

Informativa sull'affidabilità dei codici – Solai Next

D.M. 17.01.2018 – “Norme tecniche per le costruzioni” – paragrafo 10.2

Il processo di progettazione e sviluppo del software **Solai Next**, per ciò che riguarda le procedure di calcolo e l'elaborazione degli elaborati in output forniti, è sottoposto al controllo del Sistema di Gestione della Qualità Aziendale della **Stacec s.r.l.**, con sede in Bovalino (RC), S.S. 106 km 87, n. 59, conforme alla norma ISO 9001:2000 e certificato da **Certiquality** con n. 8679.

Al fine della comprensione del metodo e dei parametri utilizzati si allegano alcuni cenni teorici adeguatamente commentati.

Si dichiara, inoltre, che al progettista sono stati forniti gli esempi di calcolo sotto elencati utilizzati per verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le necessarie verifiche di controllo, i cui dati in ingresso, in essi riportati, potranno essere utilizzati per eventuali confronti con testi specialistici e altri strumenti di calcolo.

- Test01_SolaioVincolo_Appoggio;
- Test02_SolaioVincolo_Incastro;

Il software è dotato di strumenti di autodiagnosica che controllano ed evidenziano, durante le procedure di inserimento dei dati e di elaborazione, eventuali valori noncongrui, il cui utilizzo comprometterebbe una corretta elaborazione degli stessi.

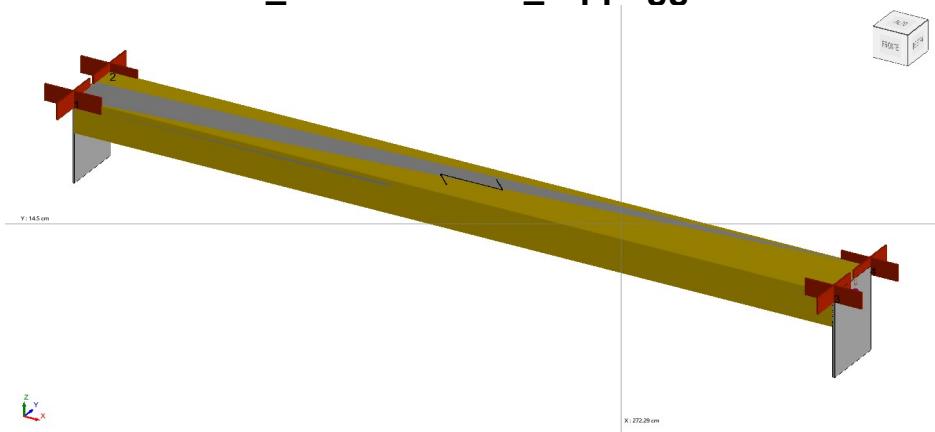
Bovalino, 13 marzo 2024.

Premessa:

Il software **Solai Next** esegue il progetto, il calcolo e le verifiche di solai di numerose tipologie utilizzate nella pratica corrente (latero cemento, lamiera grecata, predalle, solai a secco, travi in legno e tavolato, putrelle e tavelloni). Verranno adesso riportate le formulazioni e le elaborazioni dei test effettuati confrontandole con i risultati ottenuti con il software relativamente a ad un solaio in latero cemento ad una campata con differenti tipologie di vincolo sia appoggio che incastro.

Dopo aver eseguito un'analisi dei carichi si determinerà la sollecitazione flettente di calcolo teorica e si confronterà con quella calcolata con l'ausilio del programma **Solai Next**.

- **Schema archivio Test01_SolaioVincolo_Appoggio:**



La sequenza delle operazioni eseguite per il test sarà la seguente:

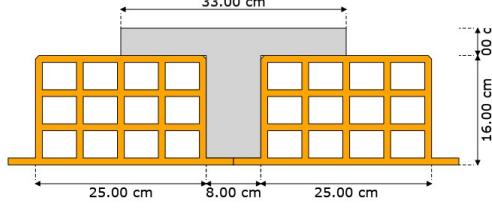
- ✓ Input solaio Test01 Solai Next
- ✓ Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)
- ✓ Valutazione della Massima Sollecitazione Flettente
- ✓ Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

Test01_SolaioVincolo_Appoggio

Per il calcolo dei carichi e la valutazione dell'azione flettente massima si farà riferimento ai seguenti dati d'ingresso ed alle precedenti formulazioni teoriche:

