

ROMA CONVENTION CENTER "LA NUVOLA"



COMMITTENTE:

EUR S.p.A.

Largo Virgilio Testa, 23 - 00144 ROMA

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Raimondo Cavallo



PROGETTISTA:

Dott. Arch. Fabrizio d'Ovidio

GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Arch. Pina Colamarino

Dott. Ing. Vittorio Calomeni

TECNOLOGIE CONGRESSUALI ALL'INTERNO DELL'AUDITORIUM

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

AUDIO
VERIFICA STATICA APPENDIMENTI

ID ELABORATO:

A_05

EMISSIONE:

DATA:

REV:

N.1

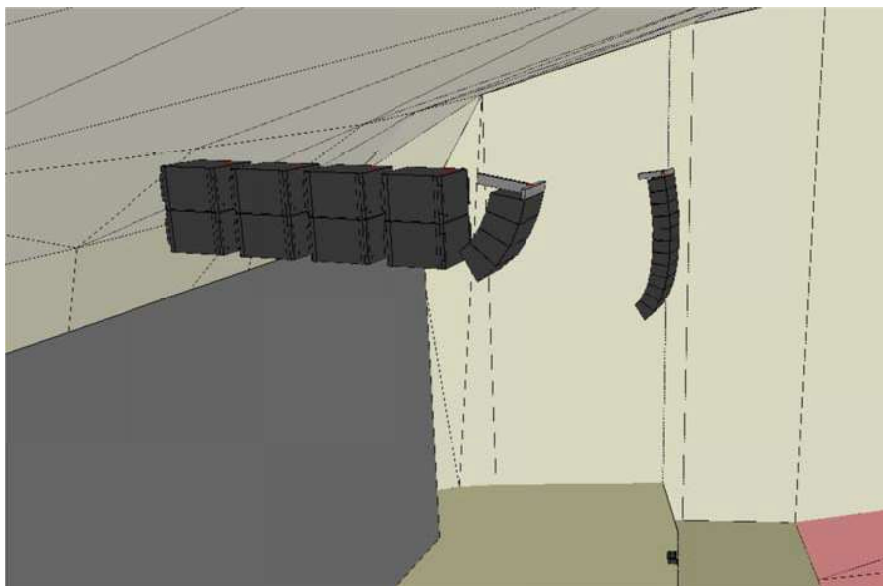
01-07-2020

0

SCALA:

-

**AUDITORIUM “LA NUVOLO” ROMA CONVENTION CENTER
VIALE ASIA 40 - ROMA**



SISTEMA DI APPENSIONI PER DIFFUSORI ACUSTICI

Committente: **EUR S.p.A.**
Largo Virgilio Testa, 23
00144 Roma

Roma, 12 luglio 2020



IL TECNICO
Ing. Vittorio Calomeni

A handwritten signature in black ink, appearing to read "V. Calomeni".

AGGIORNAMENTI E REVISIONI.				
EM.	RELAZIONE ORIGINARIA	12/07/2020	VC	VC
AGG.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	REV.	EM.

1. PREMESSA.

Con la presente relazione si illustrano i calcoli di verifica di un sistema di appensioni per diffusori acustici alla struttura portante dell’Auditorium de “La Nuvola” Roma Convention Center di viale Asia 40 a Roma.

L’intervento prevede il posizionamento di cinque punti di ancoraggio di altrettanti cluster realizzati come di seguito:

- n.ro 1 cluster Tipo ShowMatch di fabbricazione Bose composto da 4 elementi tipo SM10;
- n.ro 4 cluster realizzati ognuno con due elementi tipo sub SMS118 di fabbricazione Bose.

Il peso del primo cluster è pari a circa 1,50 kN comprensivo della staffa di appensione (flybar) mentre il peso degli altri cluster è pari a circa 1,40 kN anche esso comprensivo della flybar.

