

COMUNE DI JESI

AREA SERVIZI TECNICI

OGGETTO:

RICOSTRUZIONE COPERTURA del CAPANNONE
di via POLITI

Progetto Esecutivo - Strutture

DATA

NOV 2018

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
RELAZIONE sui MATERIALI
RELAZIONE GEOTECNICA
RELAZIONE sulle FONDAZIONI
RELAZIONE di CALCOLO

Tav.

B-C
F-GT

SCALA:

PROGETTISTA delle STRUTTURE:

ing Giacomo CESARETTI

IL RUP

ing Giacomo CESARETTI

IL DIRIGENTE

arch. Francesca SORBATTI

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Oggetto della presente relazione sono i lavori di “*Ricostruzione copertura*” dell'immobile di proprietà del comune di Jesi e sito in via Politi - JESI.

DESCRIZIONE dello STATO ATTUALE

Trattasi di tipico capannone della zona artigianale di Jesi edificata attorno agli anni 60/70; la struttura portante è realizzata con travi e pilastri in cemento armato, fondazioni superficiali su pali e copertura con struttura in acciaio e lastre in cemento-amianto

Durante l'eccezionale nevicata del febbraio 2012 è avvenuto il crollo della copertura, in quanto gli elementi portanti erano eccessivamente snelli. Immediatamente si è provveduto alla messa in sicurezza, mediante lo smaltimento della copertura e del materiale in amianto.

Il progetto, allegato alla presente relazione, prevede la ricostruzione della copertura con:

- nuove capriate in acciaio, con tirante rialzato, poste ad interasse di circa 4,2m, cioè sopra i pilastri esistenti;
- arcarecci in profili scatolari in acciaio;
- controventi di falda in acciaio;
- copertura con pannelli sandwich con doppia lamiera in acciaio zincato a preverniciato da 6/10.

Saranno eseguite delle opere di completamento quali la ricostruzione della muratura nel timpano finale.

Non si procede alla verifica della struttura sottostante in c.a. in quanto:

- la stessa si trova in ottimo stato di manutenzione;
- il dimensionamento della stessa appare adeguato;
- il progetto non prevede alcun aumento di carico;
- non viene modificato lo schema strutturale esistente

e pertanto, ai sensi del punto 8,4,3 delle NTC può essere definito quale riparazione o intervento locale *"gli interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura e interesseranno porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza potranno essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati e documentare che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti"*.

MODELLO DI CALCOLO

La struttura è stata modellata con modelli tridimensionali formati da un insieme di elementi a trave si è fatto uso di un programma di calcolo agli elementi finiti (STRU 3D). I carichi considerati, oltre ai pesi propri e permanenti, sono quelli della neve; non si è tenuto conto dell'azione sismica, in quanto interessa

esclusivamente le strutture verticali, e del vento in quanto lo stesso esercita una azione "premente" molto inferiore al carico neve (trattasi di condizioni di carico mai contemporanee).

Le verifiche di sicurezza sono state condotte secondo i principi di scienza e tecnica delle costruzioni e il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Come previsto al cap. 4.2.3.3 delle NTC08, l'analisi globale è stata condotta con il metodo elastico, il quale è applicabile a qualsiasi tipo di sezione; la resistenza è stata valutata con il metodo elastico. Sono state altresì considerate anche le verifiche di deformabilità (spostamenti massimi di esercizio).

Per quanto non riportato nella presente relazione di rimanda agli elaborati grafici del progetto strutturale ed architettonico.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione e' la seguente:

- D.M. del 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni."
- Circolare Ministeriale n.617 del 02/02/09: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni;
- EN 1993-1-1; EN 1993-1-2; EN 1993-1-3.Per la verifica della trave a parete piena

il progettista e DL strutture
ing. Giacomo CESARETTI

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

ACCIAIO DA CARPENTERIA

Per la realizzazione delle strutture portanti metalliche si dovranno utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (laminati),

In sede di progettazione sono stati assunti i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

modulo di elasticità trasversale $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$

coefficiente di Poisson $\nu = 0,3$

coefficiente di espansione termica lineare $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per temperature fino a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$)

densità $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

I valori caratteristici di resistenza sono riportati nella tabella che segue:

Tabella 11.3.IX – Laminati a caldo con profili a sezione aperta

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{yk} [\text{N/mm}^2]$	$f_{tk} [\text{N/mm}^2]$
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Nel progetto è stato scelto l'acciaio di classe S275.