Input solaio Test01_Solai Next

Tipologia Solaio

Tipologia N.1 (Tip_Sol (1))	
	<p>Tipo solaio = Latero cemento Mat. cls = Cls (1) Peso proprio = 2.7697 kN/m² Peso portato = 0.80 kN/m² Peso reagente = 1.9697 kN/m²</p>

Tipologia : Nome della tipologia di carico;
Azione : Azione di carico utilizzata per assegnare il carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");
Q : Valore del carico di superficie applicato al solaio;

Tipologia	Sovraccarico permanente		Incidenza tramezzi		Carico d'esercizio	
	Azione	Q [kN/m ²]	Azione	Q [kN/m ²]	Azione	Q [kN/m ²]
Carico predefinito solaio	2	2.00	G2	0.00	Q ese	3.00

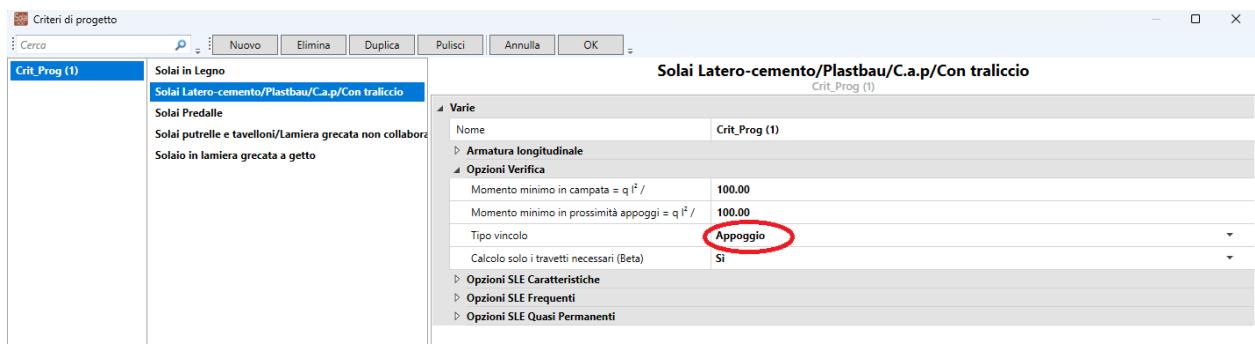
Carichi Globali distribuiti sulle Aste/travetti

I carichi riportati sono stati calcolati considerando anche tutti i carichi applicati sugli elementi e derivanti da solai, balconi, pannelli, tamponature.

Asta : Numero dell'asta (vedi "Asta C." in "Caratteristiche delle Aste");
Imp. : Impalcato al quale appartiene l'asta;
Nodi : Nodi ai quali appartiene l'asta (vedi "Nodo C." in "Caratteristiche dei Nodi");
Azione : Azione di carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");
DGlob : Direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;
in : Valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";
fin : Valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";

Asta	Imp.	Nodi	Azione	DGlob X [kN/m]		DGlob Y [kN/m]		DGlob Z [kN/m]		DGlob RX [kNm/m]		DGlob RY [kNm/m]		DGlob RZ [kNm/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	-	1 - 2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.914	-0.914	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.66	-0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.99	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tipo di Vincolo modello di calcolo



Analisi solaio Test01:

DATI

- L : Luce netta
 Hp : Altezza pignatte
 Bp : Larghezza pignatte
 Bt : Larghezza travetto
 Hs : Solettina collaborante

L [cm]	Hp [cm]	Bp [cm]	Bt [cm]	Hs [cm]
400	16	25	8	4

Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)

Peso trav. e pignatte G1[daN/m ²]	Peso solett. coll. G1 [daN/m ²]	Sovracc. perm. G2 [daN/m ²]	Car. Acc[daN/m ²]
177	100	200	300

Analisi dei Carichi

Peso Proprio Solaio (G1)=

$$\begin{aligned}
 &= H_p \cdot L_t \cdot 1 / (L_{ap} + L_t) \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + H_t \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + \text{PesoPignatte/m}^2 = \\
 &= 0.16 \cdot 0.08 \cdot 1 / (0.25 + 0.8) \cdot 2500 + 0.04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 = 96.96 + 100 + 80 \text{ daN/m}^2 = \\
 &= 276.96 \text{ daN/m}^2 = 277 \text{ daN/m}^2;
 \end{aligned}$$