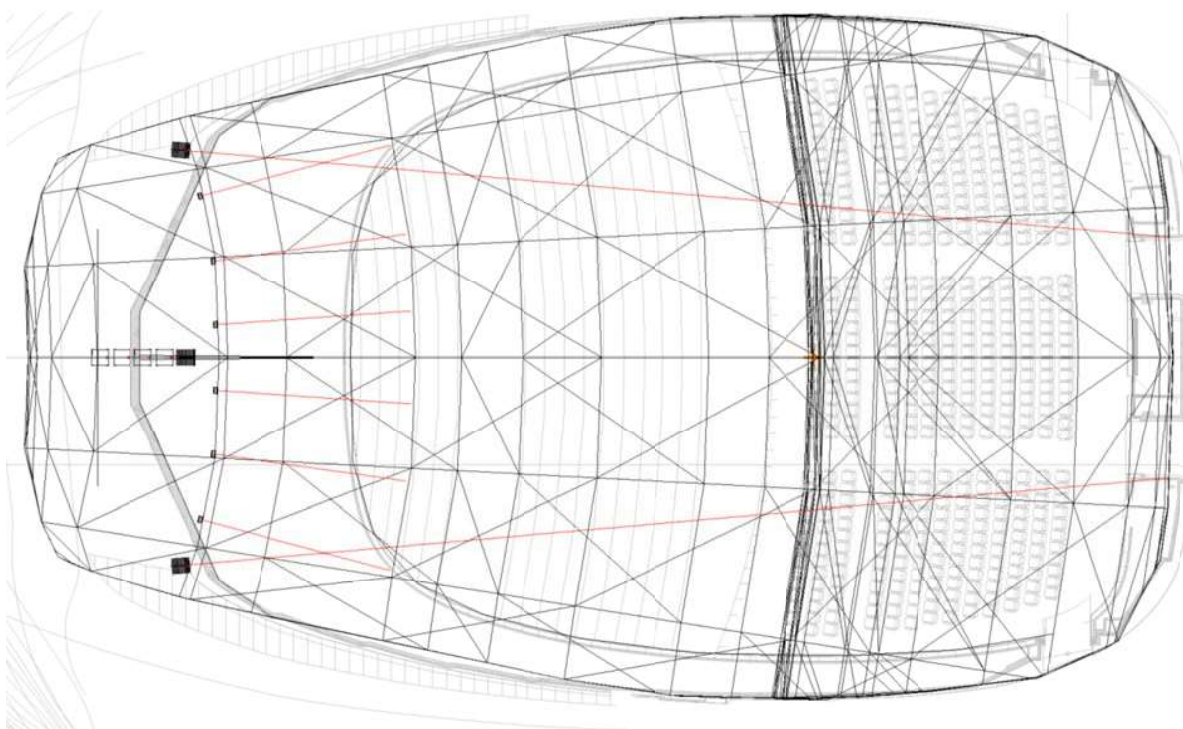


Fig.1: Pianta

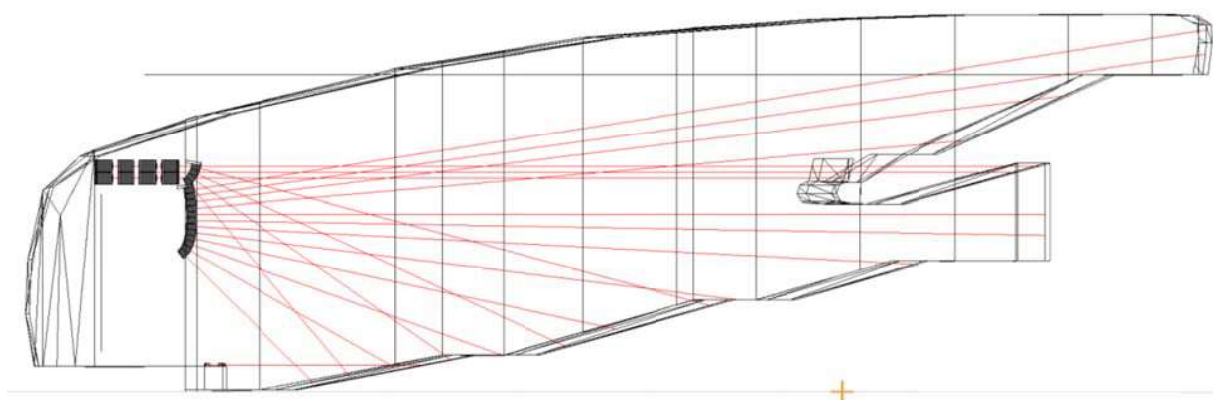


Fig.2: Sezione

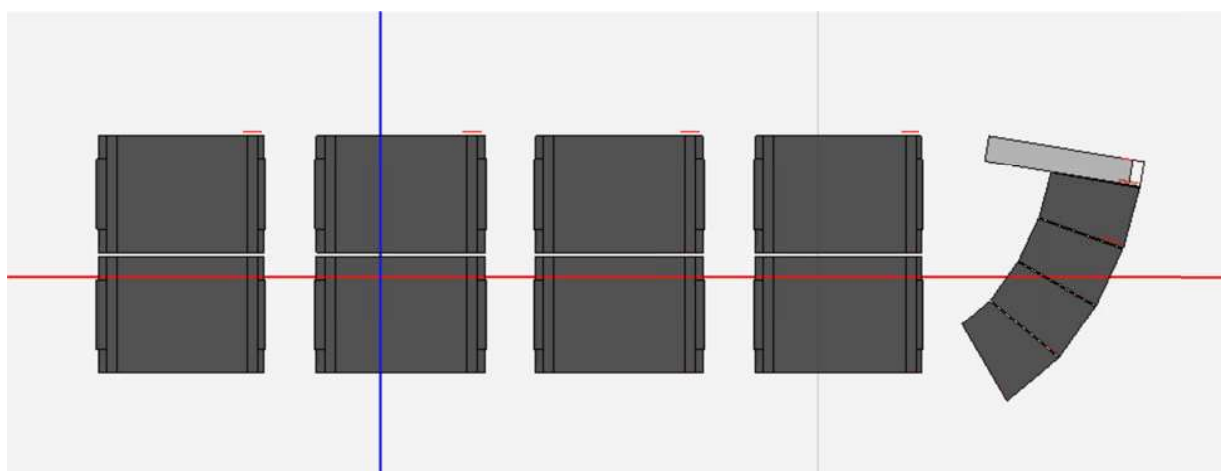


Fig.3: Vista Laterale Cluster

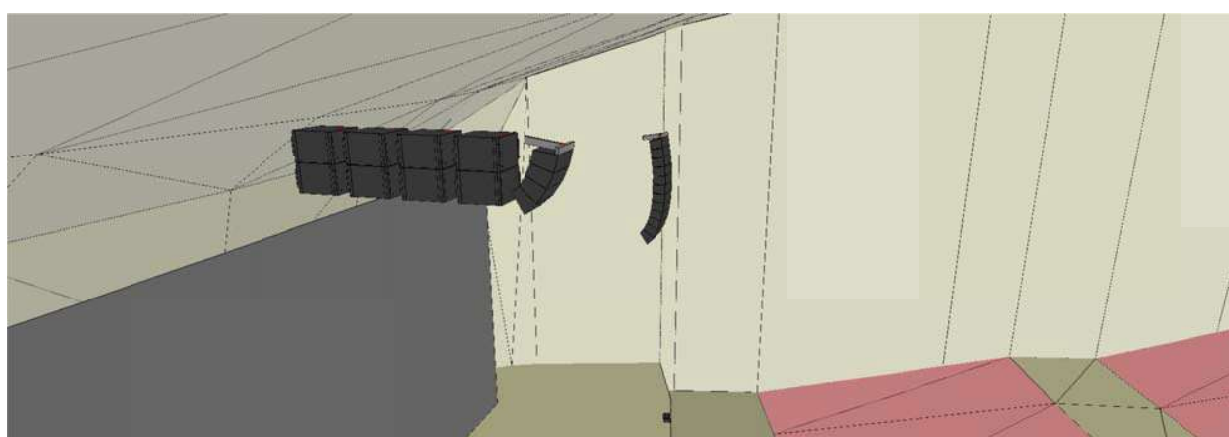


Fig. 4: Vista Assonometrica

La collocazione dei punti di appensione avviene sulle strutture del cosiddetto “Guscio” che costituisce la struttura dell’Auditorium; in particolare sono interessate le briglie inferiori della struttura reticolare del telaio longitudinale centrale. Di seguito si riportano, in estratto dalla Relazione di Calcolo, due viste 3D che rappresentano il modello di calcolo e forniscono informazioni utili all’individuazione delle parti interessate.