BULLONI

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XIIa, in cui sono indicate anche le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} .

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

Nel progetto sono stati scelti bulloni di classe 8.8

il progettista e DL strutture
ing. Giacomo CESARETTI

RELAZIONE GEOTECNICA e SULLE FONDAZIONI

Preso atto che

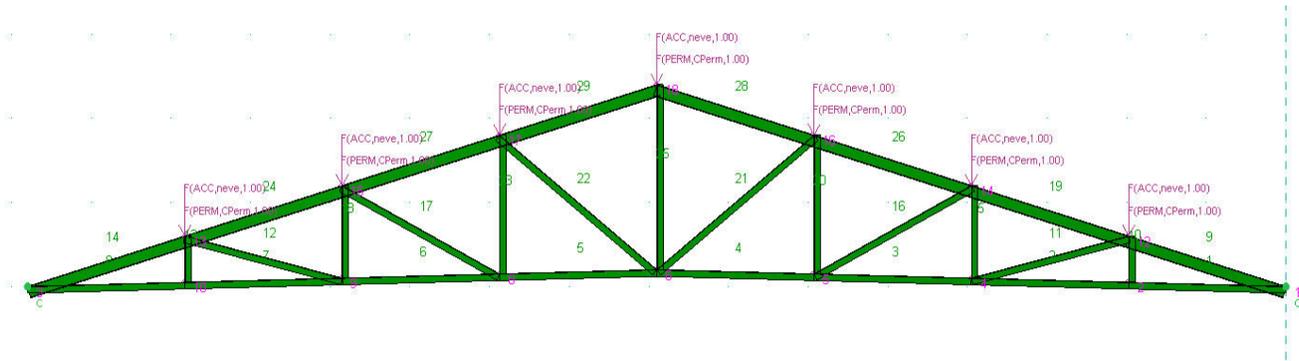
- il progetto non prevede interventi sulle fondazioni;
- non sono previsti aumenti di carico a livello delle fondazioni;
- l'immobile non presenta alcun fessura o cedimento imputabile direttamente a carenze fondazionali e/o a problemi di natura geologica / geotecnica

non viene eseguita una verifica sugli elementi di fondazione ne una indagine geologica.

La qualità di fondazioni esistenti (plinti collegati con cordoli di fondazione) è da ritenersi adeguata anche dal punto di vista sismico

il progettista e DL strutture
ing. Giacomo CESARETTI

RELAZIONE DI CALCOLO



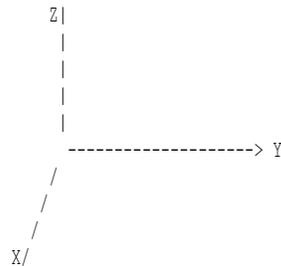
CODICE DI CALCOLO UTILIZZATO

La modellazione della struttura, e l'elaborazione dei risultati del calcolo, sono stati effettuati con:
 Stru3D Win Ver. 11.4.6 Build 1020 del 27/11/2015 - regolarmente licenziato
 Realizzato da IngegneriaSoft SH (sito <http://www.ingegneriasoft.com>).
 L'analisi strutturale è stata effettuata utilizzando come solutore agli elementi finiti:
 SAP2000 - Finite Element Analysis of Structures - (C) Computers & Structures, Inc. - Berkeley (CA) - USA

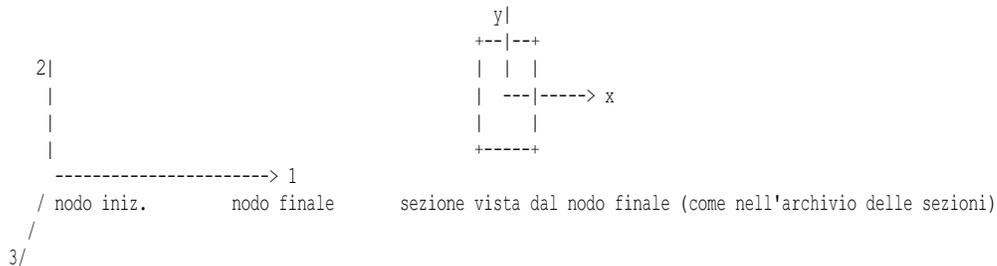
SISTEMI DI RIFERIMENTO

- Sistema globale della struttura spaziale.

