PROVINCIA
di GROSSETO

Area Tecnica

03399 S.R. 74 Maremmana - Realizzazione di un nuovo ponte ad
04076 una corsia di marcia alla progressiva km 35+500

PROGETTO ESECUTIVO

Allegato nr.	RELAZIONE DI CALCOLO SOLETTA D'IMPALCATO
T-4	

Il Dirigente Area Tecnica
Dott. Ing. Gianluca Monaci

_____

Il Responsabile Unico del Procedimento
Dott. Ing. Alessandro Vichi

_____

Il Progettista
Dott. Ing. Massimiliano Rosso

_____

Grosseto, _____

	Copia n°

Massimiliano Rosso
INGEGNERE

INDICE

1. INTRODUZIONE 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 2
3. MATERIALI 2
4. MODELLO DI CALCOLO 3
5. MODELLAZIONE 4
6. CARICHI APPLICATI 6
7. VERIFICA DELLA SOLETTA 9
8. VERIFICA DEL TRAVERSO DI TESTATA 15
9. FASCICOLO DEI CALCOLI 16
DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO 18
A. INTRODUZIONE 18
B. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 19
C. DESCRIZIONE SEZIONI 23
D. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE 24
VERIFICHE 25
VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS 25
VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO SHELL 36

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Massimiliano Rosso
INGEGNERE

1. Introduzione

Oggetto della presente è la soletta dell'impalcato in c.a. del ponte di nuova realizzazione sito nel comune di Manciano e da realizzare per l'attraversamento del Fosso Pontelungo.

La soletta misura in pianta una larghezza di 6.50 metri, una lunghezza di 35.90 metri e uno spessore di 20 cm.

2. Normativa di riferimento

NTC 2018 e C. M. 21 gennaio 2019 n. 7

3. Materiali

- **Acciaio per C.A.**

L'acciaio impiegato per la soletta e il traverso è del tipo acciaio da cemento armato B450C; i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura utilizzate come base nei calcoli sono i seguenti:

f_y nom	450 N/mm^2	tensione nominale di snervamento
f_t nom	540 N/mm^2	tensione nominale di rottura

I requisiti richiesti per l'acciaio da utilizzare sono i seguenti:

tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq f_y$ nom
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq f_t$ nom
	$(f_t/f_y)_k \geq 1.15$
	$(f_t/f_y)_k < 1.35$
	$(f_y/f_y \text{ nom})_k \leq 1.25$

- **Calcestruzzo**

Il calcestruzzo per la realizzazione della soletta e del traverso è del tipo C 28/35 avente le seguenti caratteristiche:

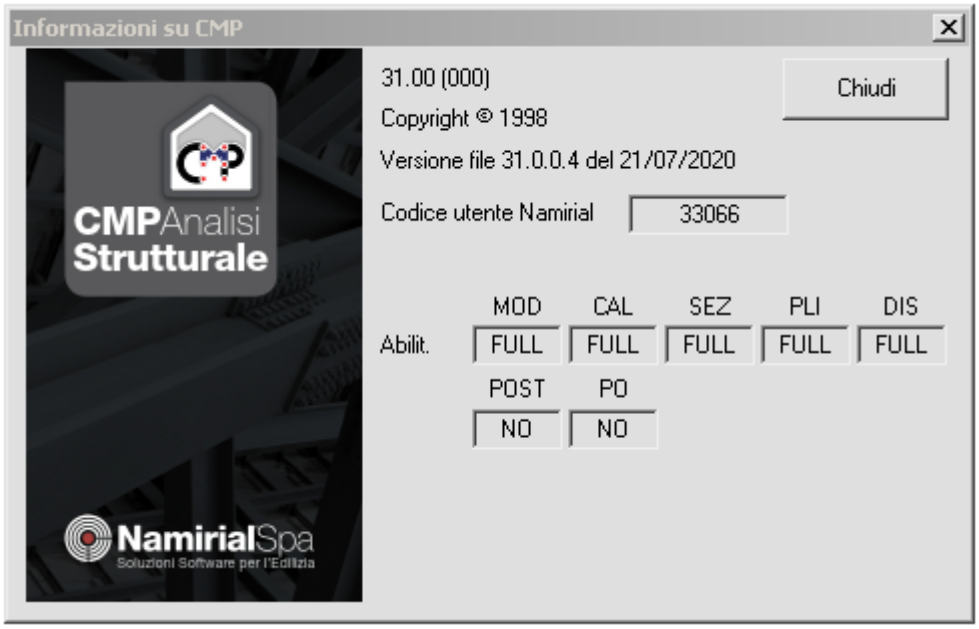
f_{ck}	29.05 N/mm^2	resistenza caratteristica di cilindrica minima
R_{ck}	35.00 N/mm^2	resistenza caratteristica cubica minima

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

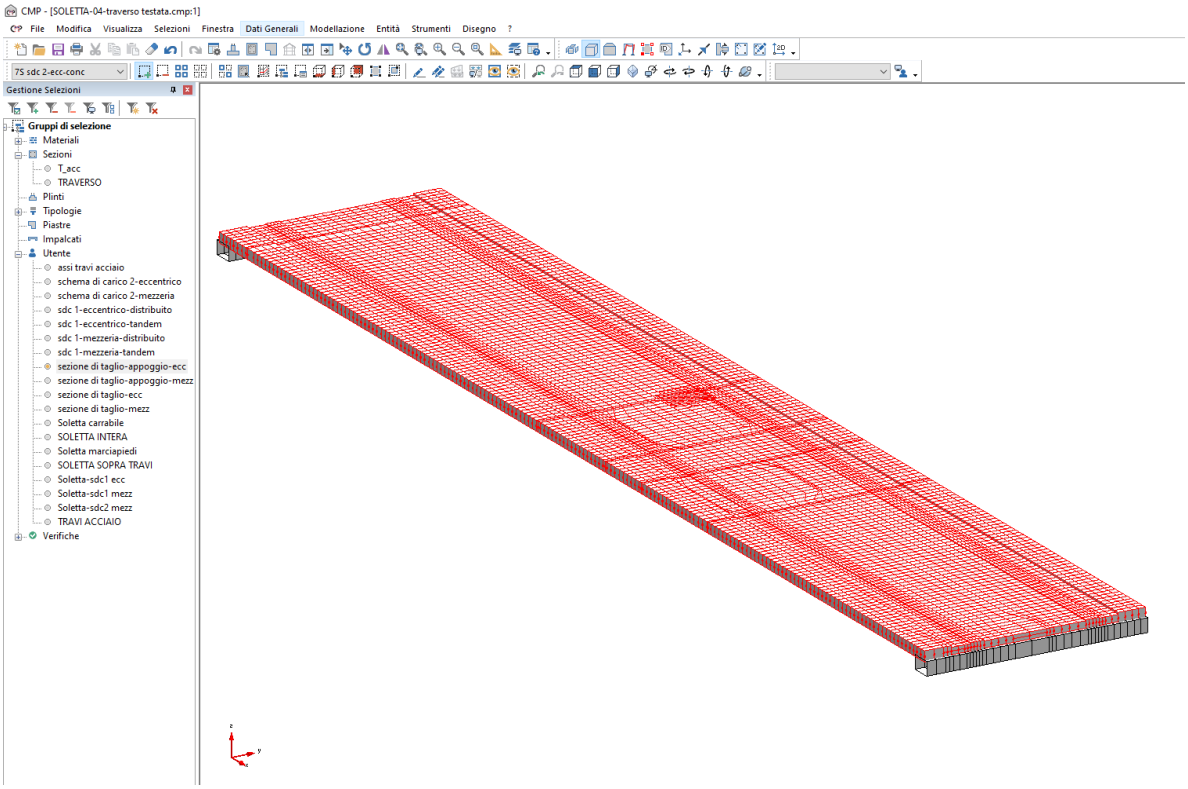
4. Modello di calcolo

È stato realizzato un modello di calcolo agli elementi finiti con cui determinare le sollecitazioni e procedere alle relative verifiche strutturali.

Il software utilizzato è CMP di Namirial.



Di seguito una rappresentazione del modello di calcolo.



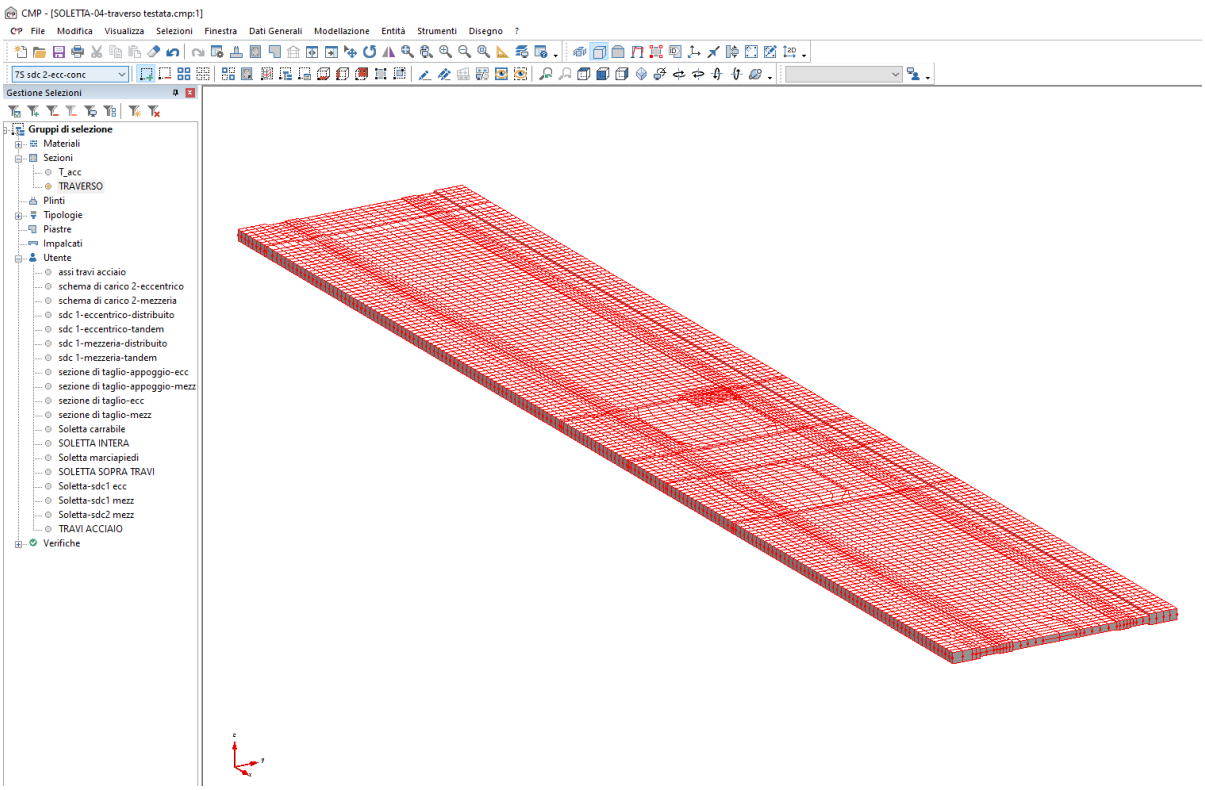
Il modello di calcolo è composto da:

nodi:	6847
beam:	72
shell:	6638

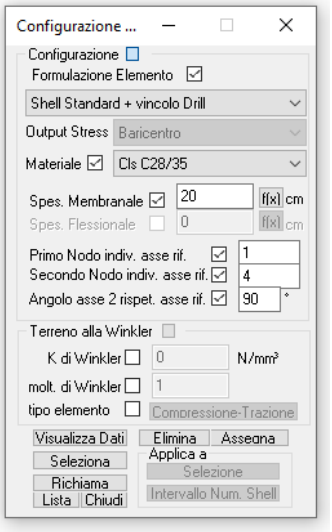
5. Modellazione

La soletta dell'impalcato è stata modellata con elementi bidimensionali (shell) di spessore variabile: 30 cm per gli shell dei cordoli laterali, 20 cm per gli shell della soletta e 25 cm per gli shell in corrispondenza dell'appoggio sulle travi metalliche (dove non è presente la lastra predalles).

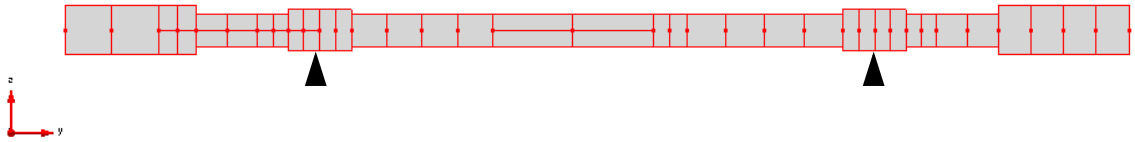
Di seguito una rappresentazione della modellazione con le caratteristiche di un elemento shell.



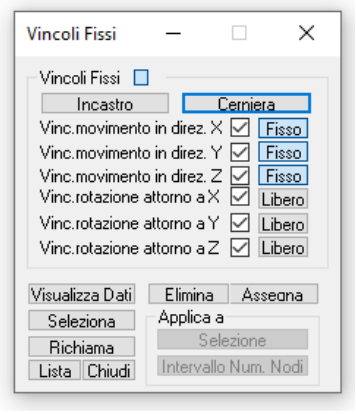
Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it



Di seguito la sezione trasversale della soletta:



In corrispondenza dell'appoggio sulle travi metalliche è stato assegnato ai nodi un vincolo fisso di cerniera.