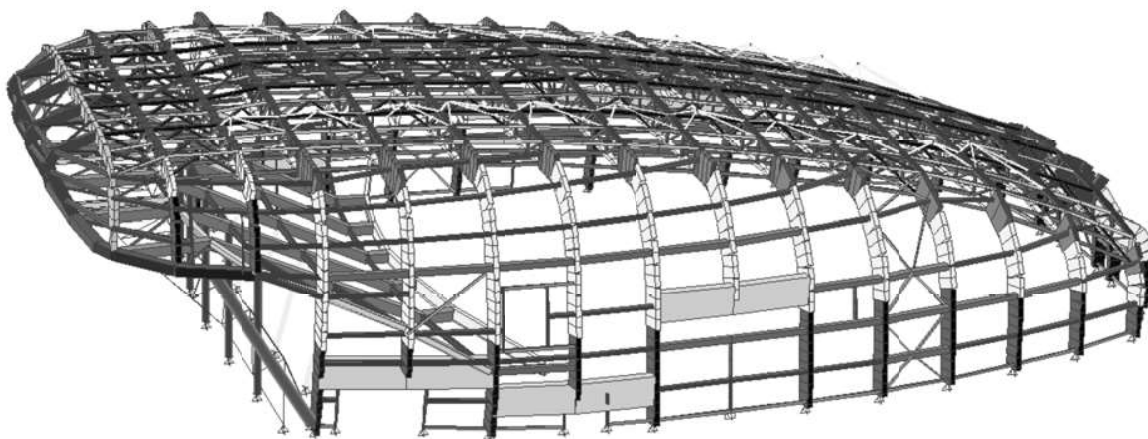


Fig. 5: Vista 3D della struttura principale

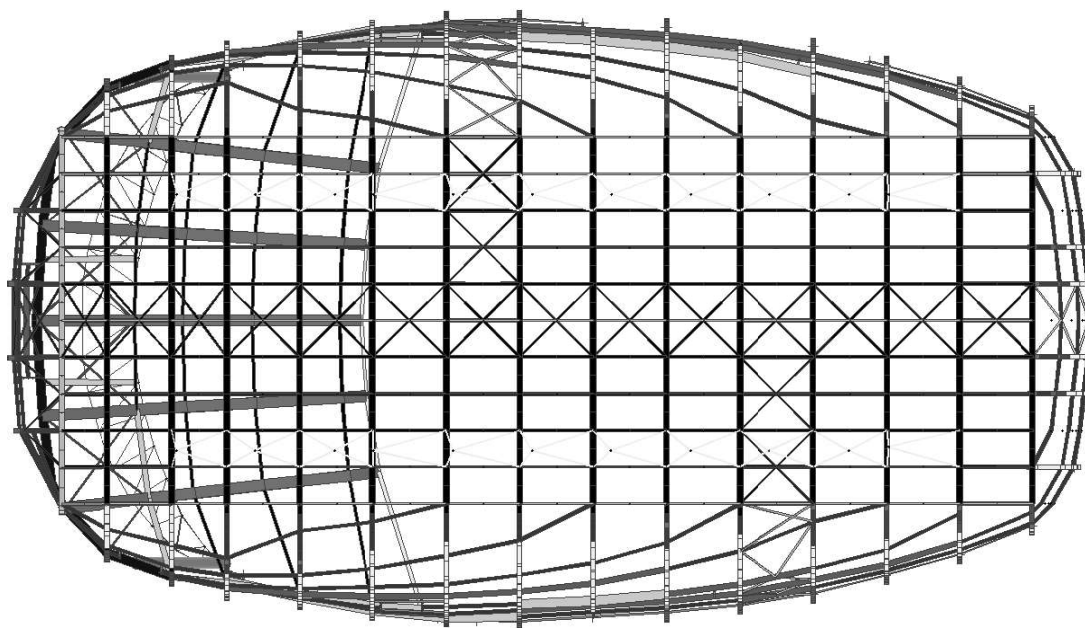


Fig. 6: Vista 3D della struttura principale

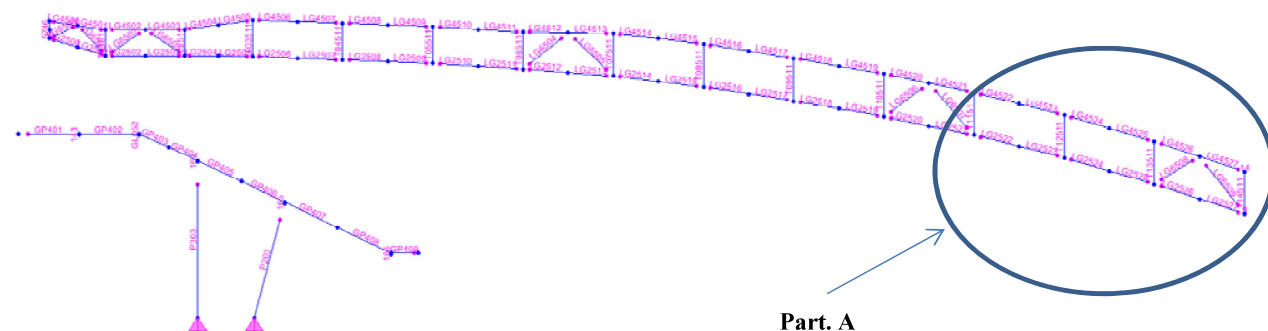


Fig. 7: Modello di Calcolo trave di collegamento longitudinale

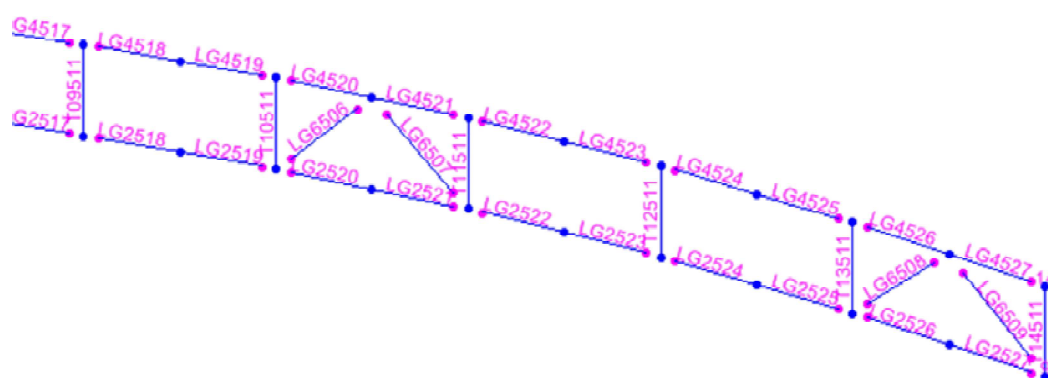


Fig. 8: Particolare A della trave di collegamento longitudinale.

Dalle immagini riportate si individua negli elementi LG2524 e LG2525 della trave di collegamento longitudinale centrale i tratti interessati all’ancoraggio dei punti di sospensione.

L’incarico è espletato su mandato della società società EUR SpA con sede in Roma, Largo Virgilio Testa 23.

2. OSSERVANZA DELLE DISPOSIZIONI DI LEGGE.

Il calcolo è stato redatto con particolare riferimento a:

- DM 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" suppl. ord G.U. 42 del 20/02/2018.

- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 “ Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SOSPENSIONE.

Il sistema di appensione, di tipo diretto, sarà costituito da un cavo di acciaio $\varnothing 10$ disposto a canestro attorno al profilo del corrente inferiore della trave reticolare precedentemente individuata; le redance di tale cavo saranno dotate ognuna di un grillo omega con perno a vite di portata minima 10,00 kN (1,00 t) che confluiscono su un O-ring (campanella) di portata minima 10,00 kN (1 t). Il sistema prosegue con un altro grillo a omega che collega la redancia di un cavo $\varnothing 10$ verticale, di lunghezza di progetto; l'altra redancia, al capo opposto del cavo, si collega ad un ulteriore grillo a omega a cui sarà agganciato l'elemento di collegamento del cluster (Fly-bar). Una descrizione schematica è fornita nel disegno seguente.

