



REGIONE LOMBARDIA — PROVINCIA DI MANTOVA — COMUNE DI PORTO MANTOVANO

**PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA
DELLA COPERTURA IN LEGNO
DELLA SCUOLA PRIMARIA DI VIA KENNEDY**

Tavola

Committente: Comune di PORTO MANTOVANO

Oggetto: RELAZIONE DI SOPRALLUOGO
ANALISI STATICA DELLA COPERTURA LIGNEA

Scala:

Data:

Luglio 2015

Ing. Trivini Bellini Massimo

Via Libertà, 132 — 46047 Soave di P.to M.no

Tel. fax. 0376/300983

Oggetto: Relazione di sopralluogo congiunto eseguito in data 10/06/2015 alla scuola primaria di via Kennedy a Porto Mantovano

Su invito dell'Arch. Rosanna Moffa e dell'Arch. Giuseppe Menestò del Settore Lavori Pubblici del Comune di Porto Mantovano, il giorno 15/06/15 il sottoscritto ha eseguito il sopralluogo alla scuola primaria sita in via Kennedy al fine di rilevare lo stato di conservazione della copertura lignea.

La necessità di eseguire accertamenti sulla copertura dell'edificio in oggetto è nata a seguito del sopralluogo effettuato in precedenza (31/03/2015) alla scuola primaria di Via Roma. In quella sede infatti si rilevò la forte insufficienza della strutture dal punto di vista statico a soddisfare le verifiche flessionali da carichi verticali. Poiché la scuola di Via Kennedy fu realizzata antecedentemente a quella di via Roma si è ritenuto necessario ispezionare anche questo secondo edificio.

La struttura di copertura è di tipo misto:

- il corpo più antico è in capriate a singolo e doppio monaco, con sovrastanti diagonali e puntoni Ø 20-22cm, terzere mediamente del diametro di Ø 21 cm, travetti, tavelloni forati in laterizio e coppi.
- l'addizione più recente è stata realizzata in muricci e tavelloni e nei punti di innesto tra le due coperture spesso i muricci sono stati realizzati su travi di cemento che poggiano sulle catene delle capriate esistenti.

Da una prima analisi visiva la porzione di copertura in muricci e tavelloni non desta preoccupazioni particolari, mentre nella porzione più antica è subito emerso che un diagonale è lesionato e necessita di puntellamento urgente. Inoltre i collegamenti di tipo complanare tra diagonali e terzere realizzati con reggiatura di lamiera metallica non sono affidabili.

L'analisi statica ha inoltre evidenziato che gran parte delle strutture primarie non risultano verificate flessionalmente. Si ritiene pertanto questa situazione non accettabile in quanto in caso di eventi atmosferici quali nevicate anche inferiori a 80 kg/mq previsti dalla normativa le strutture si rivelerebbero insufficienti a sopportare tali carichi.

In attesa di futuri interventi di rinforzo strutturale, è almeno necessario eseguire un puntellamento di rinforzo prima dell'inizio dell'anno scolastico.

Le opere di messa in sicurezza urgenti proposte sono illustrate nelle schede tecniche d'intervento allegate, e possono riassumersi in:

- sostituzione del diagonale lesionato;
- posa in opera di saette in moraletti 12x12 nella capriata 1 che ne è sprovvista;
- posa in opera di saette in doppie tavole 20x5 a rinforzo delle capriate 2-3-4;
- posa in opera di trave rompitratta per ridurre la luce libera di un diagonale;
- inserimento di saette mirate a ridurre la luce libera di inflessione di terzere sottodimensionate;
- aumento della sezione resistente di due terzere mediante affiancamento di tavole 20x5 cm da entrambe i lati degli elementi lignei esistenti.

Porto Mantovano, lì

Ing. Trivini Bellini Massimo



ESTRATTO DI MAPPA DEL COMUNE DI PORTO MANTOVANO Fg 28 mapp. 11
Scala 1:1000

Studio di Ingegneria
TRIVINI BELLINI Massimo
via Libertà 132
46047 – Porto Mantovano – (MN)
tel.fax.: 0376 300983

Porto Mantovano, 15/06/2015

Egr. Arch.
Rosanna MOFFA
Responsabile dell'Area Tecnica
del Comune di Porto Mantovano
Settore Gestione Territorio
strada Cisa, 112
46047 PORTO MANTOVANO

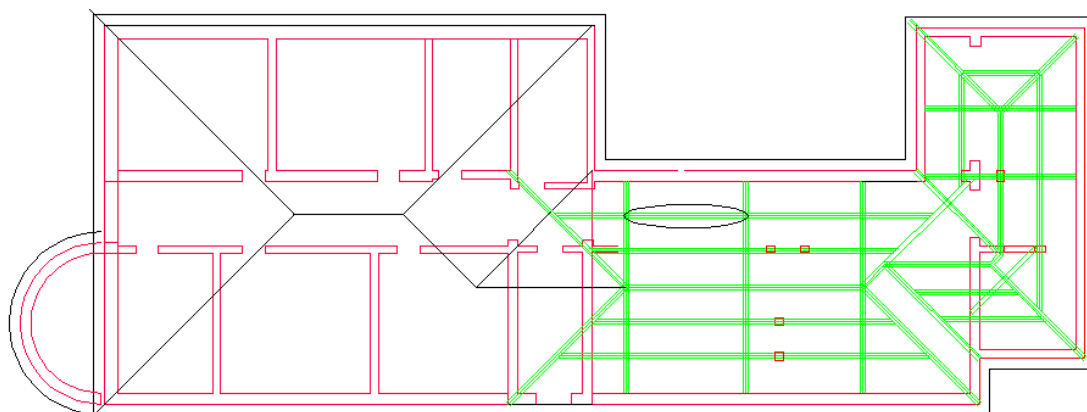
Rif.to: SOPRALLUOGO CONGIUNTO DEL 10/06/2015

Oggetto: ANALISI STATICA DELLA COPERTURA IN LEGNO DELLA SCUOLA PRIMARIA DI VIA KENNEDY

1) VERIFICHE STATICHE DELLA COPERTURA (TERZERE)

Si riportano di seguito in modo Analitico e puntuale l'analisi dei carichi e la verifica statica della TERZERA lignea costituente la copertura, maggiormente cimentata dalle azioni statiche, vale a dire quella evidenziata nella immagine seguente:

PIANTA COPERTO



Analisi dei carichi:

– peso proprio terzere $\Phi 21$	21	kg/ml	(G1)
– peso proprio travetti e tavelloni	50	kg/mq	(G1)
– peso proprio manto di copertura in tegole cem.	80	kg/mq	(G2)
– Variabile per neve	80	kg/mq	(Q1)

Coefficienti parziali per la verifica a SLV: $\gamma_G = 1,3$; $\gamma_Q = 1,5$.

Carico agente sulla terza: $1,77 \cdot (50 + 80) \cdot 1,3 + 21 \cdot 1,3 + 1,77 \cdot 80 \cdot 1,5 \sim 540 \text{ kg/ml}$

VERIFICA DELL'ELEMENTO SECONDO EC5,

Classificazione della specie legnosa: Abete Bianco classe III

Modulo Elastico: $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

Tensioni ammissibili: $\sigma_{amm} = 7,5 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{amm} = 0,7 \text{ N/mm}^2$;

Correlazione dei dati tabellari provenienti da classificazioni secondo metodo alle Tensioni Ammissibili per l'impiego secondo il metodo agli SLV.

$$f_{m,k} = \sigma_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 18,12 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,k} = \tau_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 1,90 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_{GQ} = 1,3 + 1,5/2 = 1,45$; $K_{mod} = 0,8$

Di seguito si riporta lo schema statico dell'elemento esaminato, nonché i diagrammi delle sollecitazioni corrispondenti per la successiva verifica tensionale.

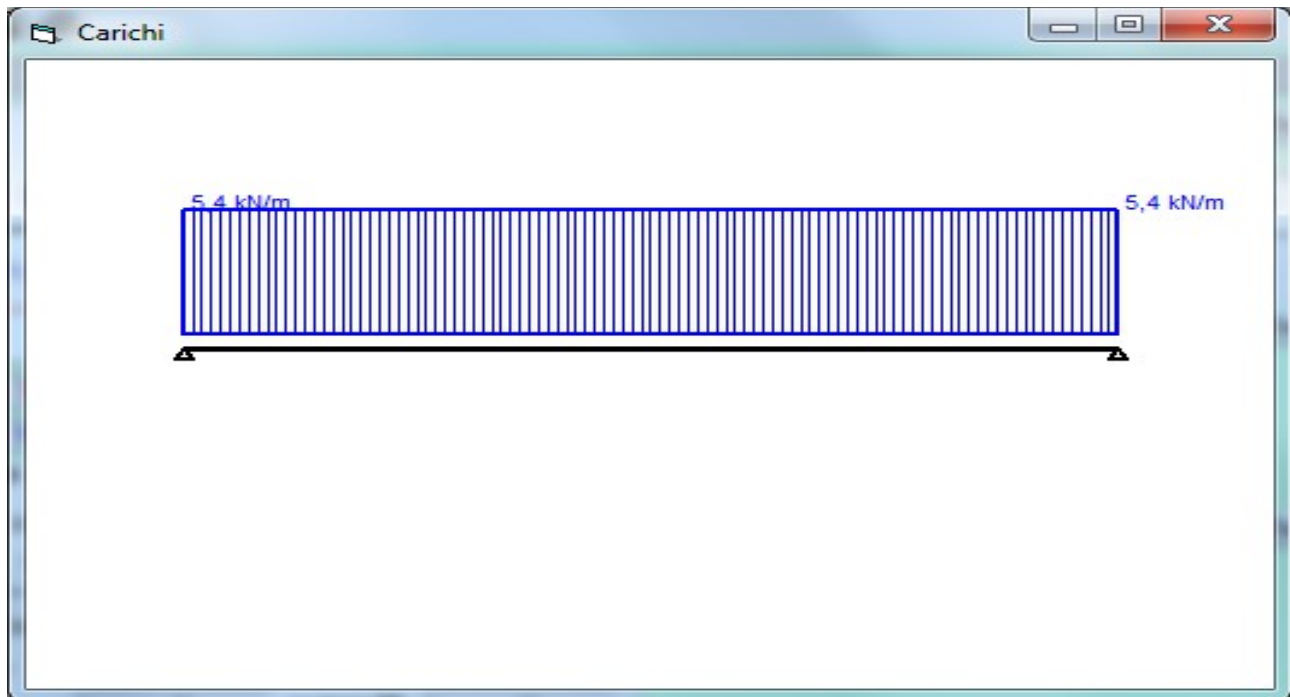
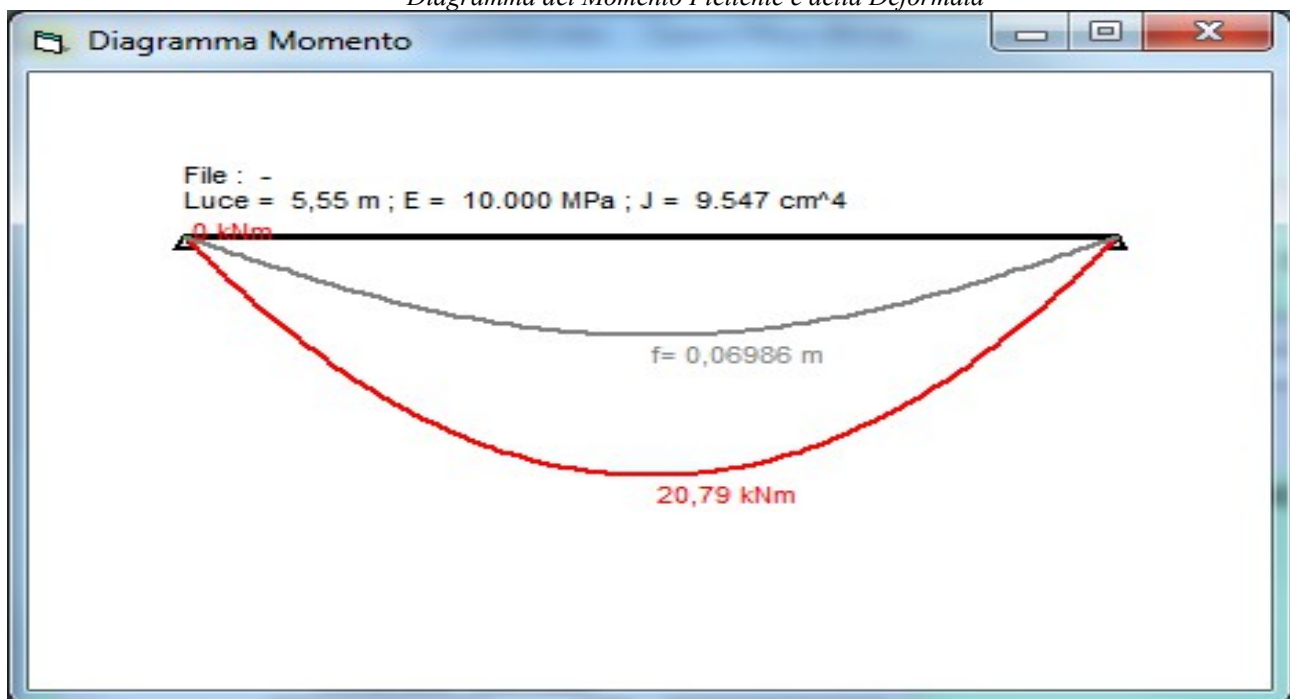