Il sistema di riferimento globale è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali (XYZ), dove l'asse Z rappresenta l'asse verticale rivolto verso l'alto. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.



- Sistema locale delle aste. Per aste, si intendono degli elementi aventi due nodi estremi, che possono essere: travi in elevazione, pilastri, travi di fondazione, aste di travature reticolari propriamente dette, tiranti, elementi ausiliari, ecc..
 Il sistema di riferimento locale delle aste, inclinate o meno, è costituito da una terna destra di assi cartesiani ortogonali, che ha: l'asse 1 coincidente con l'asse longitudinale dell'asta, e orientamento dal nodo iniziale al nodo finale, gli assi 3 e 2 coincidono, rispettivamente, con gli assi -x e y della sezione, definita nell'archivio delle sezioni.



Nelle aste non verticali, quando l'angolo di rotazione è nullo, l'asse locale 2 dell'asta appartiene ad un piano verticale passante per l'asse della trave (come nella figura sopra).

Nelle aste verticali, quando l'angolo di rotazione è nullo, l'asse locale 2 dell'asta appartiene ad un piano verticale, parallelo al piano XZ globale, e passante per l'asse della trave.

L'origine degli assi locali della sezione (di solito coincidente col baricentro geometrico della sezione in cls, passerà per l'asse 1 locale dell'asta quando gli scostamenti saranno $dx=dy=0$ (come nella prima sezione della figura seguente).

La sezione è vista dal nodo finale guardando il nodo iniziale dell'asta (come nell'archivio delle sezioni)

Dati opzioni di calcolo.

Unita' di misura: Sistema Tecnico (Kg peso, Kg/cm², cm).

Metodo di calcolo: stati limite.

Numero di sezioni delle aste in cui eseguire le verifiche: 5

Distanza minima tra i nodi (metri): 0.10

Lunghezza minima valida delle aste (metri): 0.10

Archivio Materiali.

Numero: 1; Nome: S275

Tipo materiale: acciaio.

Comportamento: Isotropo

Modulo elastico: $E=2100000.00$ Kg/cm²; coeff. Poisson=0.300; coeff. termico= $1.2e-05$ 1/C; peso specifico= 7850.000 Kg/m³.

Il modulo di elasticita' trasversale (dipendente da E e dal coeff. di Poisson): $G= E/2*(1+v)= 807692.31$ Kg/cm²

Archivio Sezioni aste.

Il baricentro della sezione è calcolato rispetto agli assi locali x e y.

Per rotazione si intende quella attorno all'origine degli assi x e y, della sezione originaria (rettangolare, ad L ecc.).

Il piano xy è normale all'asse della trave ed ha origine sull'asse.

Gli assi x e y, della sezione al nodo iniziale dell'asta, coincidono con gli assi locali -3 e 2 dell'asta.

Numero: 1; Nome: T

Forma: a T.

Anima: 0.60 cm; altezza totale: 8.00 cm; spessore soletta: 0.40 cm; larghezza soletta: 8.00 cm.

Rotazione: rot=0.00 gradi sessadec..

Area Acls= 7.76 cm²; Mom. statici (cm³): $S_x= 0.00$, $S_x= 0.00$; Baricentro (cm): $X_g=0.00$; $Y_g=-0.00$

Momenti d'inerzia (cm⁴): $J_x= 52.08$; $J_y= 17.20$; $J_{xy}= -0.00$; $J_{csi}= 52.08$; $J_{eta}= 17.20$;

Raggi d'inerzia (cm): $i_x= 2.59$; $i_y= 1.49$; $i_{xy}= 0.00$; $i_{csi}= 2.59$; $i_{eta}= 1.49$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: theta = 0.00 rad;

Numero: 2; Nome: IPE140

Forma: ad I.

Anima: 0.47 cm; altezza totale: 14.00 cm; larghezza soletta superiore: 7.30 cm.; spessore soletta superiore: 0.69 cm;

larghezza soletta inferiore: 7.30 cm.; spessore soletta inferiore: 0.69 cm;

Rotazione: rot=0.00 gradi sessadec..

