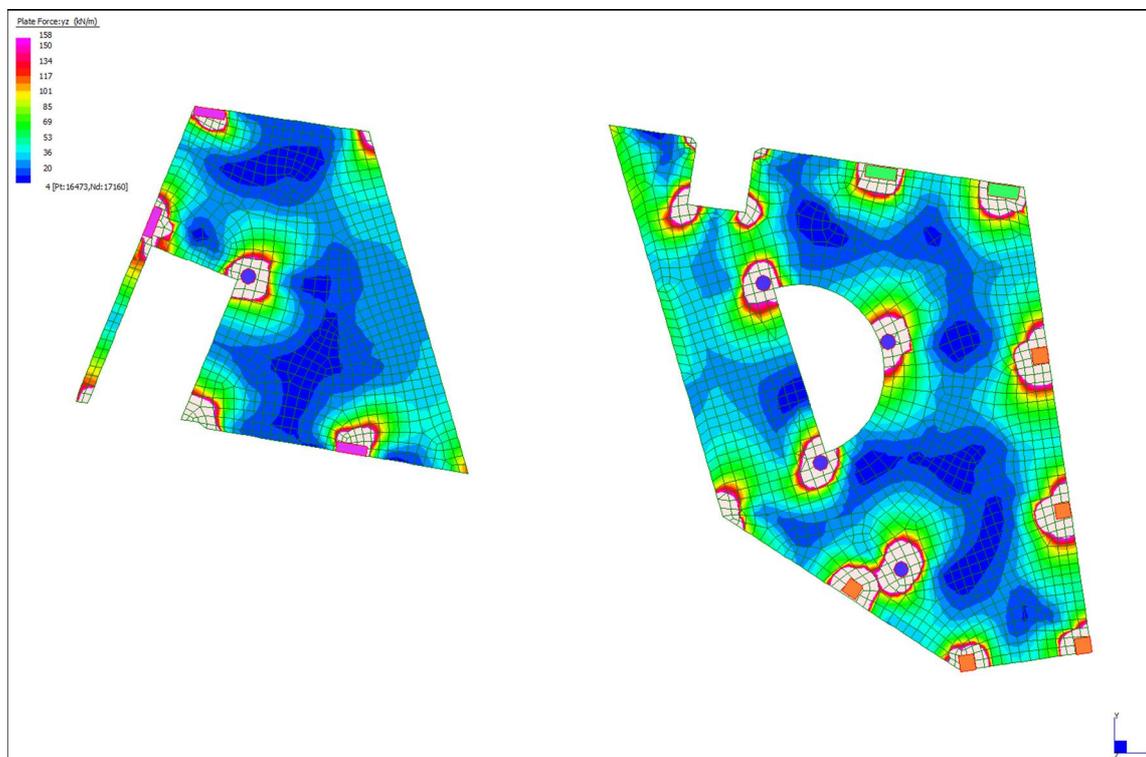
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



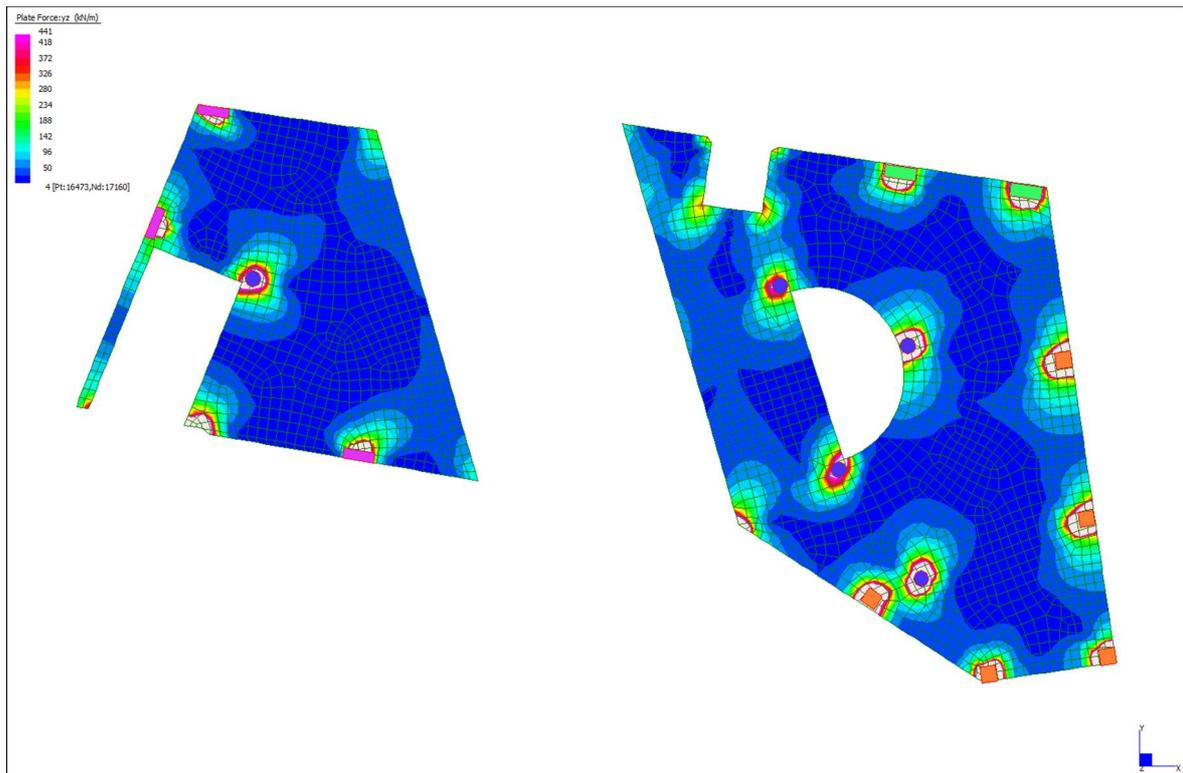
Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.)



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}

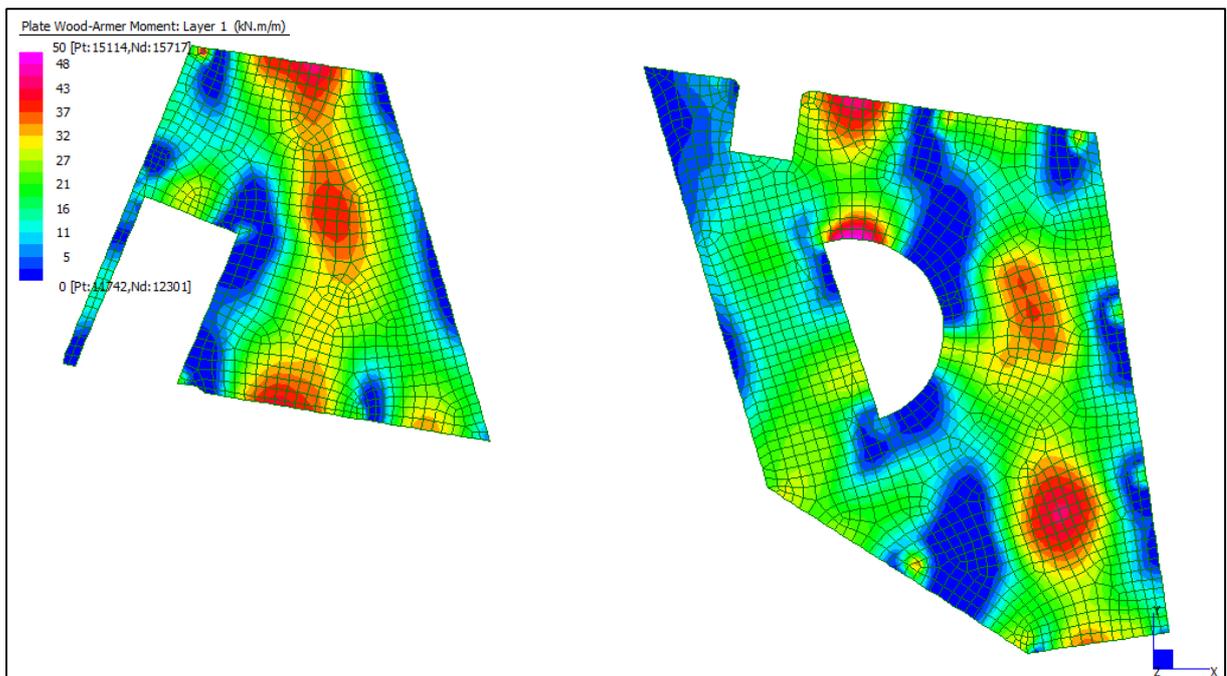
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

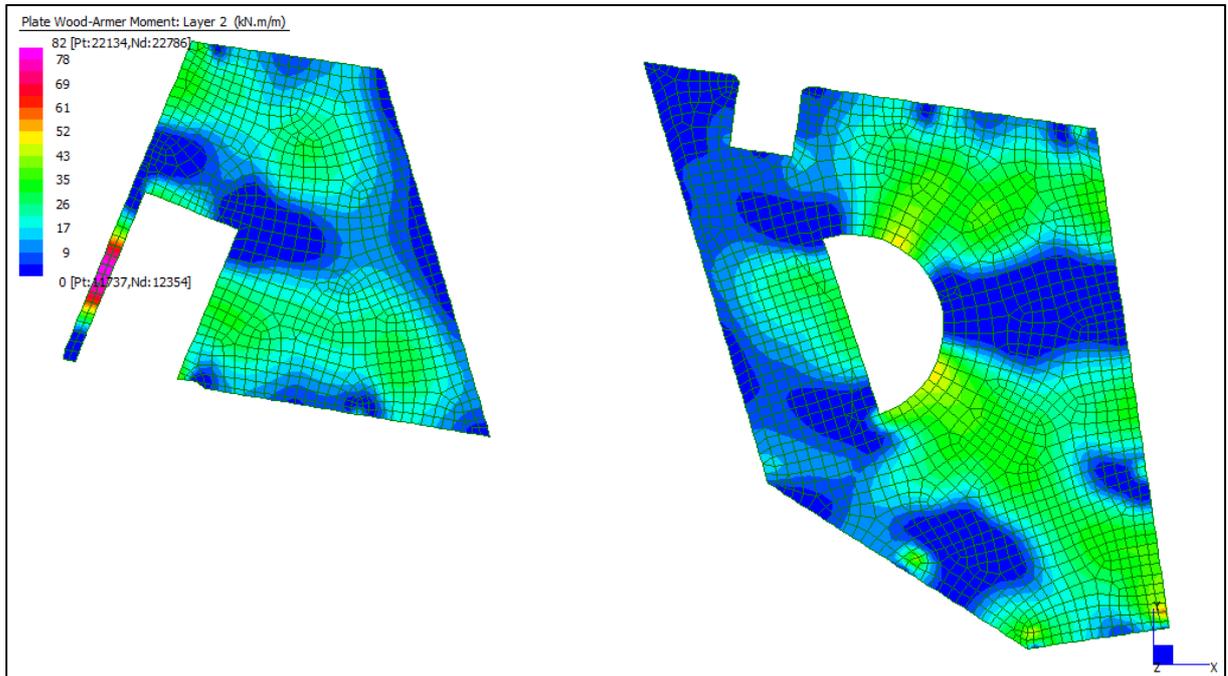
Grafici di combinazione RARA



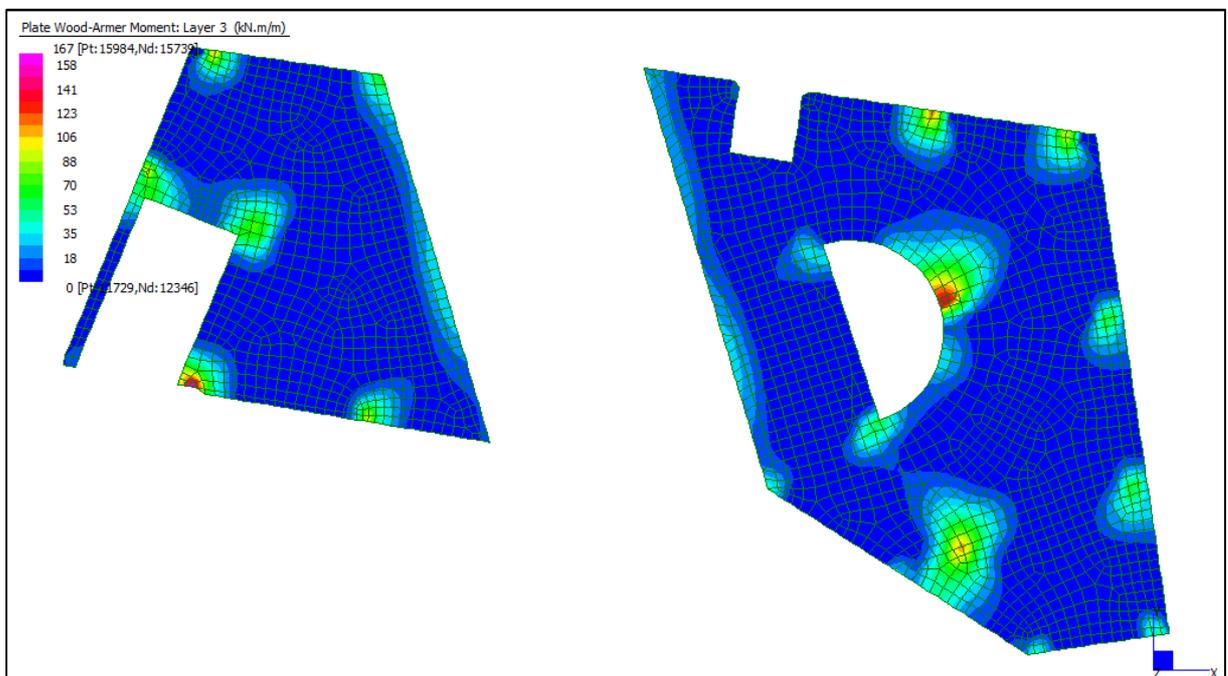
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



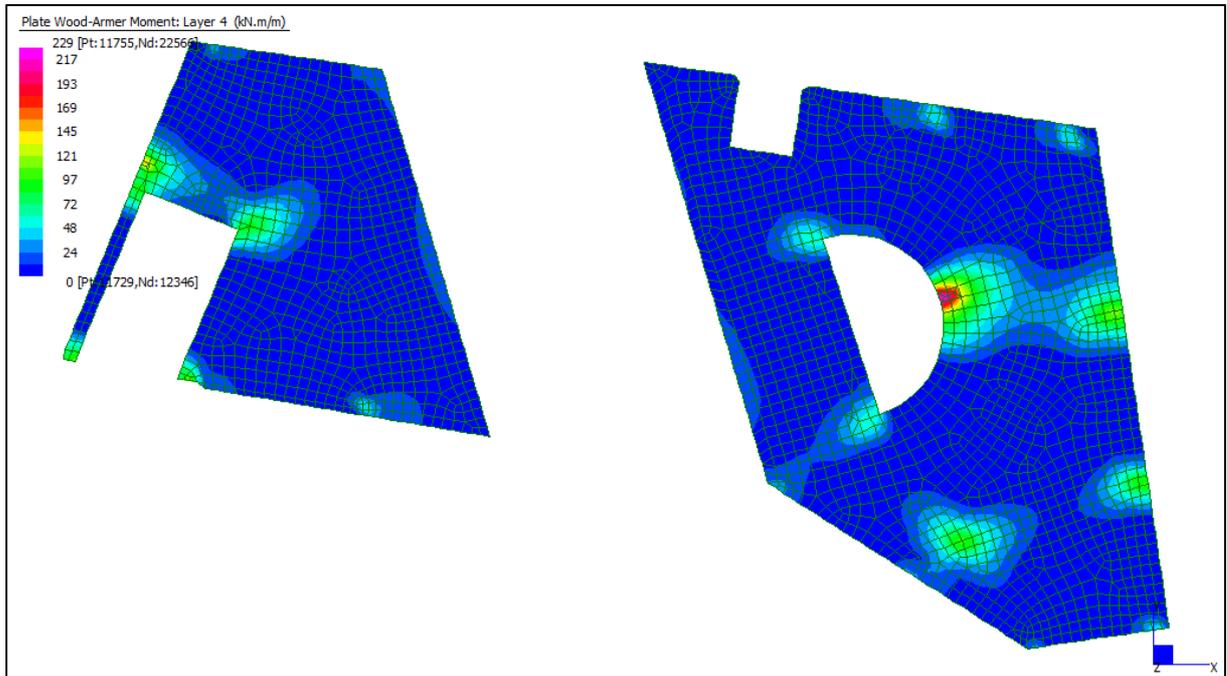
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)

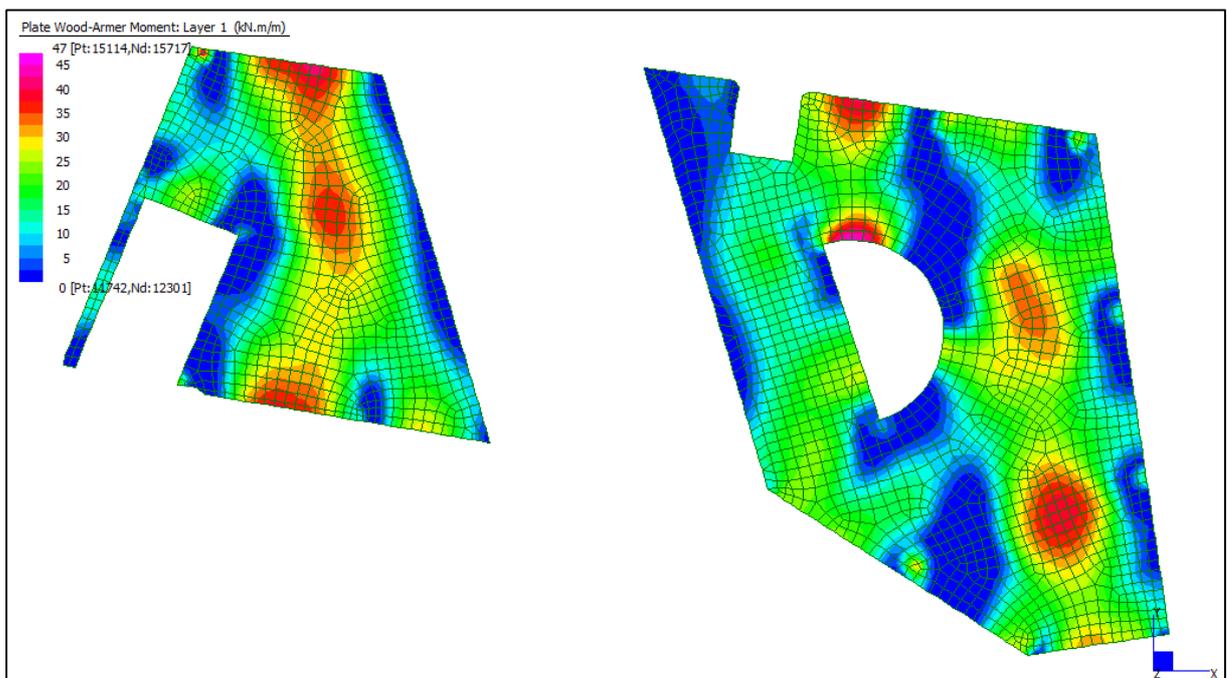
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)

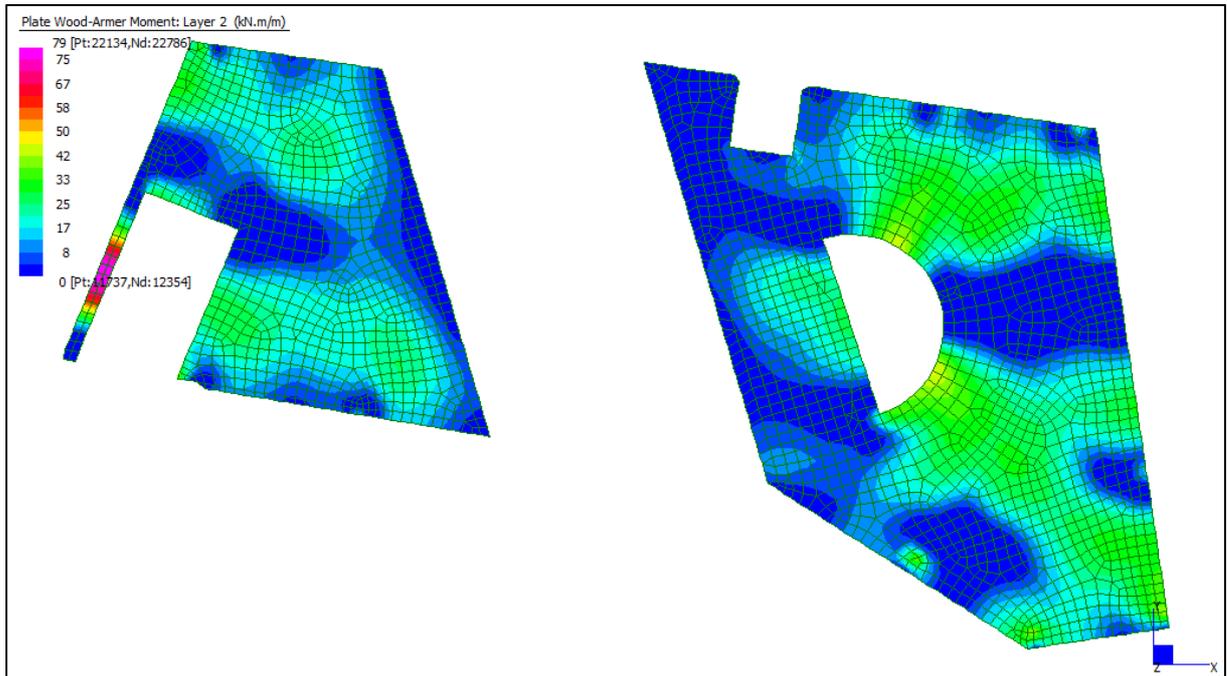
Grafici di combinazione FREQUENTE



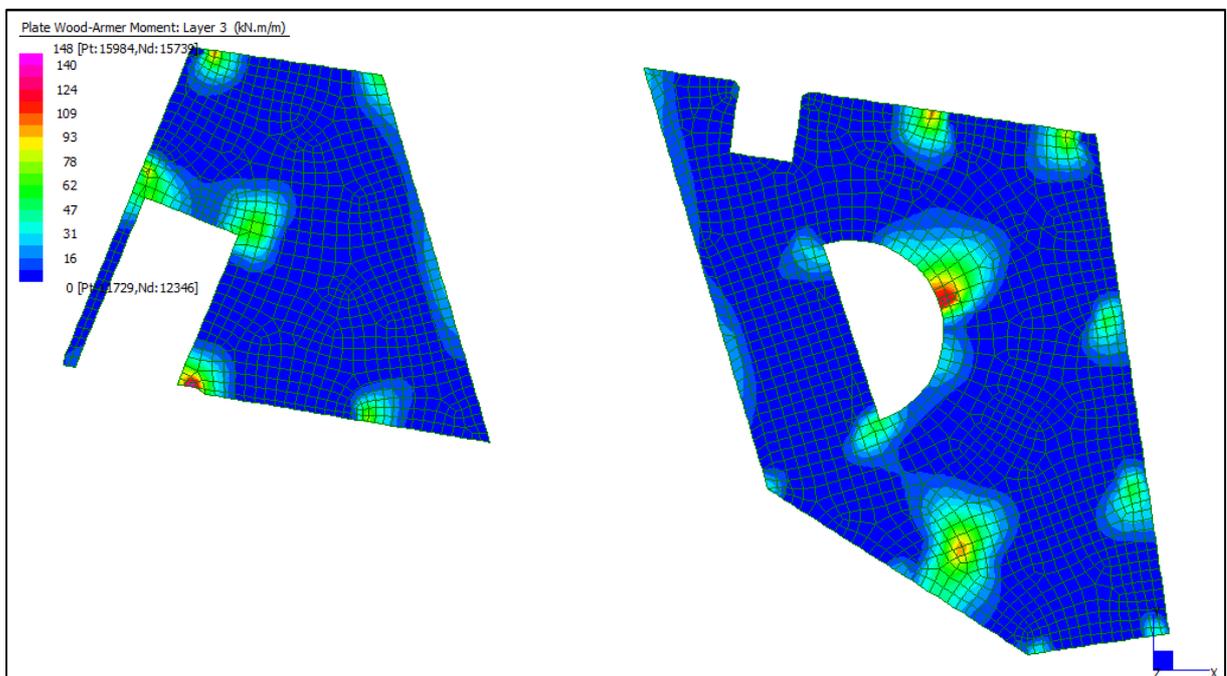
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



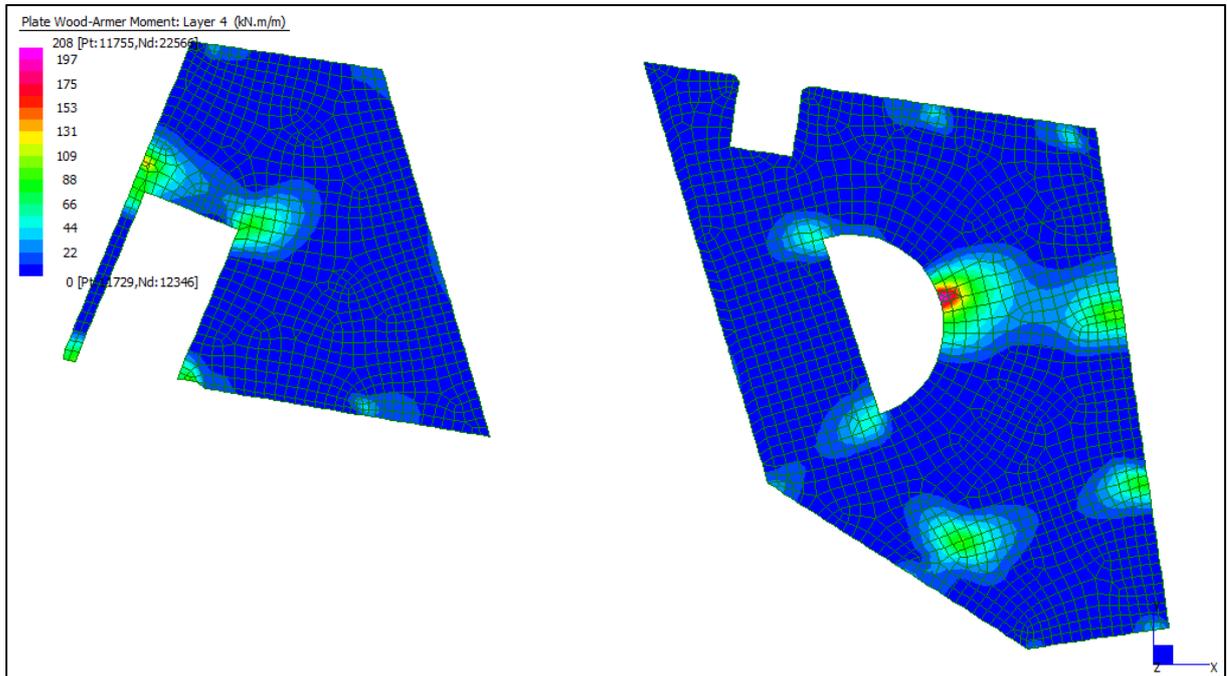
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)

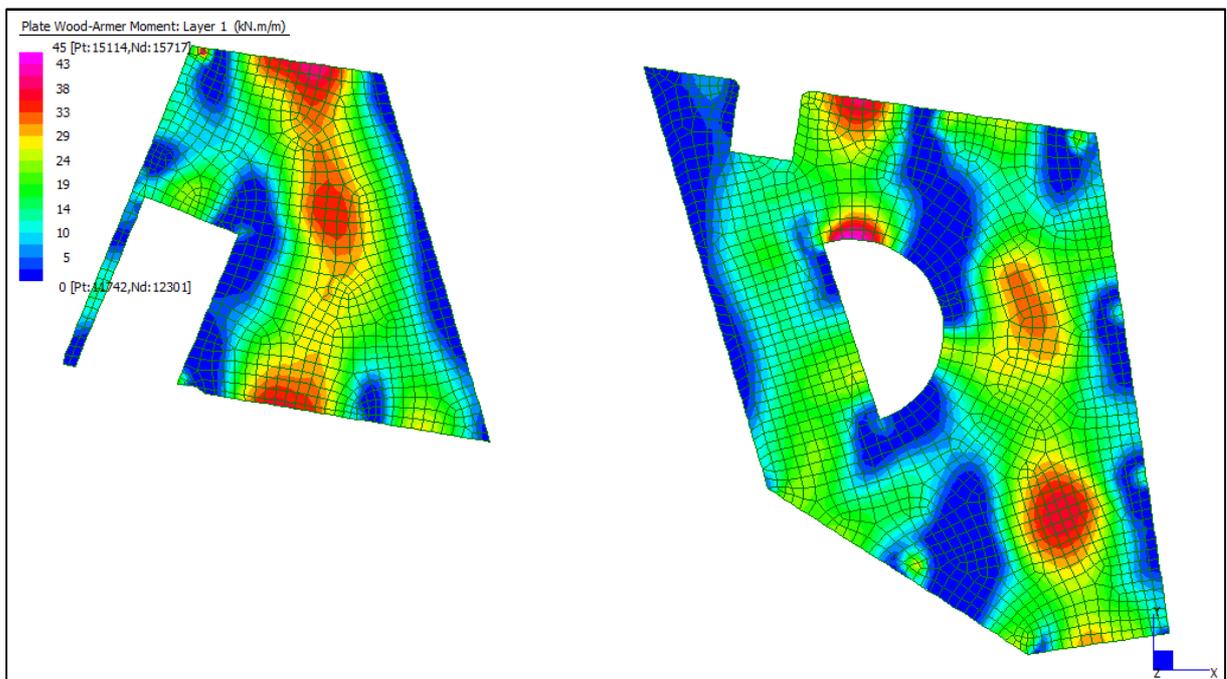
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)

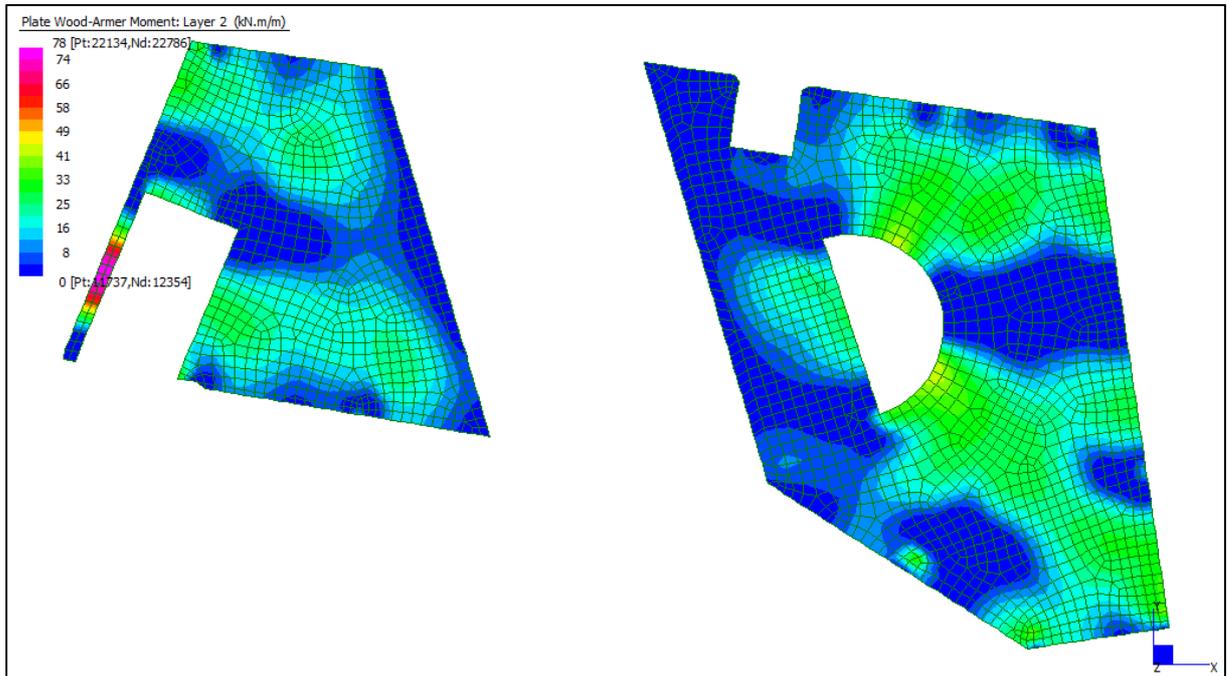
Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



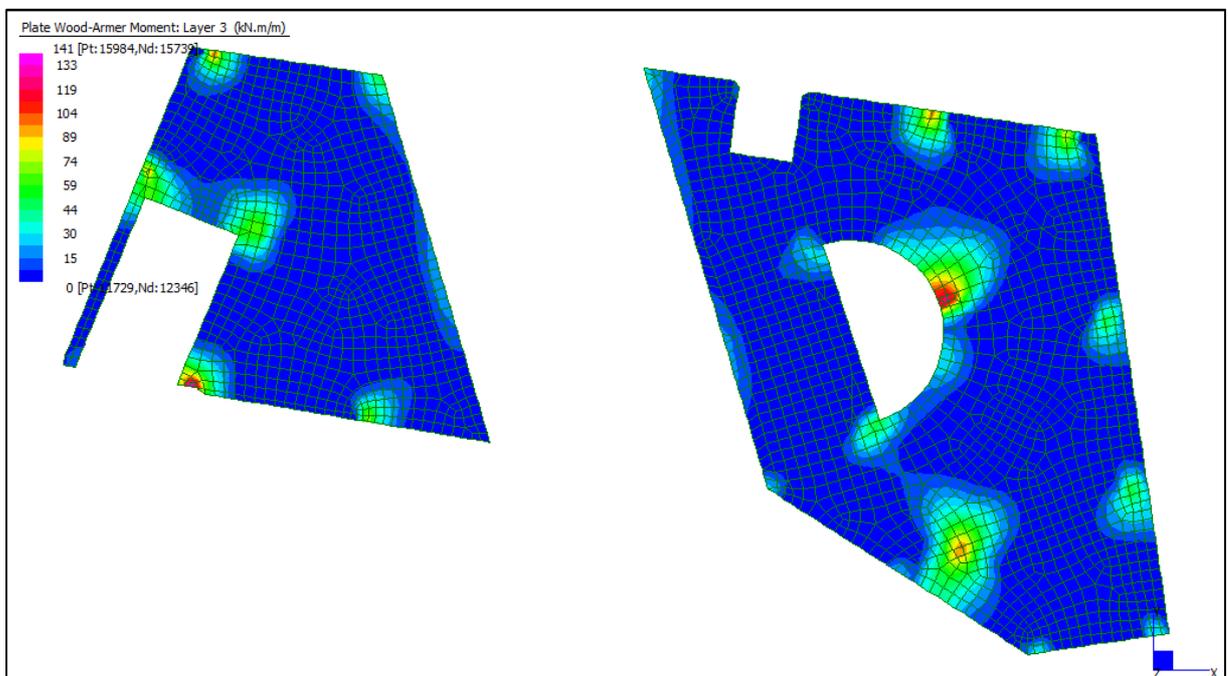
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



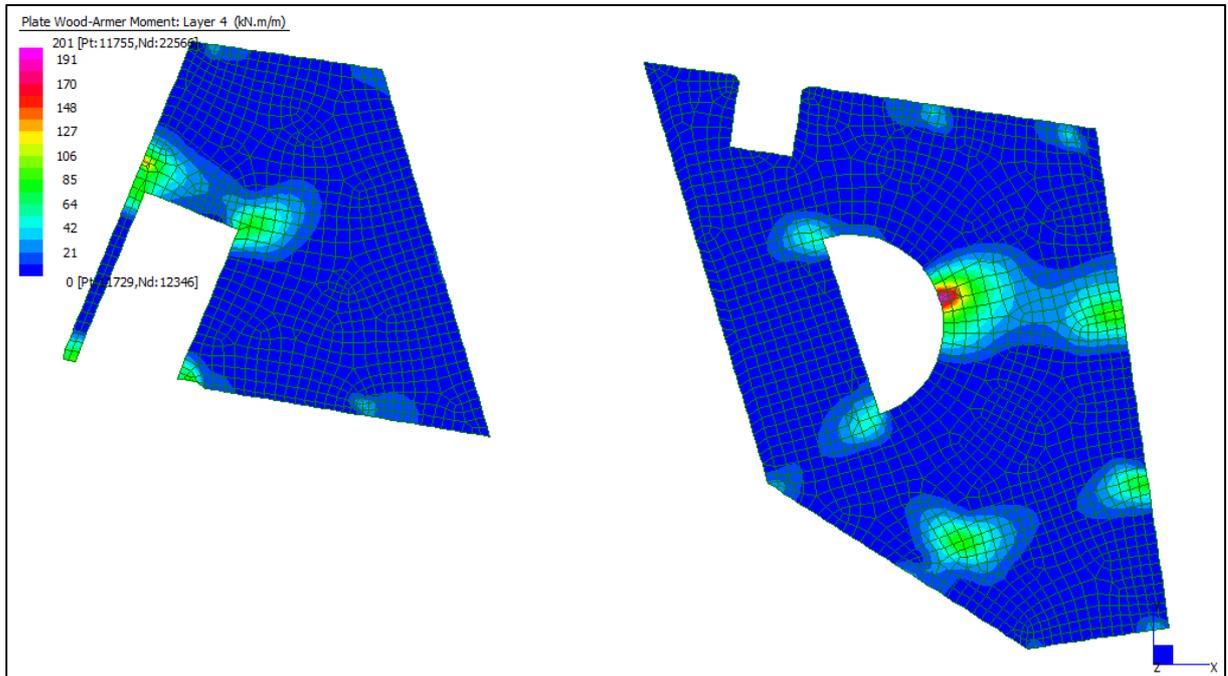
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



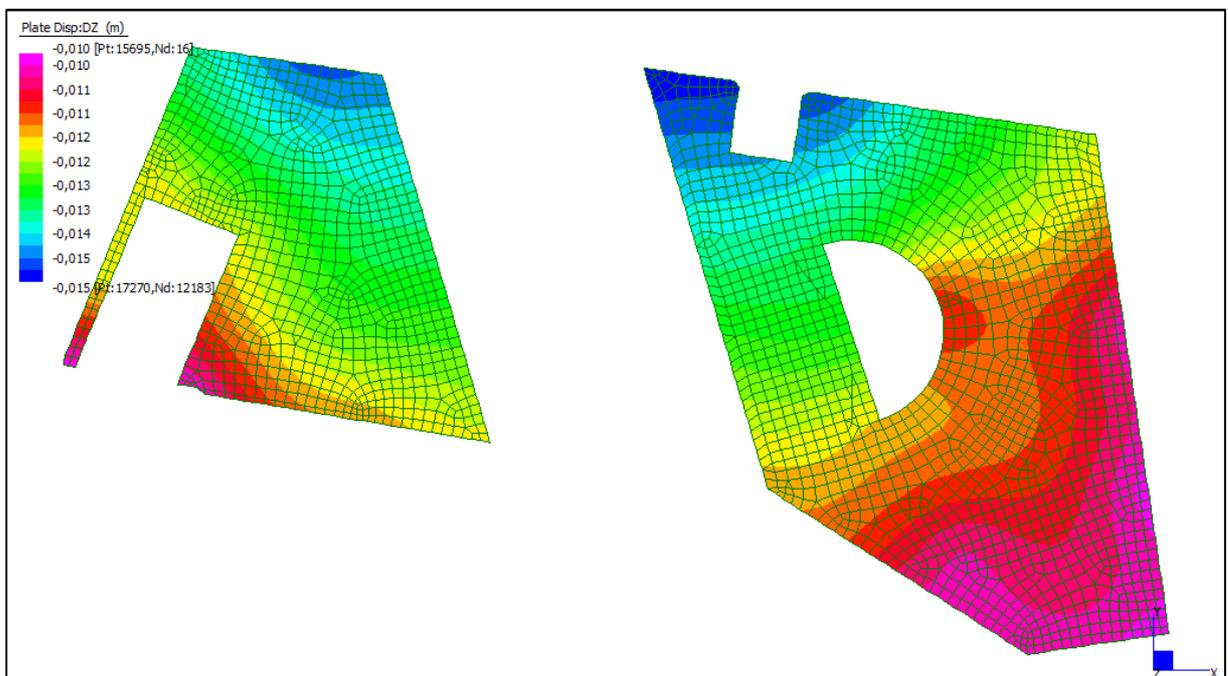
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)



Spostamento dz_{min} (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a $\Phi 14/20$ (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di: $M_{Rd,X} = 102$ kNm/m in direzione X e $M_{Rd,Y} = 93$ kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	A _{s1}	A _{s2}	kNm/m	kNm/m	
Soletta (+676) xx inf L1	100	40	35	-	$\phi 14/20$	-	75	102	SI
Solaio (+676) yy inf L2	100	40	32	32	$\phi 14/20$	$\phi 12/40$	108	126	SI
Solaio (+676) xx sup L3	100	40	35	-	$\phi 24/10$	-	450	518	SI
Solaio (+676) yy sup L4	100	40	32	-	$\phi 22/10$	-	390	404	SI

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+676,55 m)

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ_l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 8/20/20$	90	26,6	309	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 10/20/20$	90	26,6	483	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 12/20/20$	90	26,6	696	1251	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 8/20/20$	90	26,6	283	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 10/20/20$	90	26,6	442	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 12/20/20$	90	26,6	636	1143	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta (+676,55 m)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A PUNZONAMENTO

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

La verifica è stata effettuata in corrispondenza del pilastro più sollecitato, per ogni tipologia di forma presente.

PUNZ. INTERNO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} U ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.11 (44x44)	40	34	44	44	597	φ14/20	622	1,15	0,358	0,445	Si	-	-	-	-	1,213	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} U ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.7 (44x44)	40	34	44	44	342	298	φ14/20	594	1,40	0,725	0,445	-	φ10/20/20	0,725	0,976	Si	1,881	3,292	Si
Pil.8 (50x50)	40	34	50	50	360	310	φ14/20	417	1,40	0,483	0,445	-	φ8/20/20	0,483	0,628	Si	1,162	3,292	Si
Pil.15 (30x100)	40	34	30	100	370	340	φ14/20	467	1,40	0,527	0,445	-	φ8/20/20	0,527	0,611	Si	1,220	3,292	Si
Pil.2 (40x100)	40	34	40	100	390	350	φ14/20	382	1,40	0,409	0,445	Si	-	-	-	-	0,887	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} (U ₀)	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.14 (50x50)	40	34	50	50	205	155	φ14/20	138	1,50	0,301	0,445	Si	-	-	-	-	0,618	3,292	Si
Pil.3 (40x100)	40	34	40	100	245	175	φ14/20	409	1,50	0,747	0,445	-	φ10/20/20	0,747	0,962	Si	1,822	3,292	Si
Pil.4 (30x100)	40	34	30	100	235	170	φ14/20	313	1,50	0,596	0,445	-	φ10/20/20	0,596	0,919	Si	1,395	3,292	Si

Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+676,55 m)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Soletta (+676) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	50	3,91	≤ 17,43	201	≤ 360
Solaio (+676) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	82	6,55	≤ 17,43	267	≤ 360
Solaio (+676) xx sup L3	100	40	35	-	φ24/10	-	167	7,02	≤ 17,43	124	≤ 360
Solaio (+676) yy sup L4	100	40	32	-	φ22/10	-	229	11,81	≤ 17,43	221	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+676,55 m)

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	mm	mm
Soletta (+676) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	47	0,16	≤ 0,40
Solaio (+676) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	79	0,28	≤ 0,40
Solaio (+676) xx sup L3	100	40	35	-	φ24/10	-	148	0,09	≤ 0,40
Solaio (+676) yy sup L4	100	40	32	-	φ22/10	-	208	0,28	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Soletta (+676,55 m)

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Soletta (+676) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	45	3,52	≤ 13,07	0,15	≤ 0,30
Solaio (+676) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	78	6,23	≤ 13,07	0,27	≤ 0,30
Solaio (+676) xx sup L3	100	40	35	-	φ24/10	-	141	5,93	≤ 13,07	0,08	≤ 0,30
Solaio (+676) yy sup L4	100	40	32	-	φ22/10	-	201	10,36	≤ 13,07	0,27	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Soletta (+676,55 m)

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.3 SOLETTA (+680,45 m) sp=100cm

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

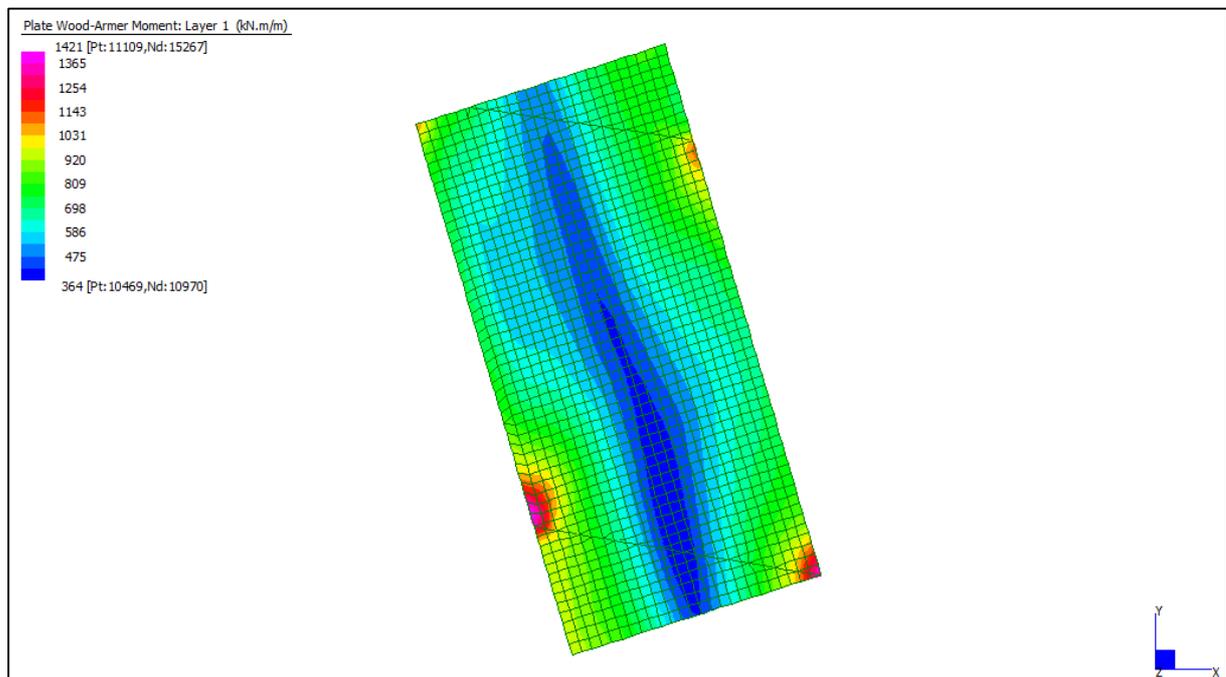
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

Grafici di combinazione di SLU

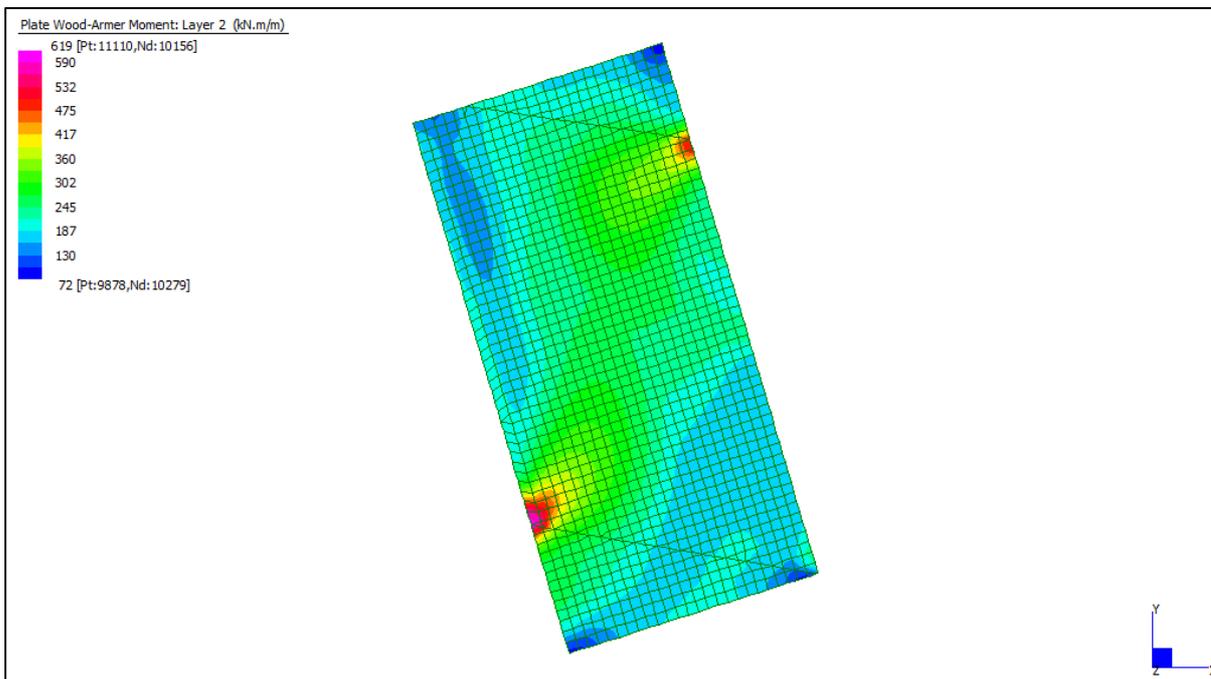


Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.U.)

NOTA: per direzione xx si intende la direzione ortogonale allo sviluppo del raccordo in fase definitiva.

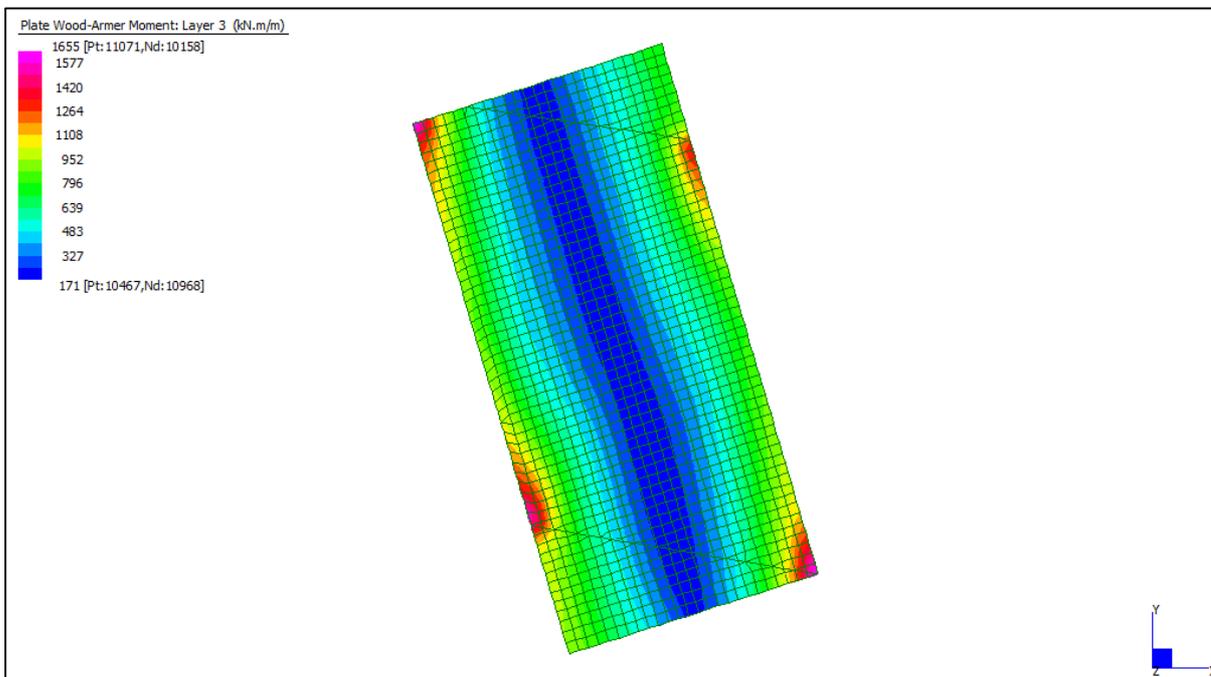
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.U.)

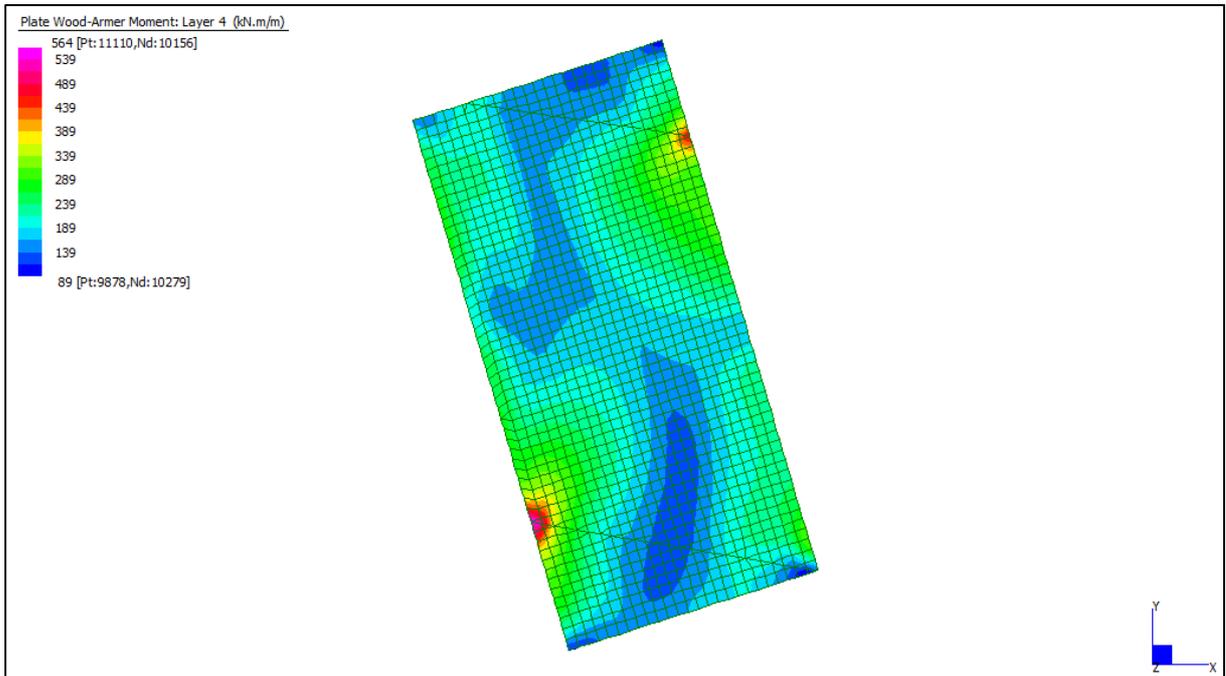
NOTA: per direzione yy si intende la direzione parallela allo sviluppo del raccordo in fase definitiva.



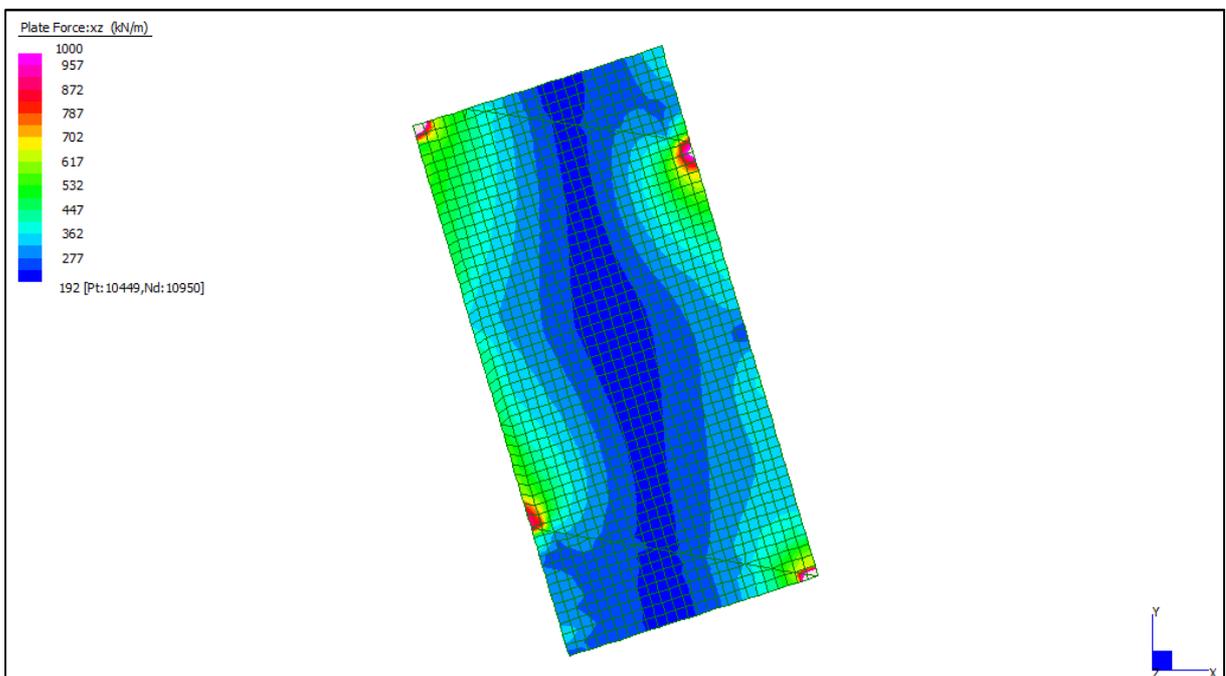
Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



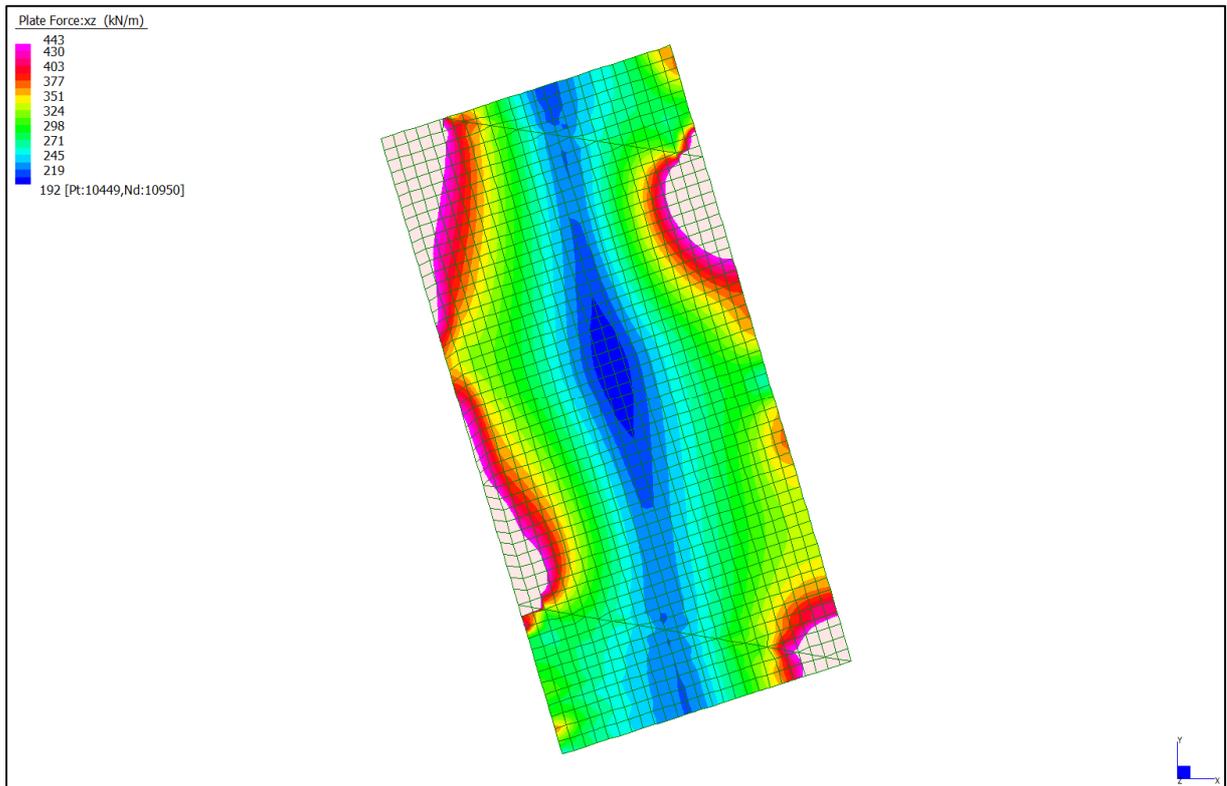
Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.U.)



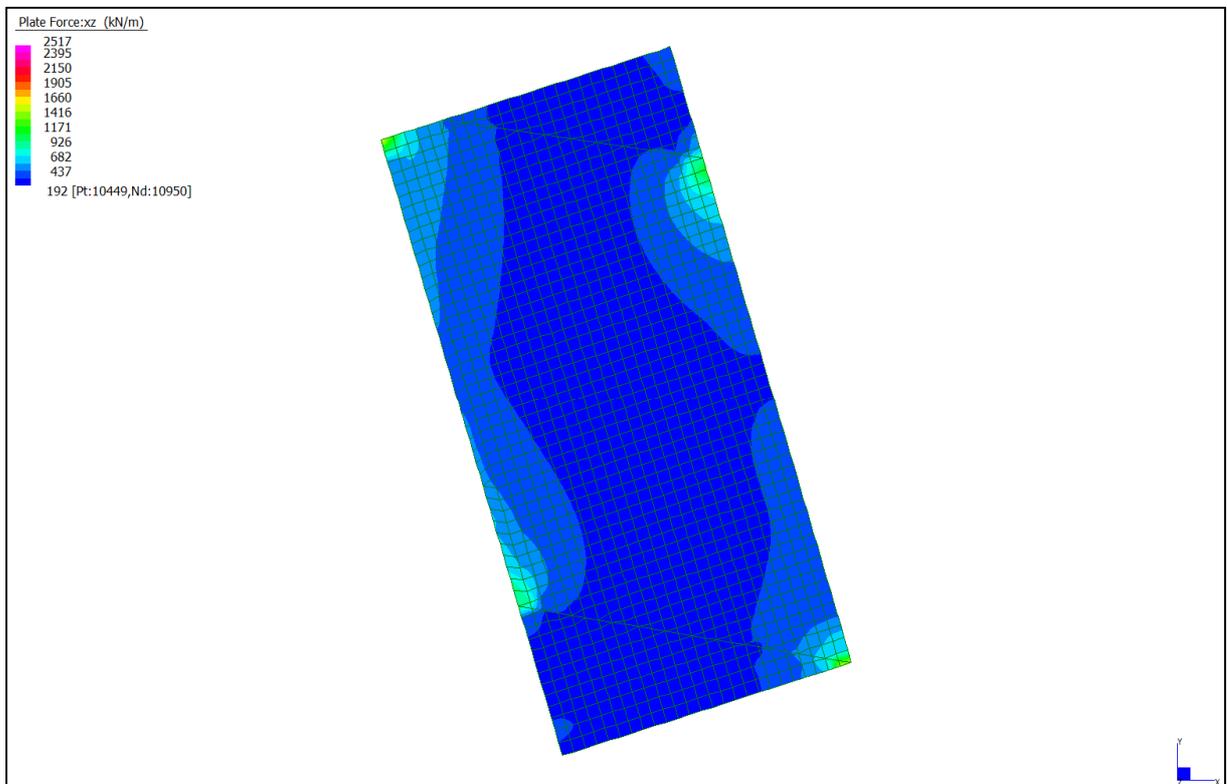
Sforzo di taglio V_{zx} locale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



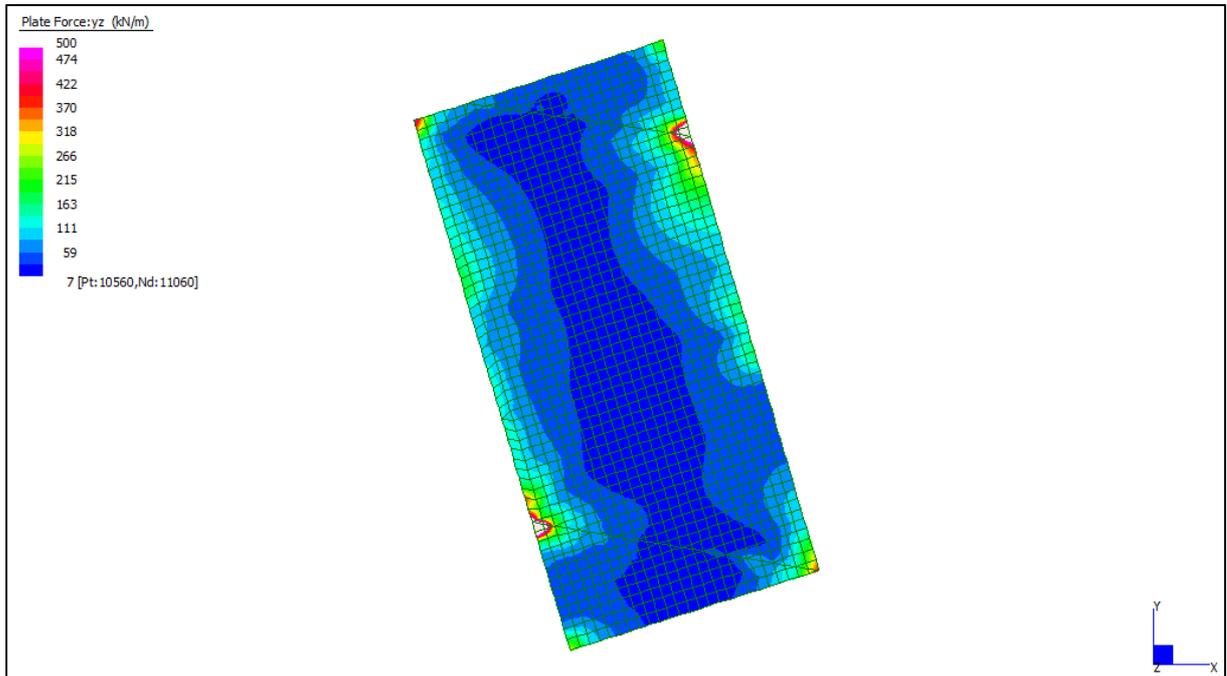
Sforzo di taglio $V_{ZX locale}$ (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}



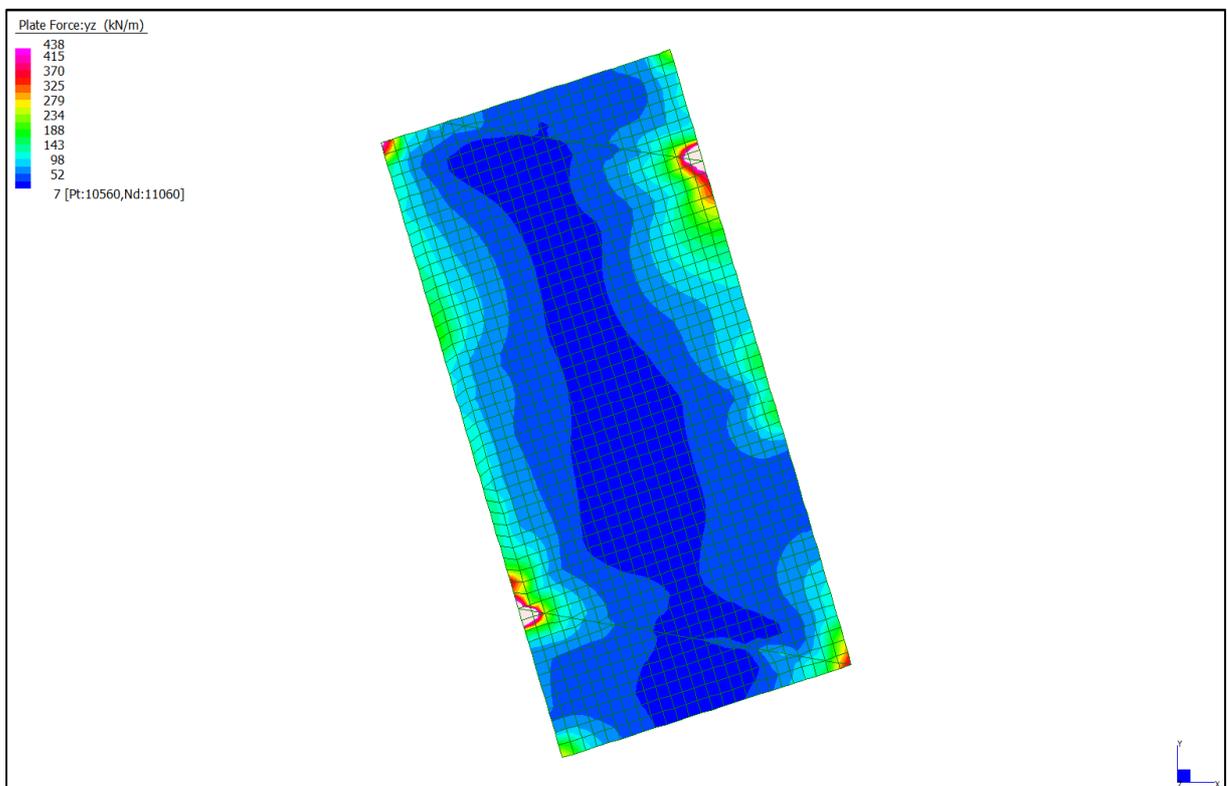
Sforzo di taglio $V_{ZX locale}$ (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 14/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



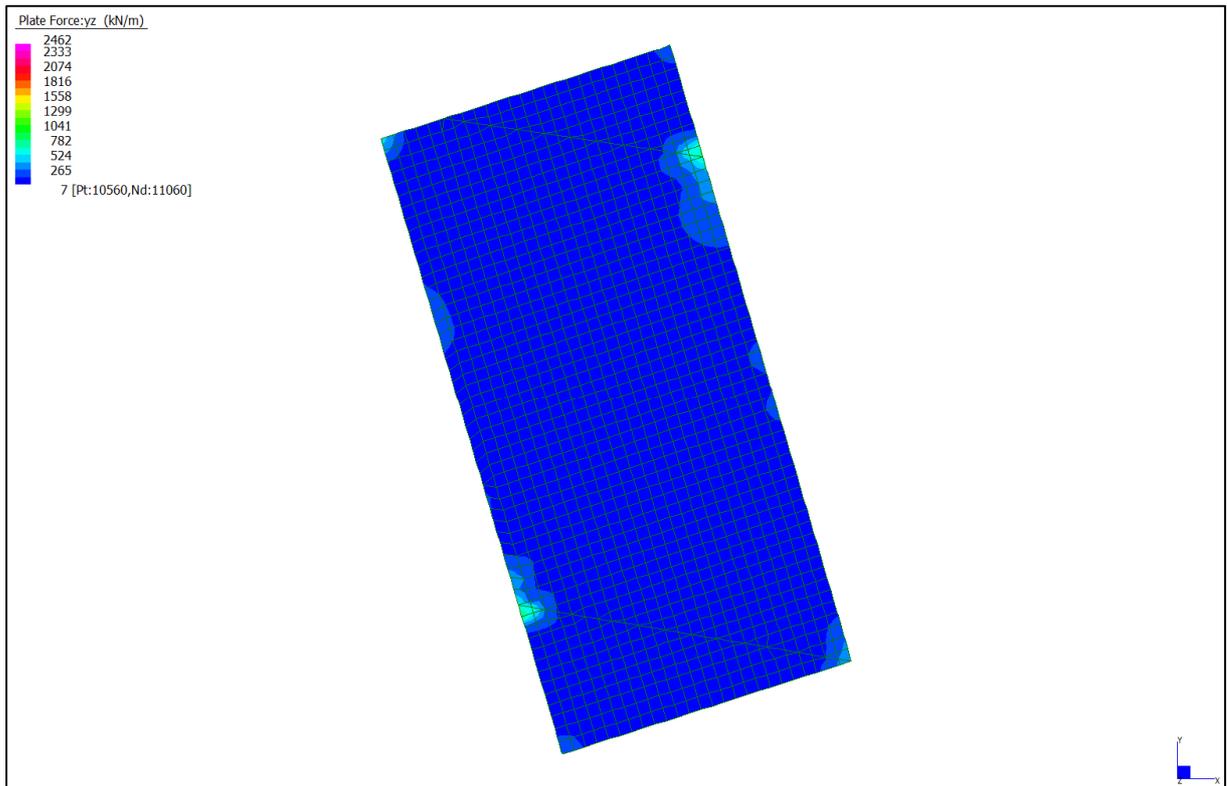
Sforzo di taglio V_{YZ} locale (S.L.U.)