Diagramma del Momento Flettente e della Deformata



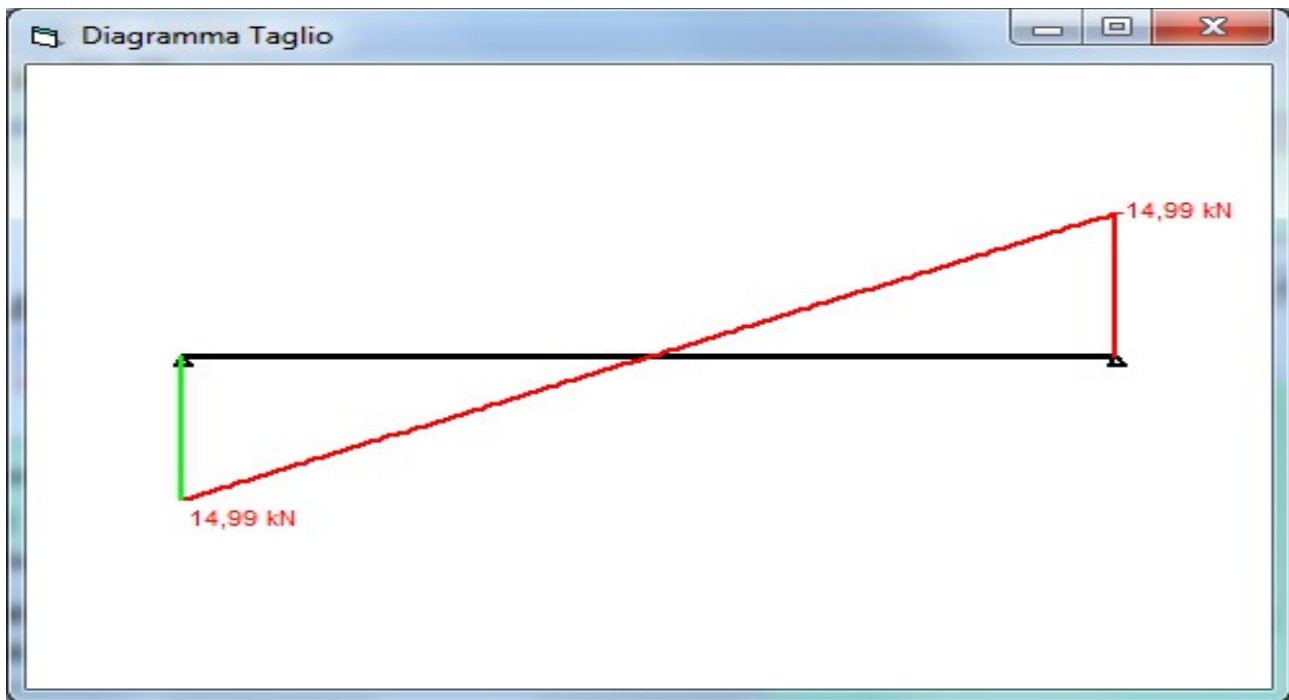


Diagramma del Taglio

Calcolo delle tensioni di design:

$$f_{m,d} = (f_{m,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 8,05 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,d} = (f_{v,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 0,84 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $K_{mod} = 0,9$ (per carichi di breve durata); $FC = 1,35$ (per Livello di Confidenza LC1).

Verifica della Sezione

a Flessione

Modulo di Resistenza: $W = \pi R^3 / 4 = 908735 \text{ mm}^3$

Calcolo di $M_{RD} = W * f_{m,d} = 908735 * 8,05 = 7315321 = 7,31 \text{ KNm}$

dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $M_{SD \text{ max}} = 20,79 \text{ KNm}$

Poichè $M_{SD \text{ max}} / M_{RD} = 2,85 \gg 1$ **LA VERIFICA NON E' SODDISFATTA**

a Taglio

Area sezione: $A = \pi R^2 = 346 \text{ cm}^2 = 34600 \text{ mm}^2$

Calcolo di $V_{RD} = A * f_{v,d} = 34600 * 0,84 = 29064 = 290,64 \text{ KN}$

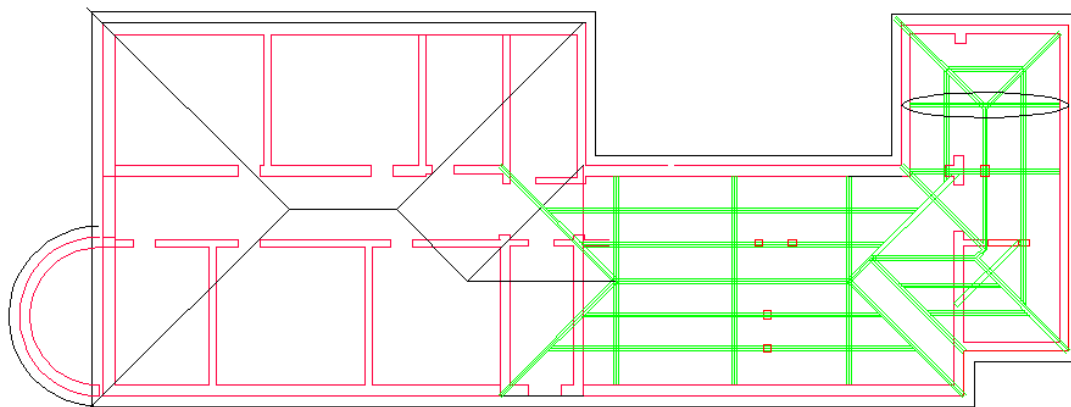
dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $V_{SD \text{ max}} = 14,99 \text{ KN}$

Poichè $V_{SD \text{ max}} / V_{RD} = 0,05 < 1$ **LA VERIFICA E' SODDISFATTA**

2) VERIFICHE STATICHE DELLA COPERTURA CAPRIATA C1

Si riportano di seguito in modo Analitico e puntuale l'analisi dei carichi e la verifica statica della CAPRIATA DENOMINATA C1, vale a dire quella evidenziata nella immagine seguente:

PIANTA COPERTO



Analisi dei carichi:

– peso proprio terzere $\Phi 21$	21	kg/ml	(G1)
– peso proprio travetti e tavelloni	50	kg/mq	(G1)
– peso proprio manto di copertura in tegole cem.	80	kg/mq	(G2)
– Variabile per neve	80	kg/mq	(Q1)

Coefficienti parziali per la verifica a SLV: $\gamma_G = 1,3$; $\gamma_Q = 1,5$.

Carico agente sulla terzera: $1,85 \cdot (50+80) \cdot 1,3 + 21 \cdot 1,3 + 1,85 \cdot 80 \cdot 1,5 \sim 562 \text{ kg/ml}$

R = reazione della terzera = $562 \cdot (3,00+3,38)/2 = 1793 \text{ kg}$

VERIFICA DELL'ELEMENTO SECONDO EC5,

Classificazione della specie legnosa: Abete Bianco classe III

Modulo Elastico: $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

Tensioni ammissibili: $\sigma_{amm} = 7,5 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{amm} = 0,7 \text{ N/mm}^2$;

Correlazione dei dati tabellari provenienti da classificazioni secondo metodo alle Tensioni Ammissibili per l'impiego secondo il metodo agli SLV.

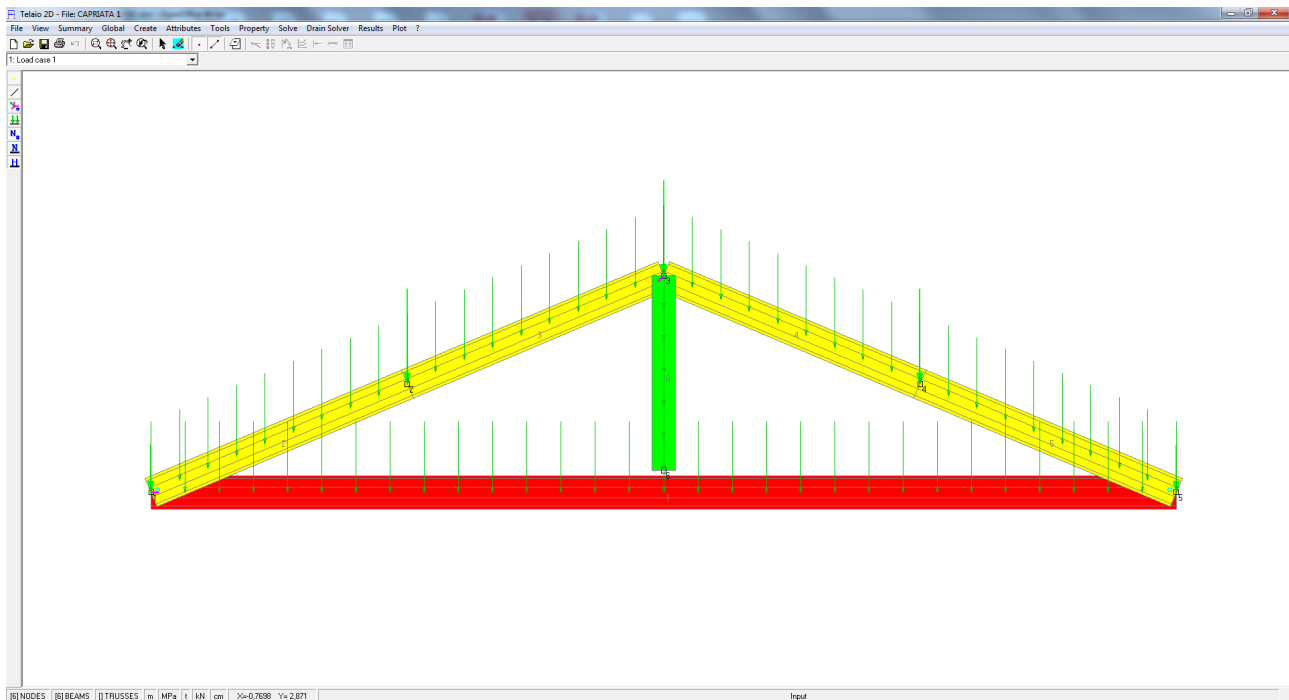
$$f_{m,k} = \sigma_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 18,12 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,k} = \tau_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 1,90 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_{GQ} = 1,3+1,5/2 = 1,45$; $K_{mod} = 0,8$

Di seguito si riporta lo schema statico dell'elemento esaminato, nonché i diagrammi delle sollecitazioni corrispondenti per le successive verifiche tensionali.