Carichi agenti (daN/m²)

Car. Perm.G1 = 277 daN/m²;

Car. Perm.G2= Incidenza Tramezzi + Sovraccarico Permanente

$$= 100 \text{ daN/m}^2 + 100 \text{ daN/m}^2 = 200 \text{ daN/m}^2;$$

Car. Acc. = 300 daN/m²;

Carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)

Interasse Travetti=Lap+Lt=(0.25+0.08)=0.33 m

Car. Perm.G1 = 277 Kg/m² *0.33=91.41 daN/m²;

Car. Perm.G2= 200 Kg/m²*0.33=66.00 daN/m²;

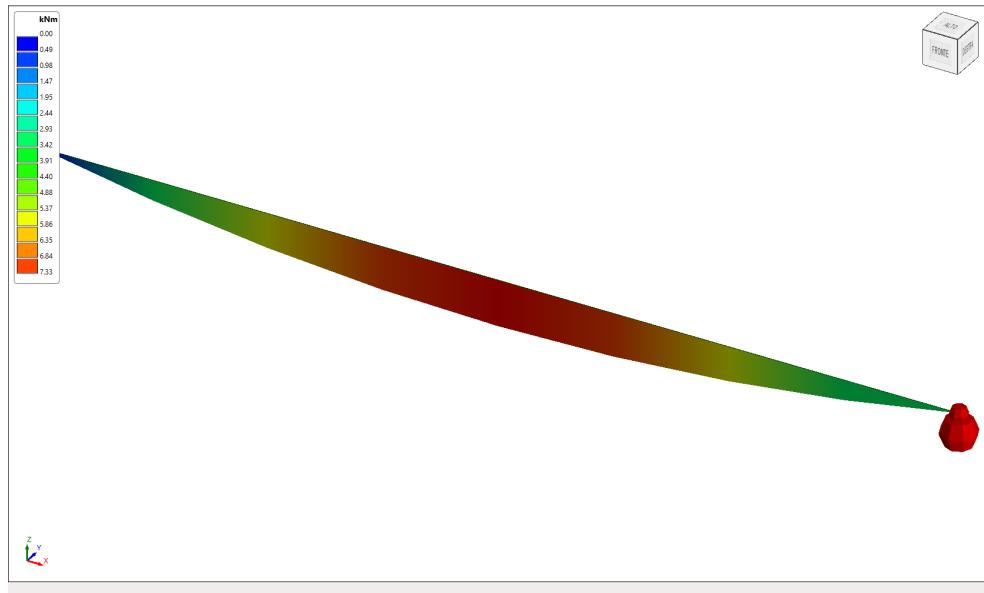
Car. Acc. = 300 Kg/m²*0.33=99.00 daN/m²;

Valutazione della massima Sollecitazione Flettente

Risultati di calcolo da software

Momento Flettente Max SLU (luce/2) $\cong 7.3264 \text{ kNm} \cong 732.64 \text{ daNm}$

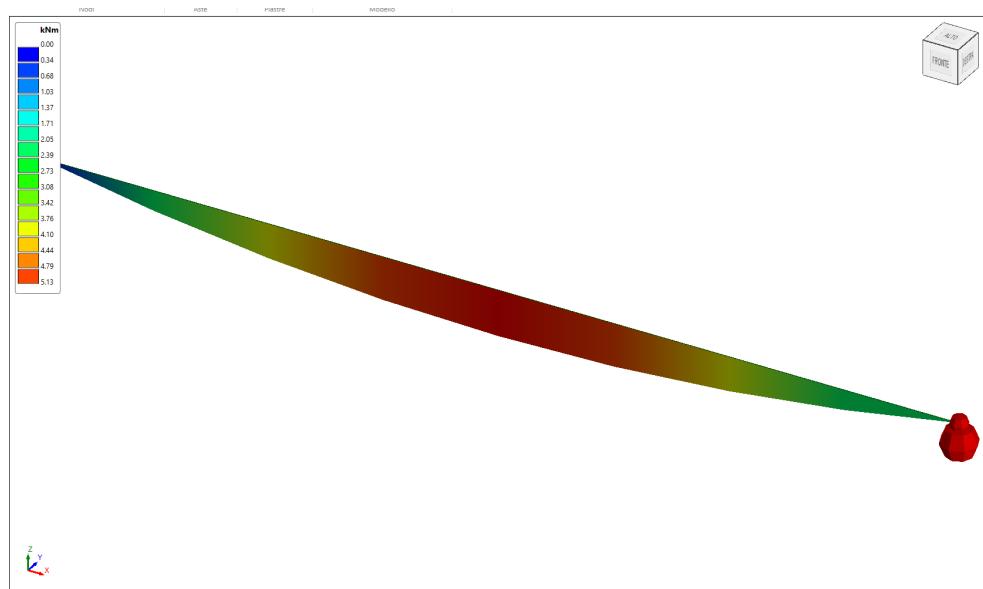
Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)						
Dati generali	Sezione	Fessurazione	Deformata	Diagrammi	Estremali	
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	7.3264	0.00	0.00	0.00
50.00	0.00	0.00	5.4948	0.00	3.2053	0.00
100.00	0.00	0.00	3.6632	0.00	5.4948	0.00
150.00	0.00	0.00	1.8316	0.00	6.8685	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.3264	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.60885	0.00	6.8685	0.00
300.00	0.00	0.00	-3.2177	0.00	5.4948	0.00
350.00	0.00	0.00	-4.82655	0.00	3.2053	0.00
400.00	0.00	0.00	-6.4354	0.00	0.00	0.00