Sforzo di taglio V_{YZ} locale (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}

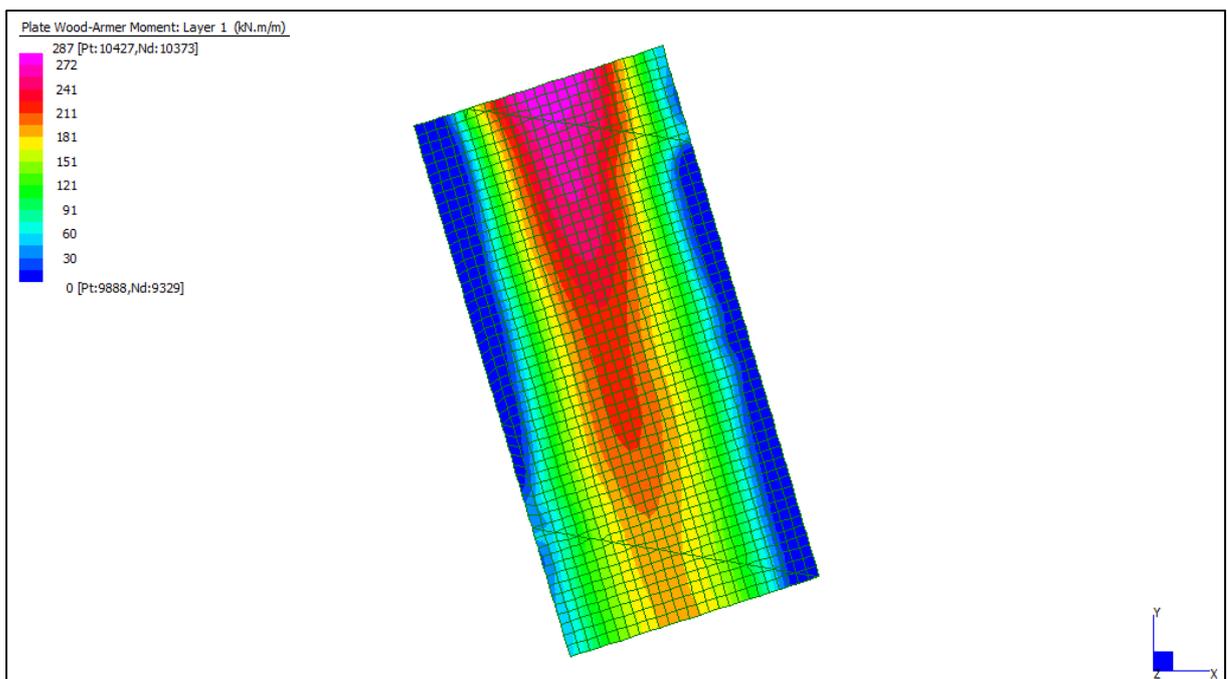
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio $V_{YZ locale}$ (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 14/20/20$)

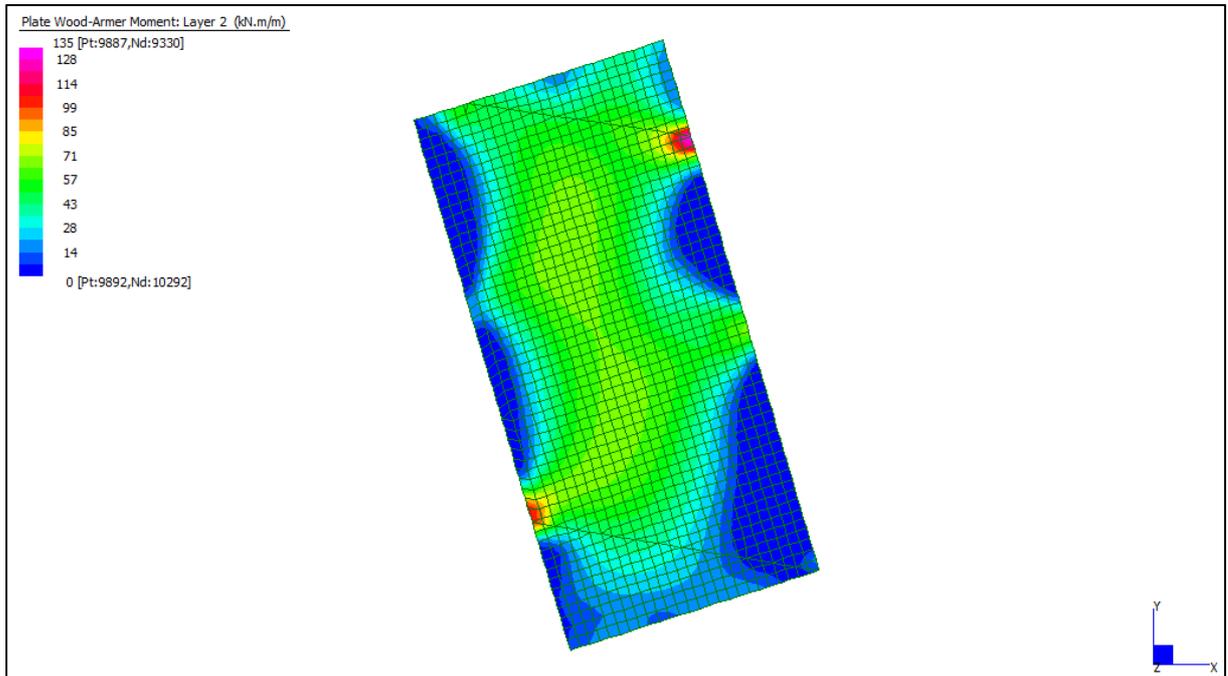
Grafici di combinazione RARA



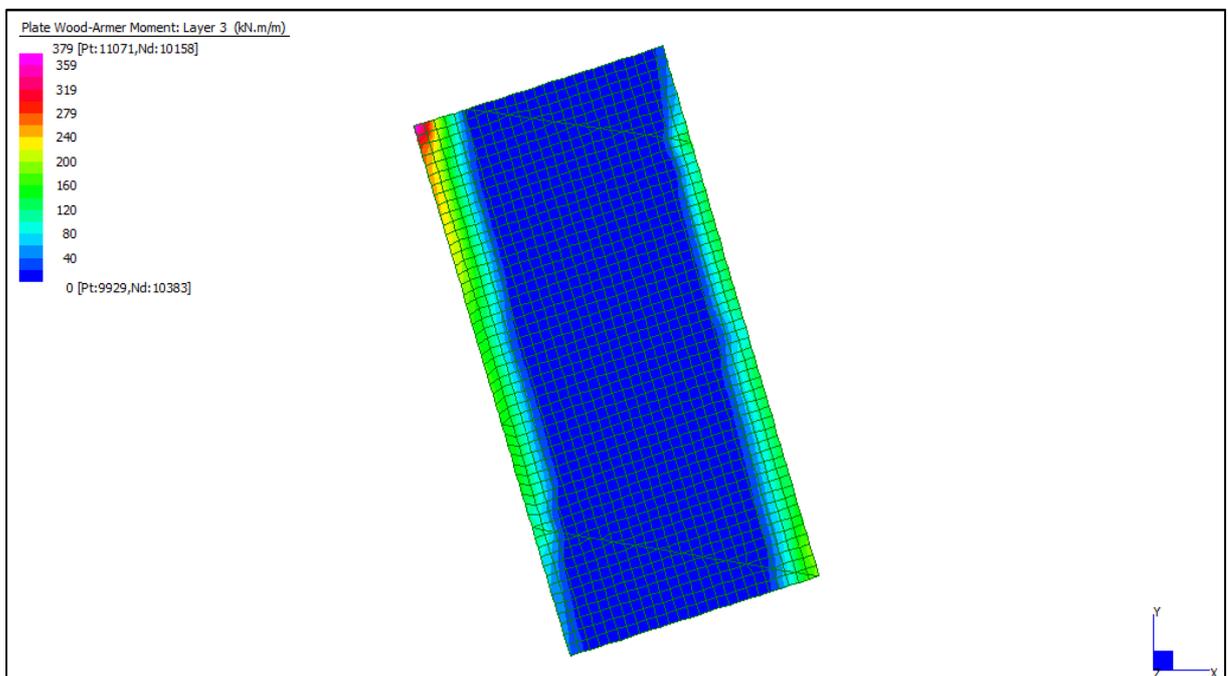
Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



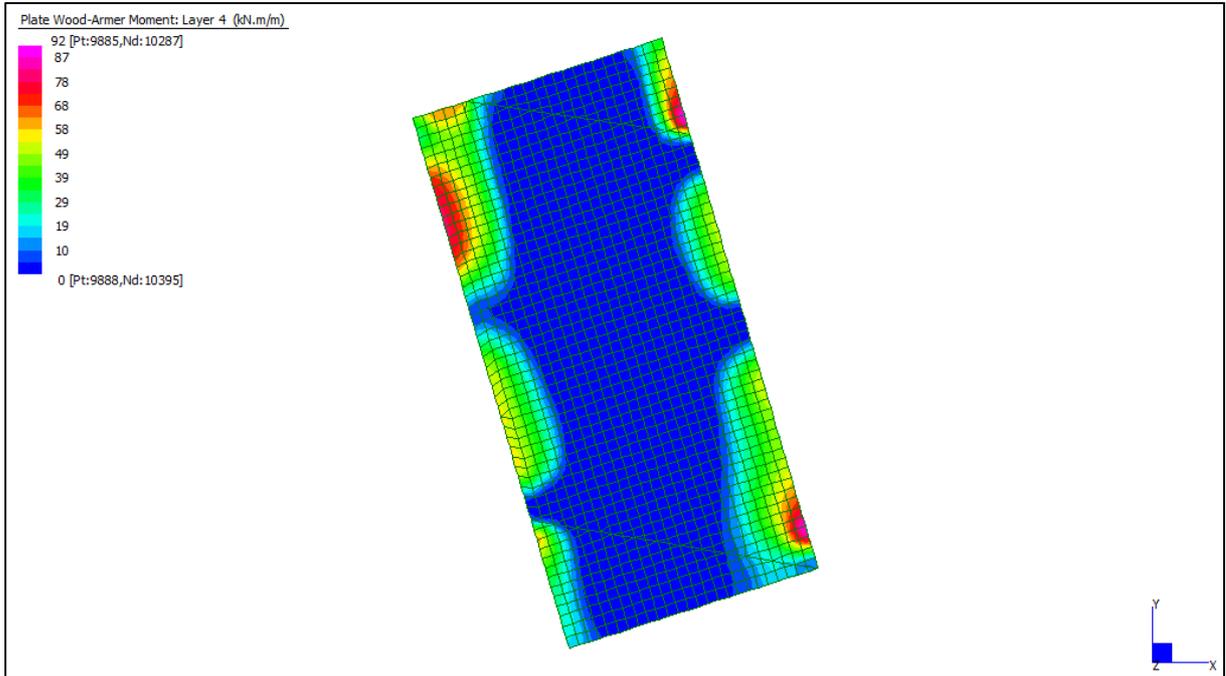
Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.E. Rara)



Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.E. Rara)

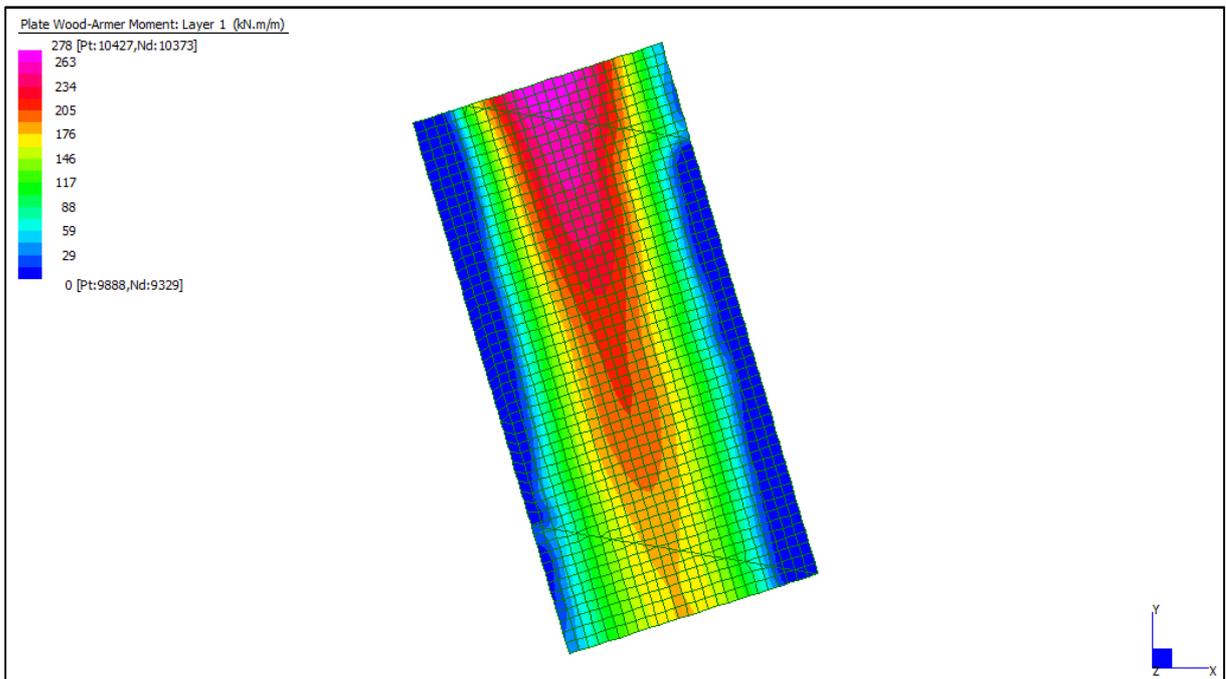
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.E. Rara)

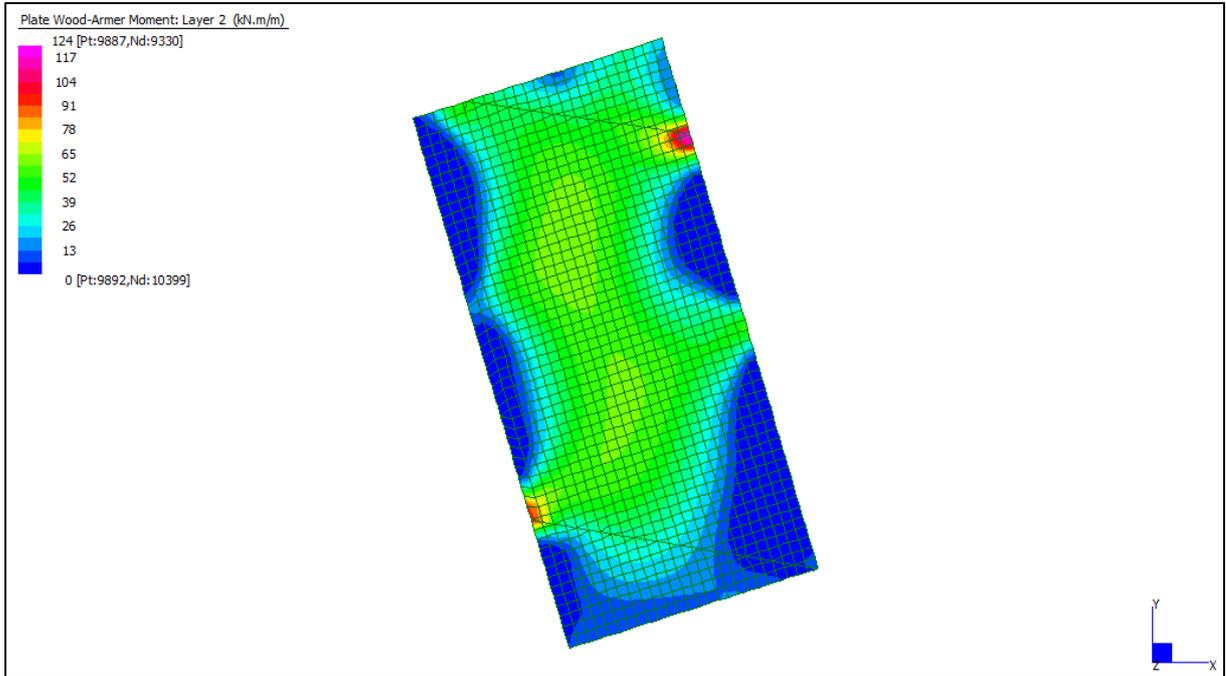
Grafici di combinazione FREQUENTE



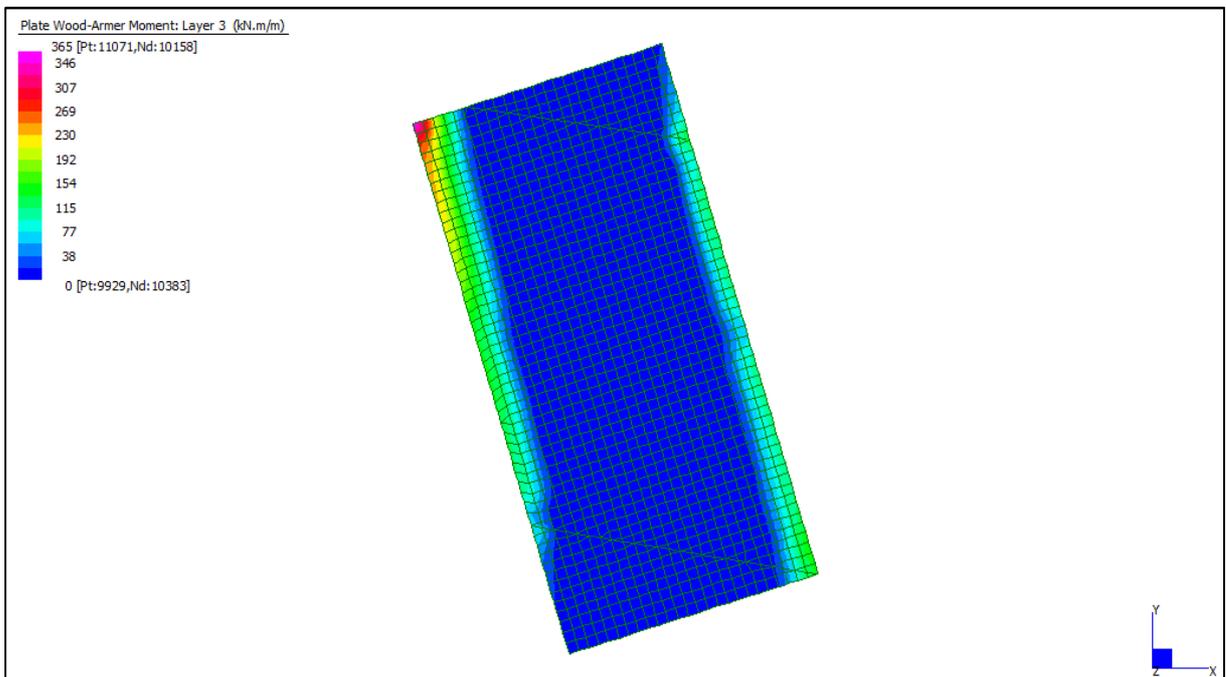
Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



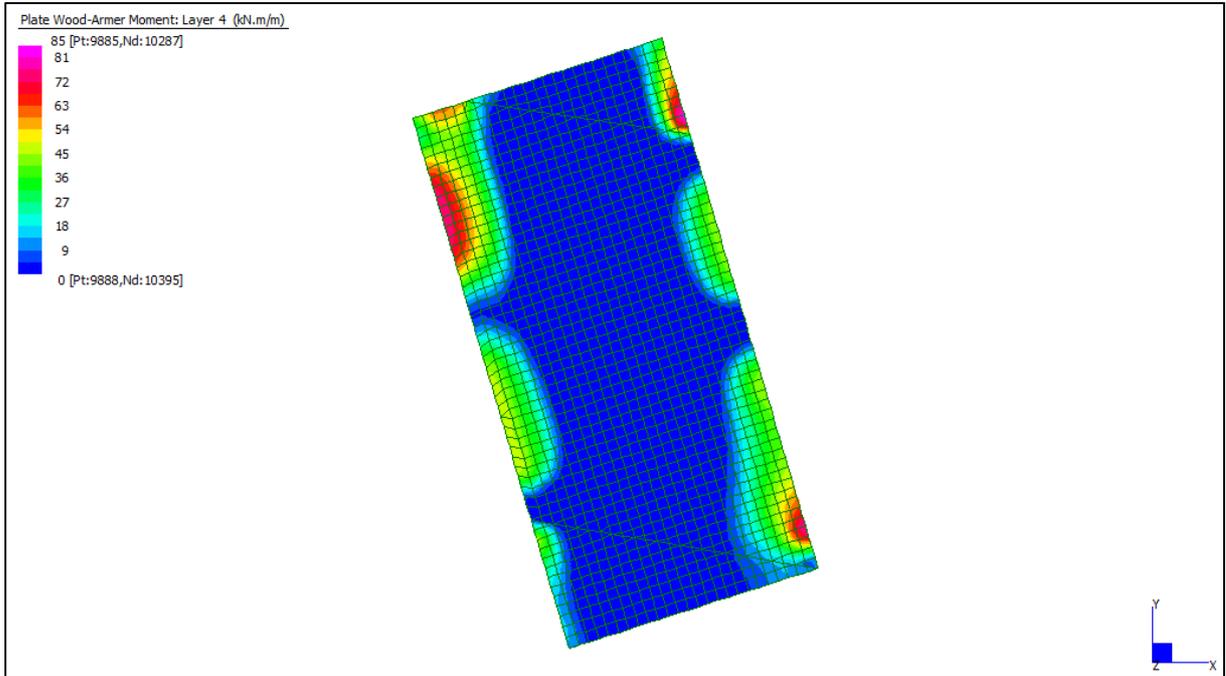
Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.E. Frequente)



Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.E. Frequente)

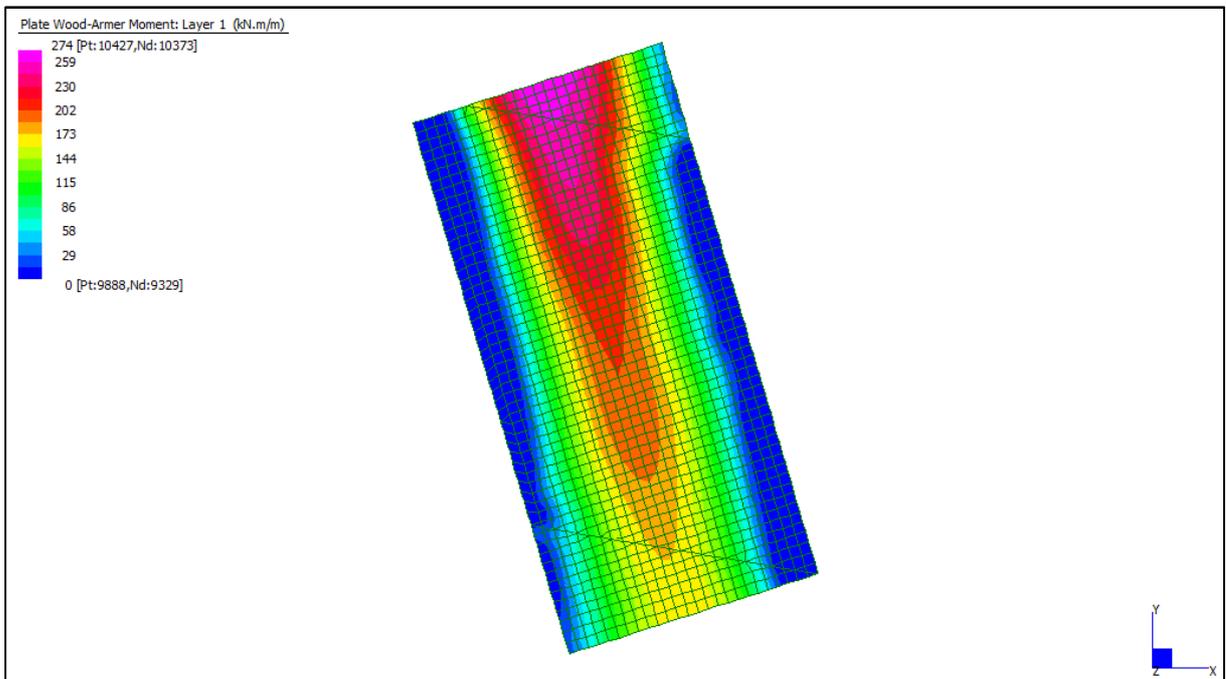
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.E. Frequente)

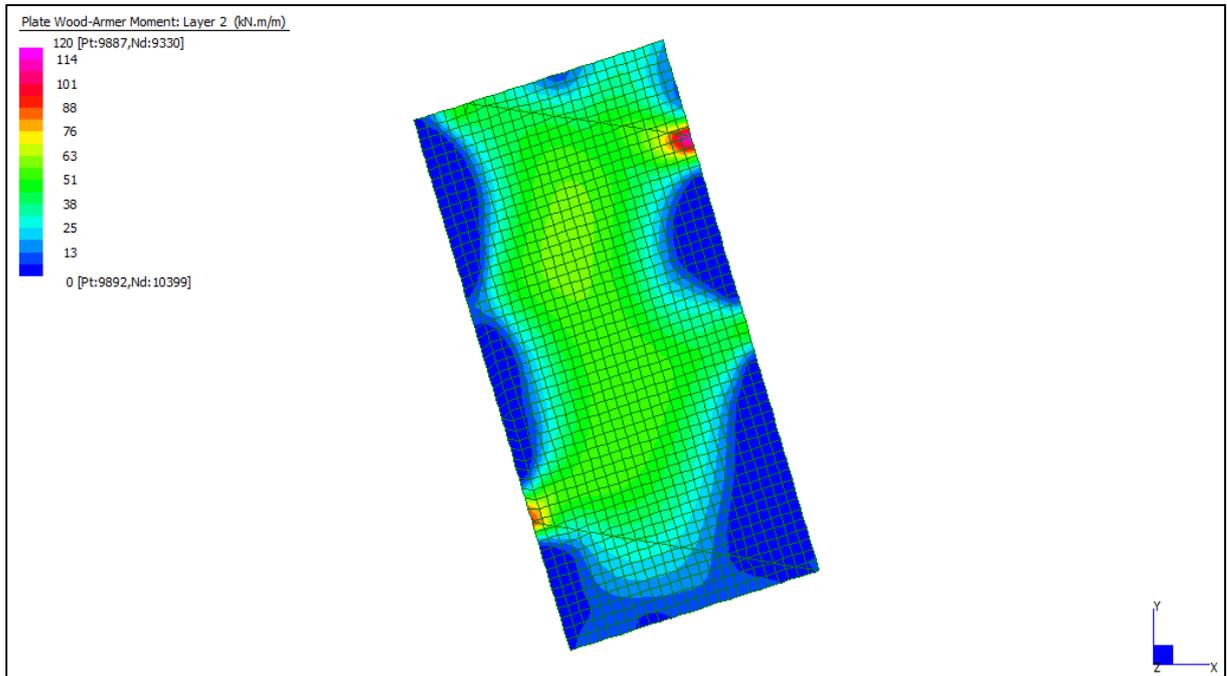
Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



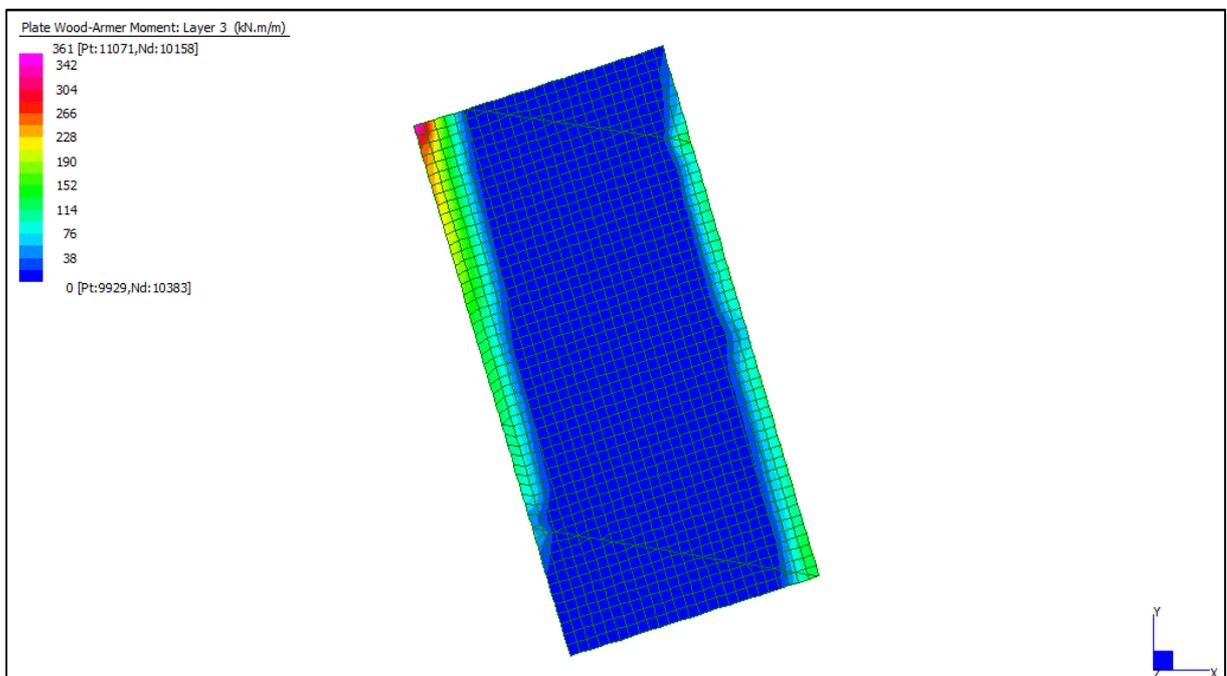
Layer 1 – Momento direzione xx inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



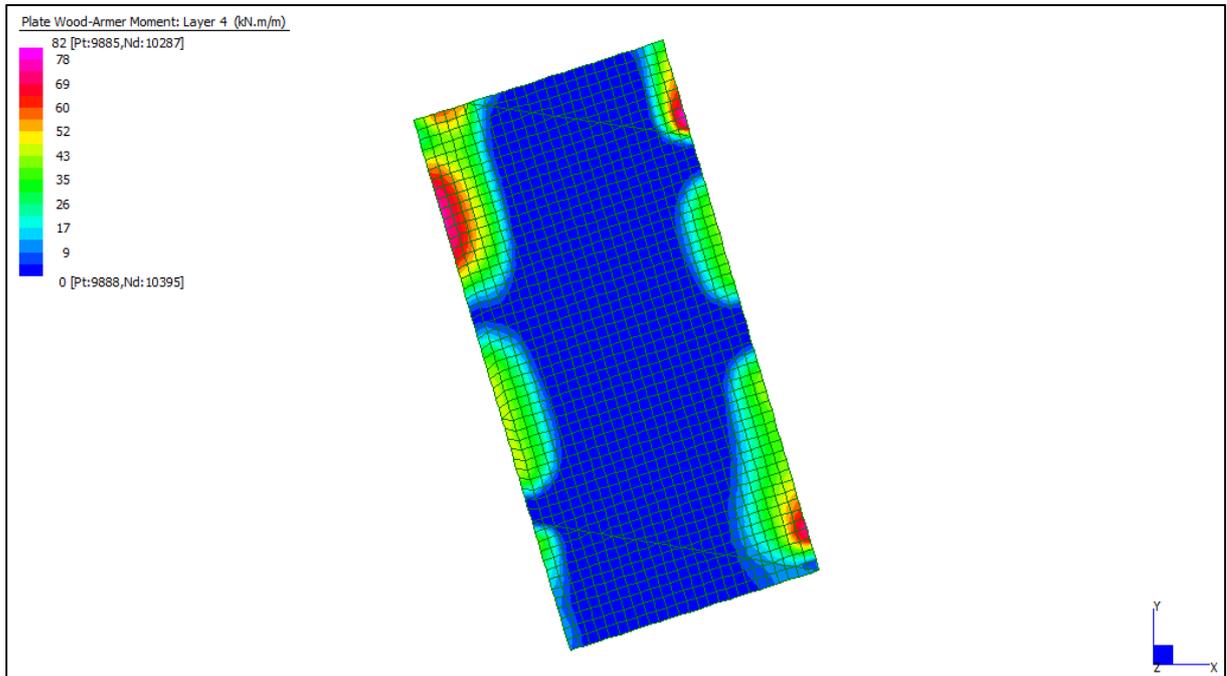
Layer 2 – Momento direzione yy inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



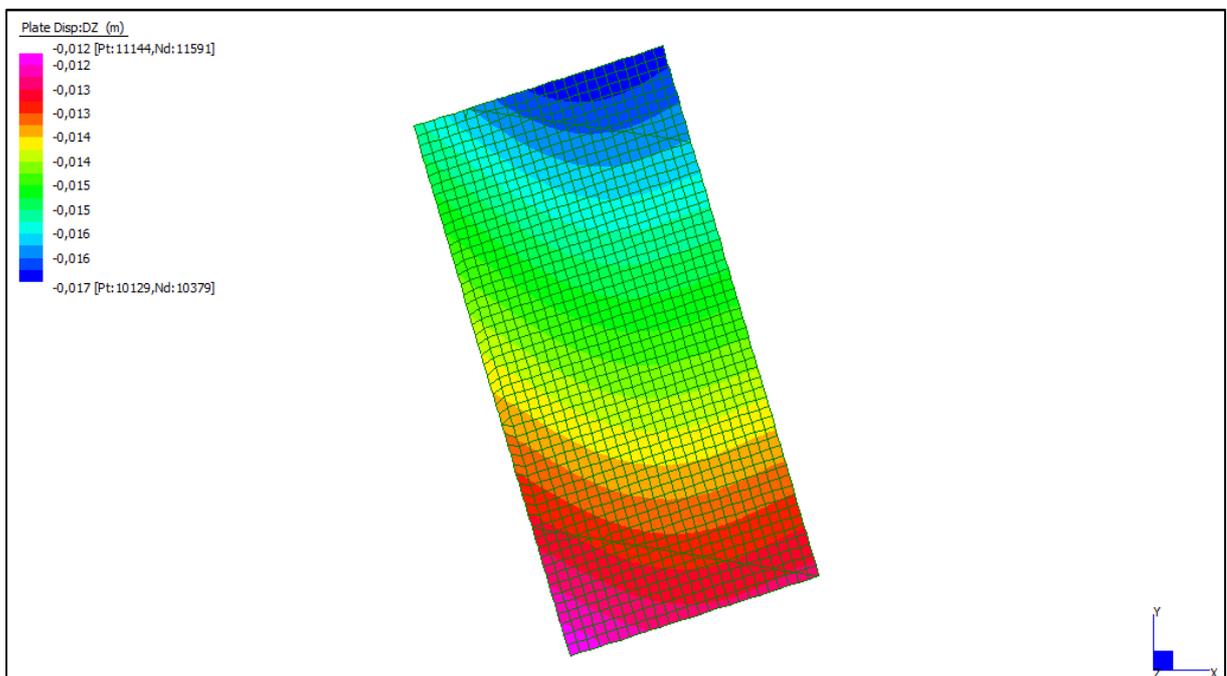
Layer 3 – Momento direzione xx superiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione yy superiore (S.L.E. Quasi permanente)



Spostamento dz_{min} (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a $\Phi 26/20$ (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di: $M_{Rd,X} = 723$ kNm/m in direzione X e $M_{Rd,Y} = 702$ kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	kNm/m	
Soletta (+680) xx inf L1	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	1421	2542	Si
Soletta (+680) yy inf L2	100	100	91	-	φ26/10	-	619	1751	Si
Soletta (+680) xx sup L3	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	1655	2542	Si
Soletta (+680) yy sup L4	100	100	91	-	φ26/10	-	564	1751	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+680,45 m)_ sp 100 cm

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{s1}	ρ _t	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	
Soletta XX h=100	100	100	93	10000	φ22/20	0,0020	1,464	0,367	341	φ8/20/20	90	26,6	822	3323	Si vedi grafici
Soletta XX h=100	100	100	93	10000	φ22/20	0,0020	1,464	0,367	341	φ10/20/20	90	26,6	1284	3323	Si vedi grafici
Soletta XX h=100	100	100	93	10000	φ22/20	0,0020	1,464	0,367	341	φ12/20/20	90	26,6	1849	3323	Si vedi grafici
Soletta XX h=100	100	100	93	10000	φ26/10	0,0057	1,464	0,367	443	φ14/20/20	90	26,6	2517	3323	Si vedi grafici
Soletta YY h=100	100	100	91	10000	φ22/20	0,0021	1,469	0,369	335	φ8/20/20	90	26,6	804	3252	Si vedi grafici
Soletta YY h=100	100	100	91	10000	φ22/20	0,0021	1,469	0,369	335	φ10/20/20	90	26,6	1257	3252	Si vedi grafici
Soletta YY h=100	100	100	91	10000	φ22/20	0,0021	1,469	0,369	335	φ12/20/20	90	26,6	1810	3252	Si vedi grafici
Soletta YY h=100	100	100	91	10000	φ26/10	0,0058	1,469	0,369	438	φ14/20/20	90	26,6	2463	3252	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta (+680,45 m)_ sp 100 cm

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Soletta (+680) xx inf L1	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	287	1,98	≤ 17,43	46	≤ 360
Soletta (+680) yy inf L2	100	100	91	-	φ26/10	-	135	1,08	≤ 17,43	32	≤ 360
Soletta (+680) xx sup L3	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	379	2,62	≤ 17,43	61	≤ 360
Soletta (+680) yy sup L4	100	100	91	-	φ26/10	-	92	0,74	≤ 17,43	21	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+680,45 m)_sp 100 cm

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	mm	mm
Soletta (+680) xx inf L1	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	278	0,03	≤ 0,40
Soletta (+680) yy inf L2	100	100	91	-	φ26/10	-	124	0,02	≤ 0,40
Soletta (+680) xx sup L3	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	365	0,03	≤ 0,40
Soletta (+680) yy sup L4	100	100	91	-	φ26/10	-	85	0,02	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Soletta (+680,45 m)_sp 100 cm

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Soletta (+680) xx inf L1	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	274	1,89	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Soletta (+680) yy inf L2	100	100	91	-	φ26/10	-	120	0,96	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30
Soletta (+680) xx sup L3	100	100	93	89	φ26/10	φ26/20	361	2,49	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Soletta (+680) yy sup L4	100	100	91	-	φ26/10	-	82	0,66	≤ 13,07	0,01	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi perm) – Soletta (+680,45 m)_sp 100 cm

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.4 SOLETTA (+680,45 m) sp=40cm

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

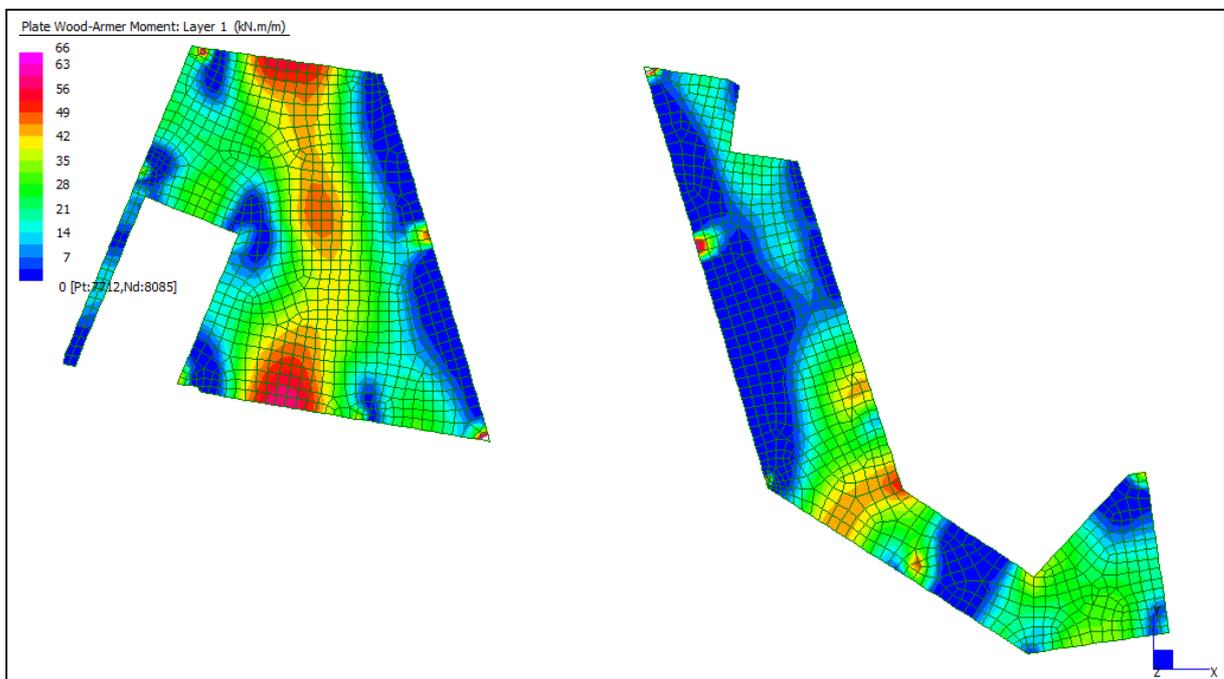
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

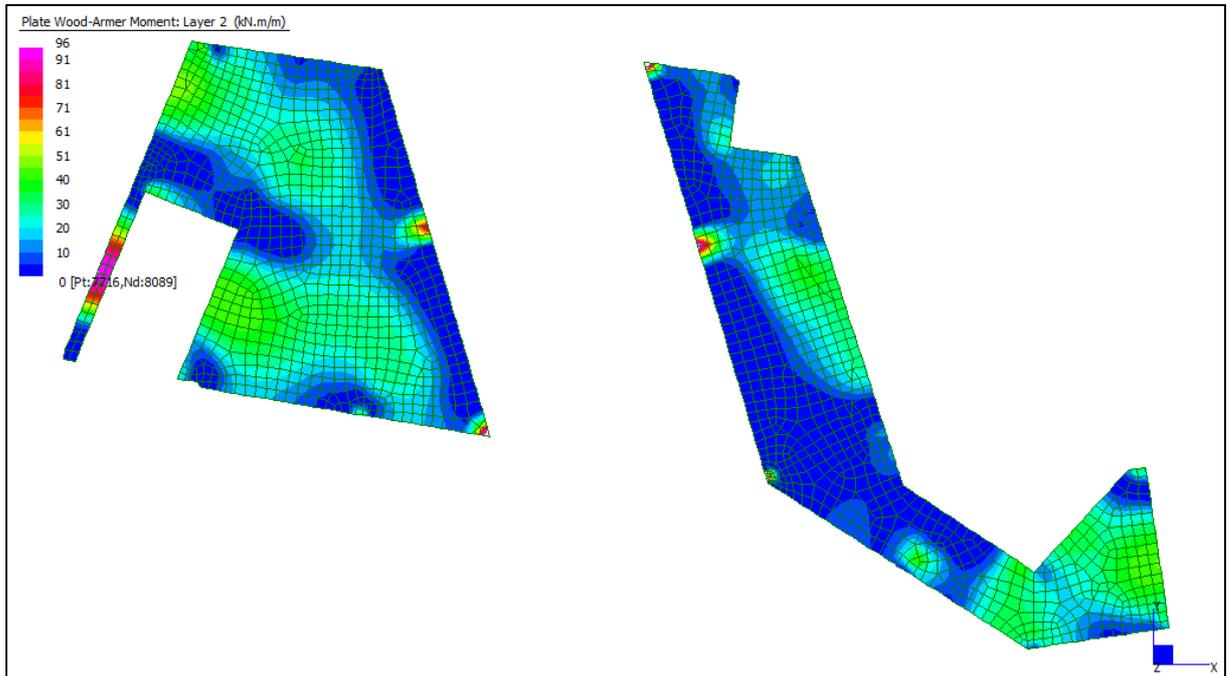
Grafici di combinazione di SLU



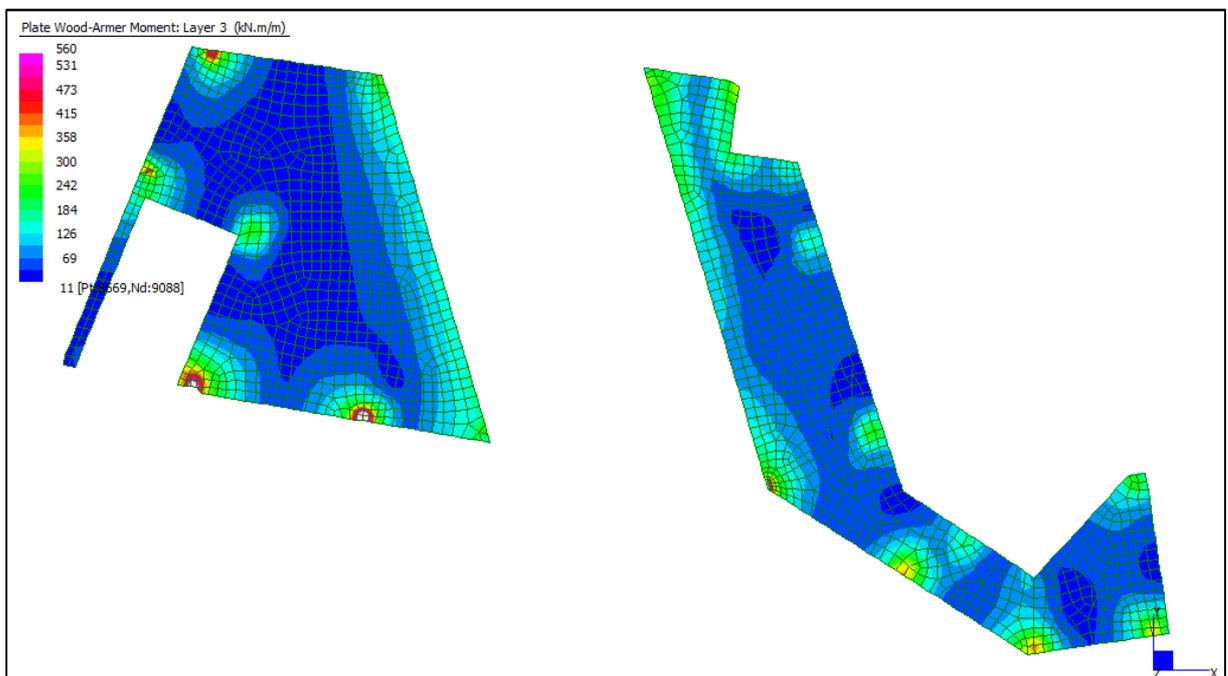
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



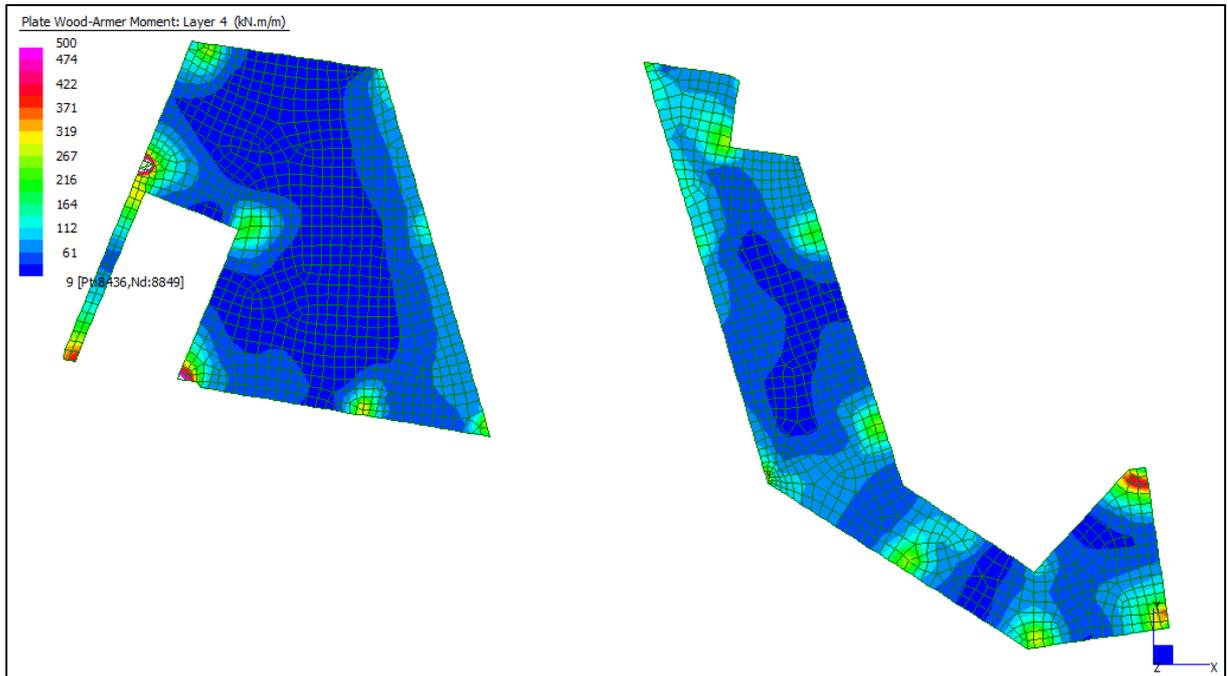
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



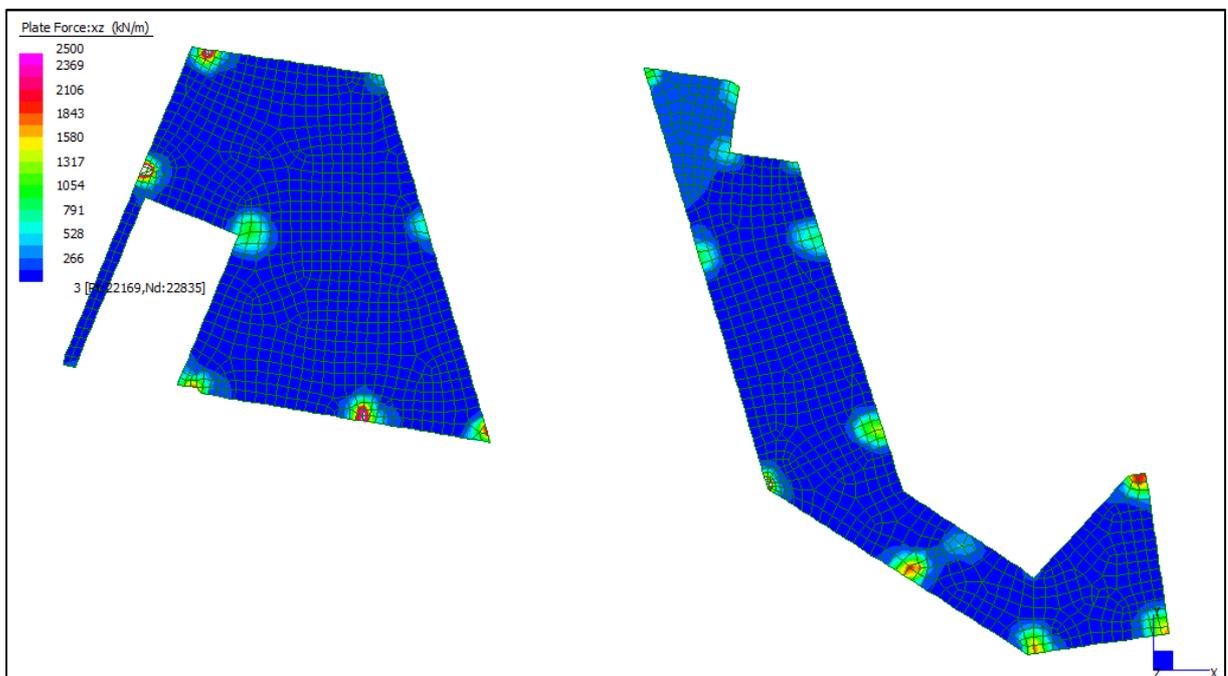
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



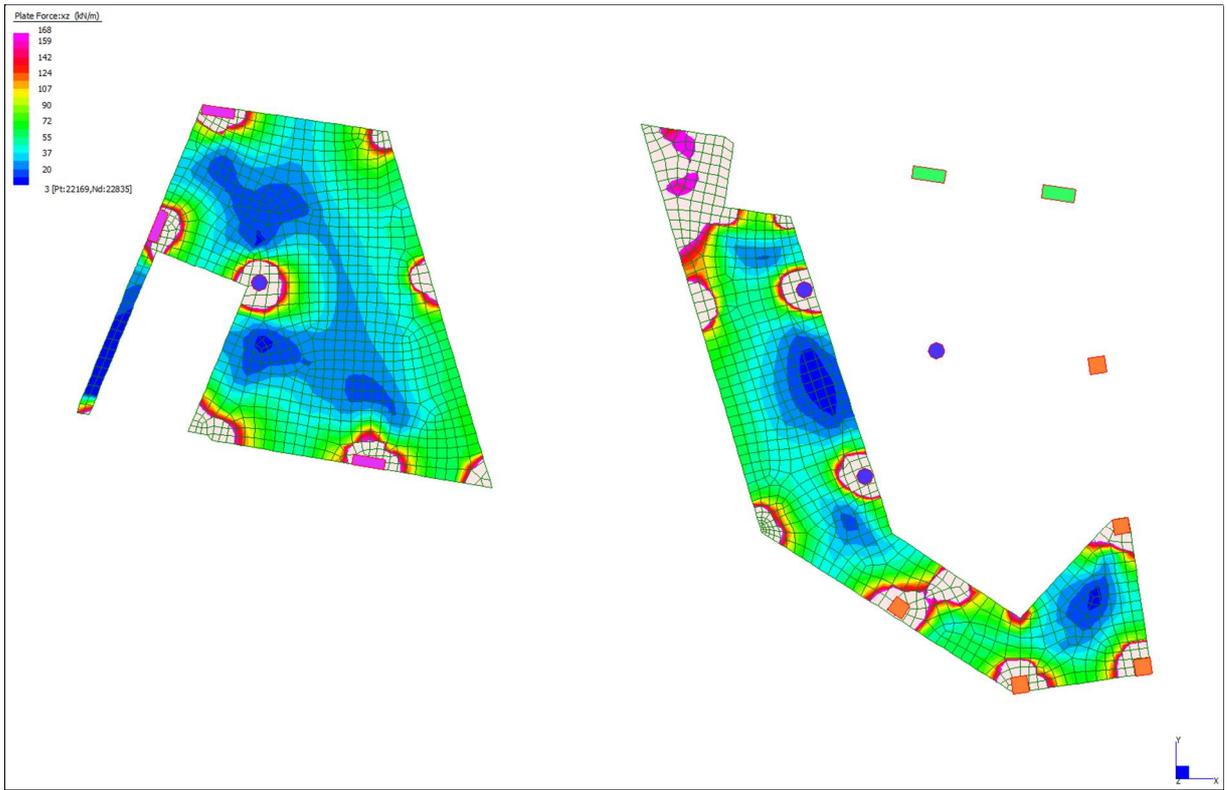
Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)



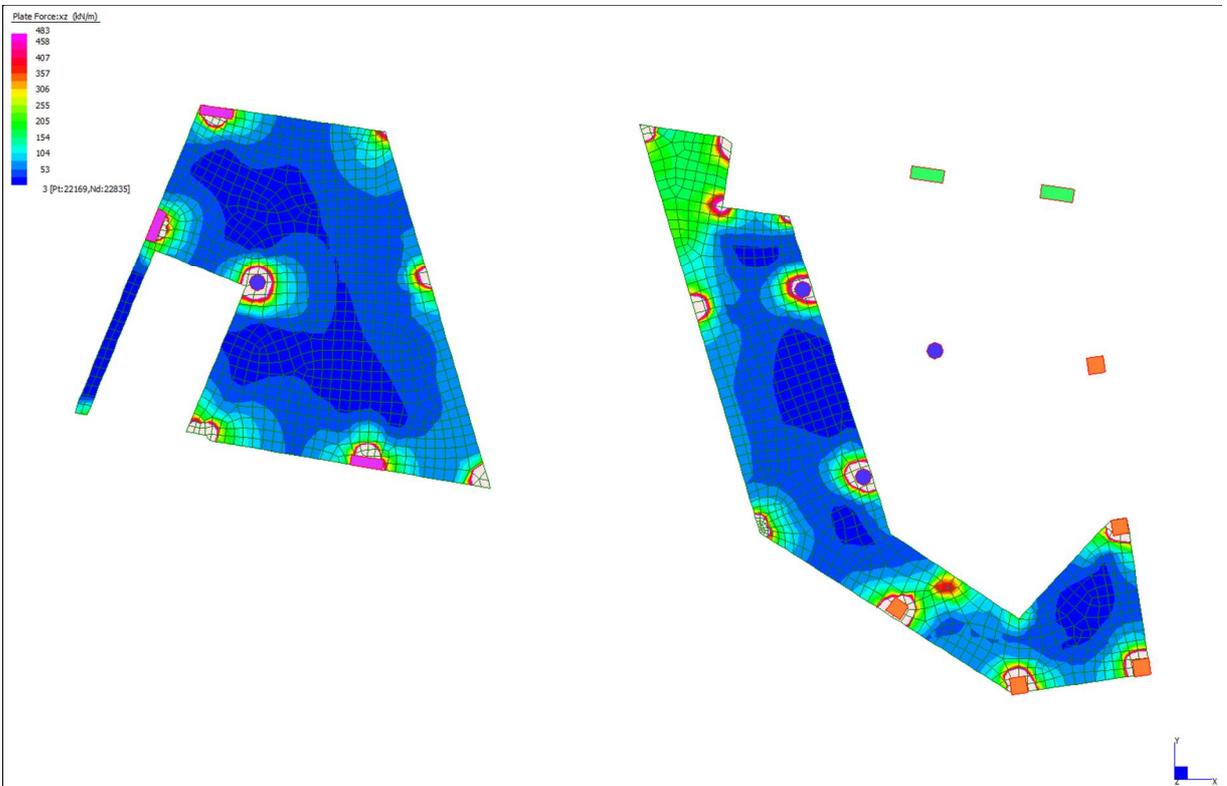
Sforzo di taglio V_{zx} (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



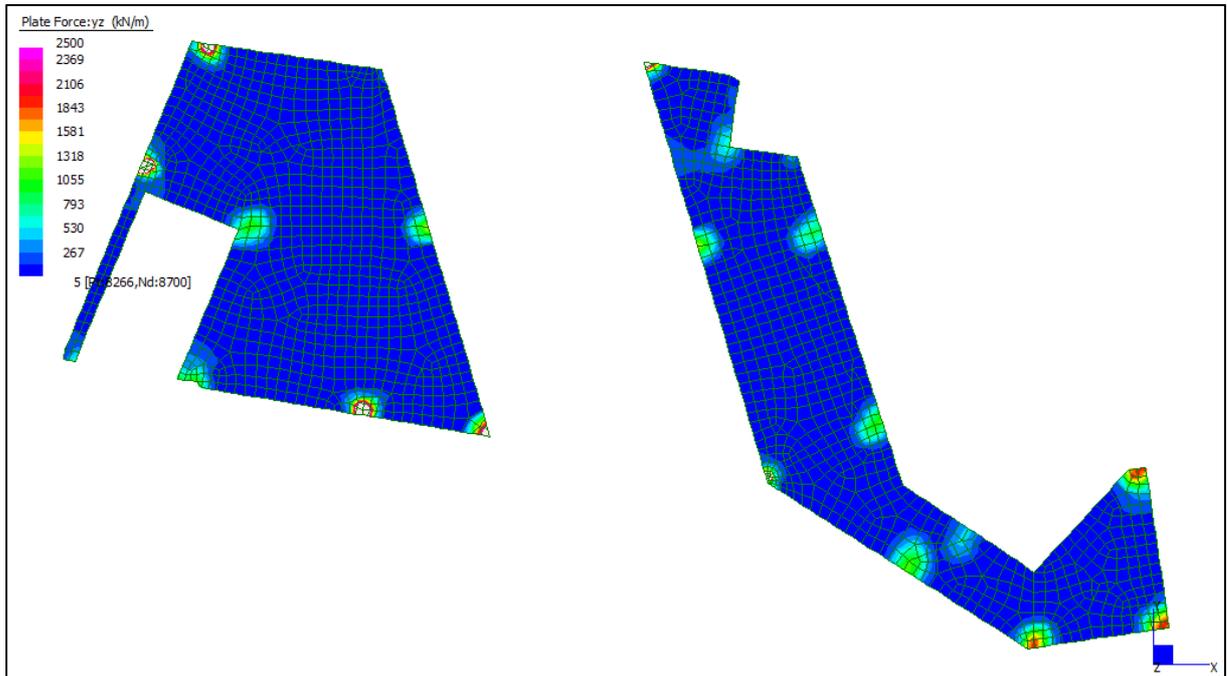
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}



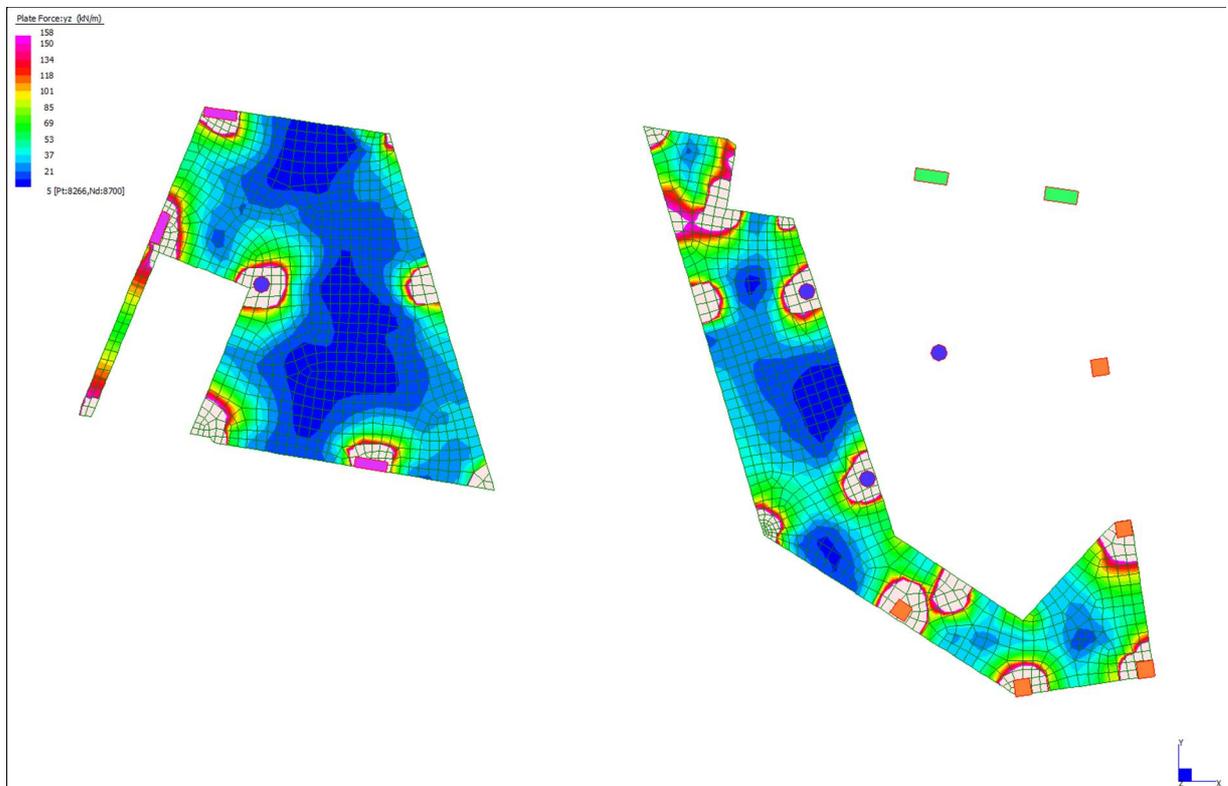
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



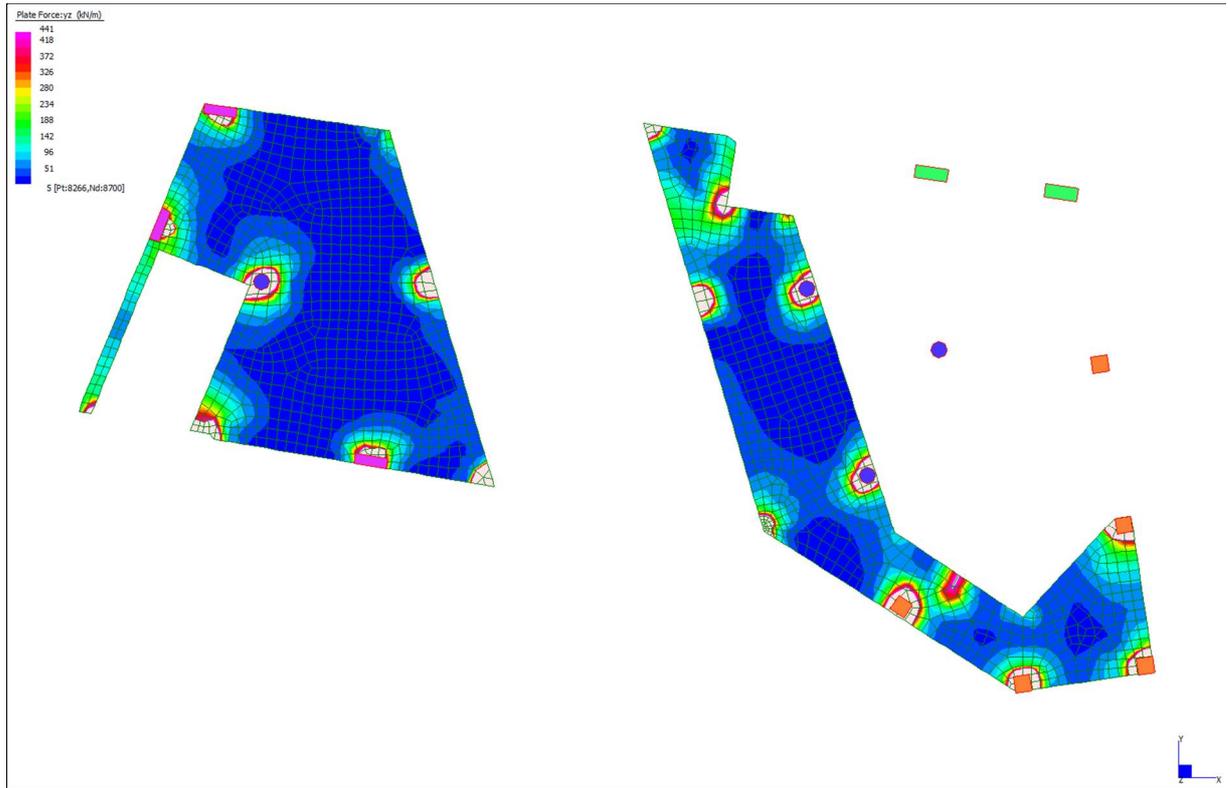
Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.)



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}

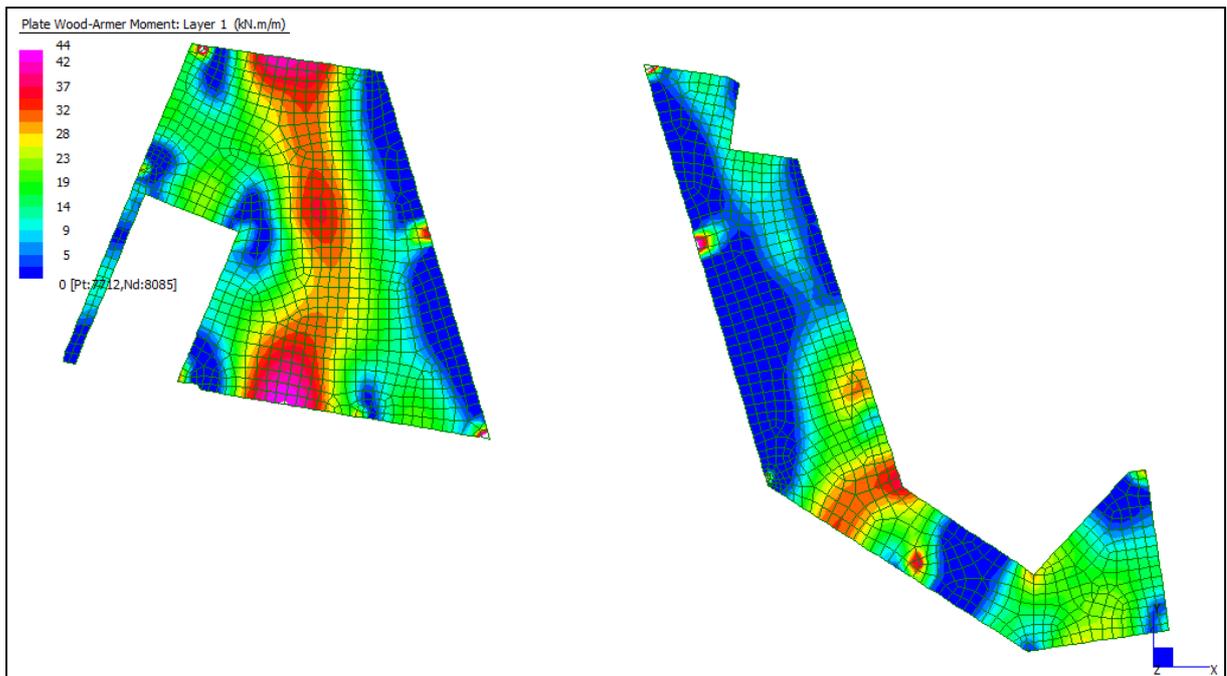
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

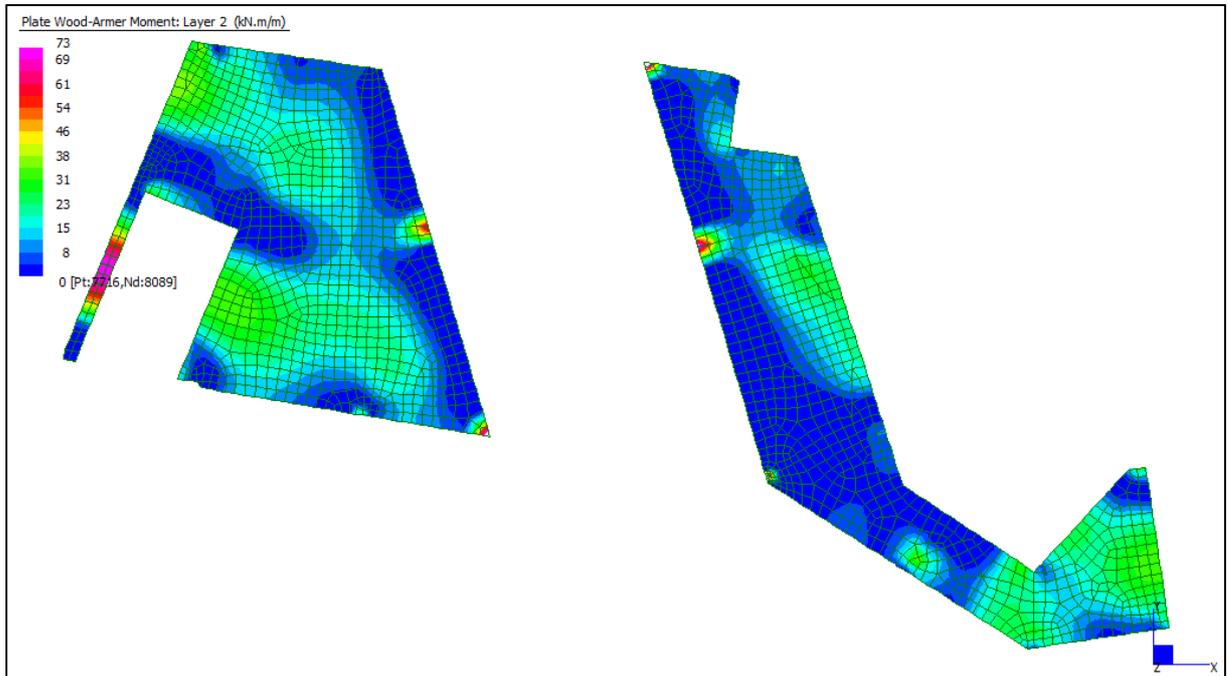
Grafici di combinazione RARA



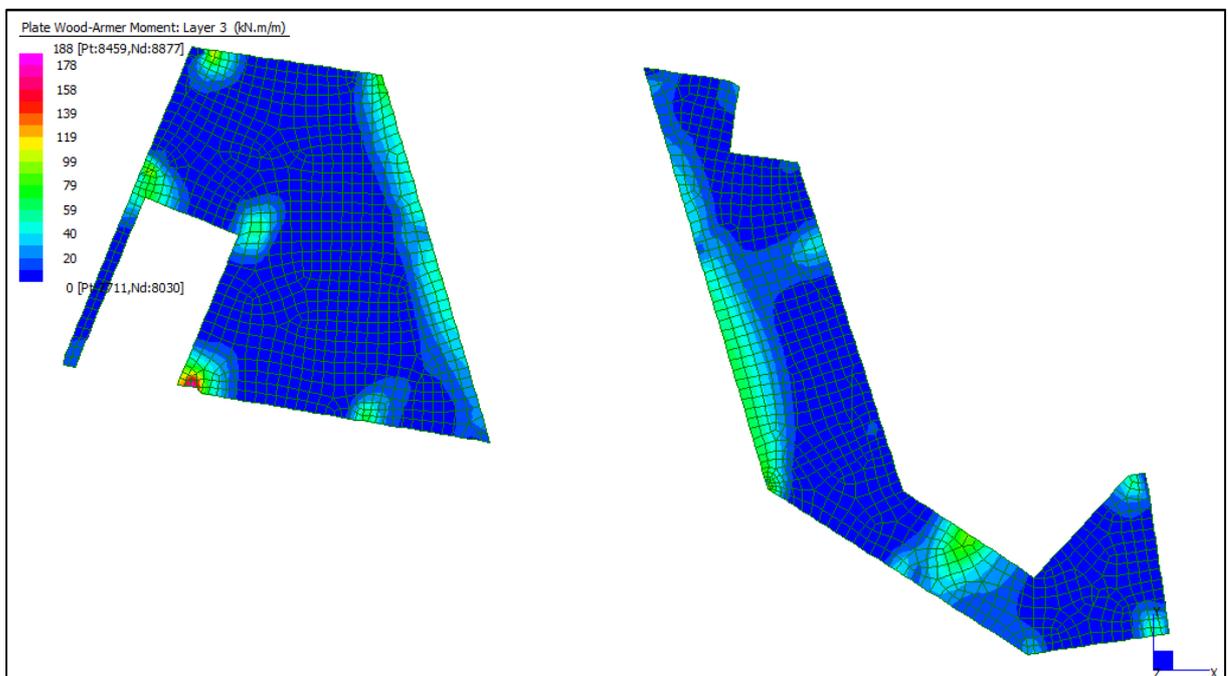
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



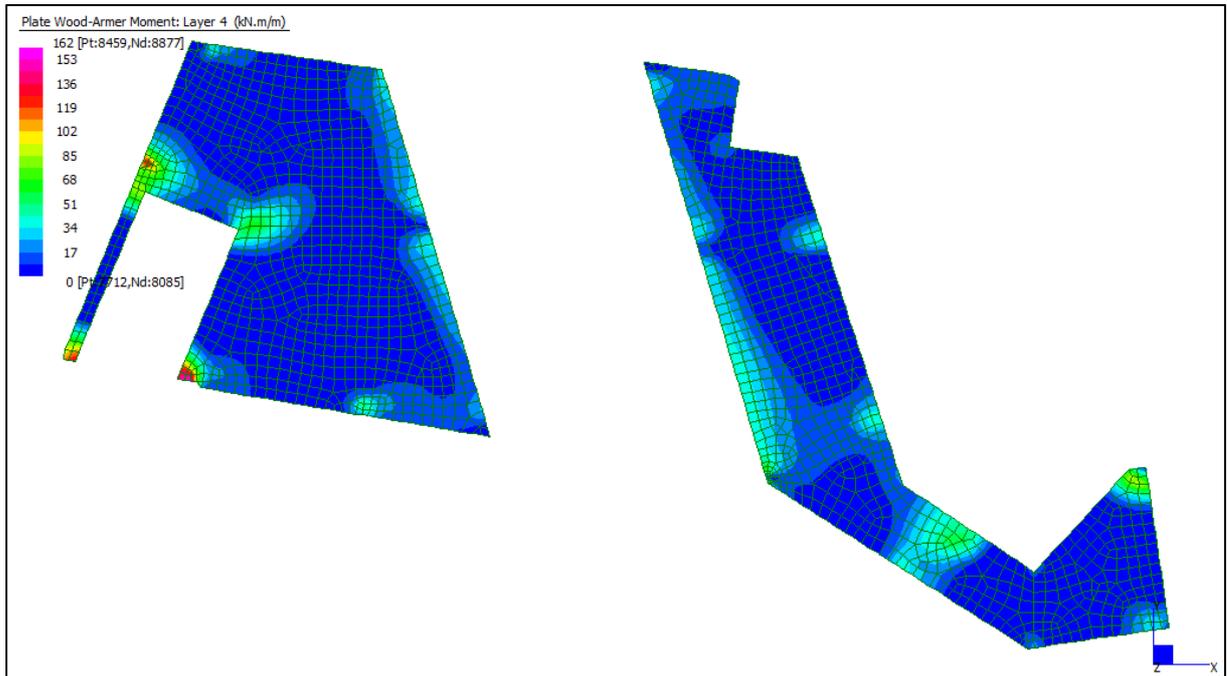
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)

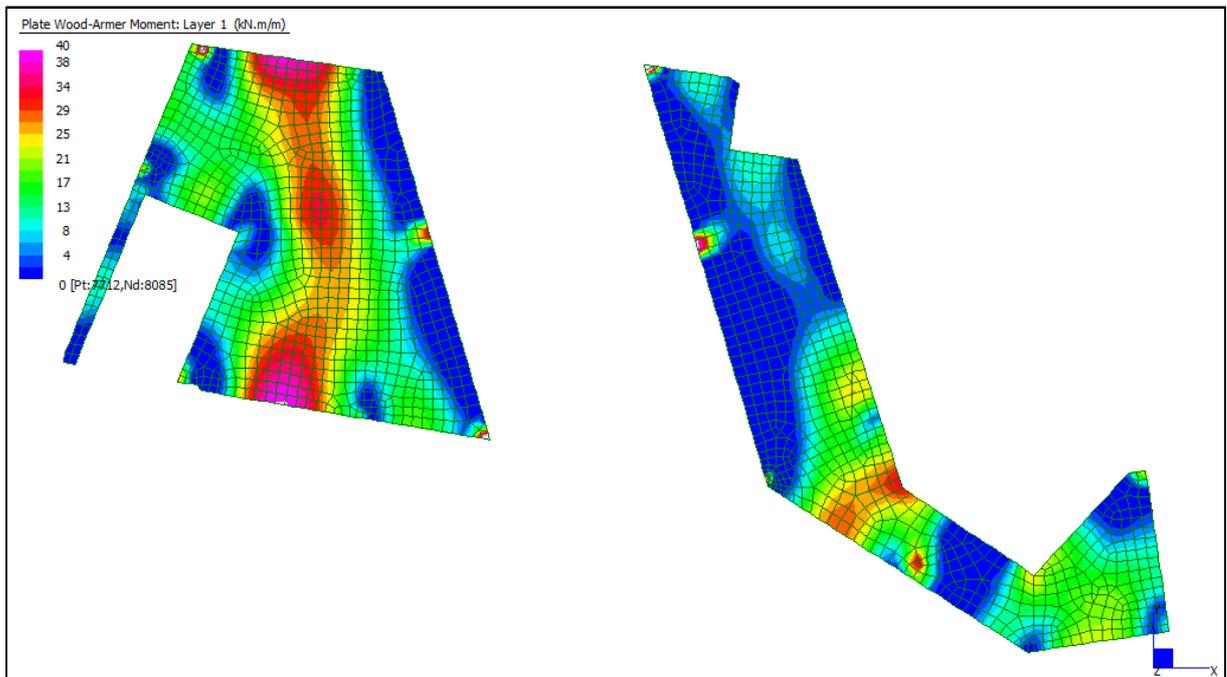
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)

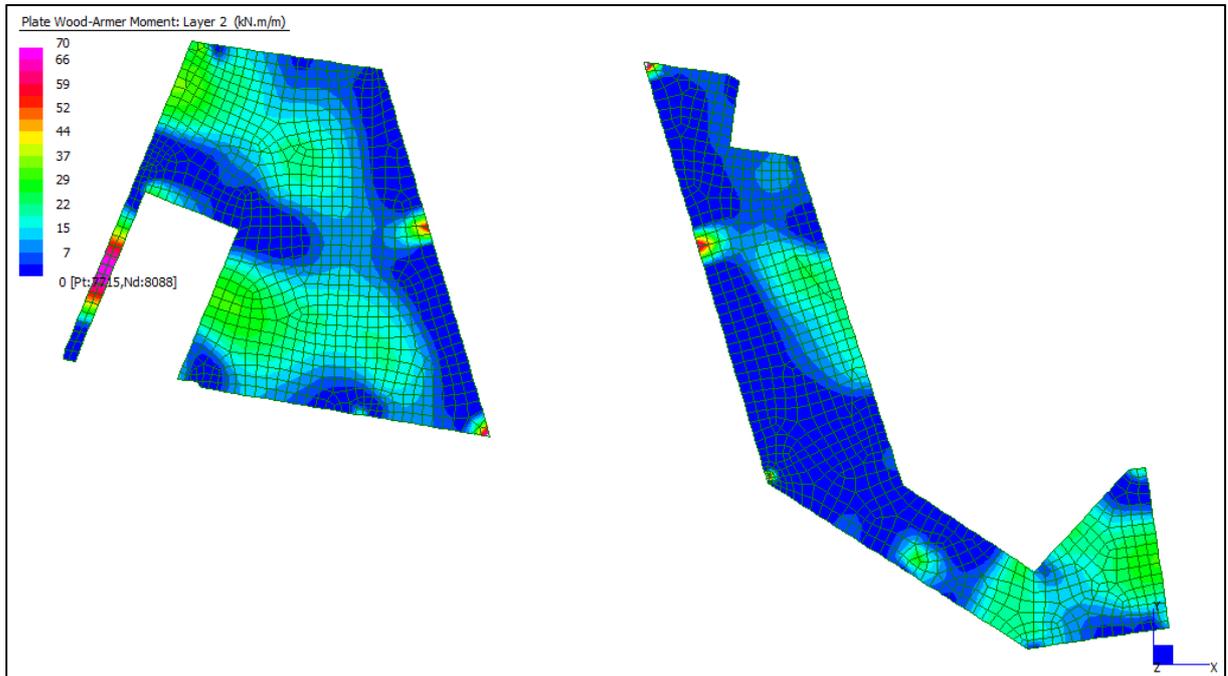
Grafici di combinazione FREQUENTE



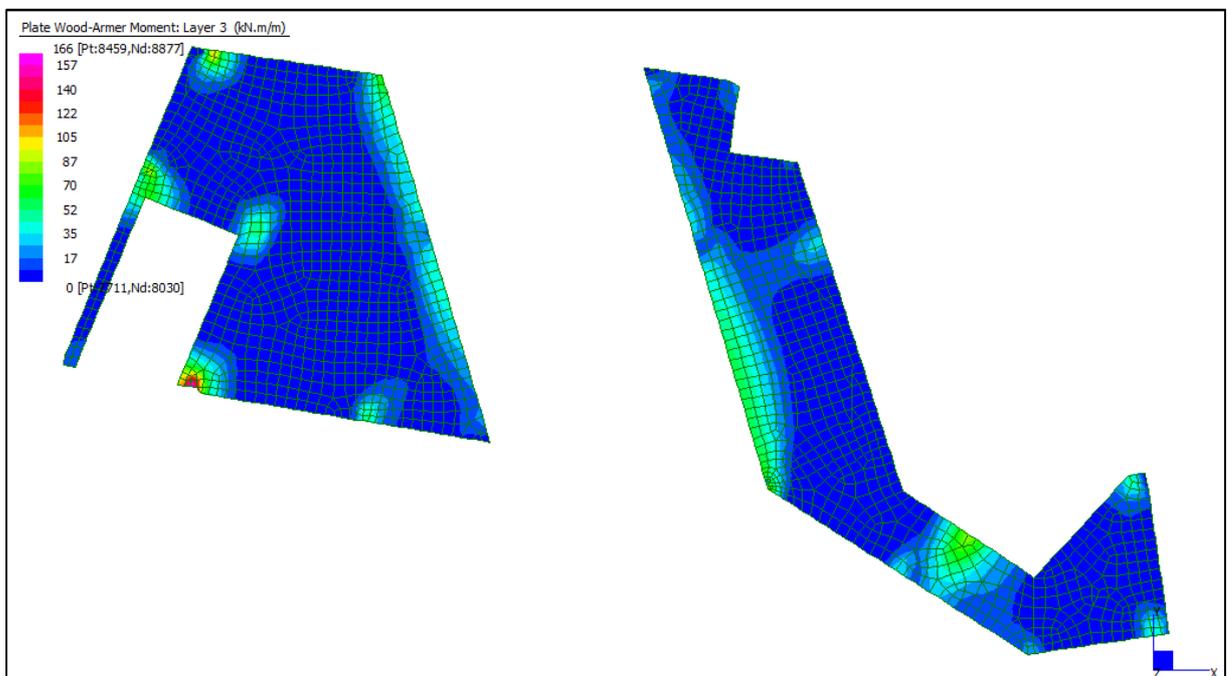
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



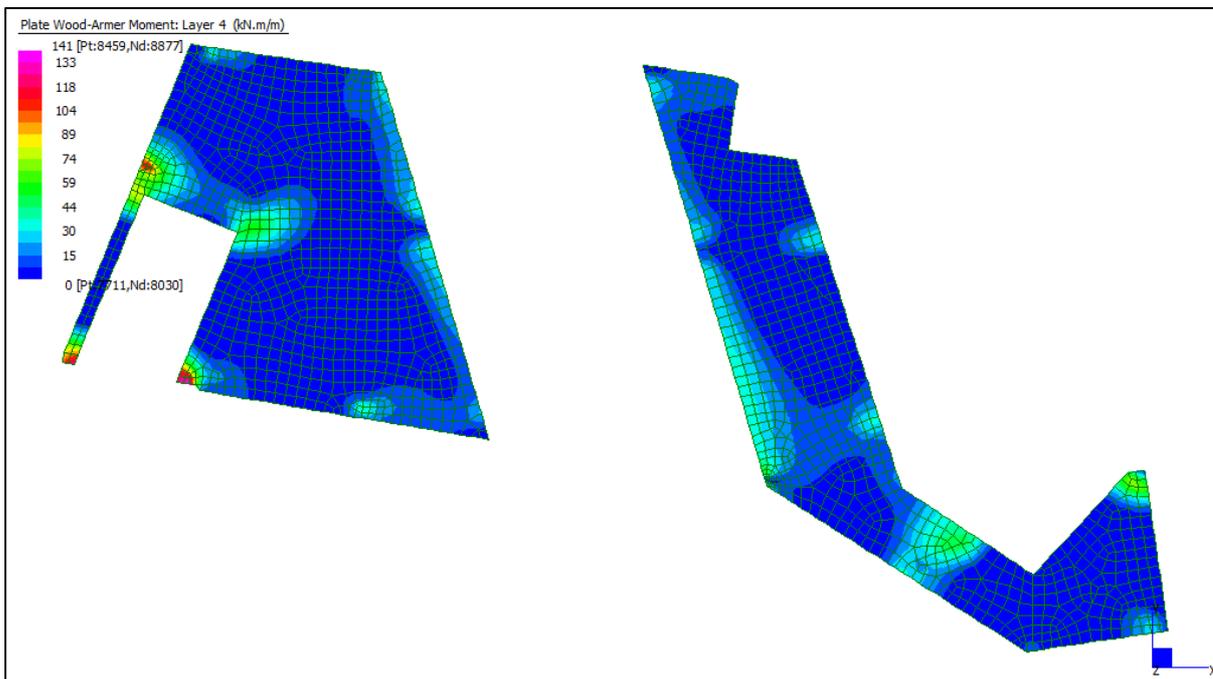
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)