Schema statico



Coordinate dei nodi e carichi applicati:

Numero nodo	1	2	3	4	5	6
x	0	1,75	3,5	5,25	7	3,5
y	0	0,74	1,48	0,74	0	0,15
Fy (kg)	-896	-1793	-1793	-1793	-896	0

Aste e carichi distribuiti:

Numero asta	1	2	3	4	5	6
sezione	Φ23	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	16x16
fy (kg/m)	-33	-27	-27	-27	-27	-20

Diagramma del Momento Flettente e relativa Deformata

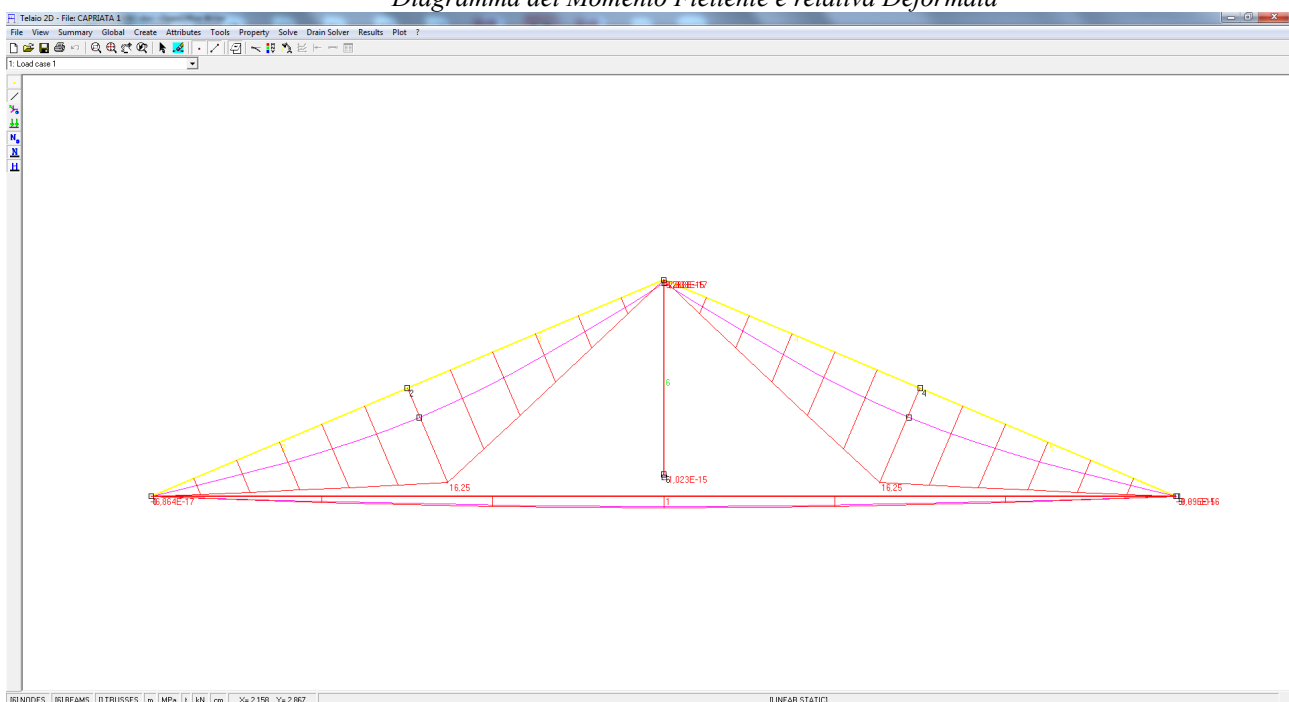


Diagramma del Taglio

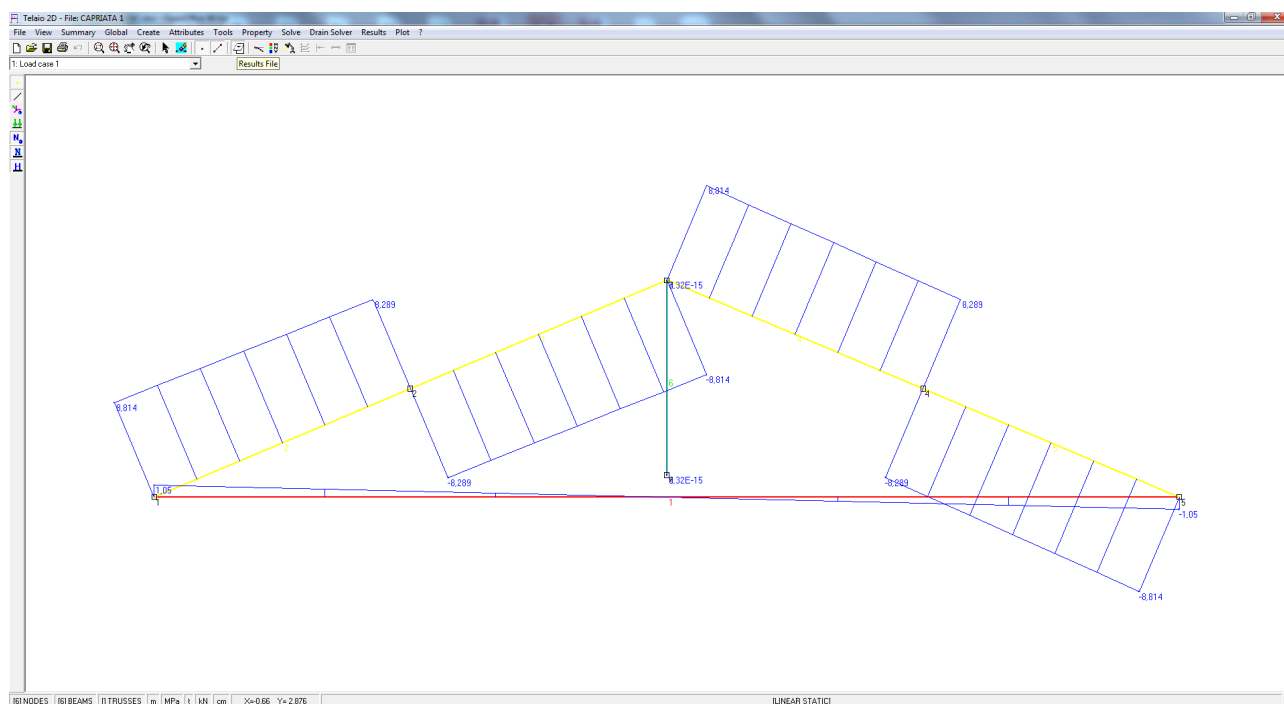
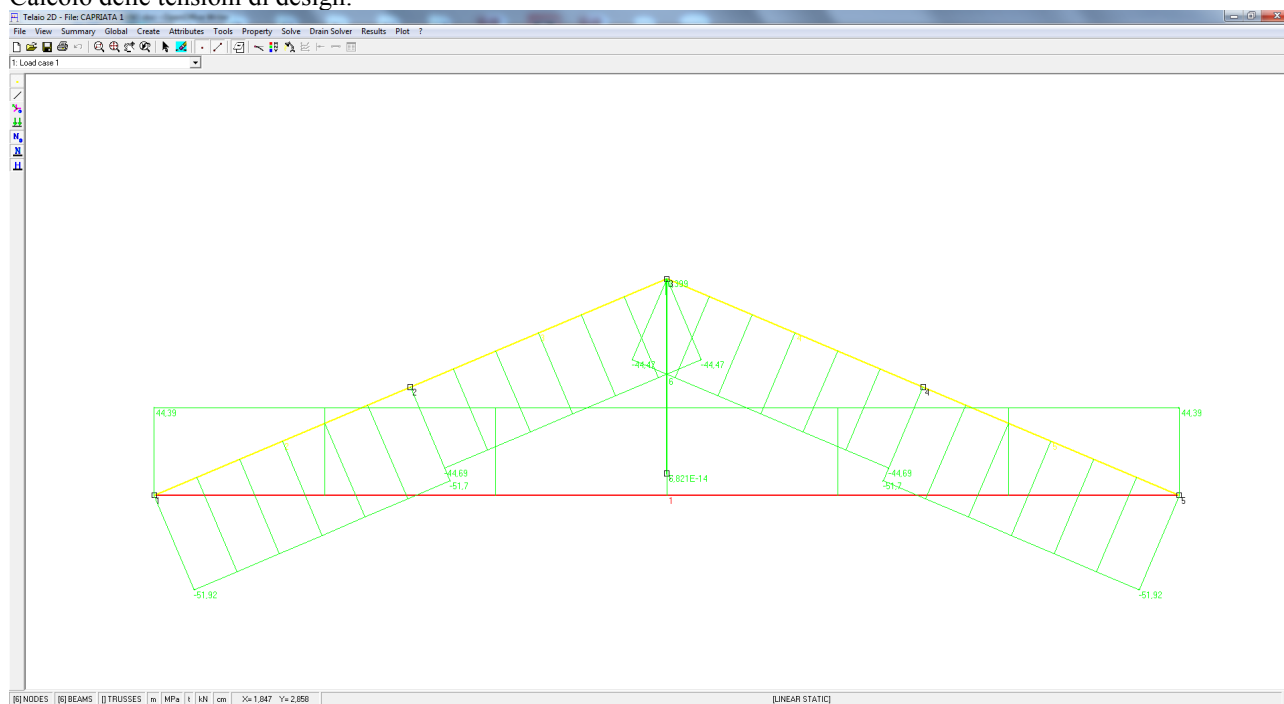


Diagramma dello Sforzo Normale

Calcolo delle tensioni di design:



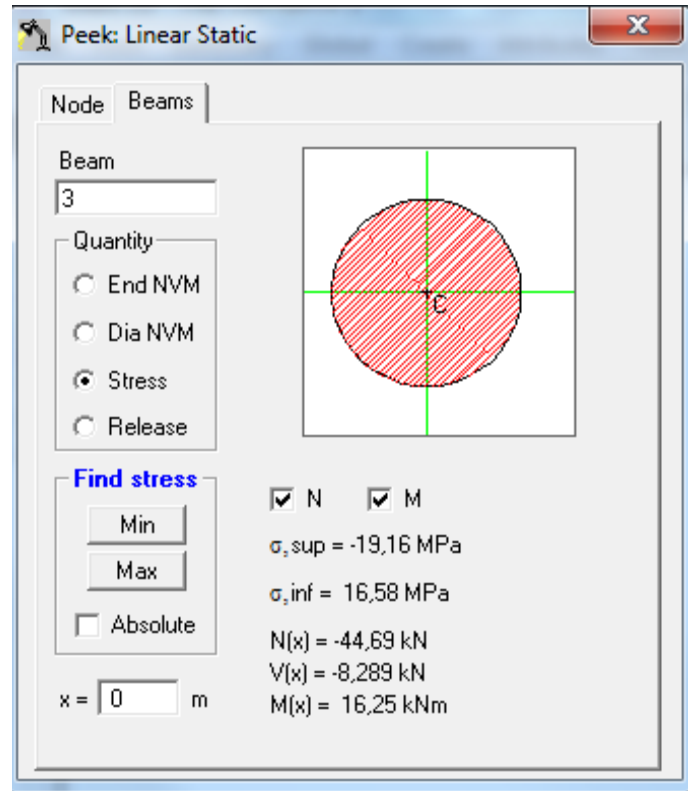
$$f_{m,d} = (f_{m,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 8,05 \text{ N/mm}^2;$$

$$\mathbf{f}_{v,d} = (\mathbf{f}_{v,k} * \mathbf{K}_{mod}) / (\mathbf{FC} * \gamma_M) = 0,84 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $K_{mod} = 0,9$ (per carichi di breve durata); $FC = 1,35$ (per Livello di Confidenza LC1).