I traversi di testata, in c.a., sono stati modellati tramite elementi beam connessi ai nodi della soletta sugli estremi longitudinali della stessa. I traversi sono stati modellati con una sezione 60x40 cm

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

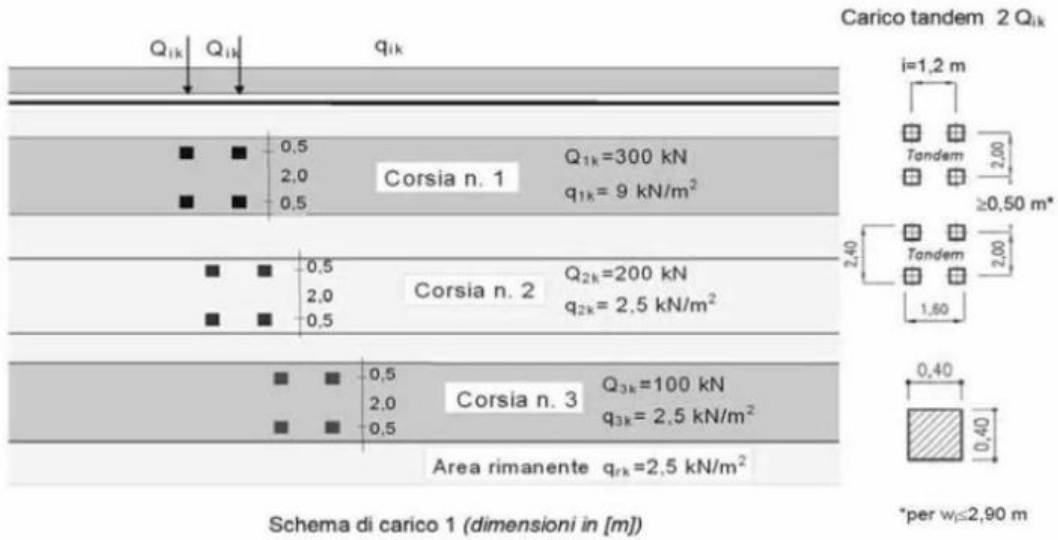
Massimiliano Rosso
INGEGNERE

6. Carichi applicati

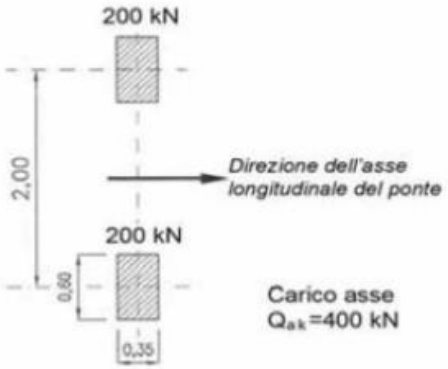
Le azioni applicate sono le seguenti:

- Carichi permanenti propri
- Azioni variabili da traffico
- Urto di veicolo in svio

In particolare, per quanto riguarda le azioni variabili da traffico, è stato considerato lo schema di carico 1 e lo schema di carico 2.



Schema di carico 1 *(dimensioni in [m])*



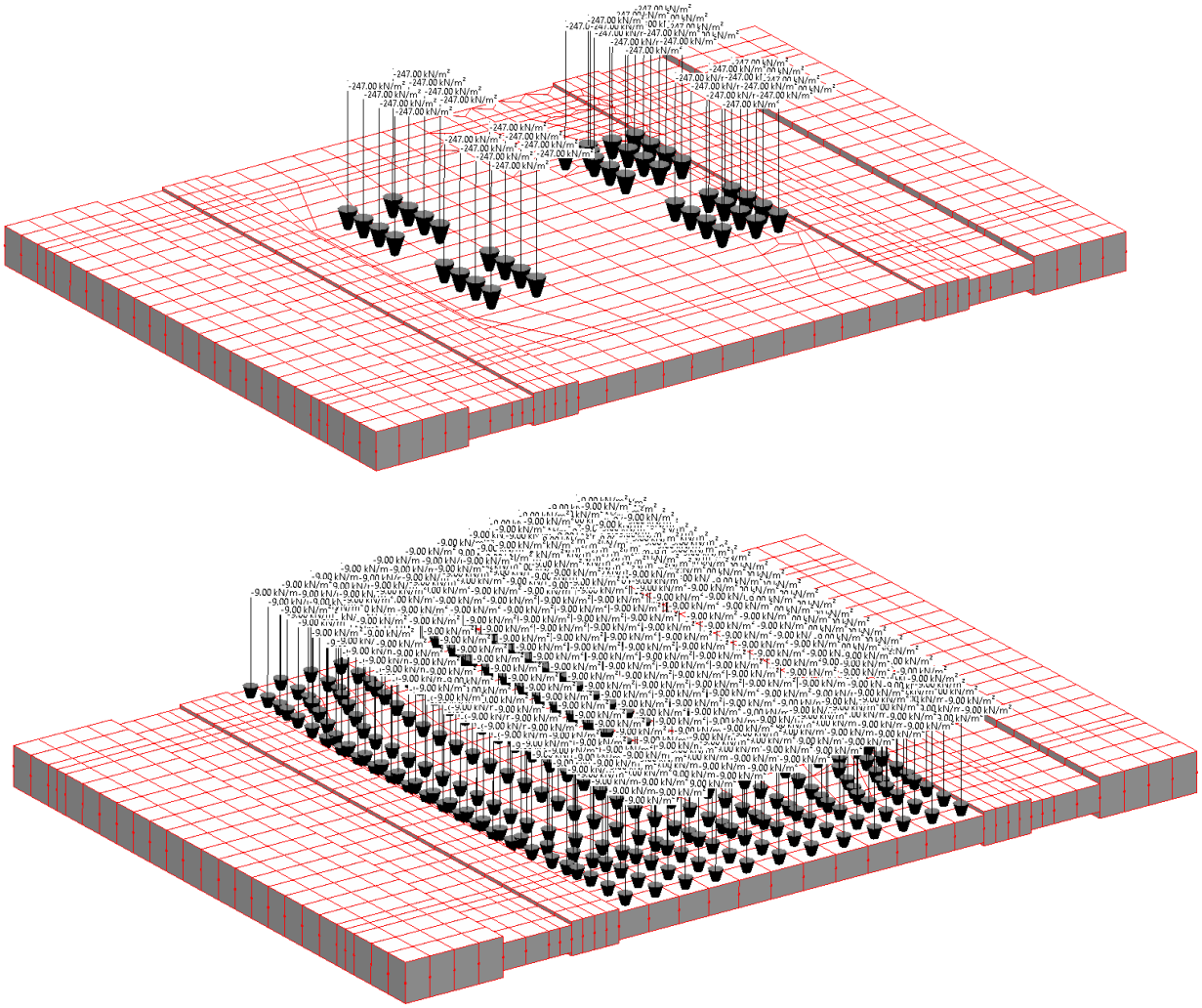
Schema di carico 2
(dimensioni in [m])

- Schema di carico 1

Per massimizzare le sollecitazioni la corsia di carico è stata modellata sia in posizione di mezzeria della soletta, sia in posizione eccentrica.

Le impronte del carico tandem sono state ripartite a 45° sul piano medio della soletta ed è stato assegnato agli elementi shell il carico come pressione globale. Di seguito è rappresentato un dettaglio della soletta con assegnati i carichi del tandem e del carico distribuito in mezzeria.

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

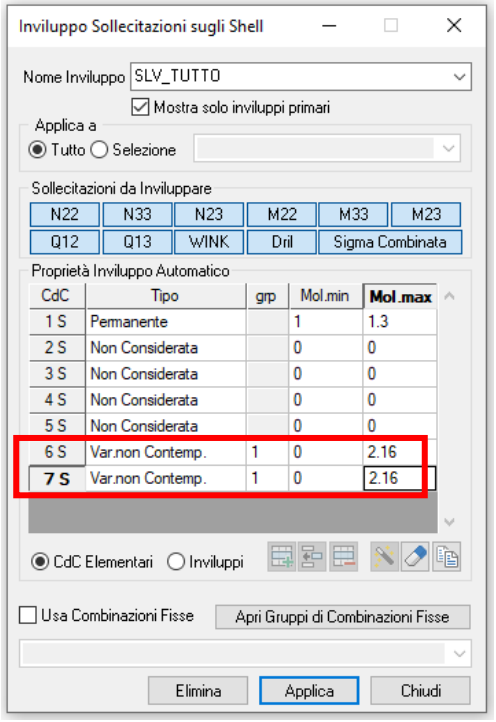


- Schema di carico 2

In via cautelativa si è applicato lo schema di carico 2 nelle zone estreme, inerenti alle spalle. In tali zone, inoltre, è stato considerato un coefficiente dinamico aggiuntivo per i carichi da traffico pari a 1.6, come suggerito dal libro di testo *"Ponti analisi-progettazione-dimensionamento di Marco Cavalieri e Andrea Cavalieri"*.

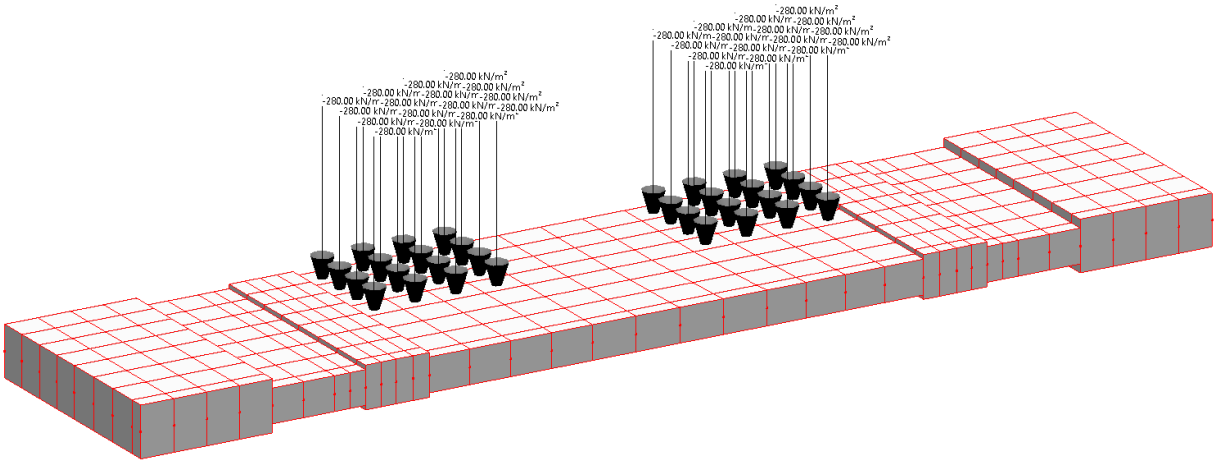
A livello della modellazione, relativamente ai carichi dello schema 2, è stato sostituito il coefficiente amplificativo per le azioni variabili da traffico, pari a 1.35, moltiplicando lo stesso per 1.6 e ottenendo 2.16.

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it



Per massimizzare le sollecitazioni lo schema di carico 2 è stato modellato sia in posizione di mezzeria della soletta, sia in posizione eccentrica.

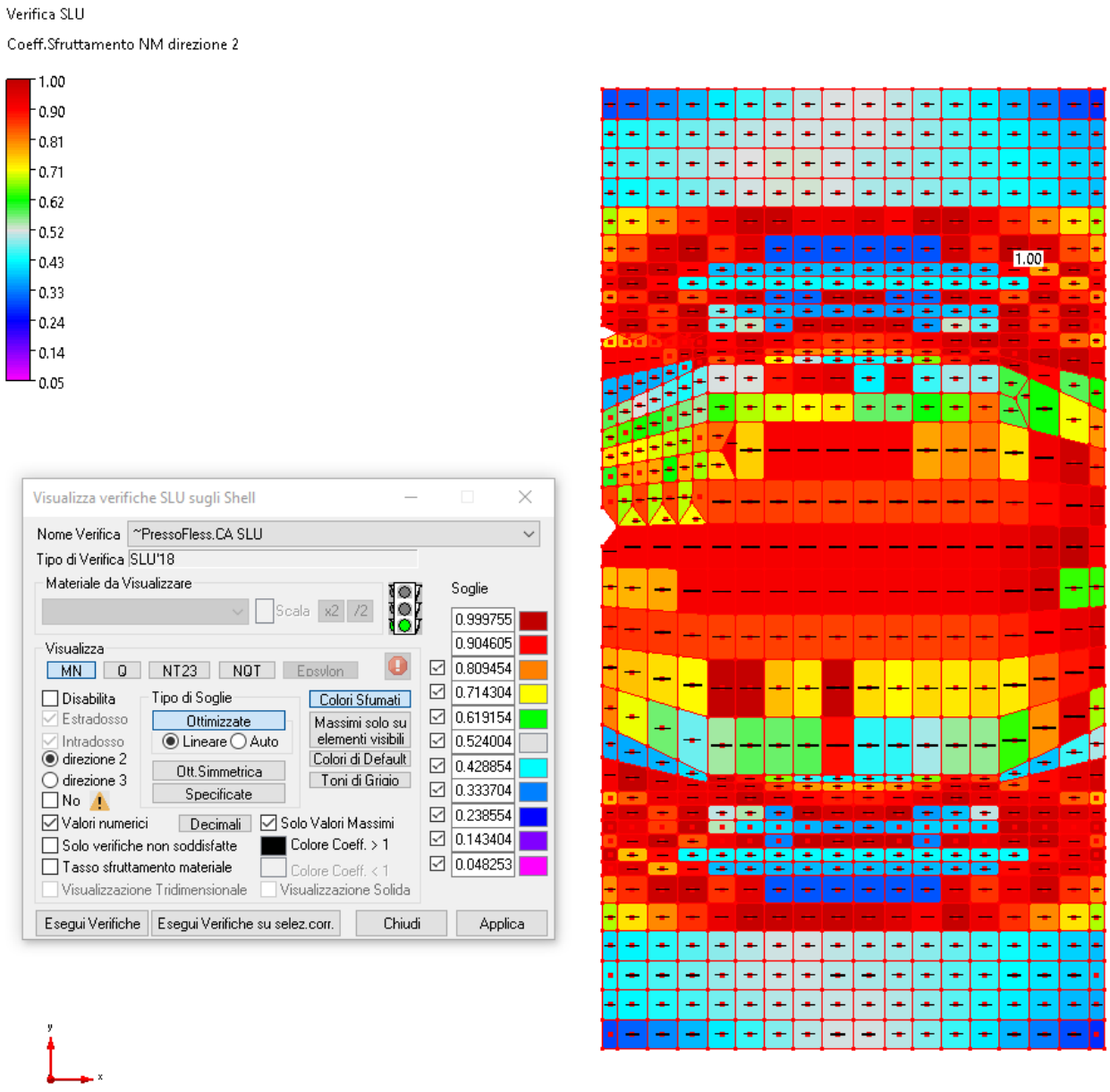
Le impronte del carico sono state ripartite a 45° sul piano medio della soletta ed è stato assegnato agli elementi shell il carico come pressione globale. Di seguito è rappresentato un dettaglio della soletta con assegnati i carichi in mezzeria.



Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

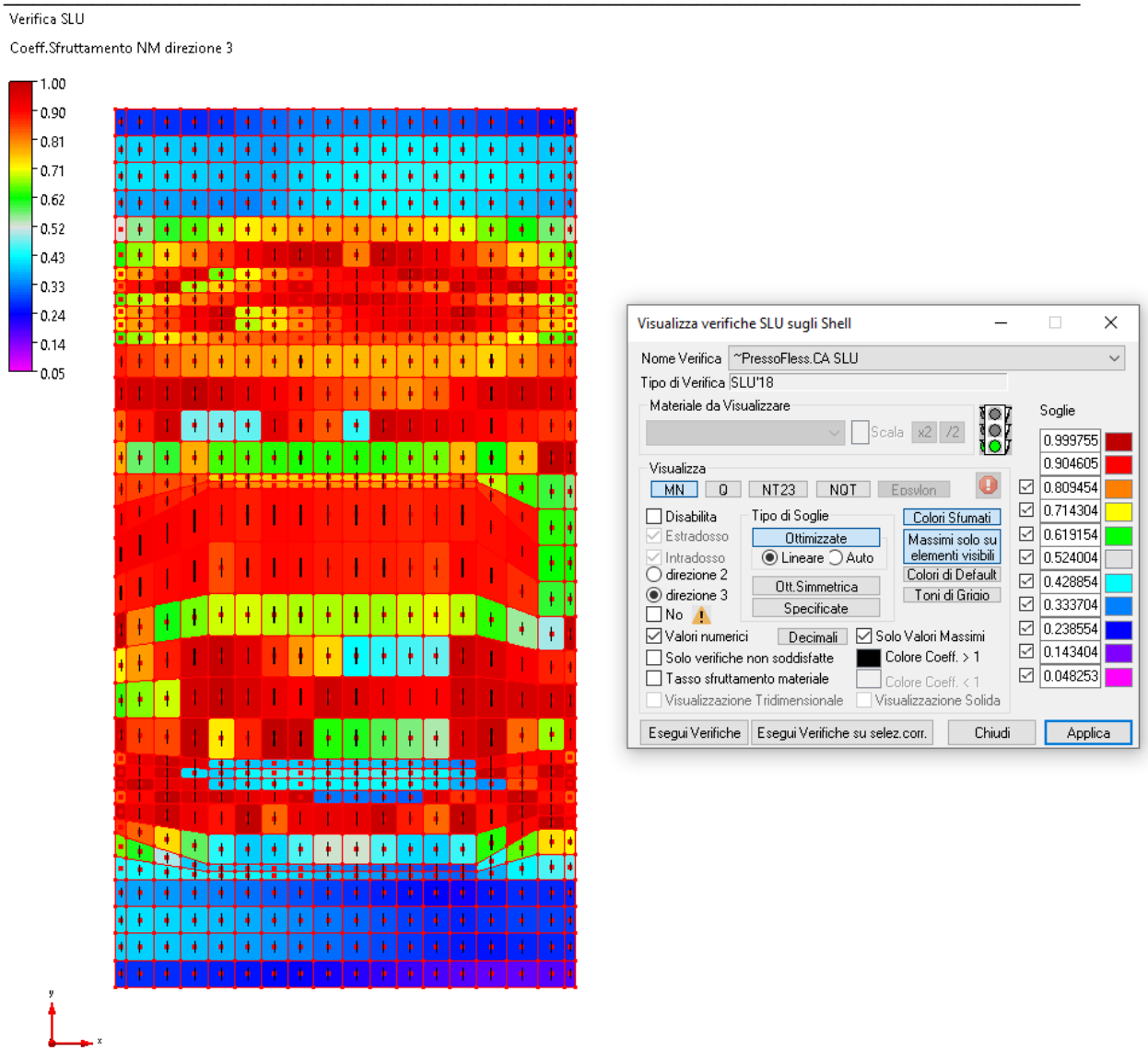
7. Verifica della soletta

Di seguito si riportano le verifiche strutturali della soletta in corrispondenza delle zone dove sono applicati i carichi delle impronte.