Momento Flettente Max SLE Combinazione Caratt.a (luce/2) $\cong 5.128 \text{ kNm} \cong 512.8 \text{ daNm}$

Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)

Diagrammi						
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	5.128	0.00	0.00	0.00
50.00	0.00	0.00	3.846	0.00	2.2435	0.00
100.00	0.00	0.00	2.564	0.00	3.846	0.00
150.00	0.00	0.00	1.282	0.00	4.8075	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.128	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.282	0.00	4.8075	0.00
300.00	0.00	0.00	-2.564	0.00	3.846	0.00
350.00	0.00	0.00	-3.846	0.00	2.2435	0.00
400.00	0.00	0.00	-5.128	0.00	0.00	0.00



Inviluppo SLU

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.3;

Coeff Ampl Car. Perm.G2= 1.5;

Coeff Ampl Car. Acc. = 1.5

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{8} = 1/8 \times 4^2 \times (1.3 \times 91.41 + 1.5 \times 66 + 1.5 \times 99)$$

$$= 16/8 \times (118.83 + 99 + 148.5) = \mathbf{732.66 \text{ daNm}}$$

Inviluppo SLE (Comb. Caratteristica)

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.0; Coeff

Ampl Car. Perm.G2= 1.0; Coeff Ampl

Car. Acc. = 1.0

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{8}$$

$$= 1/8 \times 4^2 \times (91.41 + 66 + 99) = \mathbf{512.82 \text{ daNm}}$$

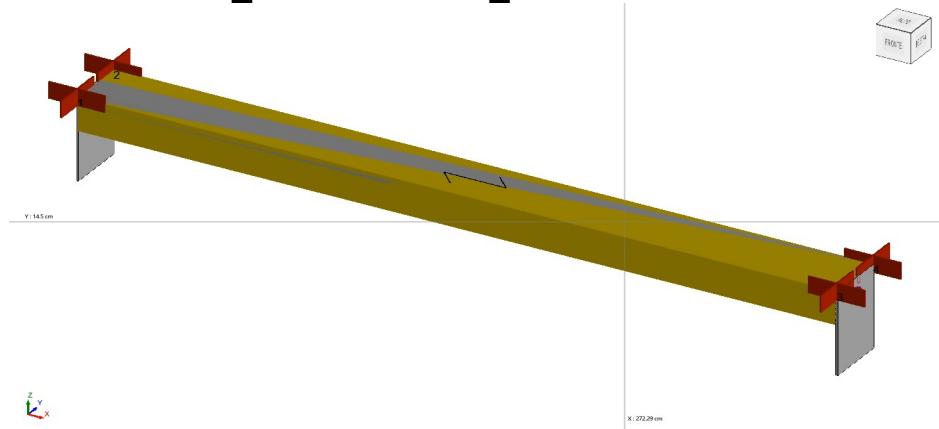
Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

