

Documento di validazione Modulo:
SOLAI



Documenti di validazione Modulo: SOLAI

Calcolo e verifica a resistenza e deformabilità di solaio in travetti e pignatte:

- Esegue il calcolo del momento resistente positivo e negativo nelle sezioni di mezzera e appoggio per una campata di solaio con uguali condizioni di vincolo agli appoggi.
- Esegue il calcolo del taglio resistente all'appoggio secondo le formule di NTC 2008 §4.1.2.1.3.1
- Esegue il calcolo delle tensioni di acciaio e calcestruzzo agli stati limite di esercizio.
- Consente il calcolo delle sollecitazioni agenti direttamente dai carichi gravanti e dallo schema statico ipotizzato, e alla luce delle combinazioni di carico previste da NTC 2008 al §2.5.3. I valori amplificativi sono ricavati direttamente dalla categoria di destinazione scelta.
- Permette l'utilizzo dei diversi modelli di comportamento di materiale sia del calcestruzzo che dell'acciaio, secondo quanto previsto in NTC 2008 al §4.1.2.1.2.2 e al §4.1.2.1.2.3.
- Esegue la verifica della deformabilità secondo quanto previsto in Circolare n.617 C4.1.2.2.2.

Nota: eventuali lievi differenze riscontrabili tra i risultati delle formule esplicitate nella presente validazione e gli screenshots utilizzati per la stessa sono dovuti alle procedure di arrotondamento giocoforza adottate dagli algoritmi utilizzati

TEST VALIDAZIONE CALCOLO SOLAIO MOMENTO RESISTENTE

Oltre ad un comprovato riscontro positivo dei valori rispetto ad altri software sia di ricerca che commerciali, si riporta una validazione dei risultati tramite lo svisceramento del calcolo dello sforzo assiale resistente e del momento resistente, in base alle deformazioni ultime dei materiali calcolate per iterazione negli algoritmi e riportate in relazione come risultato.

Esempio 1

- Calcestruzzo con modello a) parabola-rettangolo e acciaio modello a) bilineare con incrudimento;

Demo Es.1

MATERIALI

Calcestruzzo

classe CLS	C28/35
modello	parabola-rettangolo
fctm	2.7663 N/mm ²
fcd SLU	15.8667 N/mm ²
fcd SLE c. rara	16.8 N/mm ²
fcd SLE c. QP	12.6 N/mm ²

Acciaio

tipo	B450C
modello	bilineare finito con incrudimento
E	200000 N/mm ²
fy SLU	391.3043 N/mm ²
fy SLE c. rara	360 N/mm ²

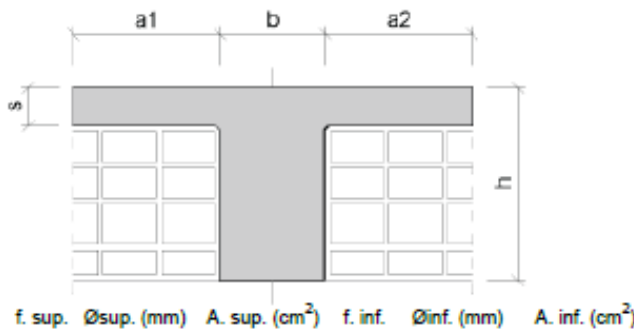
GEOMETRIA e ARMATURA

Geometria

base (b)	12	cm
altezza (h)	25	cm
soletta (s)	5	cm
semilarghezza (a1)	19	cm
semilarghezza (a2)	19	cm

Armatura

copriferro sup.	2	cm
copriferro inf.	2	cm
lunghezza spezzoni	100	cm



	f. sup.	Øsup. (mm)	A. sup. (cm ²)	f. inf.	Øinf. (mm)	A. inf. (cm ²)
Mezzeria	2	6	0.57	2	10	1.57
Appoggio	2	12	2.26	2	12	2.26