Area Acls= 16.01 cm²; Mom. statici (cm³): $S_x= -0.00$, $S_x= -0.00$; Baricentro (cm): $X_g=-0.00$; $Y_g=0.00$

Momenti d'inerzia (cm⁴): $J_x= 525.29$; $J_y= 44.85$; $J_{xy}= 0.00$; $J_{csi}= 525.29$; $J_{eta}= 44.85$;

Raggi d'inerzia (cm): $i_x= 5.73$; $i_y= 1.67$; $i_{xy}= 0.00$; $i_{csi}= 5.73$; $i_{eta}= 1.67$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: theta = -0.00 rad;

Numero: 3; Nome: 2L80

Forma: a T.

Anima: 1.20 cm; altezza totale: 8.00 cm; spessore soletta: 0.60 cm; larghezza soletta: 8.00 cm.

Rotazione: rot=0.00 gradi sessadec..

Area Acls= 13.68 cm²; Mom. statici (cm³): $S_x= -0.00$, $S_x= 0.00$; Baricentro (cm): $X_g=0.00$; $Y_g=0.00$

Momenti d'inerzia (cm⁴): $J_x= 90.52$; $J_y= 26.67$; $J_{xy}= 0.00$; $J_{csi}= 90.52$; $J_{eta}= 26.67$;

Raggi d'inerzia (cm): $i_x= 2.57$; $i_y= 1.40$; $i_{xy}= 0.00$; $i_{csi}= 2.57$; $i_{eta}= 1.40$;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: theta = -0.00 rad;

124	T	13	2	0.0 999.0	-0.0	15	2	0.0 999.0	-0.0 000000,000000	-0.00	1	1	1.0 1.0	0 0.0	-		-		1	1	Y
125	T	6	3	0.0 999.0	0.0	18	3	0.0 999.0	0.0 000000,000000	0.00	1	1	1.0 1.0	0 0.0	-		-		1	1	Y
126	T	14	2	0.0 999.0	0.0	16	2	0.0 999.0	0.0 000000,000000	0.00	1	1	1.0 1.0	0 0.0	-		-		1	1	Y
127	T	15	2	0.0 999.0	-0.0	17	2	0.0 999.0	-0.0 000000,000000	-0.00	1	1	1.0 1.0	0 0.0	-		-		1	1	Y
128	T	16	2	0.0 999.0	0.0	18	2	0.0 999.0	0.0 000000,000000	0.00	1	1	1.0 1.0	0 0.0	-		-		1	1	Y
129	T	17	2	0.0 999.0	-0.0	18	2	0.0 999.0	-0.0 000000,000000	-0.00	1	1	1.0 1.0	0 0.0	-		-		1	1	Y

Spostamenti nodali assoluti: Combinazioni Stati Limite Ultimi.

Gli spostamenti ottenuti dall'analisi sismica sono stati moltiplicati per i fattori:

$\mu_D \text{ dirX1}=8.54 \quad (q=4.00, T1=0.2880)$

Vengono stampate solo quelle combinazioni non nulle e non identiche.

Vengono stampate solo le combinazioni coi massimi e minimi di ogni azione.

Nodo	comb	U(X) (cm)	U(Y) (cm)	U(Z) (cm)	R(X) (rad)	R(Y) (rad)	R(Z) (rad)
6	1	1.6544	0	-7.8989 	0	3.7597e-16	0
	8	0.044136	0	-0.21203	0	9.98e-18	0
8	1	1.9601	0	-7.8368	0	-0.0024388	0
	8	0.05255	0	-0.21024	0	-2.18e-05	0
9	1	2.3426	0	-7.1658	0	-0.007284	0
	8	0.062877	0	-0.19149	0	-0.000165	0
15	1	1.5522	0	-7.1632	0	-0.0046069	0
	8	0.041303	0	-0.19133	0	-0.000133	0
17	1	1.5212	0	-7.8206	0	-0.0012433	0
	8	0.040388	0	-0.20966	0	-3.56e-05	0
18	1	1.6544	0	-7.8292	0	3.8213e-16	0
	8	0.044136	0	-0.20979	0	1.01e-17	0

L'abbassamento del punto centrale allo SLU è pari a 7,9cm, pari ad 1/200L → VERIFICA SODDISFATTA

Spostamenti nodali assoluti: Combinazioni Stati Limite di Esercizio Frequenti.

Vengono stampate solo quelle combinazioni non nulle e non identiche.

Vengono stampate solo le combinazioni coi massimi e minimi di ogni azione.