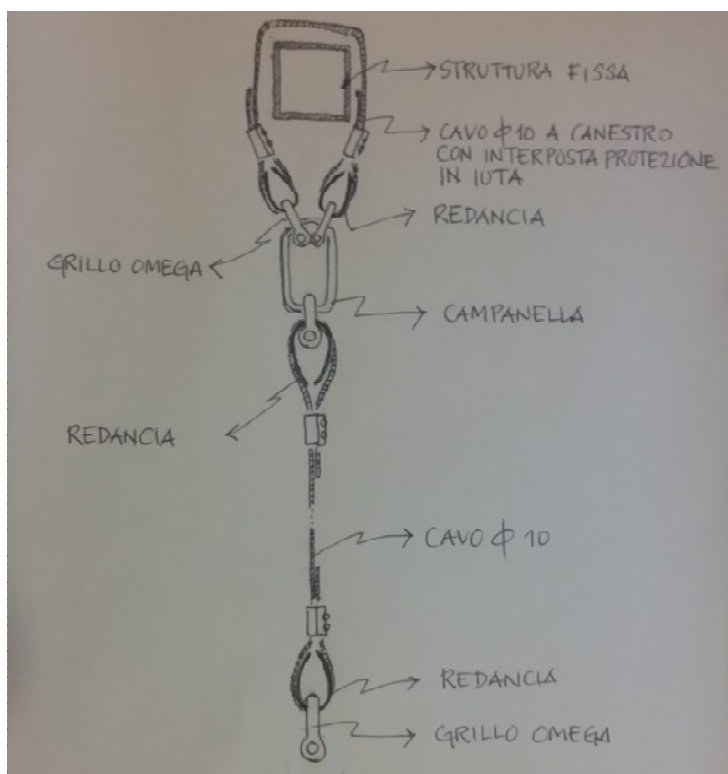


Fig. 9: Disegno schematico del sistema di appendimento (fuori scala).

la lunghezza del cavo $\varnothing 10$ da disporre a canestro è facoltativa; ovviamente la scelta di questa condizionerà la lunghezza del cavo verticale per far sì che la massa appesa sia all'altezza da terra voluta.

Le portate minime degli elementi costituenti il sistema di sospensione saranno:

- 10,00 kN (1,00 t) per i grilli a omega;
- 10,00 kN (1,00 t) per le campanelle (O-ring);
- 8,00 kN quale carico di servizio e 56,00 kN quale carico minimo di rottura per i cavi $\varnothing 10$ con corrispondente coefficiente di sicurezza pari a 7.

Tali portate sono tutte superiori al carico appeso pertanto può affermarsi che il sistema di appensione così come proposto soddisfa i criteri di sicurezza.

4. AZIONI ESTERNE E IPOTESI DI CALCOLO PER LA STRUTTURA FISSA.

Le masse appese saranno ancorate sulla struttura residente e su di essa esprimeranno i loro effetti. L'entità dei carichi da appendere è da ritenersi percentualmente molto piccola rispetto alle altre tipologie di carico considerate nella Relazione di Calcolo originaria per cui può certamente studiarsi il problema considerandolo come un intervento locale, circoscrivendolo, cioè, al solo elemento interessato, ritenendo trascurabili gli effetti sull'intera struttura. Per quelle che sono le condizioni di vincolo si può considerare, a vantaggio di statica, l'elemento trave incernierato alle estremità e di luce pari a 4,00 m; inoltre, per quelle che sono le dimensioni del problema e ipotizzando una equidistanza tra le masse pari ad 1,20 m risulta che sulla singola trave insisteranno tre dei cinque carichi da sospendere. Nella figura seguente viene riportato il modello di calcolo con il posizionamento dei carichi che rende massimo il momento flettente.