Verifica a pressoflessione SLU – schema di carico 1 in mezzeria

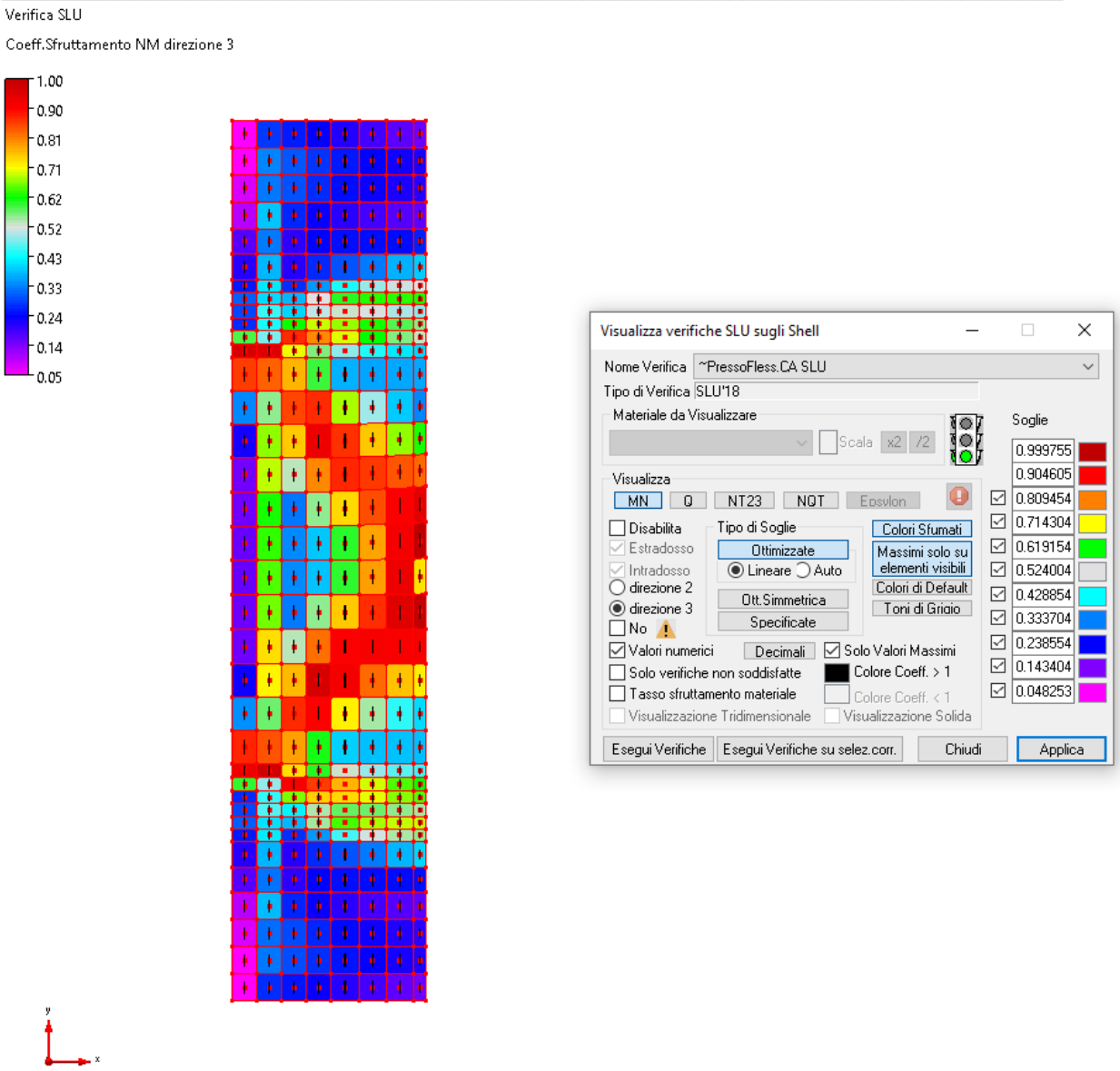
Massimiliano Rosso
INGEGNERE



Verifica a pressoflessione SLU – schema di carico 1 eccentrico

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

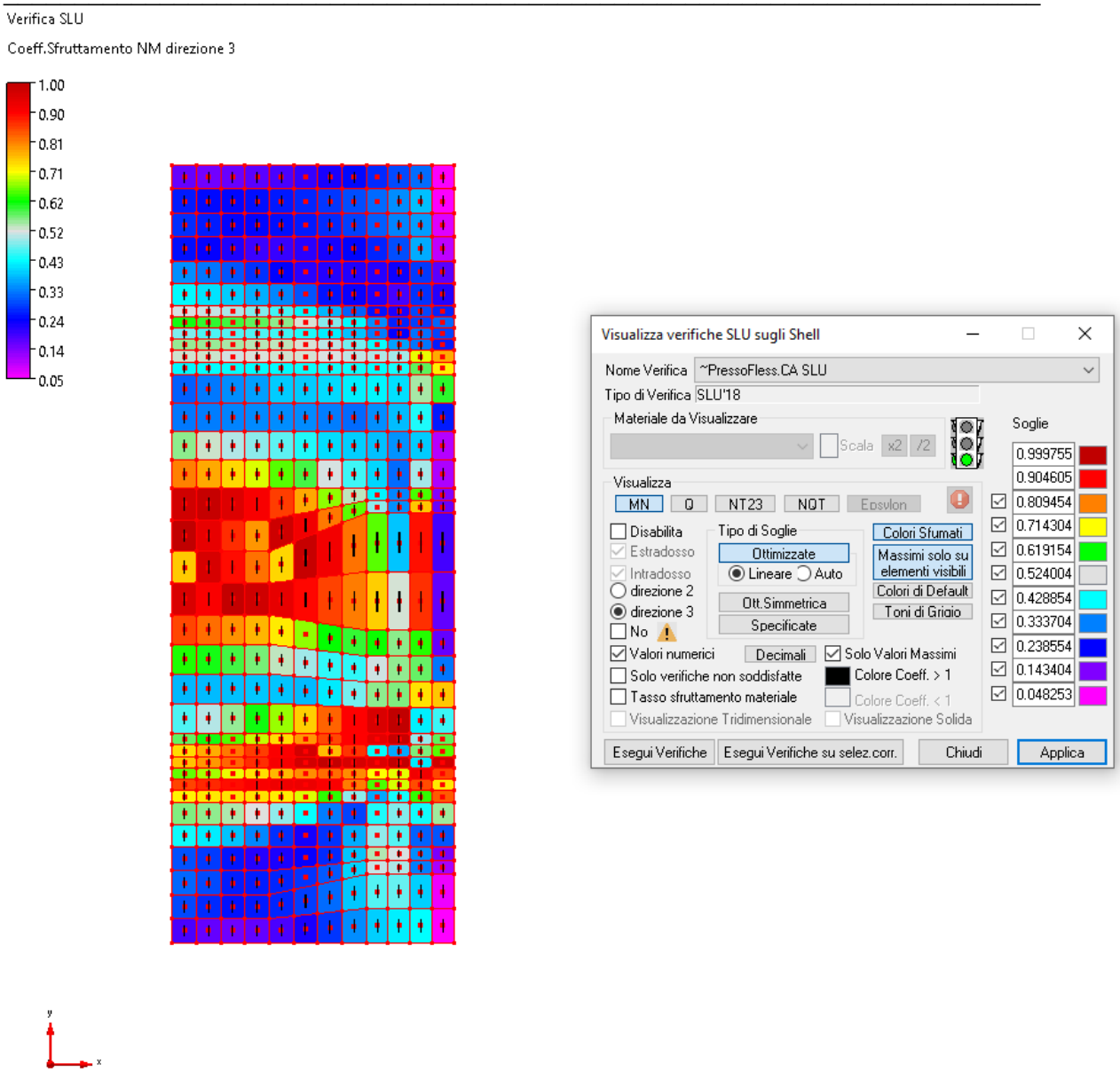
Massimiliano Rosso
INGEGNERE



Verifica a pressoflessione SLU – schema di carico 2 in mezzeria

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

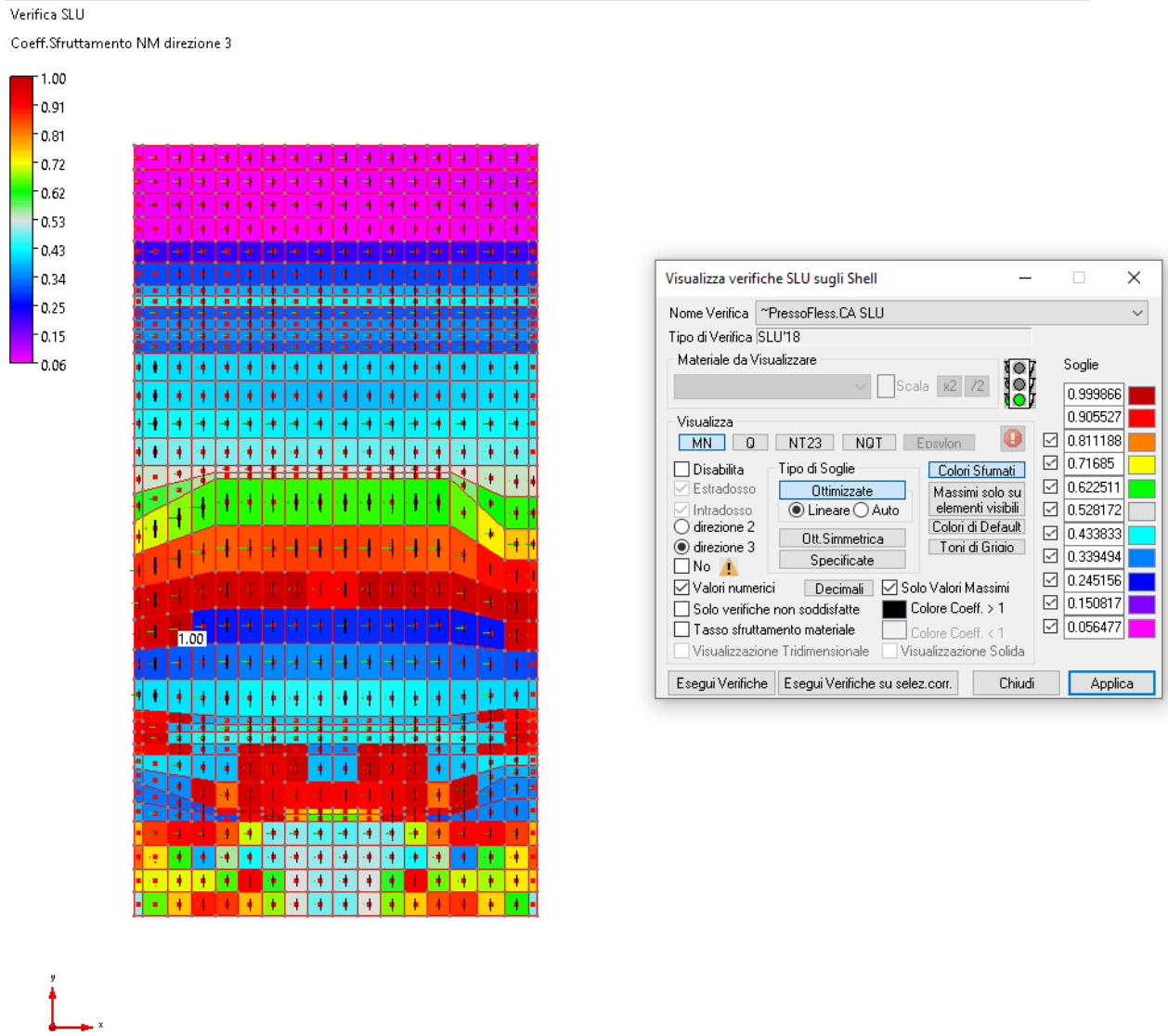
Massimiliano Rosso
INGEGNERE



Verifica a pressoflessione SLU – schema di carico 2 eccentrico

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Massimiliano Rosso
INGEGNERE



Verifica a pressoflessione SLU – urto di veicolo in svio

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Massimiliano Rosso
INGEGNERE

- **Verifica a taglio di membrature non dotate di armature trasversali**

Schema di carico 1:

Taglio resistente	**Vrd,c**	**140.30**	**kN**
tensione tangenziale resistente di base	Crd,c	0.12	
coefficiente di sicurezza	γc	1.50	
coefficiente di sicurezza	k	1.96	
altezza utile	d	215.00	mm
altezza soletta	h	250.00	mm
copriferro	c	35.00	mm
rapporto di armatura longitudinale	ρ1	0.01	
larghezza soletta	bw	1000.00	mm
area armatura longitudinale	Asl	1570.00	mmq
diametro armatura	Ø20	314.00	mmq
passo armatura	passo	200.00	mm
resistenza cls	fck	29.05	N/mmq
fattore	k1	0.15	
tensioni di compressione	бcp	0.00	N/mmq
Taglio sollecitante	**Ved**	**133.08**	**kN**

Schema di carico 2:

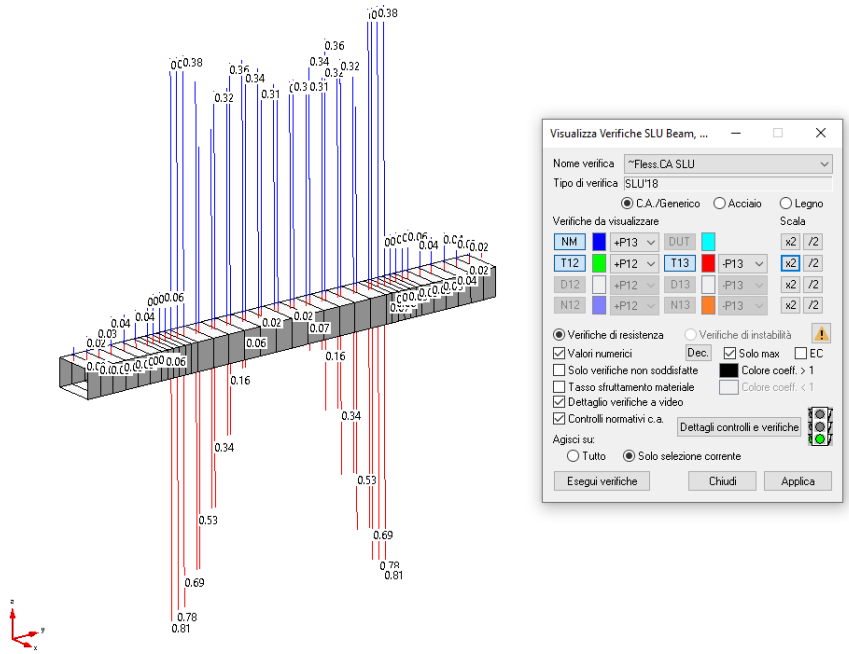
Taglio resistente	**Vrd,c**	**154.42**	**kN**
tensione tangenziale resistente di base	Crd,c	0.12	
coefficiente di sicurezza	γc	1.50	
coefficiente di sicurezza	k	1.96	
altezza utile	d	215.00	mm
altezza soletta	h	250.00	mm
copriferro	c	35.00	mm
rapporto di armatura longitudinale	ρ1	0.01	
larghezza soletta	bw	1000.00	mm
area armatura longitudinale	Asl	2093.33	mmq
diametro armatura	Ø20	314.00	mmq
passo armatura	passo	150.00	mm
resistenza cls	fck	29.05	N/mmq
fattore	k1	0.15	
tensioni di compressione	бcp	0.00	N/mmq
Taglio sollecitante	**Ved**	**137.71**	**kN**

Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo successivo del fascicolo dei calcoli.

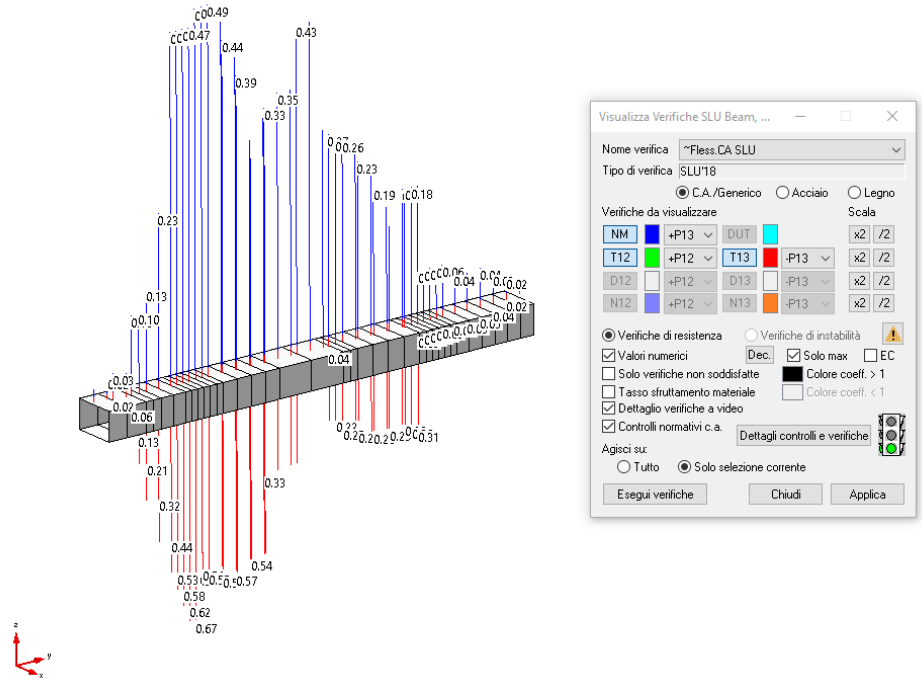
Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

8. Verifica del traverso di testata

Di seguito si riportano le verifiche strutturali del traverso di testata.



Verifica a flessione SLU – schema di carico 2 in mezzeria



Verifica a flessione SLU – schema di carico 2 eccentrico

Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo successivo del fascicolo dei calcoli.

Massimiliano Rosso
INGEGNERE

9. FASCICOLO DEI CALCOLI

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

FASCICOLO DEI CALCOLI

Programma: **CMP v.31.00**
Codice Utente: **33066**
Data ed ora dell'elaborazione: **10-2-2021** , **18:11:51**
Nome Modello: ***Modello***
Nome File: **SOLETTA-04-traverso testata.cmp**

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

DESCRIZIONE DEI DATI DEL MODELLO

Di seguito sono descritti i dati geometrici e non del modello fisico-matematico utilizzato per il calcolo strutturale.

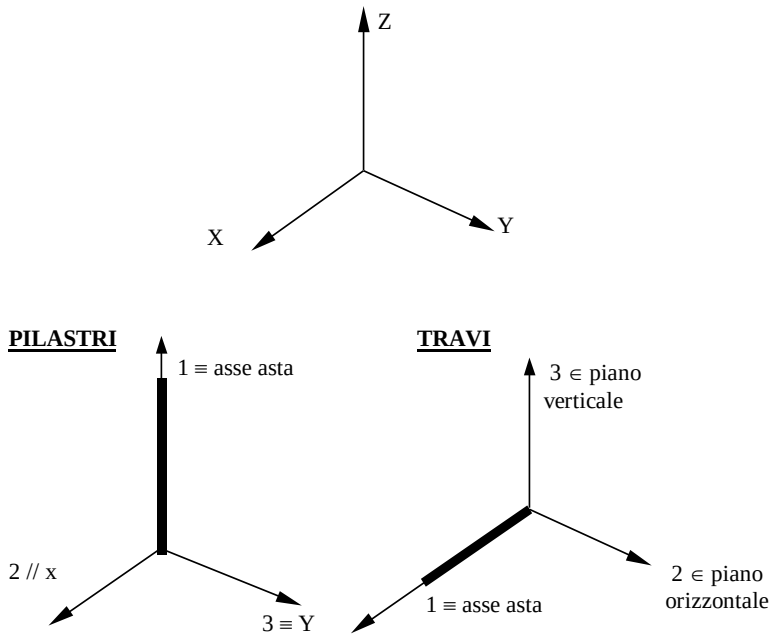
a. INTRODUZIONE

Sistemi di riferimento

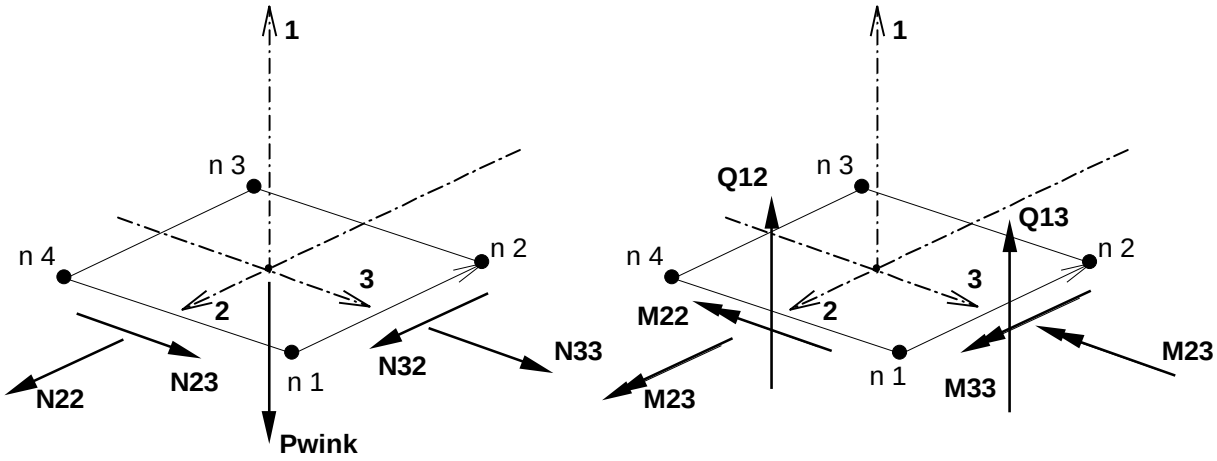
Il Sistema di Riferimento Globale XYZ è una Terna destrorsa cartesiana con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 degli Elementi tipo Beam è una Terna destrorsa Cartesiana con asse 1 avente la direzione dell'elemento, asse 2 definibile dall'utente e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 predefinito degli Elementi tipo Shell è una Terna destrorsa cartesiana con origine nel baricentro dell'Elemento, asse 1 avente la direzione della normale, asse 2 avente la direzione della congiungente i punti medi dei due lati N2-N3 e N1-N4 (N1,N2,N3,N4 sono i nodi che definiscono l'elemento) e asse 3 avente la direzione che completa la terna.



Riferimento locale aste e sezioni



Convenzioni di segno - sollecitazioni Shell

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Modellazione

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti, la progettazione-verifica degli elementi strutturali sono state condotte utilizzando il programma CMP realizzato da Namirial S.p.A - Senigallia (AN). Il solutore ad elementi finiti utilizzato è ***XFINEST della Ce.A.S. di Milano***.