Verifica della Sezione

asta nr. 2 PressoFlessione



La tensione risultante massima è $f = 19,16 \text{ MPa} > f_{m,d} = 8,05$, pertanto Poichè $f / f_{m,d} = 2,38 \gg 1$

LA VERIFICA NON E' SODDISFATTA

a Taglio

Area sezione: $A = \pi R^2 = 346 \text{ cm}^2 = 34618 \text{ mm}^2$

Calcolo di $V_{RD} = A * f_{v,d} = 34618 * 0,84 = 29079 = 290,79 \text{ KN}$

dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $V_{SD \max} = 88,14 \text{ KN}$

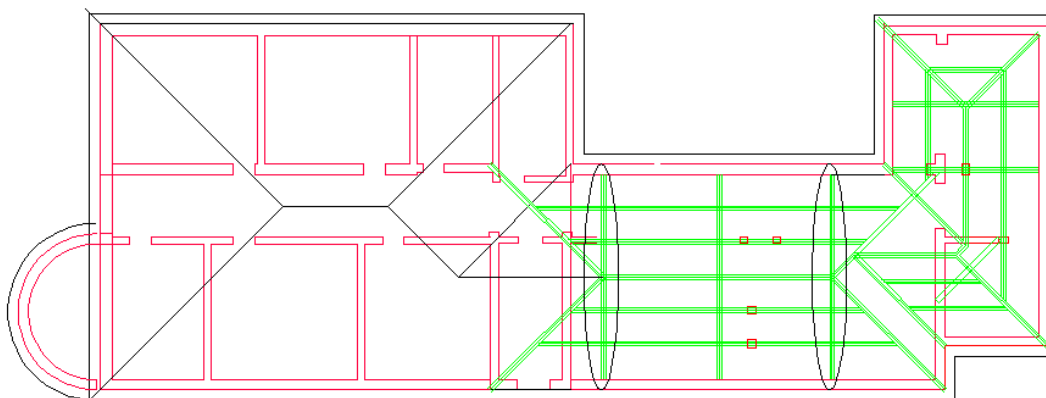
Poichè $V_{SD \max} / V_{RD} = 0,30 < 1$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

3) VERIFICHE STATICHE DELLA COPERTURA CAPRIATE C2 e C3

Si riportano di seguito in modo Analitico e puntuale l'analisi dei carichi e la verifica statica delle CAPRIATE DENOMINATA C2 e C3, , vale a dire quelle evidenziate nella immagine seguente:

PIANTA COPERTO



Analisi dei carichi:

– peso proprio trave $\Phi 21$	21	kg/ml	(G1)
– peso proprio travetti e tavelloni	50	kg/mq	(G1)
– peso proprio manto di copertura in tegole cem.	80	kg/mq	(G2)
– Variabile per neve	80	kg/mq	(Q1)

Coefficienti parziali per la verifica a SLV: $\gamma_G = 1,3$; $\gamma_Q = 1,5$.

Carico agente sulla trave: $1,90 \cdot (50+80) \cdot 1,3 + 21 \cdot 1,3 + 1,90 \cdot 80 \cdot 1,5 \sim 576 \text{ kg/ml}$

R = reazione della trave = $576 \cdot 5,30 = 3055 \text{ kg}$

VERIFICA DELL'ELEMENTO SECONDO EC5,

Classificazione della specie legnosa: Abete Bianco classe III

Modulo Elastico: $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

Tensioni ammissibili: $\sigma_{amm} = 7,5 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{amm} = 0,7 \text{ N/mm}^2$;

Correlazione dei dati tabellari provenienti da classificazioni secondo metodo alle Tensioni Ammissibili per l'impiego secondo il metodo agli SLV.

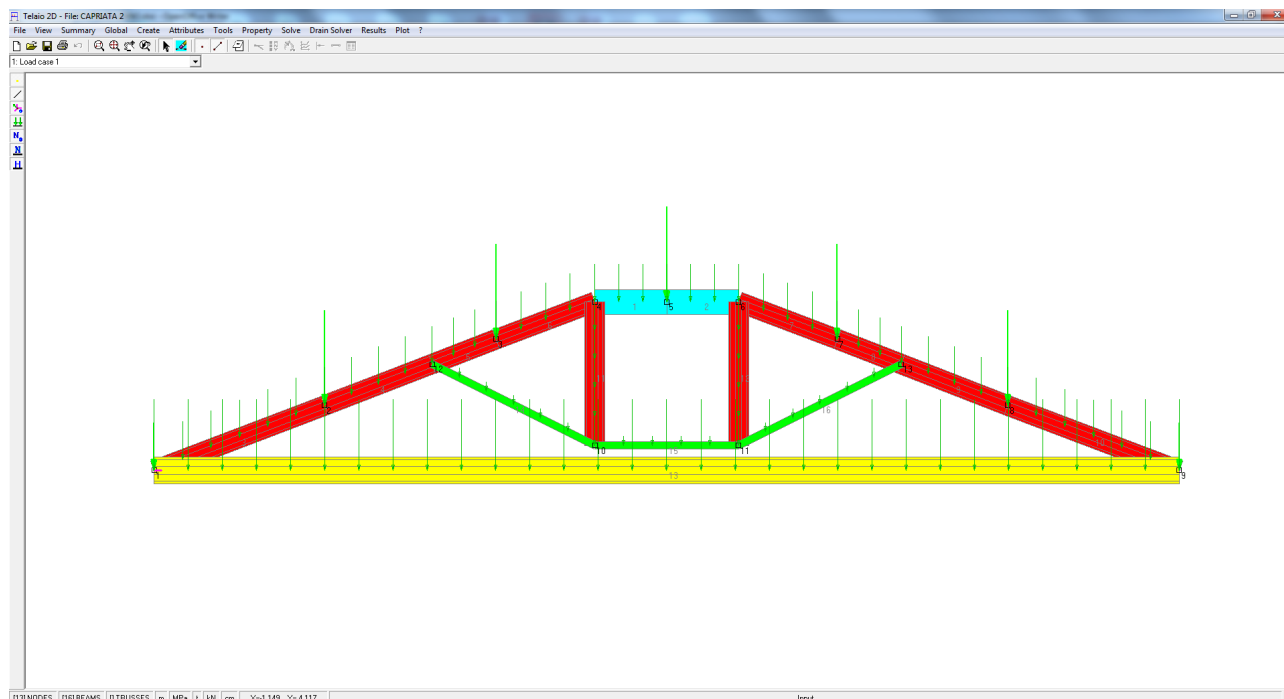
$$f_{m,k} = \sigma_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 18,12 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,k} = \tau_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 1,90 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_{GQ} = 1,3 + 1,5/2 = 1,45$; $K_{mod} = 0,8$

Di seguito si riporta lo schema statico dell'elemento esaminato, nonché i diagrammi delle sollecitazioni corrispondenti per le successive verifiche tensionali.

Schema statico



Coordinate dei nodi e carichi applicati:

N. nodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x	0	1,78	3,57	4,6	5,35	6,1	7,13	8,91	10,7	4,6	6,1	2,9	7,8
y	0	0,68	1,37	1,76	1,76	1,76	1,37	0,68	0	0,26	0,26	1,11	1,11
Fy (kg)	-1527	-3055	-3055	0	-3055	0	-3055	-3055	-1527	0	0	0	0

Aste e carichi distribuiti:

Numero asta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
sezione	19x26	19x26	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ28	8x10	8x10	8x10
fy (kg/m)	-39	-39	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-48	-7	-7	7