SLU

$$\text{Differenza \%} = |(732.66 - 732.64)| / 732.66 = \mathbf{0.0027 \% \text{ SLE}}$$

$$\text{Differenza \%} = |(512.82 - 512.80)| / 512.80 = \mathbf{0.0039 \%}$$

- **Schema archivio Test02_SolaioVincolo_Incastro:**



La sequenza delle operazioni eseguite per il test sarà la seguente:

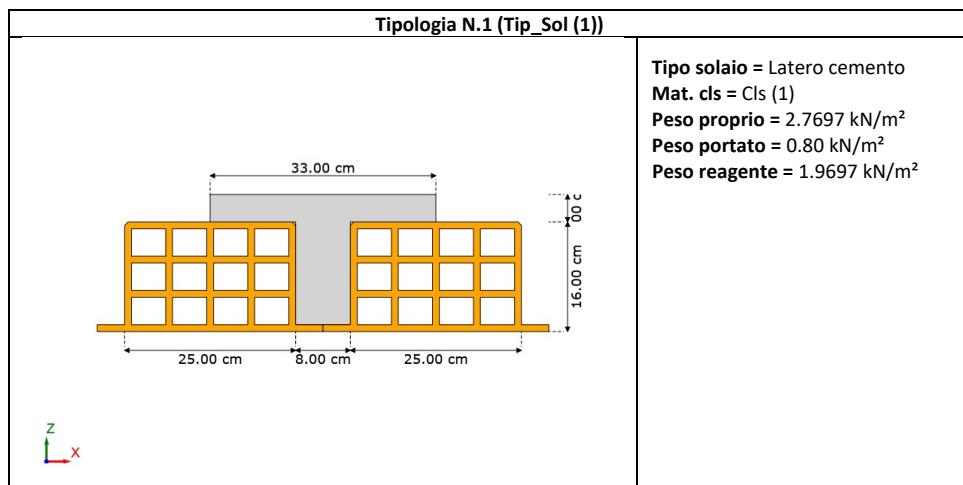
- ✓ Input solaio Test02 Solai Next
- ✓ Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)
- ✓ Valutazione della Massima Sollecitazione Flettente
- ✓ Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

Test02_SolaioVincolo_Incastro

Per il calcolo dei carichi e la valutazione dell'azione flettente massima si farà riferimento ai seguenti dati d'ingresso ed alle precedenti formulazioni teoriche:

Input solaio Test02_Solai Next

Tipologia Solaio



- Tipologia : Nome della tipologia di carico;
 Azione : Azione di carico utilizzata per assegnare il carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");
 Q : Valore del carico di superficie applicato al solaio;

Tipologia	Sovraccarico permanente		Incidenza tramezzi		Carico d'esercizio	
	Azione	Q [kN/m ²]	Azione	Q [kN/m ²]	Azione	Q [kN/m ²]
Carico predefinito solaio	2	2.00	G2	0.00	Q ese	3.00

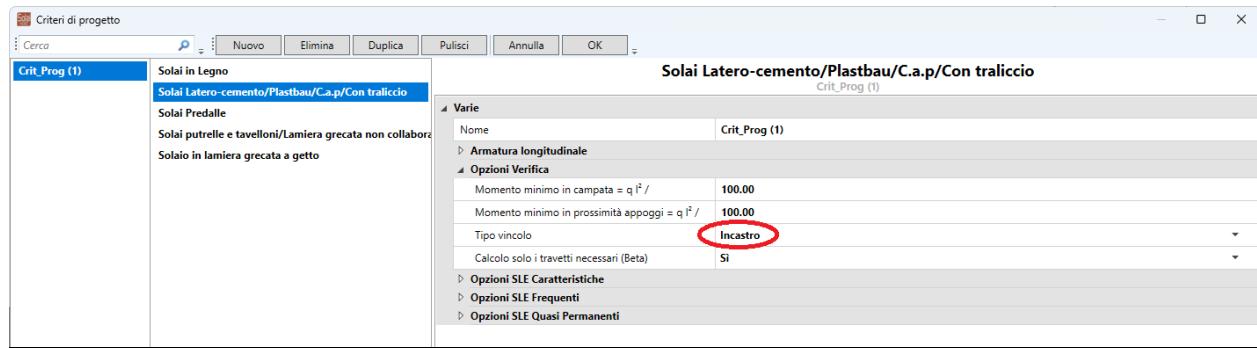
Carichi Globali distribuiti sulle Aste/travetti

I carichi riportati sono stati calcolati considerando anche tutti i carichi applicati sugli elementi e derivanti da solai, balconi, pannelli, tamponature.