Normativa

Per la progettazione e verifica degli elementi strutturali è stata utilizzata la seguente normativa:
Normativa italiana D.M. 17/01/2018
Classe d'Uso: 2
Vita Nominale: 50 anni

b. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito vengono elencati i materiali usati nel modello:

Dati generali

ID	= numero identificativo del materiale
E	= modulo di Elasticità
ν	= coefficiente di Poisson
G	= modulo di Elasticità Tangenziale
Ps	= peso specifico
α	= coefficiente di Dilatazione Termica
f_{yk}	= tensione caratteristica di snervamento
f_u	= resistenza ultima a trazione
ε_{ud}	= deformazione ultima
$\gamma_{M,c}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione
$\gamma_{M,t}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione
γ_M	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU
$\gamma_{M,ecc}$	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per situazioni eccezionali

Dati specifici per calcestruzzo

R_{ck}	= resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo
f_{ck}	= resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo
f_{ctk}	= resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo
f_{ctm}	= resistenza media di trazione del calcestruzzo
$f_{tc,eff}$	= resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone l'insorgere delle prime fessure
γ_c	= coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo
α_{cc}	= coefficiente riduttivo per le resistenze a compressione di lunga durata
α_{ct}	= coefficiente riduttivo per le resistenze a trazione di lunga durata
GrpEsig	= gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) per le verifiche SLE; par.4.3.1.6 del DM 9/1/1996 (a = condizioni ambiente poco aggressivo, b = moderatamente aggressivo, c = molto aggressivo) oppure § 5.1.2.2.6.5 del DM 2005 o § 4.1.2.2.4.3 DM 2008 o § 4.1.2.2.4.2 DM 2018 (a = condizioni ambientali ordinarie, b = aggressive, c = molto aggressive). Per l'Eurocodice corrisponde alla classe di esposizione, prospetto 7.1N EN 1992-1-1:2005 (a = X0, XC1, b = XC2, XC3, XC4, c = XD1, XD2, XS1, XS2, XS3)

Dati specifici per acciaio da carpenteria

f_y	= tensione di snervamento acciaio per spessori minori o uguali a 40mm

f_{y1} = tensione di snervamento acciaio per spessori maggiori di 40mm

$\gamma_{M0,c}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione per acciaio da carpenteria (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

$\gamma_{M0,t}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione per acciaio da carpenteria

γ_{M1} = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per acciaio da carpenteria per verifiche di instabilità (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

Dati specifici per legno strutturale

Cl.Serv. = classe di servizio per materiali di tipo "legno strutturale"

$k_{mod,perm}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni permanenti

$k_{mod,lung}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di lunga durata

$k_{mod,med}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di media durata

$k_{mod,brev}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di breve durata

$k_{mod,ist}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni istantanee

k_{def} = coefficiente per l'abbattimento delle caratteristiche di rigidezza del legno strutturale per il calcolo delle deformazioni a lungo termine.

k_{cr} = coefficiente di fessurazione per la resistenza a taglio.

$f_{m,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a flessione.

$f_{t,0,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione parallela alla fibratura.

$f_{t,90,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione perpendicolare alla fibratura.

$f_{c,0,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione parallela alla fibratura.

$f_{c,90,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione perpendicolare alla fibratura.

$f_{v,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio in direzione perpendicolare alla fibratura (cioè quello che agisce in un piano perpendicolare alla fibratura stessa).

$f_{v,r,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio di rotolamento (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione perpendicolare alla fibratura).

$f_{v,b,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio da spacco (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione parallela alla fibratura stessa).

$E_{0,k}$ = modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione parallela alla fibratura.

$E_{90,k}$ = modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione perpendicolare alla fibratura.

ρ_k = densità caratteristica del legno strutturale.

Dati specifici per pannelli di tavole di legno massiccio incrociato (XLam)

EA_2 = rigidezza membranale dei pannelli XLam in direzione 2

EA_3 = rigidezza membranale dei pannelli XLam in direzione 3

EJ_2 = rigidezza flessionale dei pannelli XLam in direzione 2

EJ_3 = rigidezza flessionale dei pannelli XLam in direzione 3

GA_{v12} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 2 (cioè quella associata all'azione interna Q12 degli elementi Shell.

GA_{v13} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 3 (cioè quella associata all'azione interna Q13 degli elementi Shell.

GA_{v23} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio membranale (cioè quella associata all'azione interna N23 degli elementi Shell).

Nome Materiale: Cls C28/35 ID = 1

Proprietà reologiche:

E = 32308 N/mm²
ν = 0.200
G = 13462 N/mm²

Ps = 25 kN/m³
α = 1e-005 1/°C

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Calcestruzzo
$\gamma_{M,c}$ = 1.5
$\gamma_{M,t}$ = 1.5
$\gamma_{M,ecc}$ = 1
R_{ck} = 35 N/mm²
f_{ck} = 28 N/mm²
f_{ctk} = 1.9364 N/mm²
f_{ctm} = 2.7663 N/mm²

α_{cc} = 0.85
α_{ct} = 1
GrpEsig = a

Valori di progetto
f_{cd} = 15.867 N/mm²
f_{ctd} = 1.2909 N/mm²

Parametri per verifiche di fessurazione:

Per le verifiche di formazione delle fessure il moltiplicatore di fctm è: 1/0;
Per le verifiche di apertura delle fessure i valori ammissibili delle aperture delle fessure sono:

per le armature sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.2 mm	0.3 mm

per le armature poco sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.3 mm	0.4 mm

Parametri verifiche a taglio (par. 4.1.2.3.5.1, par. 4.1.2.3.5.3 DM 17/01/2018):

$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$, $v_{min} = 0.185203 * k^{3/2}$, $k_1 = 0.15$, $f_{cd'}/f_{cd} = 0.5$
Per il significato dei parametri si veda anche par.6.2.2 EC2

Parametri verifiche a punzonamento (par.6.4.4, EN 1992-1-1:2005):

Sono i medesimi valori per il taglio di cui sopra

Nome Materiale: S 355 ID = 30

Proprietà reologiche:

E = 2.1e+005 N/mm²
ν = 0.300
G = 80769 N/mm²

Ps = 78.5 kN/m³
α = 1.2e-005 1/°C

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio da Carpenteria

f_y = 355 N/mm²

f_{y1} =335 N/mm²

$\gamma_{M0,c}$ = 1.05

$\gamma_{M0,t}$ = 1.05

γ_{M1} = 1.05

$\gamma_{M,ecc}$ = 1

f_u = 510 N/mm²

Valori di progetto

f_{cd} = 338.1 N/mm²

f_{ctd} = 338.1 N/mm²

Nome Materiale: B450C ID = 26

Proprietà reologiche:

E = 2e+005 N/mm²

ν = 0.300

G = 76923 N/mm²

Ps = 78.5 kN/m³

α = 1.2e-005 1/°C

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio per Armature

f_{yk} =450 N/mm²

$\gamma_{M,c}$ = 1.15

$\gamma_{M,t}$ = 1.15

$\gamma_{M,ecc}$ = 1

f_u = 540 N/mm²

ε_{ud} = 0.0675

Aderenza Migliorata = Si

Tipo Armatura = armatura poco sensibile

Valori di progetto

f_{cd} = 391.3 N/mm²

f_{ctd} = 391.3 N/mm²

c. DESCRIZIONE SEZIONI

Caratteristiche statiche delle sezioni

Le caratteristiche statiche delle sezioni utilizzate nel modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli

Sez = Nome della Sezione
A = Area della Sezione
I_{22*} = Momento d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 2* parallelo all'asse locale 2 della sezione
I_{33*} = Momento d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 3* parallelo all'asse locale 3 della sezione
I_{23*} = Momento d'Inerzia centrifugo rispetto agli assi locali baricentrici 2* e 3* paralleli rispettivamente all'asse locale 2 e 3 della sezione
I_{44} = Momento d'Inerzia Principale (Minimo) rispetto all'asse baricentrico 4
I_{55} = Momento d'Inerzia Principale (Massimo) rispetto all'asse baricentrico 5
θ = Angolo formato dagli assi principali d'inerzia rispetto agli assi locali 2 e 3 della sezione.
i_{22*} = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 2*
i_{33*} = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 3*
i_{44} = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 4
i_{55} = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 5
J_T = Fattore di Rigidezza Torsionale
AT2 = Area Resistente a Taglio in direzione dell'asse locale 2 della sezione (se vale 0 non viene considerata la deformabilità a taglio)
AT3 = Area Resistente a Taglio in direzione dell'asse locale 3 della sezione (se vale 0 non viene considerata la deformabilità a taglio)
qp = Peso proprio (forza per unità di lunghezza) della sezione
& = Indica che la quantità è stata forzata e non calcolata da CMP

I nomi delle sezioni che terminano con un "/N", ove N è un numero, si riferiscono all'armatura N.

	A (cm²)	I_{22*} (cm^4)	I_{33*} (cm^4)	I_{23*} (cm^4)	I_{44} (cm^4)	I_{55} (cm^4)	θ (°)	i_{22*} (cm)
	i_{33*} (cm)	i_{44} (cm)	i_{55} (cm)	JT (cm^4)	AT2 (cm²)	AT3 (cm²)	qp (kN/m)	
Nome Sezione: T_acc [Doppio T 80/45x180 cm]								
	557.500000	2864911.055	143219.5396	0.00000000	143219.5396	2864911.055	90.00000000	71.68579992
	16.02797664	16.02797664	71.68579992	881.7103674	0.00000000	0.00000000	4.3763750	
Nome Sezione: TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]								
	2400.00000	320000.0000	720000.0000	0.00000000	320000.0000	720000.0000	0.00000000	11.54700538
	17.32050808	11.54700538	17.32050808	746336.3437	0.00000000	0.00000000	6.0000000	
Nome Sezione: TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]/1								
	2776.99112	393890.2592	840637.1579	0.00000000	393890.2592	840637.1579	0.00000000	11.90968775
	17.39870986	11.90968775	17.39870986	746336.3437	0.00000000	0.00000000	6.0000000	

Geometria sezioni

Di seguito vengono elencate le caratteristiche geometriche delle sezioni presenti nel modello.

Sezione: T_acc [Doppio T 80/45x180 cm] - Sezione Base

Poligonale n°1
Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena
Coefficiente di Omog.: 1
Materiale Poligonale: S 355

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-40	-90

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
2	40	-90
3	40	-87
4	0.65	-87
5	0.65	88
6	22.5	88
7	22.5	90
8	-22.5	90
9	-22.5	88
10	-0.65	88
11	-0.65	-87
12	-40	-87

Sezione: TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm] - Sezione Base
Poligonale n°1
Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena
Coefficiente di Omog.: 1
Materiale Poligonale: Cls C28/35

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-30	-20
2	30	-20
3	30	20
4	-30	20

Sezione: TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm] - Armatura 1
Poligonale n°1
Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena
Coefficiente di Omog.: 1
Materiale Poligonale: Cls C28/35

N° vertice	Coord.X (cm)	Coord.Y (cm)
1	-30	-20
2	30	-20
3	30	20
4	-30	20

Materiale barre d'armatura: B450C
Coefficiente di Omog.: 15

N° barra armatura	Coord. X (cm)	Coord. Y (cm)	Diametro (mm)
1	-24	-14	20
2	24	-14	20
3	24	14	20
4	-24	14	20
5	8	14	20
6	-8	14	20
7	-8	-14	20
8	8	-14	20

d. DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE

Il peso proprio degli Elementi tipo Beam e tipo Shell viene calcolato automaticamente in base alle caratteristiche dei materiali, alla geometria degli elementi e ai seguenti parametri:

CdC = Numero Condizione di Carico Elementare
mltX = Moltiplicatore del peso proprio in direzione X Globale
mltY = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Y Globale
mltZ = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Z Globale

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Tipo = Tipo di Condizione di Carico (St = Statico, StEq = Sismico Statico Equivalente)
Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 = coefficienti di combinazione
Ψ_{2s} = coefficiente di combinazione sismica
φ = coefficiente per calcolo masse

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_{2s}	φ
CdC n. 1	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
sdc 1-mezz-conc	2	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sdc 1-mezz-dist	3	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sdc 1-ecc-conc	4	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sdc 1-ecc-dist	5	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sdc 2-mezz-conc	6	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1
sdc 2-ecc-conc	7	0	0	0	Generico (St)	1	1	1	1	1

VERIFICHE

VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS

A seguito verranno indicate le verifiche più gravose per ogni sezione base o armatura

Descrizione set inviluppi di verifica

Di seguito sono descritti i set inviluppi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA "~SL18"

E' costituito dai seguenti inviluppi:

- Inviluppi SLE Combinazione Q.Perm. secondo il DM 17/01/2018

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso SLE q.perm.
- ~SL18 SLE SLE q.perm.

Descrizione Inviluppo "~SL18 traverso SLE q.perm."

Agisce sul gruppo di selezione "**~~TRAVERSO**".

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Variabile		0	1.44
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Variabile		0	1.44

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLE SLE q.perm."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.non Contemp.	4	1	1

- Inviluppi SLE Combinazione Frequente secondo il DM 17/01/2018

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso SLE freq.
- ~SL18 SLE SLE freq.

Descrizione Inviluppo "~SL18 traverso SLE freq."

Agisce sul gruppo di selezione "**~~TRAVERSO**".

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 traverso SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 traverso SLE freq."

Descrizione inviluppo "~SL18 traverso SLE freq._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Variabile		0	1.44
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Variabile		0	1.44

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLE SLE freq."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLE SLE freq."

Descrizione inviluppo "~SL18 SLE SLE freq._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.non Contemp.	4	1	1

- Inviluppi SLE Combinazione Rara secondo il DM 17/01/2018

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso SLE caratt.
- ~SL18 SLE SLE caratt.

Descrizione Inviluppo "~SL18 traverso SLE caratt."

Agisce sul gruppo di selezione "**~~TRAVERSO**".