Diagramma del Momento Flettente e relativa Deformata

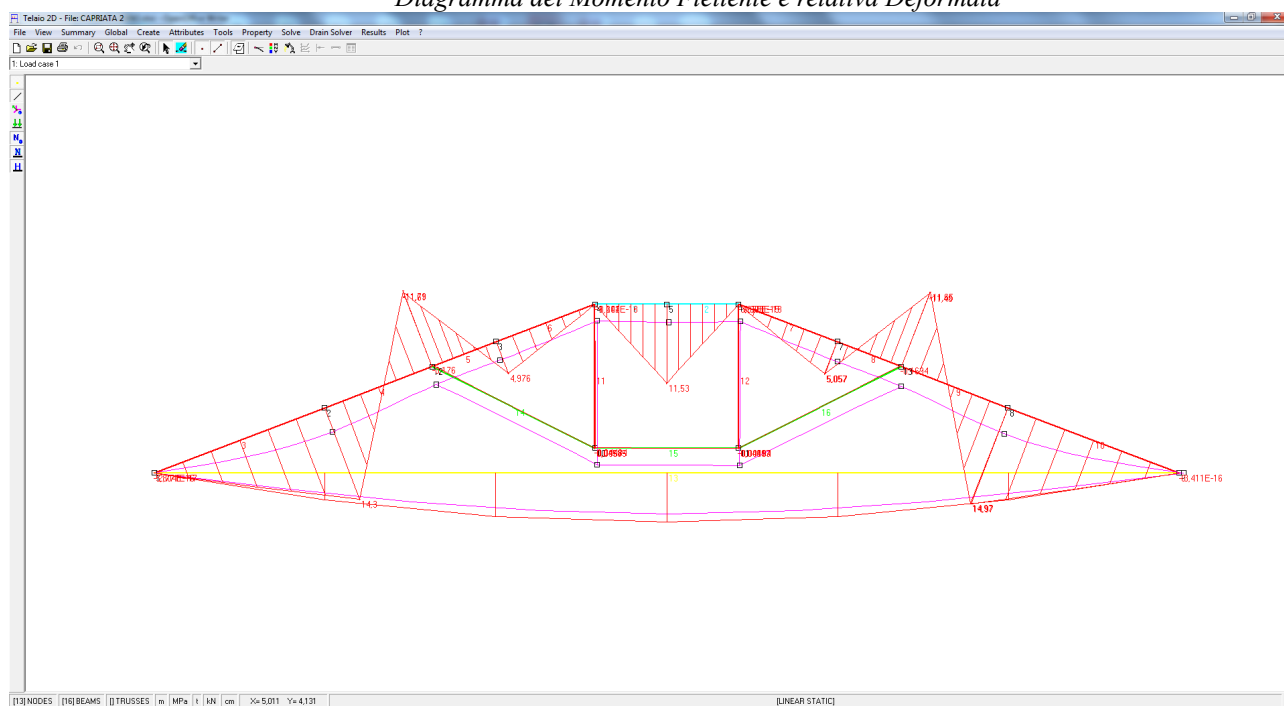


Diagramma del Taglio

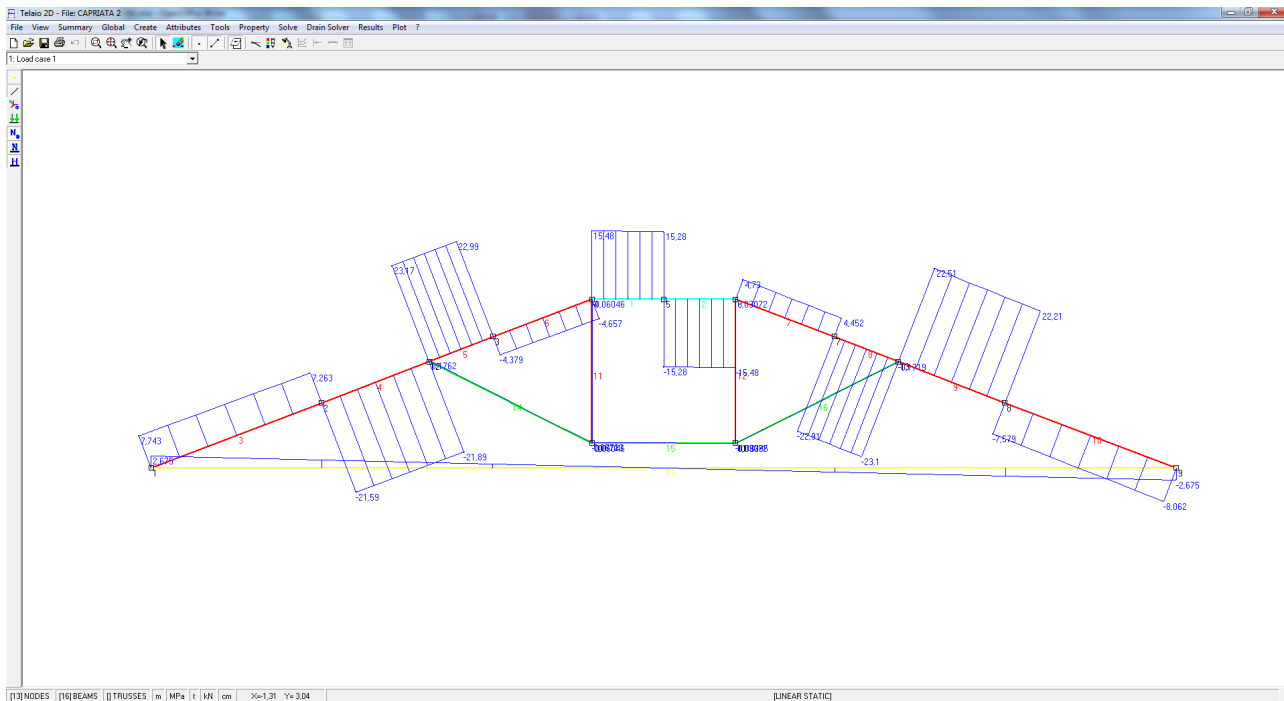
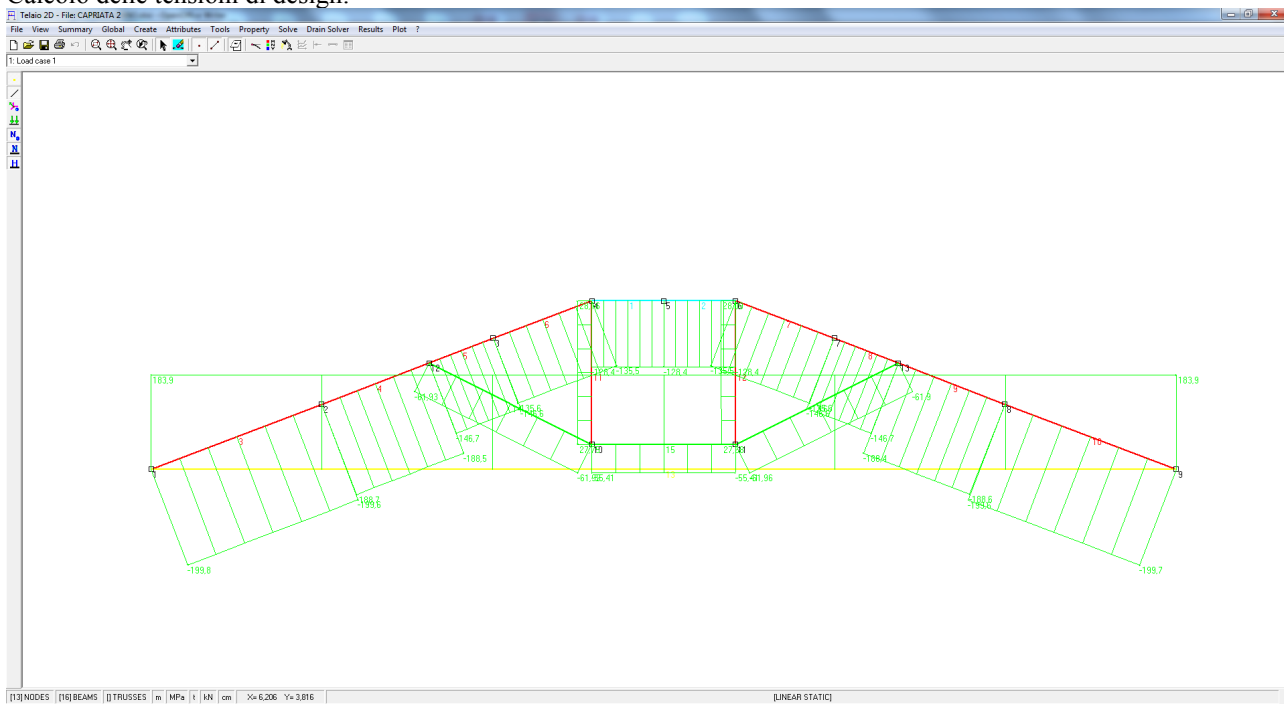


Diagramma dello Sforzo Normale

Calcolo delle tensioni di design:



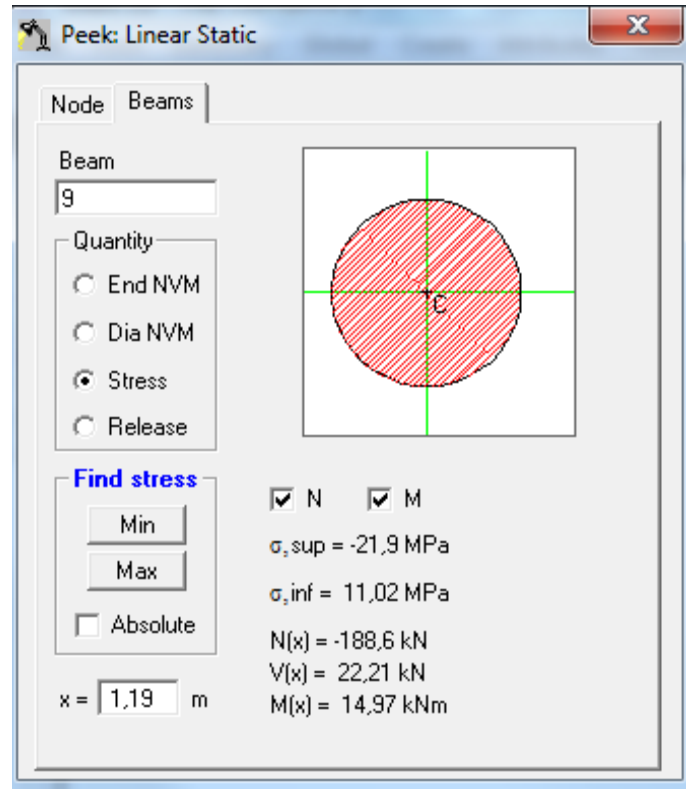
$$f_{m,d} = (f_{m,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 8,05 \text{ N/mm}^2;$$

$$\mathbf{f}_{v,d} = (\mathbf{f}_{v,k} * \mathbf{K}_{mod}) / (\mathbf{FC} * \gamma_M) = 0,84 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $K_{mod} = 0,9$ (per carichi di breve durata); $FC = 1,35$ (per Livello di Confidenza LC1).

Verifica della Sezione

asta nr. 2 PressoFlessione



La tensione risultante massima è $f = 21,9 \text{ MPa} > f_{m,d} = 8,05$, pertanto Poichè $f / f_{m,d} = 2,72 \gg 1$

LA VERIFICA NON E' SODDISFATTA

a Taglio

Area sezione: $A = \pi R^2 = 346 \text{ cm}^2 = 34618 \text{ mm}^2$

Calcolo di $V_{RD} = A * f_{v,d} = 34618 * 0,84 = 29079 = 290,79 \text{ KN}$

dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $V_{SD \max} = 23,17 \text{ KN}$

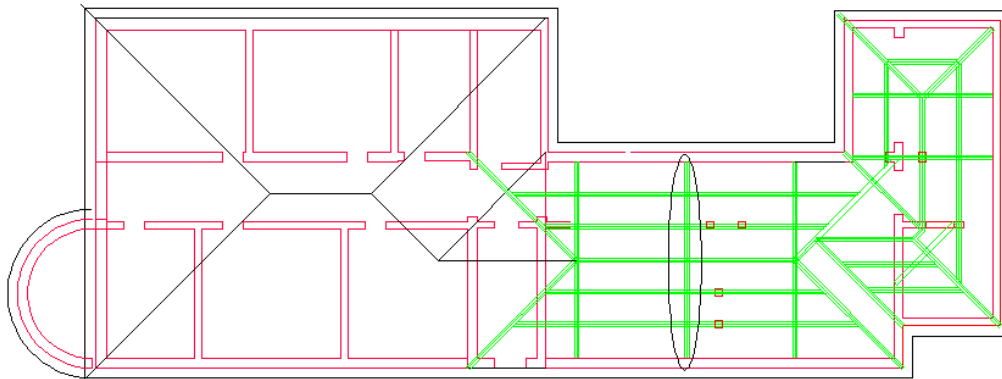
Poichè $V_{SD \max} / V_{RD} = 0,08 < 1$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

4) VERIFICA STATICA DELLA COPERTURA CAPRIATA C4

Si riportano di seguito in modo Analitico e puntuale l'analisi dei carichi e la verifica statica della CAPRIATA DENOMINATA C4, vale a dire quelle evidenziata nella immagine seguente:

PIANTA COPERTO



Analisi dei carichi:

– peso proprio terzere $\Phi 21$	21	kg/ml	(G1)
– peso proprio travetti e tavelloni	50	kg/mq	(G1)
– peso proprio manto di copertura in tegole cem.	80	kg/mq	(G2)
– Variabile per neve	80	kg/mq	(Q1)

Coefficienti parziali per la verifica a SLV: $\gamma_G = 1,3$; $\gamma_Q = 1,5$.

Carico agente sulla terza: $1,90 \cdot (50+50) \cdot 1,3 + 21 \cdot 1,3 + 1,90 \cdot 80 \cdot 1,5 \sim 576 \text{ kg/ml}$

R = reazione della terza = $576 \cdot 5,30 = 3055 \text{ kg}$

VERIFICA DELL'ELEMENTO SECONDO EC5,

Classificazione della specie legnosa: Abete Bianco classe III

Modulo Elastico: $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

Tensioni ammissibili: $\sigma_{amm} = 7,5 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{amm} = 0,7 \text{ N/mm}^2$;

Correlazione dei dati tabellari provenienti da classificazioni secondo metodo alle Tensioni Ammissibili per l'impiego secondo il metodo agli SLV.