ANALISI dei CARICHI

Perm. strutt. (QPS)	2.9	kN/m ²	Y _{g1}	1.3	Dest. d'uso	Cat. A - Ambienti ad uso residenziale
Perm. non strutt. (QPN)	2.5	kN/m ²	Y _{g2}	1.5	Ipot. vincolo (c)	9 q ² /c => c
Accidentali (QA)	2	kN/m ²	Y _{q1}	1.5	Luce di calcolo	475 cm

VERIFICHE

Flessione SLU

	Med kNm	x cm	Mrd kNm	ε cls	ε acc	FS
Mezzeria	13.1865	1.41	15.3989	-0.0035	0.0523	1.17

Avendo la deformazione del cls a 0,0035 e dell'acciaio pari a 0,0523, si avrà:

$$\epsilon_{cls}=0.0035 \Rightarrow \epsilon_{TOT}=0.0035+0.0523=0.062$$

$$H^*=H - \text{copriferro inf.} - \text{Ø inf}/2=22.5 \text{ cm}$$

quindi l'asse neutro sarà pari a:

$$x = \epsilon_{cls} \cdot H / \epsilon_{TOT} = 1,412 \text{ cm}$$

Avendo scelto per il cls il modello a) parabola-rettangolo:

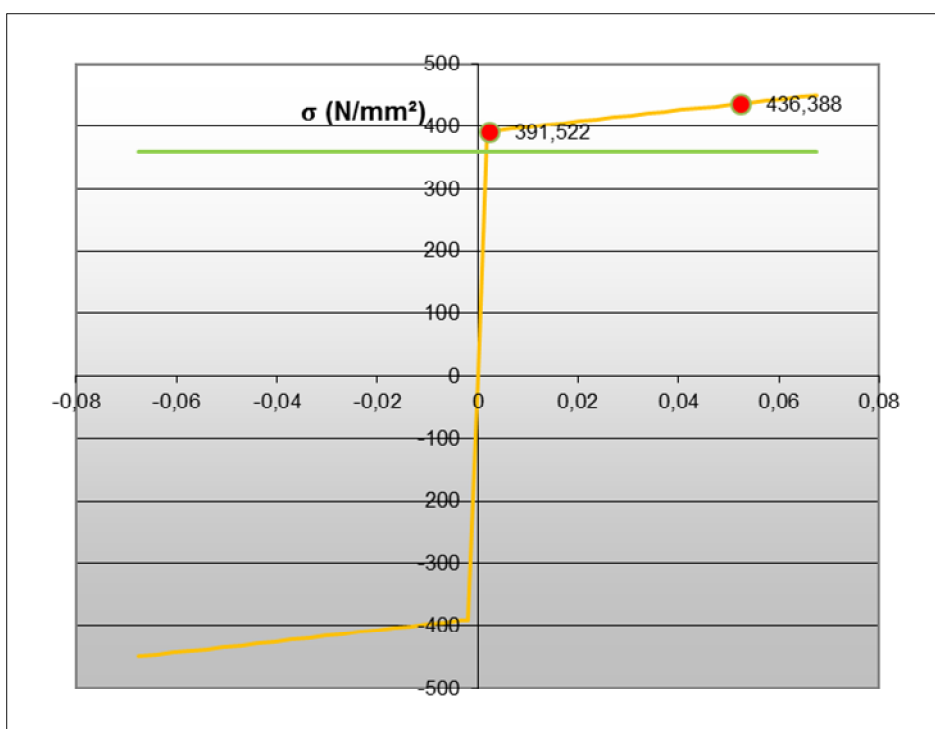
da 0 a 0,6051 (deformazione da 3,5‰ a 2‰) si avrà la tensione del cls sul plateau plastico;

da 0,6051 a 1,412 (deformazione da 2‰ a 0) si avrà l'andamento parabolico della tensione del cls;