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 traverso SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 traverso SLE caratt."

Descrizione inviluppo "~SL18 traverso SLE caratt._1":

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Variabile		0	1.44
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Variabile		0	1.44

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLE SLE caratt."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLE SLE caratt."

Descrizione inviluppo "~SL18 SLE SLE caratt._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.non Contemp.	4	1	1

- Inviluppi S.L.U. secondo il DM 17/01/2018

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso STR SLV
- ~SL18 SLU_2 STR SLV
- ~SL18 SLU_1 STR SLV
- ~SL18 SLU STR SLV

Descrizione Inviluppo "~SL18 traverso STR SLV"

Agisce sul gruppo di selezione "**~~TRAVERSO**".

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 traverso STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 traverso STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 traverso STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Variabile		0	2.16
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Variabile		0	2.16

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLU_2 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLU_2 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLU_2 STR SLV"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU_2 STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.Contemporanea	1	0	1.35

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLU_1 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLU_1 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLU_1 STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU_1 STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.Contemporanea	1	0	1.35

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLU STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLU STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLU STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.Contemporanea	2	0	1.35
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.Contemporanea	2	0	1.35
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.Contemporanea	3	0	1.35
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.Contemporanea	4	0	1.35

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un inviluppo assume il seguente significato:

1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inzio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1
V_{12}, V_{13} = tagli agenti in direzione 2 e 3
M_{12}, M_{13} = momenti agenti nei piani 12 e 13
MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.
ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura
ArmNMT=indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura
d_2, d_3 = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3
b_{w2}, b_{w3} = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3
n_{st2}, n_{st3} = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.
corr. = armatura longitudinale corrente
Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

σmax, σmin: indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata.
CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

All'inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione: $A_{s,min}$ è l'armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2), $A_{s,disp}$ è l'armatura disponibile nella zona tesa. Qualora non siano presenti armature nell'area tesa il calcolo viene eseguito traslando l'asse neutro parallelamente a se stesso fino a raggiungere la prima barra disponibile, e riaggiornando i valori. In tal caso i valori in tabella sono accompagnati da un "^".

VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: σ_{max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l'ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica di Resistenza "~Fless.CA SLE rare"

Tipo Verifica: Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)
Combinazione di Carico: rara

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso SLE caratt.
- ~SL18 SLE SLE caratt.

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~~TRAVERSO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm²)	Sigma Amm. Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	16.8
n.26	B450C	360	-

Beam n.17 - Sezione "TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:
Armatura longitudinale: 4Ø20 (Pos.1, corr.) + 4Ø20 (Pos.-1, corr.)
d_2 = 54 cm, b_{w2} = 40 cm, d_3 = 34 cm, b_{w3} = 60 cm
Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:
staffa con n_{st2} = 2, n_{st3} = 2, Ø 12 a passo 15 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	ArmNM	σ_{max} (N/mm²)	σ_{min} (N/mm²)
1	1	0.00	0.00	0.00	-50.86	1 (1,-1)	0.00	-4.18
26	1	0.00	0.00	0.00	-50.86	1 (1,-1)	135.30	-27.78

Verifica di Resistenza-Fessurazione "~Fless.CA SLE q.perm"

Tipo Verifica: Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)
Combinazione di Carico: quasi permanente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso SLE q.perm.
- ~SL18 SLE SLE q.perm.

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~~TRAVERSO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm²)	Sigma Amm. Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	12.6
n.26	B450C	-	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure
E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute
Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.
La tensione σs di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.
Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Beam n.17 - Sezione "TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Armatura longitudinale: 4Ø20 (Pos.1, corr.) + 4Ø20 (Pos.-1, corr.)
d_2 = 54 cm, b_{w2} = 40 cm, d_3 = 34 cm, b_{w3} = 60 cm
Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:
staffa con n_{st2} = 2, n_{st3} = 2, Ø 12 a passo 15 cm

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Mat	Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	ArmNM	σ_{max} (N/mm²)	σ_{min} (N/mm²)
Verifiche di apertura fessure:								
VA:	**Ver**	**Dist (m)**	**N (kN)**	**M12 (kNm)**	**M13 (kNm)**	**ArmNM**	**w (mm)**	**IDc/TArm**
1	1	0.00	0.00	0.00	-50.86	1 (1,-1)	0.00	-4.18
26	1	0.00	0.00	0.00	-50.86	1 (1,-1)	135.30	-27.78
VA:	1	0.00	0.00	0.00	-50.86	1 (1,-1)	0.11	1/1

Verifica di Fessurazione "~Fless.CA SLE freq."

Tipo Verifica: Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)
Combinazione di Carico: frequente

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso SLE freq.
- ~SL18 SLE SLE freq.

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~~TRAVERSO**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm²)	Sigma Amm. Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	-
n.26	B450C	-	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure
E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute
Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.
La tensione σs di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.
Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Beam n.17 - Sezione "TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Armatura longitudinale: 4Ø20 (Pos.1, corr.) + 4Ø20 (Pos.-1, corr.)
d_2 = 54 cm, b_{w2} = 40 cm, d_3 = 34 cm, b_{w3} = 60 cm
Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:
staffa con n_{st2} = 2, n_{st3} = 2, Ø 12 a passo 15 cm

Verifiche di apertura fessure:

VA:	Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	ArmNM	w (mm)	IDc/TArm
VA:	1	0.00	0.00	0.00	-50.86	1 (1,-1)	0.11	1/1

VERIFICHE S.L.U. GENERICHE/C.A.

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:
1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inzio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:
N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1
V_{12}, V_{13} = tagli agenti in direzione 2 e 3

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

M_{12}, M_{13} = momenti agenti nei piani 12 e 13
MT = momento torcente

ArmNM = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.
ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura
ArmNMT=indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura
d_2, d_3 = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3
b_{w2}, b_{w3} = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3
n_{st2}, n_{st3} = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.
corr. = armatura longitudinale corrente
Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

CoeffMN: indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la terna di sollecitazione N, M12, M13 si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M_{12}}{M_{r12}} = \frac{M_{13}}{M_{r13}}$$

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2. Analogo discorso vale per CoeffV13. Vr12 e Vr13 sono calcolati secondo il par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018. Per i parametri non indicati in questo paragrafo si vedano i parametri delle verifiche a taglio nelle caratteristiche dei materiali.
Tipo: questa colonna contiene eventualmente indicazioni sul tipo di verifica

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV12>1 e CoeffV13>1).

Verifica di Resistenza "~Fless.CA SLU"

Tipo Verifica: verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 traverso STR SLV
- ~SL18 SLU_2 STR SLV
- ~SL18 SLU_1 STR SLV
- ~SL18 SLU STR SLV

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **~~TRAVERSO**

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (N/mm²)	fd a Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	15.8667
n.26	B450C	391.304	391.304

Beam n.16 - Sezione "TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:
Armatura longitudinale: 4Ø20 (Pos.1, corr.) + 4Ø20 (Pos.-1, corr.)
d_2 = 54 cm, b_{w2} = 40 cm, d_3 = 34 cm, b_{w3} = 60 cm
Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:
staffa con n_{st2} = 2, n_{st3} = 2, Ø 12 a passo 15 cm

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):

Limitazione ctgϑ: 1 <= ctgϑ <= 2.5; α_c = 1

Ver	Dist (m) CoeffMN	N (kN) CoeffV12	M12 (kNm) CoeffV13	M13 (kNm) Tipo	V12 (kN)	V13 (kN)	ArmNMT
Massimo CoeffV13:							
4	0.10	0.00	0.00	-59.20	0.00	-367.56	1 (1,-1,1)
	0.3844	0.0000	0.8143				

Beam n.17 - Sezione "TRAVERSO [Rettangolare 60x40 cm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
- Armatura tipo 1 fino a fine asta

Descrizione Armatura tipo 1:
Armatura longitudinale: 4Ø20 (Pos.1, corr.) + 4Ø20 (Pos.-1, corr.)
d_2 = 54 cm, b_{w2} = 40 cm, d_3 = 34 cm, b_{w3} = 60 cm
Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:
staffa con n_{st2} = 2, n_{st3} = 2, Ø 12 a passo 15 cm

Parametri verifiche a taglio (par.4.1.2.3.5 DM 17/01/2018):

Limitazione ctgϑ: 1 <= ctgϑ <= 2.5; α_c = 1

Ver	Dist (m) CoeffMN	N (kN) CoeffV12	M12 (kNm) CoeffV13	M13 (kNm) Tipo	V12 (kN)	V13 (kN)	ArmNMT
Massimo CoeffMN:							
1	0.00	0.00	0.00	-75.32	0.00	244.32	1 (1,-1,1)
	0.4891	0.0000	0.5412				

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO SHELL

A seguito verranno indicate le VERIFICHE PIÙ GRAVOSE per ogni armatura

Descrizione set inviluppi di verifica

Di seguito sono descritti i set inviluppi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA "~SL18"

E' costituito dai seguenti inviluppi:

- Inviluppi SLE Combinazione Q.Perm. secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLE SLE q.perm."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.non Contemp.	4	1	1

- Inviluppi SLE Combinazione Frequente secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLE SLE freq."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLE SLE freq."

Descrizione inviluppo "~SL18 SLE SLE freq._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.non Contemp.	4	1	1

- Inviluppi SLE Combinazione Rara secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLE SLE caratt."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLE SLE caratt."

Descrizione inviluppo "~SL18 SLE SLE caratt._1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.non Contemp.	3	1	1
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.non Contemp.	4	1	1

- Inviluppi S.L.U. secondo il DM 17/01/2018

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:
- ~SL18 SLU_2 STR SLV
- ~SL18 SLU_1 STR SLV
- ~SL18 SLU STR SLV

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLU_2 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLU_2 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLU_2 STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU_2 STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.Contemporanea	1	0	1.35

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLU_1 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLU_1 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLU_1 STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU_1 STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.Contemporanea	1	0	1.35

Descrizione Inviluppo "~SL18 SLU STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLU STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 SLU STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU STR SLV_1":

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	CdC n. 1	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	sdc 1-mezz-conc	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 3St	sdc 1-mezz-dist	Var.Contemporanea	1	0	1.35
CdC elem. 4St	sdc 1-ecc-conc	Var.Contemporanea	2	0	1.35
CdC elem. 5St	sdc 1-ecc-dist	Var.Contemporanea	2	0	1.35
CdC elem. 6St	sdc 2-mezz-conc	Var.Contemporanea	3	0	1.35
CdC elem. 7St	sdc 2-ecc-conc	Var.Contemporanea	4	0	1.35

Verifiche T.A.-S.L.E.

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica
Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica
Mat = Numero del materiale a cui la verifica fa riferimento
N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica
M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica
σ_{min} = Tensione minima riscontrata per il materiale corrente
σ_{max} = Tensione massima riscontrata per il materiale corrente

Nel caso di verifiche di fessurazione, nelle relative tabelle con i risultati delle verifiche, all'inizio di una riga possono comparire uno dei seguenti simboli:

AM = verifica delle armature minime richieste per il contenimento della fessurazione: As,min è l'armatura minima richiesta ai sensi della UNI EN 1992-1-1:2005 (§7.3.2), As,disp è l'armatura disponibile nella zona tesa.
VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).
VD = verifica di decompressione: σ_{max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).
VA = verifica di apertura delle fessure: verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale calcestruzzo dello shell ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello dell'armatura dello shell.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

Per le verifiche a SLE il gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) utilizzato è riportato nella descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Verifica Shell di Resistenza "~PressoFless.CA SLE rare"

Tipo Verifica: Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)
Combinazione di Carico: rara
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **VER_soletta**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm²)	Sigma Amm. Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	16.8
n.26	B450C	360	-

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
8942	3	1	-0.00	-10.72	-0.75	-0.00
5756	3	1	-0.00	0.71	-0.05	0.00
8942	3	26	-0.00	-10.72	-9.74	27.86
5756	3	26	-0.00	0.71	-0.43	1.74

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
4425	3	1	-0.57	-1.60	-0.10	-0.00
4201	3	1	-18.54	1.59	-0.13	0.00
6885	3	26	36.72	-1.24	5.58	11.95
4200	3	26	49.34	2.08	9.05	14.51

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
8947	2	1	-0.00	-16.07	-1.77	0.00
4200	2	1	-6.76	15.61	-1.73	0.00
8947	2	26	-0.00	-16.07	-12.08	82.71
4200	2	26	-6.76	15.61	-12.42	76.22

Valori per spessore shell: 20 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
2623	3	1	-0.00	-26.11	-3.71	0.00
6107	3	1	0.00	49.34	-6.79	0.00
2623	3	26	-0.00	-26.11	-45.57	110.75
6107	3	26	0.00	49.34	-47.91	190.72

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
3904	3	1	0.16	-11.25	-1.34	0.00
5004	3	1	2.09	14.60	-1.72	0.00
4106	3	26	369.22	-5.47	57.07	119.22
5004	3	26	2.09	14.60	-13.09	43.25

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
4220	2	1	-10.39	-12.33	-3.00	0.00
6108	2	1	-0.02	21.48	-5.20	0.00
4220	2	26	-10.39	-12.33	-14.60	98.31
6108	2	26	-0.02	21.48	-22.77	182.61

Valori per spessore shell: 25 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
6098	3	1	-0.00	-40.07	-3.82	-0.00
9223	3	1	-0.00	0.07	-0.01	0.00
6098	3	26	-0.00	-40.07	-48.69	129.17
9223	3	26	-0.00	0.07	-0.05	0.20

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
3972	3	1	26.53	-18.12	-1.37	0.00
3950	3	1	-6.31	0.03	-0.02	-0.02
4066	3	26	576.12	-9.85	97.83	177.25
3950	3	26	-6.31	0.03	-0.33	-0.27

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
2563	2	1	-0.00	-8.33	-1.29	0.00
3290	2	1	8.31	7.83	-1.20	0.00
4066	2	26	58.16	-5.05	6.34	70.33
4065	2	26	67.72	4.54	10.94	73.44