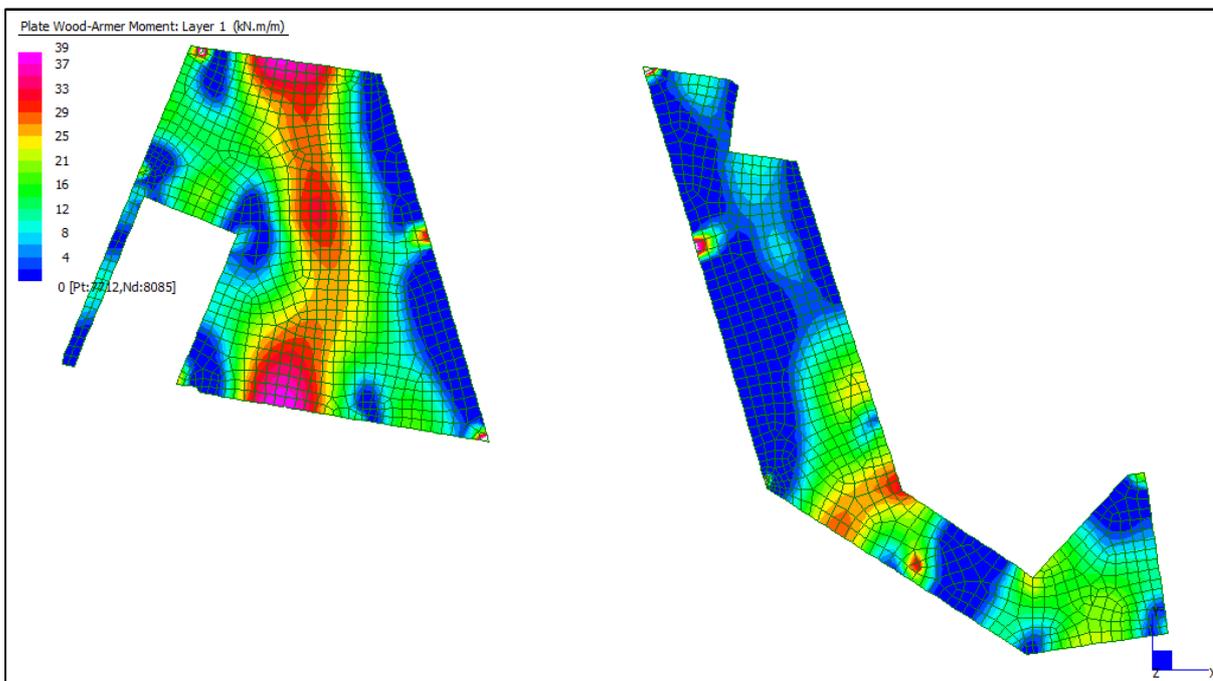
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)

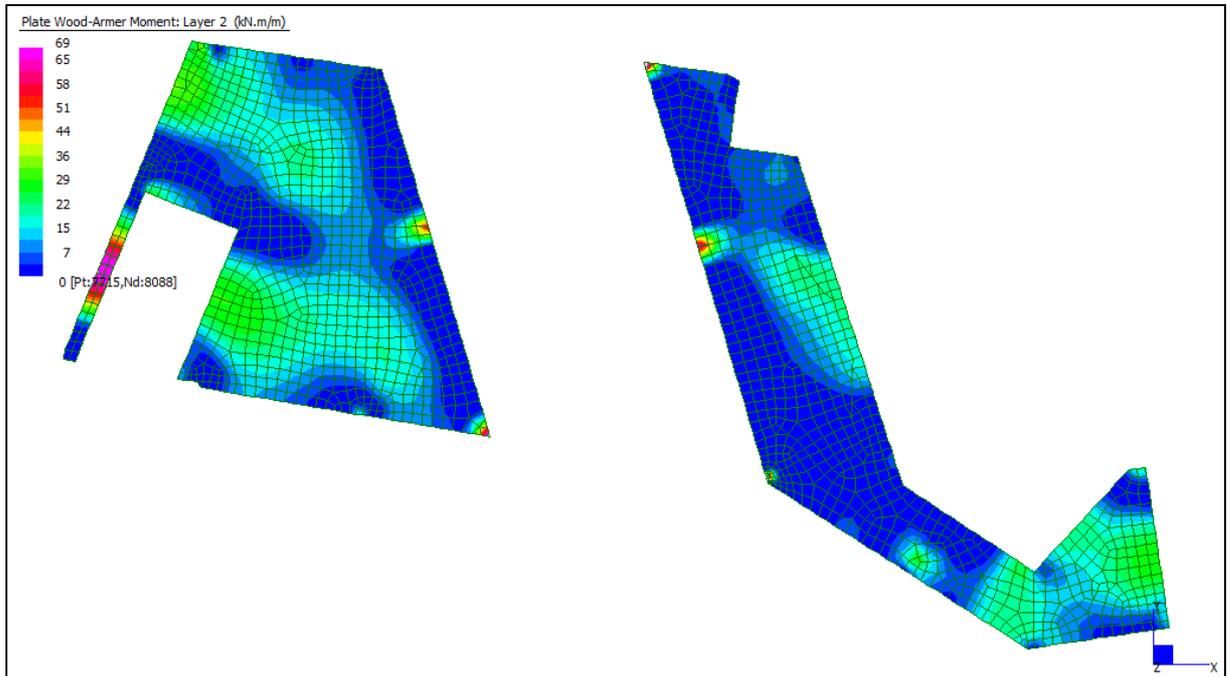
Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



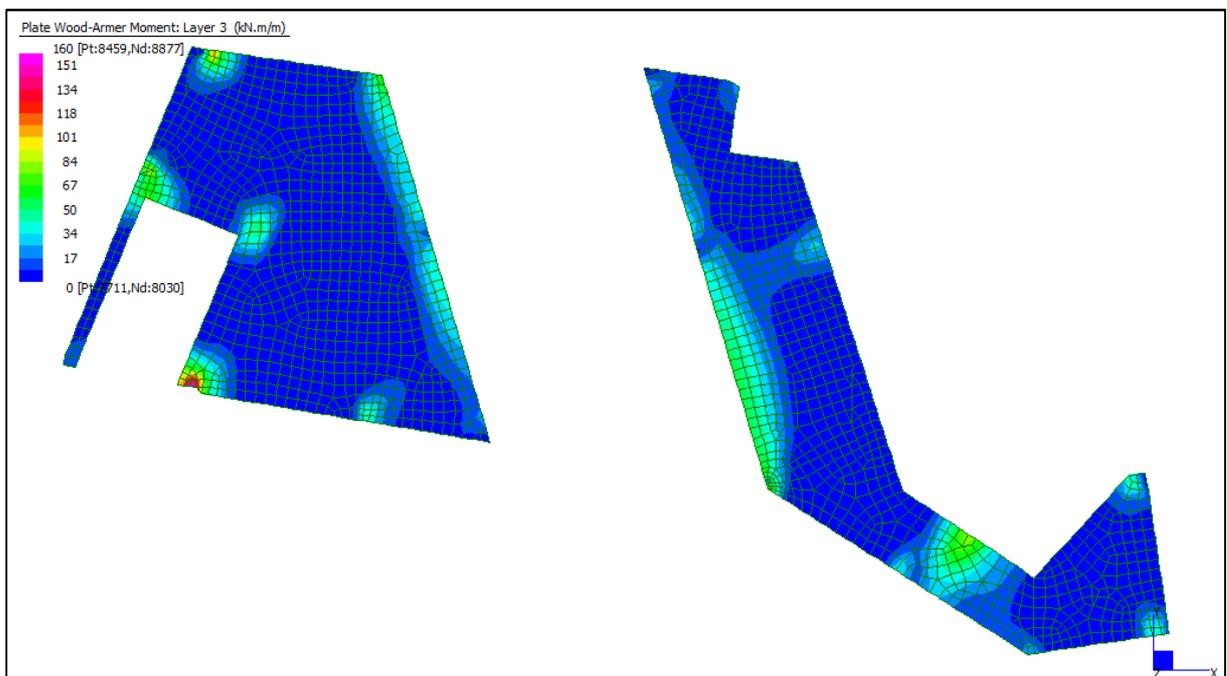
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



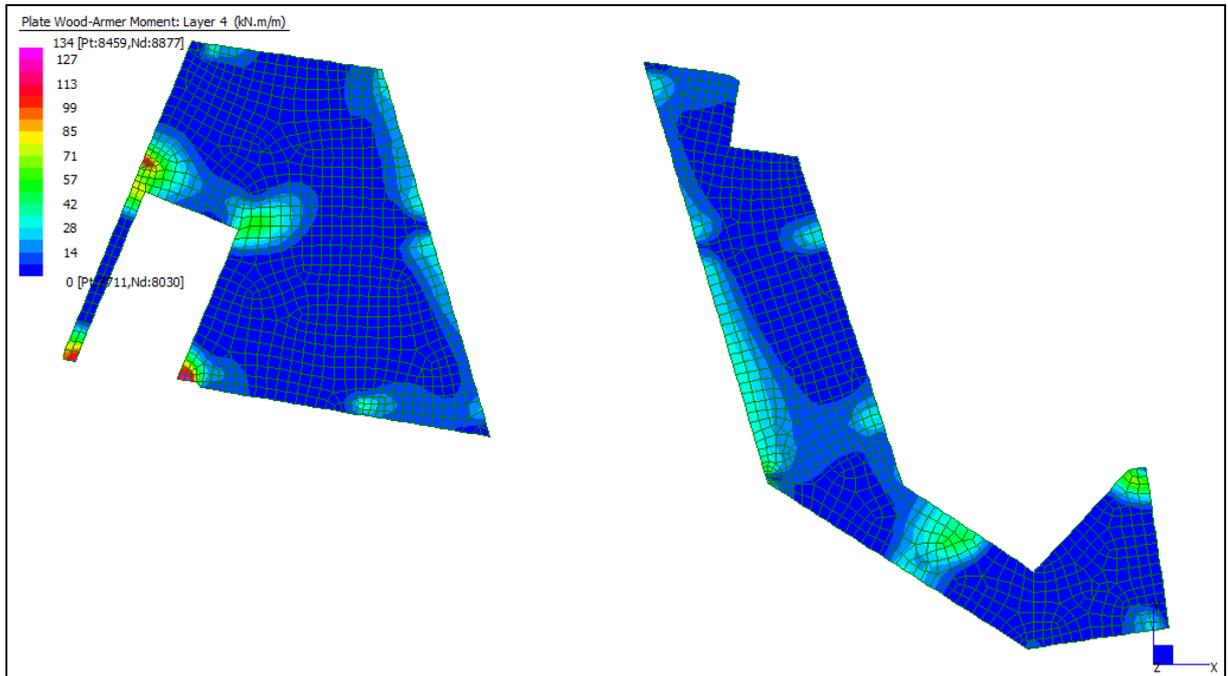
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



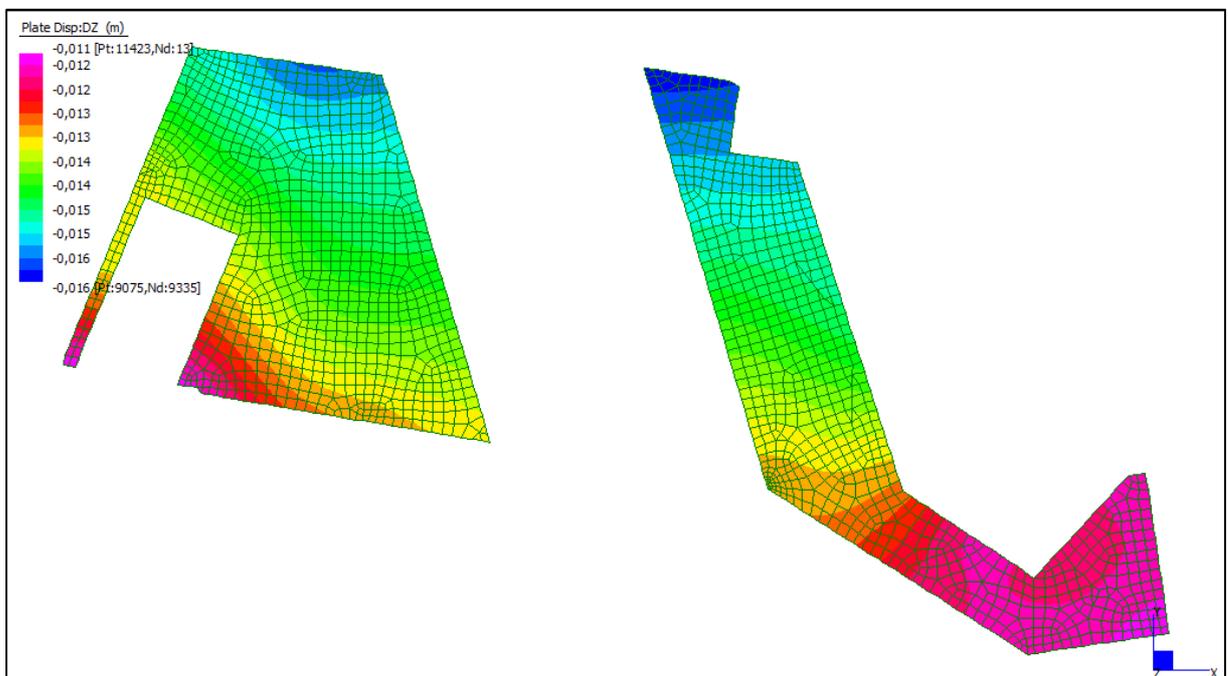
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)



Spostamento dz_{min} (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a $\Phi 14/20$ (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di: $M_{Rd,X} = 102$ kNm/m in direzione X e $M_{Rd,Y} = 93$ kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	A _{S1}	A _{S2}	kNm/m	kNm/m	
Soletta (+680) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	66	102	Si
Soletta (+680) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	96	126	Si
Soletta (+680) xx sup L3	100	40	35	-	φ26/10	-	560	587	Si
Soletta (+680) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	500	525	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+680,45 m) - sp 40 cm

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ _l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	φ14/20	0,0022	1,756	0,482	169	φ8/20/20	90	26,6	309	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	φ14/20	0,0022	1,756	0,482	169	φ10/20/20	90	26,6	483	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	φ14/20	0,0022	1,756	0,482	169	φ12/20/20	90	26,6	696	1251	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	φ14/20	0,0024	1,791	0,496	159	φ8/20/20	90	26,6	283	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	φ14/20	0,0024	1,791	0,496	159	φ10/20/20	90	26,6	442	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	φ14/20	0,0024	1,791	0,496	159	φ12/20/20	90	26,6	636	1143	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta (+680,45 m) - sp 40 cm

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A PUNZONAMENTO

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

La verifica è stata effettuata in corrispondenza del pilastro più sollecitato, per ogni tipologia di forma presente.

PUNZ. BORDO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,c}	VER	A _{SW SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} u ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.5 (44x44)	40	34	44	44	342	298	φ14/20	410	1,40	0,500	0,445	-	φ8/20/20	0,500	0,625	Si	1,298	3,292	Si
Pil.13 (50x50)	40	34	50	50	360	310	φ14/20	313	1,40	0,363	0,445	Si	-	-	-	-	0,872	3,292	Si
Pil.15 (30x100)	40	34	30	100	370	340	φ14/20	246	1,40	0,277	0,445	Si	-	-	-	-	0,643	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,c}	VER	A _{SW SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} (u ₀)	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.14 (50x50)	40	34	50	50	205	155	φ14/20	256	1,50	0,558	0,445	-	φ8/20/20	0,558	0,613	Si	1,146	3,292	Si
Pil.4 (30x100)	40	34	30	100	235	170	φ14/20	357	1,50	0,680	0,445	-	φ10/20/20	0,680	0,919	Si	1,591	3,292	Si

Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+680,45 m) - sp 40 cm

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Soletta (+680) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	44	3,44	≤ 17,43	177	≤ 360
Soletta (+680) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	73	5,83	≤ 17,43	238	≤ 360
Soletta (+680) xx sup L3	100	40	35	-	φ26/10	-	188	7,56	≤ 17,43	121	≤ 360
Soletta (+680) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	162	7,60	≤ 17,43	114	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+680,45 m) - sp 40 cm

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	mm	mm
Soletta (+680) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	40	0,14	≤ 0,40
Soletta (+680) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	70	0,21	≤ 0,40
Soletta (+680) xx sup L3	100	40	35	-	φ26/10	-	166	0,08	≤ 0,40
Soletta (+680) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	141	0,11	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Soletta (+680,45 m) - sp 40 cm

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Soletta (+680) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/20	-	39	3,05	≤ 13,07	0,13	≤ 0,30
Soletta (+680) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	69	5,51	≤ 13,07	0,21	≤ 0,30
Soletta (+680) xx sup L3	100	40	35	-	φ26/10	-	160	6,43	≤ 13,07	0,08	≤ 0,30
Soletta (+680) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	134	6,29	≤ 13,07	0,10	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi perm) – Soletta (+680,45 m) - sp 40 cm

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.5 SOLETTA (+684,35 m)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

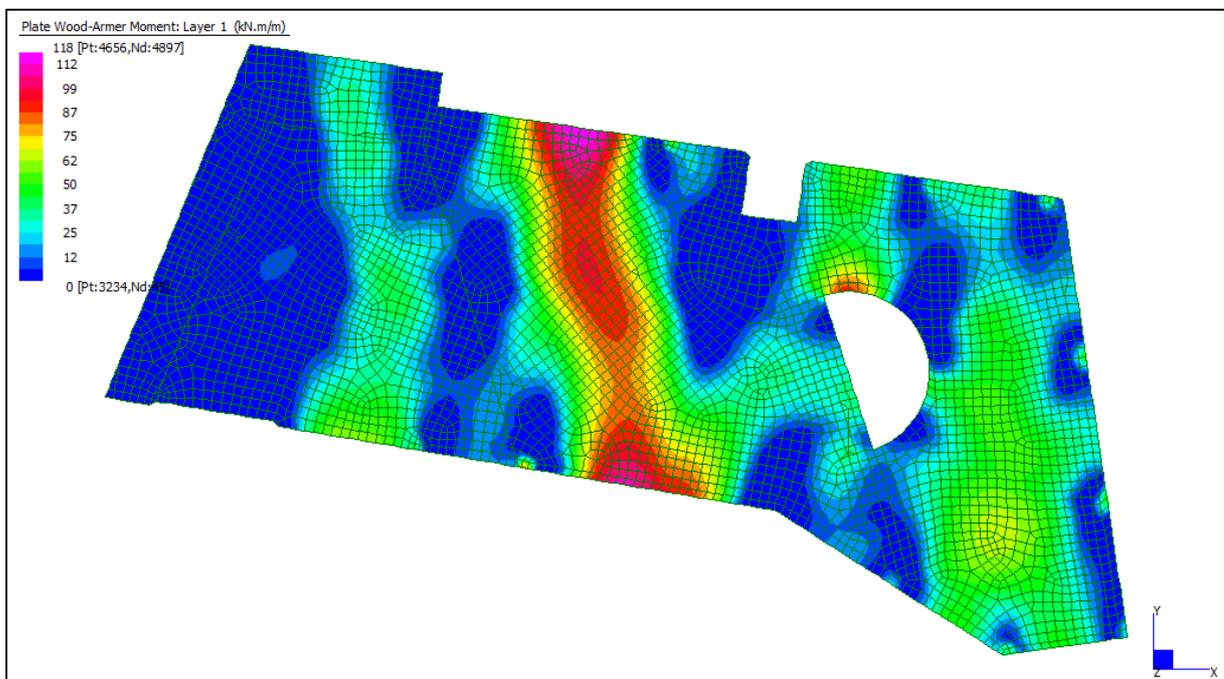
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

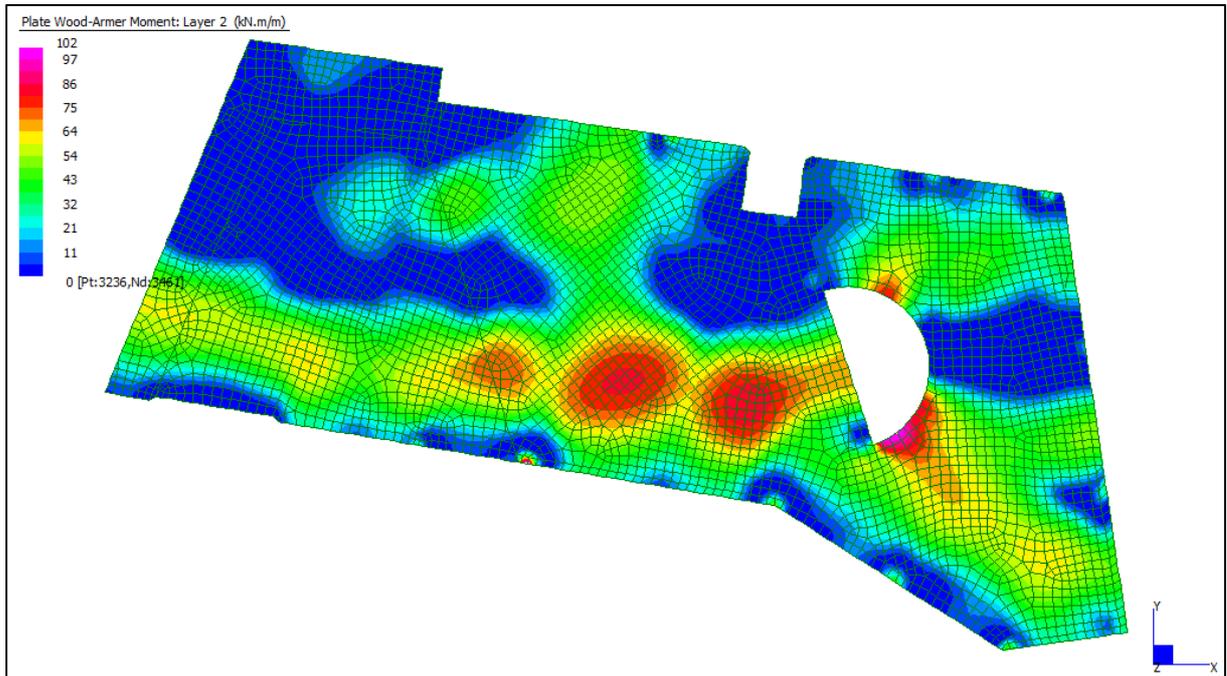
Grafici di combinazione di SLU



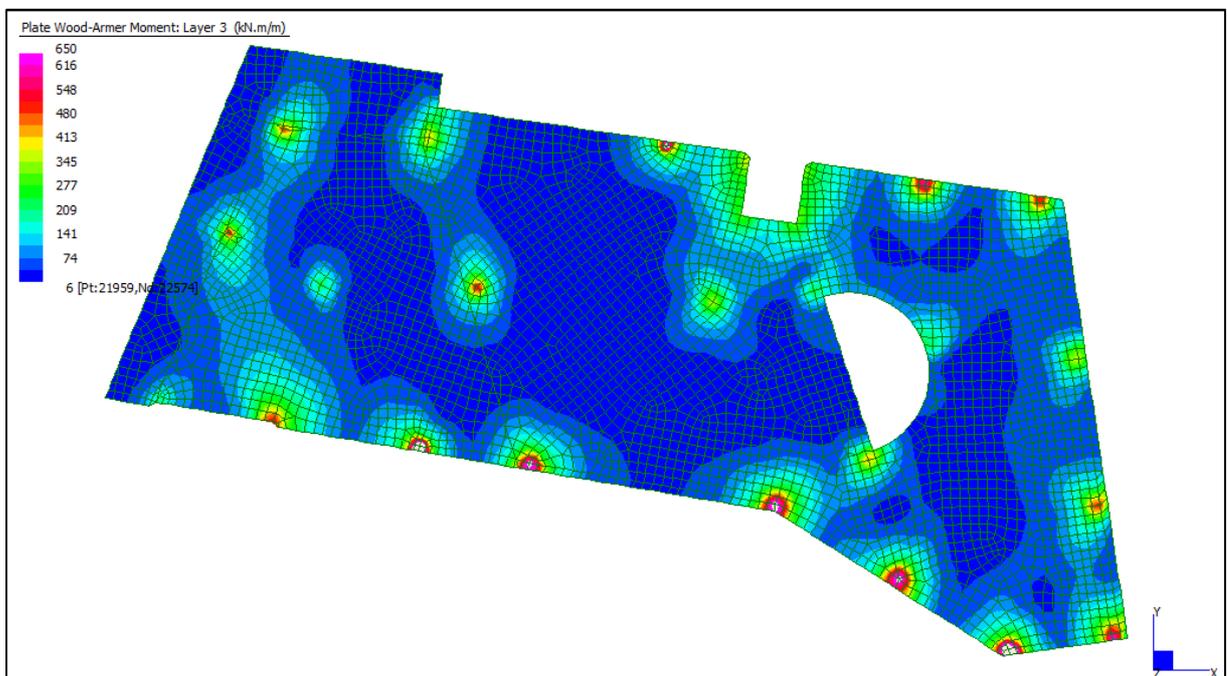
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



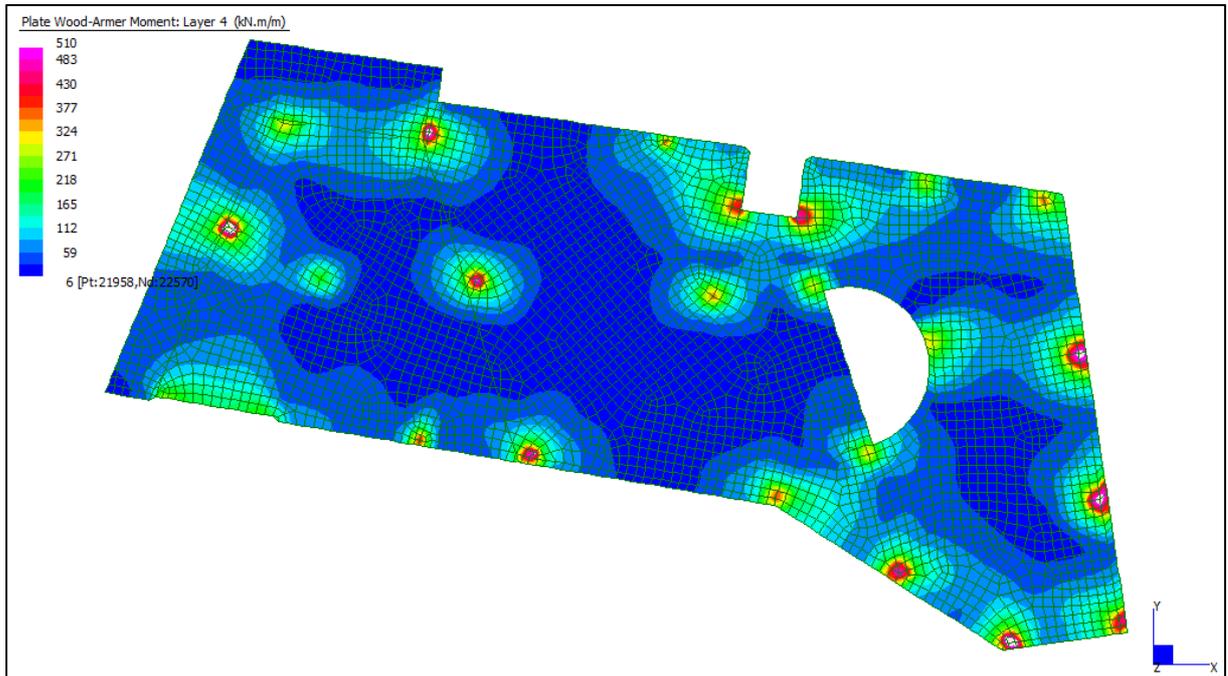
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



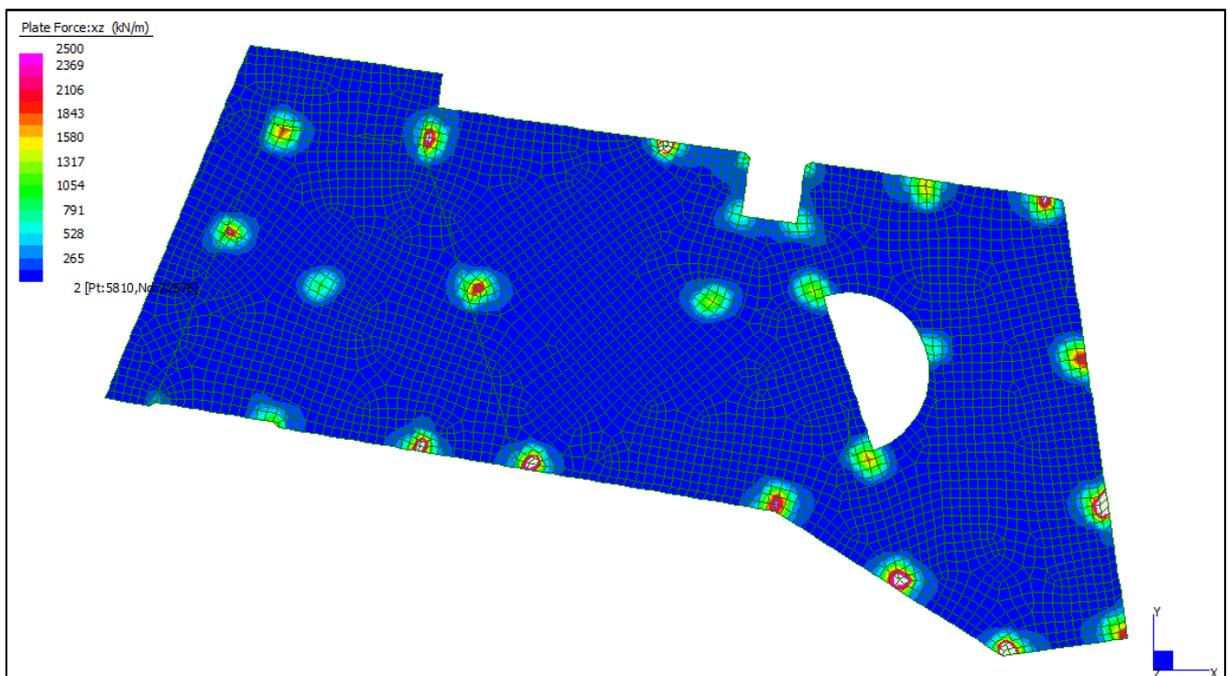
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



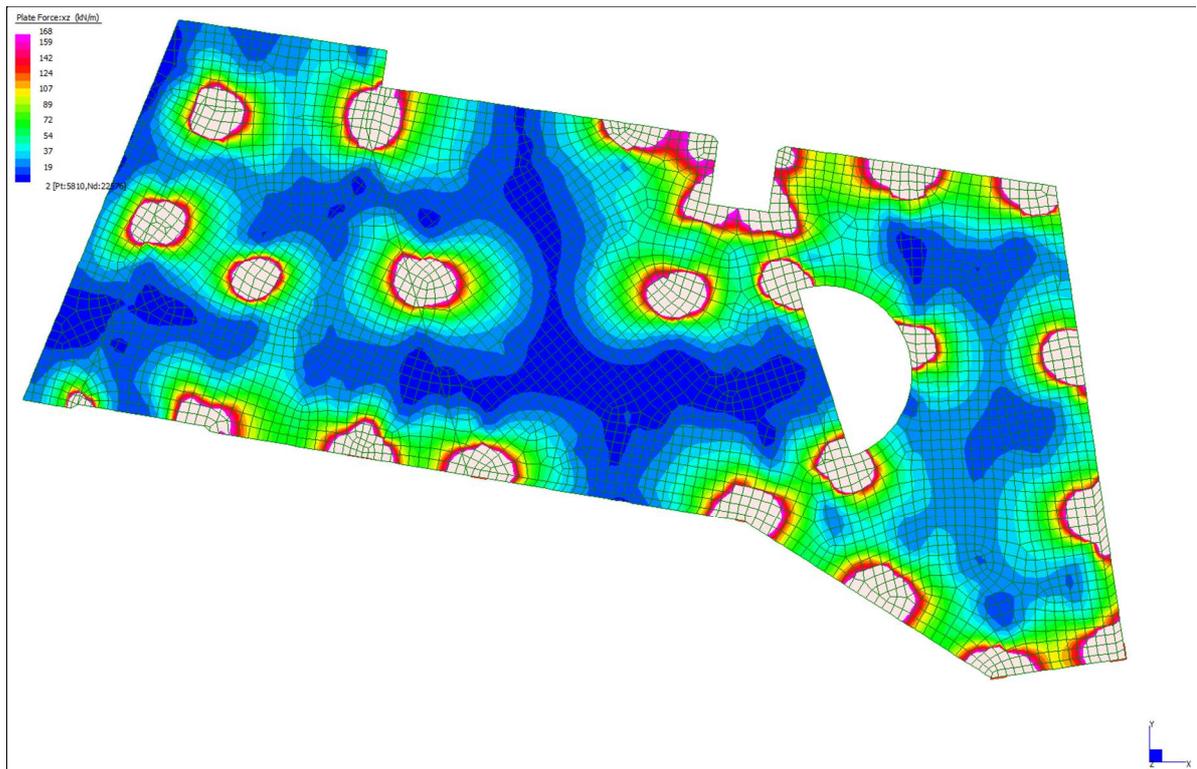
Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)



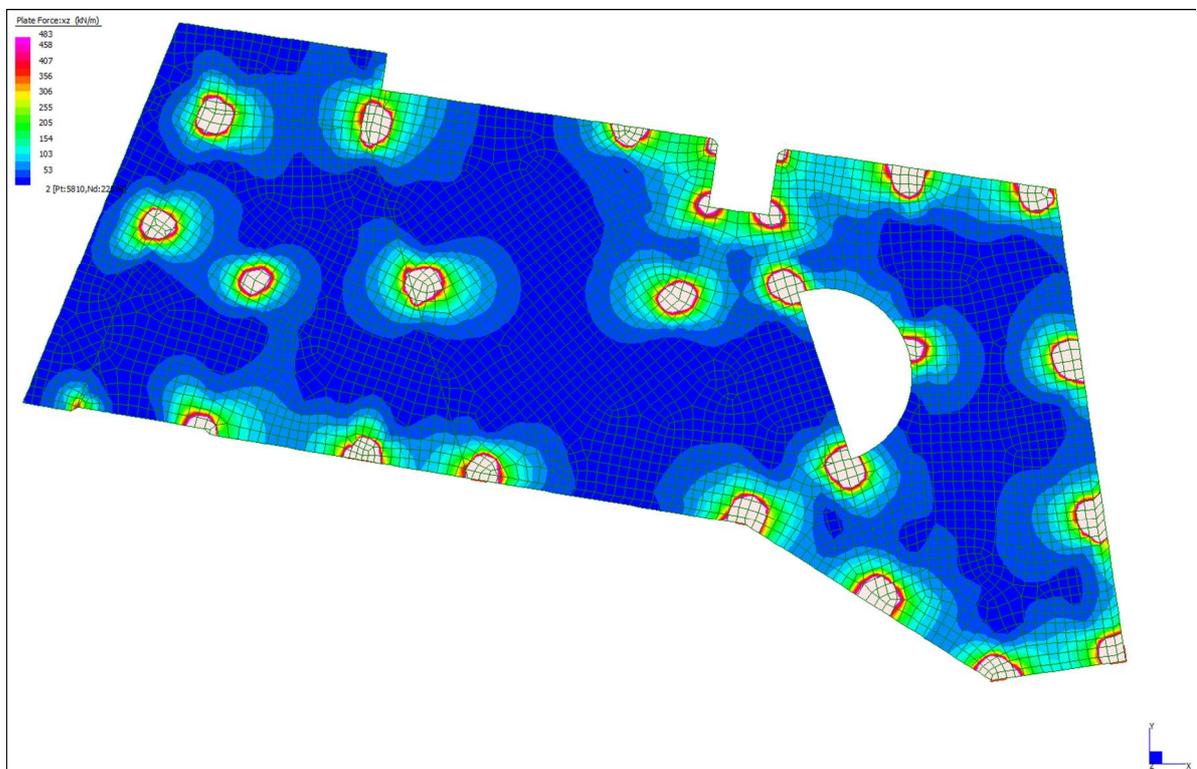
Sforzo di taglio V_{zx} (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



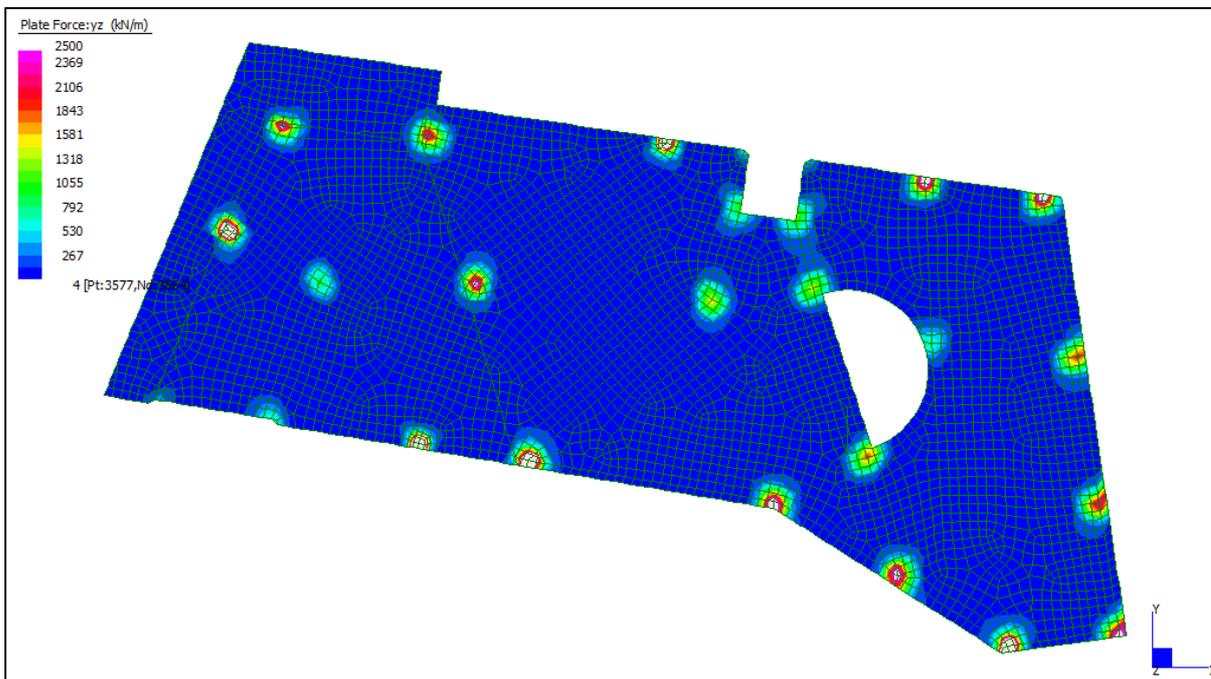
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}



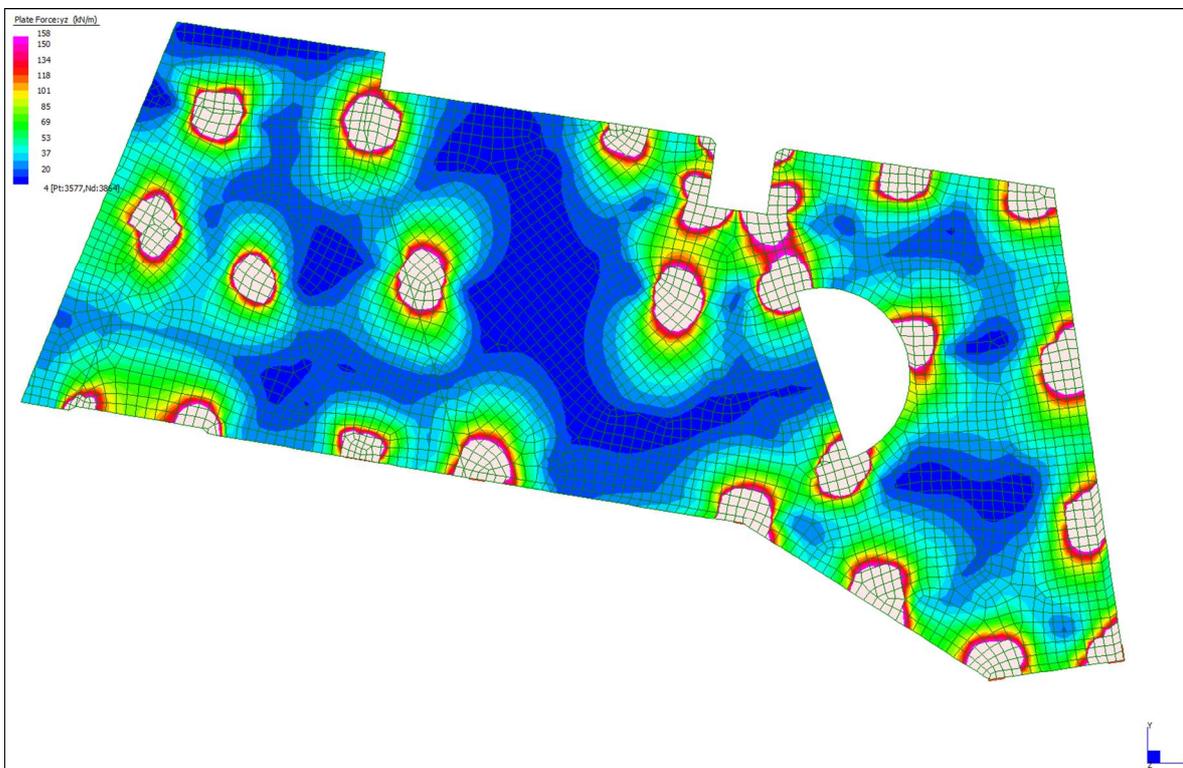
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



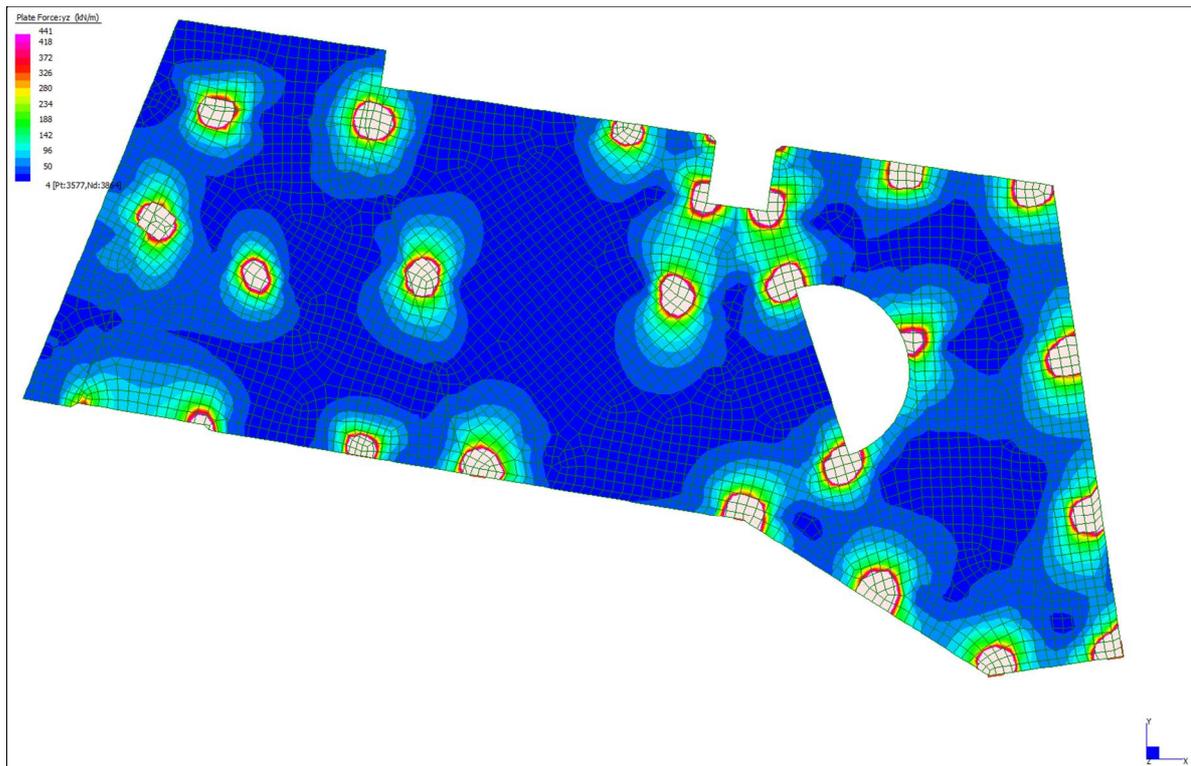
Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.)



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}

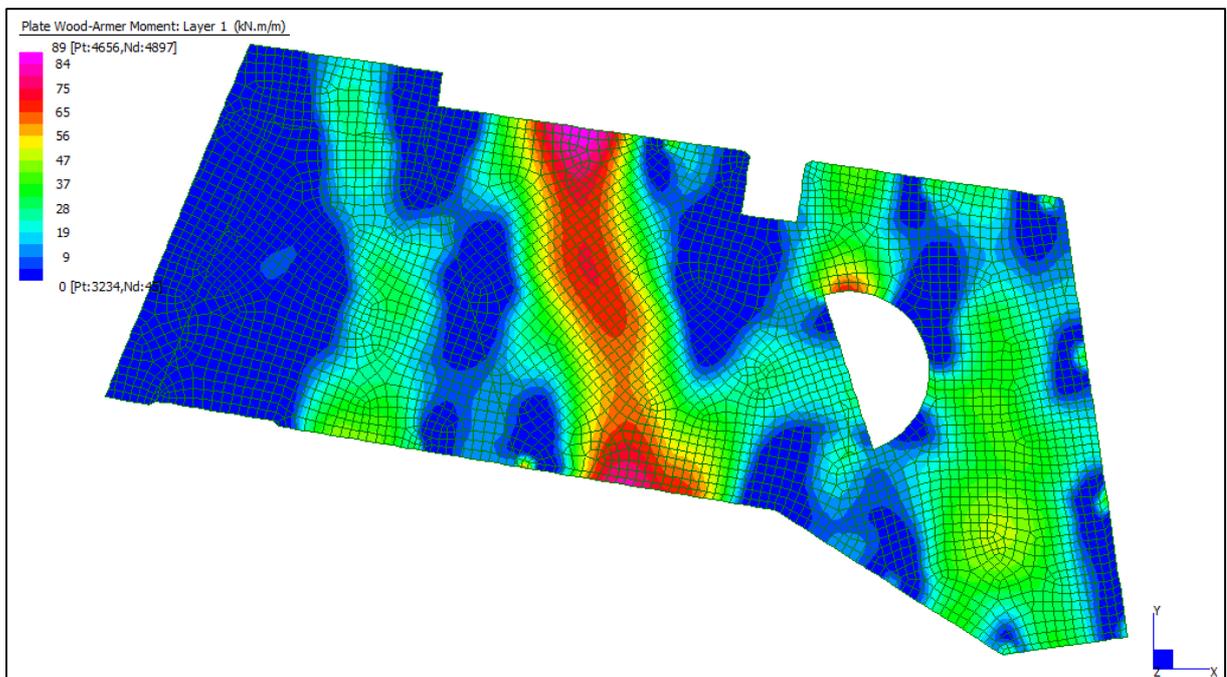
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

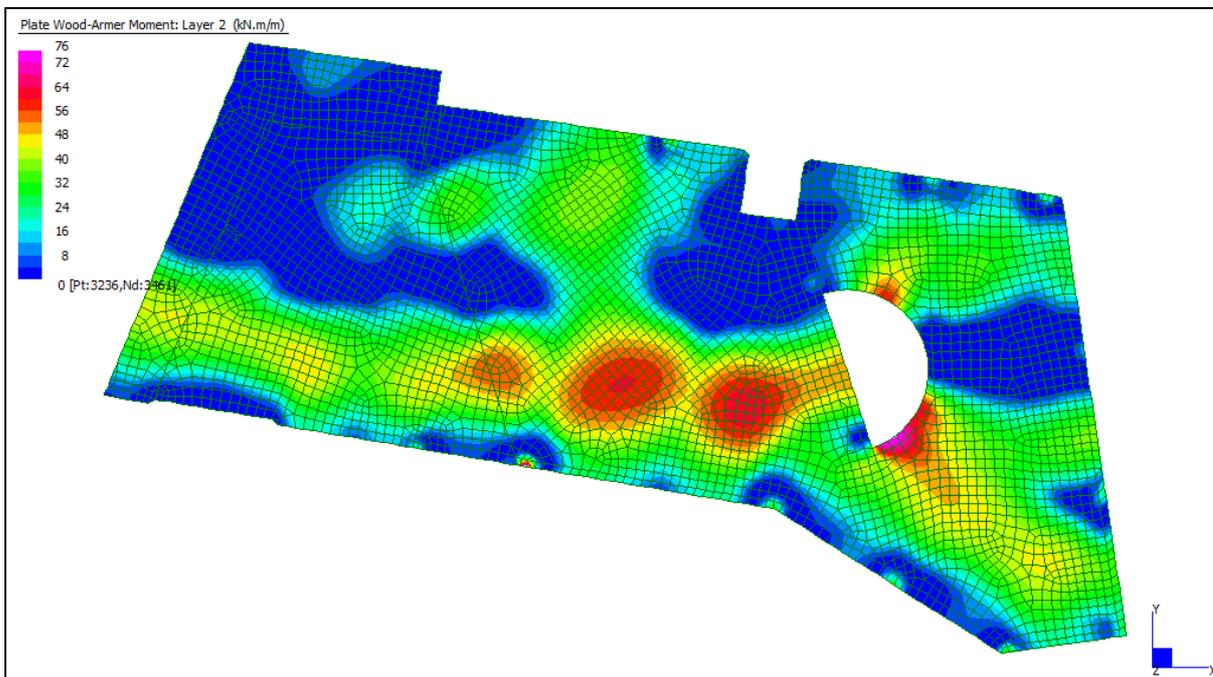
Grafici di combinazione RARA



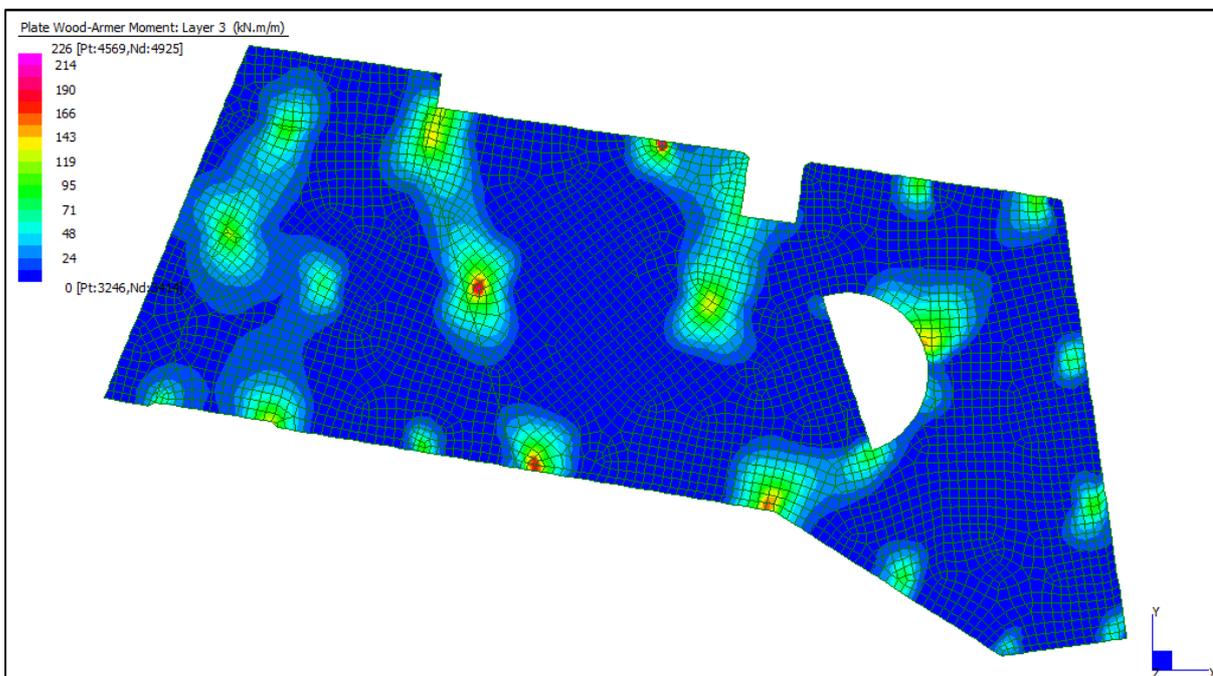
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



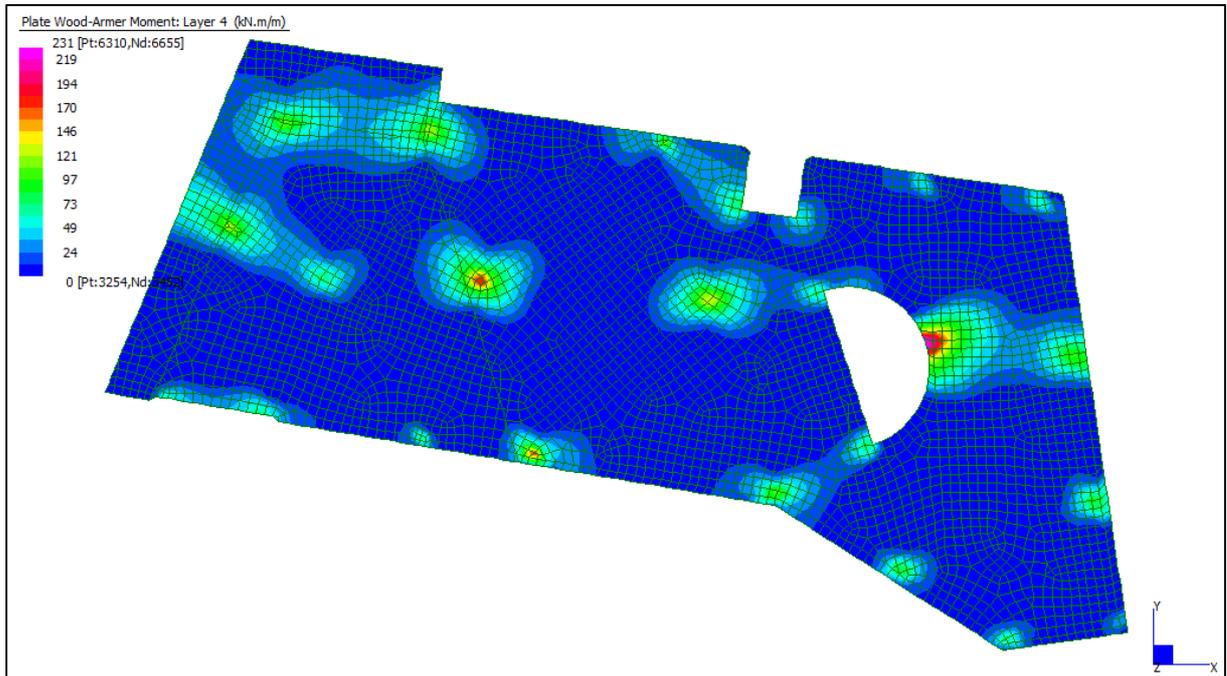
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)

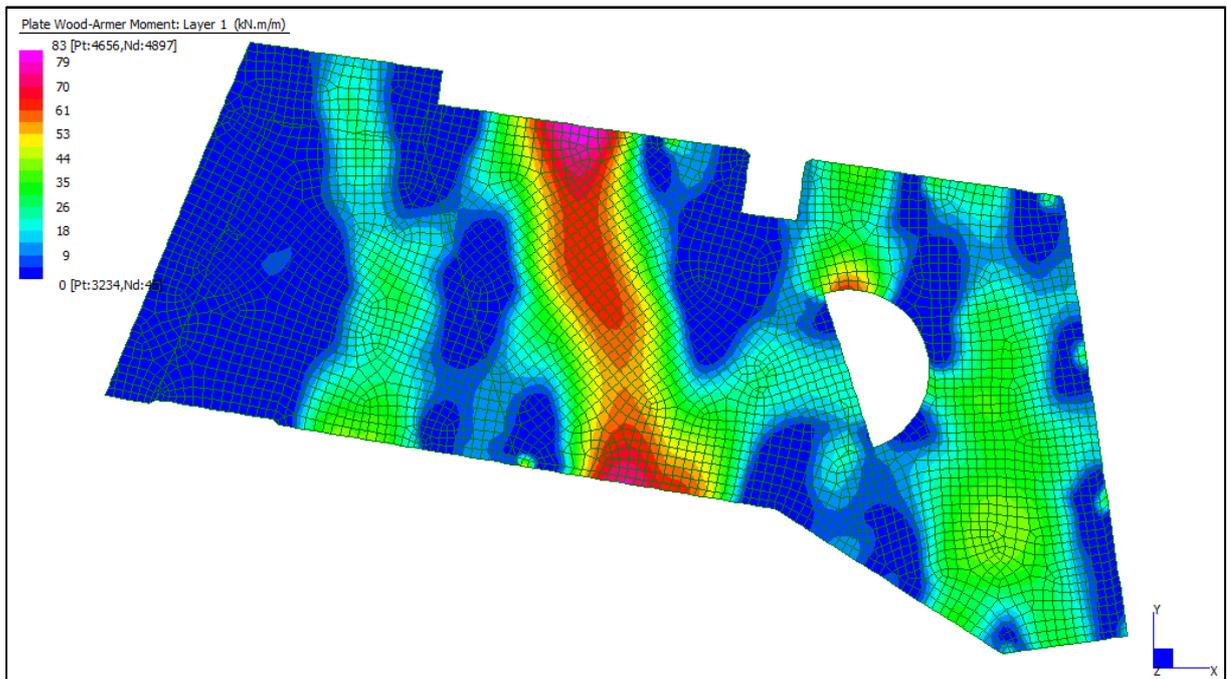
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)

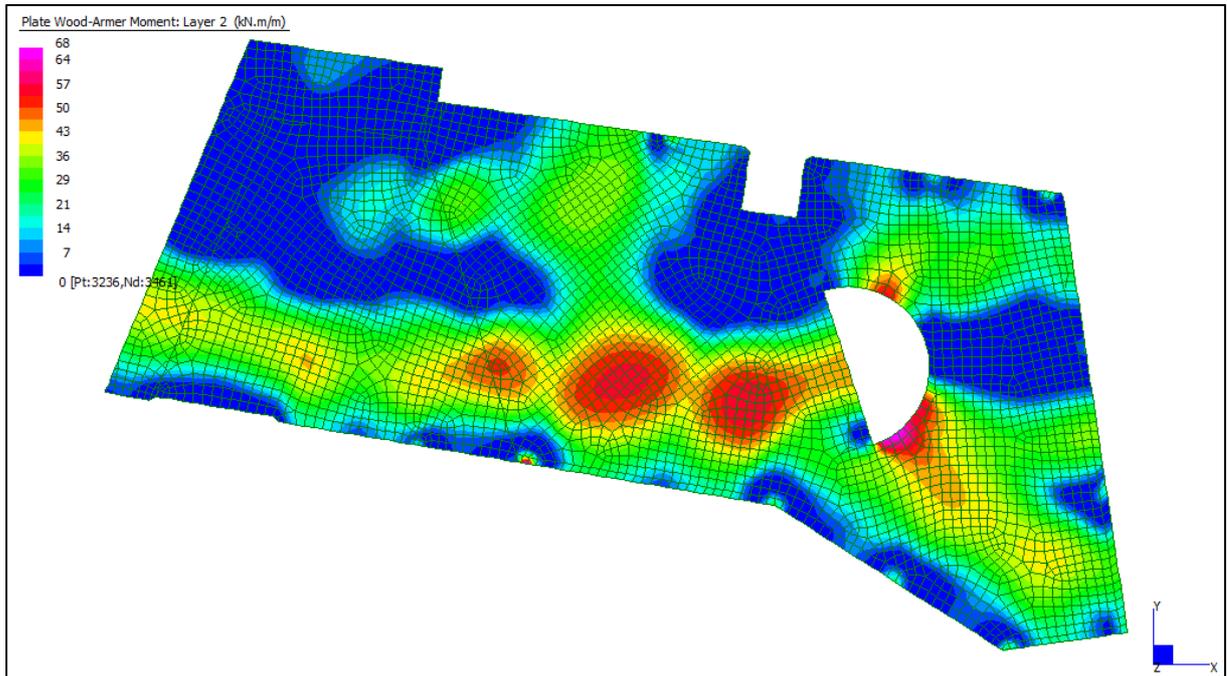
Grafici di combinazione FREQUENTE



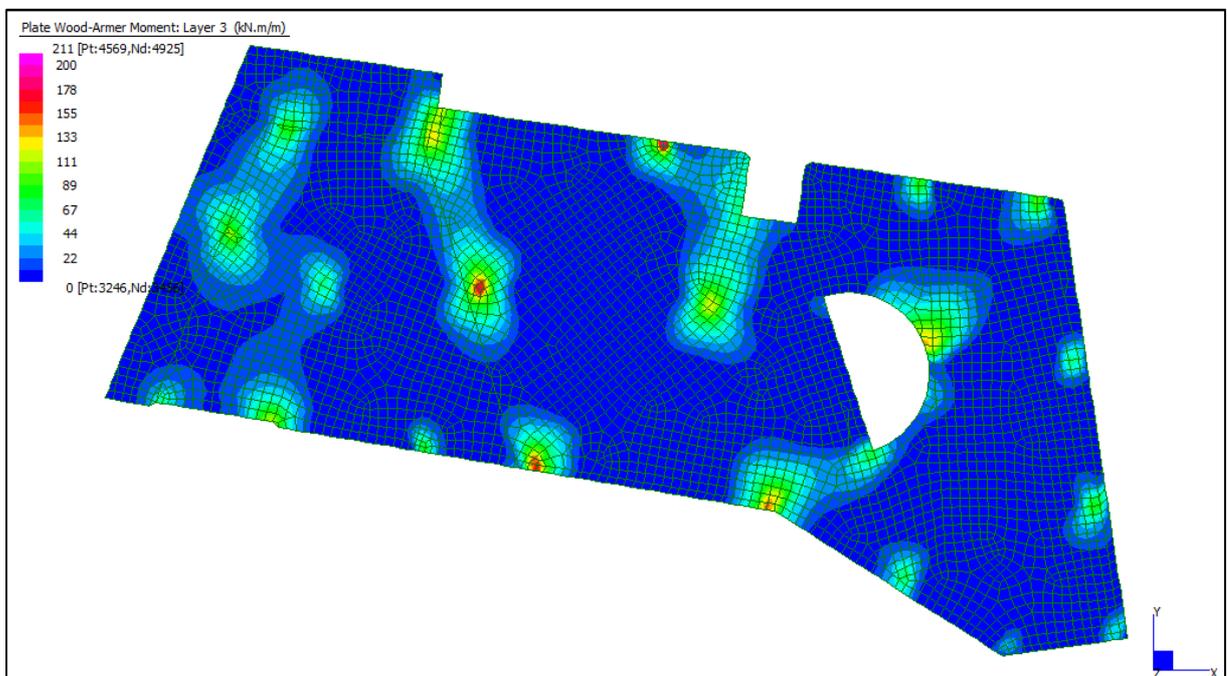
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



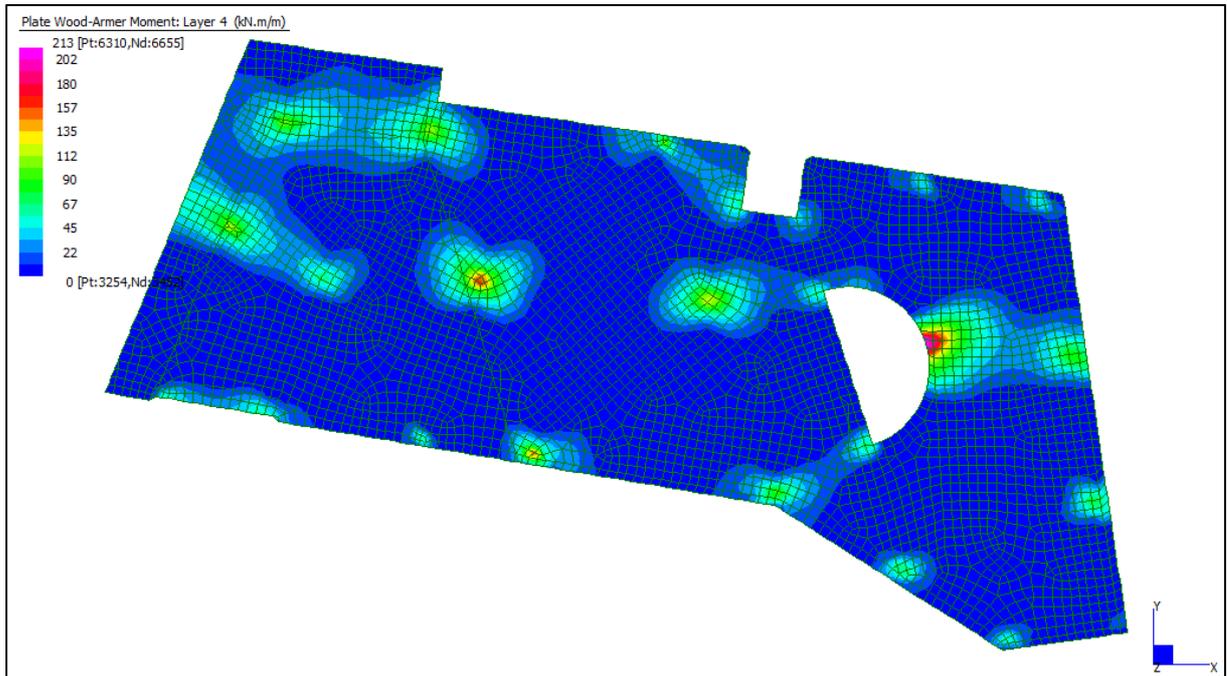
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)

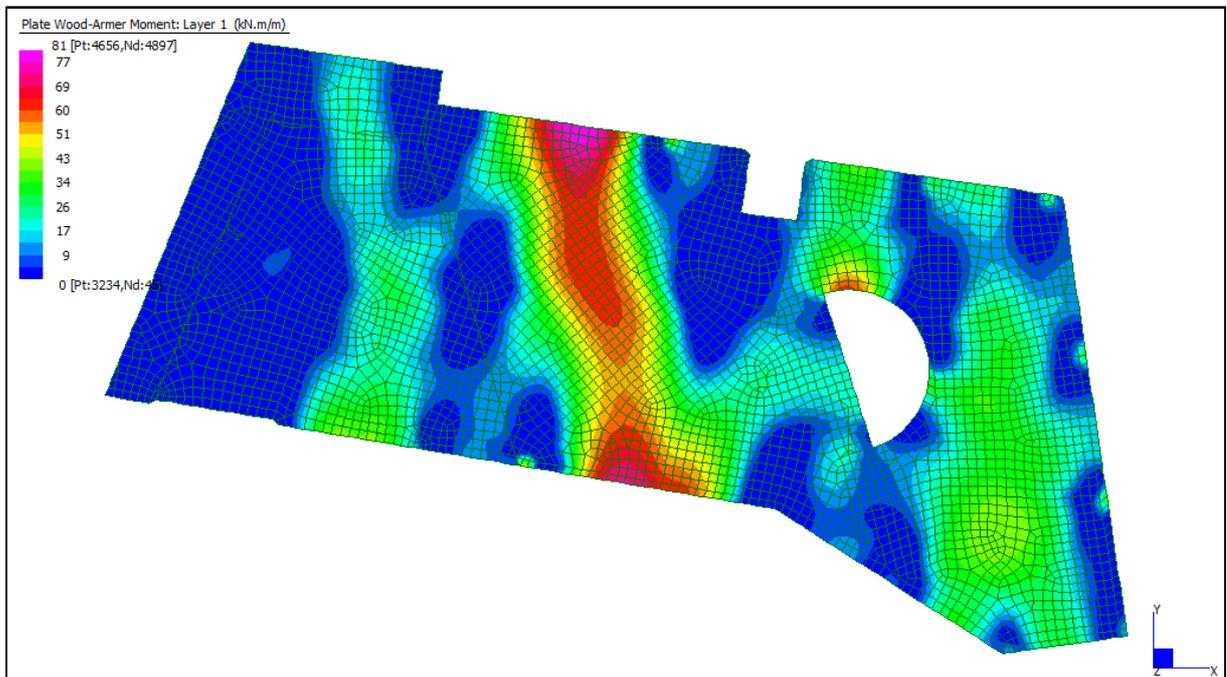
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)

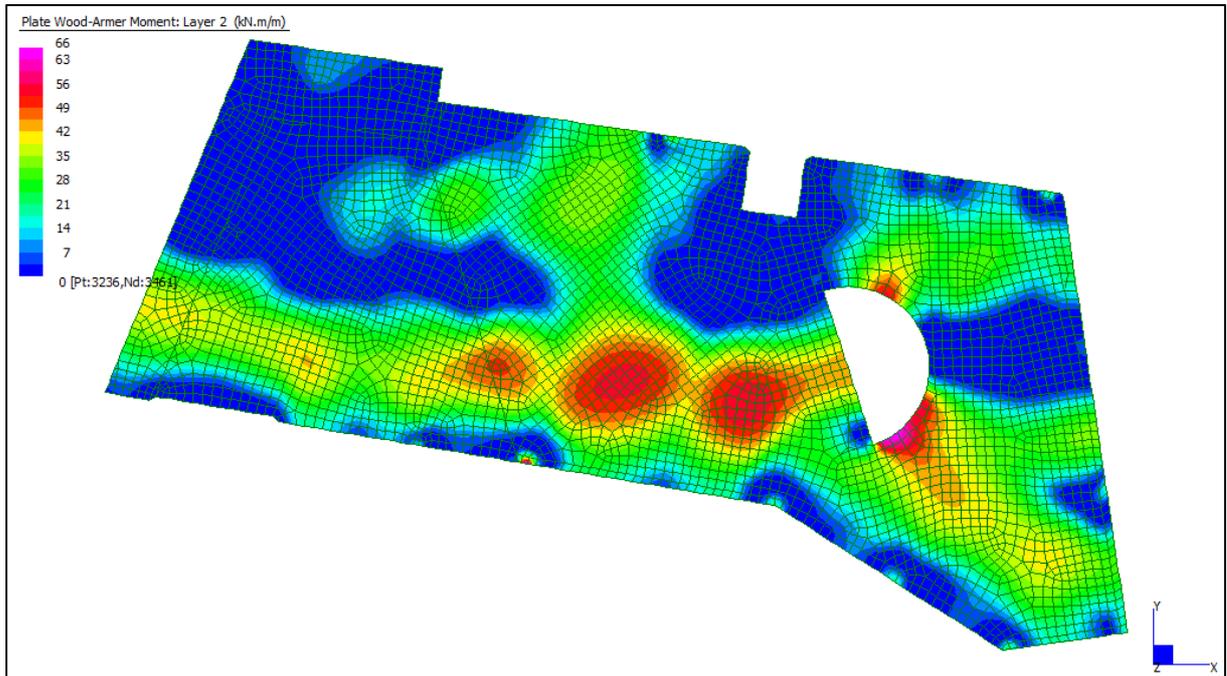
Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



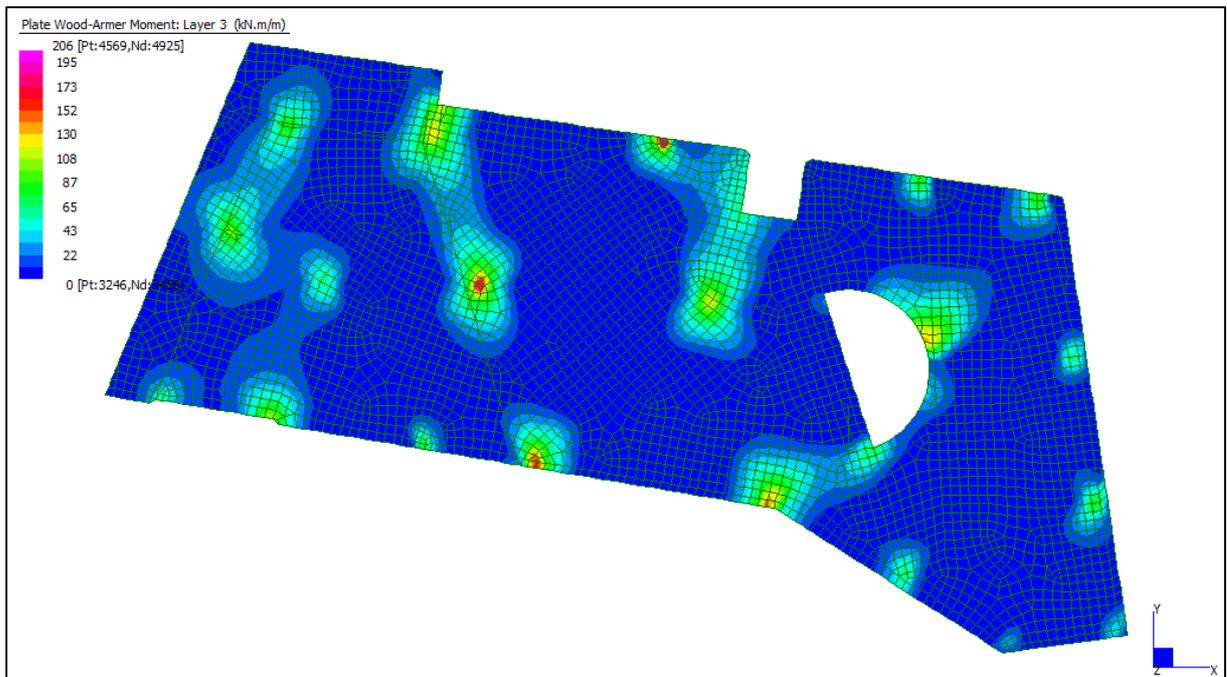
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



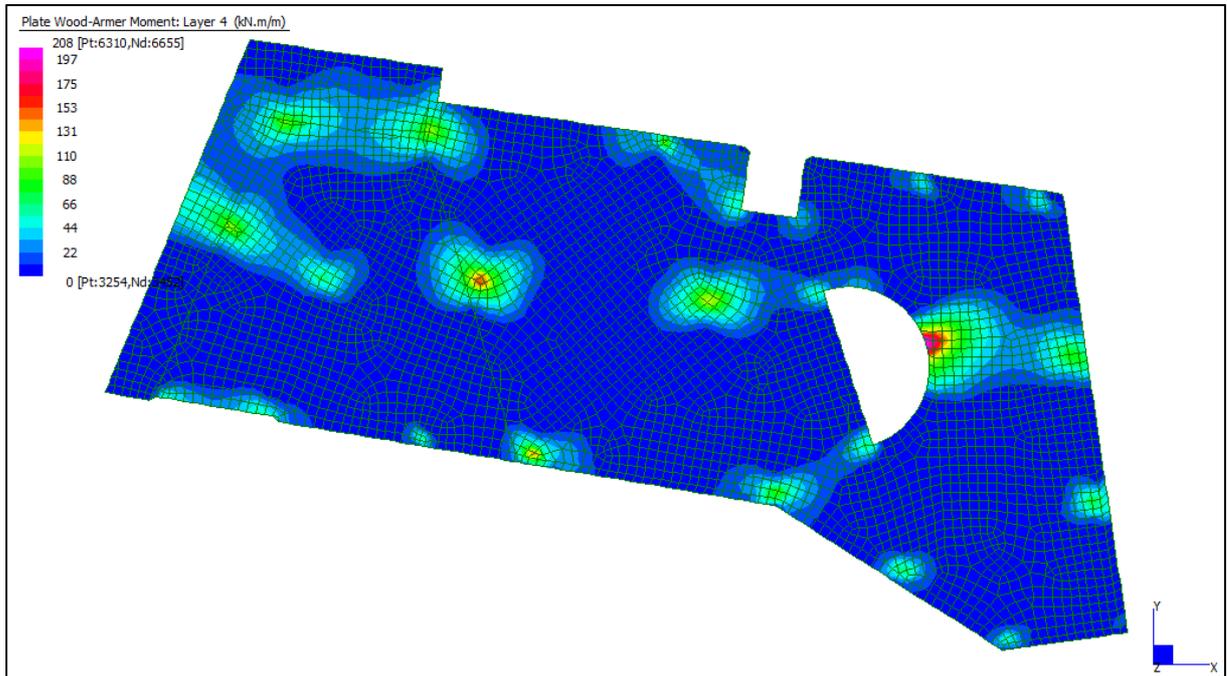
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



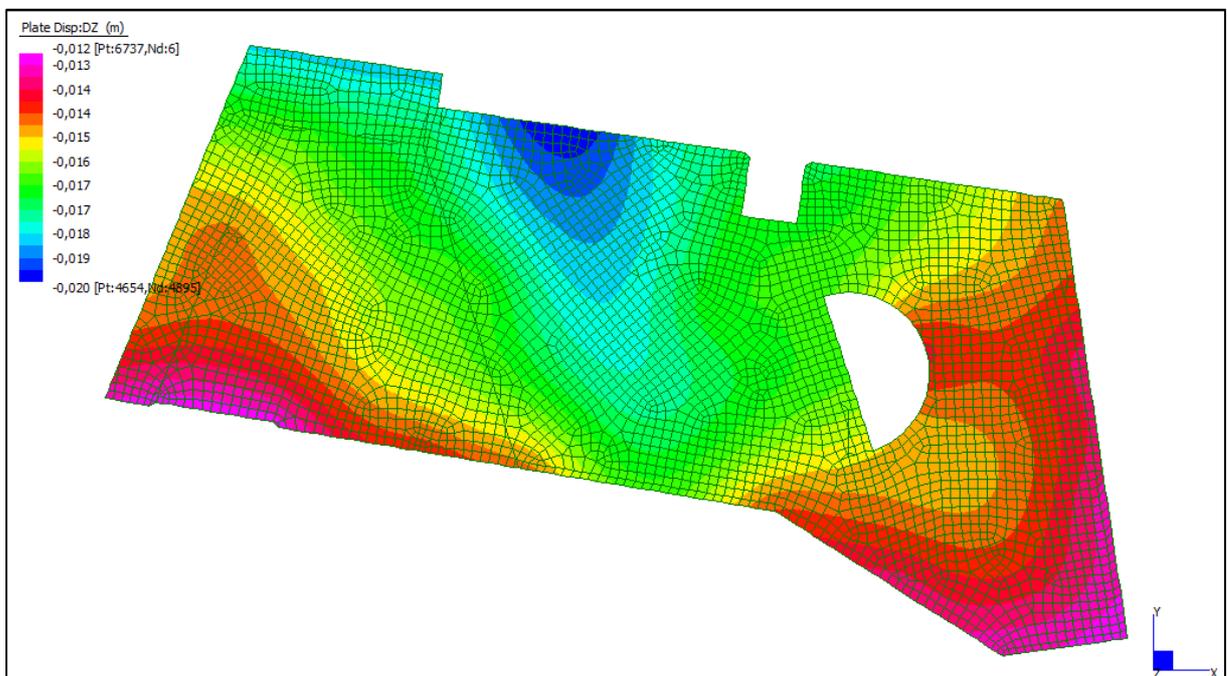
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)



Spostamento $d_{z_{min}}$ (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a $\Phi 14/20$ (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di: $M_{Rd,X} = 102$ kNm/m in direzione X e $M_{Rd,Y} = 93$ kNm/m in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	A _{s1}	A _{s2}	kNm/m	kNm/m	
Soletta (+684) xx inf L1	100	40	35	35	$\phi 14/20$	$\phi 12/40$	118	138	SI
Soletta (+684) yy inf L2	100	40	32	32	$\phi 14/20$	$\phi 12/40$	102	126	SI
Soletta (+684) xx sup L3	100	40	35	30	$\phi 26/10$	$\phi 20/20$	650	665	SI
Soletta (+684) yy sup L4	100	40	32	-	$\phi 26/10$	-	510	525	SI

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+684,35 m)

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ_l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 8/20/20$	90	26,6	309	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 10/20/20$	90	26,6	483	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 12/20/20$	90	26,6	696	1251	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 8/20/20$	90	26,6	283	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 10/20/20$	90	26,6	442	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 12/20/20$	90	26,6	636	1143	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta (+684,35 m)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A PUNZONAMENTO

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

La verifica è stata effettuata in corrispondenza del pilastro più sollecitato, per ogni tipologia di forma presente.