Nodo	comb	U(X) (cm)	U(Y) (cm)	U(Z) (cm)	R(X) (rad)	R(Y) (rad)	R(Z) (rad)
6	1	0.61471	0	-2.9356	0	1.3998e-16	0
	4	0.044136	0	-0.21203	0	9.98e-18	0
8	1	0.72844	0	-2.9125	0	-0.0008832	0
	4	0.05255	0	-0.21024	0	-2.18e-05	0
9	1	0.87061	0	-2.6627	0	-0.0026908	0
	4	0.062877	0	-0.19149	0	-0.000165	0
15	1	0.57668	0	-2.6617	0	-0.001717	0
	4	0.041303	0	-0.19133	0	-0.000133	0
17	1	0.56512	0	-2.9064	0	-0.0004632	0
	4	0.040388	0	-0.20966	0	-3.56e-05	0
18	1	0.61471	0	-2.9095	0	1.401e-16	0
	4	0.044136	0	-0.20979	0	1.01e-17	0

L'abbassamento del punto centrale allo SLU è pari a 2,9cm, minore di 1/400L → VERIFICA SODDISFATTA

-----+
Azioni aste: Combinazioni Stati Limite Ultimi.
 -----+

Unita': Kg e Kgcm

Nelle opzioni del programma, si è scelto di utilizzare nei calcoli solo le 12 combinazioni coi massimi e minimi di ogni azione: Nmax, Nmin, T22max, T22min, T33max, T33min, M33max, M33min, M22max, M22min, Tormax, Tormin.

Vengono stampate solo quelle combinazioni non nulle e non identiche.

Vengono stampate solo le combinazioni coi massimi e minimi di ogni azione.

N: azione normale (negativa se di compressione)

T22: taglio in direzione dell'asse 2 (Ty nella sezione vista dal nodo finale)

T33: taglio in direzione dell'asse 3 (-Tx '' '' '' '' '')

M33: momento flettente di rotazione attorno all'asse 3 (-Mx '' '' '' '' '')

M22: momento flettente di rotazione attorno all'asse 2 (-My '' '' '' '' '')

M33*, M22*: momenti che sostituiscono M33 e M22 nei pilastri per la gerarchia delle resistenze.

Se entrambi sono diversi da M33 e M22, vengono utilizzate 2 combinazioni con M33*, M22 e M33, M22*.

Le ultime combinazioni di ogni sezione sono per la verifica al taglio, calcolato con la gerarchia delle resistenze.

PUNSTONE

Asta n. 9	Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor
	0.0	1	-33864	741	2610	0	0	0
		8	-890	28	195	0	0	0
	103.2	1	-33859	724	78202	0	0	0
		8	-886	15	2431	0	0	0
	206.4	1	-33854	708	152130	0	0	0
		8	-882	3	3387	0	0	0

Asta n. 19	Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor
	0.0	1	-31516	-684	139717	0	0	0
		8	-856	-5	3106	0	0	0
	103.2	1	-31511	-700	68298	0	0	0
		8	-853	-17	1945	0	0	0
	206.4	1	-31506	-716	-4785	0	0	0
		8	-849	-30	-495	0	0	0

Asta n. 26	Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor
	0.0	1	-26292	65	12396	0	0	0
		8	-729	13	36	0	0	0
	103.2	1	-26287	49	18248	0	0	0
		8	-725	1	735	0	0	0
	206.4	1	-26282	33	22436	0	0	0
		4	-938	-15	199	0	0	0
		5	-26066	36	22390	0	0	0
		8	-721	-12	153	0	0	0

Asta n. 28	Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor
	0.0	1	-21162	-210	29409	0	0	0
		4	-772	8	578	0	0	0
		5	-20984	-212	29276	0	0	0
		8	-594	6	445	0	0	0
	103.2	1	-21157	-226	6925	0	0	0