- Asta : Numero dell'asta (vedi "Asta C." in "Caratteristiche delle Aste");
 Imp. : Impalcato al quale appartiene l'asta;
 Nodi : Nodi ai quali appartiene l'asta (vedi "Nodo C." in "Caratteristiche dei Nodi");
 Azione : Azione di carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");
 DGlob : Direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;
 in : Valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";
 fin : Valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";

Asta	Imp.	Nodi	Azione	DGlob X [kN/m]		DGlob Y [kN/m]		DGlob Z [kN/m]		DGlob RX [kNm/m]		DGlob RY [kNm/m]		DGlob RZ [kNm/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	-	1 - 2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.914	-0.914	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.66	-0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.99	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tipo di Vincolo modello di calcolo



Analisi solao Test01:

DATI

- L : Luce netta
 Hp : Altezza pignatte
 Bp : Larghezza pignatte
 Bt : Larghezza travetto
 Hs : Solettina collaborante

L [cm]	Hp [cm]	Bp [cm]	Bt [cm]	Hs [cm]
400	16	25	8	4

Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)

Peso trav. e pignatte G1[daN/m ²]	Peso solett. coll. G1 [daN/m ²]	Sovracc. perm. G2 [daN/m ²]	Car. Acc[daN/m ²]
177	100	200	300

Analisi dei Carichi

Peso Proprio Solaio (G1)=

$$\begin{aligned}
 &= H_p \cdot L_t \cdot 1 / (L_a + L_t) \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + H_t \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + \text{PesoPignatte/m}^2 = \\
 &= 0.16 \cdot 0.08 \cdot 1 / (0.25 + 0.8) \cdot 2500 + 0.04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 = 96.96 + 100 + 80 \text{ daN/m}^2 = \\
 &= 276.96 \text{ daN/m}^2 = 277 \text{ daN/m}^2;
 \end{aligned}$$

Carichi agenti (daN/m²)

Car. Perm.G1 = 277 daN/m²;

Car. Perm.G2= Incidenza Tramezzi + Sovraccarico Permanente

$$= 100 \text{ daN/m}^2 + 100 \text{ daN/m}^2 = 200 \text{ daN/m}^2;$$

Car. Acc. = 300 daN/m²;

Carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)

Interasse Travetti=Lap+Lt=(0.25+0.08)=0.33 m Car.

Perm.G1 = 277 Kg/m² *0.33=91.41 daN/m²; Car.

Perm.G2= 200 Kg/m²*0.33=66.00 daN/m²; **Car. Acc.**

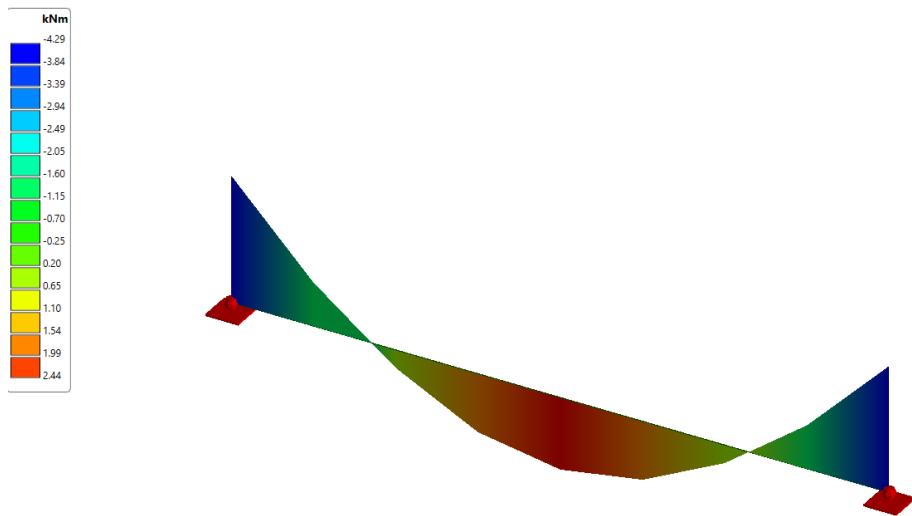
$$= 300 \text{ Kg/m}^2 * 0.33 = 99.00 \text{ daN/m}^2;$$