Verifica Shell di Resistenza-Fessurazione "~PressoFless.CA SLE q.perm"

Tipo Verifica: Stati Limite d'Esercizio (DM 17/01/2018)
Combinazione di Carico: quasi permanente
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **VER_soletta**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm²)	Sigma Amm. Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	12.6
n.26	B450C	-	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure
E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.
La tensione σs di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.
Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
8942	3	1	-0.00	-10.72	-0.75	-0.00
5756	3	1	-0.00	0.71	-0.05	0.00
8942	3	26	-0.00	-10.72	-9.74	27.86
5756	3	26	-0.00	0.71	-0.43	1.74

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	4221	3	-1.89	-0.53	0.00

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
4425	3	1	-0.57	-1.60	-0.10	-0.00
4201	3	1	-18.54	1.59	-0.13	0.00
6885	3	26	36.72	-1.24	5.58	11.95
4200	3	26	49.34	2.08	9.05	14.51

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	3997	3	4.26	0.73	0.00

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
8947	2	1	-0.00	-16.07	-1.77	0.00
4200	2	1	-6.76	15.61	-1.73	0.00
8947	2	26	-0.00	-16.07	-12.08	82.71
4200	2	26	-6.76	15.61	-12.42	76.22

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	3997	2	-19.11	0.61	0.00

Valori per spessore shell: 20 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
2623	3	1	-0.00	-26.11	-3.71	0.00
6107	3	1	0.00	49.34	-6.79	0.00
2623	3	26	-0.00	-26.11	-45.57	110.75
6107	3	26	0.00	49.34	-47.91	190.72

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	6107	3	0.00	49.34	0.14

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
3904	3	1	0.16	-11.25	-1.34	0.00
5004	3	1	2.09	14.60	-1.72	0.00
4106	3	26	369.22	-5.47	57.07	119.22
5004	3	26	2.09	14.60	-13.09	43.25

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	2657	3	-1.47	-4.98	0.00

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
4220	2	1	-10.39	-12.33	-3.00	0.00
6108	2	1	-0.02	21.48	-5.20	0.00
4220	2	26	-10.39	-12.33	-14.60	98.31
6108	2	26	-0.02	21.48	-22.77	182.61

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	6108	2	-0.02	21.48	0.14

Valori per spessore shell: 25 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
6098	3	1	-0.00	-40.07	-3.82	-0.00
9223	3	1	-0.00	0.07	-0.01	0.00
6098	3	26	-0.00	-40.07	-48.69	129.17
9223	3	26	-0.00	0.07	-0.05	0.20

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	6098	3	-0.00	-40.07	0.10

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
3972	3	1	26.53	-18.12	-1.37	0.00
3950	3	1	-6.31	0.03	-0.02	-0.02
4066	3	26	576.12	-9.85	97.83	177.25
3950	3	26	-6.31	0.03	-0.33	-0.27

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	4066	3	576.12	-9.85	0.07

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(kN/m)	M(kNm/m)	σmin(N/mm²)	σmax(N/mm²)
2563	2	1	-0.00	-8.33	-1.29	0.00
3290	2	1	8.31	7.83	-1.20	0.00
4066	2	26	58.16	-5.05	6.34	70.33
4065	2	26	67.72	4.54	10.94	73.44

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	2561	2	-0.01	-1.35	0.00

Verifica Shell di Fessurazione "~PressoFless.CA SLE freq."

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **VER_soletta**

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (N/mm²)	Sigma Amm. Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	-
n.26	B450C	-	-

Parametri per verifiche di fessurazione:

Le verifiche di fessurazione consistono in verifiche di: apertura fessure
E' stato considerato il caso di azioni di lunga durata o azioni ripetute
Le verifiche di apertura delle fessure mostrate sono solo quelle la cui la massima tensione di trazione nel calcestruzzo (in sezione interamente reagente) supera il valore limite di formazione delle fessure.
La tensione σs di cui alla formula (7.9) della UNI EN 1992-1-1:2005 è calcolata come media di tutte le barre tese.
Per ulteriori dettagli sui parametri delle verifiche di fessurazione si veda la descrizione delle caratteristiche dei materiali.

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 30 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	4221	3	-1.89	-0.53	0.00

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	3997	3	4.26	0.73	0.00

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	3997	2	-19.11	0.61	0.00

Valori per spessore shell: 20 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	6107	3	0.00	49.34	0.14

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	2657	3	-1.47	-4.98	0.00

Armatura di estradosso: Ø16/25"
Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	6108	2	-0.02	21.48	0.14

Valori per spessore shell: 25 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	6098	3	-0.00	-40.07	0.10

Armatura di estradosso: Ø20/15"
Armatura di intradosso: Ø20/15"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	4066	3	576.12	-9.85	0.07

Armatura di estradosso: Ø16/25"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Armatura di intradosso: Ø16/25"

Verifiche di apertura fessure:

VA:	n°Shell	Dir	N(kN/m)	M(kNm/m)	w(mm)
VA:	2561	2	-0.01	-1.35	0.00

Verifiche S.L.U.

Verifica per elementi in c.a.

Se non diversamente indicato le verifiche degli elementi in c.a. sono condotte separatamente per le due direzioni d'armatura.

Significato dei parametri per le verifiche a pressoflessione di elementi in c.a.:

- n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica
- Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica
- N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica
- M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica
- CoeffMN = indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza **N**, **M**, da intendersi come N22, M22 per la direzione 2 e N33 e M33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

Verifica per elementi in c.a. con modello sandwich (UNI EN 1992-2:2005 Annex LL)

Significato dei parametri per le verifiche a pressoflessione di elementi in c.a. secondo la UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich):

- n°Shell = numero dello shell interessato dalla verifica
- N22 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 2
- N33 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 3
- N23 = sollecitazione di taglio nel piano dello shell per unità di lunghezza
- M22 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 2
- M33 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 3
- M23 = momento torcente per unità di larghezza
- Max = coefficiente massimizzato
- CoeffS2E = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'estradosso in direzione 2
- CoeffS3E = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'estradosso in direzione 3
- CoeffCE = coefficiente di sfruttamento del cls d'estradosso
- CoeffS2I = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'intradosso in direzione 2
- CoeffS3I = coefficiente di sfruttamento dell'armatura d'intradosso in direzione 3
- CoeffCI = coefficiente di sfruttamento del cls d'intradosso
- CoeffQ = coefficiente di sfruttamento a taglio fuori piano

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (Coeff>1).

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Verifica per elementi in Pannelli di Tavole di Legno Massiccio Incrociato (XLam)

L'analisi e la verifica di pannelli in strati legno massiccio incrociati (XLam) è condotta seguendo le indicazioni contenute in pubblicazioni dell'Istituto per le costruzioni e la tecnologia del legno del Politenico di Graz, con particolare riferimento ai lavori coordinati dal prof. Gerhard Schickhofer e in documenti dell'Associazione COST / Università Tecnica di Monaco come ad esempio gli atti del convegno "European Conference on Cross Laminated Timber (CLT) - The State-of-the-Art in CLT Research" Graz - May 21-22, 2013.

Le verifiche condotte sono le seguenti:

tenso-presso-flessione:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \le 1 \quad ; \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \le 1 \quad ; \quad \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \le 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \le 1 \qquad \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \le 1$$

taglio fuori piano

$$\frac{\tau_{d,//}}{f_{v,d}} \le 1 \quad \textit{strati con fibratura // alla direzione di riferimento}$$

$$\frac{\tau_{d,\perp}}{f_{v,r,d}} \le 1 \quad \textit{strati con fibratura } \perp \textit{ alla direzione di riferimento}$$

taglio nel piano

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \le 1 \quad ; \quad \frac{\tau_{T,d}}{f_{T,XLam,d}} \le 1 \quad ; \quad \frac{\tau_{T,d}}{f_{T,XLam,d}} + \left(\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \le 1$$

taglio combinato

$$\frac{\tau_d + \tau_{v,d}}{f_{v,d}} \le 1 \quad ; \quad \frac{\tau_{TM,d}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_d + \tau_{v,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \le 1$$

nelle quali:

- $\sigma_{t,0,d}$ tensione normale di trazione dovuta all'azione membranale (nella generica direzione);
- $\sigma_{c,0,d}$ tensione normale di compressione dovuta all'azione membranale (nella generica direzione);
- $\sigma_{m,d}$ tensione normale dovuta all'azione flessionale (nella generica direzione);
- τ_d tensione tangenziale dovuta al taglio fuori piano (nella generica direzione);
- $\tau_{v,d}$ tensione tangenziale perpendicolare alla fibratura dovuta al taglio nel piano N23 ed al momento torcente M23;
- $\tau_{T,d}$ tensione tangenziale dovuta alla torsione sul piano di incollaggio fra gli strati generata dal taglio nel piano;
- $\tau_{TM,d}$ tensione tangenziale dovuta alla torsione sulla singola lamella generata dal momento torcente M23;
- $f_{t,0,d}$ resistenza di progetto a trazione del materiale utilizzato nello strato in esame;
- $f_{c,0,d}$ resistenza di progetto a compressione del materiale utilizzato nello strato in esame;
- $f_{m,d}$ resistenza di progetto a flessione del materiale utilizzato nello strato in esame:
- $f_{v,d}$ resistenza di progetto a taglio perpendicolare alla fibratura del materiale utilizzato nello strato in esame;
- $f_{v,r,d}$ resistenza di progetto a taglio di rotolamento del materiale utilizzato nello strato in esame;
- $f_{v,r,d}$ resistenza di progetto a taglio di rotolamento del materiale utilizzato nello strato in esame

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

$f_{T,XLam,d}$ resistenza di progetto a torsione dell'unione incollata fra gli strati, determinata considerando un valore caratteristico pari a $f_{T,XLam,k}$ = 2,5 N/mm^2 e coefficienti k_{mod} e γ_M relativi al legno lamellare incollato;

azioni membranali e flessionali $\sigma_{0,d}(\zeta)=\frac{N_{\xi\xi}}{EA_\xi}E_\xi(\zeta)$; $\sigma_{m,d}(\zeta)=\frac{M_{\xi\xi}}{EJ_\xi}E_\xi(\zeta)\zeta$

azioni taglianti fuori piano $\tau_d(\zeta)=\frac{Q_{1\xi}\,S_\xi(\zeta)}{EJ_\xi\,B}$

forza nel piano per ogni strato: $N23_{i,M23}=\frac{M23}{(GJ_T)_\xi}G_i t_i d_i + N23_{i,N23}$

torsione su ogni lamella di larghezza b_i $TM_i=\frac{M23}{b_i(GJ_T)_\xi}G_i J_{Ti}$

Tensioni tangenziali per effetto combinato di N23 e M23:

$$\tau_{v,d}=\frac{N23_i}{t_i}\ ;\ N23_i=N23_{i,N23}+N23_{i,M23}$$

$$\tau_{TM,d}=\frac{TM_i}{W_T}$$

$$\tau_{T,d}=\max\left(\frac{T_{i,i+1}}{W_{P,i,i+1}}\right)\ ;\ T_{i,i+1}=T_{i,i+1,N23}+T_{i,i+1,M23}$$

NOTA: la tensione tangenziale negli strati, per effetto di N23i, è considerata costante, in base alle indicazioni dei documenti citati a inizio paragrafo.

Per l'azione $N23_i$ e per il momento torcente sul nodo incollato *T* sono implementati vari metodi di calcolo:

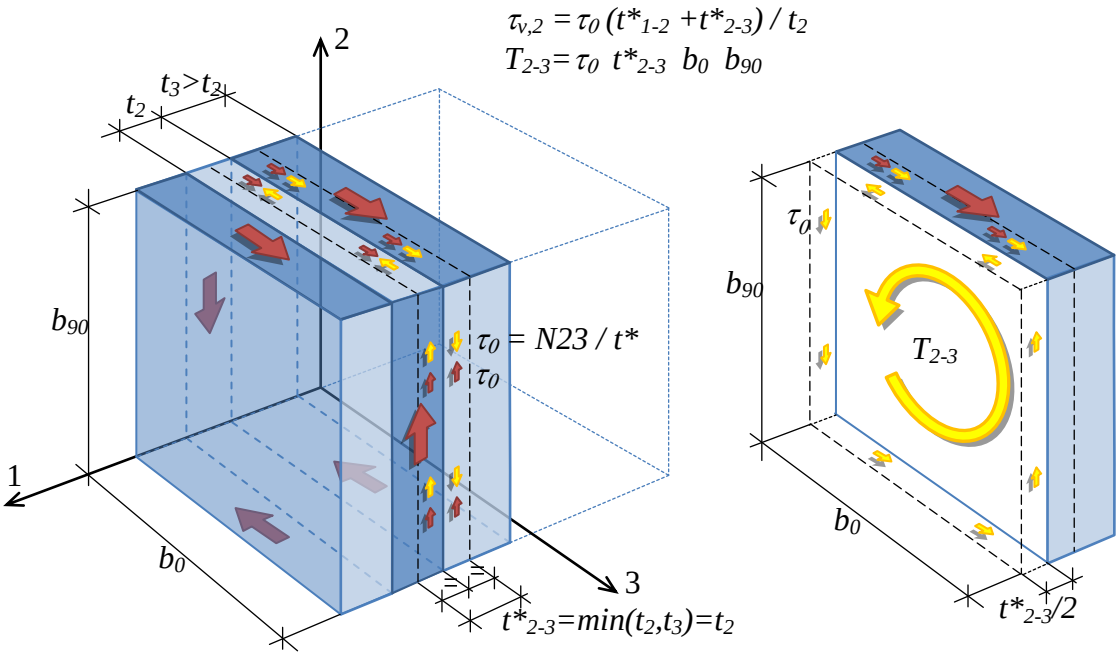
- Spessori ideali dei nodi incollati
  È il metodo raccomandato dalle pubblicazioni dell'Università di Graz. Consiste nel valutare uno spessore ideale in corrispondenza di ogni nodo incollato fra strati, da intendersi come quello "disponibile" per il meccanismo illustrato in figura, pari allo spessore minimo dei due strati incollati, per gli strati interni e al minimo tra il doppio dello spessore dello strato esterno e il primo strato interno, per la prima e ultima coppia.

  $$\tau_{v,d,i}=\frac{N23_{i,N23}}{t_i}\ ;\ N23_{i,N23}=\tau_0(t^*_{i,i-1}+t^*_{i,i+1})\ ;\ t^*=\sum_{i=1}^{n-1}t^*_{i,i+1}\ ;\ \tau_0=\frac{N23}{t^*}$$

  con la convenzione: $t^*_{1,0}=t^*_{n,n+1}=0$

  con spessori costanti: $\tau_{v,d,i,\max}=2\tau_0$

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it



Schema di calcolo degli spessori ideali con spessori non costanti (il pedice 2-3 è da leggere come "azioni agenti sull'interfaccia tra strato n.2 e strato n.3)

NOTA: in caso di modulo tangenziale G variabile da strato a strato i valori sono "pesati" con il rispettivo valore di G; ad esempio: $Gt^*_{i,i+1} = min(G_i t_i, G_{i+1} t_{i+1})$.