Essendo con l'asse neutro all'interno della soletta collaborante, per la risultante del cls si avrà quindi:

$$C_{cls}=500 \cdot 0,6051 \cdot 15,867 + (2/3) \cdot 500 \cdot (14,12 - 6,051) \cdot 15,867 = \mathbf{90,682 \text{ kN}}$$

Con la deformazione dell'acciaio a 0.0523, si avrà:



$$\sigma_{acc}=436,38 \text{ N/mm}^2 \text{ (punto rosso più in alto)}$$

quindi la risultante dell'area di acciaio tesa risulta:

$$T_{inf}=436,38 \cdot 1,57 \cdot 100 = \mathbf{68,511 \text{ kN}}$$

L'asse dell'armatura superiore invece avrà una deformazione di 0,0022, a cui corrisponde:

$$\sigma_{acc}=391,522 \text{ N/mm}^2 \text{ (punto rosso più in basso)}$$

$$T_{sup}=391,522 \cdot 0,5654 \cdot 100 = \mathbf{22,136 \text{ kN}}$$

La risultante di trazione sarà quindi:

$$T_{acc} = 90,647 \text{ kN}$$

La risultante interna risulterà quindi pressoché uguale a 0 come richiesto dalle sezioni in flessione pura. Con tale configurazione di equilibrio, si passa al calcolo del momento resistente.

Il baricentro della sezione è in 9,1637cm.

$$M_{sup\ acc} = 22,136 \cdot (2 + 0,3 - 9,17) = -1,520 \text{ kNm}$$

$$M_{inf\ acc} = 68,511 \cdot (25 - 2 - 0,5 - 9,17) = 9,132 \text{ kNm}$$

Le procedure calcolano in forma integrale il contributo dei vari conci di calcestruzzo; in via dimostrativa riportiamo una stima delle risultanti del calcestruzzo, nella parte parabolica e in quella rettangolare:

$$M_{sup\ cls\ rettangolo} = 50 \cdot 0,6051 \cdot (-15,867) \cdot [(0,6051/2) - 9,1637] = 4,253 \text{ kNm}$$

$$M_{sup\ cls\ parabola} = (2/3) \cdot 50 \cdot (1,412 - 0,6051) \cdot 15,867 \cdot [(3/8) \cdot (1,412 - 0,6051) + 0,6051 - 9,1637] = 3,523 \text{ kNm}$$

$$M_{TOT} = -1,520 + 9,132 + 4,253 + 3,523 = 15,388 \text{ kNm} \quad \text{vedi tabulato}$$

Esempio 2

- Calcestruzzo con modello c) stress-block e acciaio modello b) elastico perfettamente plastico;

Demo Es.2

MATERIALI

Calcestruzzo

classe CLS	C28/35	
modello	stress block	
fctm	2.7683	N/mm ²
fcd SLU	15.8667	N/mm ²
fcd SLE c. rara	16.8	N/mm ²
fcd SLE c. QP	12.6	N/mm ²

Acciaio

tipo	B450C	
modello	elastico-perfettamente plastico indefinito	
E	200000	N/mm ²
fy SLU	391.3043	N/mm ²
fy SLE c. rara	360	N/mm ²

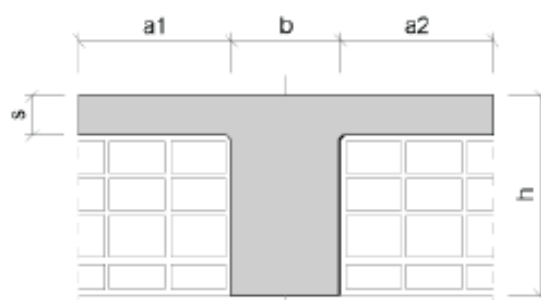
GEOMETRIA e ARMATURA

Geometria

base (b)	12	cm
altezza (h)	25	cm
soletta (s)	5	cm
semilarghezza (a1)	19	cm
semilarghezza (a2)	19	cm