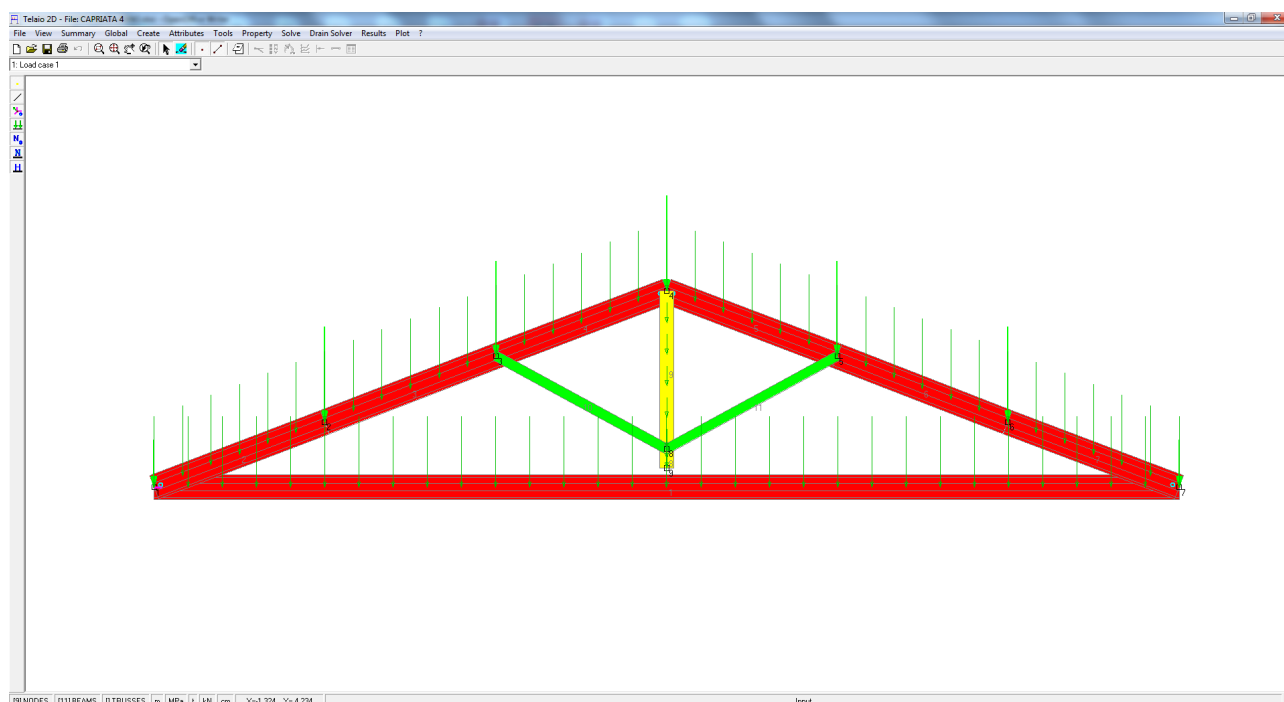
$$f_{m,k} = \sigma_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 18,12 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,k} = \tau_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 1,90 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_{GQ} = 1,3 + 1,5/2 = 1,45$; $K_{mod} = 0,8$

Di seguito si riporta lo schema statico dell'elemento esaminato, nonché i diagrammi delle sollecitazioni corrispondenti per le successive verifiche tensionali.

Schema statico



Coordinate dei nodi e carichi applicati:

N. nodo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x	0	1,78	3,57	5,35	7,13	8,91	10,7	5,35	5,35
y	0	0,68	1,37	2,05	1,37	0,68	0	0,4	0,2
Fy (kg)	-1527	-3055	-3055	-3055	-3055	-3055	-1527	0	0

Aste e carichi distribuiti:

Numero asta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
sezione	Φ26	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	Φ21	15x10	15x10	8x10	8x10
fy (kg/m)	-39	-27	-27	-27	-27	-27	-27	-12	-12	-7	-7

Diagramma del Momento Flettente e relativa Deformata

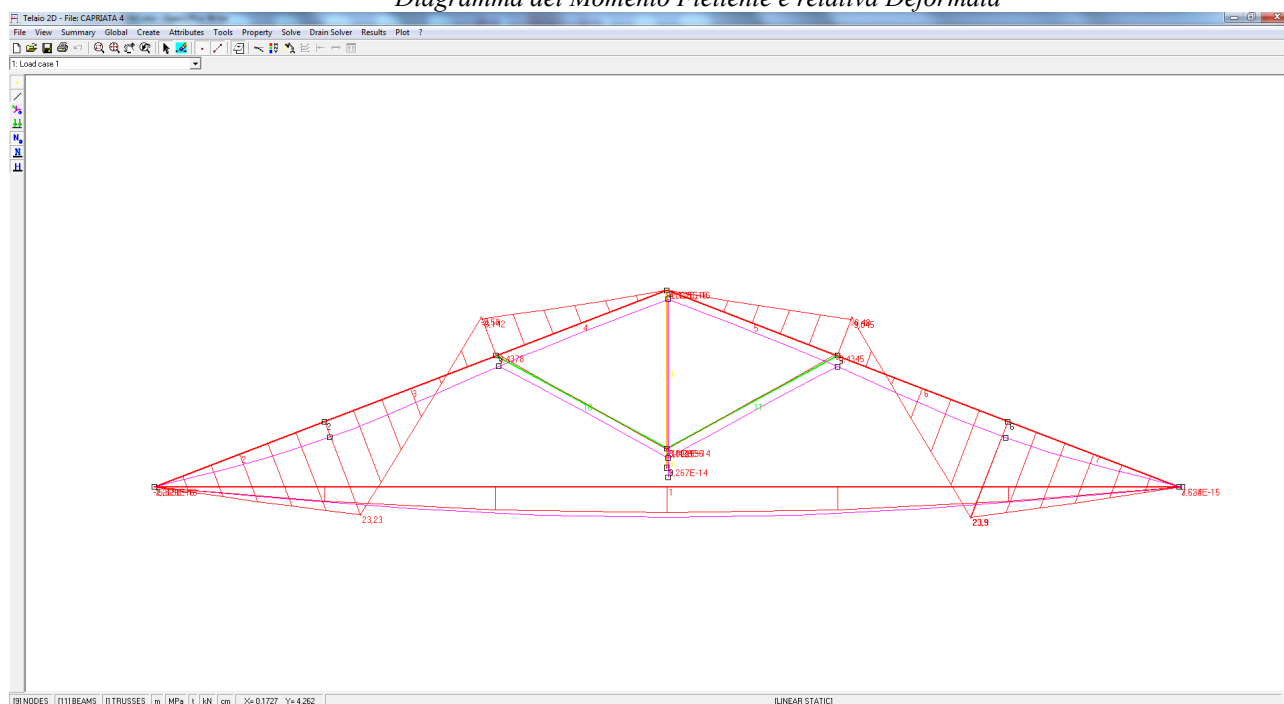


Diagramma del Taglio

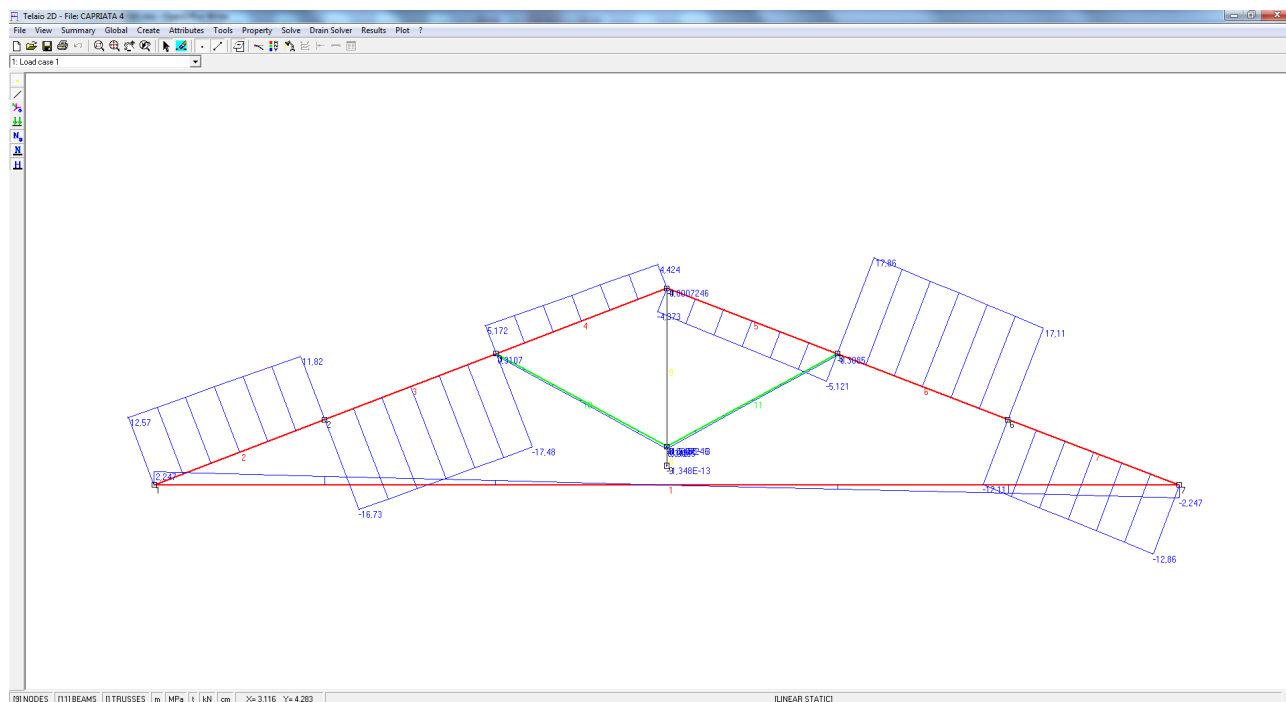
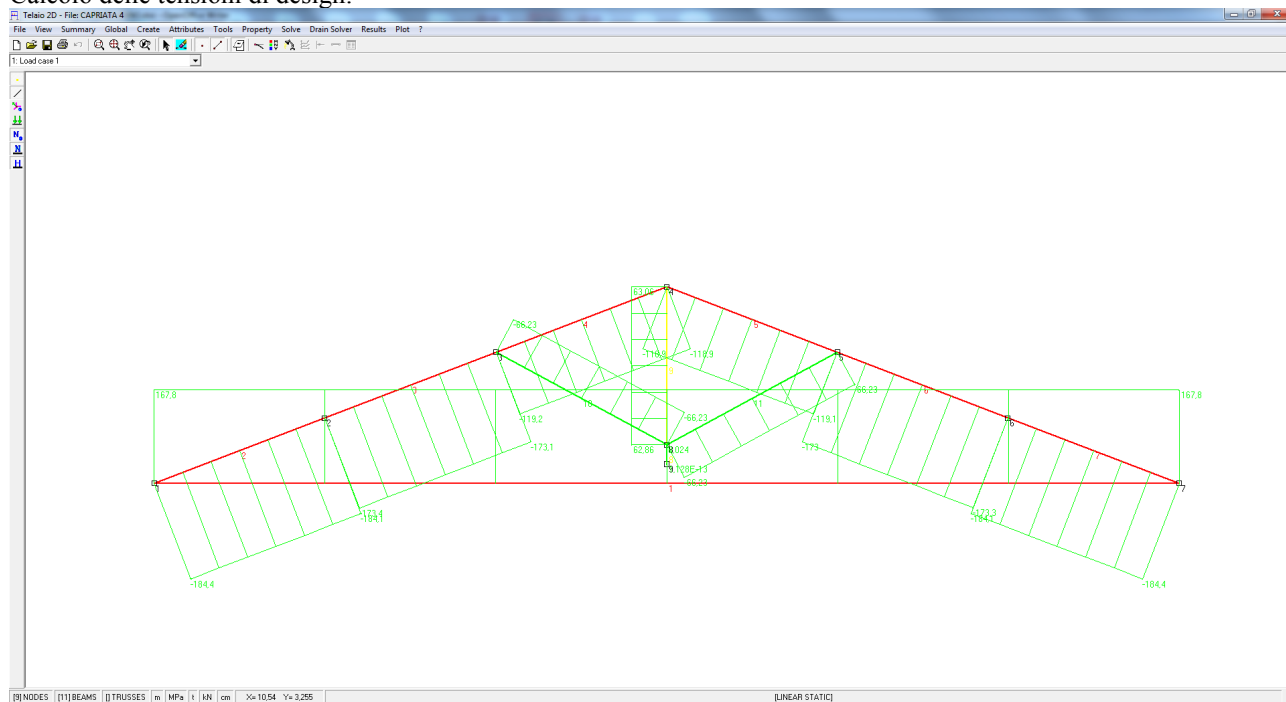


Diagramma dello Sforzo Normale

Calcolo delle tensioni di design:



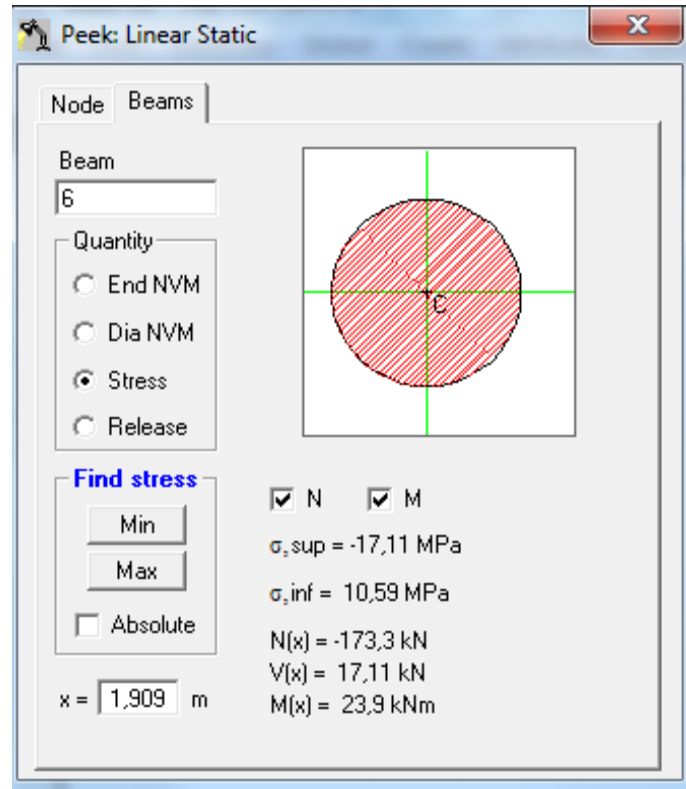
$$f_{m,d} = (f_{m,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 8,05 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,d} = (f_{v,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 0,84 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $K_{mod} = 0,9$ (per carichi di breve durata); $FC = 1,35$ (per Livello di Confidenza LC1).