TIRANTE

Asta n. 1									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
0.0	1	32194	119	-2610	0	0	0		
	8	843	8	-195	0	0	0		
98.8	1	32194	111	8774	0	0	0		
	8	843	2	340	0	0	0		
197.6	1	32194	104	19386	0	0	0		
	4	1096	-5	364	0	0	0		
	5	31941 	105 	19302 	0	0	0		
	8	843	-4	280	0	0	0		
+-----+									
Asta n. 2									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
0.0	1	32521	-87	14134	0	0	0		
	4	1106	5	177	0	0	0		
	5	32265 	-89 	14093 	0	0	0		
	8	851	4	136	0	0	0		
98.8	1	32521	-95	5119	0	0	0		
	8	851	-2	250	0	0	0		
197.6	1	32521	-103	-4668	0	0	0		
	8	851	-8	-231	0	0	0		
+-----+									
Asta n. 3									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
0.0	1	30136	-39	7088	0	0	0		
	4	1056	8	-166	0	0	0		
	5	29892	-41	7127	0	0	0		
	8	812	6	-128	0	0	0		
98.8	1	30136	-47	2810	0	0	0		
	4	1056	0	232	0	0	0		
	5	29893	-47	2756	0	0	0		
	8	812	0	178	0	0	0		
197.6	1	30137	-55	-2241	0	0	0		
	8	813	-6	-110	0	0	0		
+-----+									
Asta n. 4									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
0.0	1	25079	-21	3947	0	0	0		
	4	897	8	-238	0	0	0		
	5	24872	-23	4002	0	0	0		
	8	690	6	-183	0	0	0		
98.8	1	25079	-29	1479	0	0	0		
	8	690	-0	111	0	0	0		
197.6	1	25079	-37	-1761	0	0	0		
	8	690	-6	-189	0	0	0		
+-----+									

DIAGONALE

+-----+									
Asta n. 11									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
+-----+									
0.0	1	-2221	-5	3826	0	0	0	0	
	4	-44	16	-413	0	0	0	0	
	5	-2211	-9	3921	0	0	0	0	
	8	-34	12	-317	0	0	0	0	
101.9	1	-2217	-19	2615	0	0	0	0	
	4	-41	2	496	0	0	0	0	
	5	-2208	-19	2500	0	0	0	0	
	8	-31	2	381	0	0	0	0	
203.7	1	-2214	-33	0	0	0	0	0	
	8	-29	-9	0	0	0	0	0	
+-----+									
Asta n. 16									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
+-----+									
0.0	1	-5651	5	1969	0	0	0	0	
	4	-183	16	-517	0	0	0	0	
	5	-5609	1	2088	0	0	0	0	
	8	-141	12	-397	0	0	0	0	
111.8	1	-5644	-9	1755	0	0	0	0	
	4	-176	2	513	0	0	0	0	
	5	-5604	-9	1637	0	0	0	0	
	8	-135	2	394	0	0	0	0	
223.7	1	-5637	-23	-0	0	0	0	0	
	8	-130	-9	-0	0	0	0	0	
+-----+									
Asta n. 21									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		
+-----+									
0.0	1	-6137	12	401	0	0	0	0	
	4	-220	17	-827	0	0	0	0	
	5	-6086	8	591	0	0	0	0	
	8	-169	13	-636	0	0	0	0	
127.1	1	-6126 	-2 	1076 	0	0	0	0	
	4	-209	3	463	0	0	0	0	
	5	-6078	-2	970	0	0	0	0	
	8	-161	3	356	0	0	0	0	
254.2	1	-6115	-15	0	0	0	0	0	
	4	-198	-11	-0	0	0	0	0	
	5	-6069	-13	0	0	0	0	0	
	8	-152	-8	-0	0	0	0	0	
+-----+									

MONTANTI

Asta n. 13									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		

0.0	1	-199	-321	5252	0	0	0		
	4	10	-10	187	0	0	0		
	5	-201	-319	5209	0	0	0		
	8	8	-8	144	0	0	0		
27.5	1	-195	-321	-3581	0	0	0		
	4	14	-10	-89	0	0	0		
	5	-198	-319	-3560	0	0	0		
	8	11	-8	-69	0	0	0		
55.0	1	-191	-321	-12413	0	0	0		
	4	18	-10	-365	0	0	0		
	5	-195	-319	-12329	0	0	0		
	8	13	-8	-281	0	0	0		

Asta n. 18									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		

0.0	1	664	228	-7931	0	0	0		
	8	35	9	-421	0	0	0		
55.0	1	672	228	4625	0	0	0		
	8	41	9	55	0	0	0		
110.0	1	679	228	17181	0	0	0		
	8	47	9	531	0	0	0		

Asta n. 23									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		

0.0	1	2819	68	-4219	0	0	0		
	8	92	4	-324	0	0	0		
82.5	1	2831	68	1377	0	0	0		
	4	131	5	-21	0	0	0		
	5	2801	67	1382	0	0	0		
	8	101	4	-16	0	0	0		
165.0	1	2842	68	6973	0	0	0		
	8	110	4	292	0	0	0		