Armatura

copriferro sup.	2	cm
copriferro inf.	2	cm
lunghezza spezzoni	100	cm



	f. sup.	Øsup. (mm)	A. sup. (cm ²)	f. inf.	Øinf. (mm)	A. inf. (cm ²)
Mezzeria	2	6	0.57	2	10	1.57
Appoggio	2	12	2.26	2	12	2.26

ANALISI dei CARICHI

Perm. strutt. (QPS)	2.9	kN/m ²	Y _{q1}	1.3	Dest. d'uso	Cat. A - Ambienti ad uso residenziale
Perm. non strutt. (QPN)	2.5	kN/m ²	Y _{q2}	1.5	Ipot. vincolo (c)	9 q ^{l2} /c => c
Accidentali (QA)	2	kN/m ²	Y _{q1}	1.5	Luce di calcolo	475 cm

VERIFICHE

Flessione SLU

	Med	x	Mrd	ε cls	ε acc	FS
	kNm	cm	kNm			
Mezzeria	13.1865	1.32	13.8984	-0.0035	0.0563	1.05

Avendo la deformazione del cls a 0,0035 e dell'acciaio pari a 0,0563, si avrà:

$$\epsilon_{cls}=0.0035$$

$$\epsilon_{TOT}=0.0035+0.0563=0.0598$$

$$H^*=H - \text{copriferro inf.} - \frac{\text{Ø inf.}}{2}=22.5 \text{ cm}$$

quindi l'asse neutro sarà pari a:

$$x = \epsilon_{cls} \cdot H / \epsilon_{TOT} = 1,318 \text{ cm}$$

Avendo scelto per il cls il modello a) parabola-rettangolo:

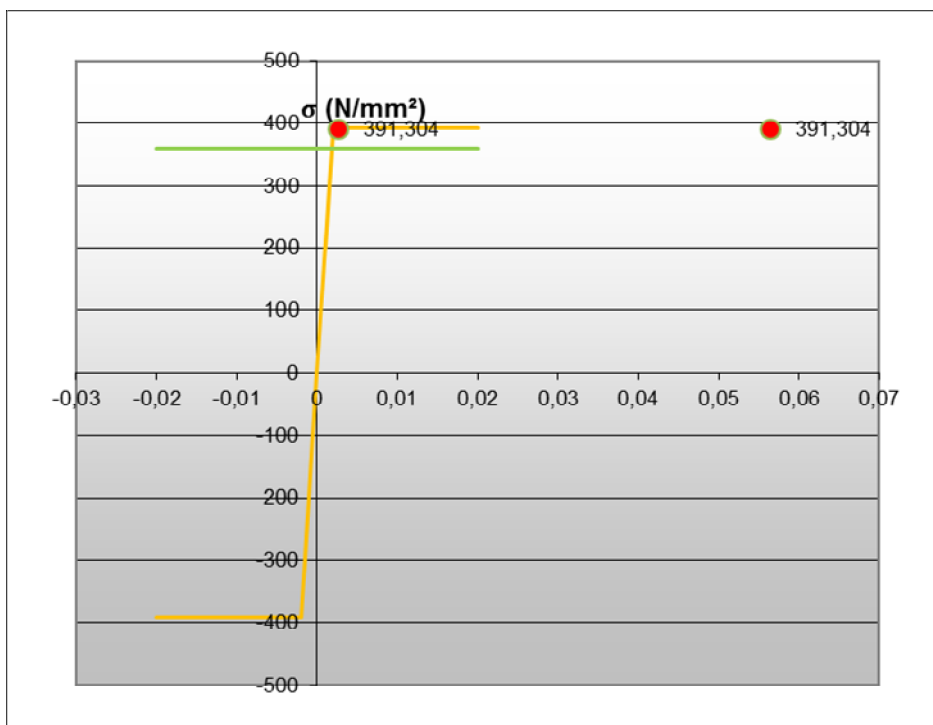
da 0 a 1,0544 (deformazione da 3,5‰ a 0,7‰) si avrà la tensione del cls sul plateau plastico;

da 1,0544 a 1,318 (deformazione da 0,7‰ a 0) la tensione a 0 come nello stress-block;