- Semplificato
  È spesso adottato nelle approvazioni tecniche europee di materiali commerciali (ETA) e non prevede la presenza di sforzi M23 significativi; il momento torcente sul nodo incollato è valutato in via semplificata come:

  $$T = N23 / (n - 1) \; b_0 \; b_{90}$$

  con *n* pari al numero di strati con differente orientamento delle lamelle. La tensione tangenziale più tassativa per la verifica viene calcolata come nella formula seguente;

  $$\tau_{v,d} = \frac{N23}{As}; As = \min(A_{net,2}, A_{net,3})$$

- Spessore netto nella direzione considerata
  Il taglio N23 è ripartito sull'area netta di ogni direzione e applicato alla faccia ortogonale alle fibre; il momento torcente *T* è ricavato per equilibrio.

- Momento Mt costante sui nodi incollati
  Si ricava il momento torcente sui nodi incollati come nel caso b) e si determinano le azioni $N23_i$ ortogonali alle fibre per equilibrio

Significato dei simboli:

$N_{\xi\xi}$	azione membranale in direzione ξ
$M_{\xi\xi}$	azione flessionale in direzione ξ
$Q_{1\xi}$	azione tagliante fuori piano in direzione ξ
N_{23}	azione tagliante nel piano
M_{23}	momento torcente

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

ζ coordinata lungo lo spessore del pannello, nulla in corrispondenza del baricentro (con riferimento alla rigidezza E_i) del pannello

$E(\zeta)$ valore medio del modulo di Young in direzione parallela alla fibratura, $E_{0,mean}$, per lo strato alla coordinata ζ

GJ_T rigidezza torsionale del pannello, determinata per ciascuna direzione considerando efficaci i soli strati con fibratura parallela ad essa, riportata alla larghezza unitaria:

$$(GJ_T)_\xi = \sum_{stratii\ con\ fibratura//\ asse\xi} G_i\left(\frac{t_i d_i^2}{\chi} + \frac{J_{Ti}}{b_i}\right)$$

W_T modulo di resistenza a torsione della sezione della lamella;

W_P modulo di resistenza polare dell'unione incollata, ottenuto dividendo il momento polare d'inerzia per la metà del lato maggiore, quindi:

$$W_{P,i,i+1} = \min(b_i, b_{i+1})(b_i^2 + b_{i+1}^2)/6\ ;$$

Nei tabulati i parametri hanno il seguente significato:

n°Shell = numero dello shell interessato dalla verifica
N22 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 2
N33 = sollecitazione membranale per unità di lunghezza in direzione 3
N23 = sollecitazione di taglio nel piano dello shell per unità di lunghezza
M22 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 2
M33 = momento flettente per unità di larghezza in direzione 3
M23 = momento torcente per unità di larghezza
Max = coefficiente massimizzato
CoeffMN2 = coefficiente di sfruttamento a pressoflessione in direzione 2, dovuto alle sollecitazioni N22 e M22
CoeffMN3 = coefficiente di sfruttamento a pressoflessione in direzione 3, dovuto alle sollecitazioni N33 e M33
CoeffQ12 = coefficiente di sfruttamento a taglio fuori piano in direzione 2, dovuto alla sollecitazione Q12
CoeffQ13 = coefficiente di sfruttamento a taglio fuori piano in direzione 3, dovuto alla sollecitazione Q13
CoeffN23 = coefficiente di sfruttamento a taglio nel piano, dovuto alle sollecitazioni N23 e M23

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN2>1 o CoeffMN3>1 o CoeffQ12>1 o CoeffQ13>1 o CoeffN23>1).

Verifica Shell di Resistenza "~PressoFless.CA SLU"

Tipo Verifica: SLU (DM 17/01/2018)
Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"
Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono:

- ~SL18 SLU_2 STR SLV
- ~SL18 SLU_1 STR SLV
- ~SL18 SLU STR SLV

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: **VER_soletta**

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (N/mm²)	fd a Compressione (N/mm²)
n.1	Cls C28/35	0	15.8667
n.26	B450C	391.304	391.304

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per materiale shell: Cls C28/35

Valori per spessore shell: 20

Armatura di estradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di estradosso in dir.3: Ø20/20"
Armatura di intradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di intradosso in dir.3: Ø20/20"

Verifiche eseguite secondo UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich)

n°Shell	N22 (kN/m) Max	N33 (kN/m) CoeffSE2	N23) (kN/m) CoeffSE3	M22 (kNm/m) CoeffCE	M33 (kNm/m) CoeffSI2	M23 (kNm/m) CoeffSI3	Q12 (kN/m) CoeffCI	Q13 (kN/m) CoeffQ
3415	0.00	0.00	-0.00	-8.43	-33.32	4.15	0.00	0.00
	CoeffSE2	0.37	0.38	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
3344	0.00	0.00	0.00	-8.44	-33.34	-4.14	0.00	0.00
	CoeffSE3	0.37	0.38	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
6309	0.00	0.00	0.00	-5.34	-17.12	-4.14	0.00	0.00
	CoeffCE	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.17	-1.#J
5671	-0.01	0.00	0.00	31.59	83.16	-1.56	0.00	0.00
	CoeffSI2	0.00	0.00	0.00	0.88	0.88	0.06	0.00
6108	-0.02	0.00	0.00	31.47	85.60	0.52	0.00	0.00
	CoeffSI3	0.00	0.00	0.00	0.80	0.90	0.02	0.00
5986	-0.00	-0.00	0.00	2.60	17.84	-3.18	0.00	0.00
	CoeffCI	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	1.00	-1.#J
2557	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valori per spessore shell: 25

Armatura di estradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di estradosso in dir.3: Ø20/20"
Armatura di intradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di intradosso in dir.3: Ø20/20"

Verifiche eseguite secondo UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich)

n°Shell	N22 (kN/m) Max	N33 (kN/m) CoeffSE2	N23) (kN/m) CoeffSE3	M22 (kNm/m) CoeffCE	M33 (kNm/m) CoeffSI2	M23 (kNm/m) CoeffSI3	Q12 (kN/m) CoeffCI	Q13 (kN/m) CoeffQ
5662	-0.01	-0.02	-0.03	-9.22	-51.26	7.41	0.00	0.00
	CoeffSE2	0.43	0.44	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
5661	-0.00	-0.00	-0.01	-10.66	-56.57	2.57	0.00	0.00
	CoeffSE3	0.32	0.46	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
3346	0.00	0.00	0.00	-7.56	-28.10	-3.75	0.00	0.00
	CoeffCE	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.16	-1.#J
6523	-0.00	-0.00	-0.00	-2.69	-18.87	21.12	0.00	0.00
	CoeffSI2	0.40	0.33	0.27	0.30	0.03	0.41	0.00
6524	-0.00	-0.00	-0.00	-3.60	-15.54	21.82	0.00	0.00
	CoeffSI3	0.42	0.31	0.29	0.30	0.06	0.42	0.00
9166	-0.00	-0.00	0.00	-0.19	5.02	-17.44	0.00	0.00
	CoeffCI	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.68	-1.#J

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

2561	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Valori per spessore shell: 20

Armatura di estradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di estradosso in dir.3: Ø20/15"
Armatura di intradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di intradosso in dir.3: Ø20/15"

Verifiche eseguite secondo UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich)

n°Shell	N22 (kN/m) Max	N33 (kN/m) CoeffSE2	N23) (kN/m) CoeffSE3	M22 (kNm/m) CoeffCE	M33 (kNm/m) CoeffSI2	M23 (kNm/m) CoeffSI3	Q12 (kN/m) CoeffCI	Q13 (kN/m) CoeffQ
4106	3.29	499.58	-84.47	-1.79	-7.22	2.93	0.00	0.00
	CoeffSE2	0.45	0.45	0.21	-0.13	0.21	0.07	0.00
4106	3.29	499.58	-84.47	-1.79	-7.22	2.93	0.00	0.00
	CoeffSE3	0.45	0.45	0.21	-0.13	0.21	0.07	0.00
4102	37.25	262.38	79.20	-1.84	-9.15	5.50	0.00	0.00
	CoeffCE	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.40	-1.#J
4105	12.96	412.71	180.58	0.84	-6.86	4.10	0.00	0.00
	CoeffSI2	0.38	0.40	0.20	0.42	0.28	0.42	0.00
4105	12.96	412.71	180.58	0.84	-6.86	4.10	0.00	0.00
	CoeffSI3	0.38	0.40	0.20	0.42	0.28	0.42	0.00
8114	-46.15	-6.17	-4.39	7.82	18.48	1.13	0.00	0.00
	CoeffCI	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	1.00	-1.#J
2657	-1.55	-4.54	0.15	-0.11	-0.77	1.99	0.00	0.00
	CoeffQ	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.08	-1.#J

Valori per spessore shell: 25

Armatura di estradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di estradosso in dir.3: Ø20/15"
Armatura di intradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di intradosso in dir.3: Ø20/15"

Verifiche eseguite secondo UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich)

n°Shell	N22 (kN/m) Max	N33 (kN/m) CoeffSE2	N23) (kN/m) CoeffSE3	M22 (kNm/m) CoeffCE	M33 (kNm/m) CoeffSI2	M23 (kNm/m) CoeffSI3	Q12 (kN/m) CoeffCI	Q13 (kN/m) CoeffQ
4066	79.00	780.80	-77.25	-6.52	-13.18	4.16	0.00	0.00
	CoeffSE2	0.64	0.65	0.22	-0.15	0.35	0.06	0.00
4066	79.00	780.80	-77.25	-6.52	-13.18	4.16	0.00	0.00
	CoeffSE3	0.64	0.65	0.22	-0.15	0.35	0.06	0.00
3931	47.31	196.20	-40.17	-0.40	-20.59	-2.71	0.00	0.00
	CoeffCE	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.08	-1.#J
7358	82.82	613.75	-91.96	4.37	-11.02	-11.81	0.00	0.00
	CoeffSI2	0.17	0.49	0.05	0.54	0.39	0.43	0.00
7358	82.91	614.94	-92.05	4.20	-10.98	-11.94	0.00	0.00
	CoeffSI3	0.18	0.49	0.06	0.54	0.39	0.43	0.00
7359	20.87	491.44	-153.68	1.34	-6.89	-11.75	0.00	0.00
	CoeffCI	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.92	-1.#J
2653	-1.21	-4.94	0.57	-0.21	-1.17	3.29	0.00	0.00
	CoeffQ	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.08	-1.#J

Valori per spessore shell: 30

Armatura di estradosso in dir.2: Ø16/25"

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it

Armatura di estradosso in dir.3: Ø20/20"
Armatura di intradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di intradosso in dir.3: Ø20/20"

Verifiche eseguite secondo UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich)

n°Shell	N22 (kN/m) Max	N33 (kN/m) CoeffSE2	N23) (kN/m) CoeffSE3	M22 (kNm/m) CoeffCE	M33 (kNm/m) CoeffSI2	M23 (kNm/m) CoeffSI3	Q12 (kN/m) CoeffCI	Q13 (kN/m) CoeffQ
4221	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSE2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4221	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSE3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6396	0.00	0.00	-0.00	-16.55	-6.89	9.27	0.00	0.00
	CoeffCE	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.09	-1.#J
4221	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSI2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4221	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSI3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9249	0.00	0.00	0.00	4.72	1.54	-14.34	0.00	0.00
	CoeffCI	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.41	-1.#J
4221	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Armatura di estradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di estradosso in dir.3: Ø20/15"
Armatura di intradosso in dir.2: Ø16/25"
Armatura di intradosso in dir.3: Ø20/15"

Verifiche eseguite secondo UNI EN 1992-2:2005 Annex LL (modello sandwich)

n°Shell	N22 (kN/m) Max	N33 (kN/m) CoeffSE2	N23) (kN/m) CoeffSE3	M22 (kNm/m) CoeffCE	M33 (kNm/m) CoeffSI2	M23 (kNm/m) CoeffSI3	Q12 (kN/m) CoeffCI	Q13 (kN/m) CoeffQ
3997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSE2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSE3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4225	-13.95	-0.59	7.74	-1.13	-0.01	11.33	0.00	0.00
	CoeffCE	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.25	-1.#J
3997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSI2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffSI3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4200	-7.48	27.45	-18.80	22.30	5.88	4.05	0.00	0.00
	CoeffCI	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.54	-1.#J
3997	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CoeffQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

****

Via Tevere, 59 – 58100 Grosseto - Tel.: 0564-1723686 – Mob. 328-6856156
P. I.V.A. 01257600534 – C.F. RSS MSM 72L16 E202X - e-Mail: massirosso@tiscali.it – PEC: massimiliano.rosso@pec.it