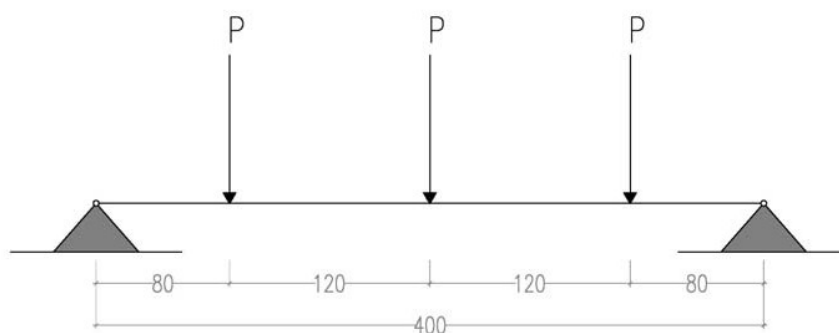
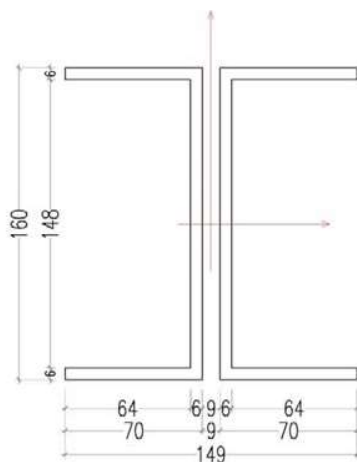


Fig. 10: Schema statico appendimento

La sezione trasversale dell'elemento trave è costituita da due C accoppiate. Le dimensioni trasversali, rilevate dalla Relazione di Calcolo originaria, sono riportate nella fig. seguente.



Le caratteristiche geometriche di tale sezione sono riportate nella tabella seguente:

Area:	34,56	cm ²
Perimetro:	117,60	cm
Baricentro:	X _G : 0.00	cm
	Y _G : 0.000	cm
Momenti di inerzia:	X: 1320,75	cm ⁴
	Y: 341,24	cm ⁴
Moduli di resistenza:	W _x : 165,09	cm ³
	W _y : 45,04	cm ³
Raggi di girazione:	X: 6,18	cm
	Y: 3,14	cm

Combinazione delle azioni:

Vengono prese in esame solamente le combinazioni di carico allo stato limite ultimo:

Combinazione 1: solo pesi permanenti portati

$g_2 \cdot 1,3$

5. MATERIALI UTILIZZATI.

Tipo di acciaio utilizzato:	S355JR		
Resistenza allo snervamento:	f_{yk}	355	MPa
Resistenza a rottura:	f_{tk}	470	MPa
Coefficiente di sicurezza:	γ_m	1.15	
Resistenza di progetto a flessione:	f_{yd}	308	MPa
Resistenza di progetto a taglio:	f_{vd}	150	MPa

Tab. 2 - Caratteristiche Materiali

6. CALCOLO SOLLECITAZIONI.

Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione viene effettuato con i metodi classici della scienza delle costruzioni ipotizzando un comportamento elastico dei materiali.

$$M_x = 3,64 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_x = 2,73 \text{ kN}$$

7. RISULTATI DELLE VERIFICHE

Per quelle che sono le sollecitazioni calcolate e le caratteristiche geometriche della sezione considerata si ottengono le sollecitazioni relative alla condizione di carico considerata.

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \pm 2,20 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_m = \frac{T_x}{A_{an}} = 0,30 \text{ kN/cm}^2$$

Dalla Relazione di Calcolo originariasi estraggono i valori delle verifiche elastiche dell'elemento utilizzato:

SEZIONE :E

Aste :LG2500 LG2501 LG2502 LG2503 LG2504 LG2505 LG2506 LG2507 LG2508 LG2509 LG2510 LG2511 LG2512 LG2513 LG2514 LG2515
LG2516 LG2517 LG2518 LG2519 LG2520 LG2521 LG2522 LG2523 LG2524 LG2525 LG2526 LG2527

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 70 mm , altezza= 6 mm

Asta LG2524 asc x=	0.00	Sigma Sup Max =	3.81 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_2 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2524 asc x=	0.00	Sigma Inf Max =	3.81 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_2 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Sup Min =	-16.00 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Inf Min =	-14.65 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)

Anima : base= 6 mm , altezza= 148 mm

Asta LG2524 asc x=	0.00	Sigma Sup Max =	3.81 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_2 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2508 asc x=	200.16	Sigma Inf Max =	19.32 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_3 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Sup Min =	-14.65 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2519 asc x=	203.04	Sigma Inf Min =	-0.41 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_5:Fase1 Fase2 Fase3 (-)
Asta LG2509 asc x=	200.16	Tau Sup Max =	1.07 <	16.97 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_V2_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2509 asc x=	200.16	Tau Inf Max =	1.07 <	16.97 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_V2_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Id. Sup =	14.65 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2508 asc x=	200.16	Sigma Id. Inf =	19.32 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_3 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2509 asc x=	200.16	Tau Med =	1.48 <	16.97 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_V2_3:Fase1 Fase2 Fase3 (+)