Essendo con l'asse neutro all'interno della soletta collaborante, per la risultante del cls si avrà quindi:

$$C_{cls}=500 \cdot 10,544 \cdot 15,867 = \mathbf{83,658 \text{ kN}}$$

Con la deformazione dell'acciaio a 0.0563, si avrà:



$$\sigma_{acc}=391,304 \text{ N/mm}^2 \text{ (punto rosso più a dx)}$$

quindi la risultante dell'area di acciaio tesa risulta:

$$T_{inf}=391,304 \cdot 1,57 \cdot 100 = \mathbf{61,434 \text{ kN}}$$

L'asse dell'armatura superiore avrà una deformazione di 0,0026, a cui corrisponde:

$$\sigma_{acc}=391,304 \text{ N/mm}^2 \text{ (punto rosso più a sx)}$$

$$T_{sup}=391,304 \cdot 0,5654 \cdot 100 = \mathbf{22,124 \text{ kN}}$$

La risultante di trazione sarà quindi:

$$T_{acc}= \mathbf{83,558 \text{ kN}}$$

La risultante interna risulterà quindi pressoché uguale a 0 come richiesto dalle sezioni in flessione pura. Con tale configurazione di equilibrio, si passa al calcolo del momento resistente.

Il baricentro della sezione è in 9,1637cm.

$$M_{sup \text{ acc}}=22,124 \cdot (2+0,3-9,17)= -1,519 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{inf acc}} = 61,434 \cdot (25 - 2 \cdot 0,5 - 9,17) = 8,189 \text{ kNm}$$

Ora il contributo del rettangolo del calcestruzzo relativo allo stress-block;

$$M_{\text{sup cls rettangolo}} = (50 \cdot 1,0544 \cdot 15,867) \cdot ((2/5) \cdot 1.318 - 9,1637) = 7,224 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{TOT}} = -1,519 + 8,189 + 7,224 = \mathbf{1,389 \text{ kNm}} \quad \text{vedi tabulato}$$

CALCOLO RESISTENZA A TAGLIO

Il modulo prevede il calcolo della resistenza a taglio senza armature trasversali, come è consentito in NTC 2008 §4.1.2.1.3.1 e come richiede spesso la pratica edilizia, vista la difficoltà di predisporre poi barre d'acciaio addette alla resistenza a taglio. Tramite lo strumento è possibile quindi, valutare tutte le possibili soluzioni geometriche per evitare l'armatura a taglio nella condizione di carico cui è sottoposto l'elemento strutturale nella situazione di progetto.

Taglio	Ved kN	Vrd kN	Vrd,l kN	FS
Ved ≤ Vrd	12.4925	17.9851		1.44
Ved ≤ Vrd,l	12.4925		88.511	7.09

Partendo dalla formula fornita da NTC 2008:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

che, come espresso dal Tavolo Tecnico CTE per le NTC 2008 e Circolare n.617:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \sigma_{cp} \right] b_w d ; (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) b_w d \right\}$$

Noteremo il primo termine come Vrd1 e il secondo come Vrd2.

Una precisazione va fatta su quale armatura prendere come Asl per la quale NTC 2008 non si esprime chiaramente. In virtù di questo, come consentito dalla stessa norma, si fa riferimento a quanto indicato da EC2 al punto 6.2.2, in cui specifica che si tratta di armatura tesa, a patto che si estenda per non meno di $(l_{bd} + d)$ oltre la sezione considerata, dove per l_{bd} si intende la lunghezza di ancoraggio di progetto.