Asta n. 25									
Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor		

0.0	1	9088 	0	-0	0	0	0		
	8	281	0	-0	0	0	0		
110.0	1	9103	0	0	0	0	0		
	8	293	0	0	0	0	0		
220.0	1	9119	0	0	0	0	0		
	8	304	0	0	0	0	0		

VERIFICA CORRENTE SUPERIORE COMPRESSO

MATERIALI

S 275 $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
 $\gamma_{mo} = \gamma_{cm} = 1,05$
 $R_d = 2619$ kg/cm²

VERIFICHE INSTABILITÀ

$\alpha = 0,49$
 $\chi_{min} = 0,769$

	β_3	A	λ_3	σ_{ed}	N_{ed}	Φ	χ
L	1,0	23,9	0,17	90361,7	2159644,9	0,5	1,013
	β_2	A	λ_2	σ_{ed}	N_{ed}	Φ	χ
	1,0	23,9	0,63	6972,4	166639	0,8	0,769

Profilo	A	Aanima	Aali	Jt	W2	W3
IPE 180	23,9	9,34	14,56	3,92	22,2	146

Asta n. 9

Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor	σ_N	τ_{v2}	σ_{M3}	τ_{v3}	σ_{M2}	τ_T	σ_M	τ_{bot}	σ_{Id}	σ_{max}	VERIFICA RESIST TOTALE	VERIFICA INSTABILITÀ
	0	1	-33864	741	2610			-1417	119	18	0	0	0	18	119	1450	2619	OK	0,711
	103	1	-33859	724	78202			-1417	116	536	0	0	0	536	116	1963	2619	OK	0,911
	206	1	-33854	708	152130			-1416	114	1042	0	0	0	1042	114	2466	2619	OK	0,980
Asta n. 19	0	1	-31526	-684	139717			-1319	-110	957	0	0	0	957	110	2284	2619	OK	0,970
	103	1	-31511	-700	68298			-1318	-112	468	0	0	0	468	112	1797	2619	OK	0,836
Asta n. 26	103	1	-26292	65	12396			-1100	10	85	0	0	0	85	10	1185	2619	OK	0,579
		1	-26282	33	22436			-1100	5	154	0	0	0	154	5	1253	2619	OK	0,606

VERIFICA CORRENTE INFERIORE TESO

MATERIALI

S 275 $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
 $\gamma_{m0} = \gamma_{m1} = 1,05$
 $R_d = 2619$ kg/cm²

Profilo	A	Aanima	Aali	Jt	W2	W3
2L 50x100x8	23	11,5	11,5	3,71	10,6	16,2

Sezione	comb	N	T22	M33	T33	Jt	W2	W3	Tor	σ_N	τ_{V2}	σ_{M3}	τ_{V3}	σ_{M2}	τ_T	σ_M	τ_{tot}	σ_{Ib}	σ_{Tmax}	VERIFICA RESIST TOTALE
Asta n. 1	0	1	32194	119	-2610	0	0	0	0	1400	16	-161	0	0	0	161	16	1561	2619	OK
	98	1	32194	111	8774	0	0	0	0	1400	14	542	0	0	0	542	14	1942	2619	OK
	197	5	31941	105	19302	0	0	0	0	1389	14	1191	0	0	0	1191	14	2580	2619	OK
Asta n. 2	0	5	32265	-87	14093	0	0	0	0	1403	-11	870	0	0	0	870	11	2273	2619	OK
	98	1	32521	-95	5119	0	0	0	0	1414	-12	316	0	0	0	316	12	1730	2619	OK
Asta n. 3	0	1	30136	-39	7088	0	0	0	0	1310	-5	438	0	0	0	438	5	1748	2619	OK
	98	1	30136	-47	2756	0	0	0	0	1310	-6	170	0	0	0	170	6	1480	2619	OK

VERIFICA DIAGONALI COMPRESSE

MATERIALI

S 275 $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
 $\gamma_{m0} = \gamma_{m1} = 1,05$
 $R_d = 2619$ kg/cm²

VERIFICHE INSTABILITÀ

$\alpha = 0,34$
 $\chi_{min} = 0,218$

	β_3	A	λ_3	λ_3	σ_{cr3}	N_{cr3}	Φ	χ
L	0,8	13,8	0,63	54,0	6972,4	96218,489	0,8	0,823
	β_2	A	λ_2	λ_2	σ_{cr2}	N_{cr2}	Φ	χ
	0,8	13,8	1,95	168,0	720,4	9941	2,7	0,218