PUNZ. INTERNO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,c}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} u ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.19 (44x44)	40	34	44	44	597	φ14/20	961	1,15	0,553	0,445	-	φ8/20/20	0,553	0,611	Si	1,874	3,292	Si
Pil.4 (30x100)	40	34	30	100	681	φ14/20	782	1,15	0,394	0,445	Si	-	-	-	-	1,032	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,c}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} u ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.7 (44x44)	40	34	44	44	342	298	φ14/20	651	1,40	0,794	0,445	-	φ10/20/20	0,794	0,976	Si	2,061	3,292	Si
Pil.21 (50x50)	40	34	50	50	360	310	φ14/20	677	1,40	0,785	0,445	-	φ10/20/20	0,785	0,982	Si	1,886	3,292	Si
Pil.17 (30x70)	40	34	30	70	340	310	φ14/20	635	1,40	0,779	0,445	-	φ10/20/20	0,779	0,982	Si	2,041	3,292	Si
Pil.16 (30x100)	40	34	30	100	370	340	φ14/20	682	1,40	0,769	0,445	-	φ10/20/20	0,769	0,955	Si	1,781	3,292	Si
Pil.2 (40x100)	40	34	40	100	390	350	φ14/20	401	1,40	0,429	0,445	Si	-	-	-	-	0,931	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,c}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} (u ₀)	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.14 (50x50)	40	34	50	50	205	155	φ14/20	331	1,50	0,722	0,445	-	φ10/20/20	0,722	0,958	Si	1,482	3,292	Si
Pil.3 (40x100)	40	34	40	100	245	175	φ14/20	406	1,50	0,741	0,445	-	φ10/20/20	0,741	0,962	Si	1,809	3,292	Si

Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta (+684,35 m)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Soletta (+684) xx inf L1	100	40	35	35	φ14/20	φ12/40	89	6,15	≤ 17,43	264	≤ 360
Soletta (+684) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	76	6,07	≤ 17,43	248	≤ 360
Soletta (+684) xx sup L3	100	40	35	30	φ26/10	φ20/20	226	8,90	≤ 17,43	125	≤ 360
Soletta (+684) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	231	10,84	≤ 17,43	163	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta (+684,35 m)

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	mm	mm
Soletta (+684) xx inf L1	100	40	35	35	φ14/20	φ12/40	83	0,21	≤ 0,40
Soletta (+684) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	68	0,20	≤ 0,40
Soletta (+684) xx sup L3	100	40	35	30	φ26/10	φ20/20	211	0,09	≤ 0,40
Soletta (+684) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	213	0,20	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Soletta (+684,35 m)

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Soletta (+684) xx inf L1	100	40	35	35	φ14/20	φ12/40	81	5,60	≤ 13,07	0,20	≤ 0,30
Soletta (+684) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ12/40	66	5,27	≤ 13,07	0,20	≤ 0,30
Soletta (+684) xx sup L3	100	40	35	30	φ26/10	φ20/20	206	8,11	≤ 13,07	0,09	≤ 0,30
Soletta (+684) yy sup L4	100	40	32	-	φ26/10	-	208	9,76	≤ 13,07	0,19	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Soletta (+684,35 m)

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.6 SOLETTA (+688,55 m)

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

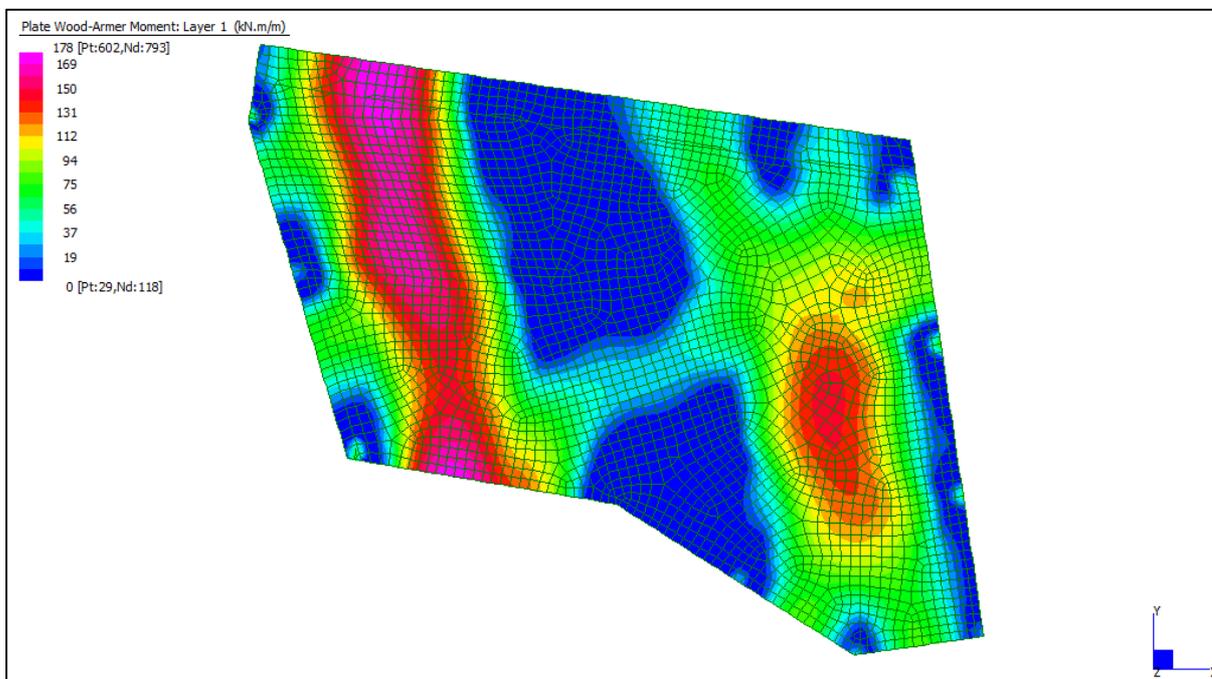
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

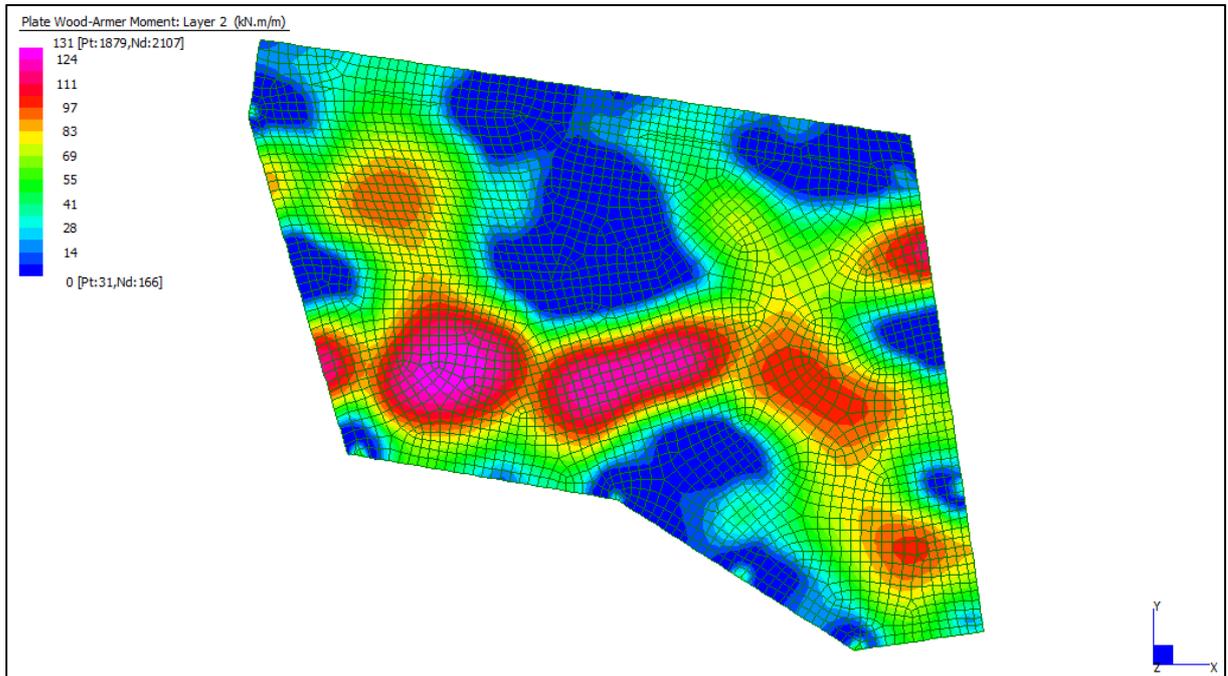
Grafici di combinazione di SLU



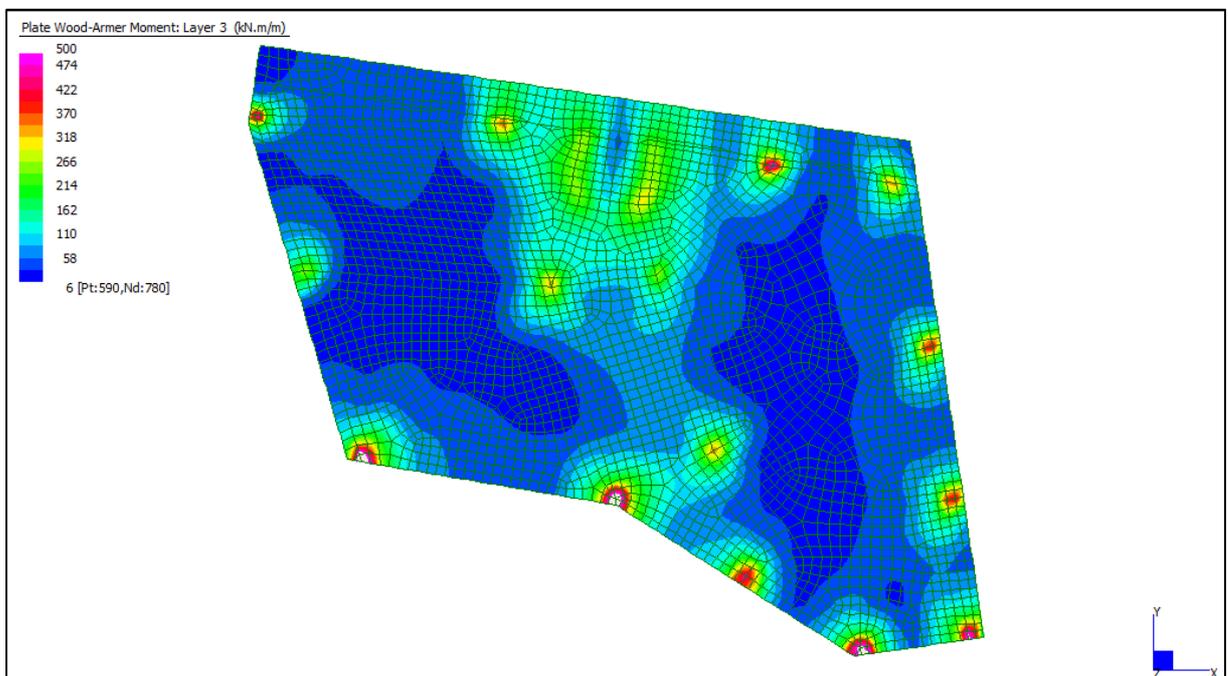
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



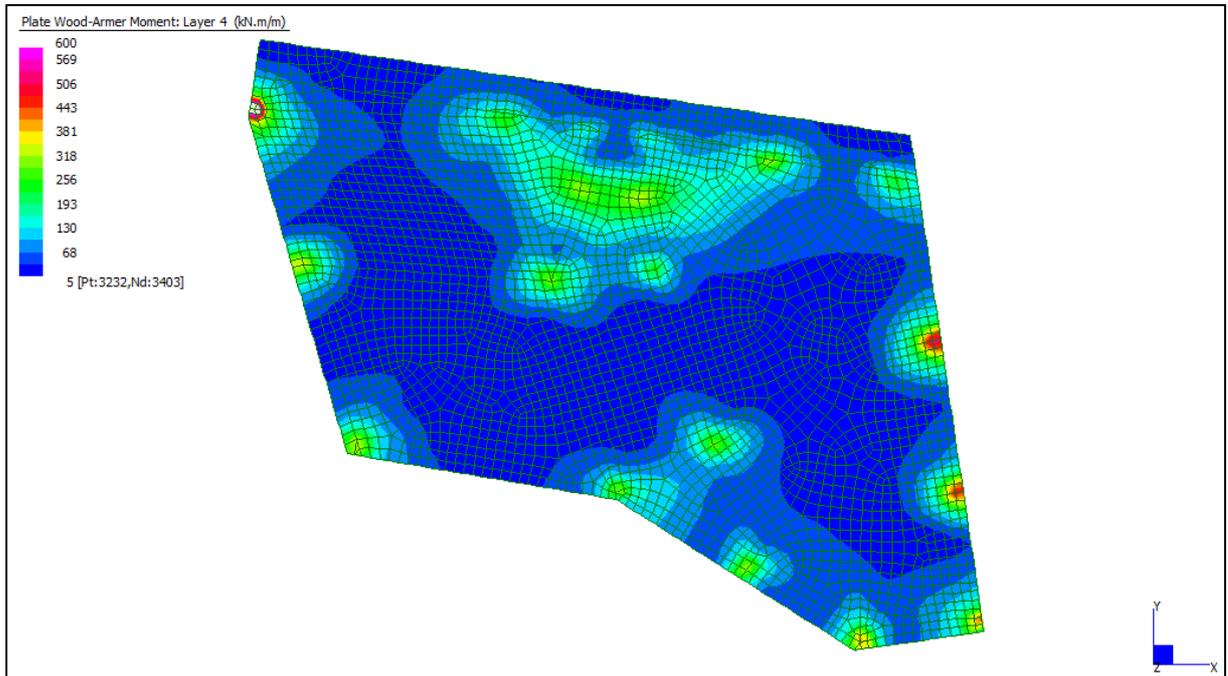
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)



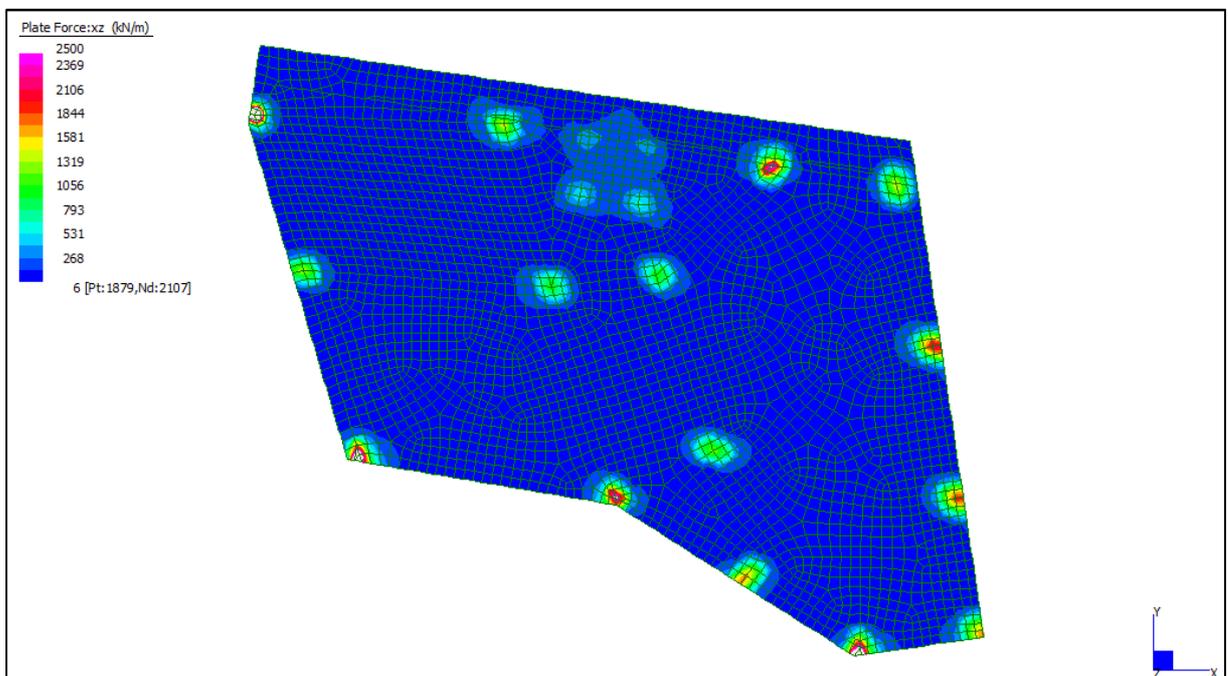
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



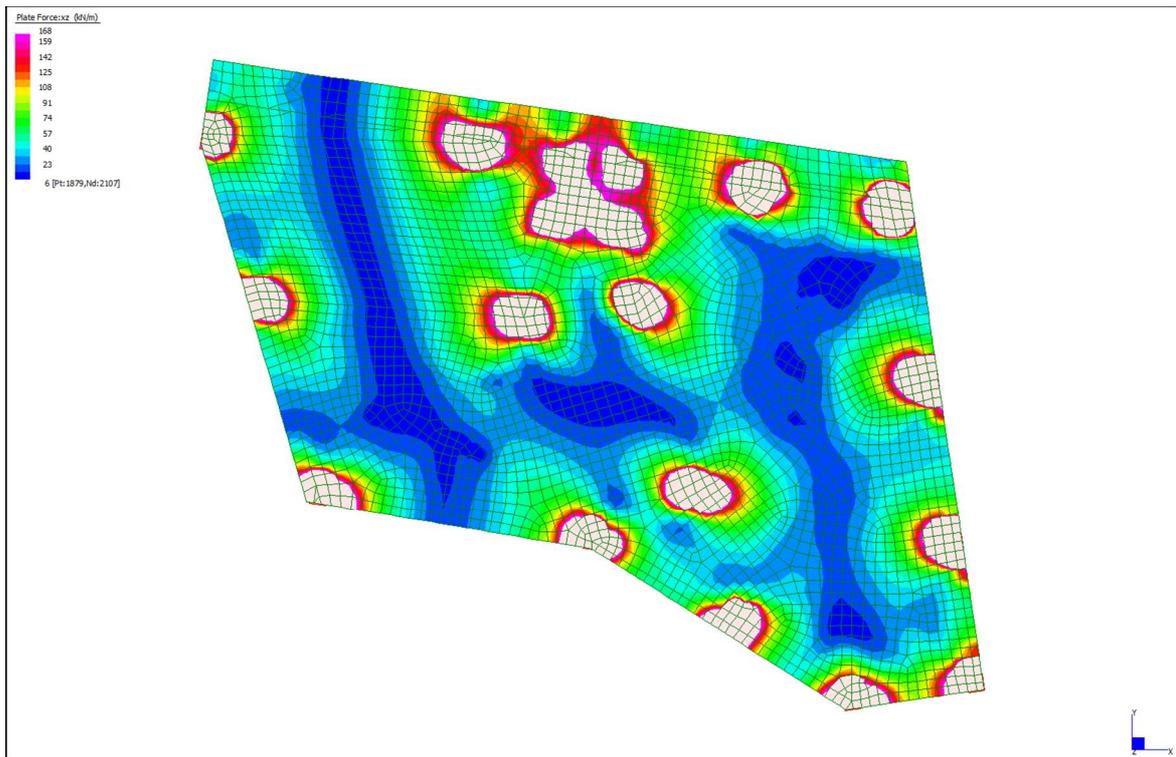
Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)



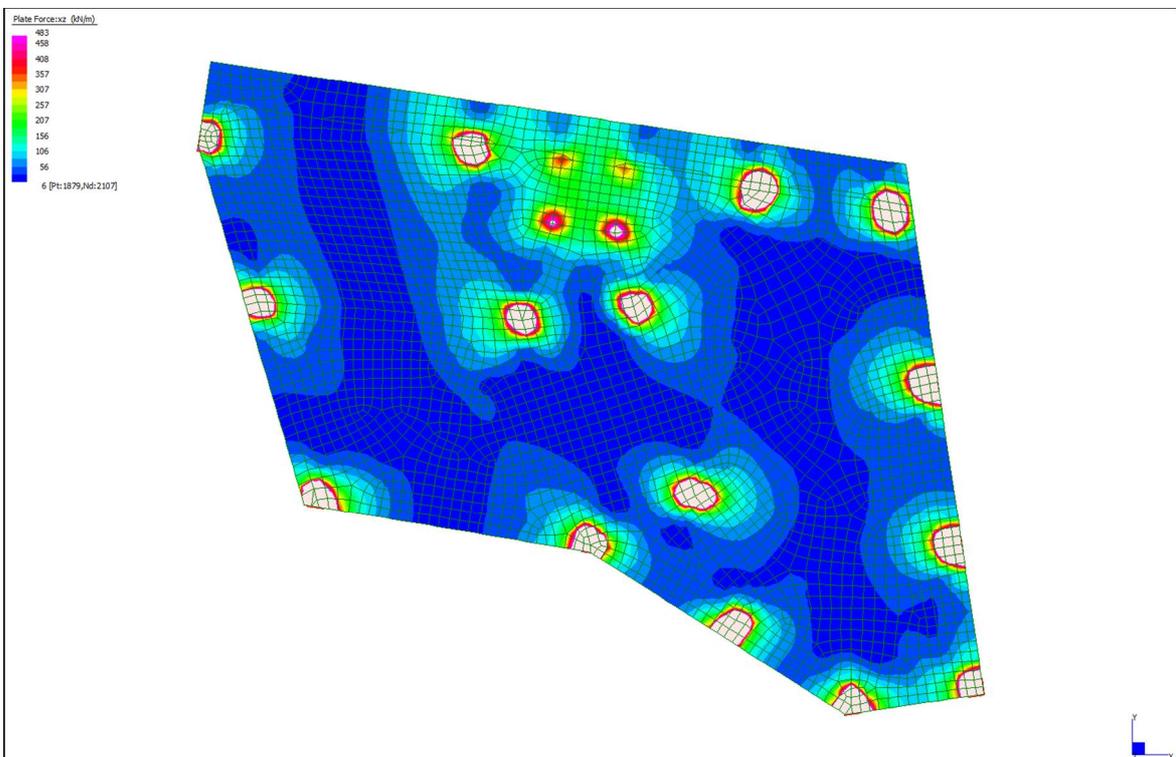
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



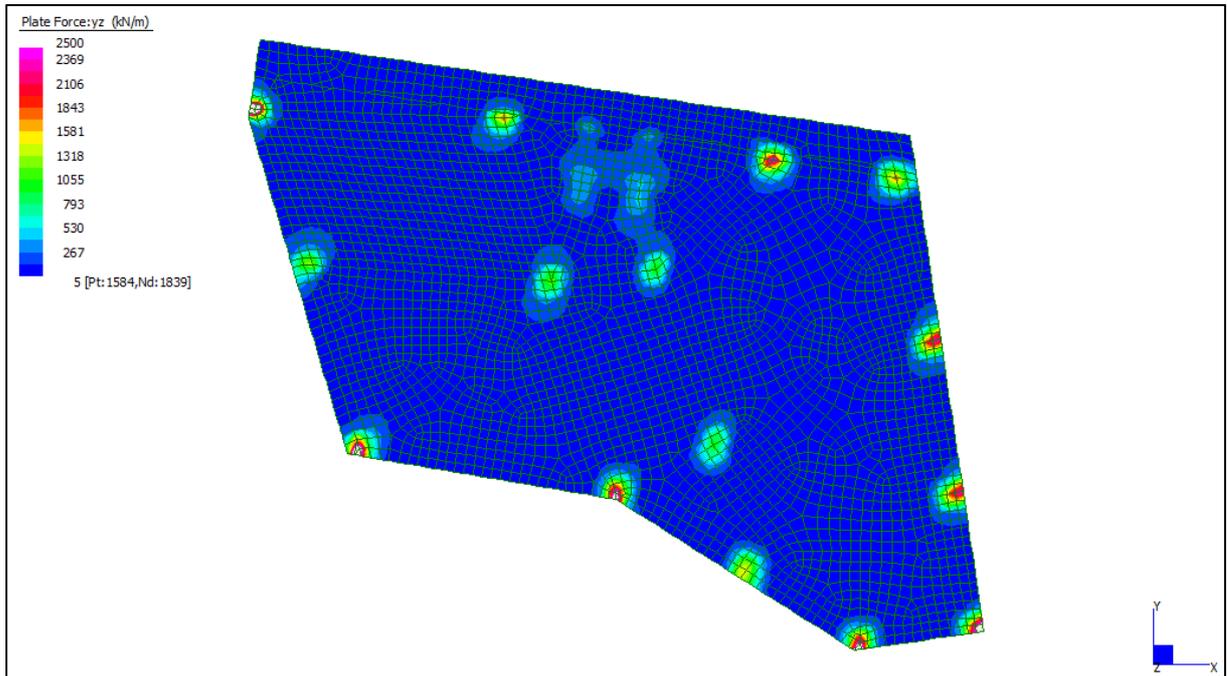
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}



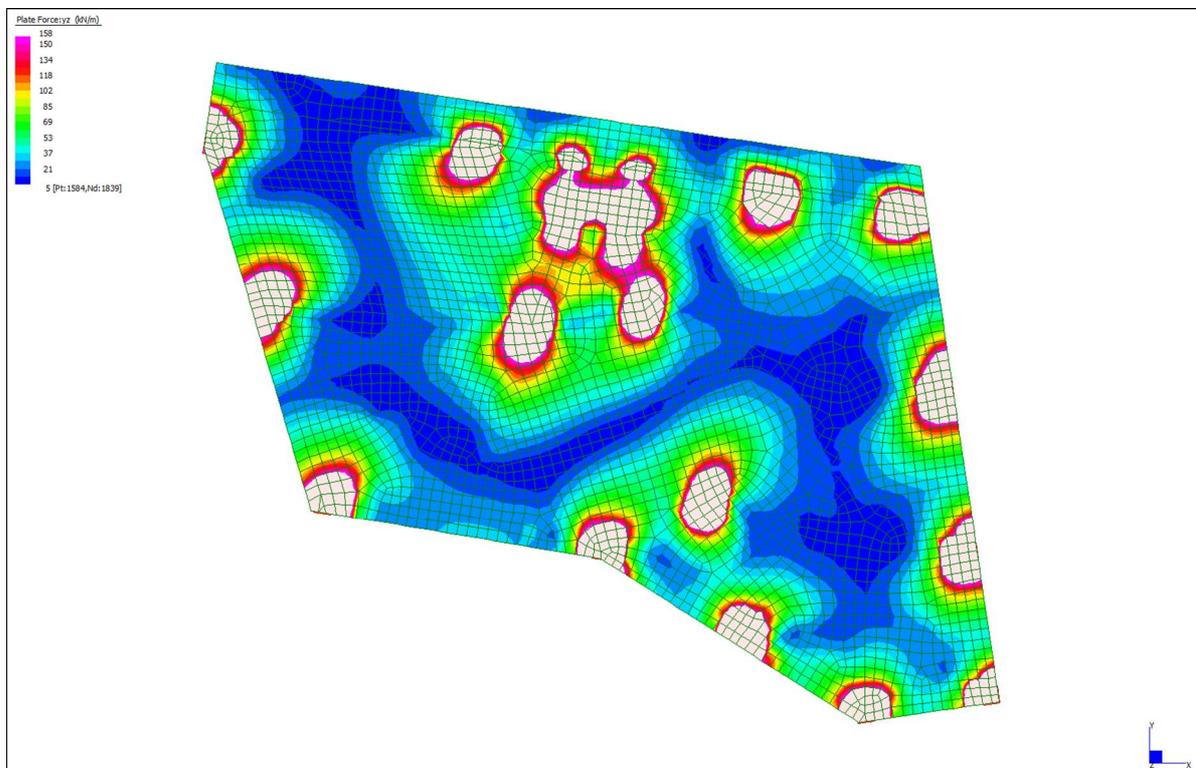
Sforzo di taglio V_{ZX} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



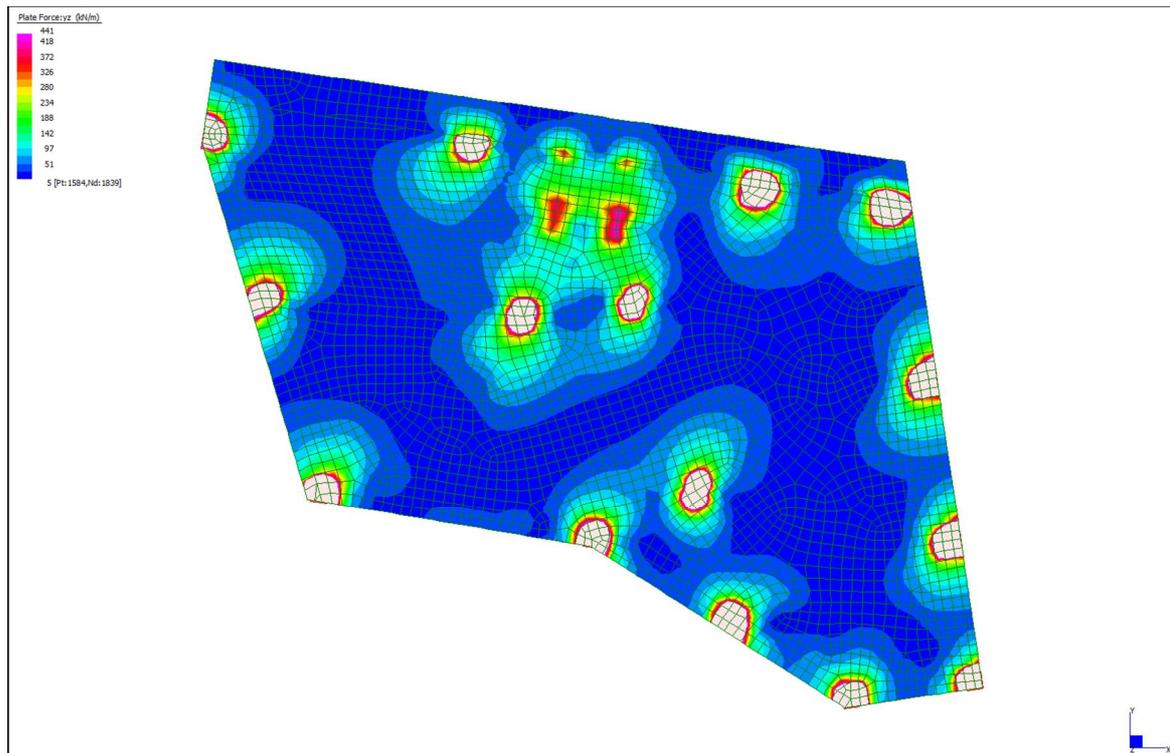
Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.)



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) - taglio con V_{Rd}

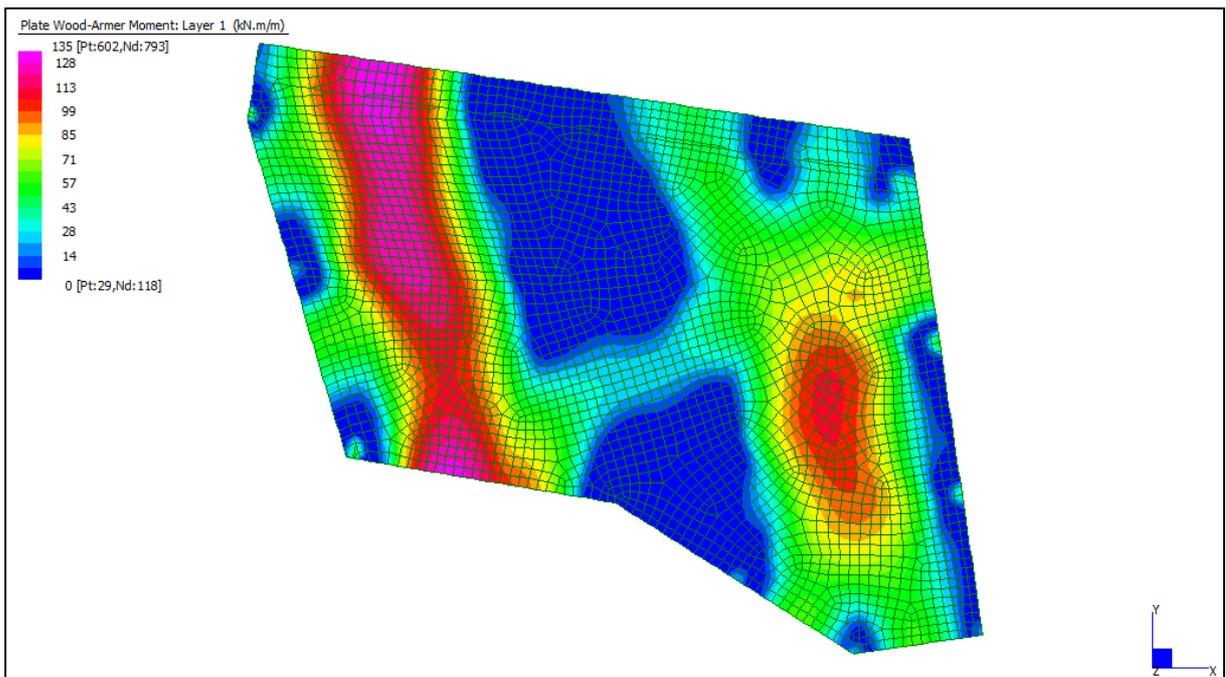
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio V_{YZ} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\Phi 10/20/20$)

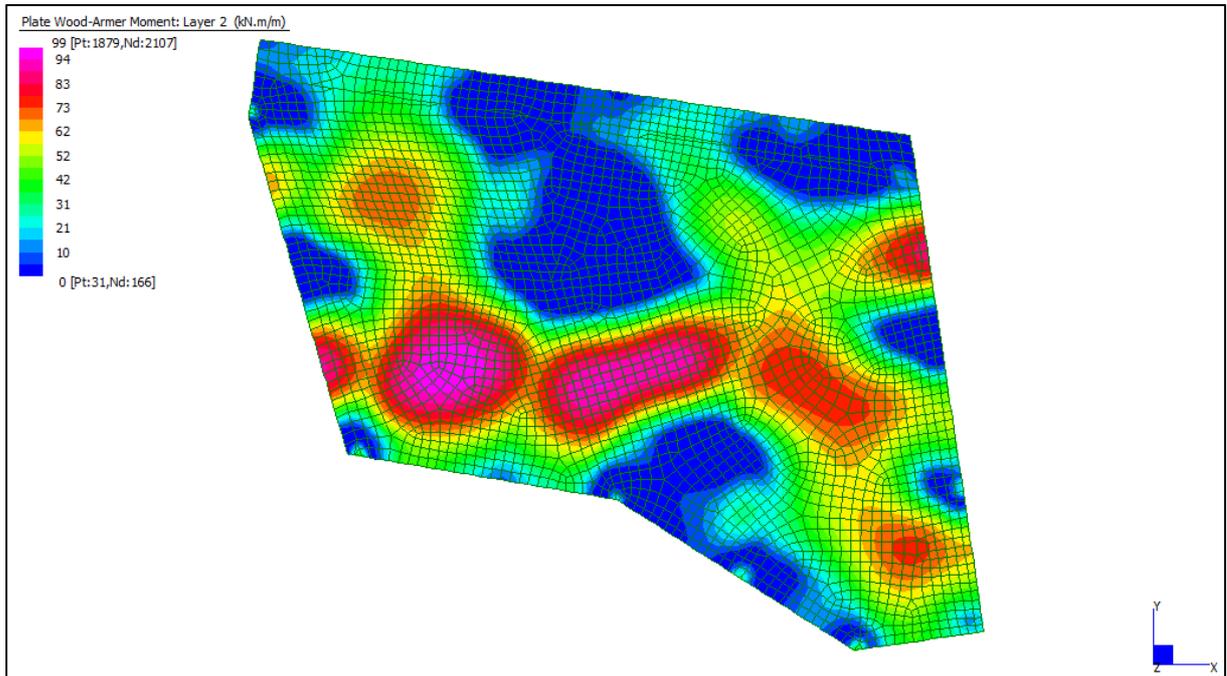
Grafici di combinazione RARA



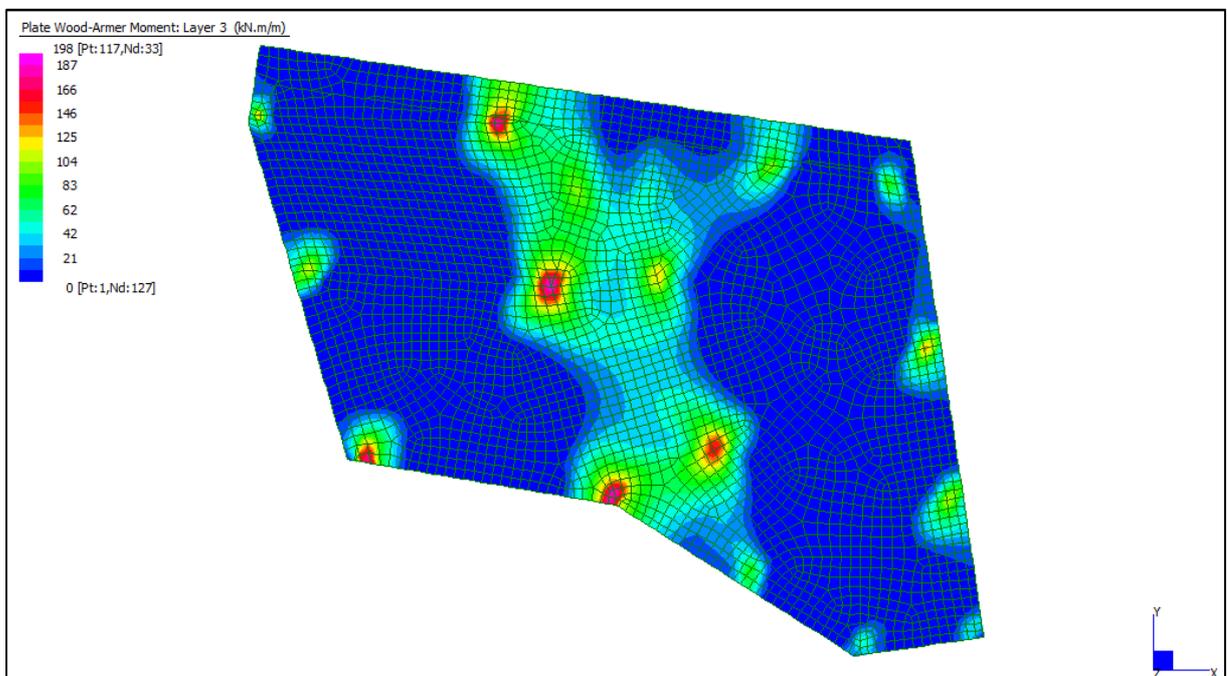
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



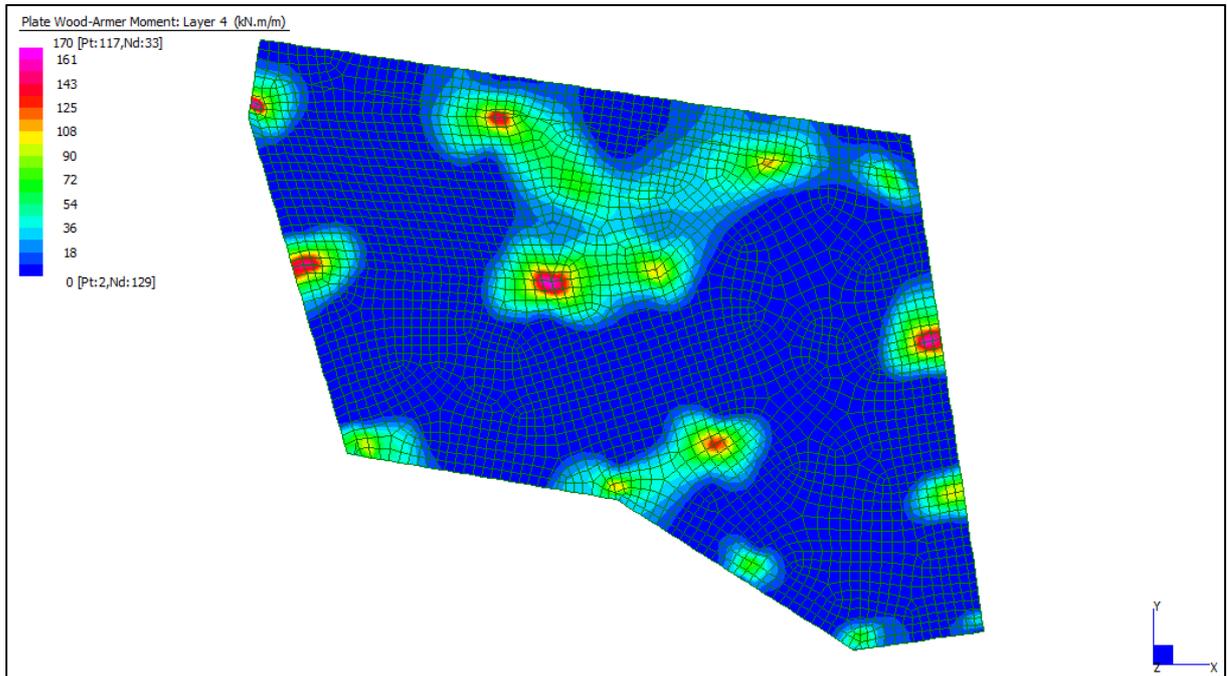
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)

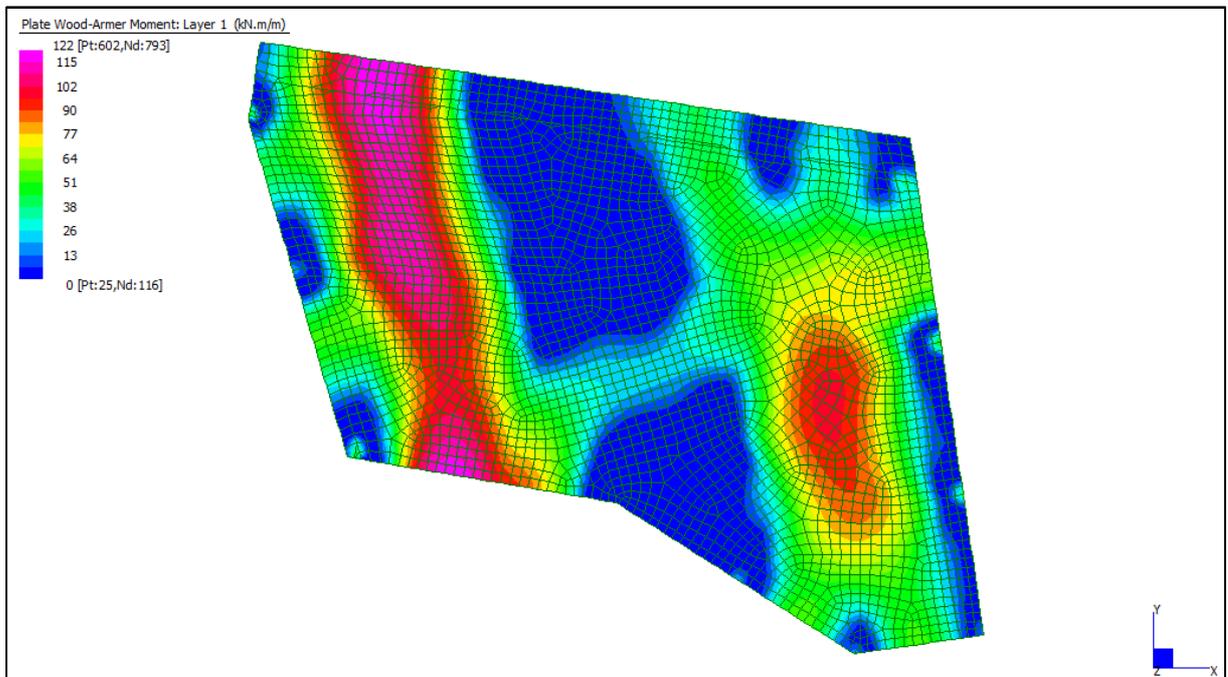
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)

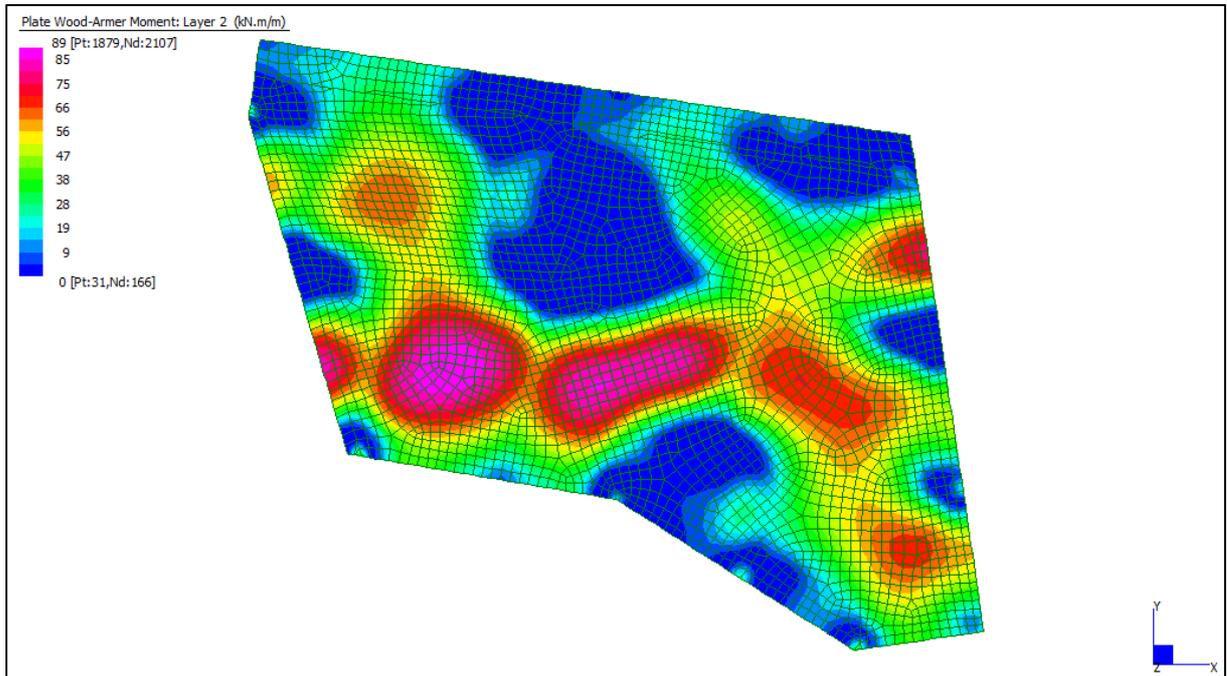
Grafici di combinazione FREQUENTE



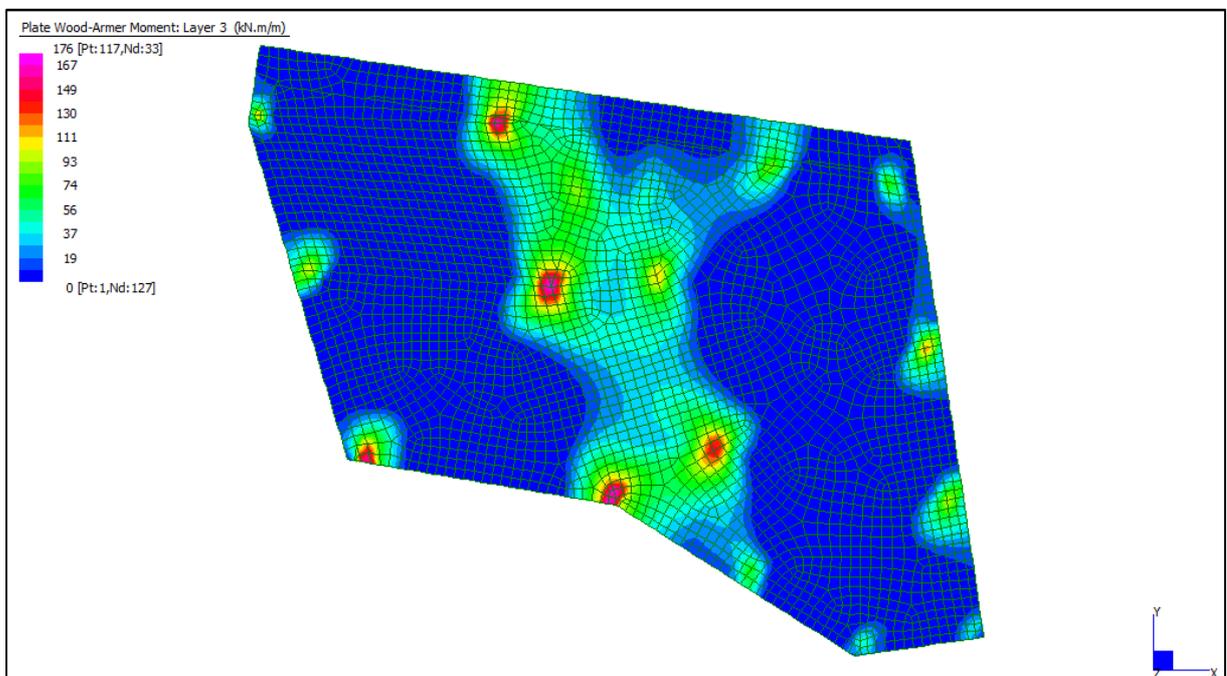
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



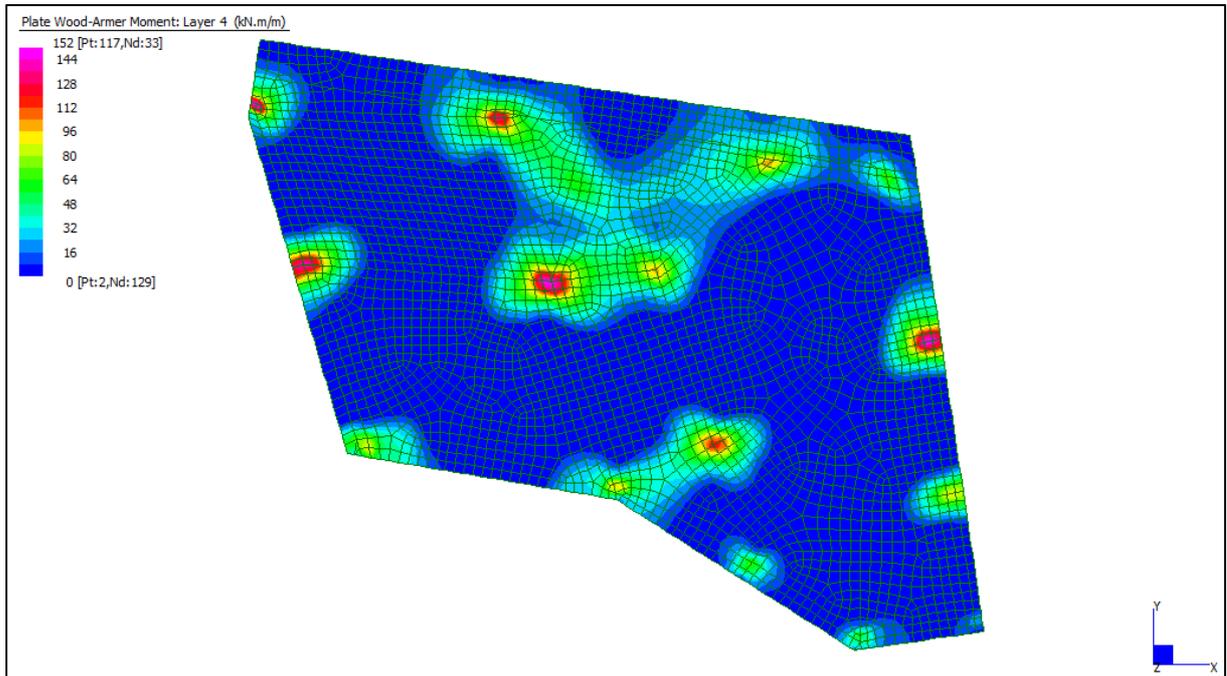
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)



Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)

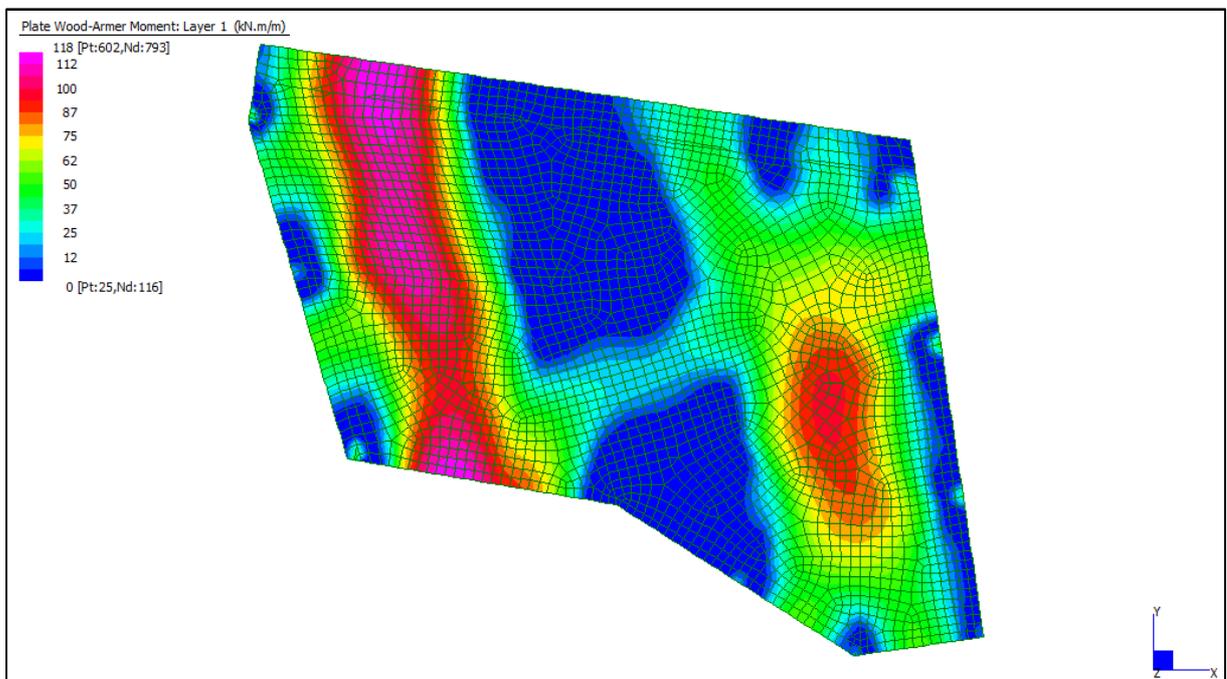
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)

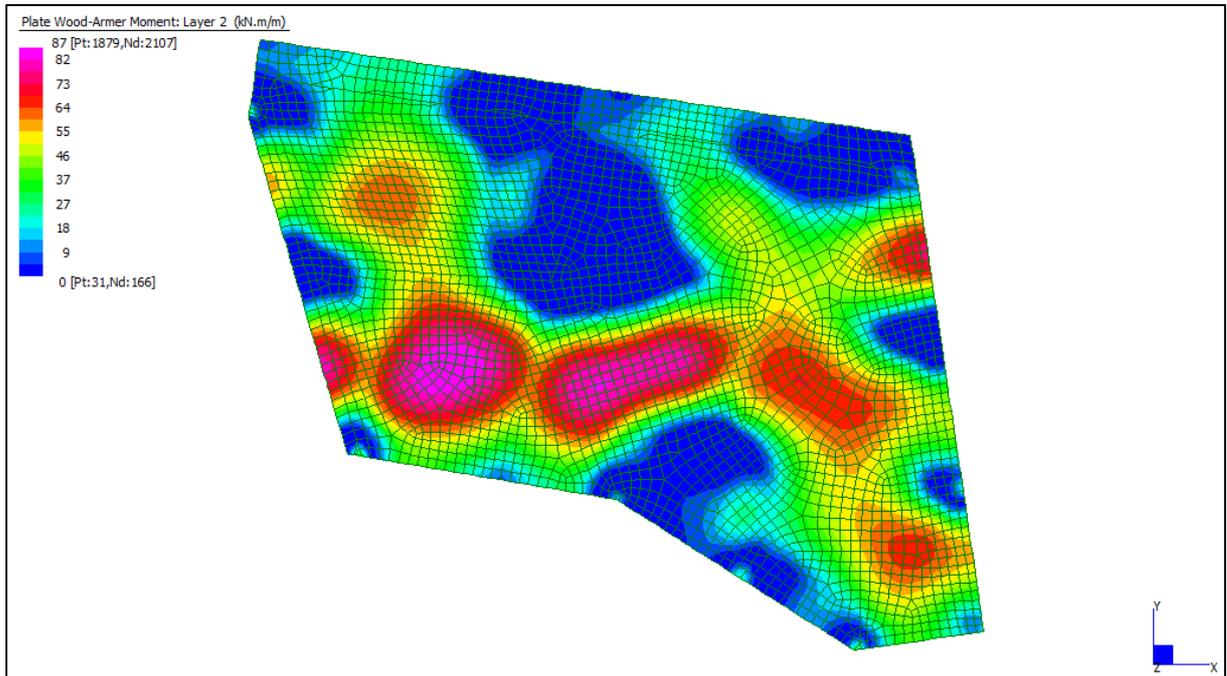
Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



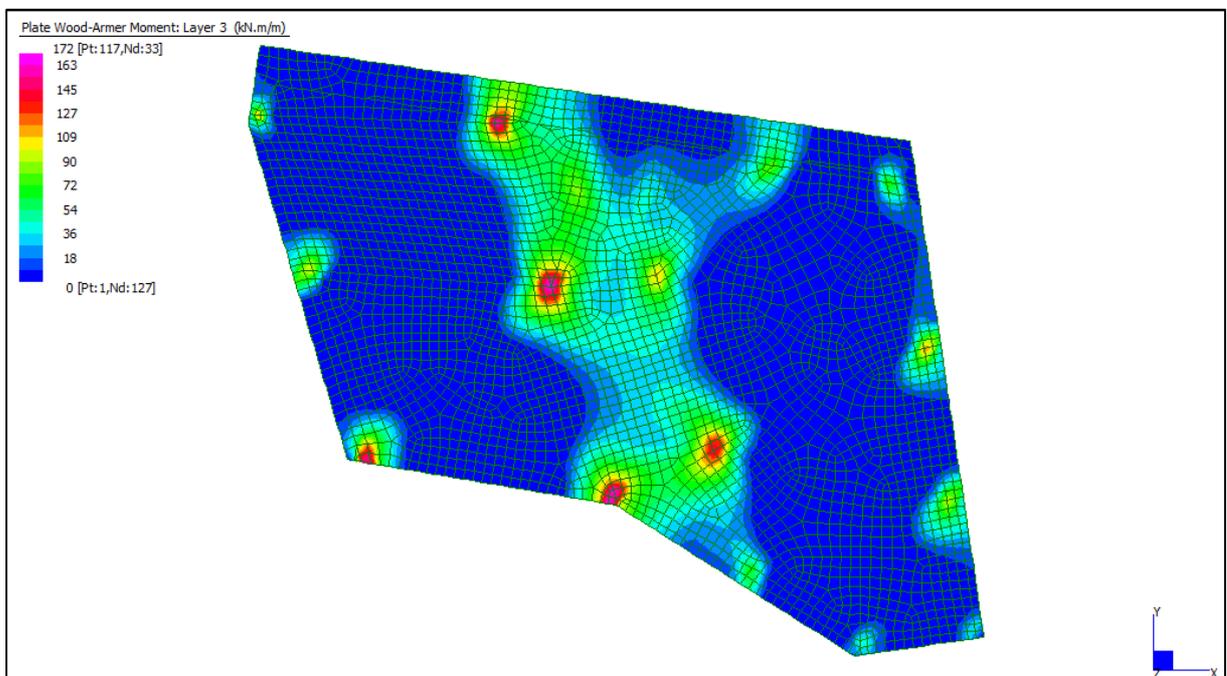
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



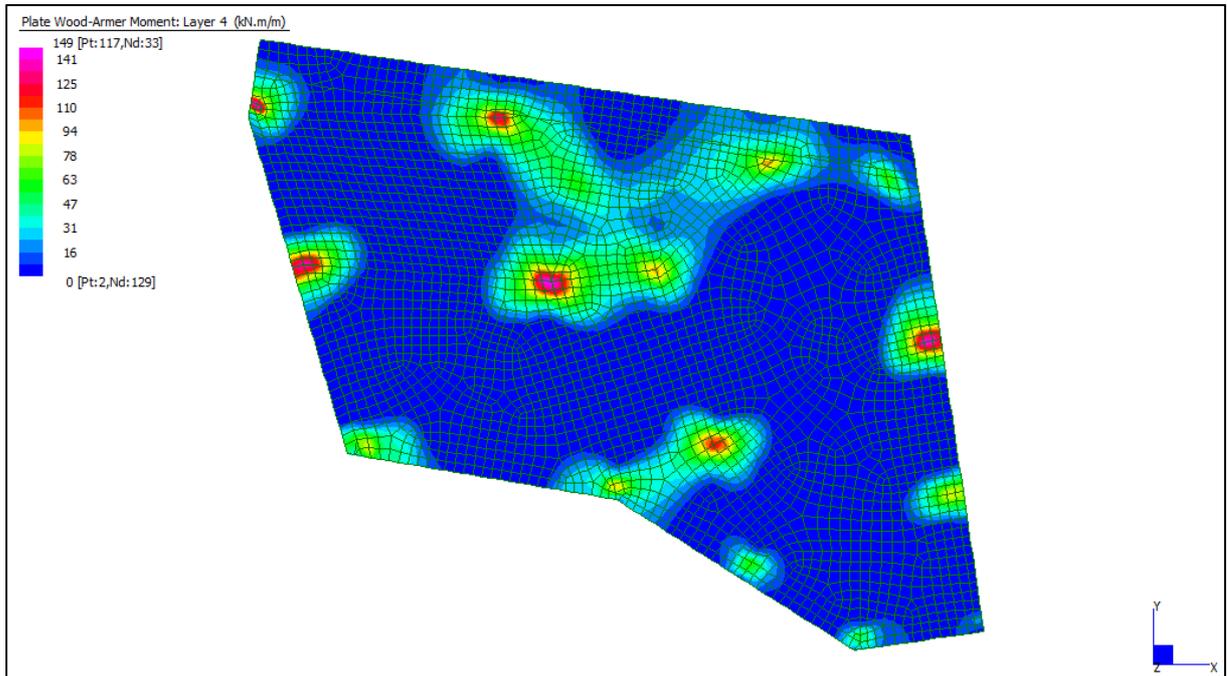
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



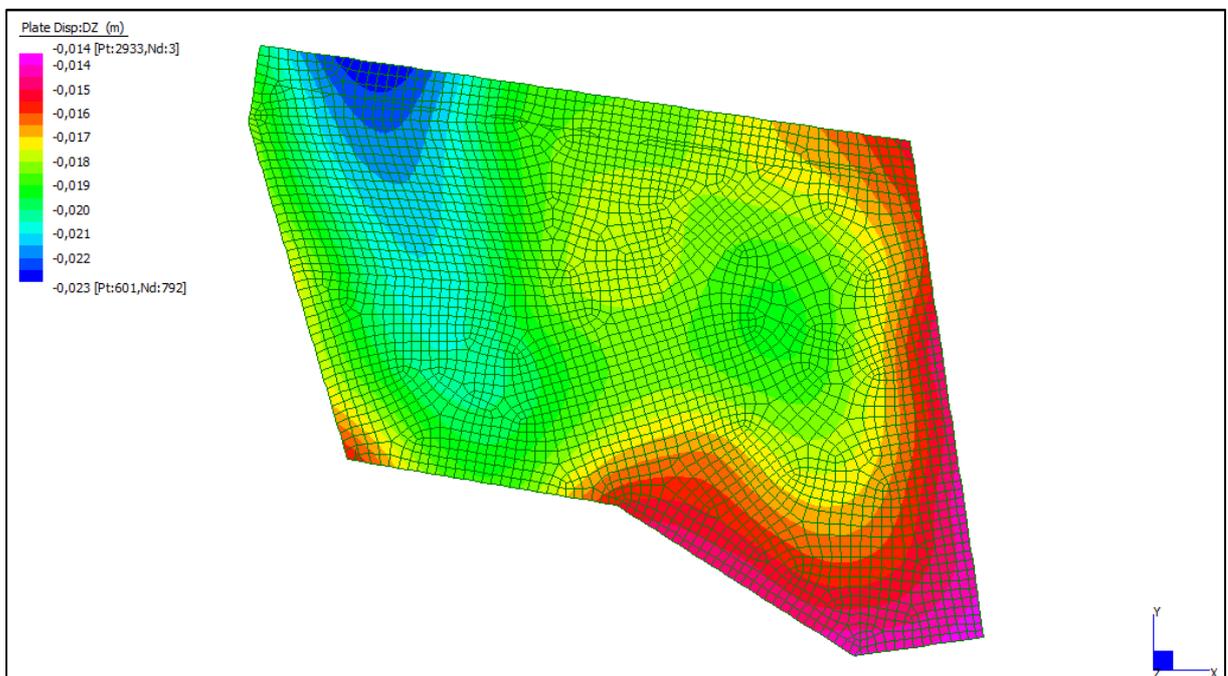
Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)



Spostamento $d_{z_{min}}$ (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base pari a $\Phi 14/20$ (in entrambe le direzioni, sia a livello superiore che inferiore) avente un momento resistente rispettivamente di: $M_{Rd,X} = 102 \text{ kNm/m}$ in direzione X e $M_{Rd,Y} = 93 \text{ kNm/m}$ in direzione Y.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	kNm/m	
Soletta (+688) xx inf L1	100	40	35	-	$\phi 14/10$	-	178	199	Si
Soletta (+688) yy inf L2	100	40	32	32	$\phi 14/20$	$\phi 16/40$	131	151	Si
Soletta (+688) xx sup L3	100	40	35	-	$\phi 24/10$	-	500	518	Si
Soletta (+688) yy sup L4	100	40	32	29	$\phi 26/10$	$\phi 22/20$	600	601	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta copertura (+688,55 m)

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ_l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 8/20/20$	90	26,6	309	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 10/20/20$	90	26,6	483	1251	Si vedi grafici
Soletta XX h=40	100	40	35	4000	$\phi 14/20$	0,0022	1,756	0,482	169	$\phi 12/20/20$	90	26,6	696	1251	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 8/20/20$	90	26,6	283	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 10/20/20$	90	26,6	442	1143	Si vedi grafici
Soletta YY h=40	100	40	32	4000	$\phi 14/20$	0,0024	1,791	0,496	159	$\phi 12/20/20$	90	26,6	636	1143	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta copertura (+688,55 m)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A PUNZONAMENTO

Sono state effettuate le verifiche a punzonamento considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

La verifica è stata effettuata in corrispondenza del pilastro più sollecitato, per ogni tipologia di forma presente.

PUNZ. INTERNO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} u ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.19 (44x44)	40	34	44	44	597	φ14/20	1164	1,15	0,669	0,445	-	φ10/20/20	0,669	0,955	Si	2,270	3,292	Si

PUNZ. BORDO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} u ₀	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa	MPa	
Pil.8 (50x50)	40	34	50	50	360	310	φ14/20	731	1,40	0,847	0,445	-	φ10/20/20	0,847	0,982	Si	2,037	3,292	Si
Pil.18 (44x44)	40	34	44	44	342	298	φ14/20	715	1,40	0,872	0,445	-	φ10/20/20	0,872	0,976	Si	2,264	3,292	Si
Pil.17 (30x70)	40	34	30	70	340	310	φ14/20	1060	1,40	1,301	0,445	-	φ12/20/20	1,301	1,413	Si	2,215	3,292	Si
Pil.2 (30x100)	40	34	30	100	370	340	φ14/20	728	1,40	0,821	0,445	-	φ10/20/20	0,821	0,955	Si	1,901	3,292	Si

PUNZ. ANGOLO	h	d	c ₁	c ₂	u ₁	u ₁ *	A _{sl}	V _{Ed}	β	V _{Ed}	V _{Rd,C}	VER	A _{sw SPILLI}	V _{Ed}	V _{Rd,CS}	VER	V _{Ed} (u ₀)	V _{Rd} MAX	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm		kN	-	MPa	MPa			MPa	MPa		MPa		
Pil.3 (50x50)	40	34	50	50	205	155	φ14/20	581	1,50	1,268	0,445	-	φ12/20/20	1,268	1,379	Si	2,601	3,292	Si
Pil.3 (30x100)	40	34	30	100	235	170	φ14/20	504	1,50	0,959	0,445	-	φ12/20/20	0,959	1,324	Si	2,245	3,292	Si

Tabella verifica a punzonamento (S.L.U.) – Soletta copertura (+688,55 m)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Soletta (+688) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/10	-	135	8,09	≤ 17,43	279	≤ 360
Soletta (+688) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ16/40	99	7,36	≤ 17,43	269	≤ 360
Soletta (+688) xx sup L3	100	40	35	-	φ24/10	-	198	8,33	≤ 17,43	148	≤ 360
Soletta (+688) yy sup L4	100	40	32	29	φ26/10	φ22/20	170	7,68	≤ 17,43	98	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Soletta copertura (+688,55 m)

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	mm	mm
Soletta (+688) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/10	-	122	0,27	≤ 0,40
Soletta (+688) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ16/40	89	0,31	≤ 0,40
Soletta (+688) xx sup L3	100	40	35	-	φ24/10	-	176	0,11	≤ 0,40
Soletta (+688) yy sup L4	100	40	32	29	φ26/10	φ22/20	152	0,09	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Soletta copertura (+688,55 m)

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	Armatura		m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Soletta (+688) xx inf L1	100	40	35	-	φ14/10	-	118	7,07	≤ 13,07	0,25	≤ 0,30
Soletta (+688) yy inf L2	100	40	32	32	φ14/20	φ16/40	87	6,47	≤ 13,07	0,30	≤ 0,30
Soletta (+688) xx sup L3	100	40	35	-	φ24/10	-	172	7,23	≤ 13,07	0,11	≤ 0,30
Soletta (+688) yy sup L4	100	40	32	29	φ26/10	φ22/20	149	6,73	≤ 13,07	0,09	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Soletta copertura (+688,55 m)

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.7SETTO 1

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel setto in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

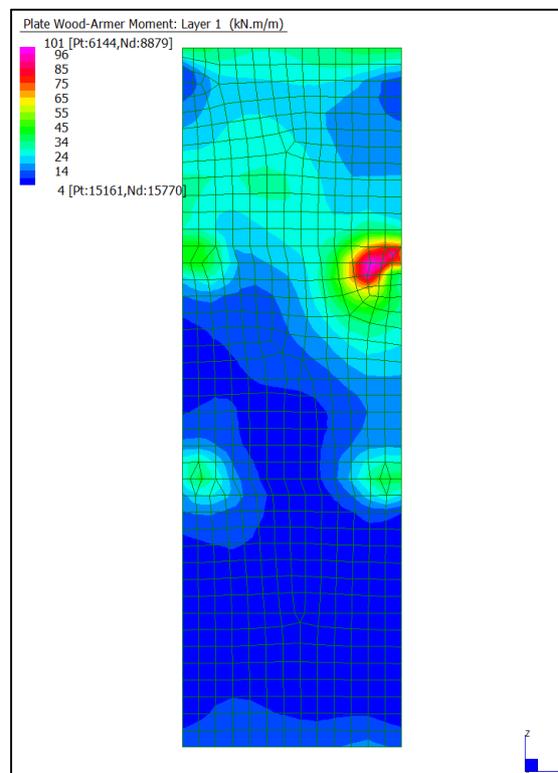
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

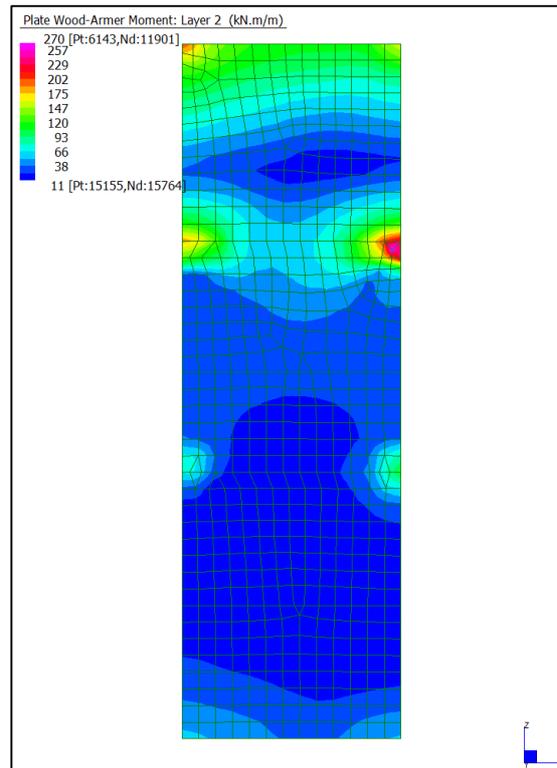
Grafici di combinazione di SLU



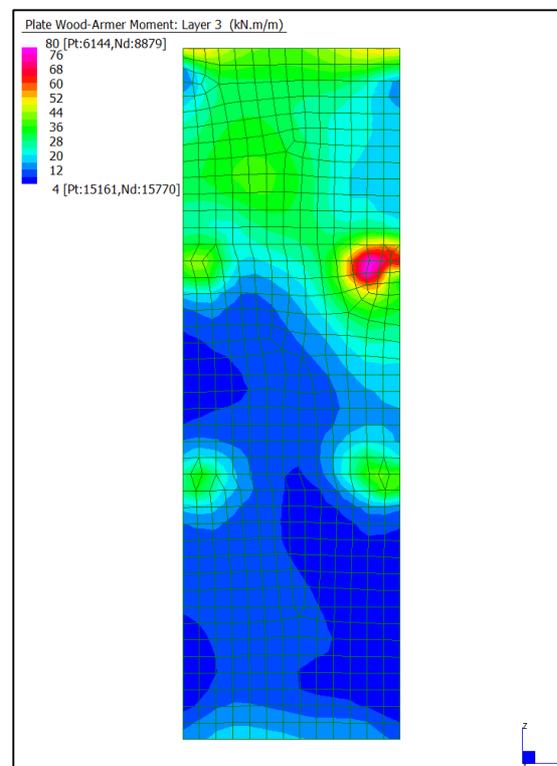
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



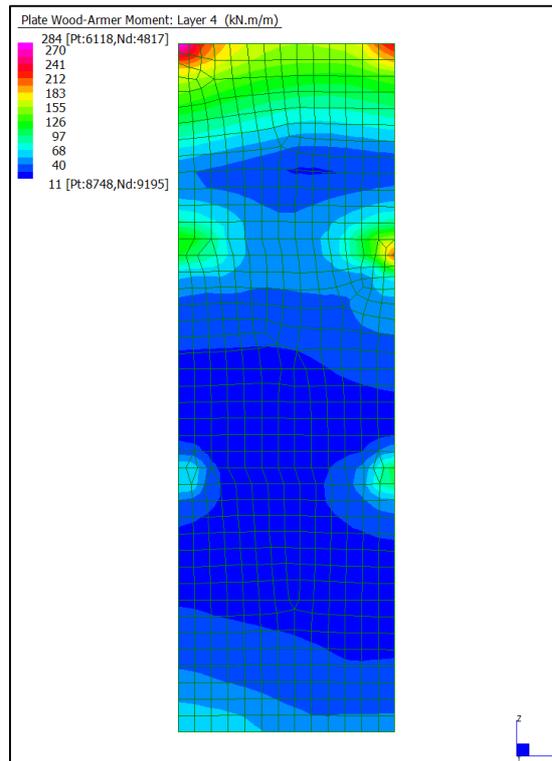
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)



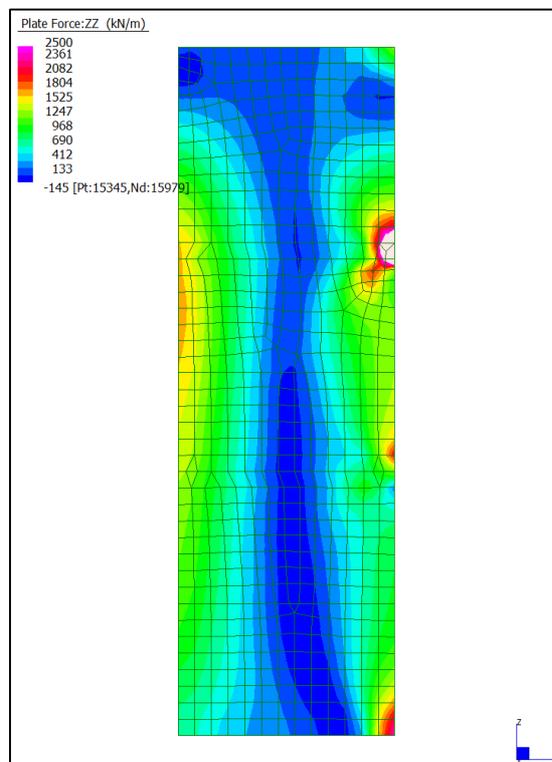
Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



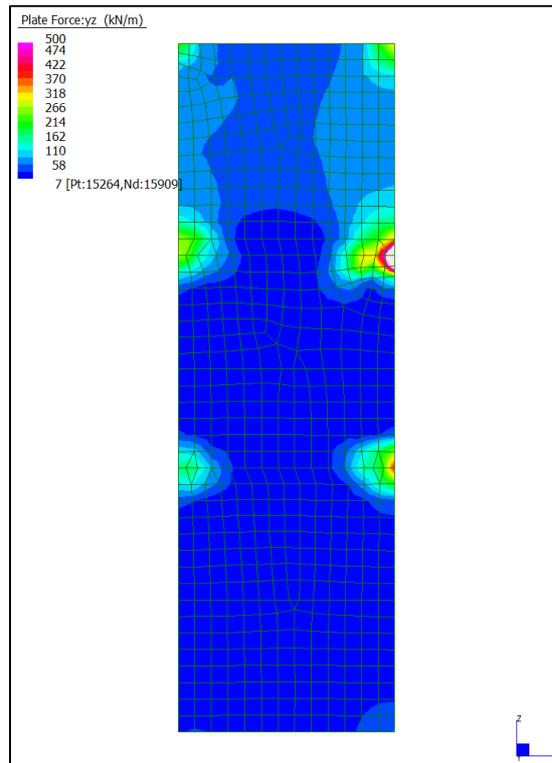
Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)



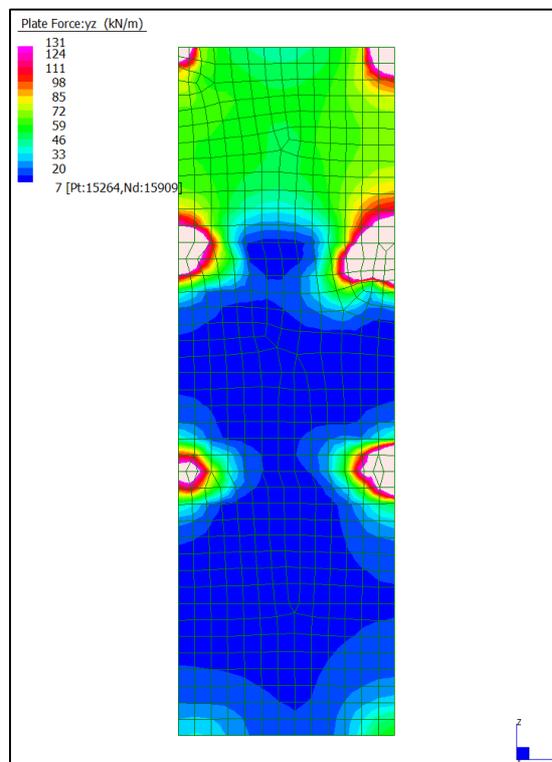
Massima trazione membranale – $F_{zz,max}$ (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



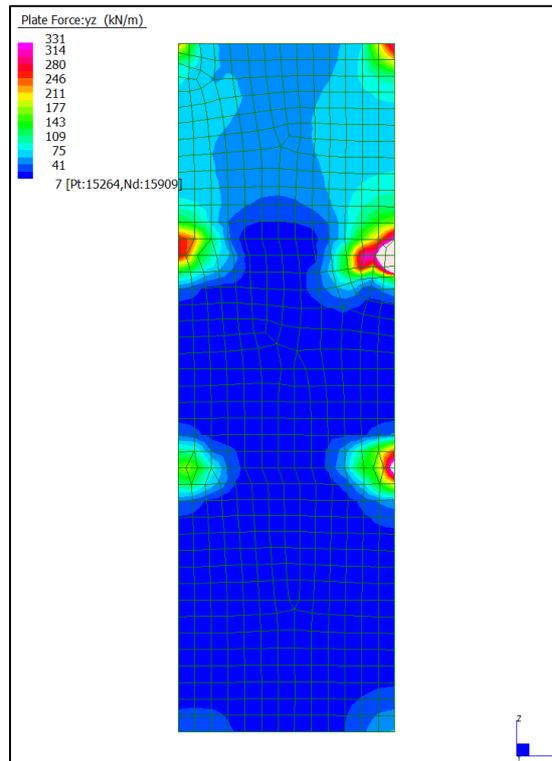
Sforzo di taglio_dir. Verticale_VYZ_locale (S.L.U.)