A tal proposito EC2 dedica un intero paragrafo (8.4.4) sul calcolo della lunghezza di ancoraggio di progetto, ed è proprio a tale trattazione che il calcolo si riferisce, facendo riferimento appunto al fattore correttivo degli α (calcolati secondo il prospetto 8.2) applicati alla lunghezza di ancoraggio di base calcolata con formula 8.3.

Nel caso in esame, la lunghezza di ancoraggio di progetto i valori di calcolo risultano quindi:

$$l_{bd}=250.04$$

$$A_{s1}=226$$

Essendo la lunghezza delle armature maggiori di l_{bd} , si ottiene:

$$k=1+(200/214)^{0.5}=1.944$$

$$v_{min}=0.035 \cdot 1.966^{1.5} \cdot 25^{0.5}=0.502$$

$$r_{o1}=461/(120 \cdot (250-30-12/2))=0.008$$

$$V_{rd1}=[0.18 \cdot 1.95 \cdot (100 \cdot 0.0179 \cdot 25)^{1/3}/1.5+0] \cdot 120 \cdot (250-30)=17985 \text{ N}$$

$$V_{rd2}=0.482 \cdot 120 \cdot (250-30-12/2)=13502 \text{ N}$$

$$V_{rd}=\max\{V_{rd1}, V_{rd2}\}=17985 \text{ N} = \boxed{17,985 \text{ kN}}$$

$$V_{rdL}=A_{inf} \cdot f_{yd}=2,26 \cdot 100 \cdot 391,30 = \boxed{88,433 \text{ kN}}$$

Come si vede dall'esempio in questione la sezione in c.a. non è verificata e si potrebbe lavorare sui vari parametri di input geometrici ed elasto-meccanici coinvolti nel calcolo per ottenere la verifica soddisfatta.

CALCOLO DEFORMATA

Relativamente al calcolo della deformata si fa riferimento direttamente al logging dei vari algoritmi di calcolo relativi alle condizioni geometriche di es.1 ed es.2. I parametri che vengono esibiti sono rispettivamente:

$p=$ parametro di deformazione della membratura interamente reagente.

I valori vengono calcolati dalla linea elastica della trave nelle condizioni statiche scelte

$p_f=$ parametro di deformazione della membratura interamente fessurata.

I valori vengono calcolati con l'integrazione del PLV della sezione fessurata su tutta la lunghezza della trave. In tal maniera si riesce a tener conto della differente configurazione di armatura all'appoggio e della sua lunghezza (*lunghezza spezzoni*).

$p^*=$ valore di calcolo del parametro di deformazione.

(vedi Circ.617 C4.1.2.2.2)

Il calcolo tiene conto della viscosità del calcestruzzo, così come prescritto in Circolare, essendo l'analisi della sezione fessurata svolta omogeneizzando la sezione all'acciaio ed utilizzando un coefficiente di omogeneizzazione pari a 15, che consente, nel peggiore dei casi (calcestruzzi con resistenza e quindi moduli elastici più alti), di abbattere il modulo elastico di un valore pari a 2, ovvero il 50% indicato in NTC2008 §4.3.2.2.1.

Nella sezione non fessurata invece, il calcolo viene svolto, ipotizzando la situazione più comune di umidità relativa di circa il 55% ed un t_0 di messa in carico di 30gg e tra tutte possibili situazioni di esposizione all'aria della sezione coinvolta, abbiamo preso la peggiorativa con $h_0 < 75\text{mm}$. Ciò ci porta a considerare, in virtù della Tab. 11.2.VII di NTC 2008, un coefficiente di viscosità \emptyset di 2.9, che andrà a decurtare il modulo elastico del calcestruzzo, secondo quanto prescritto da EC2, ovvero:

$$E_{cls,eff} = E_{cls} / (1 + \emptyset)$$

In seguito al calcolo anche degli altri parametri del paragrafo come β e ζ , si ha quindi nel caso di carico di *Lungo termine* (Comb.Quasi Permanente):

z (m)	A_{sup} (cm ²)	A_{inf} (cm ²)	p (cm)	p_f (cm)	p' (cm)
0	2.26	2.26	0.0000	0.000	0.0000
0.24	2.26	2.26	0.1084	0.1948	0.1752
0.48	2.26	2.26	0.2154	0.3876	0.3484
0.71	2.26	2.26	0.3175	0.5738	0.5154