Profilo	A	Aanima	Aali	Jt	W2	W3
2L 40x80x6	13,8	6,9	6,9	0,56	5	17

Asta n. 11

Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor	σ_N	τ_{V2}	σ_{M3}	τ_{V3}	σ_{M2}	τ_T	σ_M	τ_{tot}	σ_{Id}	σ_{max}	VERIFICA RESIST TOTALE	VERIFICA INSTABILITÀ
	0	1	-2221	-5	3826			-161	-1	225	0	0	0	225	1	386	2619	OK	0,369
	101	1	-2208	-19	2500			-160	-4	147	0	0	0	147	4	307	2619	OK	0,337
	203	1	-2214	-33	0			-160	-7	0	0	0	0	0	7	161	2619	OK	0,281
Asta n. 16																			
	0	1	-5651	5	1969			-409	1	116	0	0	0	116	1	525	2619	OK	0,763
	111	1	-5644	-9	1637			-409	-2	96	0	0	0	96	2	505	2619	OK	0,754
Asta n. 21																			
	127	1	-6137	12	401			-445	3	24	0	0	0	24	3	468	2619	OK	0,787
		1	-6126	-2	1076			-444	0	63	0	0	0	63	0	507	2619	OK	0,802

VERIFICA MONTANTI TESI

MATERIALI

S 275 $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
 $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
 $\gamma_{m0} = \gamma_{m1} = 1,05$
 $R_d = 2619$ kg/cm²

Profilo	A	Anima	Aali	Jt	W2	W3
2L 50x75x6	14,4	7,2	7,2	0,88	7,6	16,1

Sezione	comb	N	T22	M33	T33	M22	Tor	σ_N	τ_{v2}	σ_{M3}	τ_{v3}	σ_{M2}	τ_T	σ_M	τ_{tot}	σ_{D}	σ_{max}	VERIFICA RESIST TOTALE
Asta n. 18	0	1	664	228	-7931	0	0	46	48	-493	0	0	0	493	48	545	2619	OK
	55	1	672	228	4625	0	0	47	48	287	0	0	0	287	48	344	2619	OK
	110	1	679	228	17181	0	0	47	48	1067	0	0	0	1067	48	1117	2619	OK
Asta n. 23	0	1	2849	68	-4219	0	0	198	14	-262	0	0	0	262	14	461	2619	OK
	165	1	2842	68	6973	0	0	197	14	433	0	0	0	433	14	631	2619	OK
Asta n. 25	0	1	9088	0	0	0	0	631	0	0	0	0	0	0	0	631	2619	OK
	98	1	9119	0	0	0	0	633	0	0	0	0	0	0	0	633	2619	OK

VERIFICA ARCARECCI

MATERIALI

S 275 $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
 $\gamma_{m0} = 1,05$
 $R_d = 2619,048$ kg/cm²

Profilo	A	Aanima	Aali	It	W2	W3	P
60x150x3	12,24	12	0,24	0,00	27,01	45,84	12,24

Cartongesso 35 kg/mq

coppi 40 kg/mq

Pannello sandwich 30 kg/mq

Perm 105 kg/mq

Acc 125 kg/mq

L 4,2 m

i 1,2 m

q (SLU) 404,712 kg/m

q (SLE) 288,24 kg/m

Mom 89238,996 kgxcm

VERIFICA di RESISTENZA - SLU

N	T22	M33	T33	M22	Tor	σ_N	τ_{v2}	σ_{M3}	τ_{v3}	σ_{M2}	τ_T	σ_M	τ_{tot}	σ_{Ib}	σ_{max}	VERIFICA
	849,8952	89239				0	106	1947	0	0	0	1947	106	1955	2619	OK

VERIFICA di DEFORMABILITA - SLE

AREA = 12,24 cm²

W = 45,84 cm³

J = 445 cm⁴

E = 2.100.000 kg/cm²

DETERMINAZIONE DELLA FRECCIA MASSIMA

Q = 288,24 Kg/ml

Luce libera di inflessione L = 4,2 m

$f = 5x(ql^4)/384EJ$ f = 1,25 cm

fmax = 2,21 VERIFICA SODDISFATTA