Verifica della Sezione

asta nr. 2 PressoFlessione



La tensione massima risultante è $f = 17,11 \text{ MPa} > f_{m,d} = 8,05$, pertanto Poichè $f / f_{m,d} = 2,12 \gg 1$

LA VERIFICA NON E' SODDISFATTA

a Taglio

Area sezione: $A = \pi R^2 = 346 \text{ cm}^2 = 34618 \text{ mm}^2$

Calcolo di $V_{RD} = A * f_{v,d} = 34618 * 0,84 = 29079 = 290,79 \text{ KN}$

dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $V_{SD \max} = 17,86 \text{ KN}$

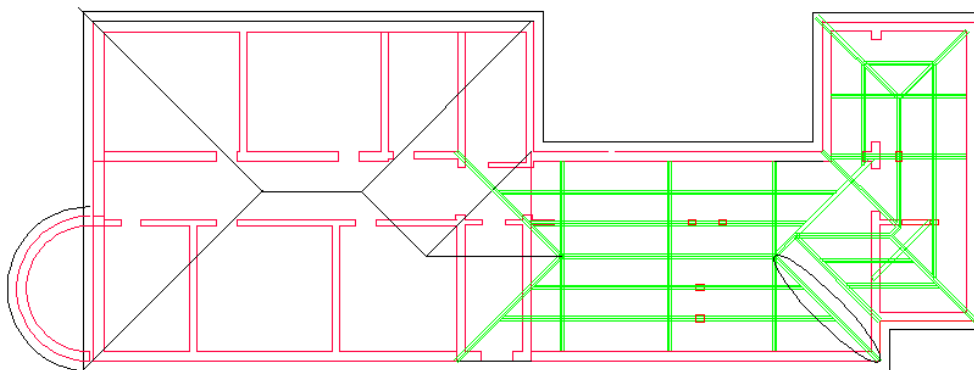
Poichè $V_{SD \max} / V_{RD} = 0,06 < 1$

LA VERIFICA E' SODDISFATTA

5) VERIFICHE STATICHE DELLA COPERTURA (DIAGONALI)

Si riportano di seguito in modo Analitico e puntuale l'analisi dei carichi e la verifica statica dell'elemento ligneo costituente la copertura, maggiormente cimentato dalle azioni statiche, vale a dire il diagonale contraddistinto con tratteggio nella immagine sottostante:

PIANTA COPERTO



Analisi dei carichi:

6) peso proprio trave in legno $\Phi 26$	42	kg/ml	(G1)
7) peso proprio terzere e colmi $\Phi 20$	20	kg/ml	(G1)
8) peso proprio travetti e tavelloni e Onduline	50	kg/mq	(G1)
9) peso proprio manto di copertura in tegole cemento	80	kg/mq	(G2)
10) Variabile per neve	80	kg/mq	(Q1)

Coefficienti parziali per la verifica a SLV: $\gamma_G = 1,3$; $\gamma_Q = 1,5$.

Calcolo delle azioni sulle terzere e colmo da applicare sull'elemento considerato:

terzere 1	$R1 = 3,2/2 \cdot 576 =$	921 kg; (applicata al nodo 2)
terzera 2	$R2 = 1,6/2 \cdot 576 =$	460 kg; (applicata al nodo 3)

VERIFICA DELL'ELEMENTO SECONDO EC5,

Classificazione della specie legnosa: Abete Bianco classe III

Modulo Elastico: $E = 11000 \text{ N/mm}^2$

Tensioni ammissibili: $\sigma_{amm} = 7,5 \text{ N/mm}^2$; $\tau_{amm} = 0,7 \text{ N/mm}^2$;

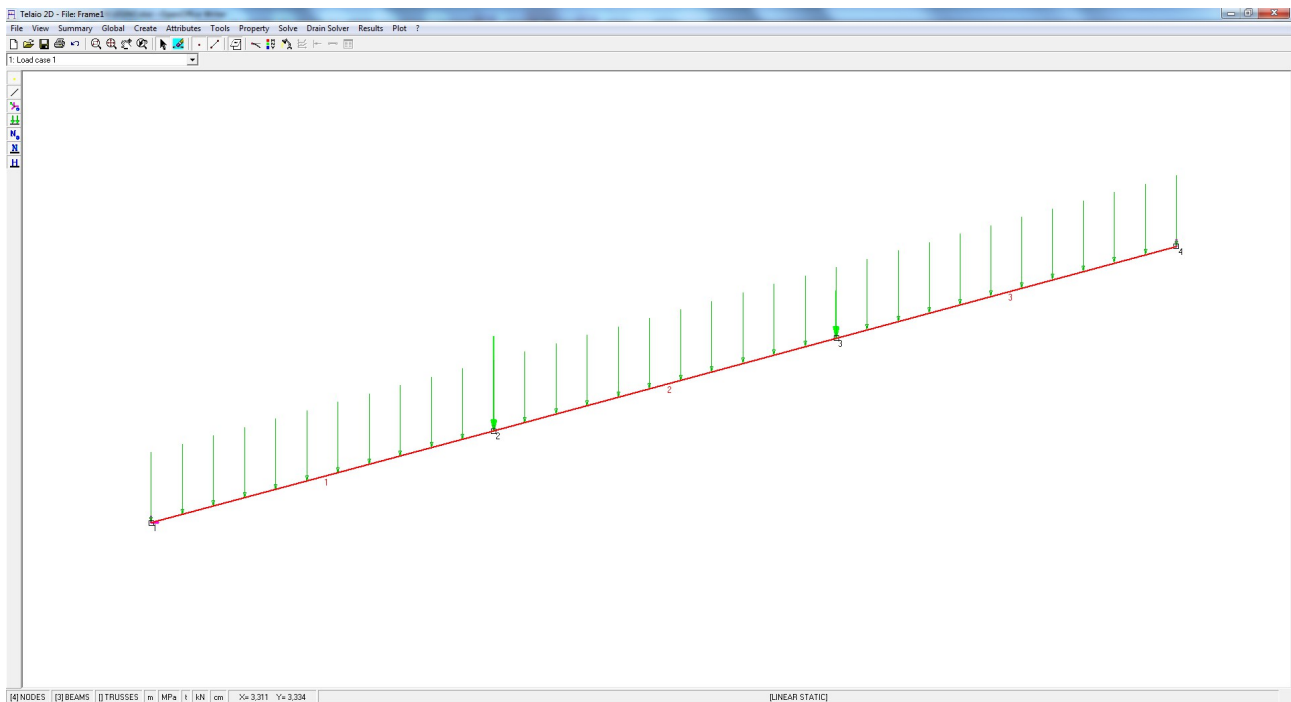
Correlazione dei dati tabellari provenienti da classificazioni secondo metodo alle Tensioni Ammissibili per l'impiego secondo il metodo agli SLV.

$$f_{m,k} = \sigma_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 18,12 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,k} = \tau_{amm} \cdot \gamma_M \cdot \gamma_{GQ} / K_{mod} = 1,90 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $\gamma_{GQ} = 1,3 + 1,5/2 = 1,45$; $K_{mod} = 0,8$

Di seguito si riporta lo schema statico dell'elemento esaminato, nonché i diagrammi delle sollecitazioni corrispondenti per la successiva verifica tensionale.



Coordinate dei nodi :

Numero nodo	1	2	3	4
X_i	0	2,54	5,08	7,6
Y_i	0	0,68	1,37	2,05

Vincoli: cerniera in 1 e appoggio in 4.