0.95	2.26	2.26	0.4119	0.7493	0.6724
1.19	0.57	1.57	0.4960	0.9099	0.8156
1.43	0.57	1.57	0.5678	1.0475	0.9382
1.66	0.57	1.57	0.6254	1.1580	1.0367
1.9	0.57	1.57	0.6676	1.2388	1.1087
2.14	0.57	1.57	0.6932	1.2881	1.1526
2.38	0.57	1.57	0.7019	1.3046	1.1673
2.61	0.57	1.57	0.6932	1.2881	1.1526
2.85	0.57	1.57	0.6676	1.2388	1.1087
3.09	0.57	1.57	0.6254	1.1580	1.0367
3.33	0.57	1.57	0.5678	1.0475	0.9382
3.56	0.57	1.57	0.4960	0.9099	0.8156
3.8	2.26	2.26	0.4119	0.7493	0.6724
4.04	2.26	2.26	0.3175	0.5738	0.5154
4.28	2.26	2.26	0.2154	0.3876	0.3484
4.51	2.26	2.26	0.1084	0.1948	0.1752
4.75	2.26	2.26	0.0000	0.000	0.0000

Sotto tale combinazione la freccia "non dovrebbe superare" il 1/250 della luce che risulta quindi:

$$fr_{MAX}=1,9 \text{ cm}$$

Quindi il fattore di sicurezza risulterà:

$$FS = 1,9/1,1673 = 1,62$$

Nel caso di *Breve termine* invece il carico sarà relativo alla Comb.Quasi Permanente (a meno dei permanenti strutturali), e i risultati saranno:

z (m)	Asup (cm ²)	Ainf (cm ²)	p (cm)	pf (cm)	p' (cm)
0	2.26	2.26	0.0000	0.0000	0.0000
0.24	2.26	2.26	0.0144	0.1007	0.0270
0.48	2.26	2.26	0.0285	0.2003	0.0537
0.71	2.26	2.26	0.0421	0.2964	0.0794
0.95	2.26	2.26	0.0546	0.3871	0.1034
1.19	0.57	1.57	0.0657	0.4701	0.1251
1.43	0.57	1.57	0.0752	0.5412	0.1436
1.66	0.57	1.57	0.0829	0.5983	0.1585
1.9	0.57	1.57	0.0884	0.6401	0.1694
2.14	0.57	1.57	0.0918	0.6655	0.1760
2.38	0.57	1.57	0.0093	0.6740	0.1783
2.61	0.57	1.57	0.0918	0.6655	0.1760
2.85	0.57	1.57	0.0884	0.6401	0.1694

3.09	0.57	1.57	0.0829	0.5983	0.1585
3.33	0.57	1.57	0.0752	0.5412	0.1436
3.56	0.57	1.57	0.0657	0.4701	0.1251
3.8	2.26	2.26	0.0546	0.3871	0.1034
4.04	2.26	2.26	0.0421	0.2964	0.0794
4.28	2.26	2.26	0.0285	0.2003	0.0537
4.51	2.26	2.26	0.0144	0.1007	0.0270
4.75	2.26	2.26	0.0000	0.0000	0.0000

Sotto tale combinazione la freccia "*non dovrebbe superare*" il 1/500 della luce che risulta quindi:

$$fr_{MAX}=0,95 \text{ cm}$$

Quindi il fattore di sicurezza risulterà:

$$FS = 0,95/0,1783 = \mathbf{5,32}$$

Dal report degli esempi sopra citati, si ha nello spazio dedicato alle verifiche di deformabilità:

Verifica di deformabilita'	freccia cm	fr. amm cm	FS
Breve termine	0.18	0.95	5.329
Lungo termine	1.17	1.9	1.628

EDIFICIO ESISTENTE

Nel caso si stia operando su un edificio esistente e sia stata condotta una dovuta campagna di indagini per accedere al Livello di Conoscenza desiderato o richiesto, è possibile effettuare tutte le verifiche di competenza, ovvero tutto quanto sopra esposto a meno delle verifiche SLE. Ai materiali verranno applicati i dovuti Fattori di confidenza ricavabili dal Livello di conoscenza prescelto; essi verranno tuttavia mostrati nel tabulato uscente, lasciando in videata le proprietà del materiale scelto relativo ad una nuova costruzione.

Da precisare che il valore medio utilizzato per la prestazione del materiale sarà, per quanto riguarda il calcestruzzo, il valore caratteristico riportato sulla cella f_{ck} o f_{cm} che è possibile individuare dalla selezione del conglomerato, mentre per quanto riguarda l'acciaio, sarà il valore caratteristico noto in letteratura per l'acciaio selezionato.

Va inoltre specificato che per quanto riguarda i valori di progetto di resistenza dei materiali, sono utilizzati quelli relativi a meccanismi duttili per quanto riguarda la flessione del manufatto, mentre quelli relativi ai meccanismi fragili sono dedicati al taglio dello stesso, come richiesto da NTC 2008 e Circolare n.617. A tali considerazioni andranno quindi associati valori di calcolo diversi nelle diverse analisi di taglio e flessione.

Nella fattispecie, ipotizzando di dover verificare un manufatto con i seguenti materiali:

Geometria
Armatura
Statica
Materiali

CLS

tipo	modello	γ cls			
<input type="text" value="C16/20"/>	<input type="text" value="parabola-rettangolo"/>	<input type="text" value="1.5"/>			
f_{ck} o f_{cm}^* (N/mm ²)	f_{ctm} (N/mm ²)	f_{cd} SLU (N/mm ²)	f_{cd} SLE rara (N/mm ²)	f_{cd} SLE QP (N/mm ²)	ε _{cu}
<input type="text" value="16"/>	<input type="text" value="1.9049"/>	<input type="text" value="9.0667"/>	<input type="text" value="9.6"/>	<input type="text" value="7.2"/>	<input type="text" value="-0.0035"/>

ACCIAIO

tipo	modello	γ acciaio		
<input type="text" value="B450C"/>	<input type="text" value="bilineare finito con incrudimento"/>	<input type="text" value="1.15"/>		
E (N/mm ²)	f_y SLU* (N/mm ²)	f_y SLE rara (N/mm ²)	ε _{yu}	
<input type="text" value="200000"/>	<input type="text" value="391.3043"/>	<input type="text" value="360"/>	<input type="text" value="0.0675"/>	

* In caso di Edificio Esistente come valore medio si prende il valore caratteristico.

CONOSCENZA MATERIALI

Livello di conoscenza dei materiali

Eventuali riduzione delle proprietà dei materiali sono applicate in fase di calcolo (vedi stampa).

i valori di calcolo considerati nel calcolo saranno:

CALCESTRUZZO

f_{cm}	=16 N/mm ²
f_{ck}	=8 N/mm ²
f_{ctm}	=1,2 N/mm ²
E_{cm}	=25331,37 N/mm ²
$f_{cdSLU,dutt}$	=11,85 N/mm ²
$f_{cdSLU,frag}$	=7,90 N/mm ²

ACCIAIO

f_{ym}	=450 N/mm ²
$f_{ydSLU,dutt}$	=333,33 N/mm ²
$f_{ydSLU,frag}$	=289,85 N/mm ²