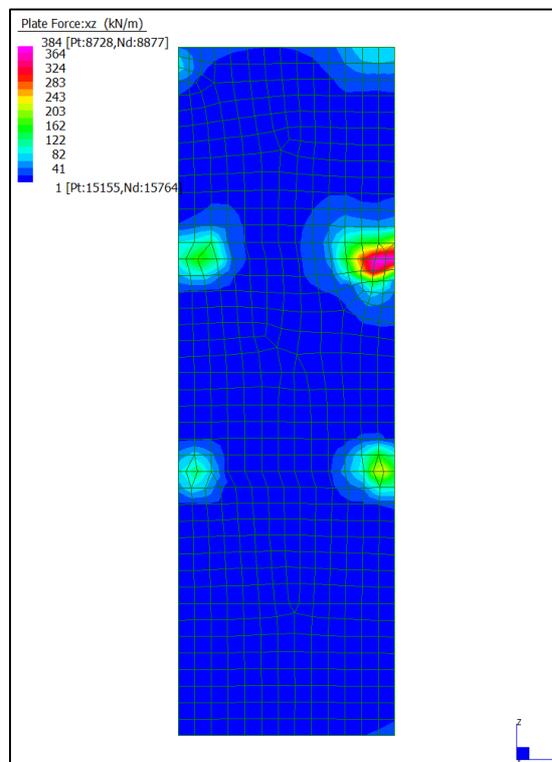
Sforzo di taglio_dir. Verticale_VYZ_locale (S.L.U.) – taglio con VRd

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



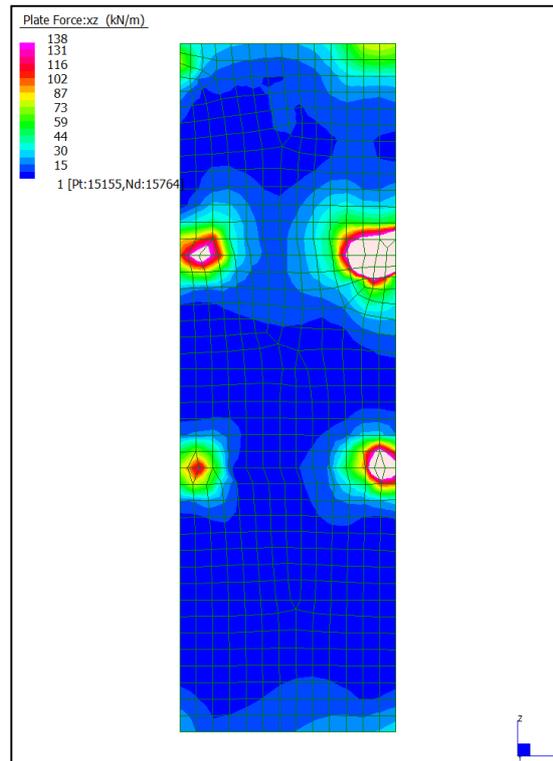
Sforzo di taglio_dir. Verticale V_{YZ_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\phi 10/20/20$)



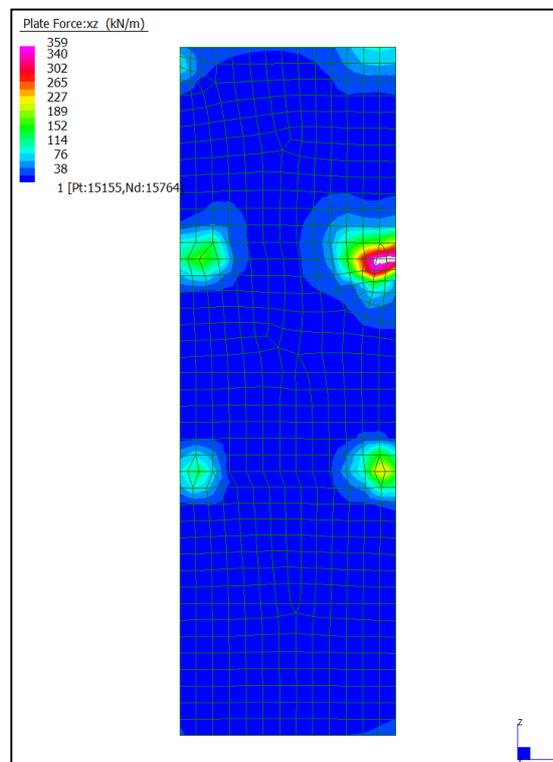
Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



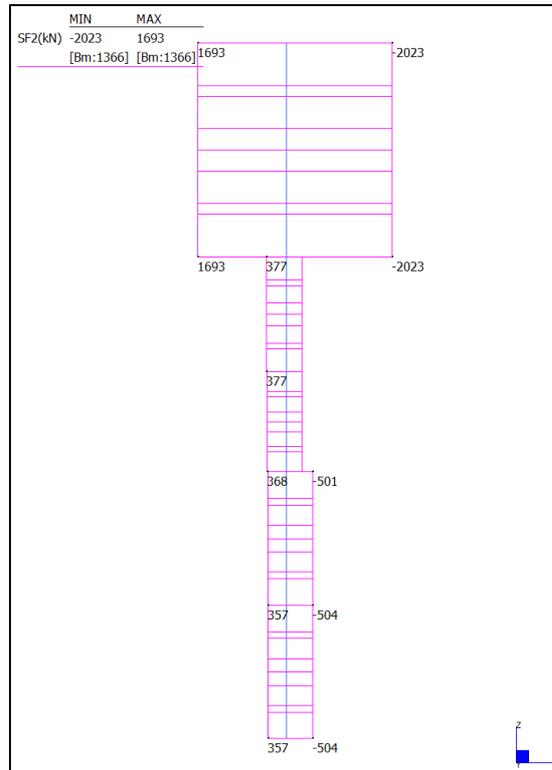
Sforzo di taglio_dir. Orizzontale_ V_{ZX_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}



Sforzo di taglio_dir. Orizzontale_ V_{ZX_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\phi 10/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

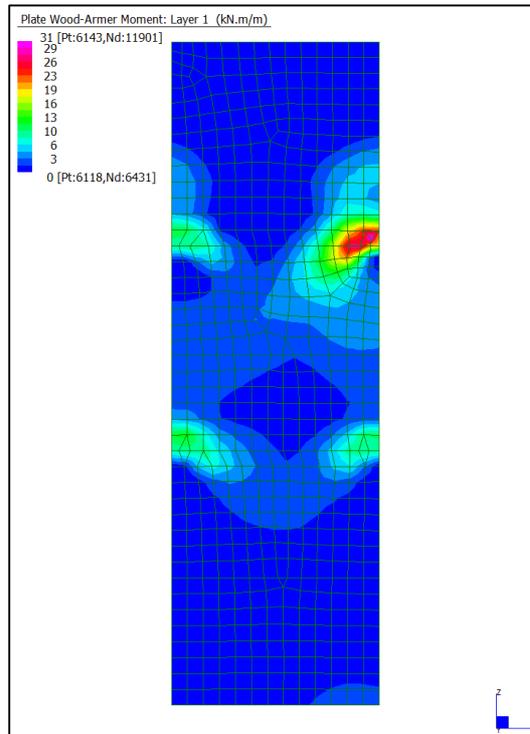


Sforzo di taglio nel piano del setto (S.L.U.)

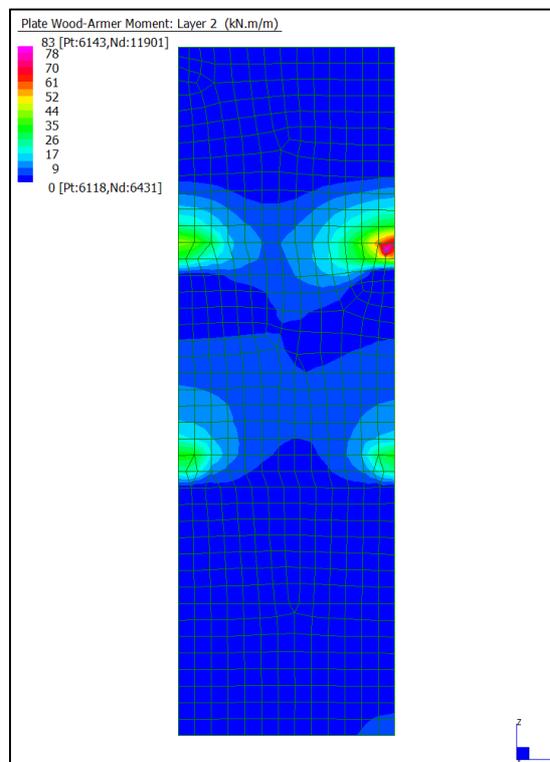
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione RARA



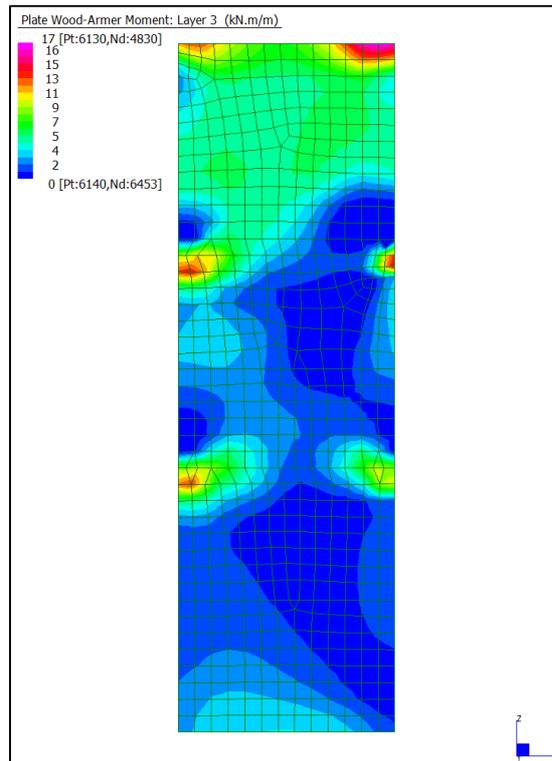
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)



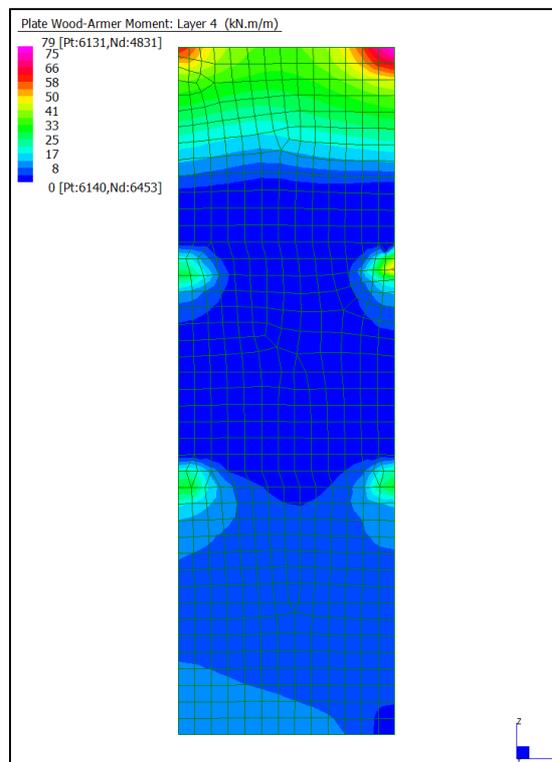
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)

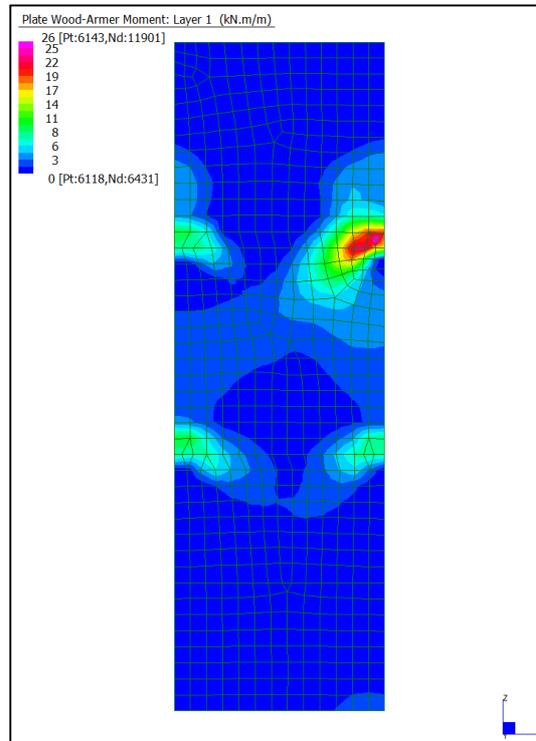


Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

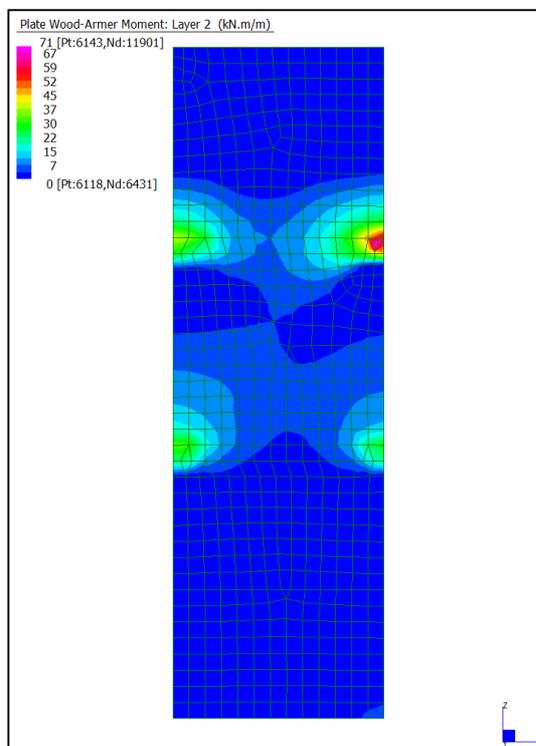
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione FREQUENTE



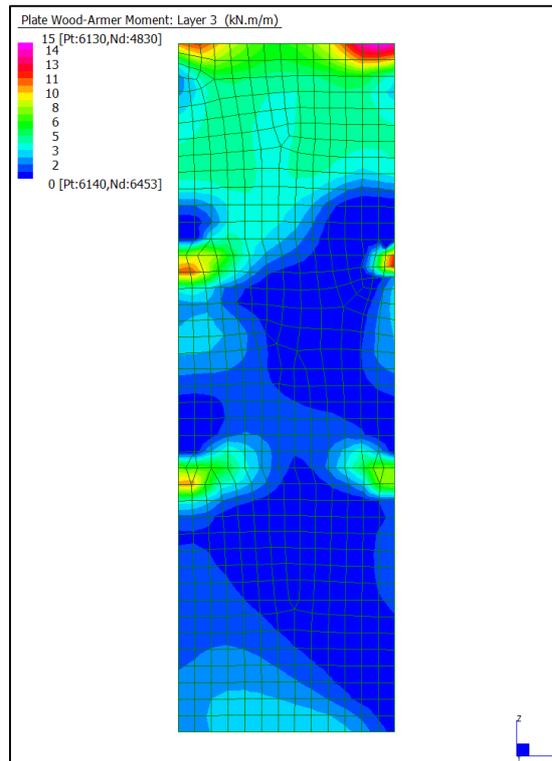
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)



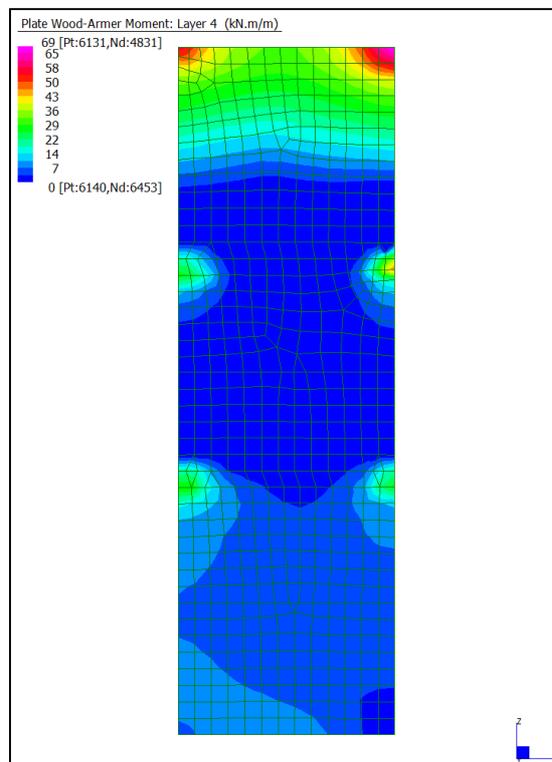
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)

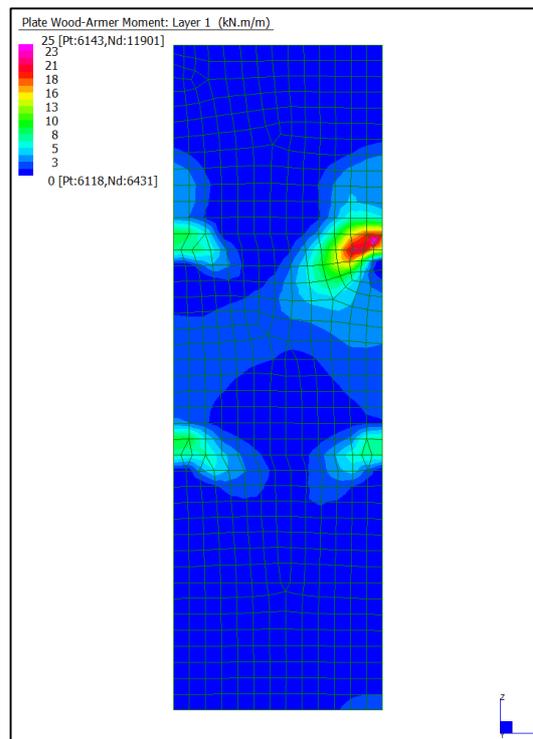


Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)

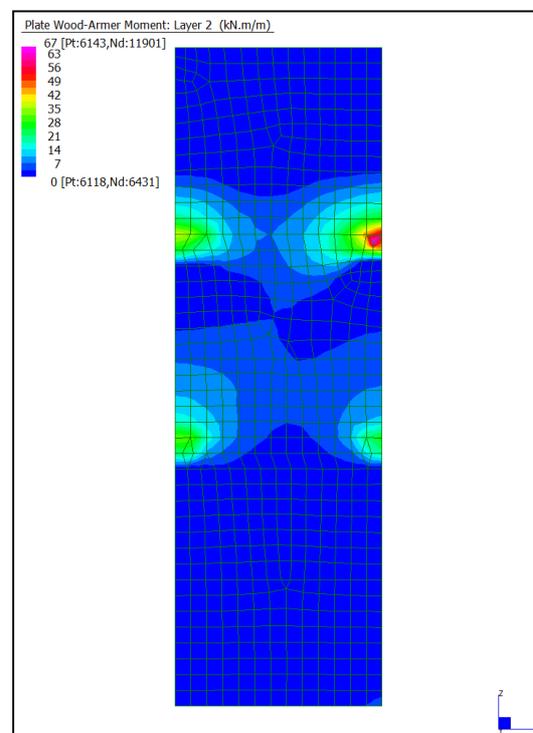
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



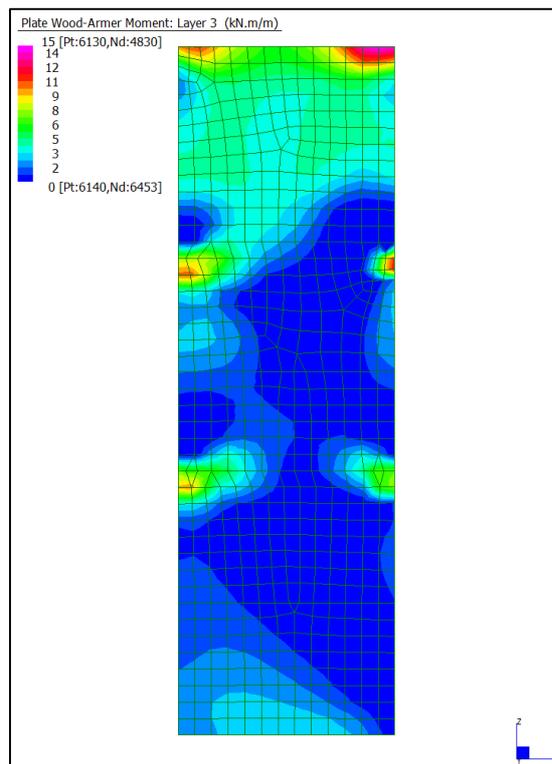
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)



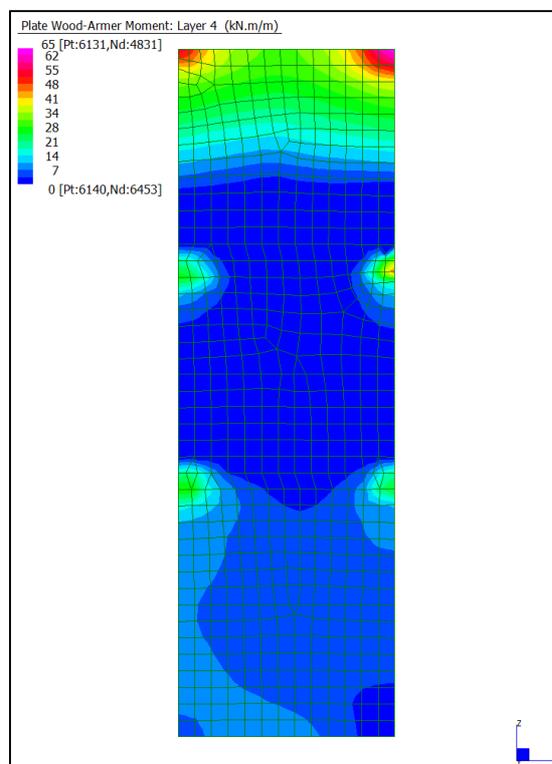
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)



Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di $M_{Rd,Orizz} = 59$ kNm/m;

Φ26/10 in direzione verticale, avente momento resistente di $M_{Rd,Vert} = 401$ kNm/m.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	kNm/m	
Setto 1 dir.orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	101	108	SI
Setto 1 dir.vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	270	401	SI
Setto 1 dir.orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ10/20	-	-	80	92	SI
Setto 1 dir.vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	270	401	SI

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Setto 1

SLU	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				n _{Ed}	m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kN/m	kNm/m	kNm/m	
Setto 1 (Fzz max)	100	30	24	-	-	6	φ26/10	-	-	φ26/10	2500	160	173	SI

Tabella verifica a tenso-flessione (S.L.U.) – Setto 1

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A_c	A_{sl}	ρ_l	k	v_{min}	V_{Rd}	A_{sw}	α	ϑ	V_{Rsd}	V_{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]			
Setto 1/Nucleo vert	100	30	24	3000	$\phi 14/20$	0,0032	1,913	0,548	131	$\phi 8/20/20$	90	26,6	212	858	Si vedi grafici
Setto 1/Nucleo vert	100	30	24	3000	$\phi 14/20$	0,0032	1,913	0,548	131	$\phi 10/20/20$	90	26,6	331	858	Si vedi grafici
Setto 1/Nucleo vert	100	30	24	3000	$\phi 14/20$	0,0032	1,913	0,548	131	$\phi 12/20/20$	90	26,6	477	858	Si vedi grafici
Setto 1/Nucleo orizz	100	30	26	3000	$\phi 10/20$	0,0015	1,877	0,532	138	$\phi 8/20/20$	90	26,6	230	929	Si vedi grafici
Setto 1/Nucleo orizz	100	30	26	3000	$\phi 10/20$	0,0015	1,877	0,532	138	$\phi 10/20/20$	90	26,6	359	929	Si vedi grafici
Setto 1/Nucleo orizz	100	30	26	3000	$\phi 10/20$	0,0015	1,877	0,532	138	$\phi 12/20/20$	90	26,6	517	929	Si vedi grafici

SLU	b	h	d	A_c	A_{sl}	ρ_l	k	v_{min}	V_{Rd}	A_{sw}	α	ϑ	V_{Ed}	V_{Rsd}	V_{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]				
Setto 1 max inerzia	30	400	394	12000	2 $\phi 14$	0,0003	1,225	0,281	332	2 $\phi 12/20$	90	26,6	2023	3134	4224	Si

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Setto 1

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Setto 1 dir.orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	31	3,38	≤ 17,43	117	≤ 360
Setto 1 dir.vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	83	6,44	≤ 17,43	80	≤ 360
Setto 1 dir.orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ10/20	-	-	17	1,97	≤ 17,43	75	≤ 360
Setto 1 dir.vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	79	6,13	≤ 17,43	76	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Setto 1

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	mm	mm
Setto 1 dir.orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	26	0,05	≤ 0,40
Setto 1 dir.vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	71	0,05	≤ 0,40
Setto 1 dir.orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ10/20	-	-	15	0,04	≤ 0,40
Setto 1 dir.vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	69	0,05	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Setto 1

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Setto 1 dir.orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	25	2,72	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Setto 1 dir.vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	67	5,20	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Setto 1 dir.orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ10/20	-	-	15	1,74	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Setto 1 dir.vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	65	5,04	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Setto 1

Gli spostamenti orizzontali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.8SETTI RACCORDO 1

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel setto in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

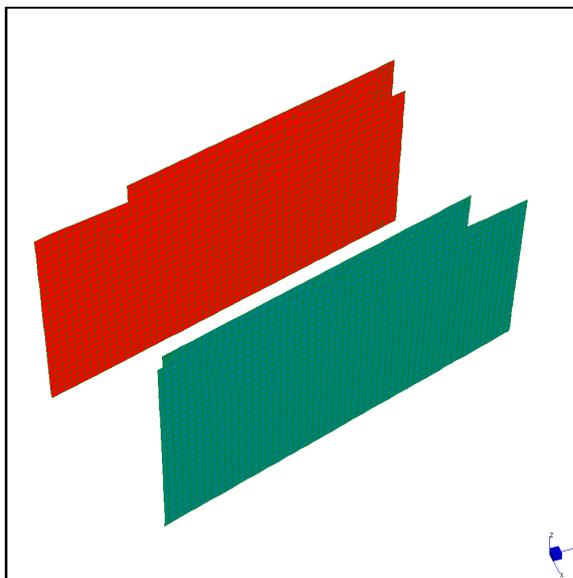
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

Grafici di combinazione di SLU



LEGENDA

Layer 1: Momenti flettenti dir. orizzontale (armatura lato raccordo interno - rosso)

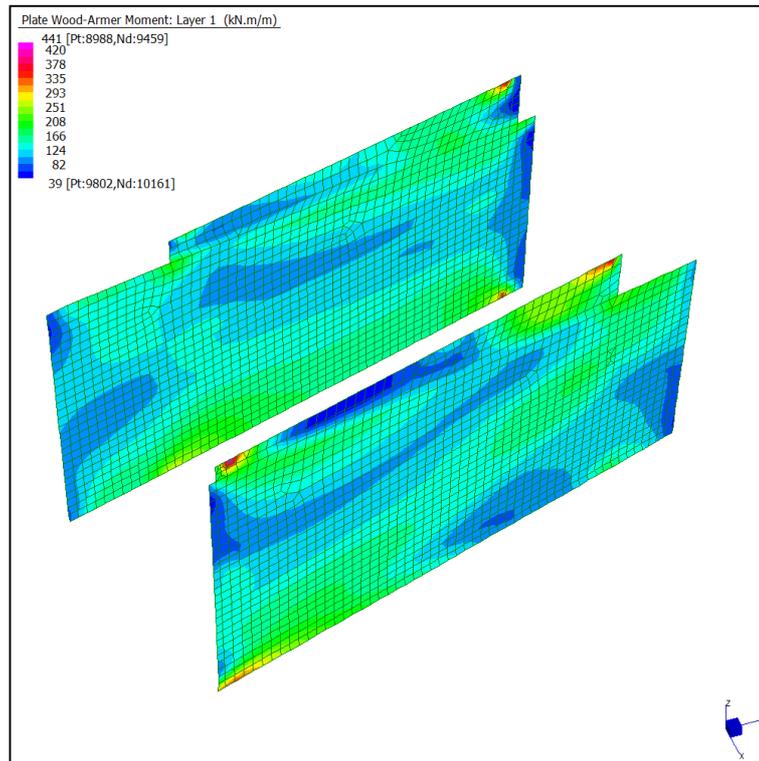
Layer 2: Momenti flettenti dir. verticale (armatura lato raccordo interno - rosso)

Layer 3: Momenti flettenti dir. orizzontale (armatura lato raccordo esterno)

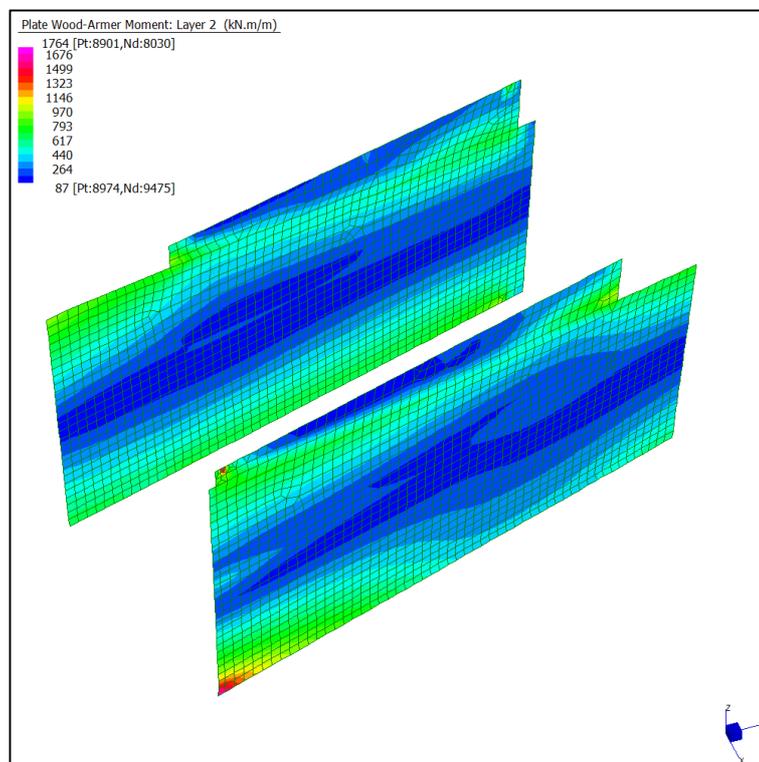
Layer 4: Momenti flettenti dir. verticale (armatura lato raccordo esterno)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



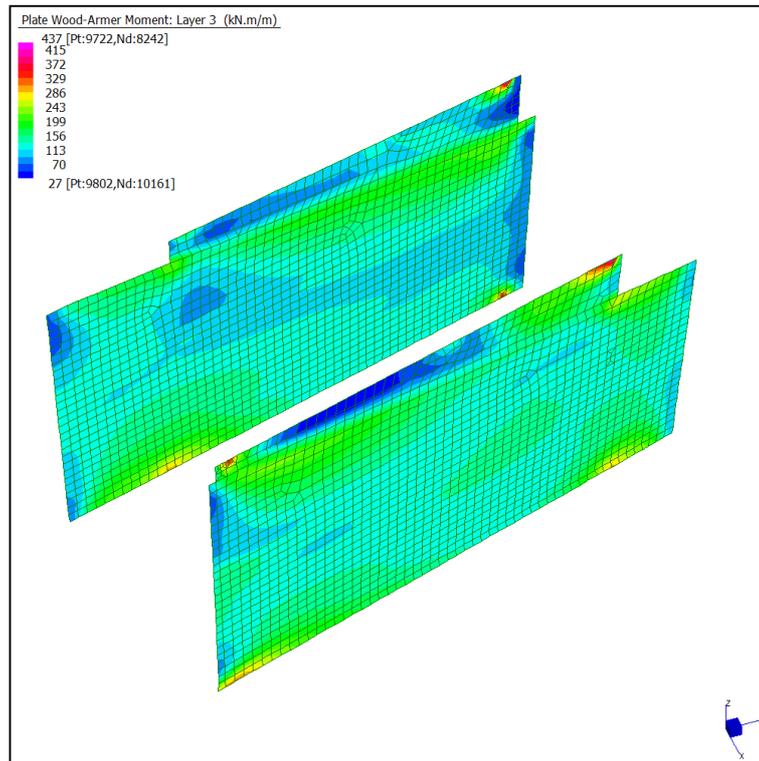
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)



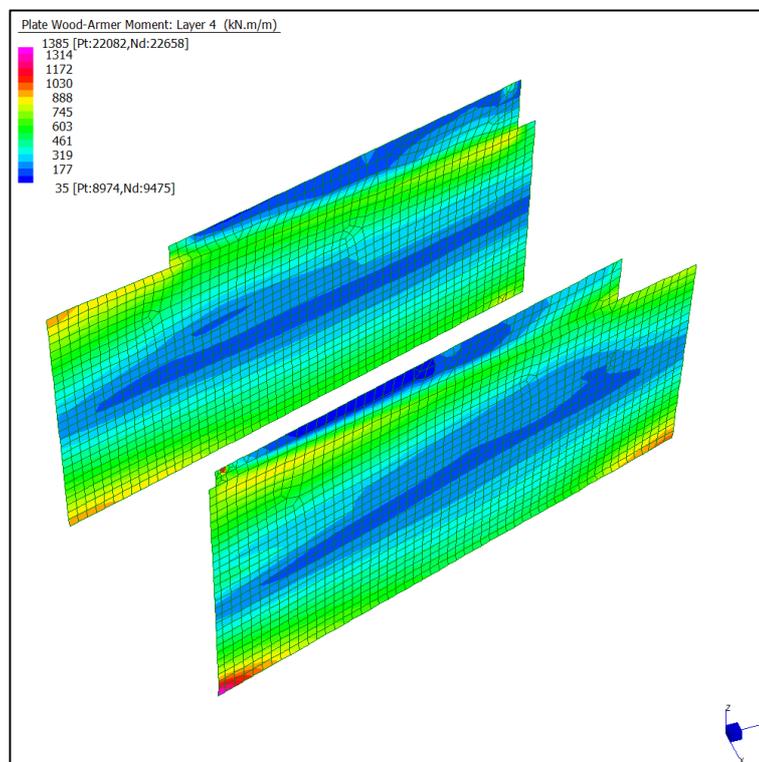
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



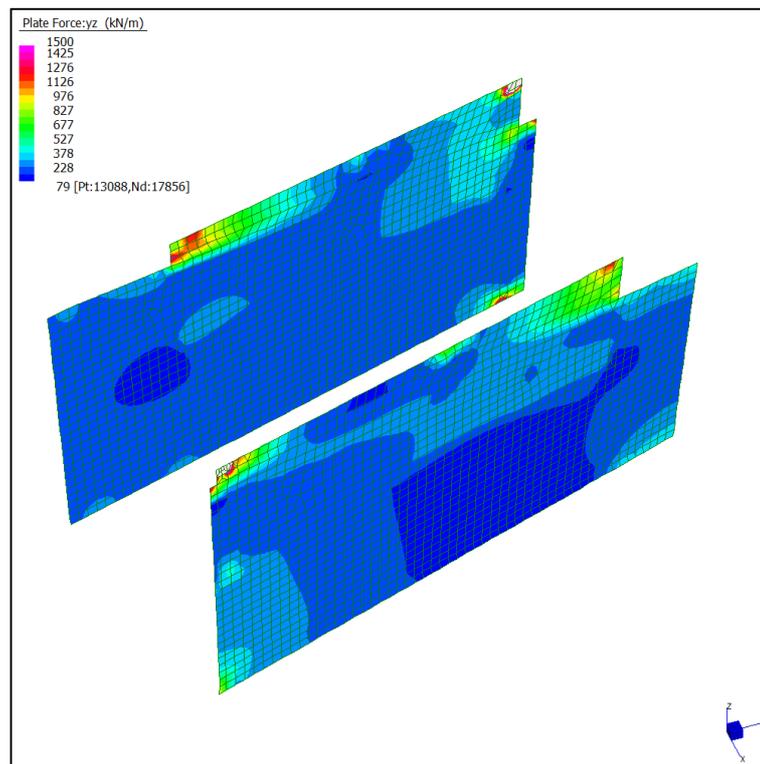
Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)



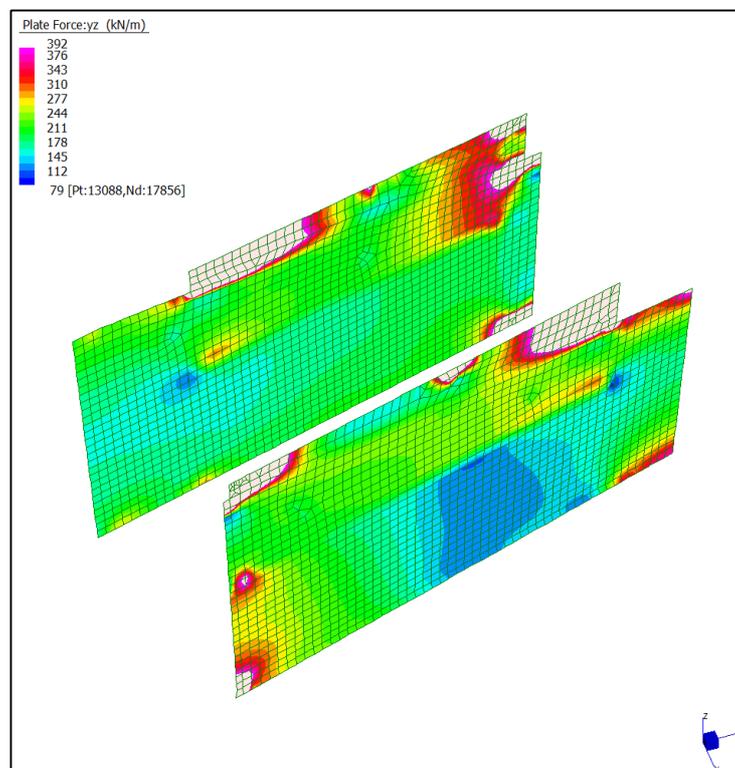
Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



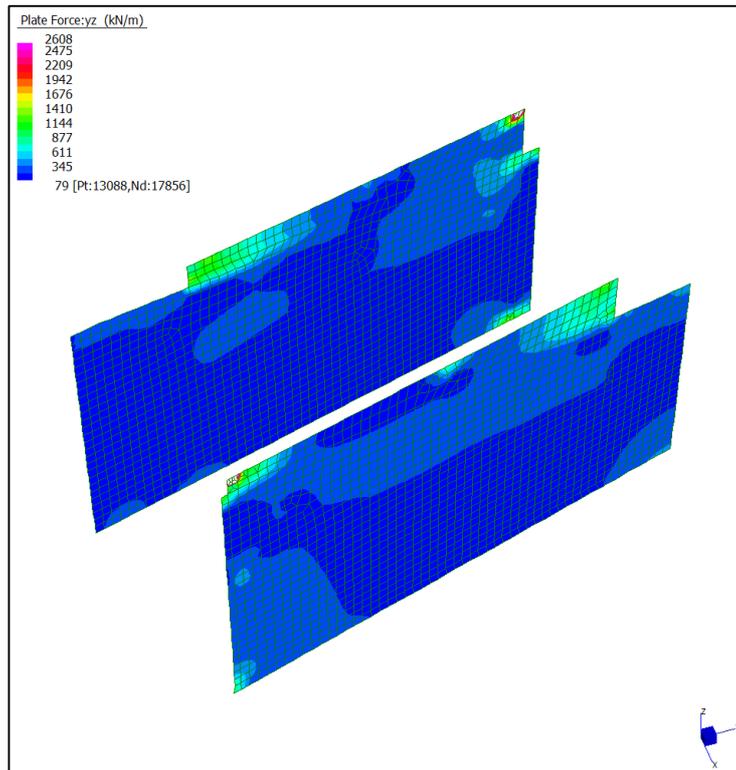
Sforzo di taglio_dir. Verticale V_{YZ_locale} (S.L.U.)



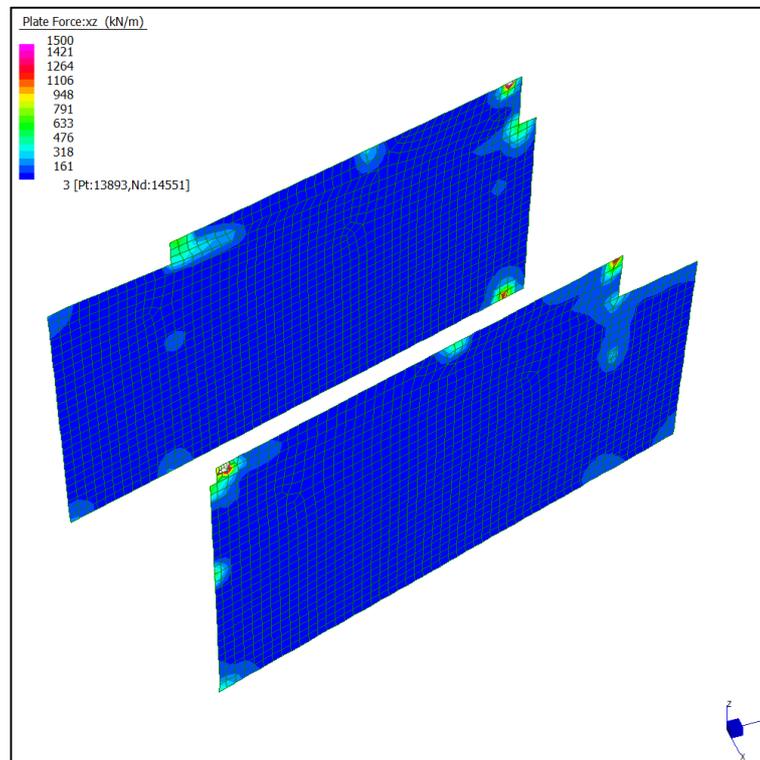
Sforzo di taglio_dir. Verticale V_{YZ_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



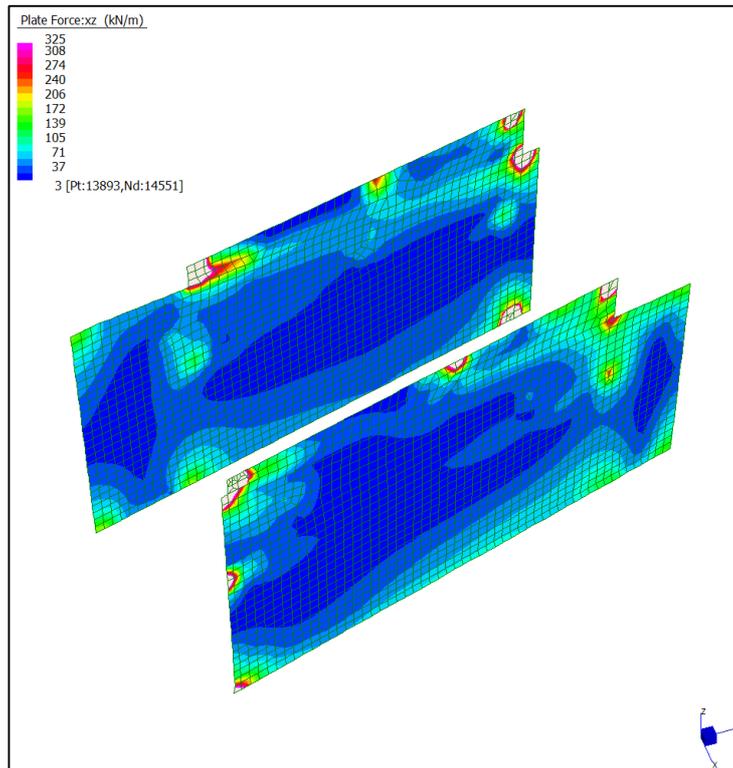
Sforzo di taglio_dir. Verticale V_{YZ_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\phi 16/10/20$)



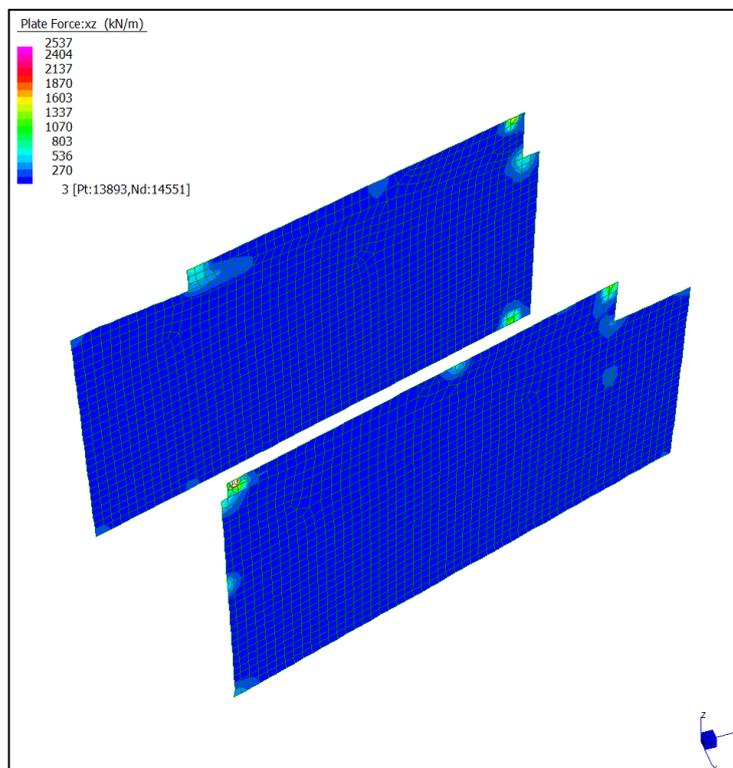
Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}

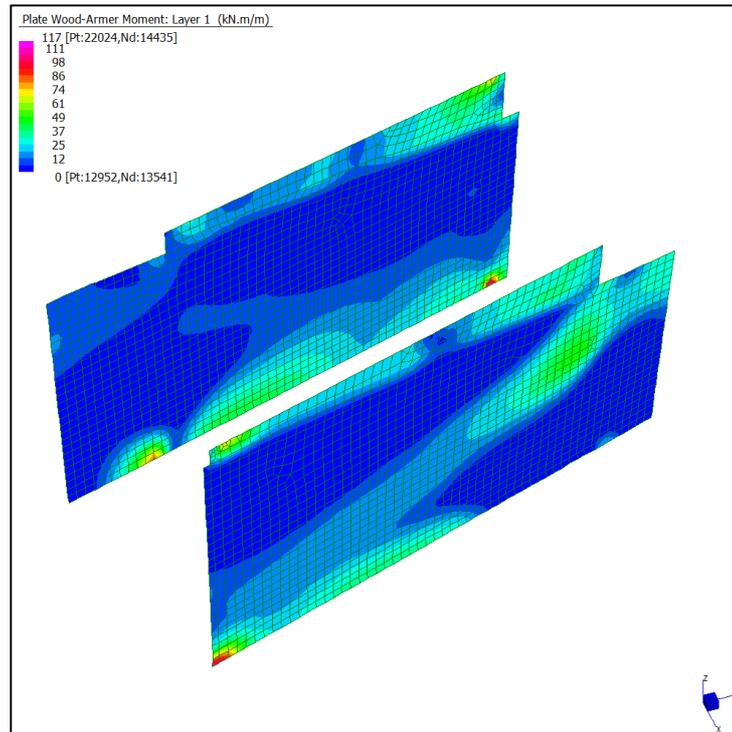


Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\phi 16/10/20$)

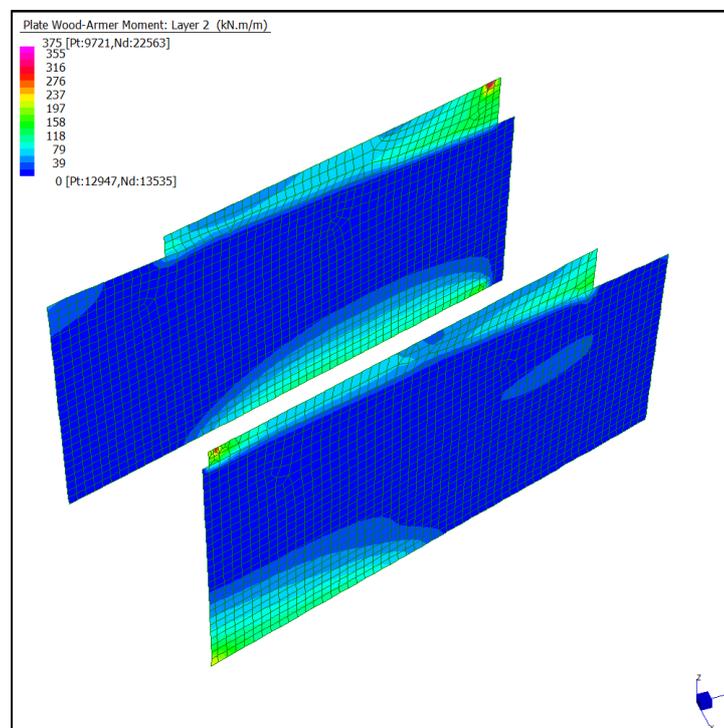
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione RARA



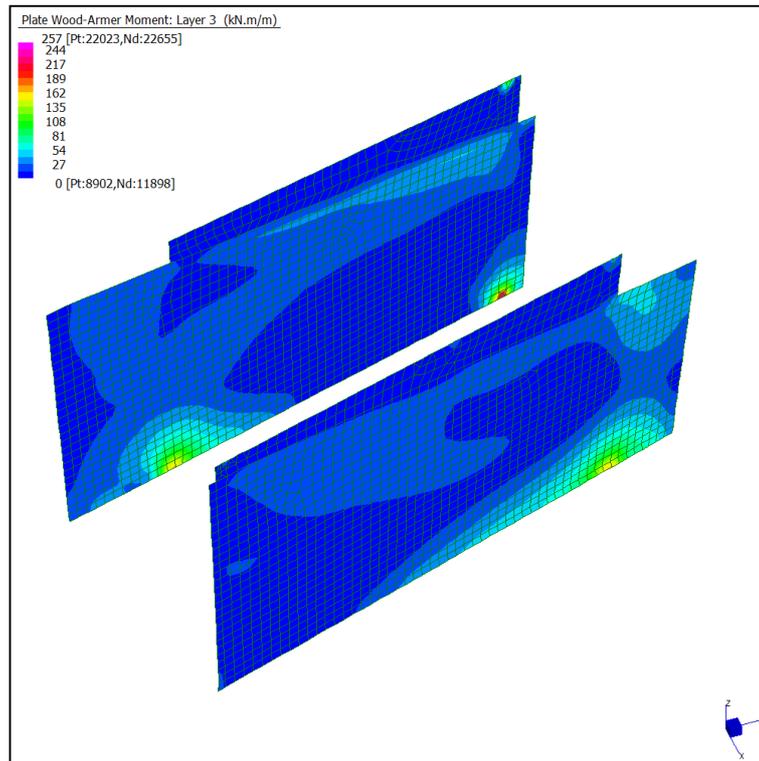
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)



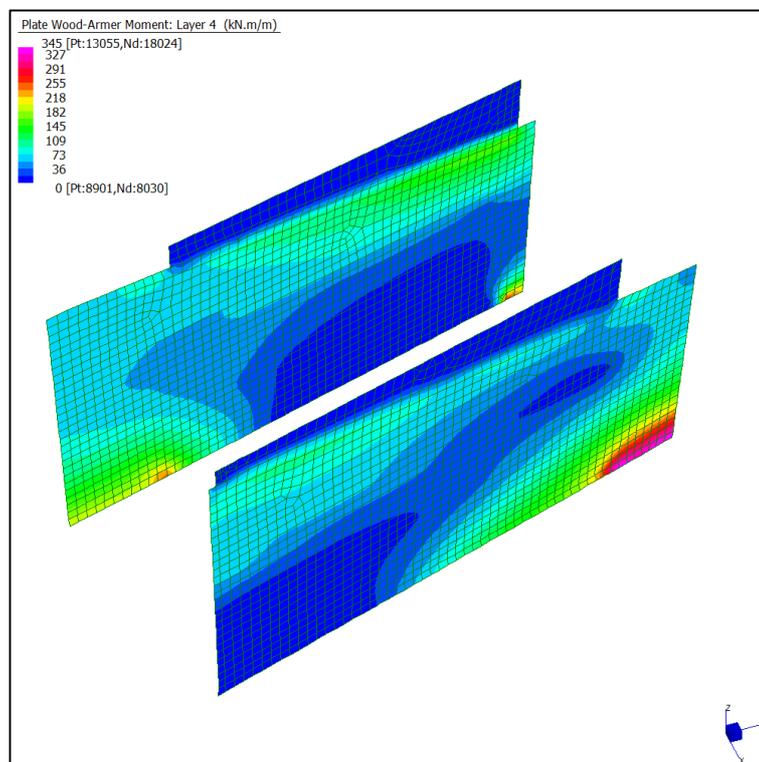
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)

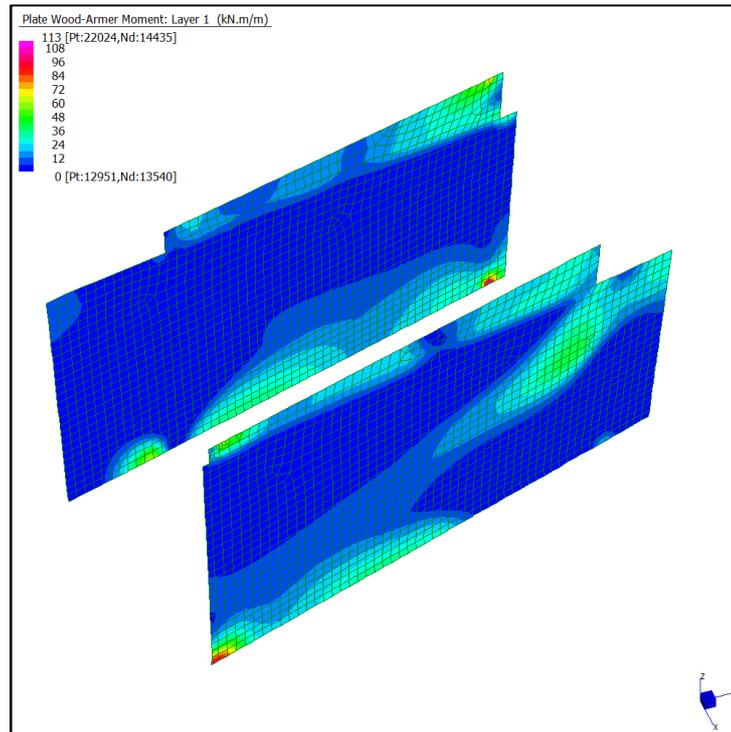


Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

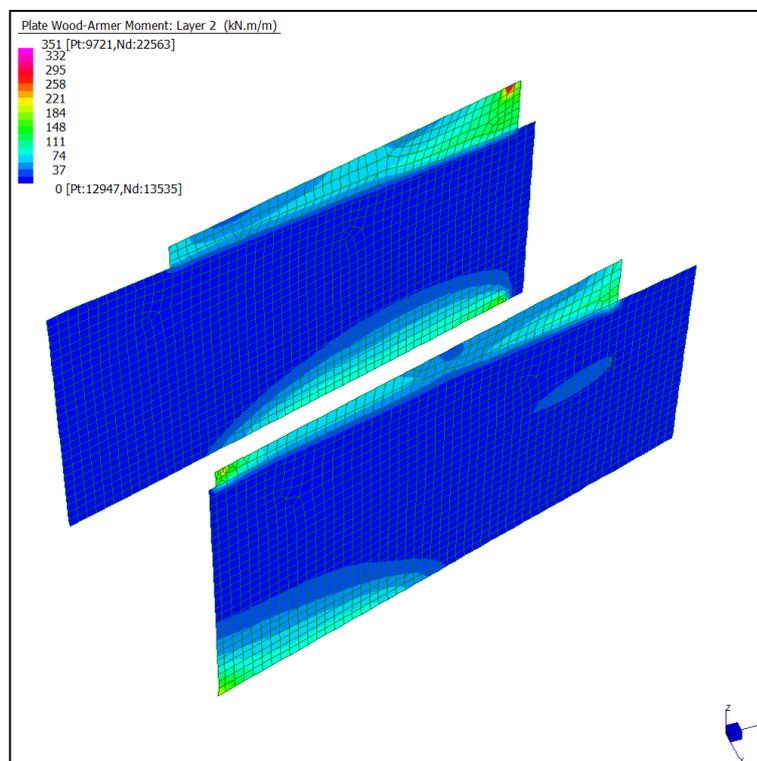
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione FREQUENTE



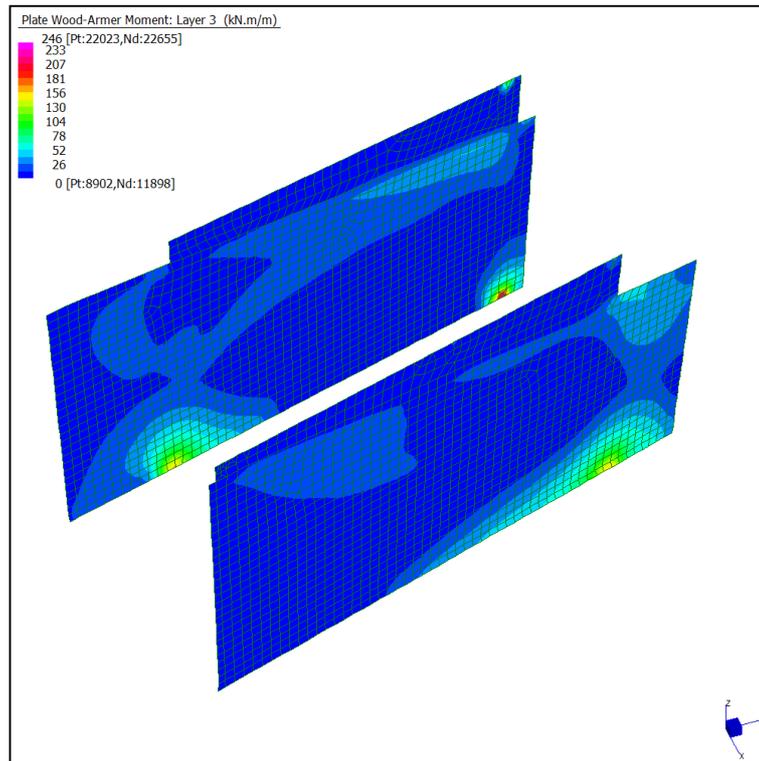
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)



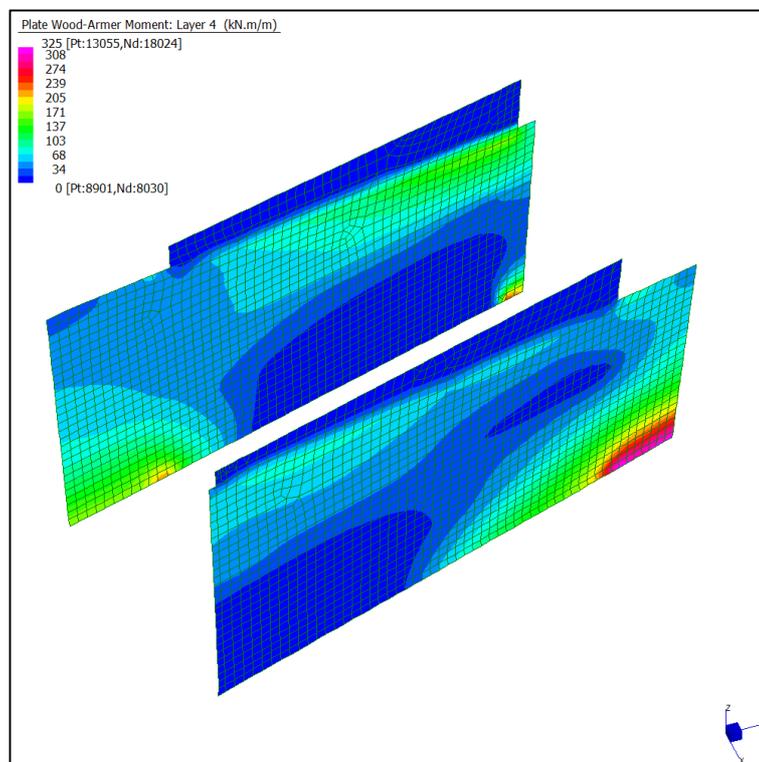
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)

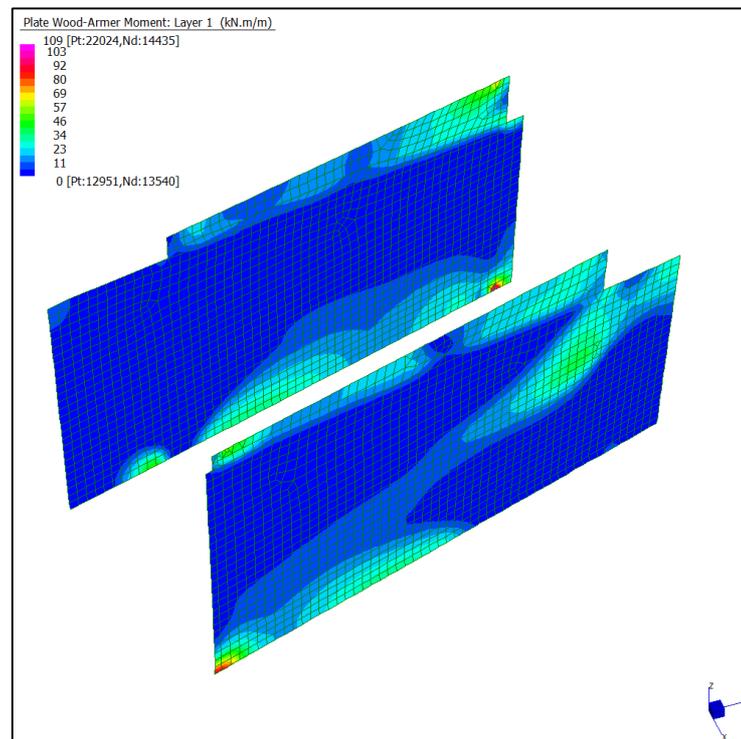


Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)

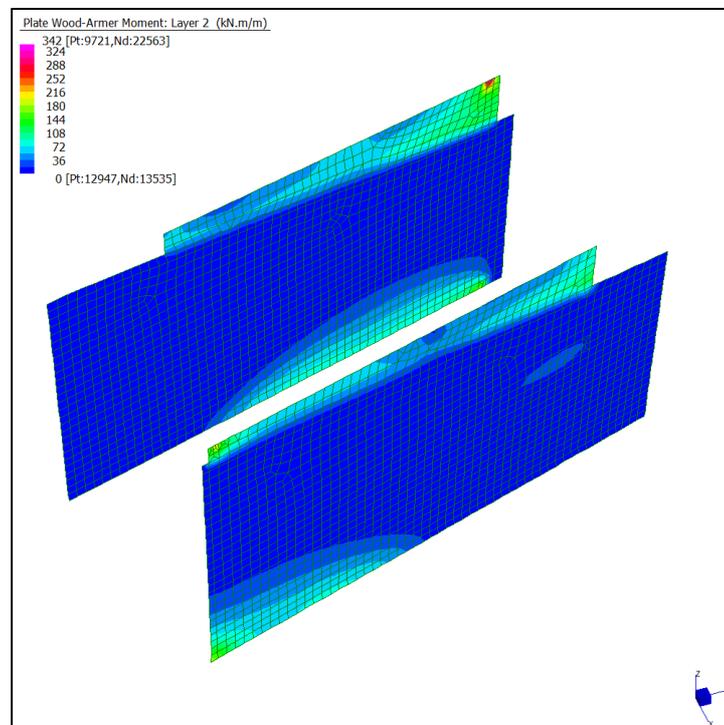
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



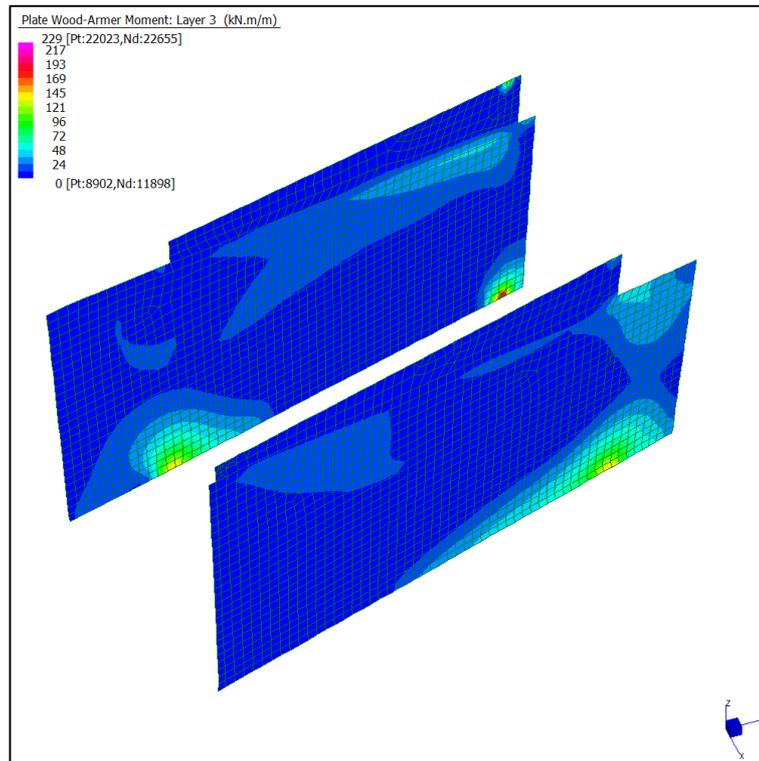
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)



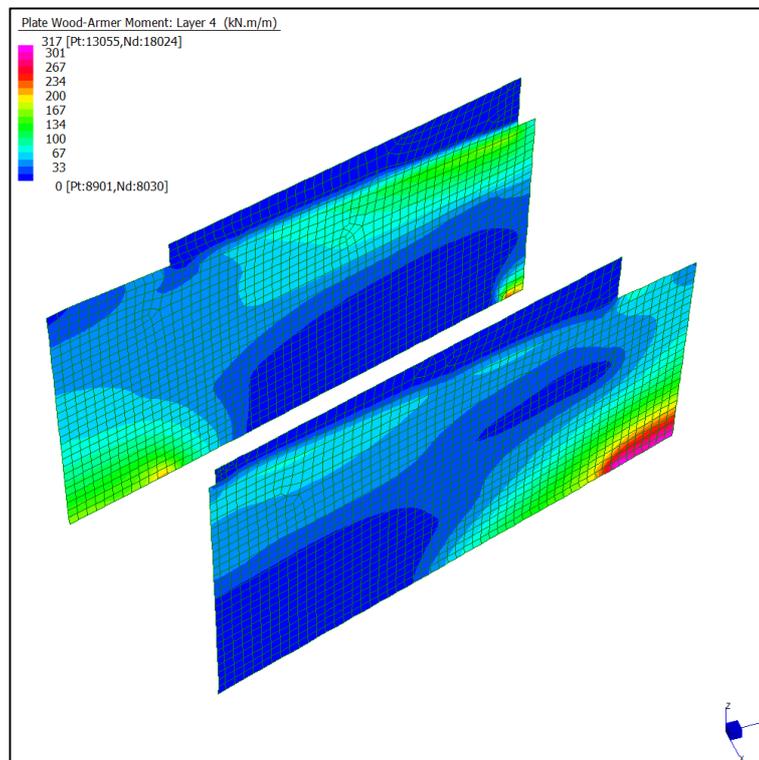
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)



Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ20/10 in direzione orizzontale, avente momento resistente di $M_{Rd,Orizz} = 823 \text{ kNm/m}$;

Φ26/10 in direzione verticale, avente momento resistente di $M_{Rd,Vert} = 849 \text{ kNm/m}$.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	kNm/m	
Setto raccordo orizz L1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	350	823	Si
Setto raccordo vert L2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	1500	1706	Si
Setto raccordo orizz L3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	350	2287	Si
Setto raccordo vert L4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1385	3134	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Setti Raccordo 1

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ _l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	
Setto Raccordo vert	100	80	73	8000	φ20/20	0,0022	1,523	0,389	284	φ8/20/20	90	26,6	645	2608	Si vedi grafici
Setto Raccordo vert	100	80	73	8000	φ20/20	0,0022	1,523	0,389	284	φ10/20/20	90	26,6	1008	2608	Si vedi grafici
Setto Raccordo vert	100	80	73	8000	φ20/20	0,0022	1,523	0,389	284	φ12/20/20	90	26,6	1452	2608	Si vedi grafici
Setto Raccordo vert	100	80	73	8000	φ26/10	0,0073	1,523	0,389	393	φ16/20/10	90	26,6	5161	2608	Si vedi grafici
Setto Raccordo orizz	100	80	71	8000	φ20/20	0,0022	1,531	0,392	278	φ8/20/20	90	26,6	627	2537	Si vedi grafici
Setto Raccordo orizz	100	80	71	8000	φ20/20	0,0022	1,531	0,392	278	φ10/20/20	90	26,6	980	2537	Si vedi grafici
Setto Raccordo orizz	100	80	71	8000	φ20/20	0,0022	1,531	0,392	278	φ12/20/20	90	26,6	1412	2537	Si vedi grafici
Setto Raccordo orizz	100	80	71	8000	φ20/10	0,0044	1,531	0,392	325	φ16/20/10	90	26,6	5020	2537	Si vedi grafici

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Setti Raccordo 1

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 N/mm^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 N/mm^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40$ mm;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30$ mm; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 N/mm^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Setto raccordo orizz L1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	117	1,70	≤ 17,43	58	≤ 360
Setto raccordo vert L2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	375	4,07	≤ 17,43	89	≤ 360
Setto raccordo orizz L3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	257	2,67	≤ 17,43	45	≤ 360
Setto raccordo vert L4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	345	2,97	≤ 17,43	44	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Setto Raccordo 1

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	mm	mm
Setto raccordo orizz L1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	113	0,05	≤ 0,40
Setto raccordo vert L2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	351	0,05	≤ 0,40
Setto raccordo orizz L3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	246	0,03	≤ 0,40
Setto raccordo vert L4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	325	0,02	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Setto Raccordo 1

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Setto raccordo orizz L1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	109	1,58	≤ 13,07	0,04	≤ 0,30
Setto raccordo vert L2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	342	3,71	≤ 13,07	0,05	≤ 0,30
Setto raccordo orizz L3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	229	2,38	≤ 13,07	0,03	≤ 0,30
Setto raccordo vert L4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	317	2,73	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Setto Raccordo 1

Gli spostamenti orizzontali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

10.9SETTI ASCENSORE

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel setto in esame restituite dal modello relativamente agli involuipi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

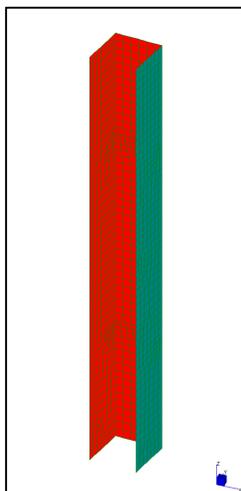
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

Grafici di combinazione di SLU



LEGENDA

Layer 1: Momenti flettenti dir. orizzontale (armatura lato interno ascensore - rosso)

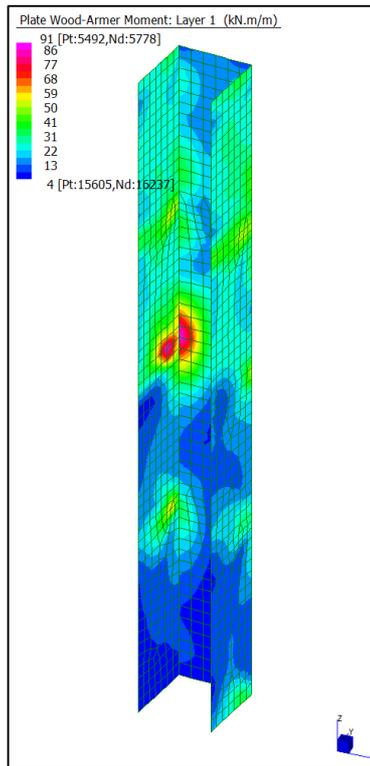
Layer 2: Momenti flettenti dir. verticale (armatura lato interno ascensore - rosso)

Layer 3: Momenti flettenti dir. orizzontale (armatura lato esterno ascensore)

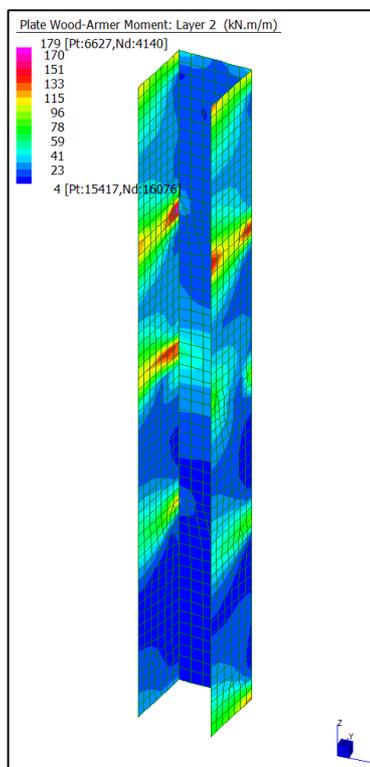
Layer 4: Momenti flettenti dir. verticale (armatura lato esterno ascensore)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



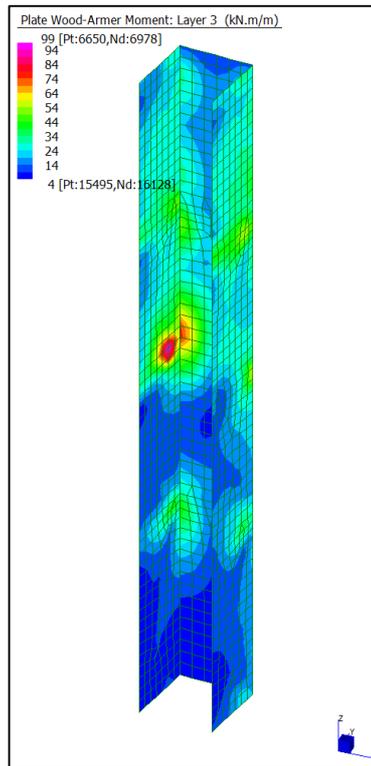
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)



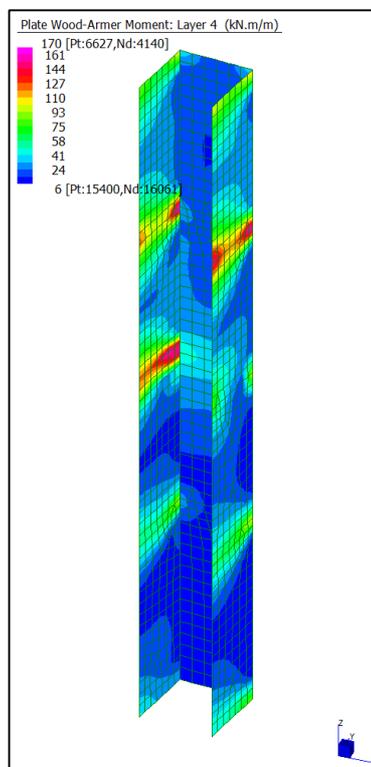
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



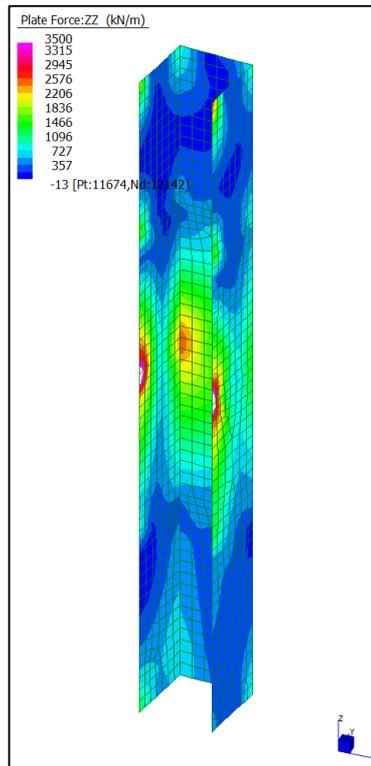
Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.U.)



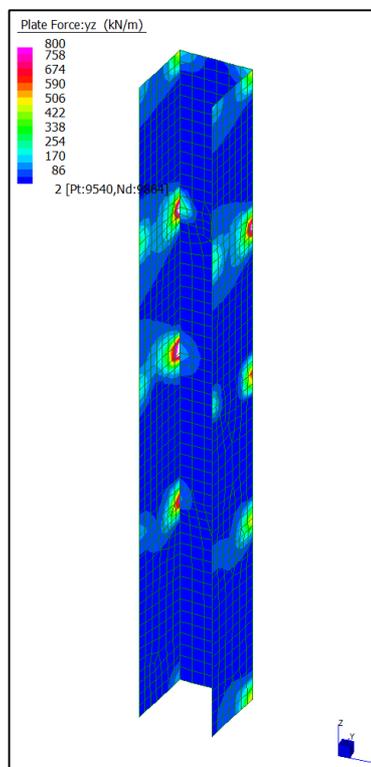
Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



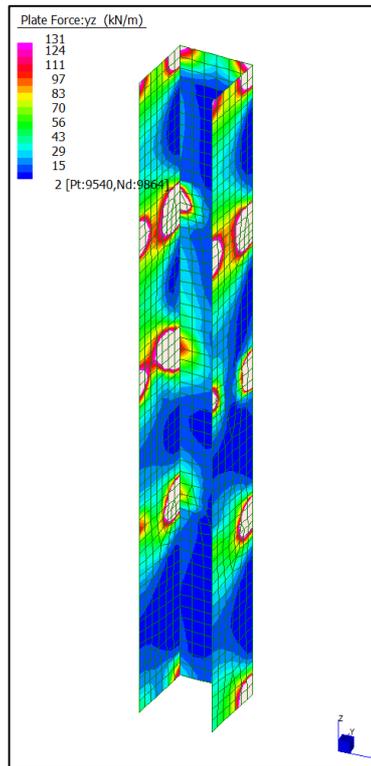
Massima trazione membranale – $F_{zz,max}$ (S.L.U.)