Diagramma del Momento Flettente

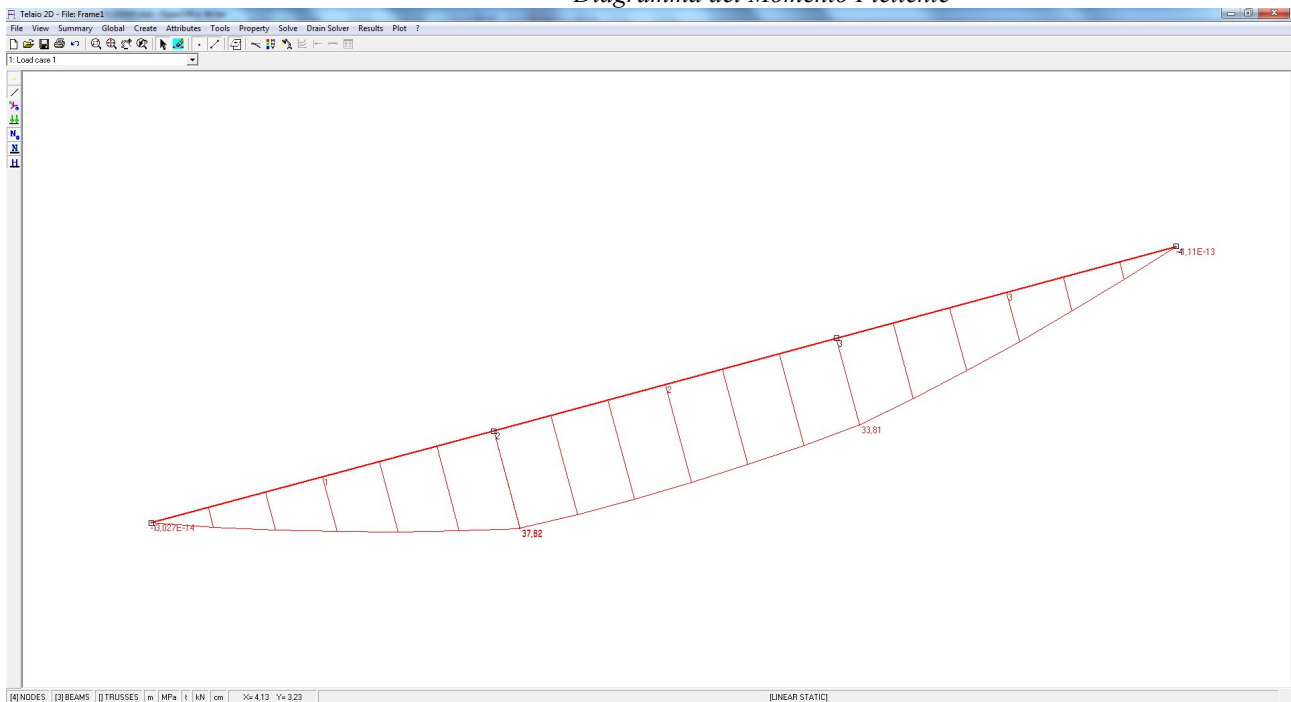


Diagramma del Taglio

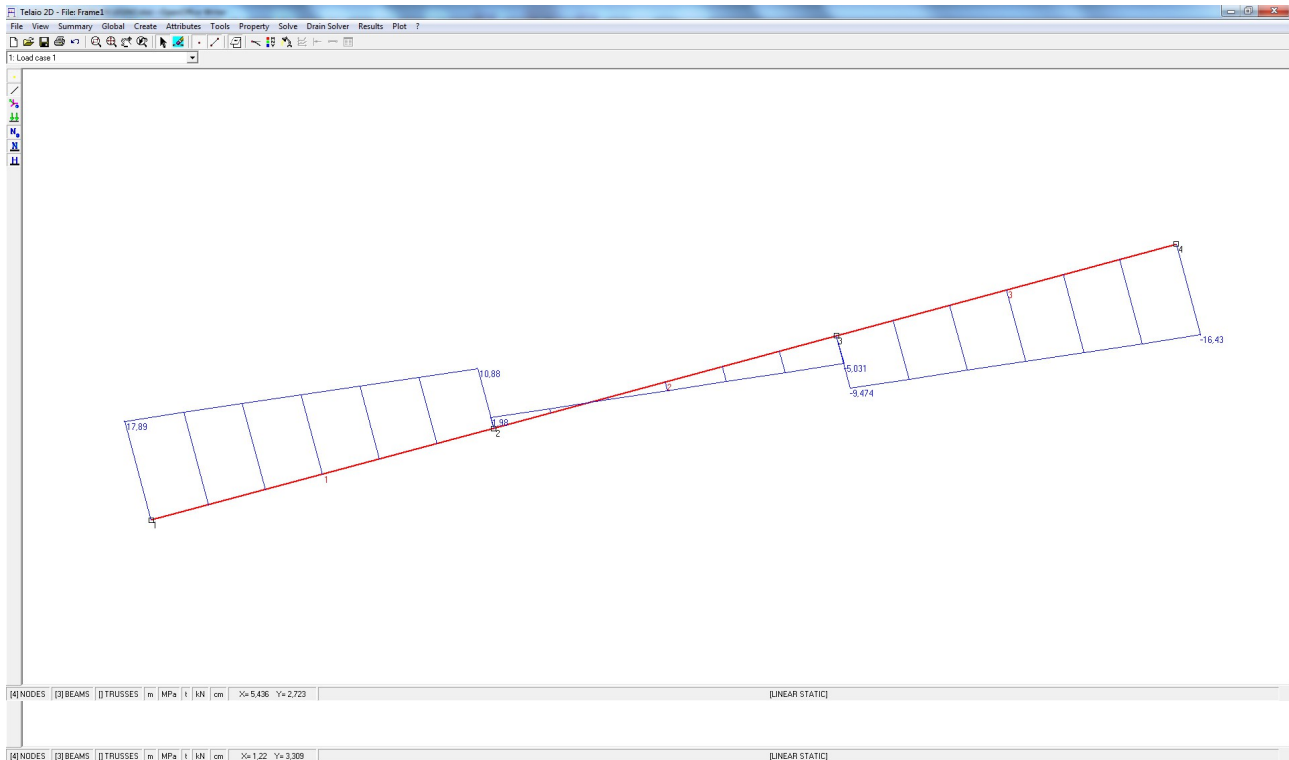


Diagramma dello Sforzo Normale

Calcolo delle tensioni di design:

$$f_{m,d} = (f_{m,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 8,05 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{v,d} = (f_{v,k} * K_{mod}) / (FC * \gamma_M) = 0,84 \text{ N/mm}^2;$$

dove: $\gamma_M = 1,5$; $K_{mod} = 0,9$ (per carichi di breve durata); $FC = 1,35$ (per Livello di Confidenza LC1).

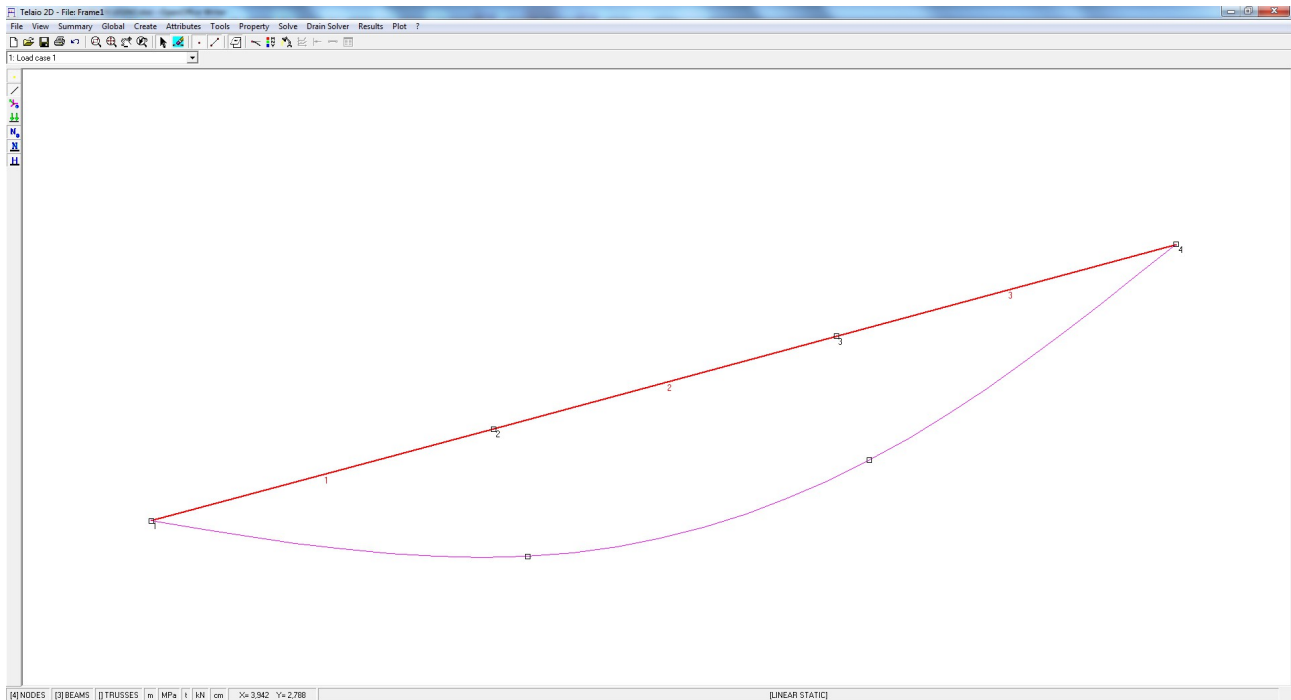


Diagramma della Deformata

Verifica della Sezione

a Flessione

Modulo di Resistenza: $W = \pi R^3/4 = 1724 \text{ cm}^3 = 1724645 \text{ mm}^3$

Calcolo di $M_{RD} = W * f_{m,d} = 1724645 * 8,05 = 13883392 = 13,87 \text{ KNm}$

dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $M_{SD \text{ max}} = 37,82 \text{ KNm}$

Poichè $M_{SD \text{ max}}/M_{RD} = 2,72 \gg 1$ **LA VERIFICA NON E' SODDISFATTA**

a Taglio

Area sezione: $A = \pi R^2 = 530,66 \text{ cm}^2 = 53066 \text{ mm}^2$

Calcolo di $V_{RD} = A * f_{v,d} = 53066 * 0,84 = 44575 = 44,57 \text{ KN}$

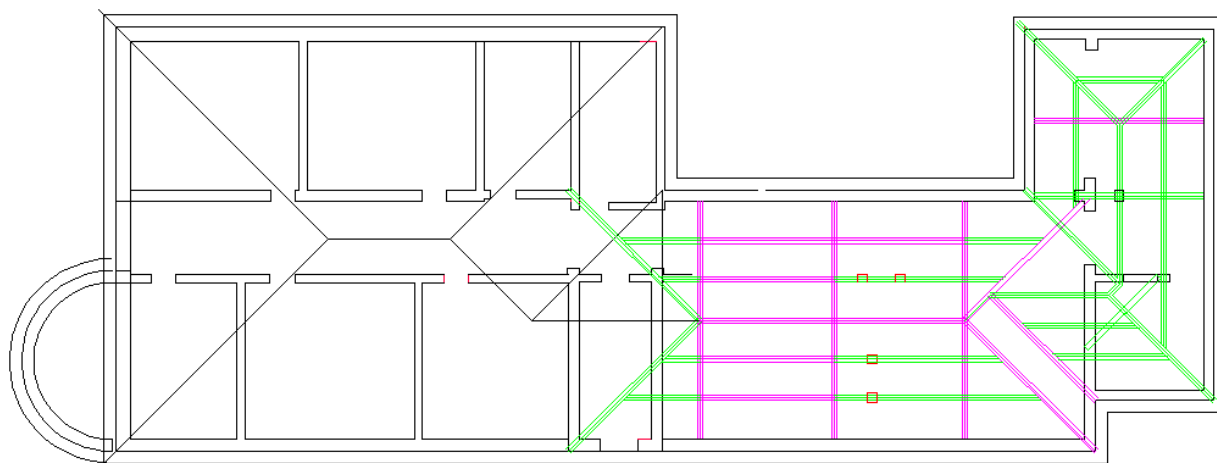
dalla risoluzione dello schema statico è derivato che $V_{SD \text{ max}} = 17,89 \text{ KN}$

Poichè $V_{SD \text{ max}}/V_{RD} = 0,40 < 1$ **LA VERIFICA E' SODDISFATTA**

CONCLUSIONI

In sintesi le verifiche effettuate hanno dato esito non positivo per quasi tutte le strutture primarie della copertura che sono state esaminate, si riporta di seguito una esaustiva immagine che raffigura con colorazione in MAGENTA tutte le aste che non risultano verificate, e che pertanto richiederebbero un rinforzo, da attuarsi mediante affiancamento o sostituzione con elementi di maggiore sezione o con elementi in acciaio. Anche i collegamenti esistenti di tipo complanare tra diagonale e terzere realizzati mediante reggiatura di lamiera metallica non sono affidabili ed andrebbero riprogettati e ricostruiti con piastre rigide. Durante il sopralluogo si è rilevato anche un diagonale lesionato che necessita di puntellamento urgente.

PIANTA COPERTO



E' importante per l'Amm. Comunale considerare che nel caso non si disponesse delle risorse per eliminare in modo definitivo le insufficienze strutturali che sono state riscontrate e descritte nel presente documento, sarà necessario comunque eseguire un puntellamento di rinforzo prima del prossimo inverno.

Il professionista incaricato

_____ Ing. Trivini Bellini Massimo

Allegata Documentazione fotografica sullo stato dei luoghi.



foto 1: diagonale lesionato con aggancio della terza mediante reggiatura.



foto 2: Disassamento del diagonale nella zona lesionata



foto 3: Diagonale nell'angolo sud-est.



foto 4: travi e colmi in appoggio su capriata C2 / C3.



foto 5: Copertura principale: sequenza delle Capriate: C2 / C4 / C3.



foto 6: Diagonale.



foto 7: Sfarinamento della catena della capriata 1 a causa di attacco da xilofagi.



foto 8: traversa per il sostegno di travi colmo a tre vie.



foto 9: capriata C3 e raccordo con copertura a muricci e tavelloni.



foto 10: raccordo con copertura a muricci e tavelloni.



foto 11: trave in cemento, impropriamente appoggiata sulla catena della capriata C3 per sostenere una linea di muricci.



foto 12: lacerto della preesistente struttura di gronda in cemento.