Piattabanda Inferiore : base= 70 mm , altezza= 6 mm

Asta LG2508 asc x=	200.16	Sigma Sup Max =	19.32 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_3 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2508 asc x=	200.16	Sigma Inf Max =	20.67 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_N_3 :Fase1 Fase2 Fase3 (+)
Asta LG2519 asc x=	203.04	Sigma Sup Min =	-0.41 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_5:Fase1 Fase2 Fase3 (-)
Asta LG2519 asc x=	203.04	Sigma Inf Min =	-0.41 <	29.40 kN/cm ² Verificato!	LG_BRINF_M3_5:Fase1 Fase2 Fase3 (-)

Delta (angolo inclinazione anima) = 0°

Operando con il criterio di sovrapposizione degli effetti, sommando cioè ai risultati ottenuti con l'analisi della Relazione originaria gli effetti dovuti al nuovo carico, si ottengono i risultati seguenti:

SEZIONE :E

Aste :LG2500 LG2501 LG2502 LG2503 LG2504 LG2505 LG2506 LG2507 LG2508 LG2509 LG2510 LG2511
LG2512 LG2513 LG2514 LG2515 LG2516 LG2517 LG2518 LG2519 LG2520 LG2521 LG2522 LG2523 LG2524
LG2525 LG2526 LG2527

ELEMENTI COSTITUTIVI :

Piattabanda Superiore : base= 70 mm , altezza= 6 mm

Asta LG2524 asc x=	0.00	Sigma Sup Max =	6.01 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2524 asc x=	0.00	Sigma Inf Max =	6.01 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Sup Min =	-18.20 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Inf Min =	-16.85 <	29.40 kN/cm ² Verificato!

Anima : base= 6 mm , altezza= 148 mm

Asta LG2524 asc x=	0.00	Sigma Sup Max =	6.01 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2508 asc x=	200.16	Sigma Inf Max =	21.52 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Sup Min =	-16.85 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2519 asc x=	203.04	Sigma Inf Min =	-2.61 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2509 asc x=	200.16	Tau Sup Max =	1.37 <	16.97 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2509 asc x=	200.16	Tau Inf Max =	1.37 <	16.97 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2509 asc x=	0.00	Sigma Id. Sup =	16.85 <	29.40 kN/cm ² Verificato!
Asta LG2508 asc x=	200.16	Sigma Id. Inf =	21.52 <	29.40 kN/cm ² Verificato!

Asta LG2509 asc x= 200.16 Tau Med = 1.78 < 16.97 kN/cm² Verificato!

Piattabanda Inferiore : base= 70 mm , altezza= 6 mm

Asta LG2508 asc x= 200.16 Sigma Sup Max = 21.52 < 29.40 kN/cm² Verificato!

Asta LG2508 asc x= 200.16 Sigma Inf Max = 22.87 < 29.40 kN/cm² Verificato!

Asta LG2519 asc x= 203.04 Sigma Sup Min = -2.61 < 29.40 kN/cm² Verificato!

Asta LG2519 asc x= 203.04 Sigma Inf Min = -2.61 < 29.40 kN/cm² Verificato!

9. CONCLUSIONI.

Considerando il problema come intervento locale e operando con la sovrapposizione degli effetti, aggiungendo cioè allo stato tensionale conseguente alle condizioni di carico generali considerate nella Relazione Originaria gli effetti della condizione di carico aggiuntiva si ottiene uno stato di sollecitazione che si mantiene comunque al di sotto dei valori limite del materiale con il quale è realizzato l'elemento trave. Pertanto si può affermare che il sistema di appendimento qui considerato è compatibile con le altre condizioni di carico e i relativi effetti sono asorbiti nel campo della sicurezza dal “Guscio” che costituisce la struttura portante dell'Auditorium della “Nuvola” Rome Convention Center.

Il Tecnico: Ing. Calomeni Vittorio