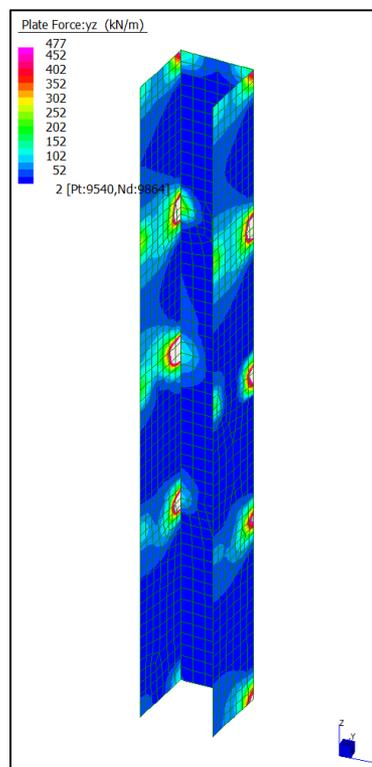
Sforzo di taglio_dir. Verticale $V_{yz,locale}$ (S.L.U.)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



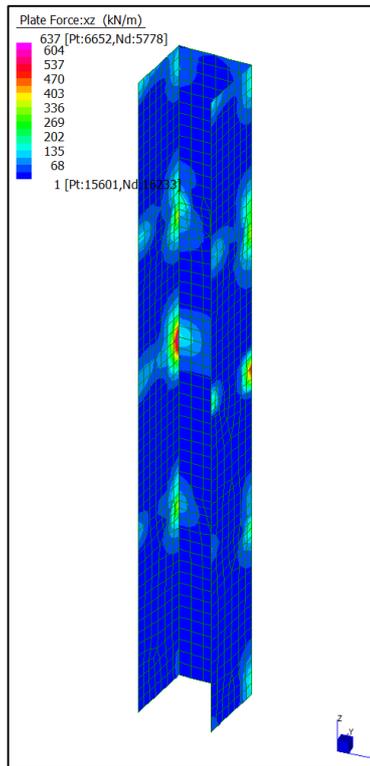
Sforzo di taglio_dir. Verticale V_{YZ_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}



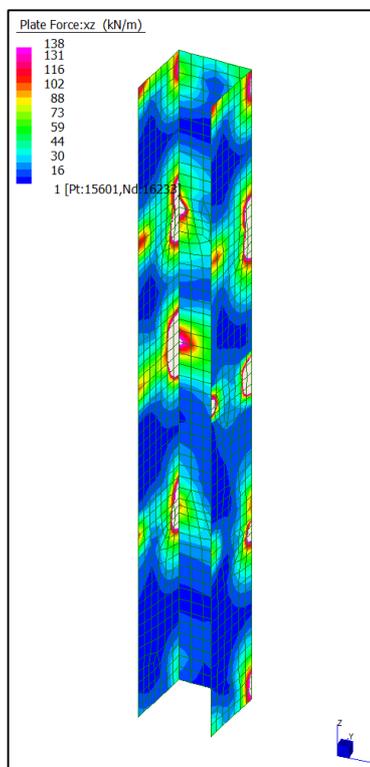
Sforzo di taglio_dir. Verticale V_{YZ_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\phi 12/20/20$)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



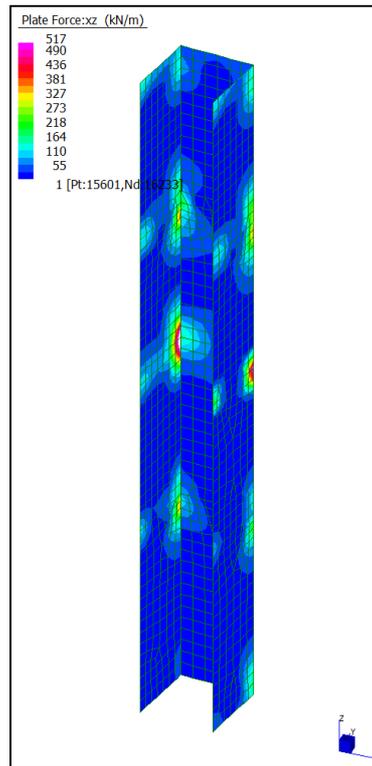
Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.)



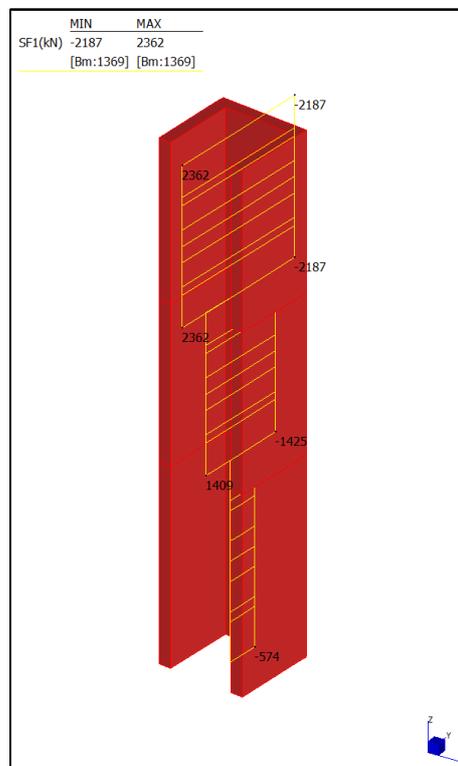
Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rd}

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



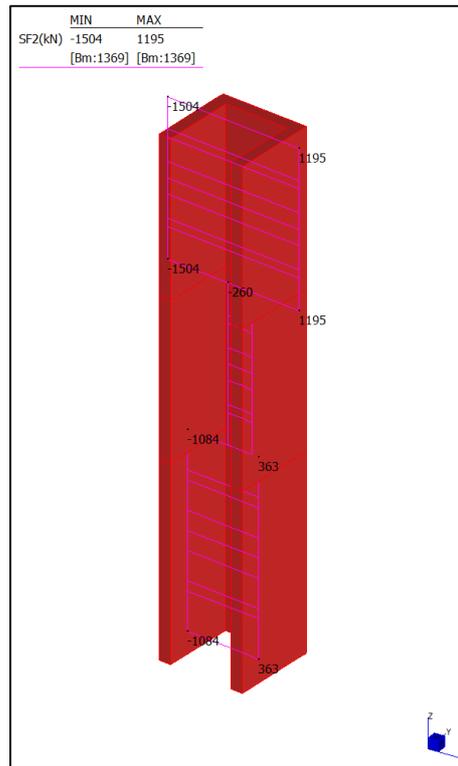
Sforzo di taglio_dir. Orizzontale V_{ZX_locale} (S.L.U.) – taglio con V_{Rsd} (spilli $\phi 12/20/20$)



Sforzo di taglio_nel piano del setto (S.L.U.) – V_I

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

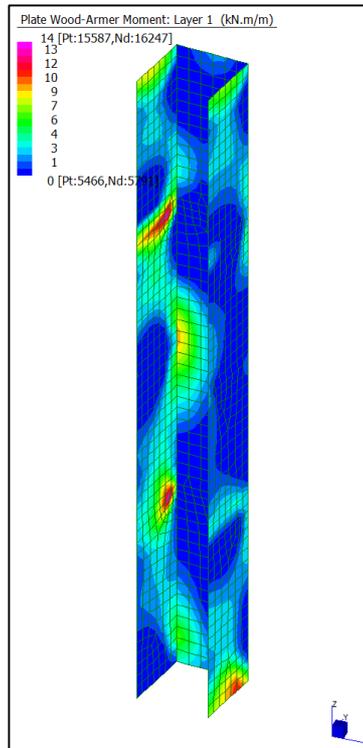


Sforzo di taglio_nel piano del setto (S.L.U.) – V_2

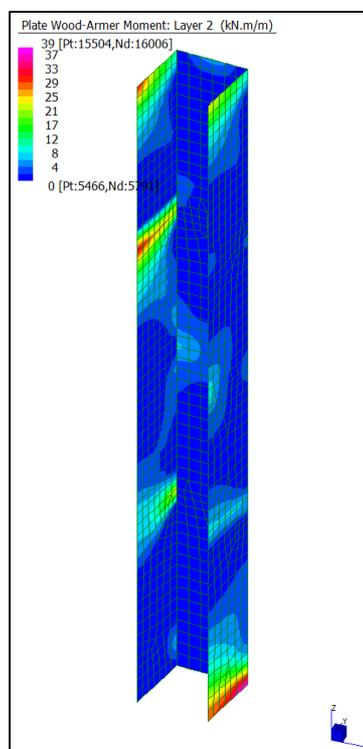
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione RARA



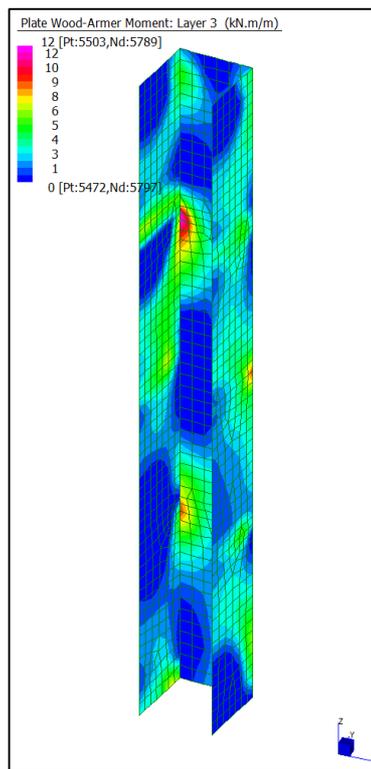
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)



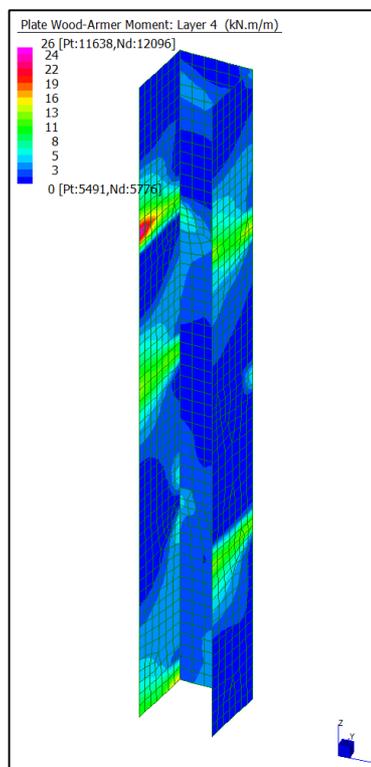
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Rara)

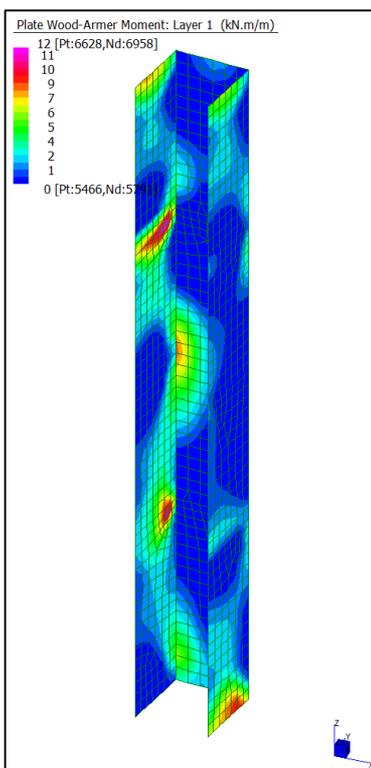


Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Rara)

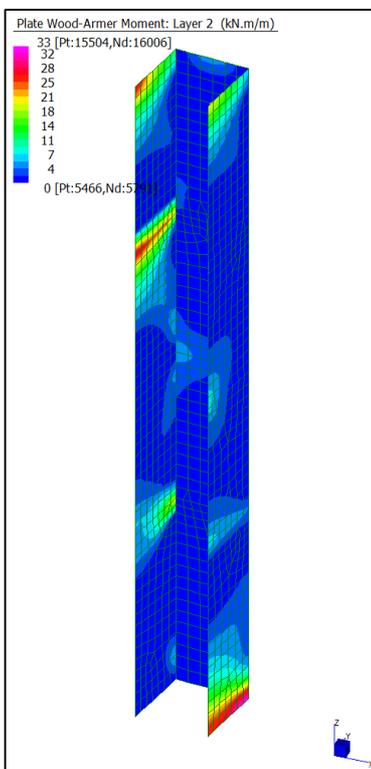
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione FREQUENTE



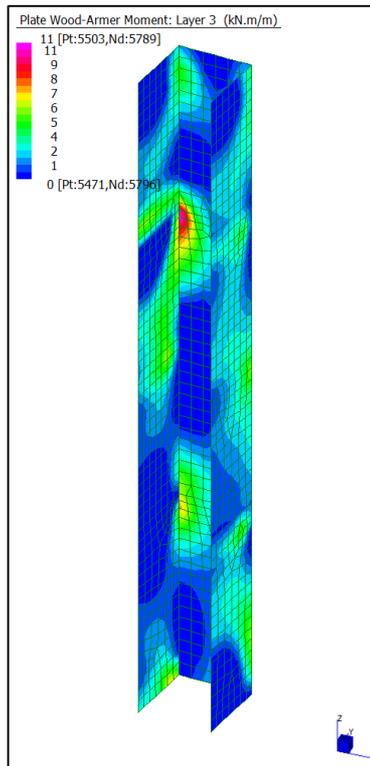
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)



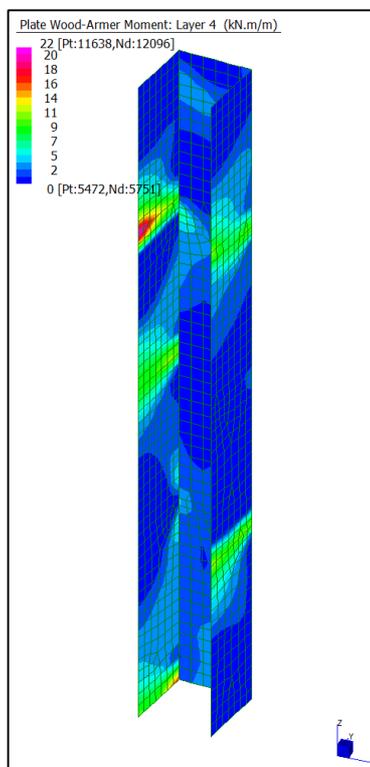
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Frequente)

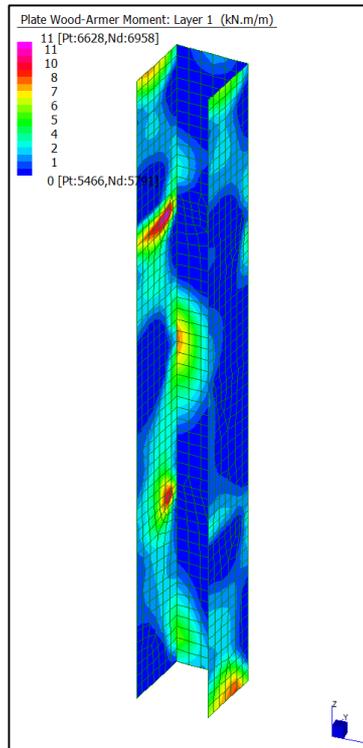


Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Frequente)

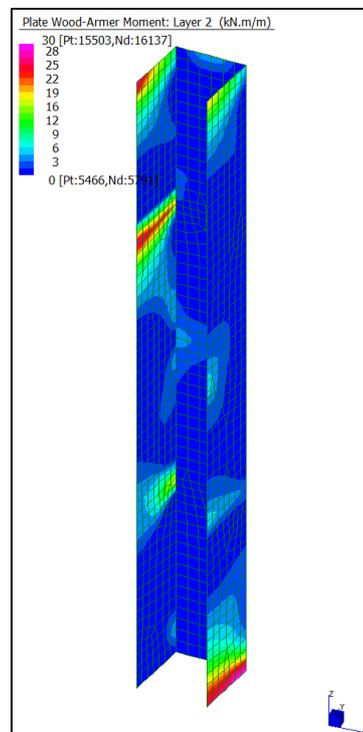
Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



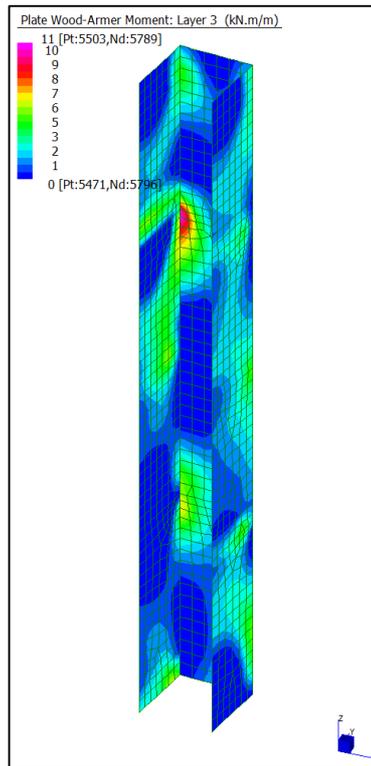
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)



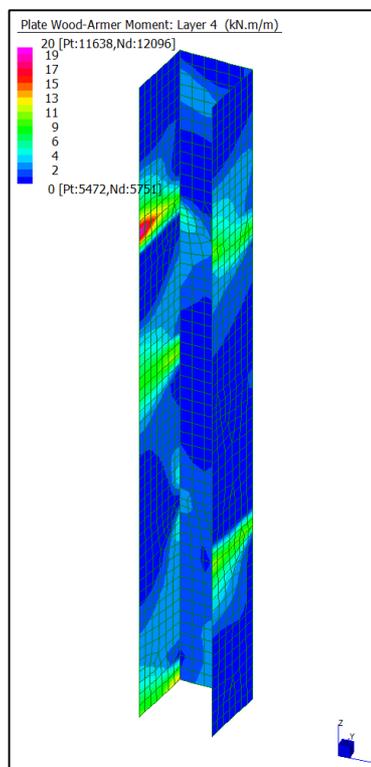
Layer 2 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Layer 3 – Momento direzione Orizzontale (S.L.E. Quasi permanente)



Layer 4 – Momento direzione Verticale (S.L.E. Quasi permanente)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nel presente elemento strutturale si dispone un'armatura base rispettivamente:

Φ12/20 in direzione orizzontale, avente momento resistente di $M_{Rd,Orizz} = 59$ kNm/m;

Φ26/10 in direzione verticale, avente momento resistente di $M_{Rd,Vert} = 401$ kNm/m.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate e in particolare lo strato più esterno è comprensivo sia delle armature base che quelle integrative.

SLU	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	kNm/m	
Nucleo asc. Orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	91	108	SI
Nucleo asc. Vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	179	350	SI
Nucleo asc. Orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	99	108	SI
Nucleo asc. Vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	170	350	SI

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Setti Ascensore

SLU	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				n _{Ed}	m _{Ed}	m _{Rd}	VER
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kN/m	kNm/m	kNm/m	
Nucleo (Fzz max)	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	3000	110	127	SI

Tabella verifica a tenso-flessione (S.L.U.) – Setti Ascensore

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ ₁	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Ed}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Nucleo V1	60	230	224	13800	2φ14	0,0002	1,299	0,306	412	4φ12/20	90	26,6	2362	3563	4802	SI
Nucleo V2	30	220	214	6600	2φ14	0,0005	1,306	0,309	198	2φ12/20	90	26,6	1504	1702	2294	SI

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Setti Ascensore

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

SLE RARA	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	σ _c		σ _s	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Nucleo asc. Orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	14	1,53	≤ 17,43	53	≤ 360
Nucleo asc. Vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	39	3,02	≤ 17,43	37	≤ 360
Nucleo asc. Orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	12	1,31	≤ 17,43	45	≤ 360
Nucleo asc. Vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	26	2,02	≤ 17,43	25	≤ 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Setti Ascensore

SLE FREQUENTE	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	w _k	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	mm	mm
Nucleo asc. Orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	12	0,02	≤ 0,40
Nucleo asc. Vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	33	0,01	≤ 0,40
Nucleo asc. Orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	11	0,02	≤ 0,40
Nucleo asc. Vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	22	0,01	≤ 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Setti Ascensore

SLE QUASI PERMANENTE	b	h	d ₁	d ₂	d ₃	d'	Armatura				m _{Ed}	σ _c		w _k	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As ₁	As ₂	As ₃	As'	kNm/m	N/mm ²	N/mm ²	mm	mm
Nucleo asc. Orizz L1	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	11	1,20	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30
Nucleo asc. Vert L2	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	30	2,33	≤ 13,07	0,01	≤ 0,30
Nucleo asc. Orizz L3	100	30	26	26	-	-	φ12/20	φ12/20	-	-	11	1,20	≤ 13,07	0,02	≤ 0,30
Nucleo asc. Vert L4	100	30	24	-	-	-	φ26/10	-	-	-	20	1,55	≤ 13,07	0,01	≤ 0,30

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Setti Ascensore

Gli spostamenti orizzontali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

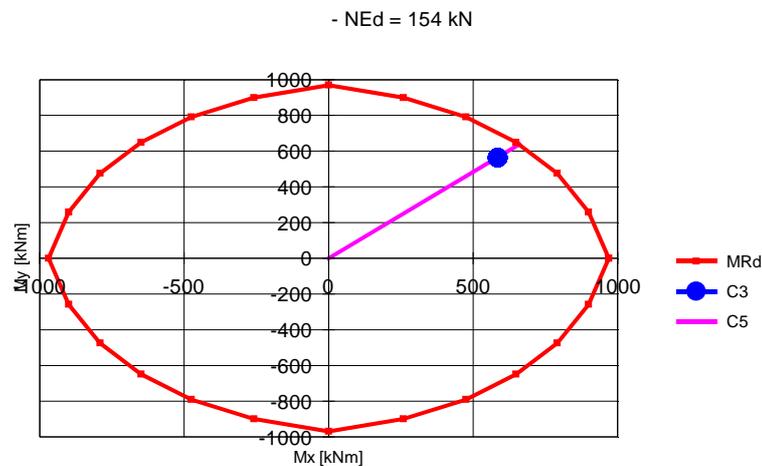
10.10 PILASTRI

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Nelle tabelle che seguono si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti sui pilastri restituite dal modello e le verifiche relative agli stati limite considerati.

Relativamente alla simbologia utilizzata, si precisa che:

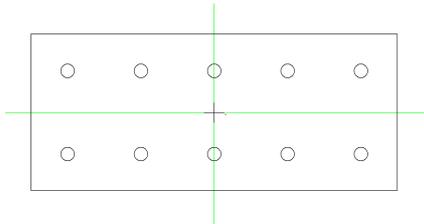
- TF = tensione totale nel pilastro (comando “total fibre”);
N = sforzo normale sollecitante (negativo di compressione, positivo di trazione);
 M_1 = momento sollecitante attorno all'inerzia minore pilastro;
 M_2 = momento sollecitante attorno all'inerzia maggiore pilastro;
 ρ = nel dominio di resistenza (N, M_1 , M_2) del pilastro, è il rapporto tra il raggio che individua la terna sollecitante (N_{Ed} ; $M_{1,Ed}$; $M_{2,Ed}$) e la distanza dal bordo del dominio di resistenza.



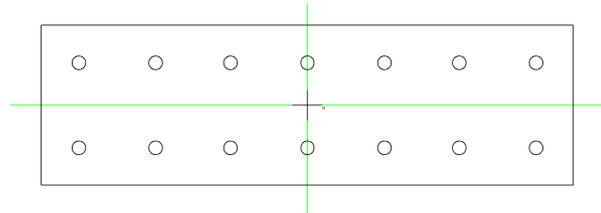
Esempio verifica a presso-flessione (Inviluppo SLU)

ARMATURA PILASTRI

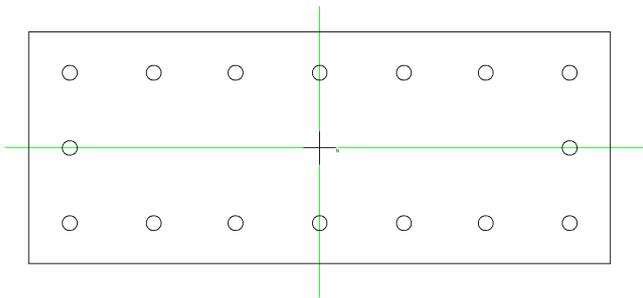
Di seguito si riportano le sezioni tipologiche dei pilastri con la relativa armatura longitudinale inserita.



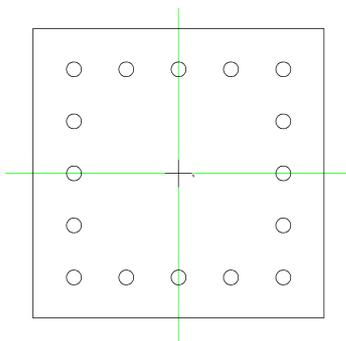
Pilastro (30x70)_10Φ26



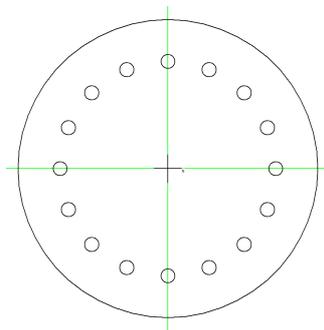
Pilastro (30x100)_14Φ26



Pilastro (40x100)_16Φ26



Pilastro (50x50)_16Φ26



Pilastro Φ50_16Φ26

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Grafici di combinazione SLU

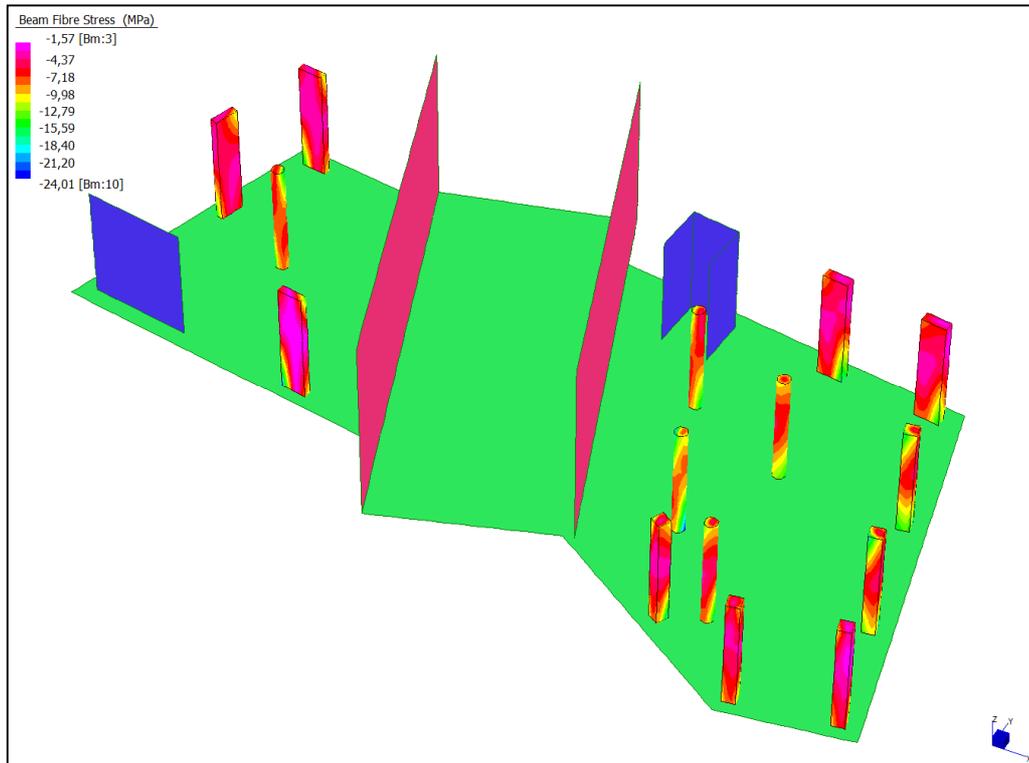


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Involuppo S.L.U./S.LV. min) – Piano Terra

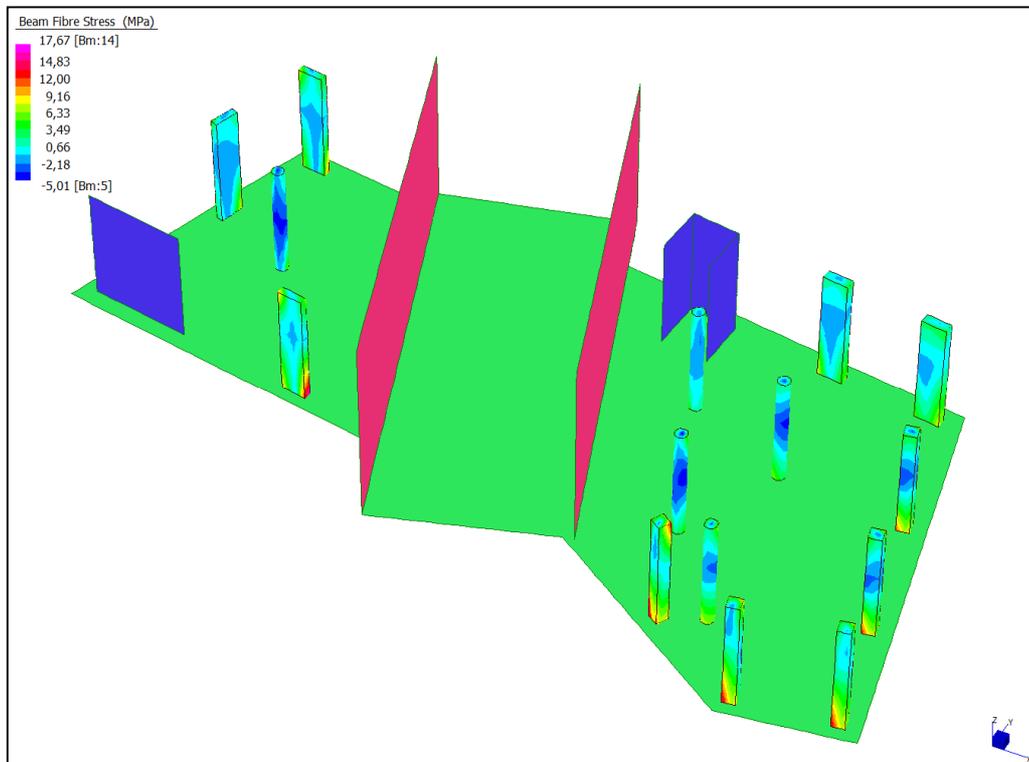


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Involuppo S.L.U./S.LV. max) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

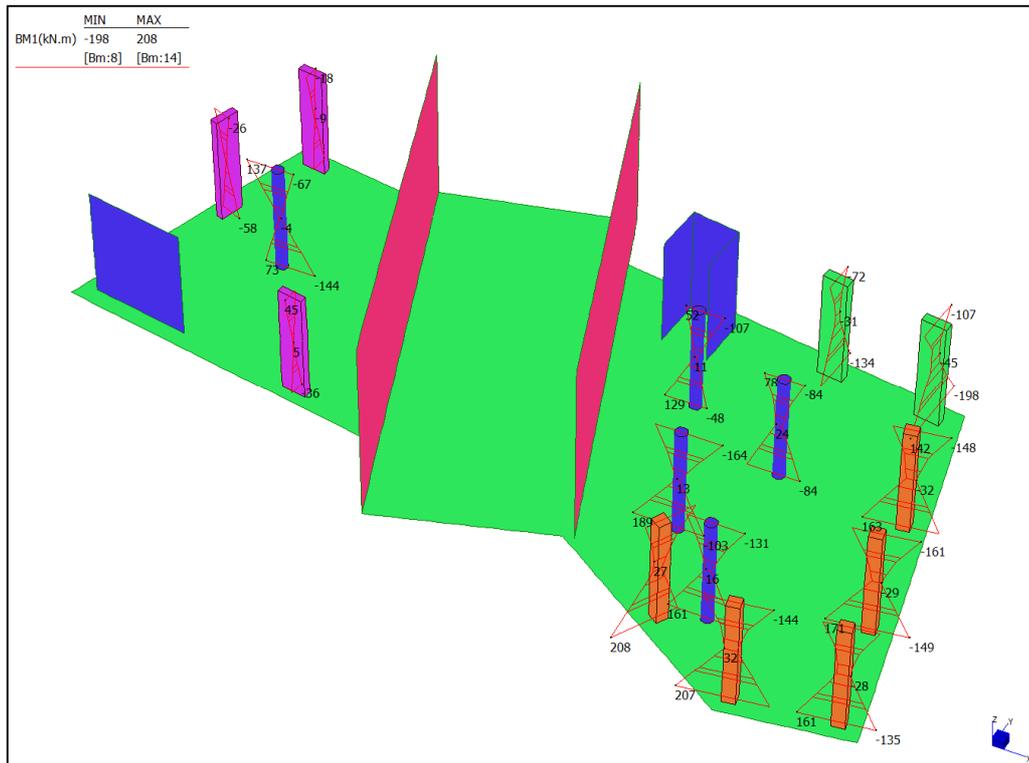


Diagramma momenti M1_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – Piano Terra

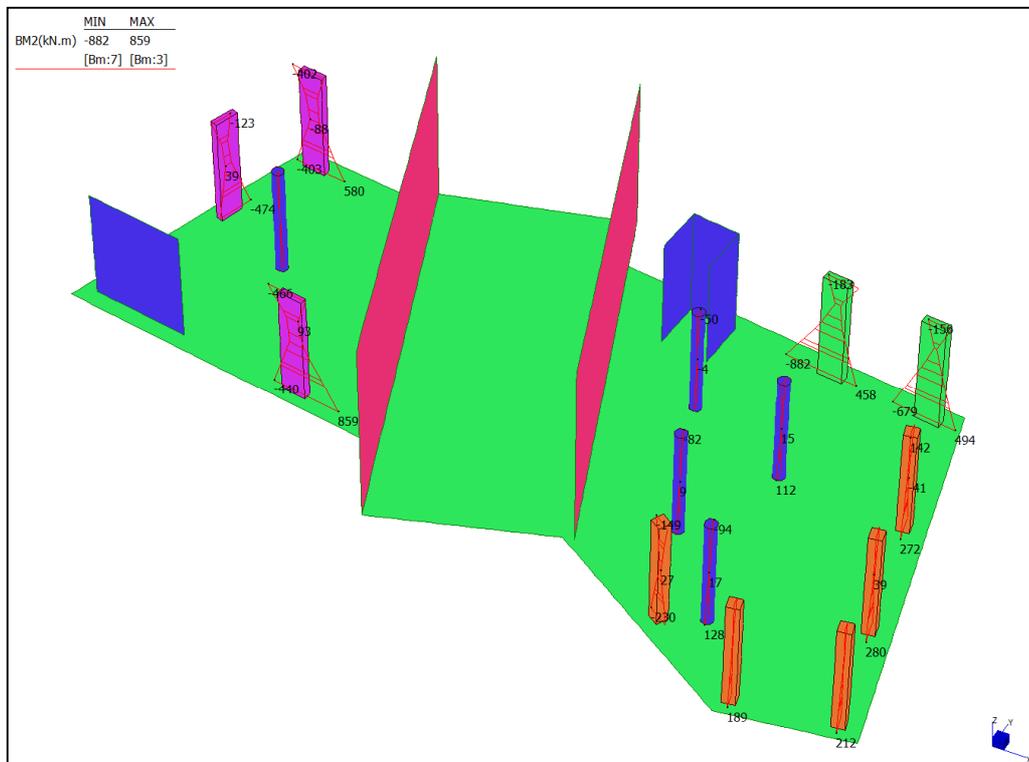


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

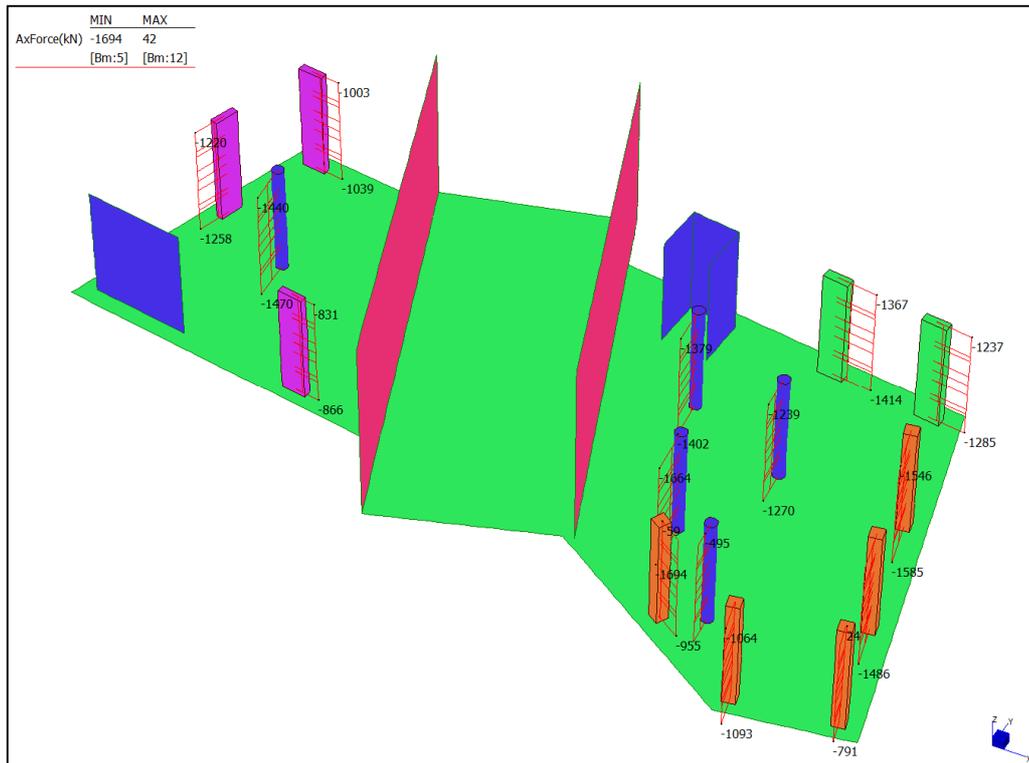


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – Piano Terra

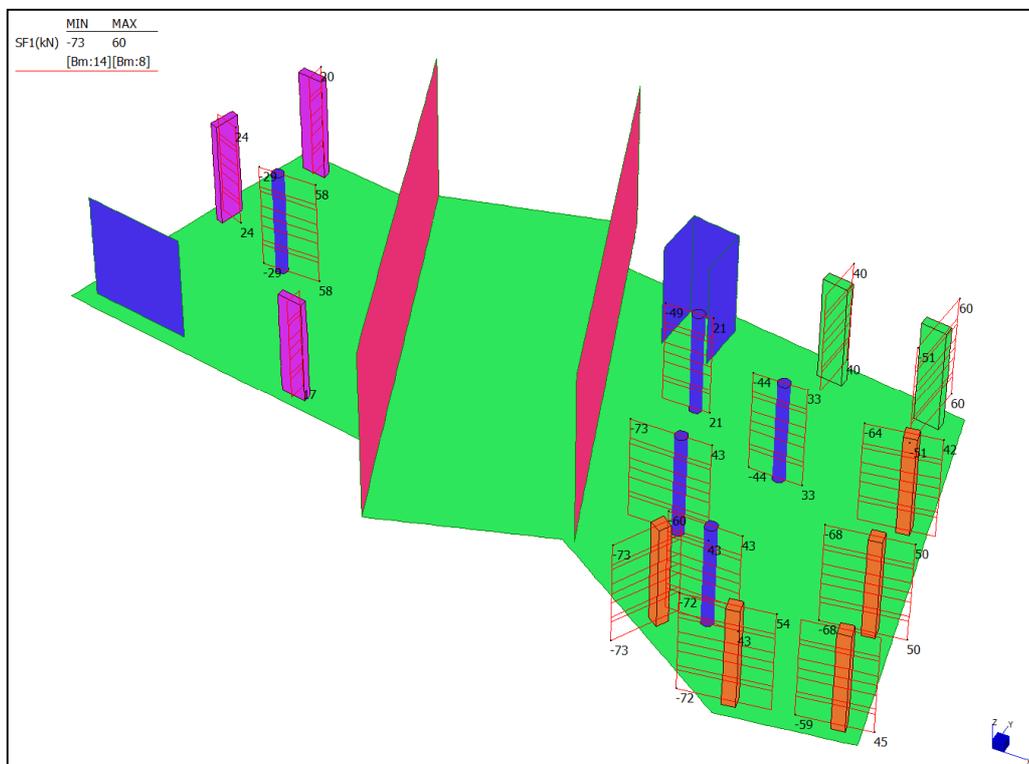


Diagramma taglio VI_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

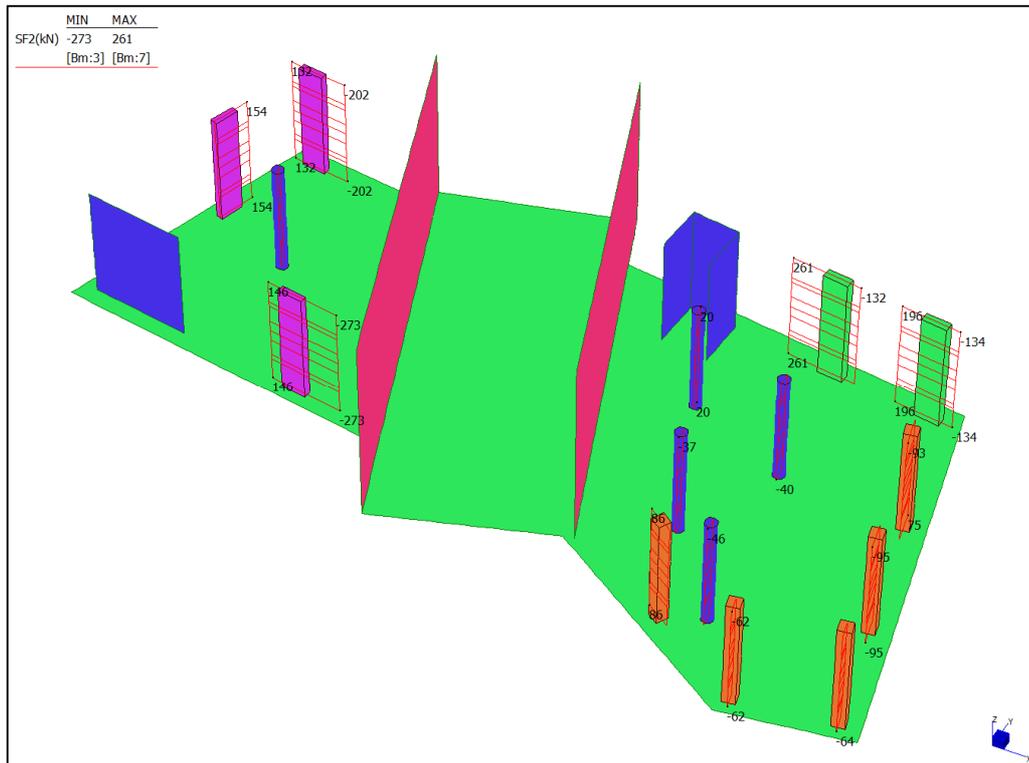


Diagramma taglio V2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – Piano Terra

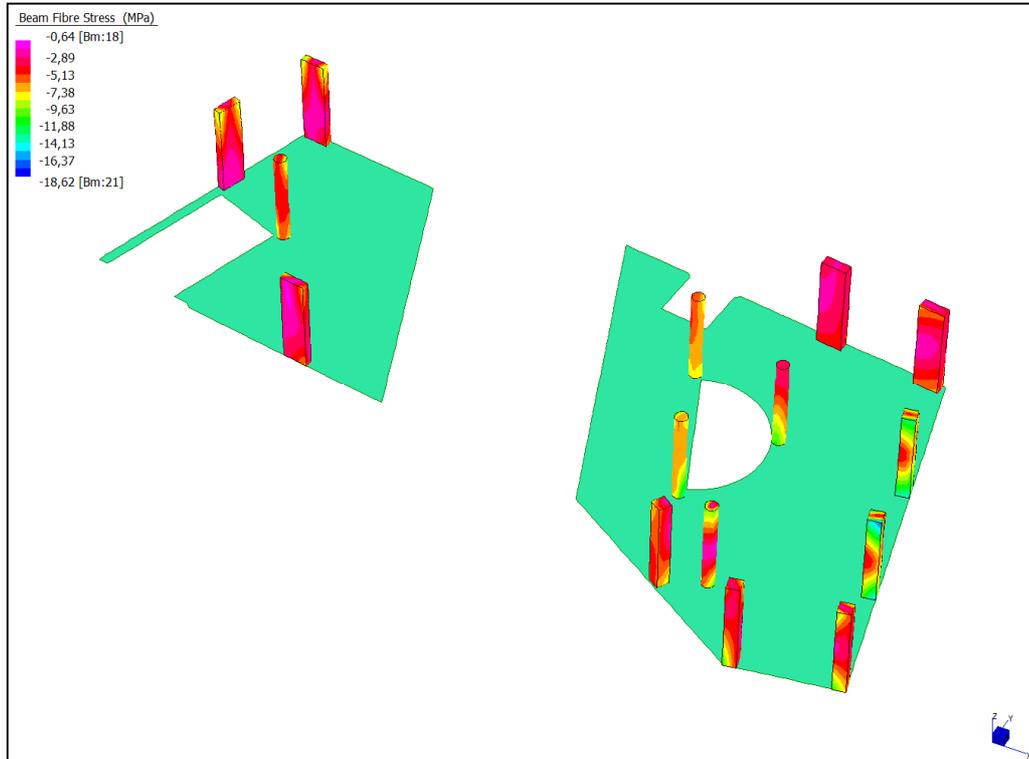


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.U./S.LV. min) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

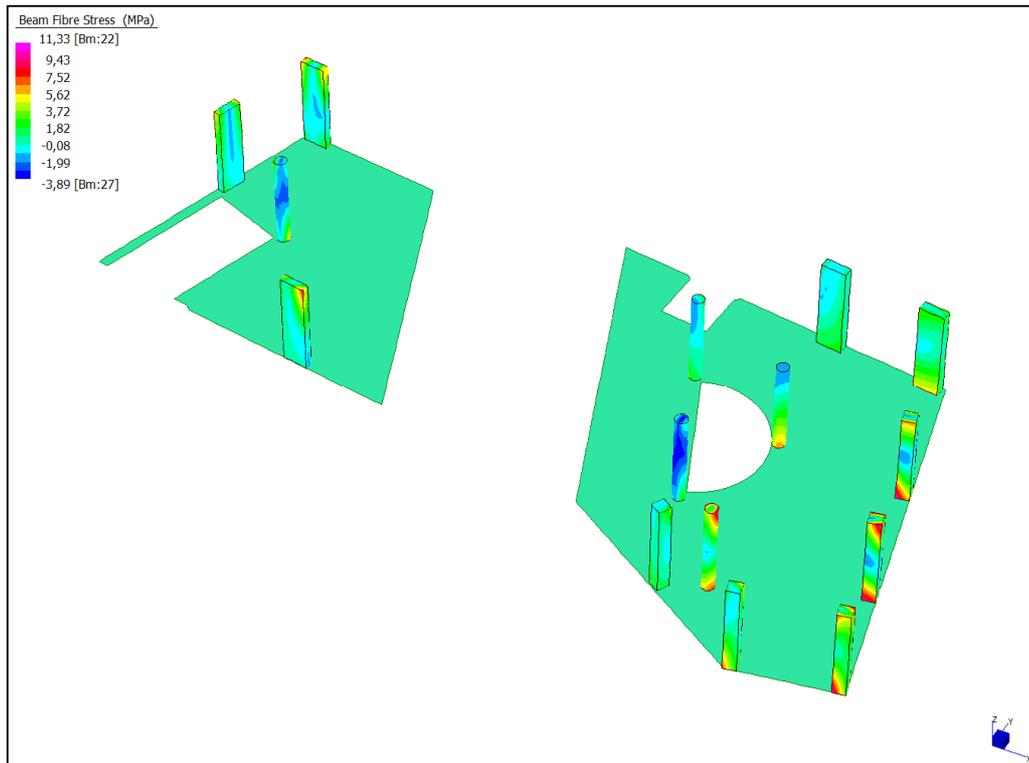


Diagramma tensioni TF_{max} (Inviluppo S.L.U./S.LV. max) – 1°Piano

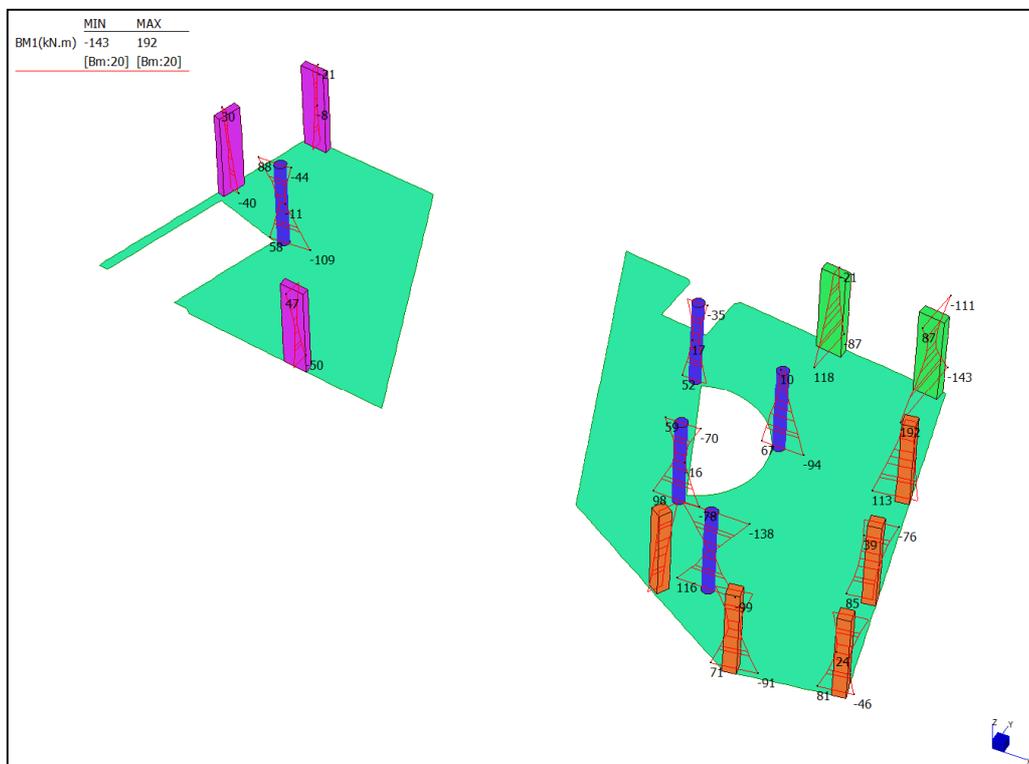


Diagramma momenti $M1_{-}$ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

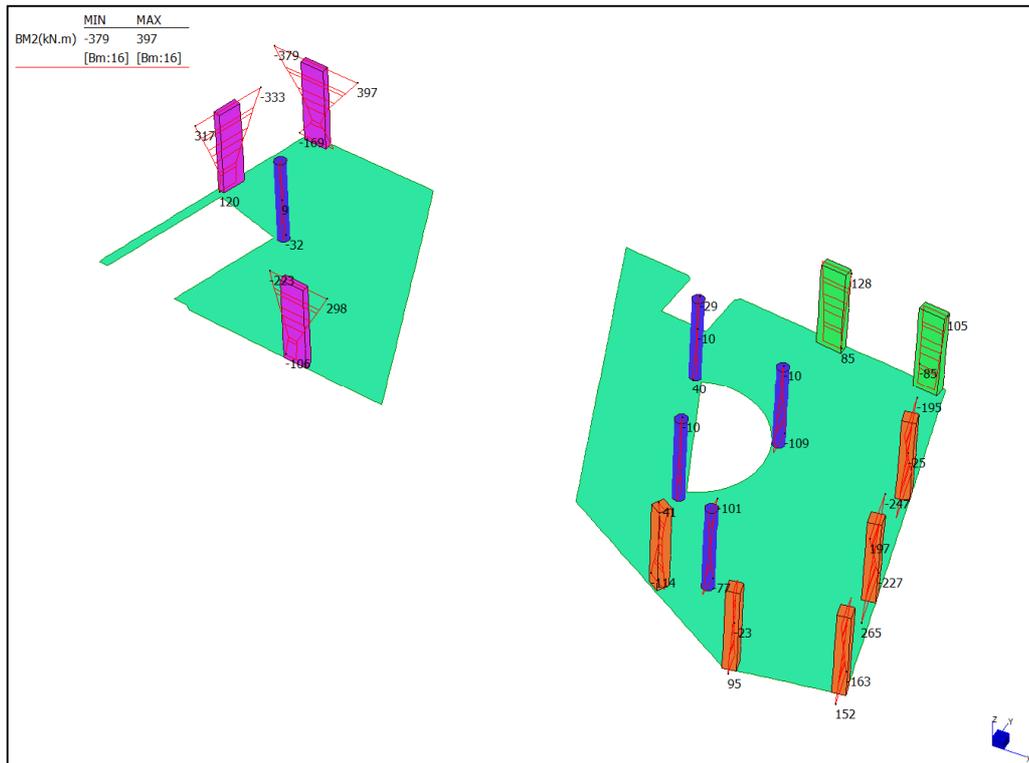


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 1°Piano

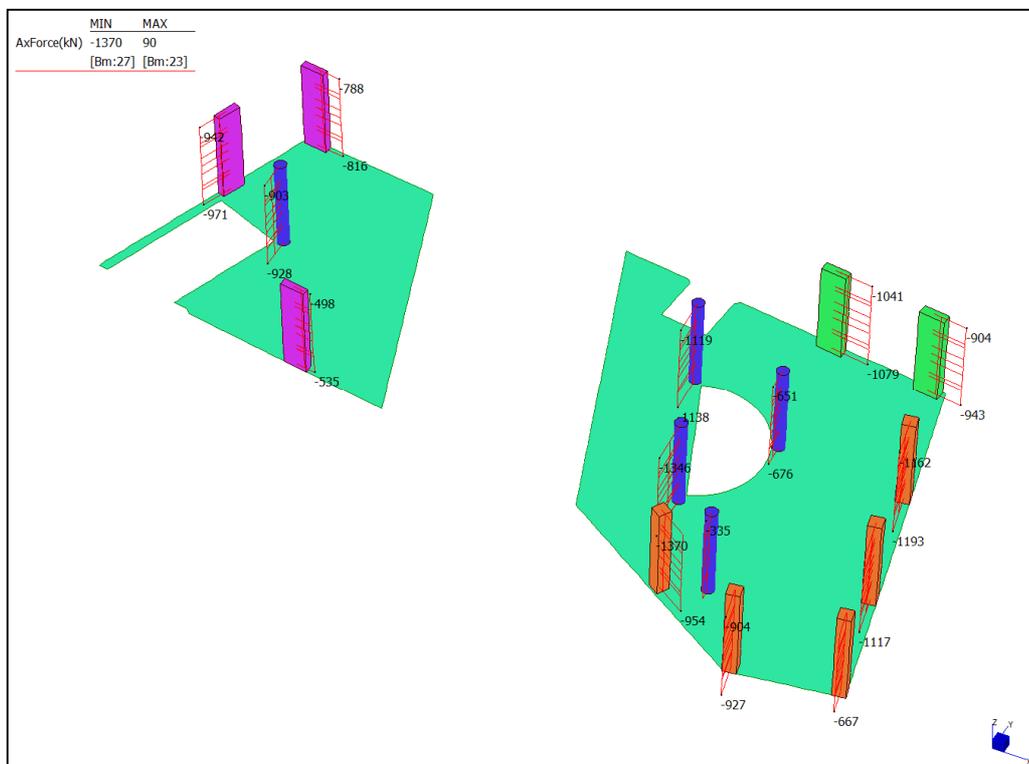


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

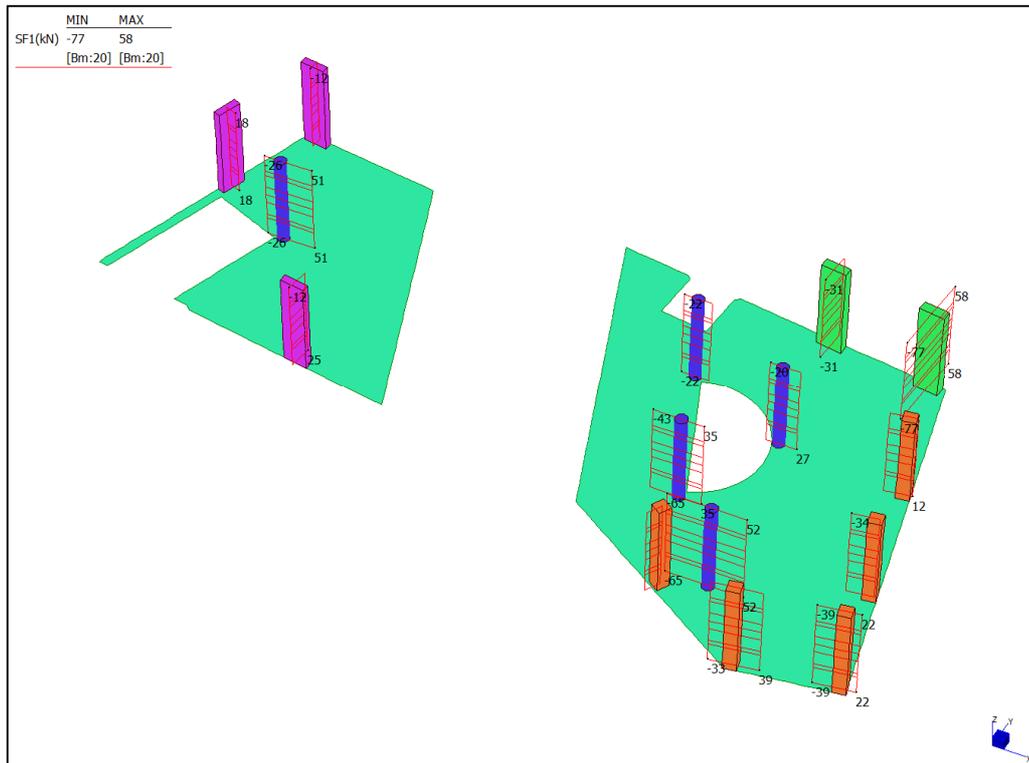


Diagramma taglio V1_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 1°Piano

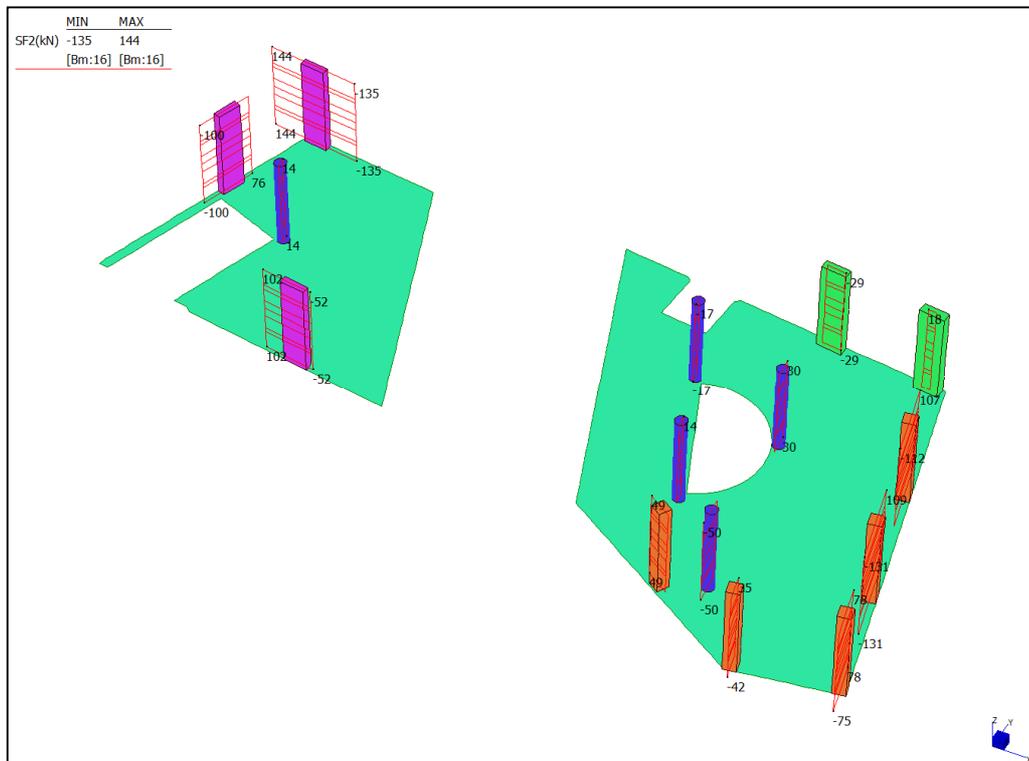


Diagramma taglio V2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

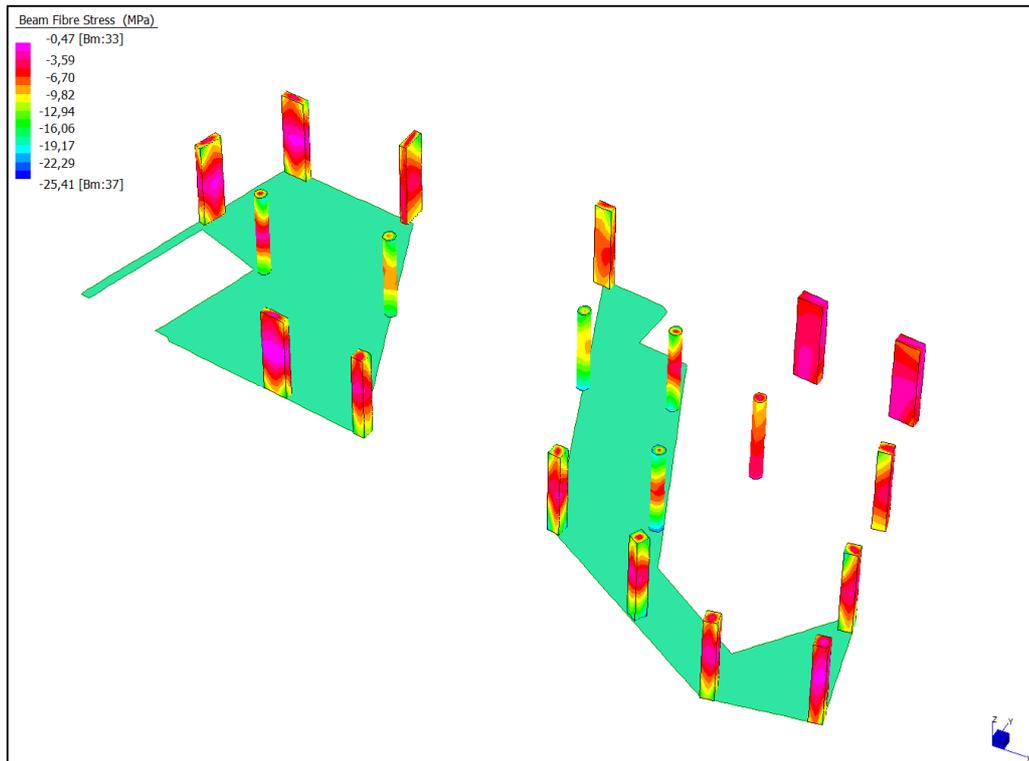


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.U./S.LV. min) – 2°Piano

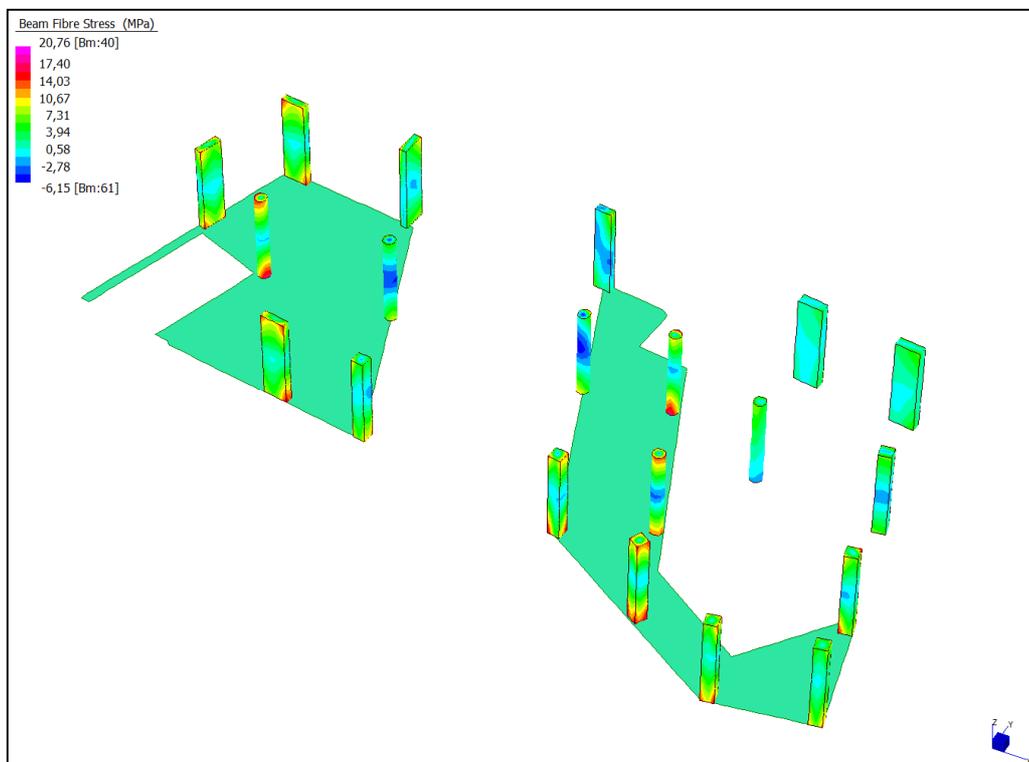


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Inviluppo S.L.U./S.LV. max) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

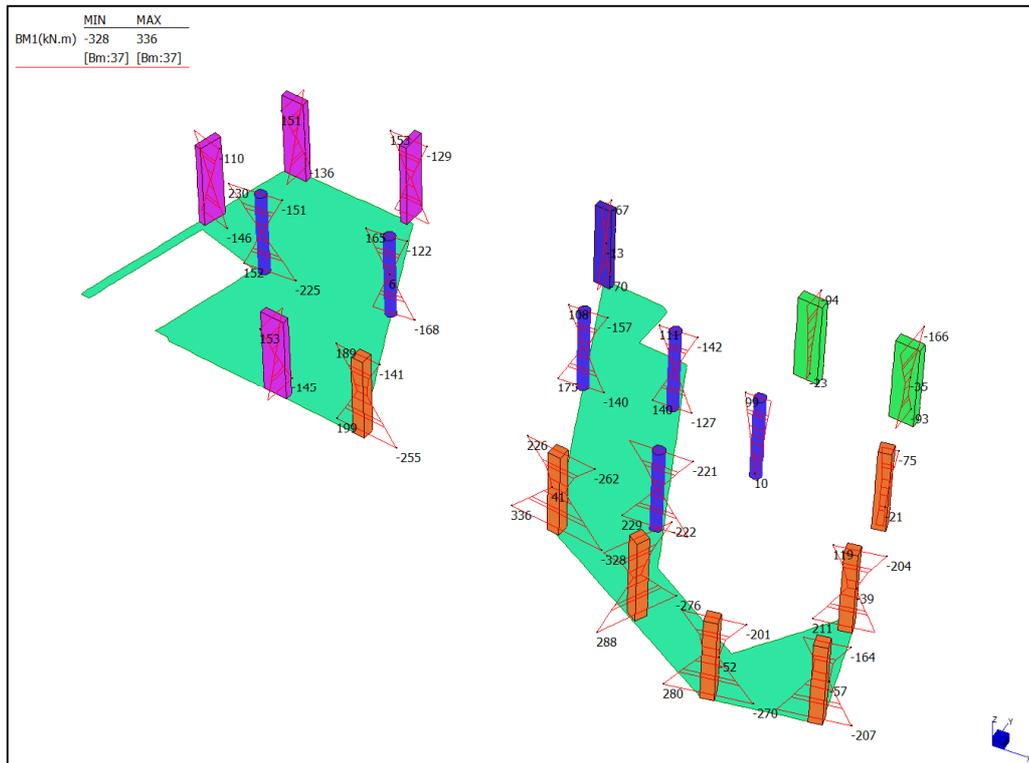


Diagramma momenti M1_ (Involuppo S.L.U./S.L.V.) – 2°Piano

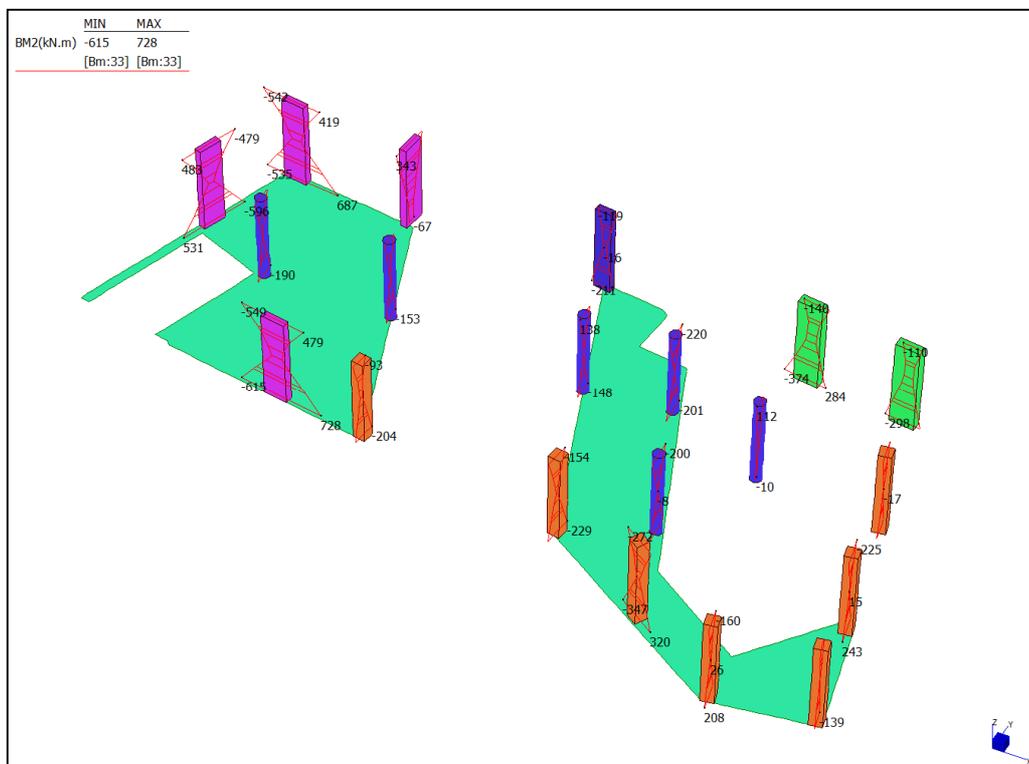


Diagramma momenti M2_ (Involuppo S.L.U./S.L.V.) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

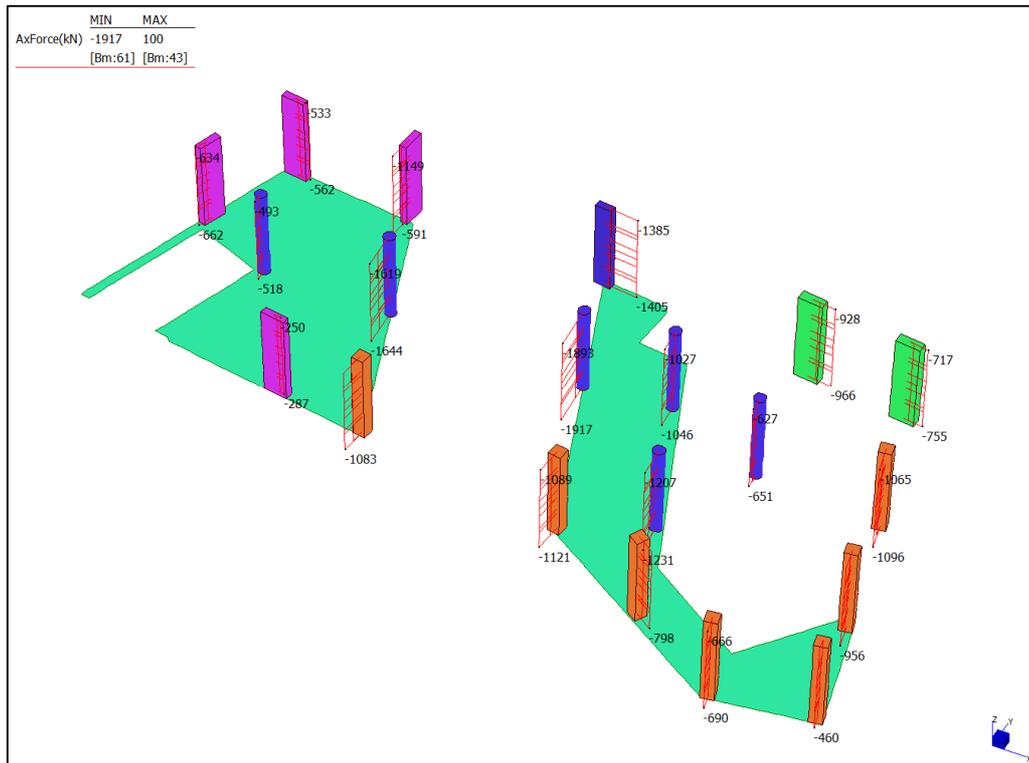


Diagramma sforzo normale_ (Involuppo S.L.U./S.LV.) – 2°Piano

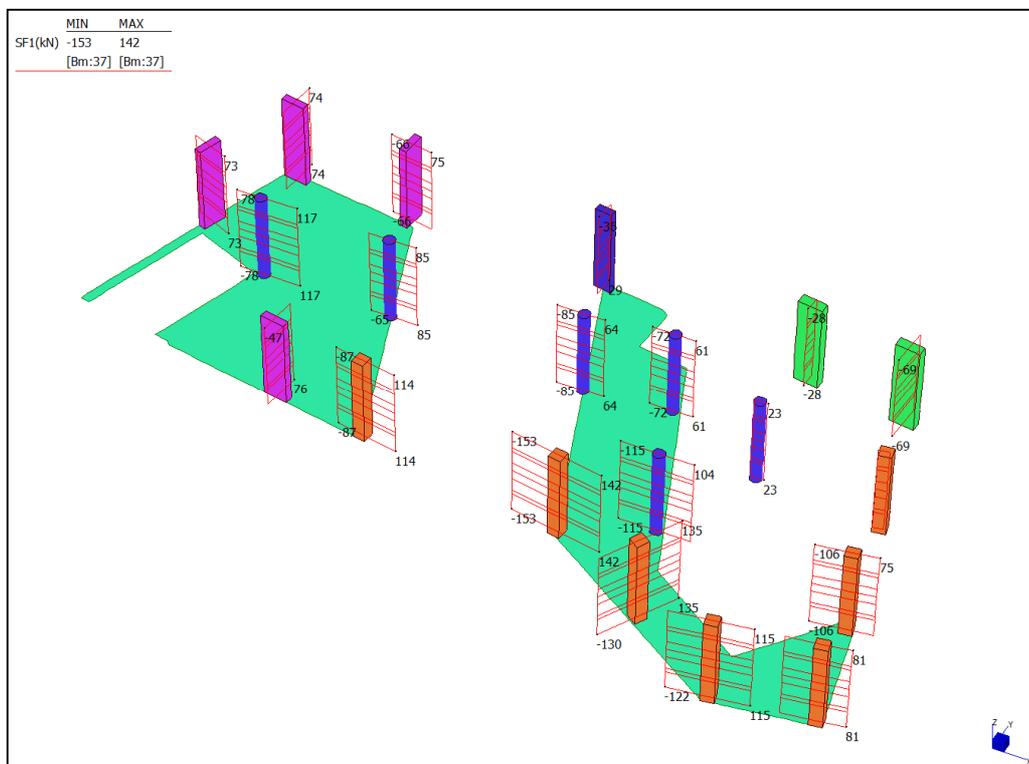


Diagramma taglio V1_ (Involuppo S.L.U./S.LV.) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

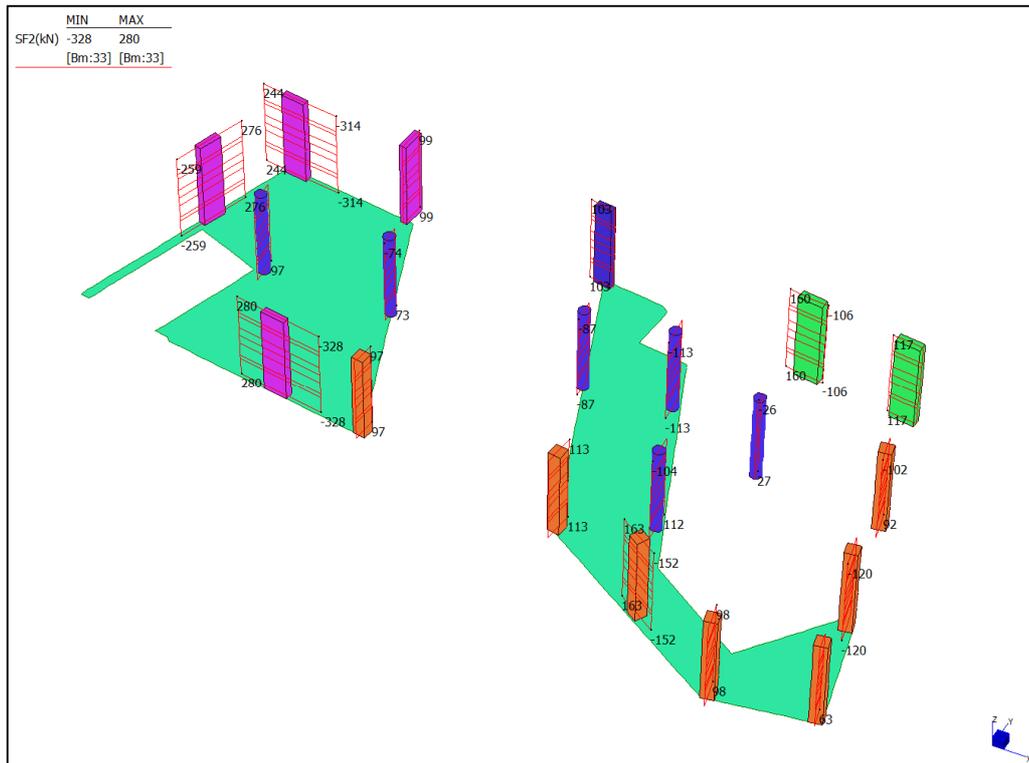


Diagramma taglio V2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 2°Piano

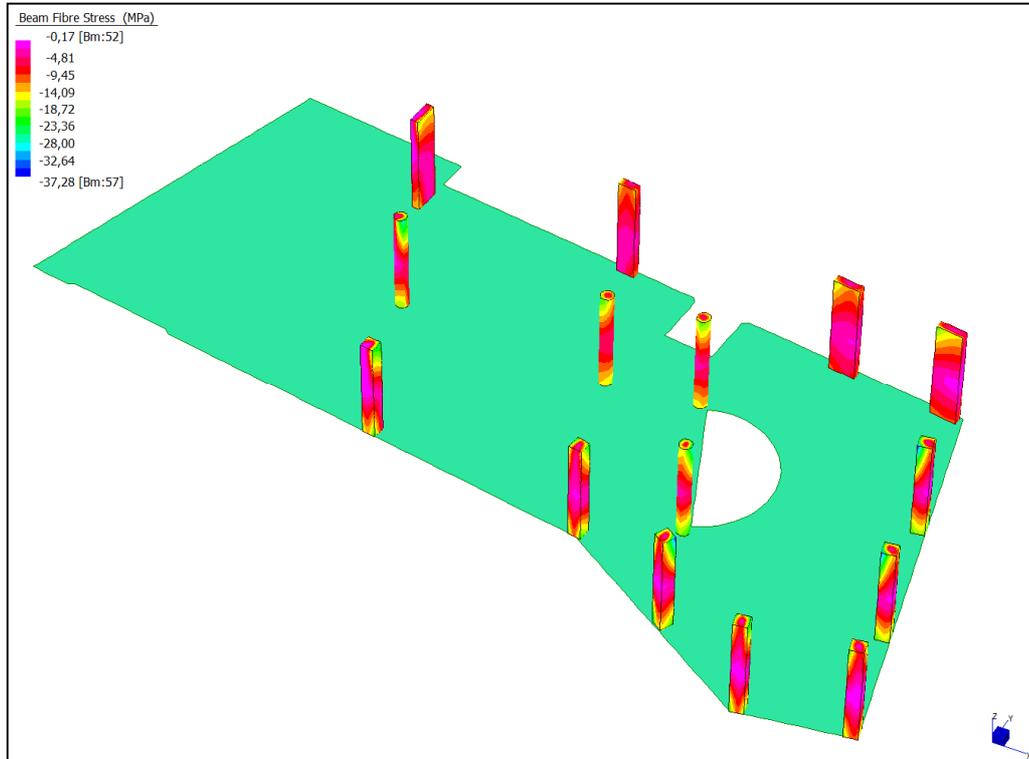


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.U./S.LV. min) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