Valutazione della massima Sollecitazione Flettente

Risultati di calcolo da software

Momento Flettente Max SLU (luce/2) \cong **2.4421 kNm \cong 244.21 daNm**

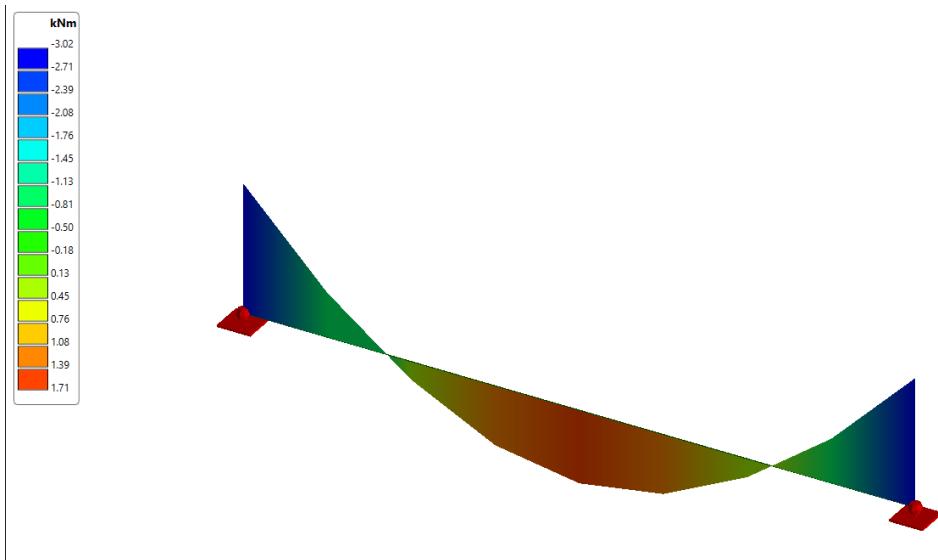
Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)						
Dati generali Sezione Fessurazione Deformata Diagrammi Estremali						
 						
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	7.3264	0.00	-4.29027	0.00
50.00	0.00	0.00	5.4948	0.00	-1.47478	0.00
100.00	0.00	0.00	3.6632	0.00	0.61053	0.00
150.00	0.00	0.00	1.8316	0.00	1.98423	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44213	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.60885	0.00	1.98423	0.00
300.00	0.00	0.00	-3.2177	0.00	0.61053	0.00
350.00	0.00	0.00	-4.82655	0.00	-1.47478	0.00
400.00	0.00	0.00	-6.4354	0.00	-4.29027	0.00



Momento Flettente Max SLE Combinazione Caratt.a (luce/2) $\cong 1.7093 \text{ kNm} \cong 170.93 \text{ daNm}$

Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)

Dati generali Sezione Fessurazione Deformata Diagrammi Estremali						
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	5.128	0.00	-3.02267	0.00
50.00	0.00	0.00	3.846	0.00	-1.03904	0.00
100.00	0.00	0.00	2.564	0.00	0.42733	0.00
150.00	0.00	0.00	1.282	0.00	1.38883	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70933	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.1335	0.00	1.38883	0.00
300.00	0.00	0.00	-2.267	0.00	0.42733	0.00
350.00	0.00	0.00	-3.4005	0.00	-1.03904	0.00
400.00	0.00	0.00	-4.534	0.00	-3.02267	0.00



Inviluppo SLU

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.3; Coeff

Ampl Car. Perm.G2= 1.5; Coeff Ampl

Car. Acc. = 1.5

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{24} = 1/24 \times 4^2 \times (1.3 \times 91.41 + 1.5 \times 66 + 1.5 \times 99)$$

$$= 16/24 \times (118.83 + 99 + 148.5) = \mathbf{244.22 \text{ daNm}}$$

Inviluppo SLE (Comb. Caratteristica)

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.0;

Coeff Ampl Car. Perm.G2= 1.0;

Coeff Ampl Car. Acc. = 1.0

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{24}$$

$$= 1/24 \times 4^2 \times (91.41 + 66 + 99) = \mathbf{170.94 \text{ daNm}}$$

Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

SLU

$$\text{Differenza \%} = |(244.21 - 244.22)| / 244.21 = \mathbf{0.004 \%}$$

SLE

$$\text{Differenza \%} = |(170.93 - 170.94)| / 170.93 = \mathbf{0.005 \%}$$