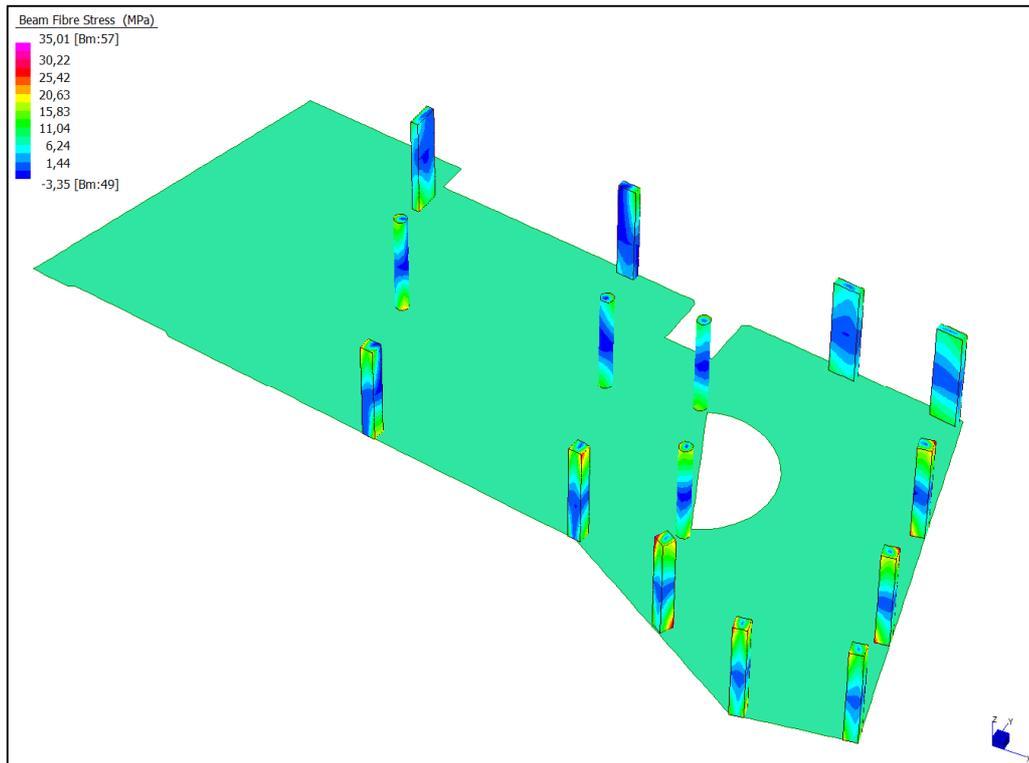


Diagramma tensioni TF_{max} (Inviluppo S.L.U./S.LV. max) – 3°Piano

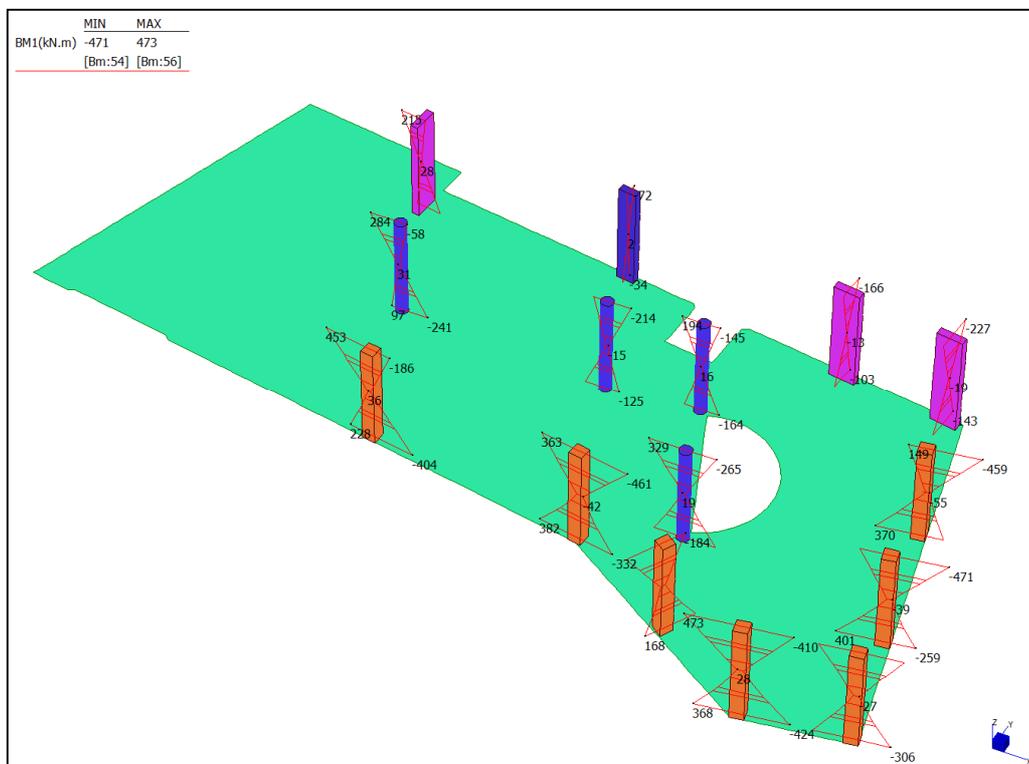


Diagramma momenti $M1_$ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

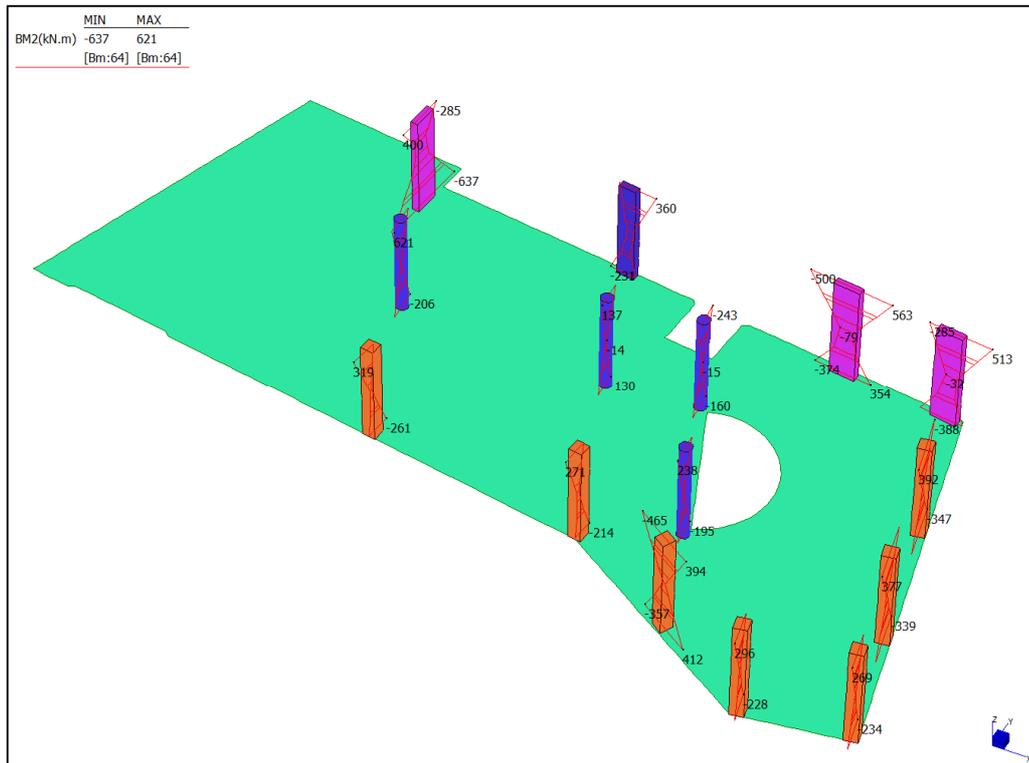


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 3°Piano

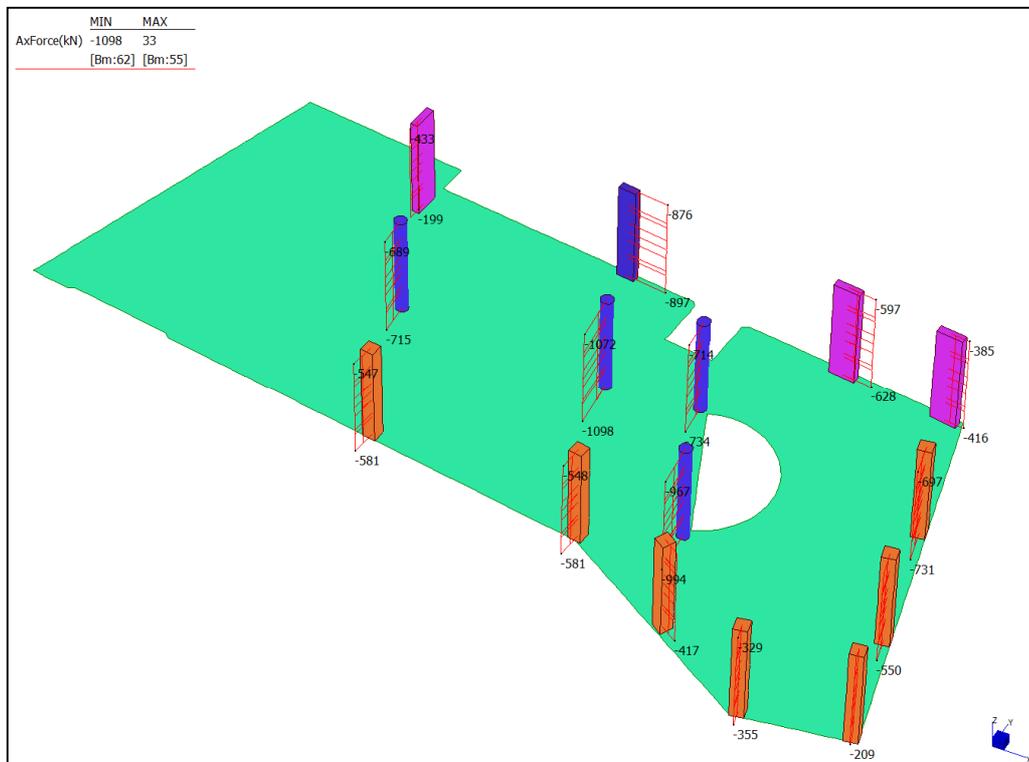


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

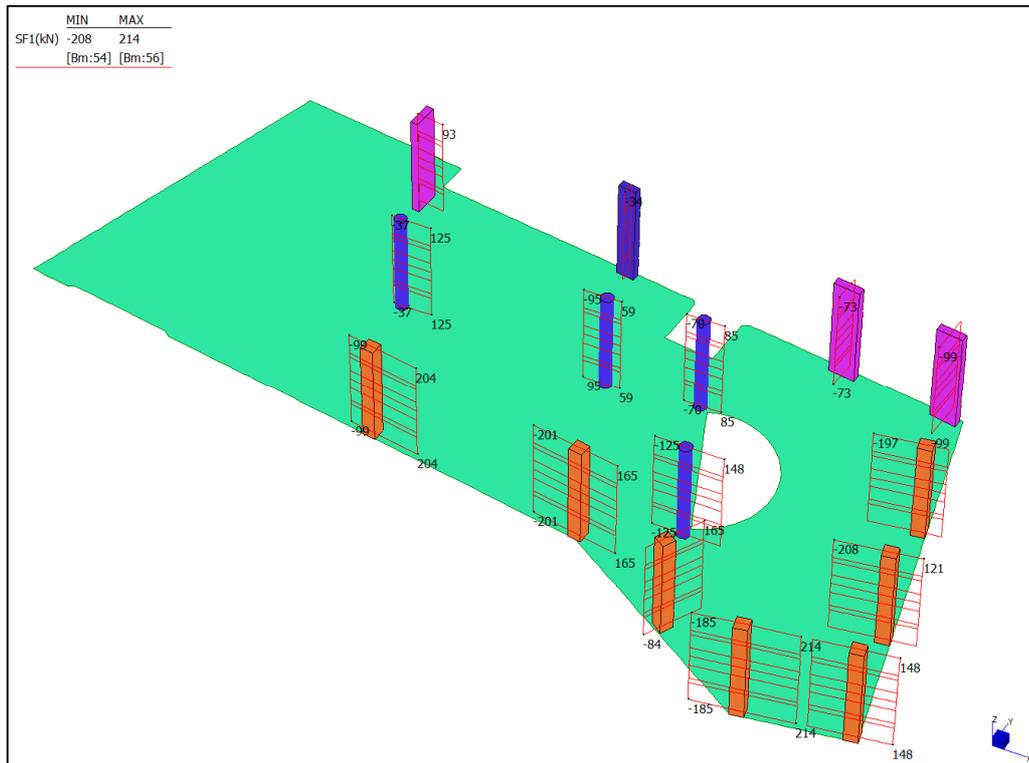


Diagramma taglio V1_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 3°Piano

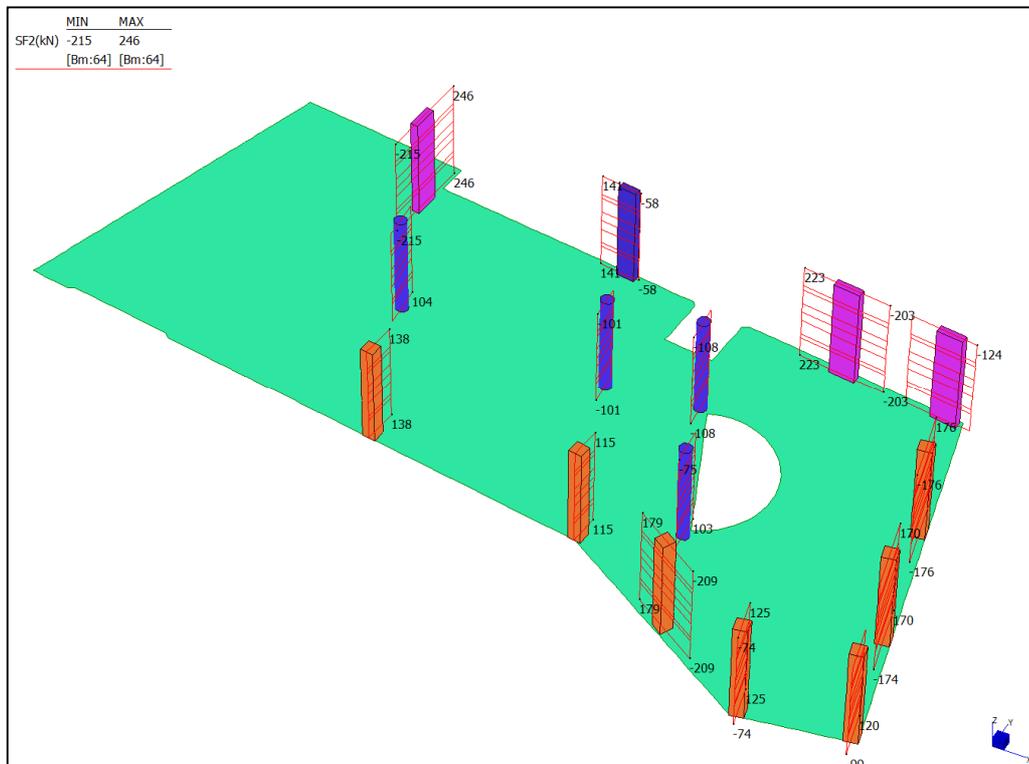


Diagramma taglio V2_ (Inviluppo S.L.U./S.LV.) – 3°Piano

Grafici di combinazione SLE Rara

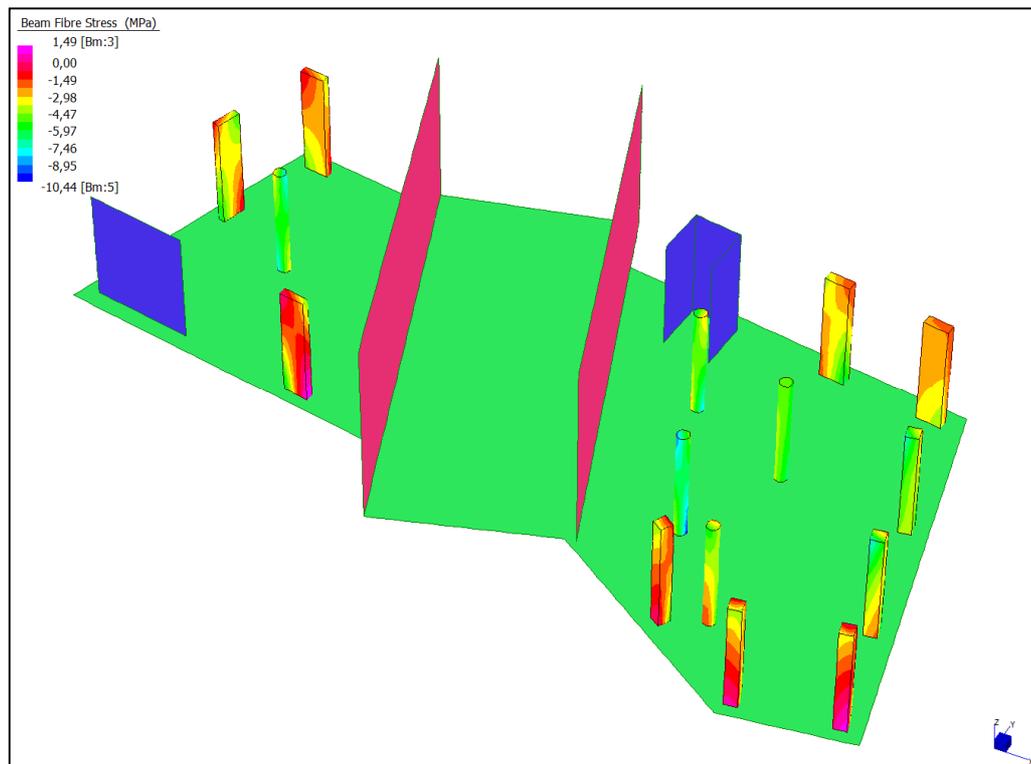


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Involuppo S.L.E. Rara. min) – Piano Terra

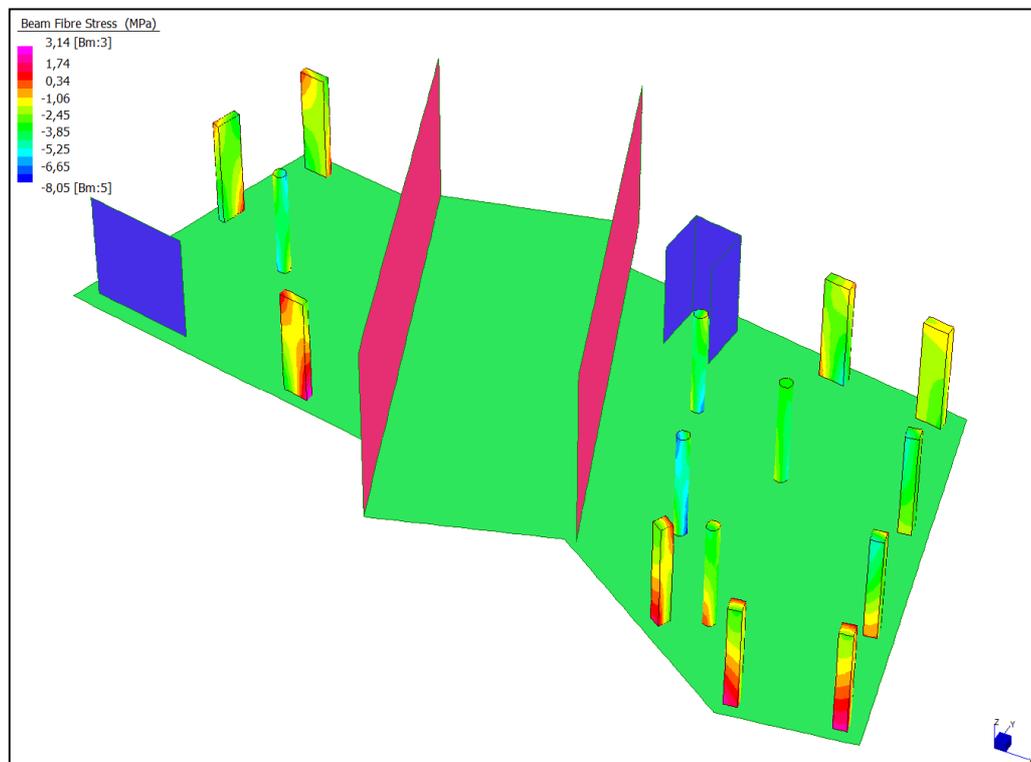


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Involuppo S.L.E. Rara max) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

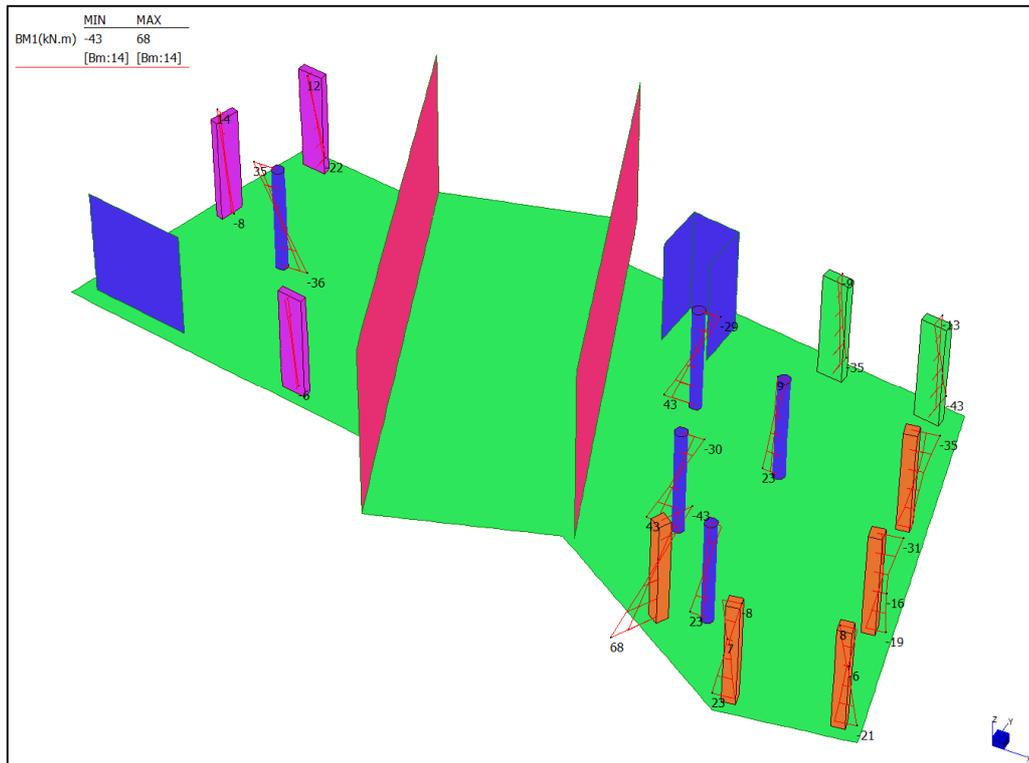


Diagramma momenti M1_ (Involuppo S.L.E. Rara) – Piano Terra

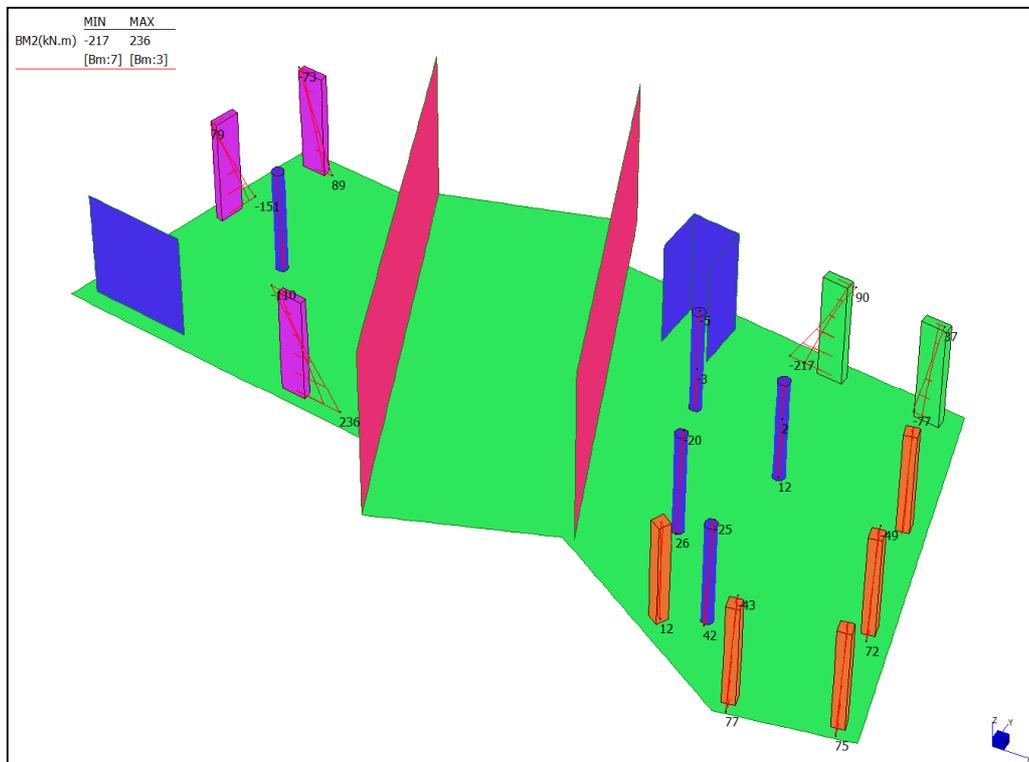


Diagramma momenti M2_ (Involuppo S.L.E. Rara) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

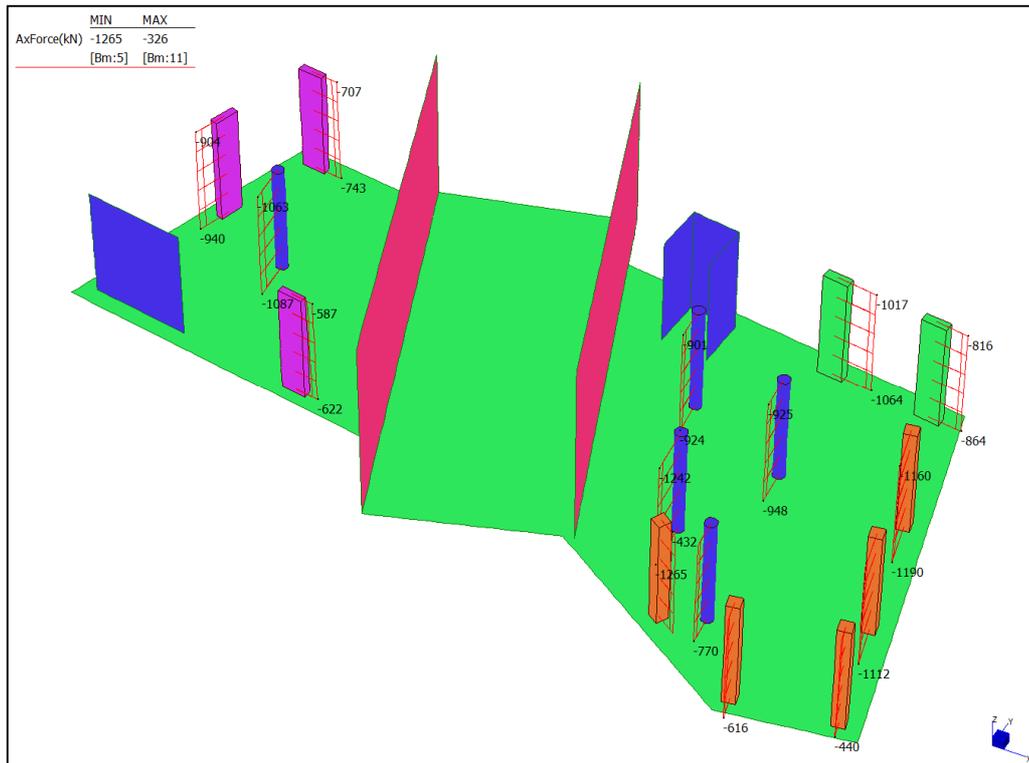


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Rara.) – Piano Terra

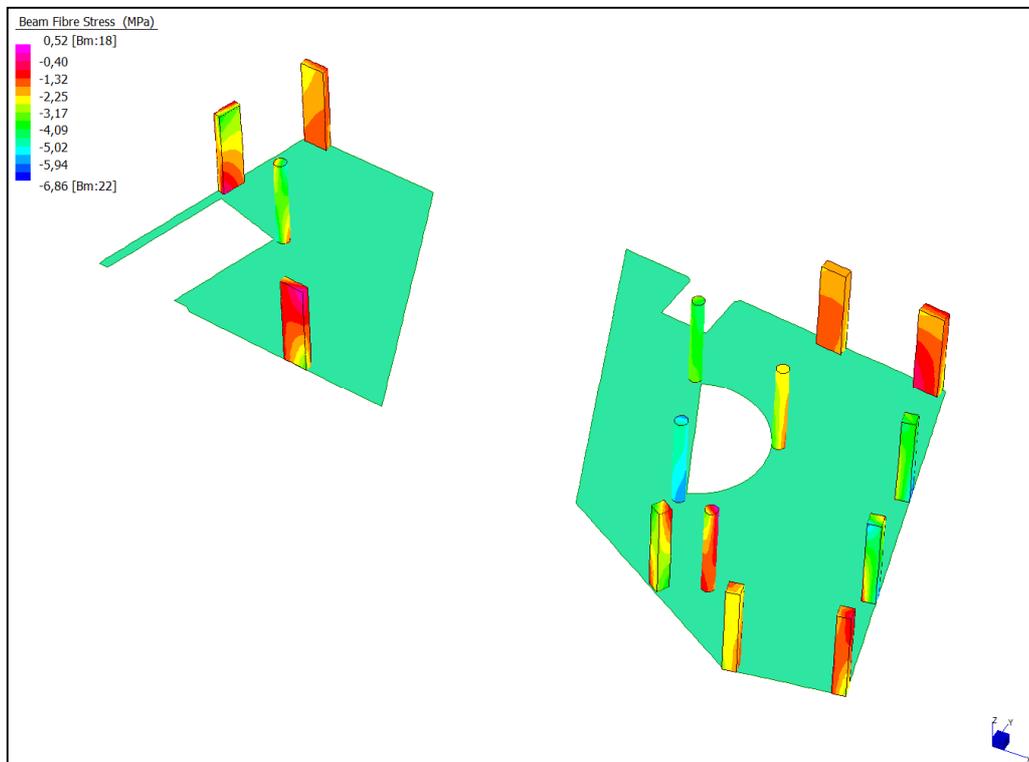


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.E. Rara. min) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

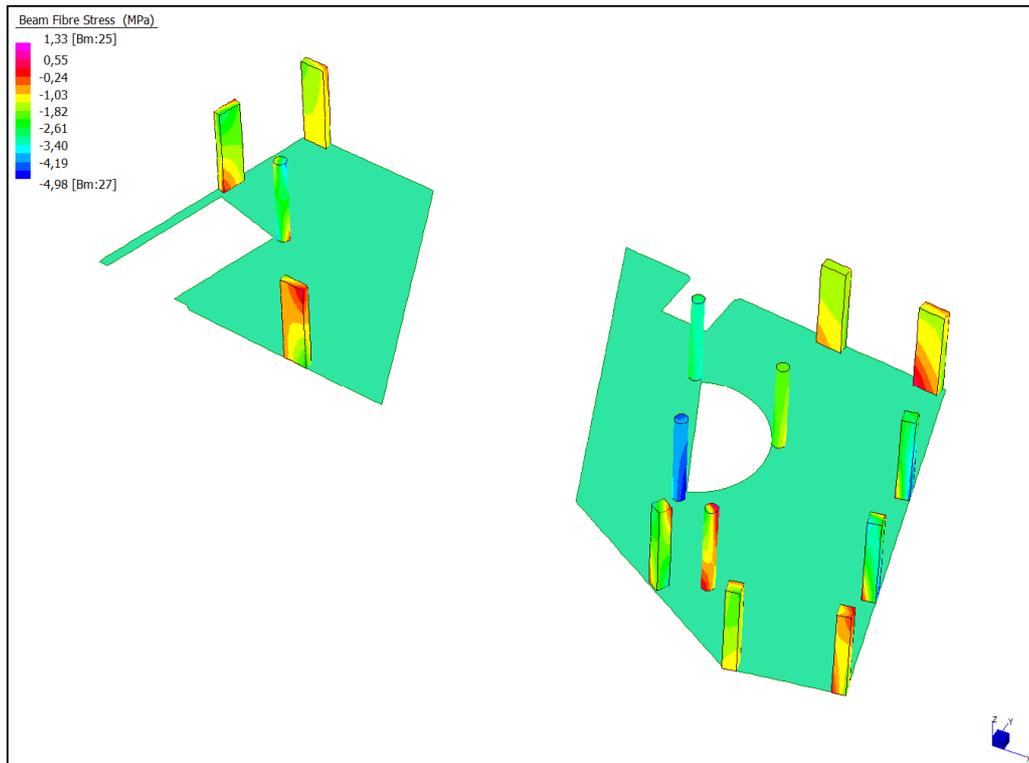


Diagramma tensioni TF_{max} (Involuppo S.L.E. Rara max) – 1°Piano

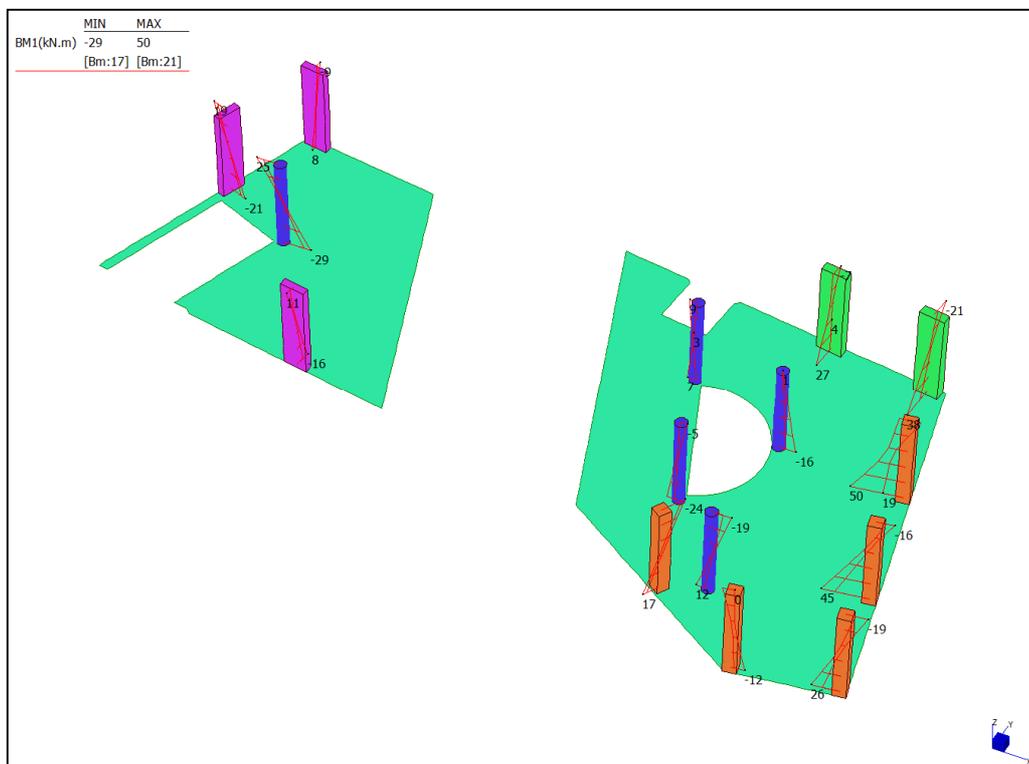


Diagramma momenti $M1_{}$ (Involuppo S.L.E. Rara) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

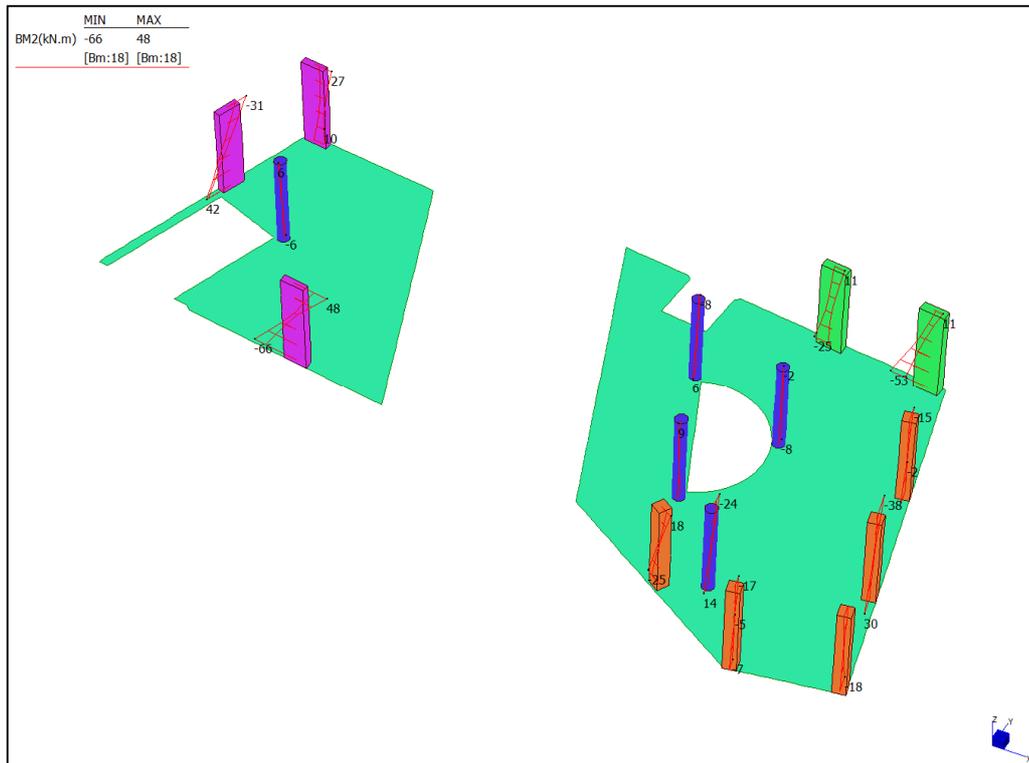


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.E. Rara) – 1°Piano

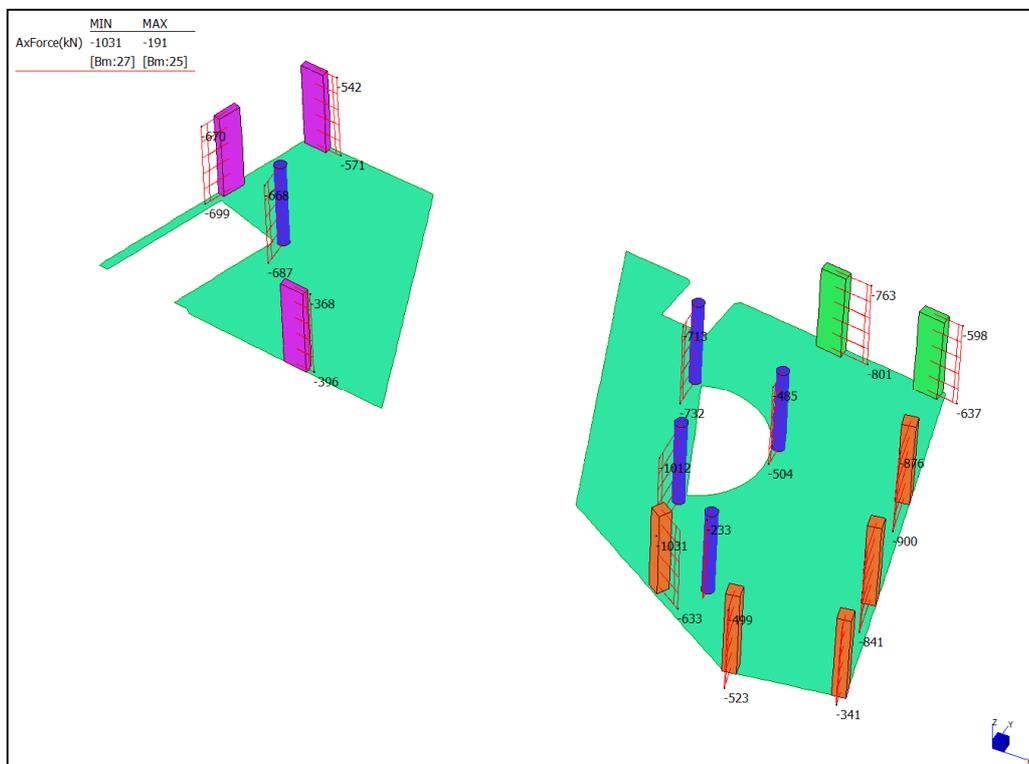


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Rara.) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

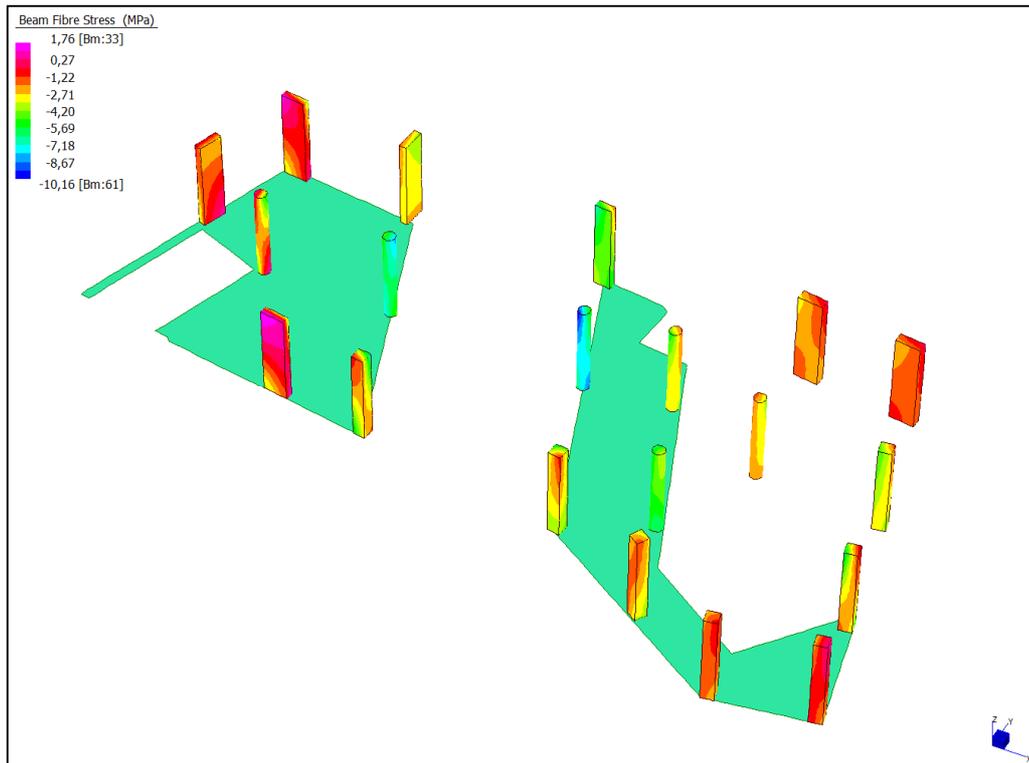


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.E. Rara. min) – 2°Piano

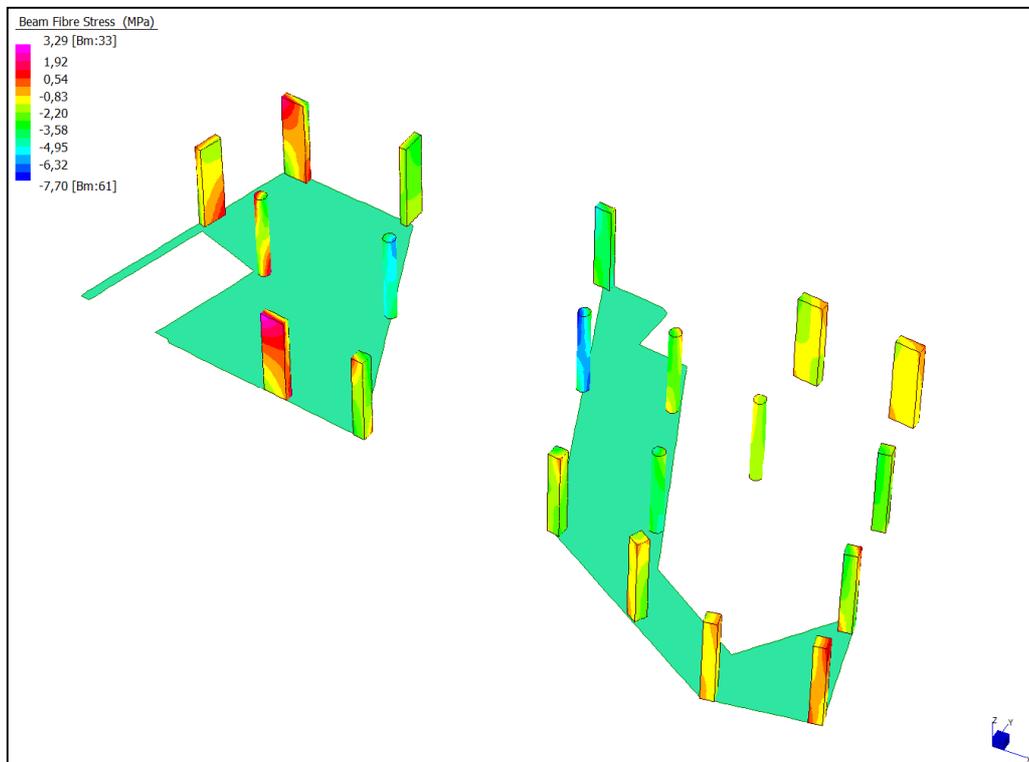


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Inviluppo S.L.E. Rara max) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

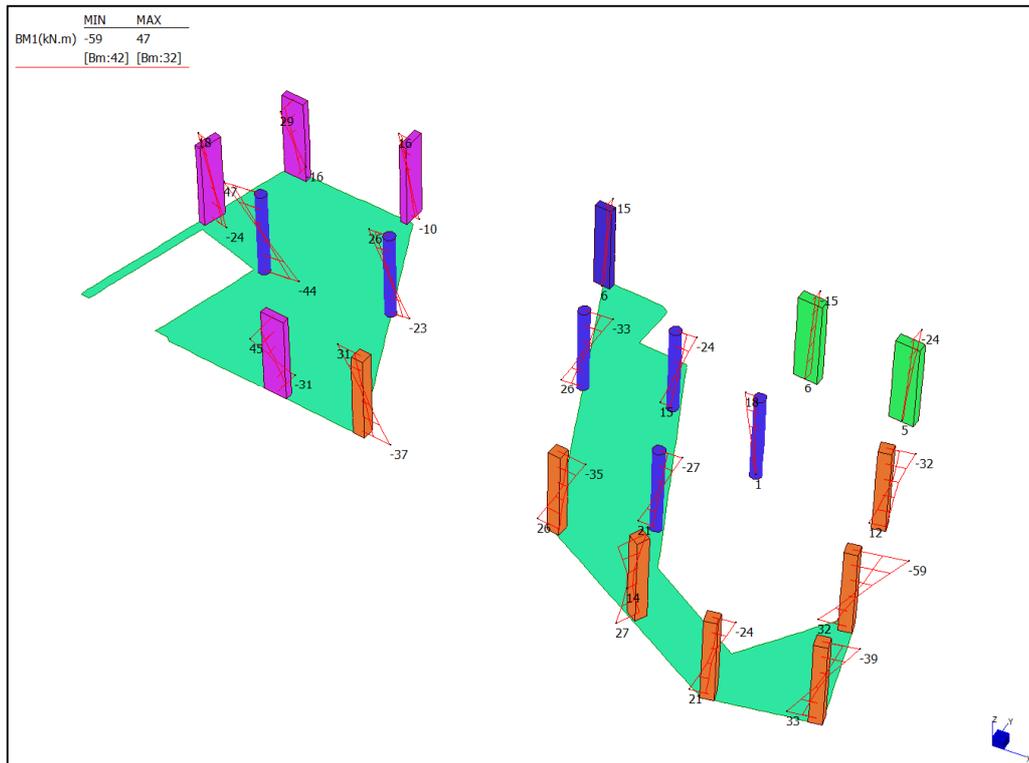


Diagramma momenti M1_ (Involuppo S.L.E. Rara) – 2°Piano

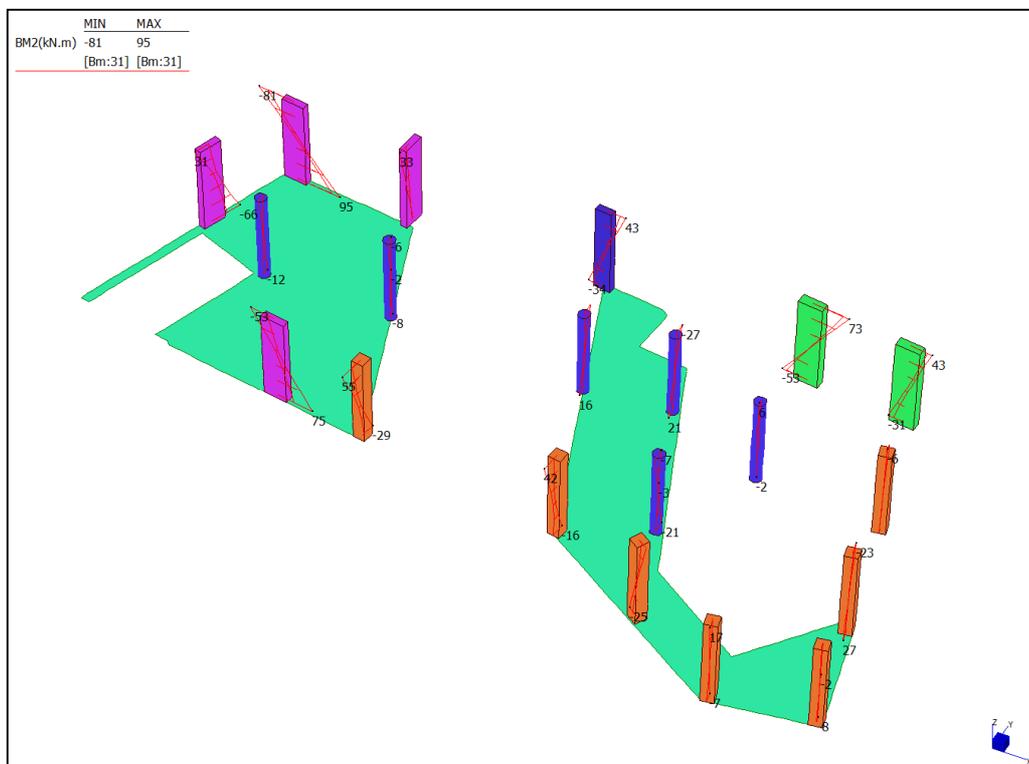


Diagramma momenti M2_ (Involuppo S.L.E. Rara) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

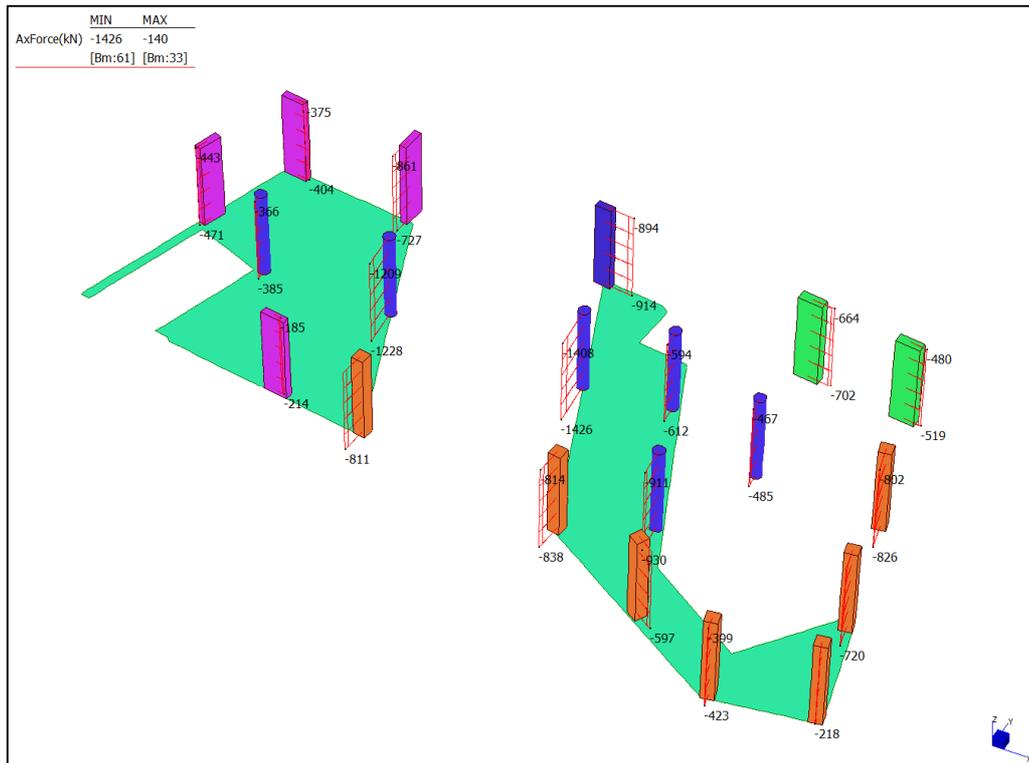


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Rara.) – 2°Piano

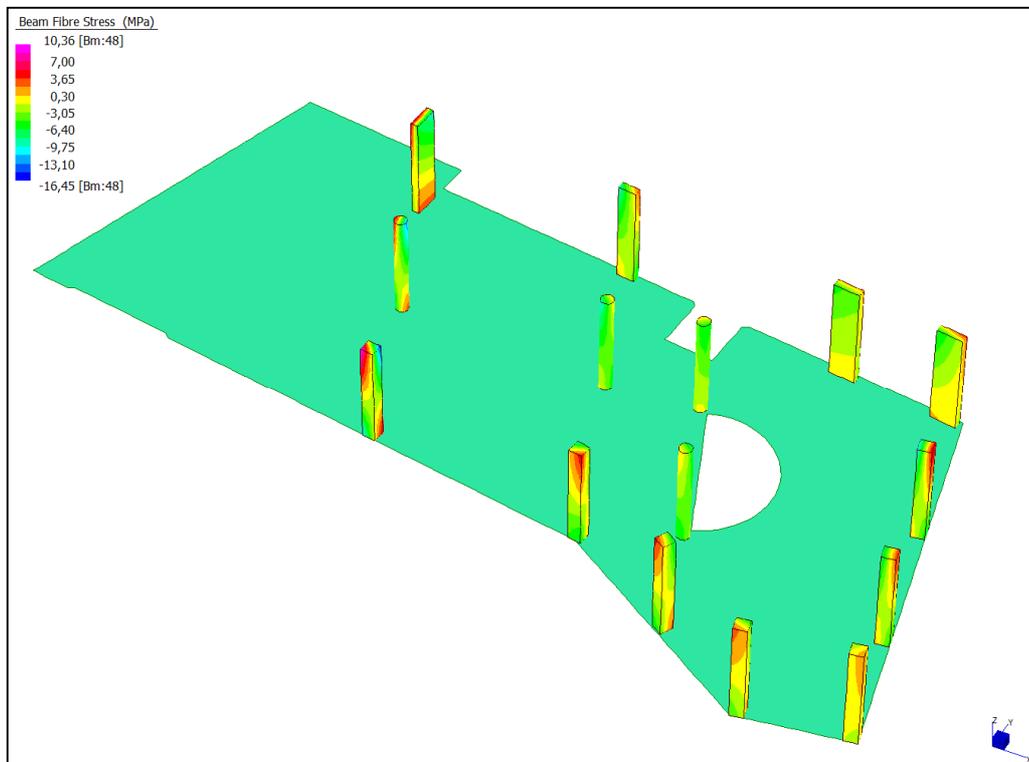


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.E. Rara. min) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

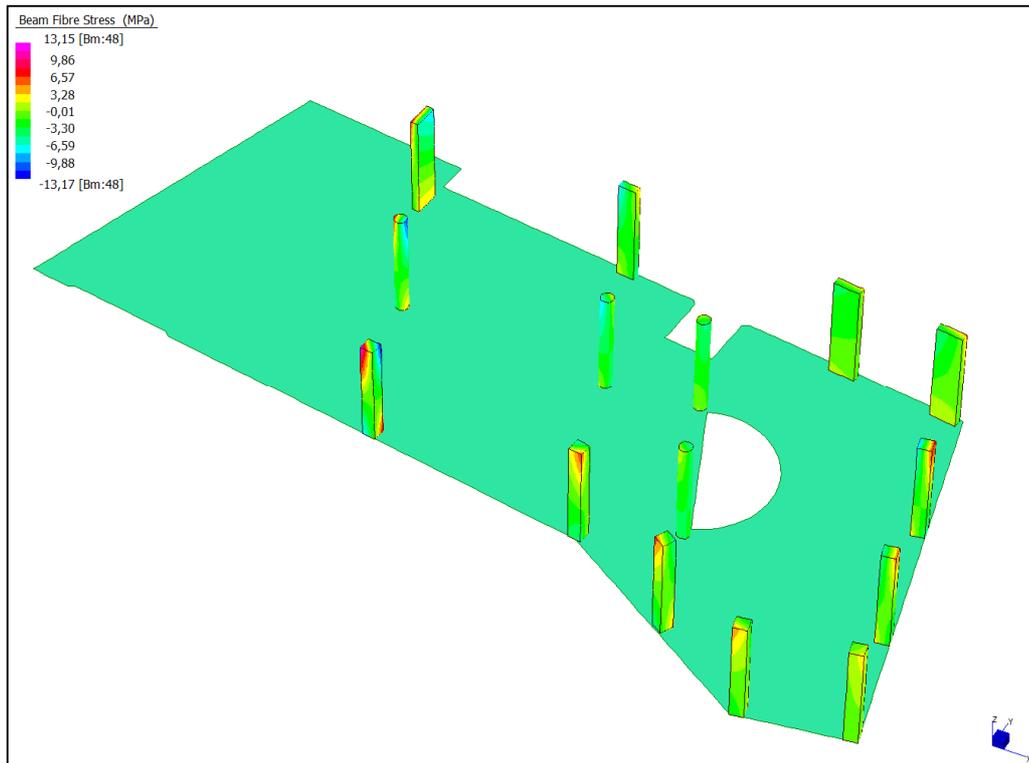


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Inviluppo S.L.E. Rara max) – 3°Piano

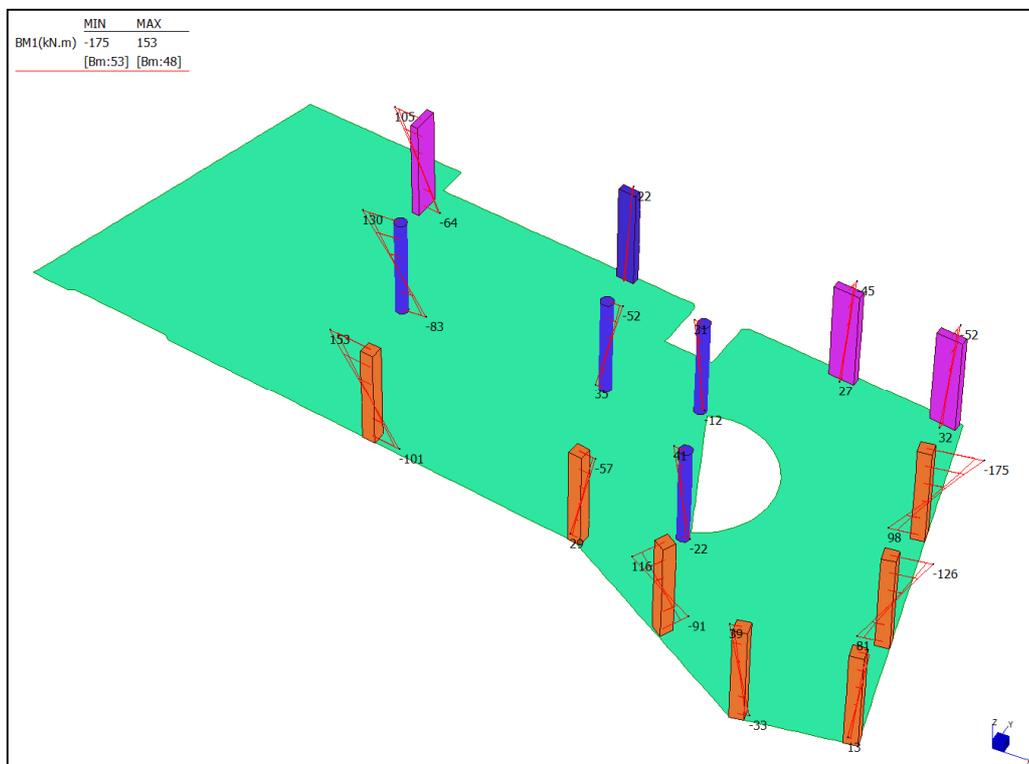


Diagramma momenti $M1_{-}$ (Inviluppo S.L.E. Rara) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

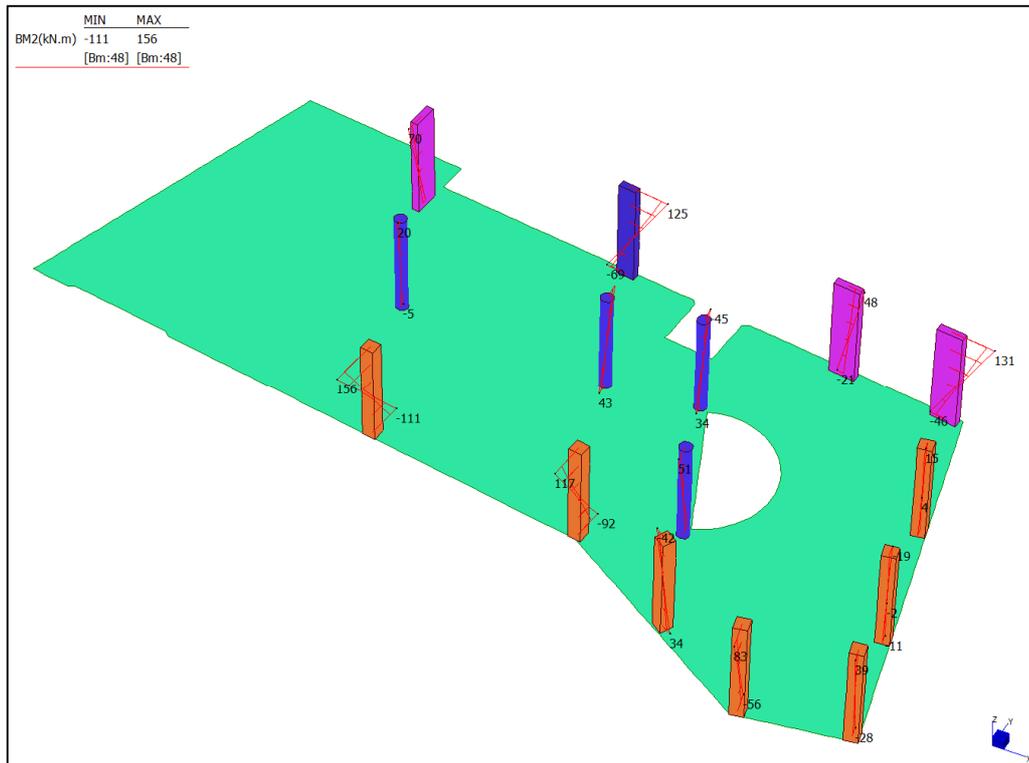


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.E. Rara) – 3°Piano

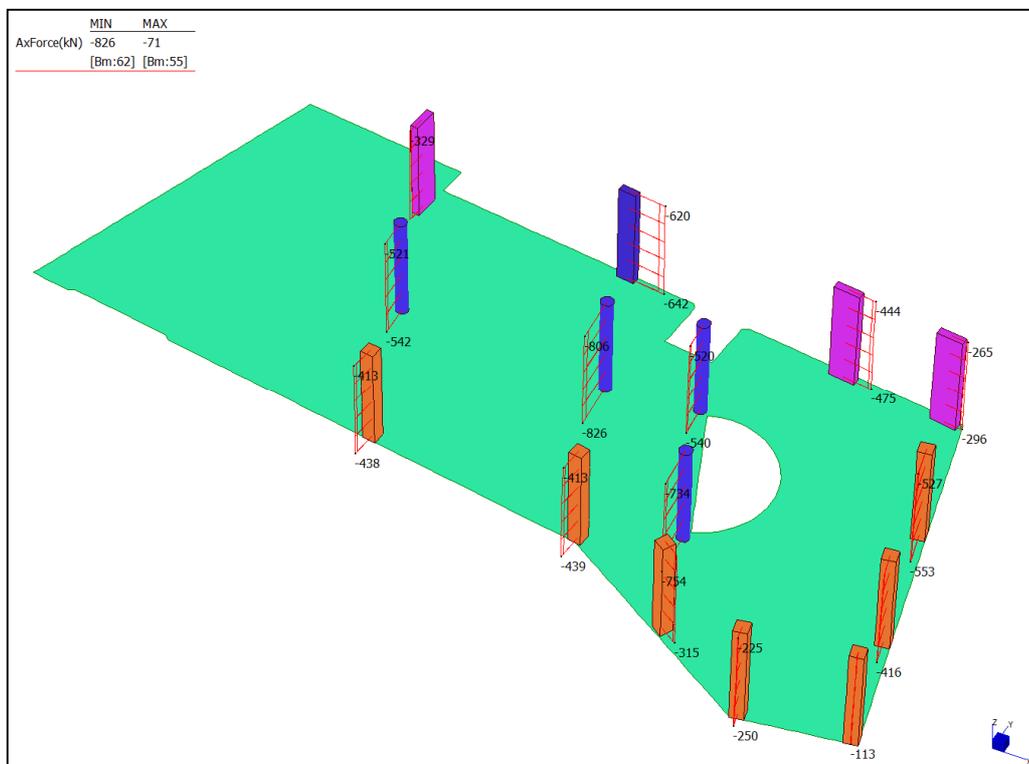


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Rara.) – 3°Piano

Grafici di combinazione SLE Quasi permanente

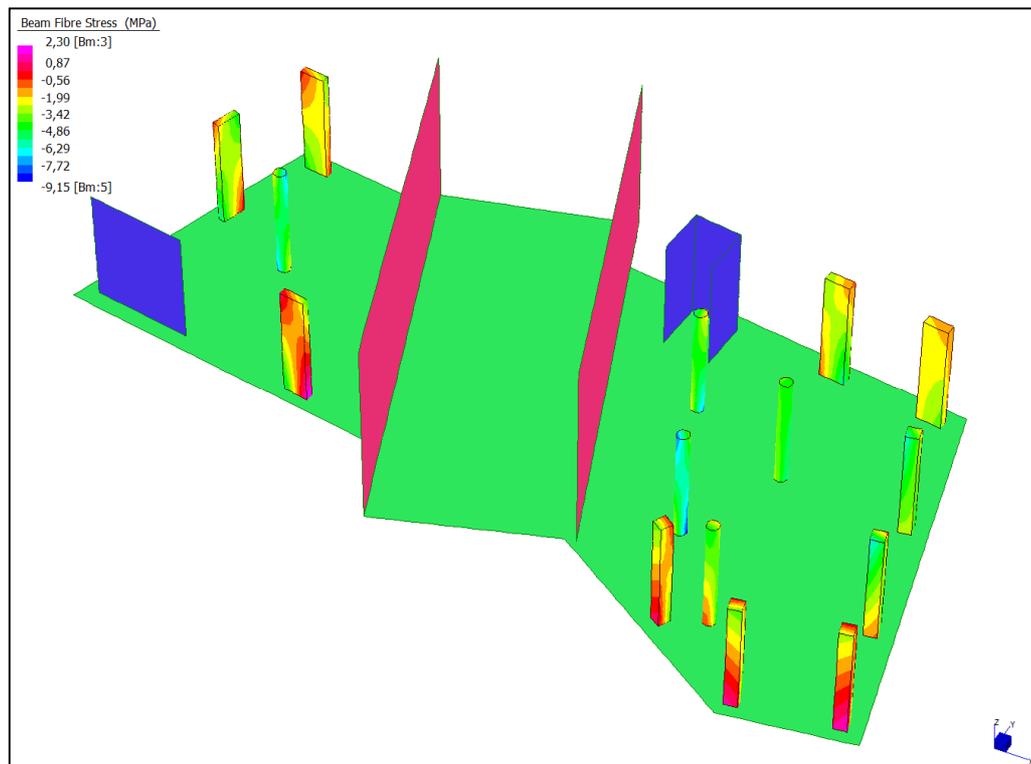


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente min) – Piano Terra

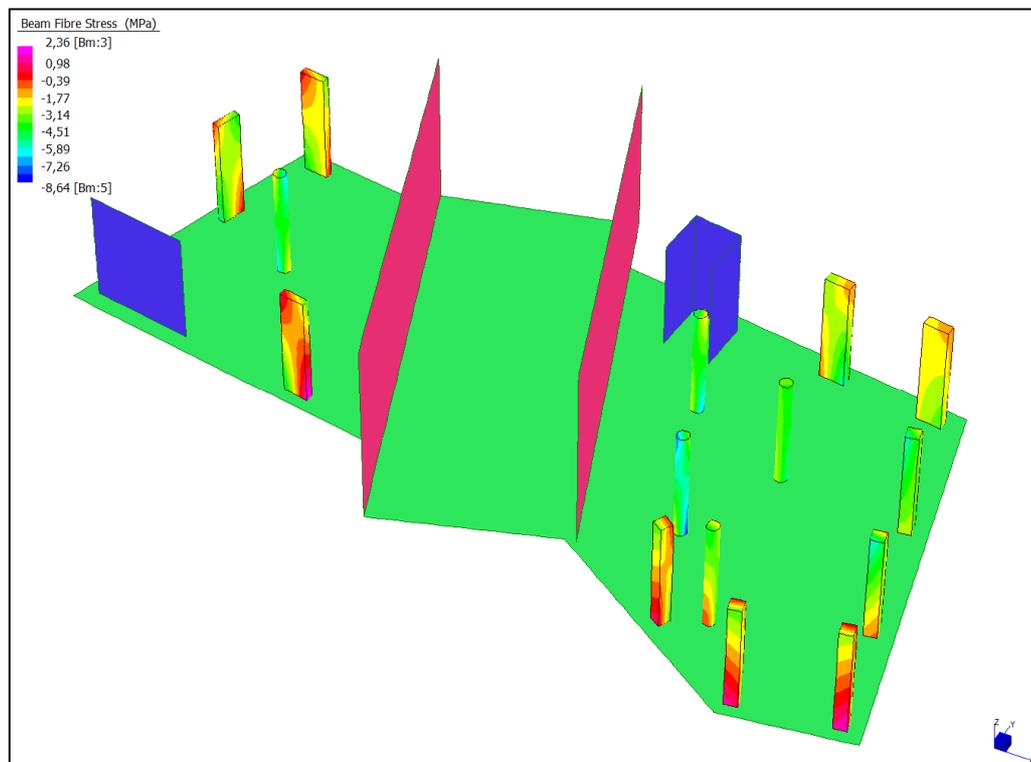


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente max) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

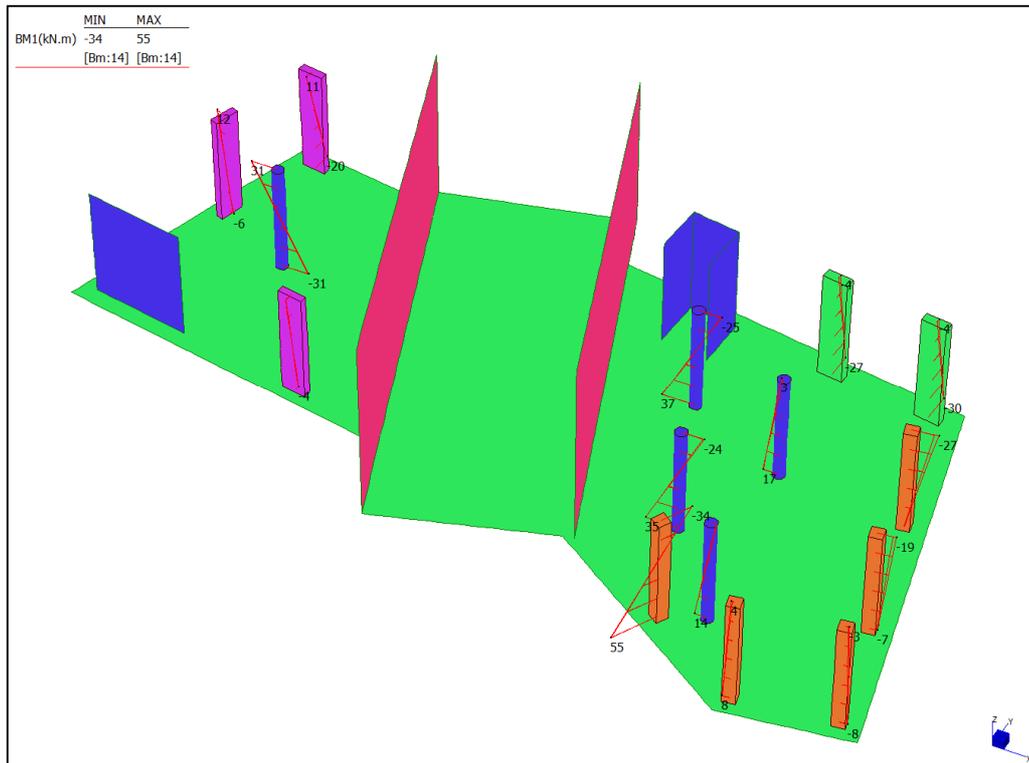


Diagramma momenti M1_ (Involuppo S.L.E. Quasi permanente) – Piano Terra

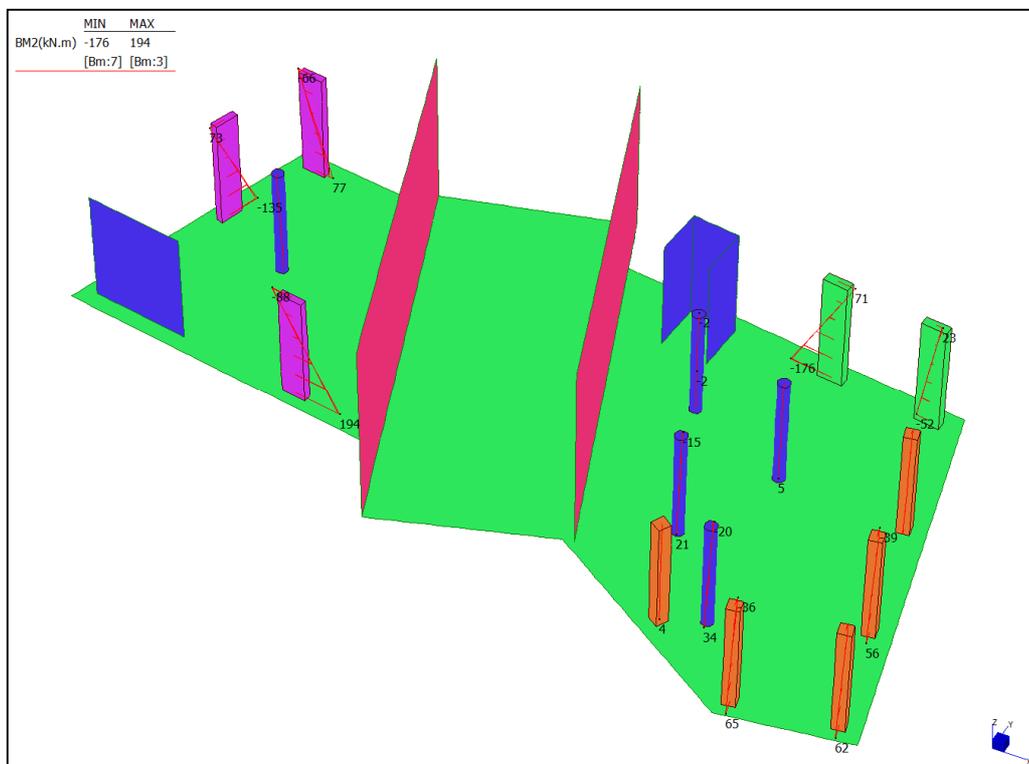


Diagramma momenti M2_ (Involuppo S.L.E. Quasi permanente) – Piano Terra

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

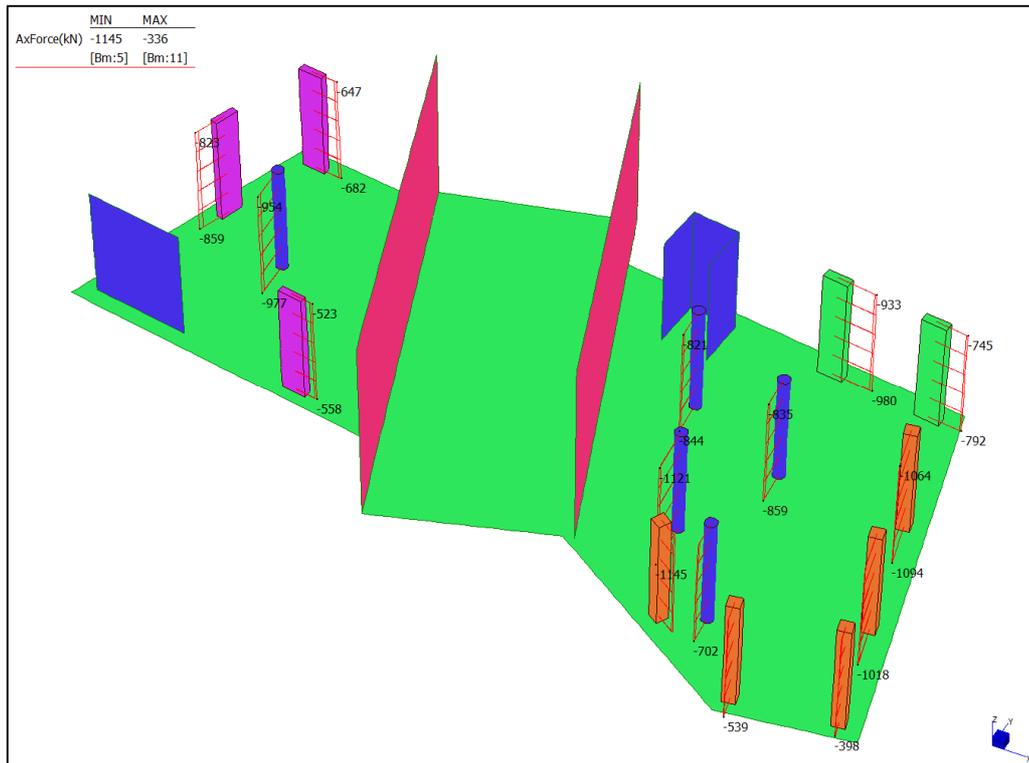


Diagramma sforzo normale_ (Involuppo S.L.E. Quasi permanente) – Piano Terra

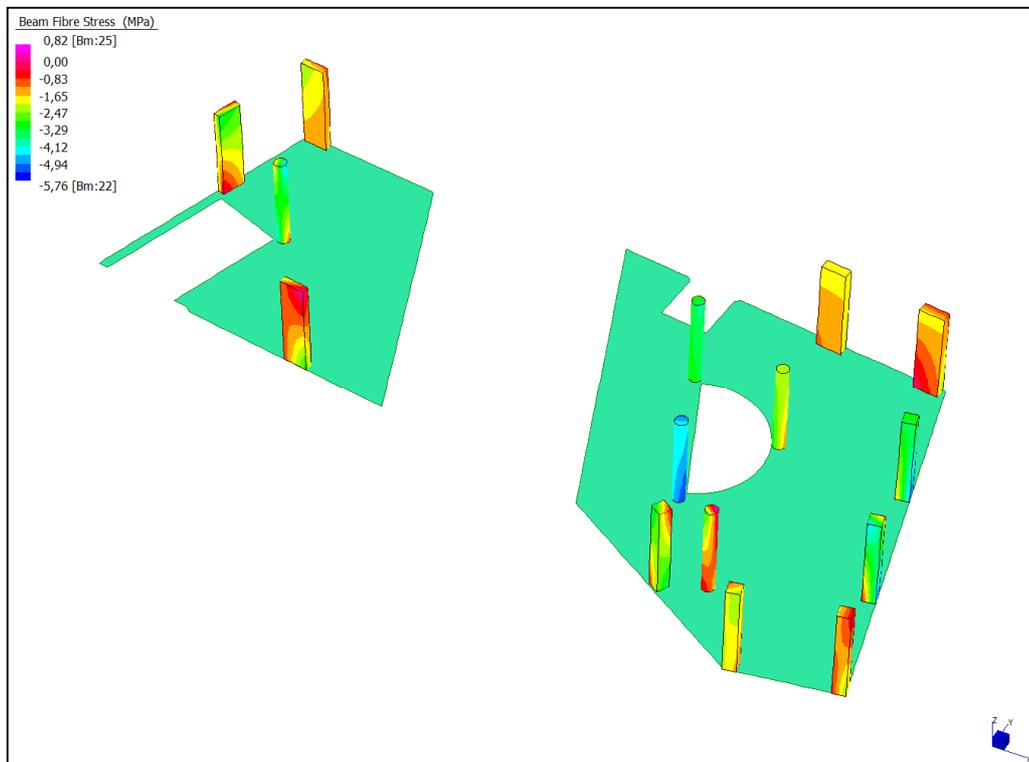


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Involuppo S.L.E. Quasi permanente min) – 1° Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

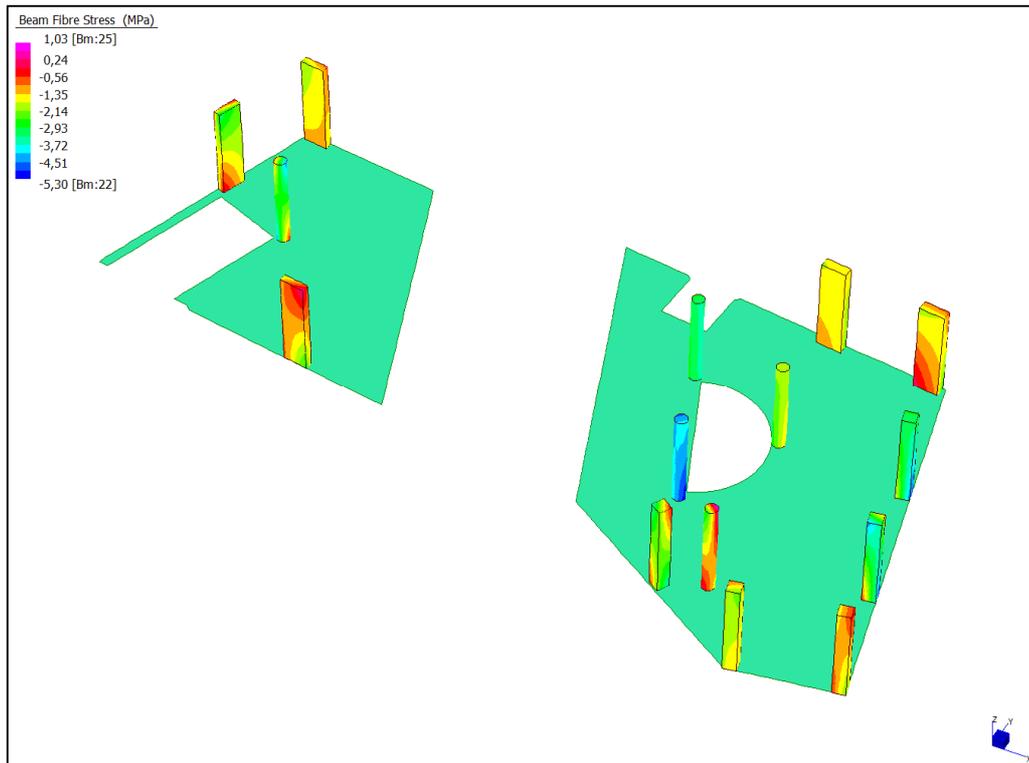


Diagramma tensioni TF_{max} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente max) – 1°Piano

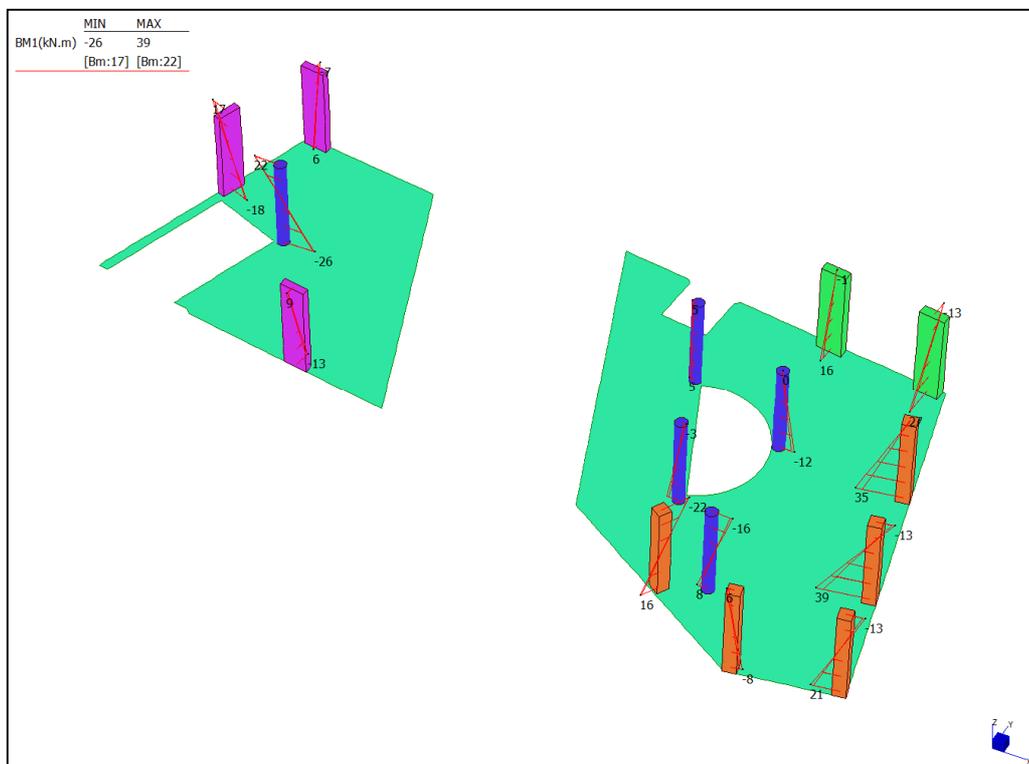


Diagramma momenti $M1_$ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

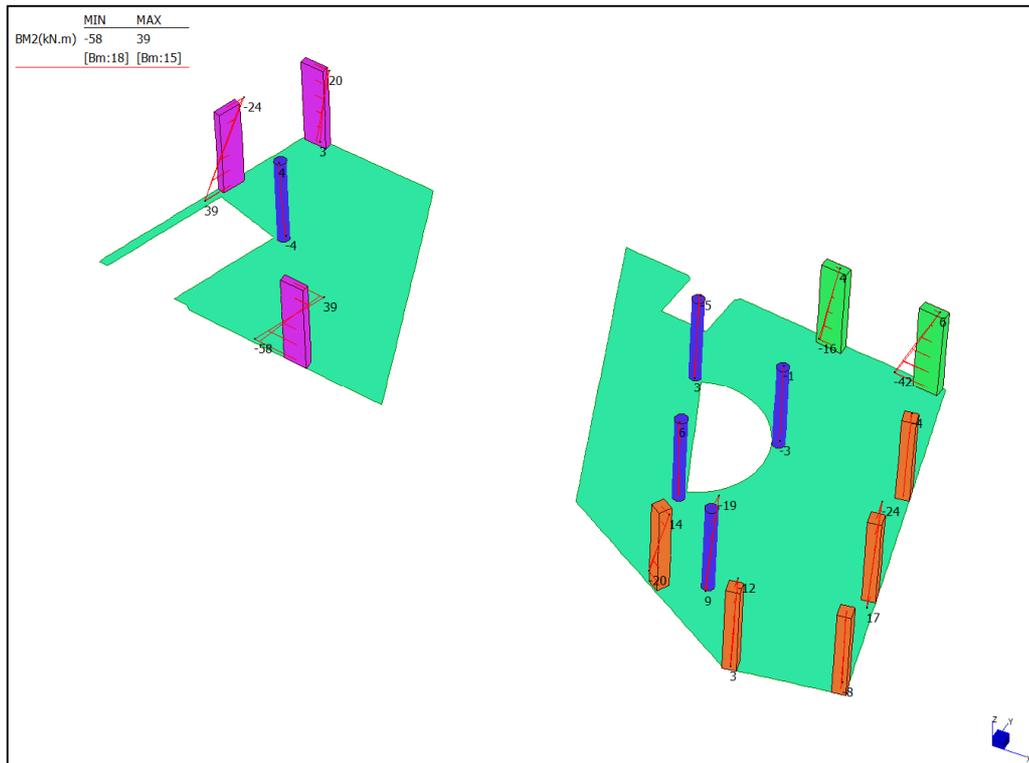


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 1°Piano

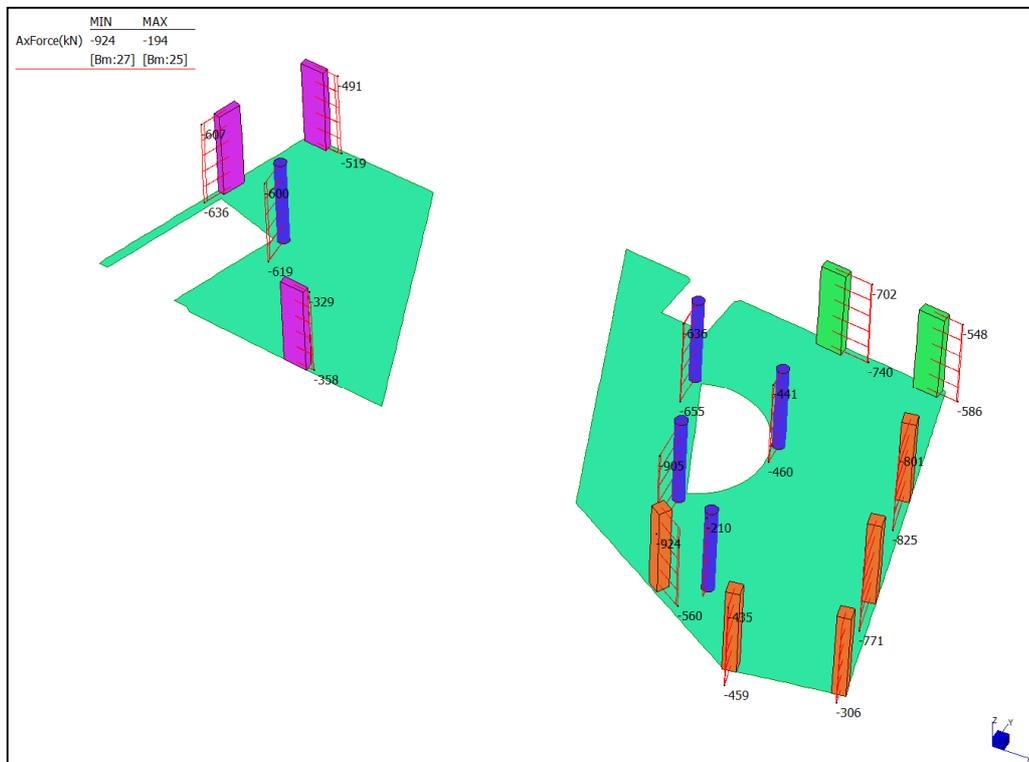


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 1°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

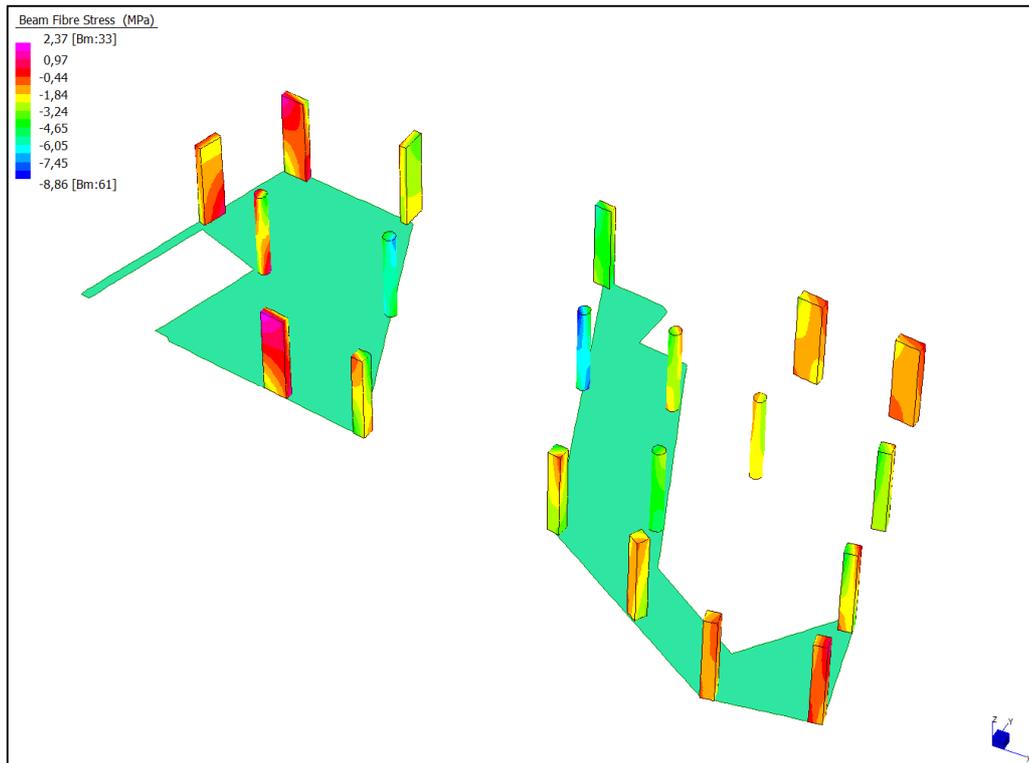


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente min) – 2°Piano

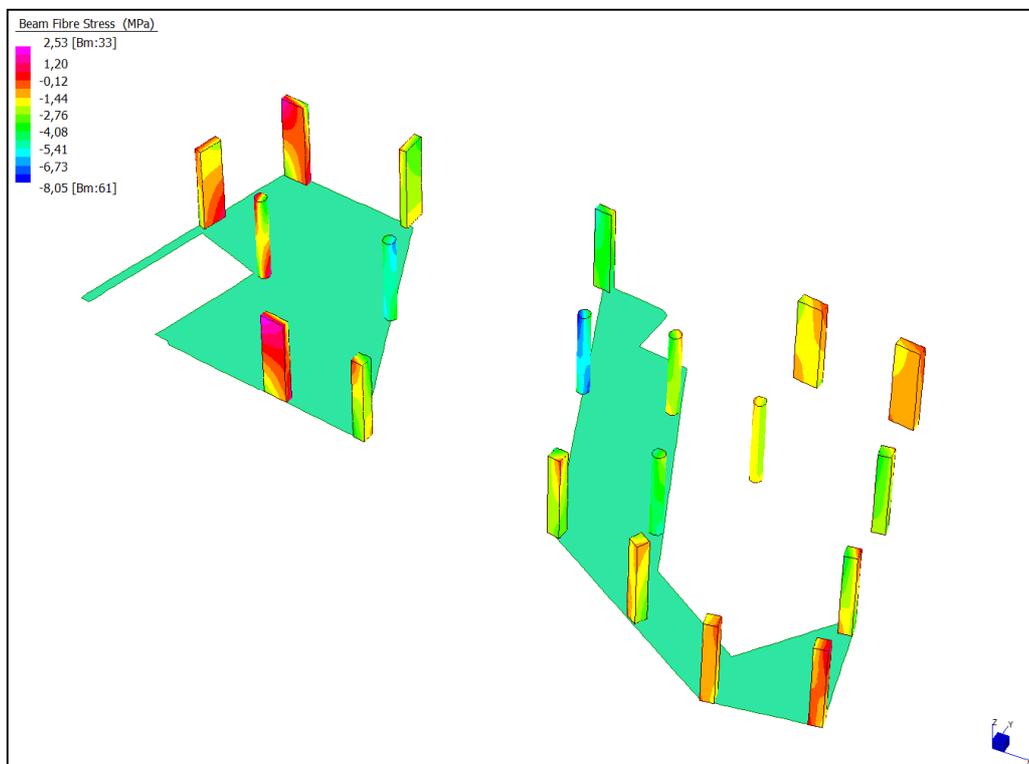


Diagramma tensioni_ TF_{max} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente max) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

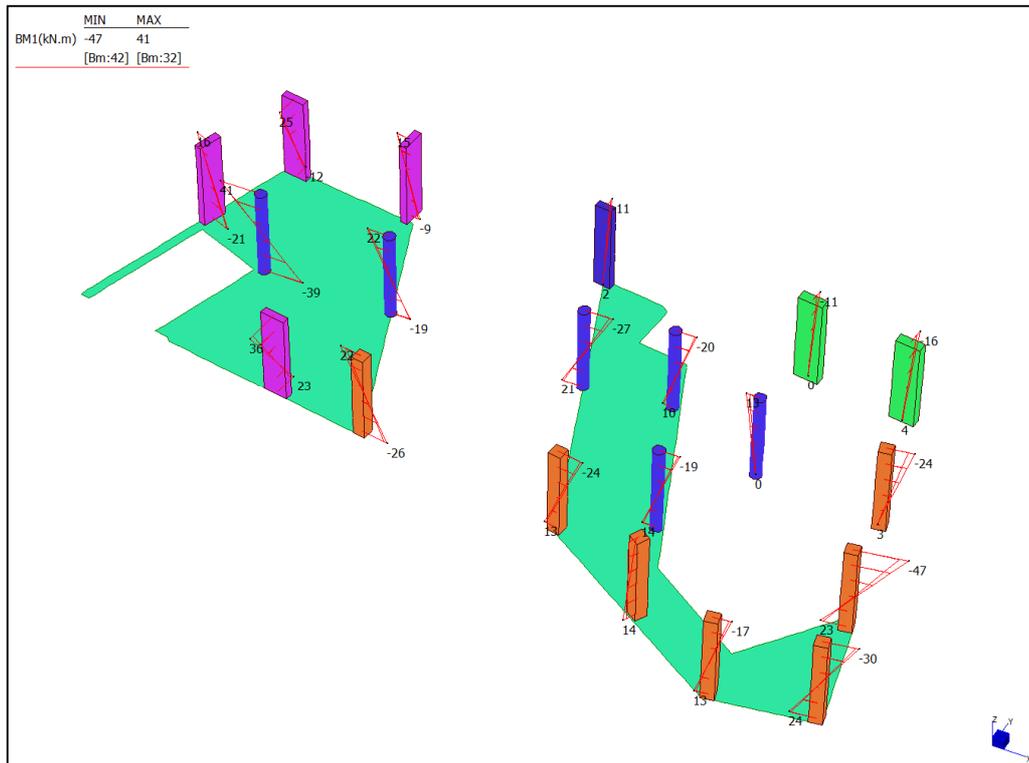


Diagramma momenti M1_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 2°Piano

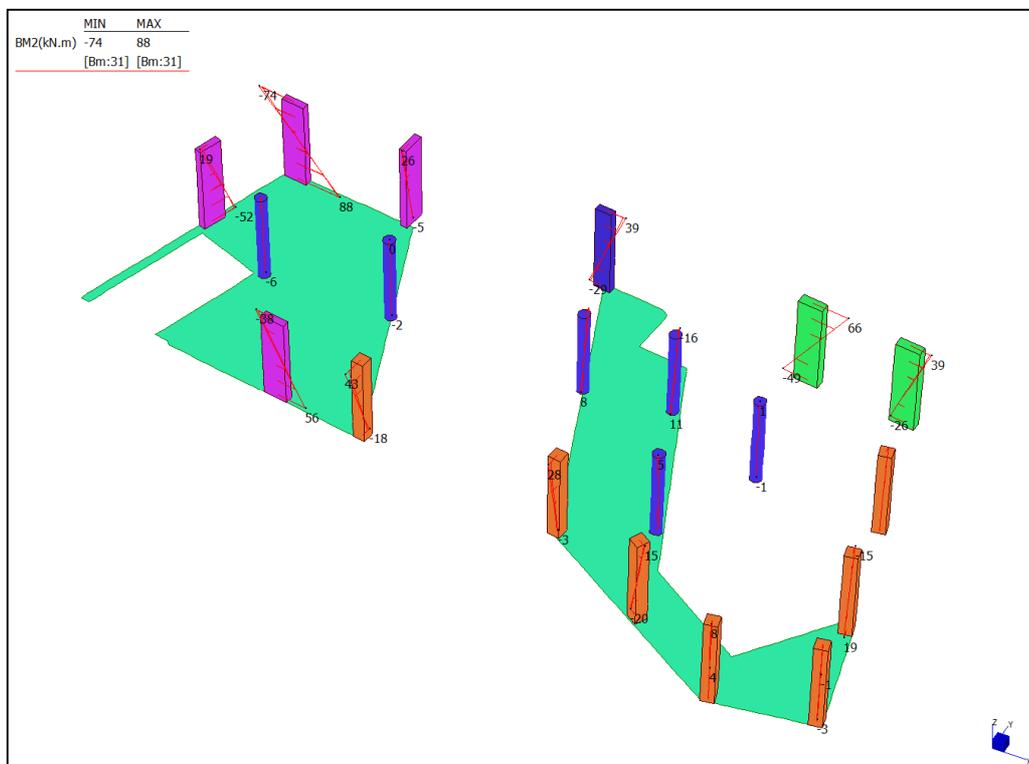


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 2°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

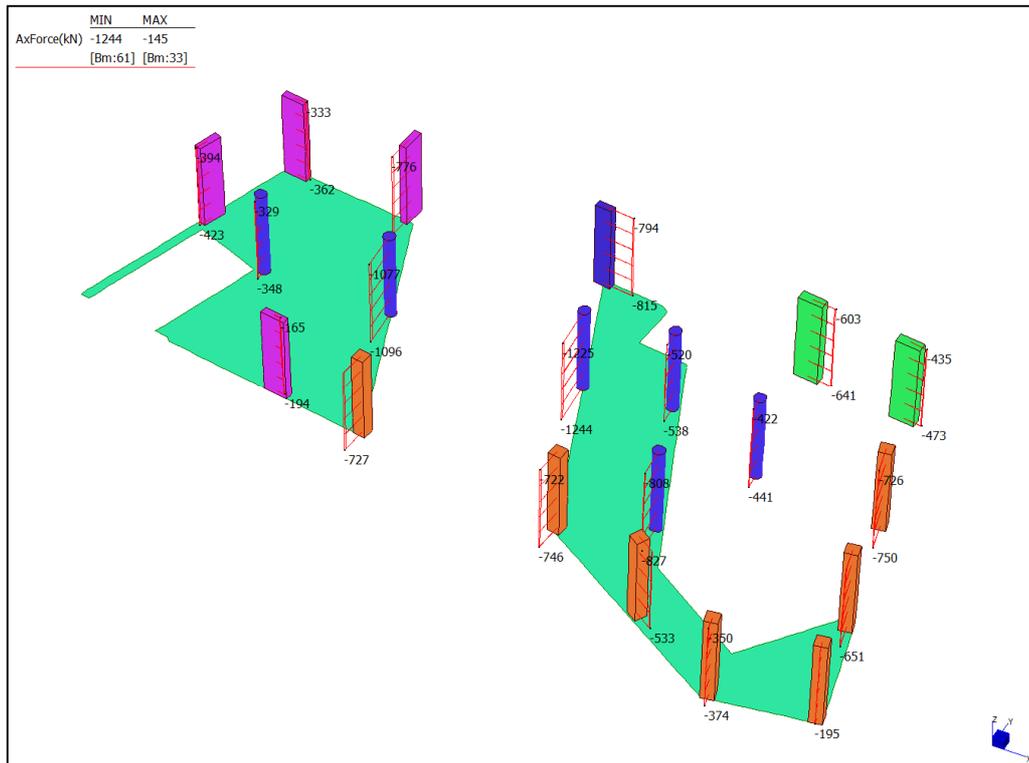


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 2°Piano

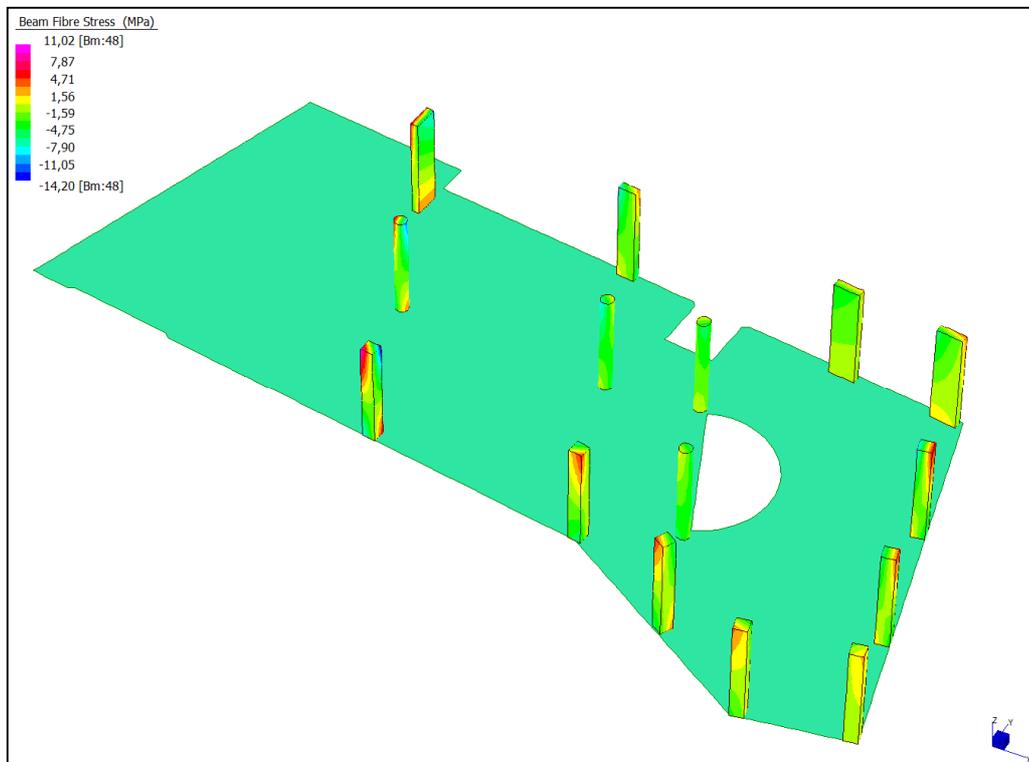


Diagramma tensioni_ TF_{min} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente min) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

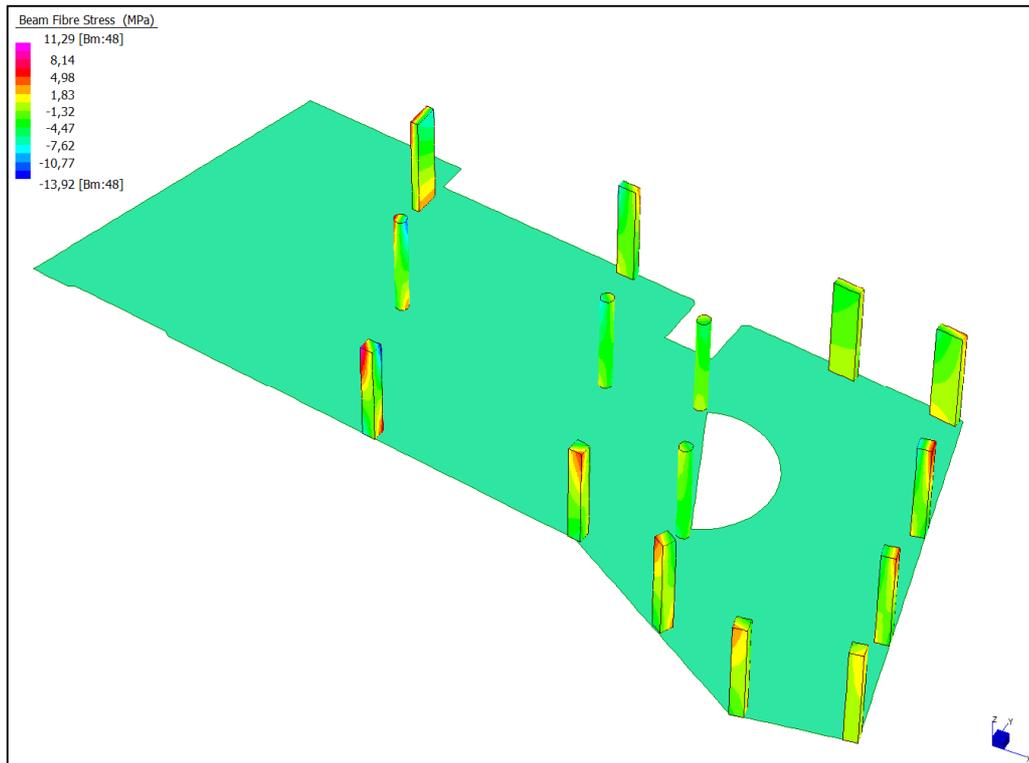


Diagramma tensioni TF_{max} (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente max) – 3°Piano

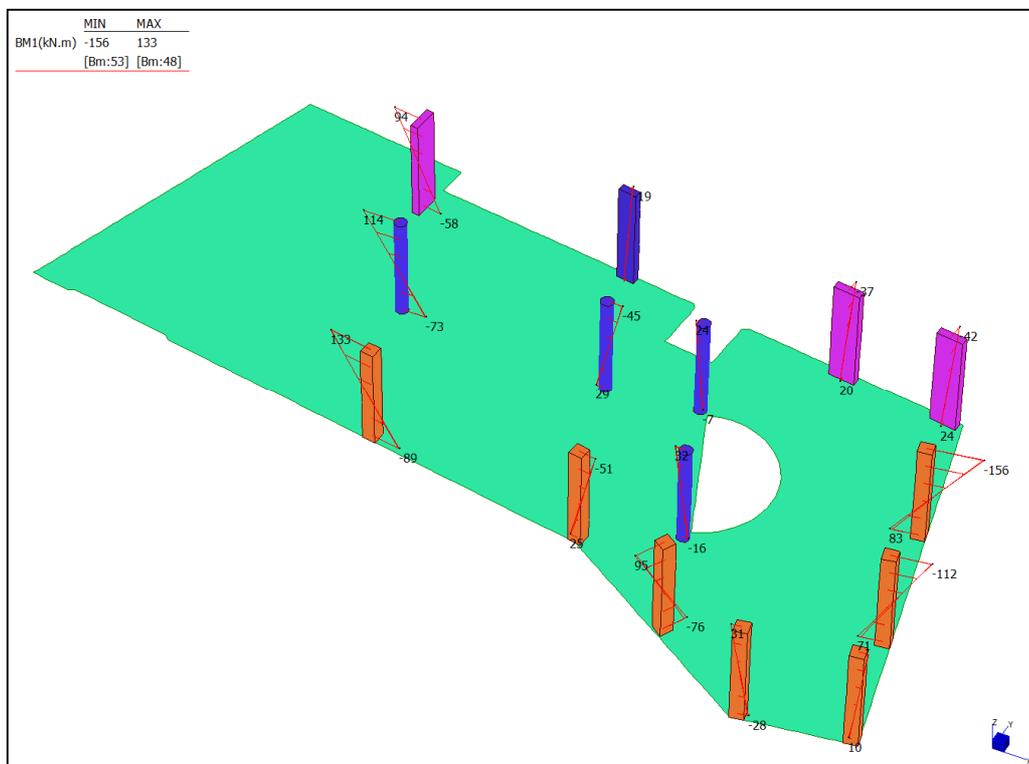


Diagramma momenti $M1_$ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

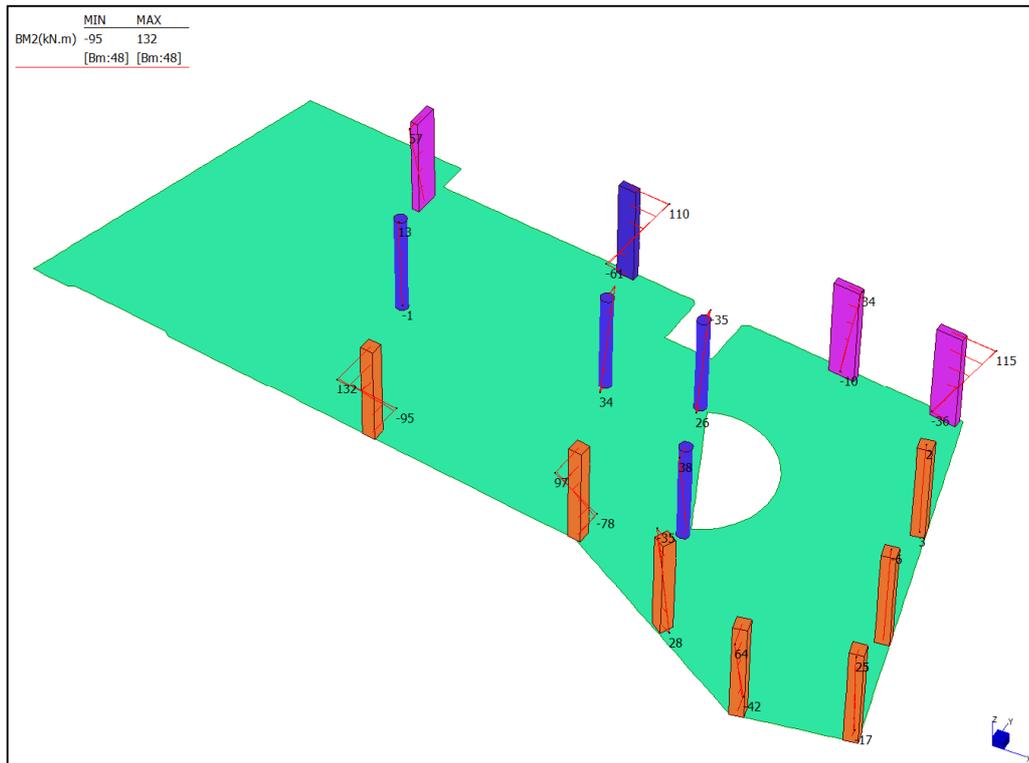


Diagramma momenti M2_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 3°Piano

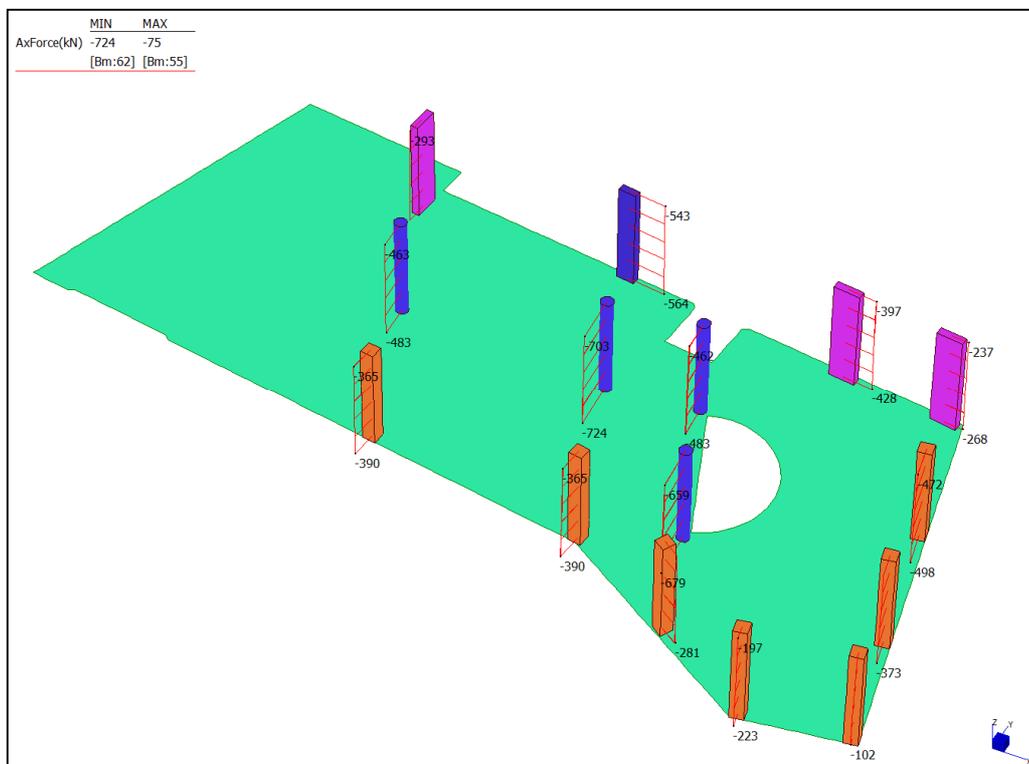


Diagramma sforzo normale_ (Inviluppo S.L.E. Quasi permanente) – 3°Piano

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A PRESSO - FLESSIONE

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

		TF	M ₁	M ₂	N	ρ	Verifica
		[N/mm ²]	[kNm]	[kNm]	[kN]		
Pil.1 (30x100)	TF min	-18,44	-87	-535	-562	0,62	Si
	TF max	15,10	146	372	-133	0,66	Si
Pil.2 (40x100)	TF min	-18,19	-110	-882	-1312	0,66	Si
	TF max	12,37	23	403	-616	0,30	Si
Pil.2 (30x100)	TF min	-18,32	-126	-500	-593	0,68	Si
	TF max	14,48	25	522	-196	0,52	Si
Pil.3 (40x100)	TF min	-16,83	-161	-679	-1198	0,59	Si
	TF max	12,23	53	418	-333	0,35	Si
Pil.3 (30x100)	TF min	-20,38	-227	-125	-365	0,73	Si
	TF max	17,99	82	303	-117	0,44	Si
Pil.4 (30x100)	TF min	-18,37	-146	-379	-662	0,64	Si
	TF max	14,48	93	516	-201	0,64	Si
Pil.5 φ50	TF min	-21,31	-149	-175	-432	0,54	Si
	TF max	18,84	230	119	-222	0,63	Si
Pil.6 φ50	TF min	-21,66	-90	-201	-1046	0,50	Si
	TF max	18,72	121	140	-197	0,45	Si
Pil.7 φ50	TF min	-15,59	-79	-45	-985	0,21	Si
	TF max	7,06	64	79	-368	0,24	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)_Pilastr

		TF	M ₁	M ₂	N	ρ	Verifica
		[N/mm ²]	[kNm]	[kNm]	[kN]		
Pil.8 (50x50)	TF min	-36,27	-352	-353	-596	0,93	Si
	TF max	31,72	22	260	-368	0,44	Si
Pil.9 φ50	TF min	-30,23	-218	-76	-745	0,53	Si
	TF max	23,70	329	180	-559	0,87	Si
Pil.10 (50x50)	TF min	-35,55	-353	-354	-454	0,94	Si
	TF max	32,11	78	252	-266	0,47	Si
Pil.11 φ50	TF min	-17,97	-89	-17	-897	0,21	Si
	TF max	9,76	94	27	-128	0,24	Si
Pil.12 (50x50)	TF min	-37,28	-87	-465	-323	0,82	Si
	TF max	35,01	346	336	-203	0,93	Si
Pil.13 (50x50)	TF min	-29,06	-187	-120	-329	0,42	Si
	TF max	26,49	383	296	-104	0,94	Si
Pil.14 (50x50)	TF min	-22,78	-299	-218	-159	0,71	Si
	TF max	22,18	249	269	9	0,72	Si
Pil.15 (30x100)	TF min	-22,11	-35	-336	-822	0,34	Si
	TF max	16,77	26	859	-328	0,82	Si
Pil.16 (30x100)	TF min	-23,36	-163	-476	-445	0,75	Si
	TF max	20,54	65	621	-206	0,67	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)_Pilastr

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

		TF	M ₁	M ₂	N	ρ	Verifica
		[N/mm ²]	[kNm]	[kNm]	[kN]		
Pil.17 (30x70)	TF min	-17,26	-67	-95	-863	0,36	Si
	TF max	14,33	20	360	-213	0,70	Si
Pil.18 φ50	TF min	-29,15	-49	-203	-527	0,49	Si
	TF max	24,43	284	179	-375	0,80	Si
Pil.19 φ50	TF min	-22,26	-180	-219	-996	0,65	Si
	TF max	17,58	59	137	-413	0,35	Si
Pil.20 (50x50)	TF min	-27,73	-27	-53	-451	0,11	Si
	TF max	24,27	385	283	-294	0,91	Si
Pil.21 (50x50)	TF min	-28,12	-461	-16	-488	0,75	Si
	TF max	26,16	286	193	-236	0,65	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)_Pilastr

VERIFICHE A TAGLIO

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V_{Rd} al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ _i	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Ed}	V _{Rd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Pil. 1 min	100	30	24	3000	7φ26	0,0155	1,913	0,548	208	4φ10/15	90	21,8	74	443	739	Si
Pil. 2 min	100	40	34	4000	7φ26	0,0109	1,767	0,486	243	4φ12/15	90	21,8	40	903	1046	Si
	100	30	24	3000	7φ26	0,0155	1,913	0,548	208	4φ10/15	90	21,8	73	443	739	Si
Pil. 301 min	100	40	34	4000	7φ26	0,0109	1,767	0,486	243	4φ12/15	90	21,8	77	903	1046	Si
	100	30	24	3000	7φ26	0,0155	1,913	0,548	208	4φ10/15	90	21,8	99	443	739	Si
Pil. 4 min	100	30	24	3000	7φ26	0,0155	1,913	0,548	208	4φ10/15	90	21,8	73	443	739	Si
Pil. 5 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	117	350	515	Si
Pil. 6 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	85	350	515	Si
Pil. 7 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	44	350	515	Si
Pil. 8 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	197	584	677	Si
Pil. 9 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	148	350	515	Si
Pil. 10 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	208	584	677	Si
Pil. 11 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	65	350	515	Si
Pil. 12 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	165	584	677	Si
Pil. 13 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	214	584	677	Si
Pil. 14 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	165	584	677	Si
Pil. 15 min	100	30	24	3000	7φ26	0,0155	1,913	0,548	208	4φ10/15	90	21,8	76	443	739	Si
Pil. 16 min	100	30	24	3000	7φ26	0,0155	1,913	0,548	208	4φ10/15	90	21,8	93	443	739	Si
Pil. 17 min	70	30	24	2100	5φ26	0,0158	1,913	0,548	147	4φ10/15	90	21,8	36	443	517	Si
Pil. 18 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	125	350	515	Si
Pil. 19 min	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	95	350	515	Si
Pil. 20 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	204	584	677	Si
Pil. 21 min	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	201	584	677	Si

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)_Pilastr (dir. minima inerzia)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

SLU	b	h	d	A _c	A _{sl}	ρ _l	k	v _{min}	V _{Rd}	A _{sw}	α	ϑ	V _{Ed}	V _{Rsd}	V _{Rcd}	VER
	cm	cm	cm	cm ²		-	-	N/mm ²	kN/m		[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Pil. 1 max	30	100	94	3000	2φ26	0,0038	1,461	0,366	117	2φ10/15	90	21,8	314	867	868	Si
Pil. 201 max	40	100	94	4000	3φ26	0,0042	1,461	0,366	162	2φ12/15	90	21,8	261	1248	1157	Si
	30	100	94	3000	2φ26	0,0038	1,461	0,366	117	2φ10/15	90	21,8	223	867	868	Si
Pil. 301 max	40	100	94	4000	3φ26	0,0042	1,461	0,366	162	2φ12/15	90	21,8	196	1248	1157	Si
	30	100	94	3000	2φ26	0,0038	1,461	0,366	117	2φ10/15	90	21,8	196	867	868	Si
Pil. 4 max	30	100	94	3000	2φ26	0,0038	1,461	0,366	117	2φ10/15	90	21,8	276	867	868	Si
Pil. 5 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	97	350	515	Si
Pil. 6 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	113	350	515	Si
Pil. 7 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	40	350	515	Si
Pil. 8 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	176	584	677	Si
Pil. 9 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	112	350	515	Si
Pil. 10 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	174	584	677	Si
Pil. 11 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	50	350	515	Si
Pil. 12 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	209	584	677	Si
Pil. 13 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	125	584	677	Si
Pil. 14 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	120	584	677	Si
Pil. 15 max	30	100	94	3000	2φ26	0,0038	1,461	0,366	117	2φ10/15	90	21,8	328	867	868	Si
Pil. 16 max	30	100	94	3000	2φ26	0,0038	1,461	0,366	117	2φ10/15	90	21,8	246	867	868	Si
Pil. 17 max	30	70	64	2100	2φ26	0,0055	1,559	0,403	96	2φ10/15	90	21,8	141	590	591	Si
Pil. 18 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	104	350	515	Si
Pil. 19 max	44	44	38	1936	5φ26	0,0159	1,725	0,469	132	2φ10/15	90	21,8	101	350	515	Si
Pil. 20 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	138	584	677	Si
Pil. 21 max	50	50	44	2500	7φ26	0,0169	1,674	0,449	172	2φ12/15	90	21,8	115	584	677	Si

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)_Pilastrì (dir. massima inerzia)

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE GERARCHIA RESISTENZE

Sono state effettuate le verifiche al taglio secondo quanto è stabilito al paragrafo 7.4.4.2.2.2 del DM08 secondo il criterio della gerarchia delle resistenze. Detta gerarchia è volta ad escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti a taglio, pertanto si verifica che la resistenza a taglio del pilastro sia superiore all'azione tagliante prodotta dai due momenti resistenti di estremità. Il taglio sollecitante è calcolato secondo il punto 7.4.4.2.1..

$$V_{ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{c,Rd1} + M_{c,Rd2}}{l_p} \quad \text{e si verifica che} \quad V_{ed} \leq V_{Rd}$$

Dove:

$\gamma_{Rd} = 1,10$

$M_{c,Rd1}, M_{c,Rd2}$,

l_p

per struttura in CDB;

momenti resistenti alle estremità colonna;

lunghezza del pilastro;

	b	h	A_{sl}	N_{ed} QP	M_{Rd1}	M_{Rd2}	γ_{Rd}	L_{pil}	V_{Ed} 1	A_{sw}	V_{Rd}	VER	V_{Ed} 2	A_{sw}	V_{Rd}	VER
	cm	cm		kN	kNm	kNm		m	kN		kN		kN		kN	
Pilastri 30x70	30	70	10φ26	815	253,0	581,0	1,1	3,50	159	φ10/15 4br	443	Si	365	φ10/15 2br	590	Si
Pilastri 30x100	30	100	14φ26	859	336,0	1148,0	1,1	3,50	211	φ10/15 4br	443	Si	722	φ10/15 2br	867	Si
Pilastri 40x100	40	100	16φ26	980	586,0	1441,0	1,1	3,50	368	φ10/15 4br	903	Si	906	φ10/15 2br	1157	Si
Pilastri 50x50	50	50	16φ24	1244	439,0	439,0	1,1	3,50	276	φ10/15 2br	350	Si	276	φ10/15 2br	350	Si
Pilastri φ50	50	50	16φ26	1094	653,0	653,0	1,1	3,50	410	φ12/15 2br	584	Si	410	φ12/15 2br	584	Si

Tabella verifiche gerarchia resistenze (S.L.U.)_ Pilastri

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nei pilastri in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

Pilastro 30x70			Pilastro 30x100		
$N_{min} =$	1405	kN/m	$N_{min} =$	1258	kN/m
$b =$	70	cm	$b =$	100	cm
$h =$	30	cm	$h =$	30	cm
$A_c =$	2100	cm ²	$A_c =$	3000	cm ²
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,406		$v =$	0,255	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	425	cm	$L =$	425	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	212,5	cm	$L_0 =$	212,5	cm
$\rho =$	8,66	cm	$\rho =$	8,66	cm
$\lambda =$	24,5		$\lambda =$	24,5	
$\lambda_{lim} =$	41,1		$\lambda_{lim} =$	51,9	
Verifica	Si		Verifica	Si	

Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)_ Pilastri

Pilastro $\phi 50$			Pilastro 50x50			Pilastro 50x50 (luce doppia)		
$N_{min} =$	1917	kN/m	$N_{min} =$	1585	kN/m	$N_{min} =$	1193	kN/m
$b =$	50	cm	$b =$	50	cm	$b =$	50	cm
$h =$	0	cm	$h =$	50	cm	$h =$	50	cm
$A_c =$	1963	cm ²	$A_c =$	2500	cm ²	$A_c =$	2500	cm ²
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,593		$v =$	0,385		$v =$	0,290	
$C =$	1,7		$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	425	cm	$L =$	425	cm	$L =$	740	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	212,5	cm	$L_0 =$	212,5	cm	$L_0 =$	370	cm
$\rho =$	12,50	cm	$\rho =$	14,43	cm	$\rho =$	14,43	cm
$\lambda =$	17,0		$\lambda =$	14,7		$\lambda =$	25,6	
$\lambda_{lim} =$	34,0		$\lambda_{lim} =$	42,2		$\lambda_{lim} =$	48,6	
Verifica	Si		Verifica	Si		Verifica	Si	

Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)_ Pilastri

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Pilastro 40x100			Pilastro 40x100 (luce doppia)		
$N_{min} =$	1414	kN/m	$N_{min} =$	1079	kN/m
$b =$	100	cm	$b =$	100	cm
$h =$	40	cm	$h =$	40	cm
$A_c =$	4000	cm ²	$A_c =$	4000	cm ²
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,215		$v =$	0,164	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	425	cm	$L =$	740	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	212,5	cm	$L_0 =$	370	cm
$\rho =$	11,55	cm	$\rho =$	11,55	cm
$\lambda =$	18,4		$\lambda =$	32,0	
$\lambda_{lim} =$	56,5		$\lambda_{lim} =$	64,7	
Verifica	Si		Verifica	Si	

Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)_Pilastri

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

VERIFICHE A SLE

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara] $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$; $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente] $w \leq 0,40 \text{ mm}$;

[combinazione quasi permanente] $w \leq 0,30 \text{ mm}$; $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA

	SLE Rara	TF	M ₁	M ₂	N	Armatura	σ _s		σ _c	
		N/mm ²	kNm	kNm	kN	As	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Pil.1 (30x100)	TF min	-5,19	-21	67	-743	14φ26	6	< 360	3,90	< 17,43
	TF max	2,38	28	-75	-295	14φ26	30	< 360	3,95	< 17,43
Pil.2 (40x100)	TF min	-6,71	-24	-212	-1054	16φ26	8	< 360	5,09	< 17,43
	TF max	1,45	-23	-195	-932	16φ26	10	< 360	4,66	< 17,43
Pil.2 (30x100)	TF min	-5,45	-45	48	-438	14φ26	26	< 360	4,70	< 17,43
	TF max	2,53	-45	48	-438	14φ26	26	< 360	4,74	< 17,43
Pil.3 (40x100)	TF min	-4,49	-42	-56	-828	16φ26	4	< 360	3,35	< 17,43
	TF max	0,63	38	-53	-637	16φ26	0	< 360	2,86	< 17,43
Pil.3 (30x100)	TF min	-6,96	-52	131	-262	14φ26	88	< 360	7,36	< 17,43
	TF max	5,22	-52	131	-262	14φ26	88	< 360	7,36	< 17,43
Pil.4 (30x100)	TF min	-6,59	-7	-151	-938	14φ26	3	< 360	4,85	< 17,43
	TF max	1,42	-21	-66	-384	14φ26	11	< 360	3,19	< 17,43
Pil.5 φ50	TF min	-8,67	-34	-17	-1087	16φ24	0	< 360	5,55	< 17,43
	TF max	2,27	47	2	-302	16φ24	20	< 360	3,77	< 17,43
Pil.6 φ50	TF min	-8,20	43	1	-920	16φ24	0	< 360	5,26	< 17,43
	TF max	1,73	24	-45	-484	16φ24	8	< 360	4,37	< 17,43
Pil.7 φ50	TF min	-6,80	22	11	-936	16φ24	0	< 360	4,35	< 17,43
	TF max	-0,84	12	6	-375	16φ24	0	< 360	1,93	< 17,43

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara)_Pilastri

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

	SLE Rara	TF	M ₁	M ₂	N	Armatura	σ _s		σ _c	
		N/mm ²	kNm	kNm	kN	As	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Pil.8 (50x50)	TF min	-10,98	-175	-11	-512	16φ26	91	< 360	8,55	< 17,43
	TF max	6,88	-175	-11	-512	16φ26	91	< 360	8,55	< 17,43
Pil.9 φ50	TF min	-10,44	43	23	-1263	16φ24	0	< 360	6,68	< 17,43
	TF max	1,48	38	51	-733	16φ24	0	< 360	5,77	< 17,43
Pil.10 (50x50)	TF min	-8,27	-125	-17	-374	16φ26	69	< 360	6,54	< 17,43
	TF max	5,28	-125	-17	-374	16φ26	69	< 360	6,54	< 17,43
Pil.11 φ50	TF min	-7,63	21	41	-767	16φ24	0	< 360	4,91	< 17,43
	TF max	1,33	-19	-21	-197	16φ24	11	< 360	2,29	< 17,43
Pil.12 (50x50)	TF min	-8,55	113	-41	-287	16φ26	82	< 360	7,04	< 17,43
	TF max	6,25	113	-41	-287	16φ26	82	< 360	7,04	< 17,43
Pil.13 (50x50)	TF min	-6,84	21	75	-560	16φ26	15	< 360	4,73	< 17,43
	TF max	4,87	37	83	-225	16φ26	63	< 360	5,50	< 17,43
Pil.14 (50x50)	TF min	-5,56	-21	59	-430	16φ26	15	< 360	3,88	< 17,43
	TF max	2,87	-28	39	-88	16φ26	39	< 360	3,06	< 17,43
Pil.15 (30x100)	TF min	-7,21	-6	236	-622	14φ26	48	< 360	6,03	< 17,43
	TF max	3,29	45	-45	-185	14φ26	56	< 360	4,74	< 17,43
Pil.16 (30x100)	TF min	-9,47	105	70	-328	14φ26	131	< 360	10,20	< 17,43
	TF max	7,29	105	70	-328	14φ26	131	< 360	10,18	< 17,43

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara)_Pilastrri

	SLE Rara	TF	M ₁	M ₂	N	Armatura	σ _s		σ _c	
		N/mm ²	kNm	kNm	kN	As	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
Pil.17 (30x70)	TF min	-10,01	-21	124	-620	10φ26	42	< 360	8,23	< 17,43
	TF max	4,14	-22	120	-589	10φ26	44	< 360	8,13	< 17,43
Pil.18 φ50	TF min	-13,36	130	19	-521	16φ24	93	< 360	10,12	< 17,43
	TF max	8,05	130	19	-521	16φ24	93	< 360	10,12	< 17,43
Pil.19 φ50	TF min	-10,16	-33	-26	-1323	16φ24	0	< 360	6,53	< 17,43
	TF max	2,27	-52	-54	-748	16φ24	9	< 360	6,50	< 17,43
Pil.20 (50x50)	TF min	-16,45	153	156	-413	16φ26	175	< 360	14,15	< 17,43
	TF max	13,15	153	156	-413	16φ26	175	< 360	14,15	< 17,43
Pil.21 (50x50)	TF min	-9,85	-54	117	-409	16φ26	79	< 360	7,88	< 17,43
	TF max	6,57	-54	117	-409	16φ26	79	< 360	7,88	< 17,43

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara)_Pilastrri

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

QUASI PERMANENTE

	SLE Q Perm	TF	M ₁	M ₂	N	Armatura	σ _c	
		N/mm ²	kNm	kNm	kN	As	N/mm ²	N/mm ²
Pil.1 (30x100)	TF min	-4,90	-20	77	-613	14φ26	3,67	< 13,07
	TF max	2,12	24	-74	-288	14φ26	3,59	< 13,07
Pil.2 (40x100)	TF min	-6,09	-27	-176	-980	16φ26	4,60	< 13,07
	TF max	1,24	-27	-170	-930	16φ26	4,45	< 13,07
Pil.2 (30x100)	TF min	-4,47	-37	34	-397	14φ26	3,79	< 13,07
	TF max	1,82	-37	34	-397	14φ26	3,79	< 13,07
Pil.3 (40x100)	TF min	-3,91	-30	-52	-792	16φ26	2,91	< 13,07
	TF max	0,16	27	-42	-586	16φ26	2,32	< 13,07
Pil.3 (30x100)	TF min	-5,89	-42	115	-237	14φ26	6,15	< 13,07
	TF max	4,31	-42	115	-237	14φ26	6,15	< 13,07
Pil.4 (30x100)	TF min	-5,92	-6	-135	-859	14φ26	4,37	< 13,07
	TF max	1,16	-20	-52	-371	14φ26	2,82	< 13,07
Pil.5 φ50	TF min	-7,71	-30	-15	-977	16φ24	4,95	< 13,07
	TF max	1,88	41	1	-293	16φ24	3,33	< 13,07
Pil.6 φ50	TF min	-7,33	37	-2	-844	16φ24	4,70	< 13,07
	TF max	1,13	24	-35	-456	16φ24	3,76	< 13,07
Pil.7 φ50	TF min	-5,78	17	5	-859	16φ24	3,74	< 13,07
	TF max	-1,08	13	1	-422	16φ24	2,06	< 13,07

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Quasi permanente)_Pilastr

	SLE Q Perm	TF	M ₁	M ₂	N	Armatura	σ _c	
		N/mm ²	kNm	kNm	kN	As	N/mm ²	N/mm ²
Pil.8 (50x50)	TF min	-9,44	-156	2	-472	16φ26	7,29	< 13,07
	TF max	5,67	-156	2	-472	16φ26	7,29	< 13,07
Pil.9 φ50	TF min	-9,15	35	20	-1145	16φ24	5,85	< 13,07
	TF max	0,75	32	38	-646	16φ24	4,72	< 13,07
Pil.10 (50x50)	TF min	-7,10	-7	56	-1018	16φ26	4,65	< 13,07
	TF max	4,22	-112	-5	-346	16φ26	5,40	< 13,07
Pil.11 φ50	TF min	-6,55	14	34	-702	16φ24	4,22	< 13,07
	TF max	1,03	-16	-19	-194	16φ24	2,05	< 13,07
Pil.12 (50x50)	TF min	-7,23	95	-35	-255	16φ26	5,95	< 13,07
	TF max	5,18	95	-35	-255	16φ26	5,95	< 13,07
Pil.13 (50x50)	TF min	-5,66	8	65	-539	16φ26	3,80	< 13,07
	TF max	3,77	31	64	-196	16φ26	4,36	< 13,07
Pil.14 (50x50)	TF min	-4,98	-8	62	-398	16φ26	3,46	< 13,07
	TF max	2,17	-26	25	-76	16φ26	2,34	< 13,07
Pil.15 (30x100)	TF min	-6,02	-4	194	-558	14φ26	4,92	< 13,07
	TF max	2,53	36	-33	-165	14φ26	3,71	< 13,07
Pil.16 (30x100)	TF min	-8,39	94	57	-292	14φ26	8,97	< 13,07
	TF max	6,44	94	57	-292	14φ26	8,97	< 13,07

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Quasi permanente)_Pilastr

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

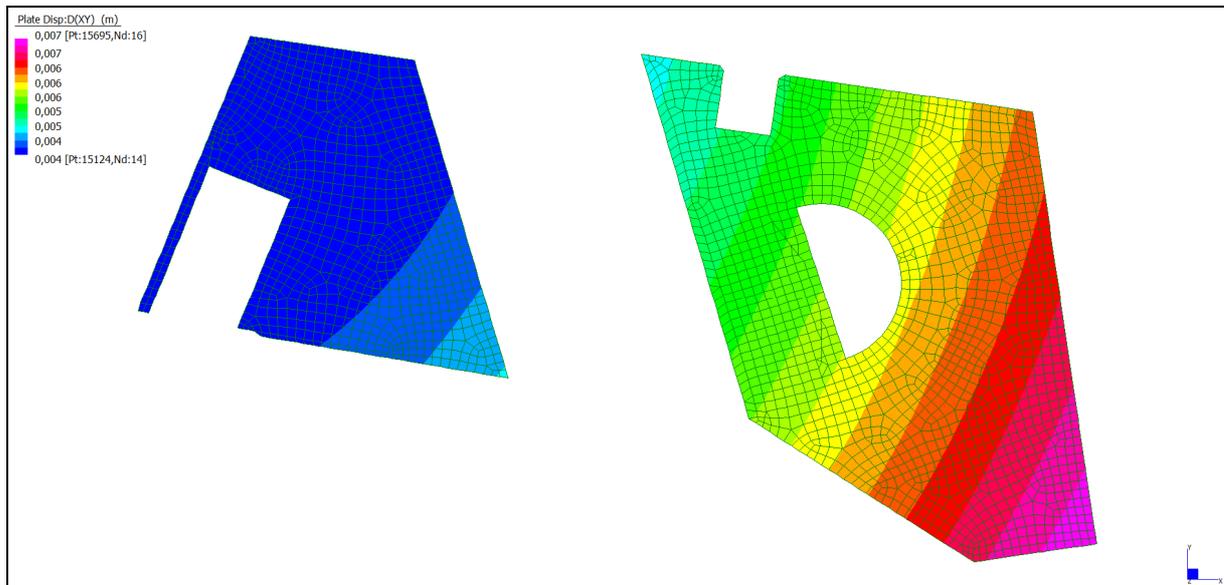
Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

	SLE Q Perm	TF	M ₁	M ₂	N	Armatura	σ _c	
		N/mm ²	kNm	kNm	kN	As	N/mm ²	N/mm ²
Pil.17 (30x70)	TF min	-8,84	-19	110	-542	10φ26	7,34	< 13,07
	TF max	3,68	-19	110	-542	10φ26	7,34	< 13,07
Pil.18 φ50	TF min	-11,69	114	13	-461	16φ24	8,85	< 13,07
	TF max	6,99	114	13	-461	16φ24	8,85	< 13,07
Pil.19 φ50	TF min	-8,86	-27	-17	-1225	16φ24	5,68	< 13,07
	TF max	1,56	-45	-44	-698	16φ24	5,63	< 13,07
Pil.20 (50x50)	TF min	-14,20	133	132	-365	16φ26	12,14	< 13,07
	TF max	11,29	133	132	-365	16φ26	12,14	< 13,07
Pil.21 (50x50)	TF min	-8,50	-50	97	-365	16φ26	6,78	< 13,07
	TF max	5,58	-50	97	-365	16φ26	6,78	< 13,07

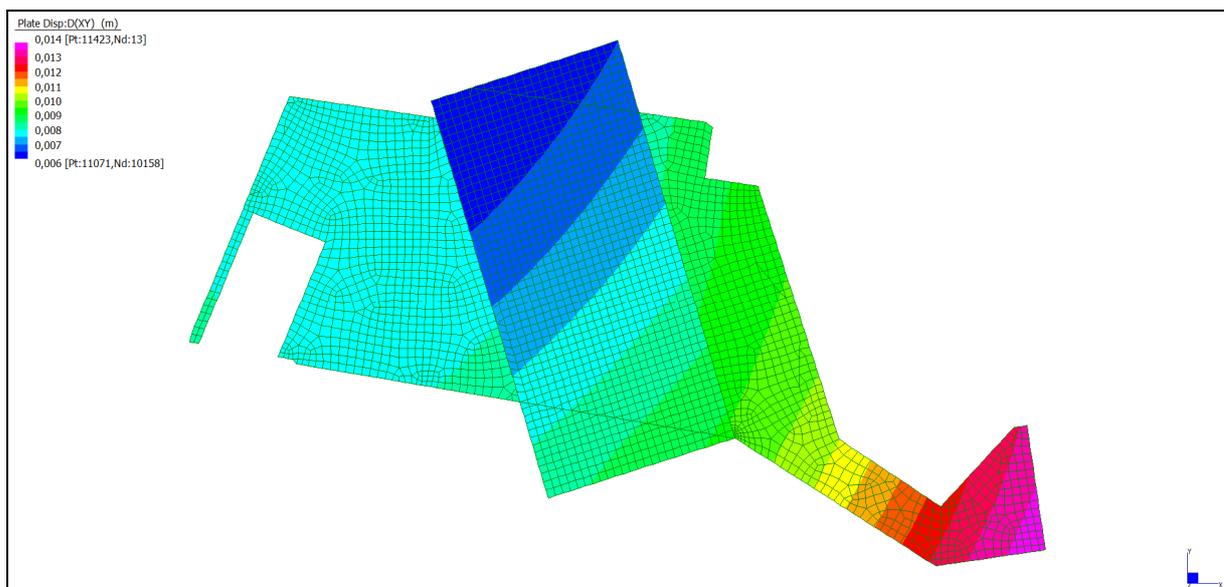
Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Quasi permanente)_Pilastr

11. VERIFICHE SPOSTAMENTI D'INTERPIANO

Sono stati analizzati gli spostamenti reciproci d'interpiano tra i vari orizzontamenti. Di seguito si riportano i grafici di spostamento.



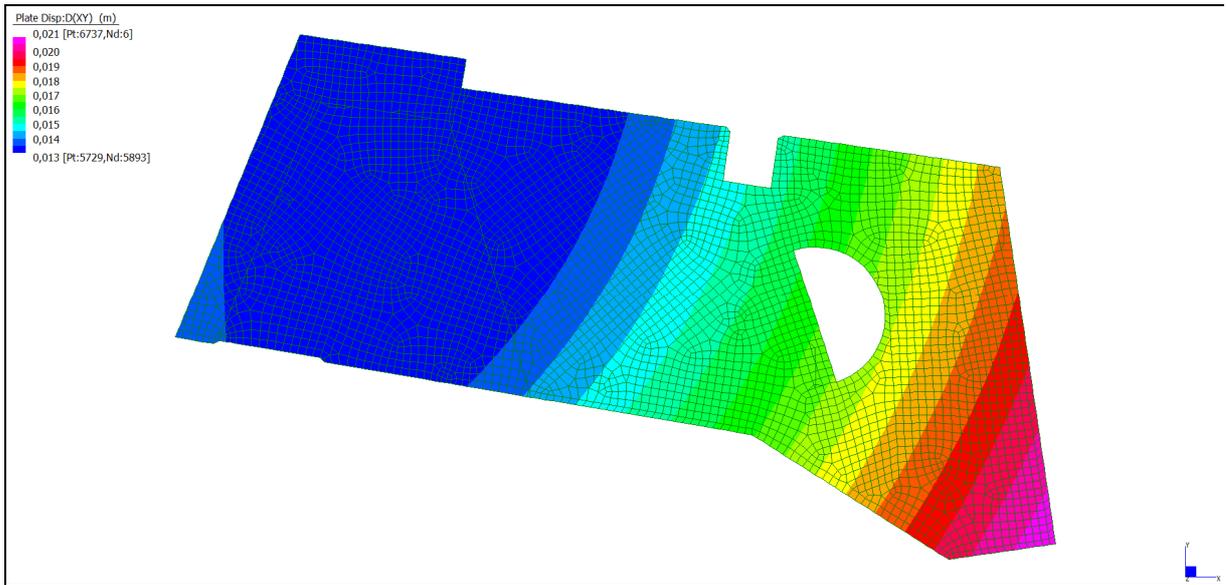
Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO – Solaio quota 676,55m



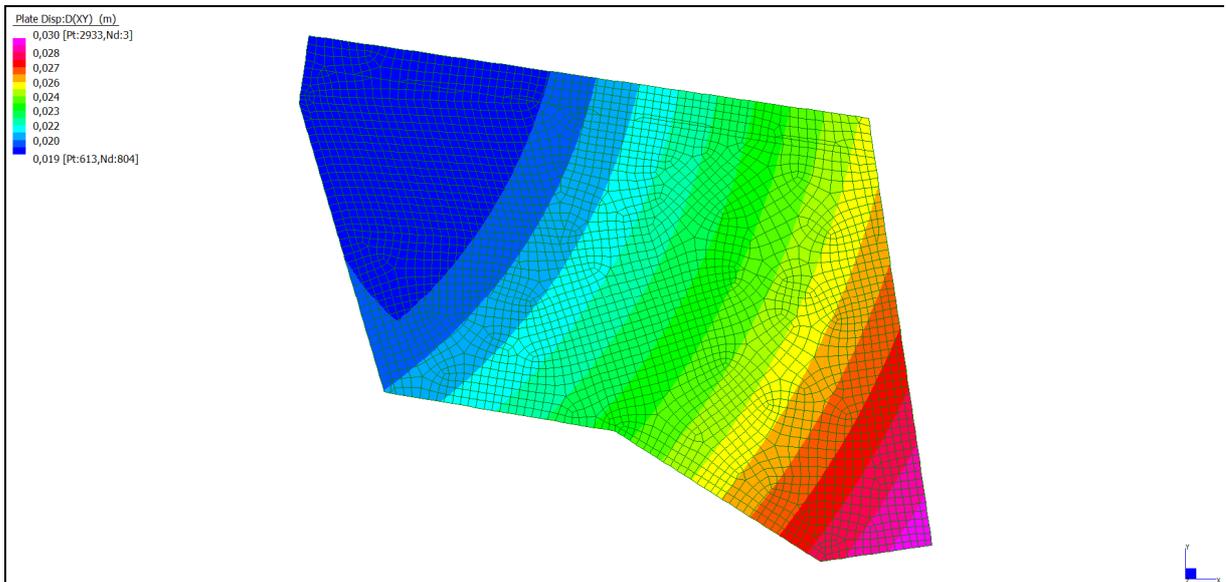
Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO – Soletta quota 680,45m

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori



Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO – Soletta quota 684,35m



Spostamenti Dxy – Inviluppo assoluto SLO – Soletta quota 688,55m

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Nelle tabelle sottostanti si riporta la verifica degli spostamenti d'interpiano:

Copertura - 3p	H	3,80	m	
	Dxy	30	mm	quota 688m
	Dxy	21	mm	quota 684m
	Δ xy	9	mm	
		<		
	d_{r limite}	13	mm	2/3 * 0,005 H
	Verifica	Sì		

3p - 2p	H	3,50	m	
	Dxy	21	mm	quota 684m
	Dxy	14	mm	quota 680m
	Δ xy	7	mm	
		<		
	d_{r limite}	12	mm	2/3 * 0,005 H
	Verifica	Sì		

2p - 1p	H	3,50	m	
	Dxy	14	mm	quota 680m
	Dxy	7	mm	quota 676m
	Δ xy	7	mm	
		<		
	d_{r limite}	12	mm	2/3 * 0,005 H
	Verifica	Sì		

1p - platea	H	4,25	m	
	Dxy	7	mm	quota 676m
	Dxy	0	mm	quota 671m
	Δ xy	7	mm	
		<		
	d_{r limite}	14	mm	2/3 * 0,005 H
	Verifica	Sì		

Tabella verifica spostamento d'interpiano (S.L.O.)

12. VERIFICHE GEOTECNICHE

12.1 Calcolo carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Le espressioni di Brinch-Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ($\phi = 0$) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

$$q_u = c_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q$$

in cui d_c, d_q, d_γ , sono i fattori di profondità; s_c, s_q, s_γ , sono i fattori di forma; i_c, i_q, i_γ , sono i fattori di inclinazione del carico; b_c, b_q, b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa; g_c, g_q, g_γ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c, N_q, N_γ sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = 2,0(N_q - 1) \operatorname{tg} \phi$$

Vediamo come si esprimono i fattori che compaiono nell'espressione del carico ultimo.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Fattori di forma

$$\text{per } \phi=0 \quad s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad s_c = 1 + 0,2 \frac{B (1+\text{sen } \phi)}{L (1+\text{sen } \phi)}$$

$$s_q = 1 + 0,1 \frac{B (1+\text{sen } \phi)}{L (1+\text{sen } \phi)}$$

$$s_\gamma = 1 + 0,1 \frac{B (1+\text{sen } \phi)}{L (1+\text{sen } \phi)}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \text{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

vari coefficienti si esprimono come

$$\text{per } \phi=0 \quad d_c = 1 + 0,4k$$

$$\text{per } \phi>0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \text{tg } \phi}$$

$$d_q = 1 + 2 \text{tg } \phi (1 - \text{sen } \phi)^2 k_\gamma = 1$$

Fattori di inclinazione del carico

Indichiamo con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B' \times L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B , L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) e con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta = 0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

$$\text{per } \phi = 0 \quad i_c = 1 - \frac{m H}{A_f c_a N_c}$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \text{ctg}\phi}\right)^m$$

$$\text{per } \eta = 0 \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \text{ctg}\phi}\right)^{m+1}$$

$$\text{dove} \quad m = \frac{2 + B / L}{1 + B / L}$$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

$$\text{per } \phi=0 \quad b_c = 1 - \frac{2 \eta}{\pi + 2}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \text{tg } \phi}$$

$$b_q = (1 - \eta \text{tg } \phi)^2$$

$$b_\gamma = b_q$$

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori g si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{1 - 2\beta}{\pi + 2}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \operatorname{tg}\beta)^2$$

poter applicare la formula di Brinch-Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg}\delta + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

12.2 Calcolo cedimenti

Per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni in esame è stato utilizzato il metodo elastico, così come implementato, fornisce due valori:

- uno per deformazione laterale impedita (w_{imp})
- uno in condizioni di deformazione laterale libera (w_{lib})

L'espressione di w_{imp} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i (1 - \nu - 2 \nu^2)}{E_i (1 - \nu)} \Delta z_i$$

Dove:

- $\Delta \sigma$ è la tensione indotta nel terreno, alla profondità z , dalla pressione di contatto della fondazione;
- E è il modulo elastico relativo allo strato i -esimo;
- Δz rappresenta lo spessore dello strato i -esimo in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;
- ν è il coefficiente di Poisson.

L'espressione di w_{lib} è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove i termini sono stati già descritti sopra.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto. I valori del cedimento ottenuti dalle due relazioni rappresentano un valore minimo w_{imp} e un valore massimo w_{lib} del cedimento in condizioni elastiche della fondazione analizzata.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

12.3 PLATEA

PREMESSA

E' stata analizzata la platea di fondazione (a quota +671,90 m) di 80 cm di spessore. Dato il suo particolare sviluppo in pianta, è stata modellata, ragionando a favore di sicurezza, semplificandola ad una fondazione a base rettangolare di dimensioni: 13,50 m di base e 31,00 m di altezza. Nel suo baricentro sono state applicate le risultanti dei carichi che provocano i massimi cedimenti.

Di seguito si riportano le verifiche della fondazione eseguite con l'ausilio del Software Carl 10.0 (Azec informatica).

Geometria della fondazione

Simbologia adottata

Forma Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)

X Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]

Y Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]

B Base/Diametro della fondazione espressa in [m]

L Lunghezza della fondazione espressa in [m]

D Profondità del piano di posa in [m]

α Inclinazione del piano di posa espressa in [°]

ω Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	α	ω
Fondazione	(R)	0,00	0,00	13,50	31,00	0,80	0,00	0,00

Descrizione terreni e falda

Caratteristiche fisico-meccaniche

Simbologia adottata

γ Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

γ_{sat} Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi

δ Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

c Coesione del terreno espressa in [kPa]

ca Adesione del terreno espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	ca
Terreno	20,000	20,000	30,00	30,00	0,0	0,0

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Caratteristiche di deformabilità

Simbologia adottata

Descr Descrizione terreno

E Modulo di Young espresso in [kPa]

Descr	E
Terreno	100000

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

n° Identificativo strato

Z1 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]

Z2 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]

Z3 Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]

Terreno Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1: X = 0,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 3,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 0,0 [m] Y = 3,0 [m]

N	Z1	Z2	Z3	Terreno
1	-110,0	-110,0	-110,0	Terreno

Normativa

N.T.C. 2008

Calcolo secondo: Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili

γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili

$\gamma_{\tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

γ_{γ} Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

Coefficienti parziali combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti parziali combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche geotecniche.

		R1	R2	R3
Capacità portante	γ_r	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	γ_r	1,00	1,10	1,10

Coeff. di combinazione $\Psi_0= 0,70$ $\Psi_1= 0,50$ $\Psi_2= 0,20$

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione						
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kN]						
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kNm]						
<i>My</i>	Momento in direzione Y espressa in [kNm]						
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]						
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]						
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]						
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kN]						

Condizione n° 1 (SLU3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	62817,000	31286,000	32144,000	0,5	-0,5	90,0	0,000

Condizione n° 2 (SLV12)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	44723,000	37745,000	33560,000	0,8	-0,8	90,0	0,000

Condizione n° 3 (SLE R3)

Fondazione	N	Mx	My	ex	ey	β	T
Fondazione	47392,000	23929,000	24100,000	0,5	-0,5	90,0	0,000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

C Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Approccio 2

	γ	Ψ	C
SLU4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Approccio 2

	γ	Ψ	C
SLV3	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Approccio 2

	γ	Ψ	C
SLE R4	1.00	1.00	1.00

12.4 Verifica a capacità portante

Per il calcolo della capacità portante sono state considerate le sole combinazioni di stato limite ultimo.

Analisi in condizioni drenate

Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen
La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Riduzione per comportamento a piastra.

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 11,69$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 20,0000$	[kN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 30,00$	[°]
Coesione	$c = 0$	[kPa]
Modulo di taglio	$G = 38462$	[kPa]

Base ridotta $B' = B - 2 ex = 12,48$ [m]

Lunghezza ridotta $L' = L - 2 ey = 30,00$ [m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,25$	$s_q = 1,12$	$s_\gamma = 1,12$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,02$	$d_q = 1,02$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 337 + 2492 = 2829 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 1230 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 1058942,4220 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 460409,7487 \text{ [kN]}$$

$$V = 62817,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 10589424220 / 6405449,49 = 16,86$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 108,11$$

La verifica a capacità portante è soddisfatta.

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 11,69$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 20,0000$	[kN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 30,00$	[°]
Coesione	$c = 0$	[kPa]
Modulo di taglio	$G = 38462$	[kPa]

Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 12,00$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 29,31$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,25$	$s_q = 1,12$	$s_\gamma = 1,12$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,02$	$d_q = 1,02$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 336 + 2392 = 2729 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 1186 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 959746,9112 \text{ [kN]}$$
$$Q_d = 417281,2657 \text{ [kN]}$$
$$V = 44723,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 9597469112 / 4560404,31 = 21,46$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 108,11$$

La verifica a capacità portante è soddisfatta.

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

12.5 Verifica cedimenti

Per il calcolo dei cedimenti è stata considerata la combinazione di stato limite d'esercizio.

Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata impostata un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale impostata è: 0,05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

Cedimento complessivo

Simbologia adottata

Comb Identificativo della combinazione

w_i Cedimento elastico espresso in [cm]

w_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

H Spessore strato compressibile espresso in [m]

X coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Y coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

Fondazione

Comb	w_i	w_{imp}	H	X	Y
3	1,32	1,25	26,10	0,51	0,50
3	0,24	0,27	26,10	-6,75	-15,50
3	0,32	0,35	26,10	6,75	-15,50
3	0,39	0,41	26,10	6,75	15,50
3	0,31	0,33	26,10	-6,75	15,50

Cedimento dei singoli strati

Simbologia adottata

Strato Identificativo dello strato

Terreno Terreno dello strato

ΔH Spessore dello strato espresso in [m]

Δw_i Cedimento elastico espresso in [cm]

Δw_{imp} Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 3)

Strato	Terreno	ΔH	Δw_i	Δw_{imp}
1	Terreno	25,30	1,3185	1,2520
Totale		25,30	1,3185	1,2520

Centrale de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul bâtiment visiteurs - Relazione di calcolo edificio visitatori

Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

Simbologia adottata

n°	numero d'ordine dell'i-esimo strato
z	quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]
ΔH	spessore dello strato i-esimo espresso in [cm]
$\Delta\sigma_v$	incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [kPa]
E	modulo elastico dell'i-esimo strato espresso in [kPa]
Δw	cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

Fondazione (Combinazione n° 3)

n°	z	ΔH	$\Delta\sigma_v$	E	Δw
1	-1,64	1,69	116	100000	0,0018
2	-3,33	1,69	113	100000	0,1260
3	-5,02	1,69	107	100000	0,1416
4	-6,70	1,69	97	100000	0,1392
5	-8,39	1,69	87	100000	0,1306
6	-10,08	1,69	77	100000	0,1196
7	-11,76	1,69	68	100000	0,1082
8	-13,45	1,69	61	100000	0,0974
9	-15,14	1,69	54	100000	0,0873
10	-16,82	1,69	47	100000	0,0783
11	-18,51	1,69	42	100000	0,0703
12	-20,20	1,69	38	100000	0,0632
13	-21,88	1,69	34	100000	0,0569
14	-23,57	1,69	30	100000	0,0514
15	-25,26	1,69	27	100000	0,0466
Totale		25,30			1,3185

La verifica dei cedimenti è soddisfatta.