

**R E L A Z I O N E     D I     C A L C O L O**  
-----**NORMATIVA**  
-----

I calcoli sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni*, emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008, nonché la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

**CRITERI DI CALCOLO**  
-----

La ricerca delle caratteristiche della sollecitazione e' stata effettuata risolvendo la trave continua con il metodo degli elementi finiti ( f.e.m. ). La verifica a momento e taglio delle sezioni e' stata invece effettuata con il metodo delle tensioni ammissibili, assumendo come sezione resistente quella costituita dall'area compressa di conglomerato e dall'area metallica affetta dal coefficiente convenzionale di omogeneizzazione.

Per le verifiche sopra dette sono stati rispettati i minimi di legge per quanto riguarda la larghezza massima di soletta collaborante, lo spessore minimo del solaio e della caldana, la riduzione della tensione ammissibile nel conglomerato della soletta, il mantenimento della tensione tangenziale entro i limiti ammessi e il rispetto dell'armatura minima.

**SOLAI PREFABBRICATI.**

Per i solai prefabbricati a traliccio viene verificata l' armatura sia nella fase di getto del calcestruzzo di completamento che nelle condizioni di esercizio.

Nella fase di getto lo schema di calcolo e' quello di un traliccio reticolare appoggiato sulle travi di bordo della campata e sugli eventuali puntelli intermedi, mentre nelle condizioni di esercizio si fa riferimento ad uno schema a trave continua con una sezione in calcestruzzo armato.

- Verifiche in fase di getto per i solai prefabbricati.

I carichi presi in considerazione sono:

pt = peso proprio del travetto (lastra)  
pc = peso proprio del getto di calcestruzzo  
sa = sovraccarico accidentale in fase di getto  
qt = pt + pc + sa

La luce di calcolo e':

$$l = \frac{l_c}{(n+1)}$$

l = luce di calcolo  
lc = luce della campata  
n = puntelli intermedi

Vengono effettuate le veriche a momento flettente in campata ed a taglio sugli appoggi.

**VERIFICHE IN CAMPATA**

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

$$F_c = F_t = \frac{M}{h}$$

---

**RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO**

---

q = la parte del carico qt di competenza del singolo travetto  
l = luce di calcolo come prima definita  
h = distanza tra i baricentri delle armature superiori e inferiori  
Fc, Ft = Forza agente nelle armature superiori e inferiori per  
equilibrare il momento flettente

Verifica del tondino (corrente) superiore compresso a carico di punta con il metodo  $\Omega$ :

$$\frac{\Omega \cdot F_c}{A_c} \leq \sigma_a$$

$\Omega$  = coefficiente omega relativo al tondino superiore, pensato appoggiato tra due staffe consecutive  
 $A_c$  = area del tondino superiore (corrente compresso)  
 $\sigma_a$  = tensione ammissibile dell'armatura

Verifica dei tondini (correnti) inferiori tesi:

$$\frac{F_t}{2 \cdot A_t} \leq \sigma_a$$

$A_t$  = area del singolo tondino inferiore (ne sono presenti due)

VERIFICA SUGLI APPOGGI

$$T = \frac{q \cdot l}{2}$$

Il taglio viene assorbito dalle staffe inclinate del traliccio per cui verrebbe verificata a carico di punta la staffa soggetta a compressione:

$$C_s = \frac{T}{2 \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos(\beta)}$$

$$l_o = \frac{h}{\cos(\alpha) \cdot \cos(\beta)}$$

$$\frac{\Omega \cdot C_s}{A_s} \leq \sigma_a$$

$C_s$  = Sforzo agente sulla staffa inclinata compressa (le staffe hanno due bracci)  
 $2 \cdot \alpha$  = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano trasversale al traliccio  
 $2 \cdot \beta$  = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano longitudinale al traliccio  
 $l_o$  = lunghezza libera di inflessione della staffa compressa  
 $\Omega$  = coefficiente omega  
 $A_s$  = area staffa

- Verifiche in fase di esercizio per i solai prefabbricati.

In esercizio verranno effettuate le consuete verifiche per le sezioni a T in calcestruzzo armato, tenendo in conto l'eventuale presenza di armatura aggiuntiva.  
Nelle verifiche vengono tenute in conto le diverse altezze dei baricentri delle armature inferiori.  
Poiche' la sezione viene completata in opera e' necessario verificare lo scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.

$$S = \tau \cdot b \cdot a$$

$$C_s = \frac{S}{2 \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos(\beta)}$$

$$\frac{C_s}{A_s} \leq \sigma_a$$

$S$  = scorrimento  
 $\tau$  = tensione tangenziale nella fibra di contatto tra la coppella ed il calcestruzzo  
 $b$  = larghezza travetto  
 $a$  = interasse longitudinale tra le staffe

---

## RELAZIONE GENERALE DI CALCOLO

---

In fase di esercizio non si effettua la verifica a carico di punta in quanto, essendo il getto maturato, la staffa non puo' piu' instabilizzarsi.

Si riportano di seguito delle tabelle riassuntive relative alla geometria del solaio e dei travetti, dei carichi distribuiti e concentrati, delle combinazioni di carico e, infine, i risultati del calcolo con le armature di progetto e le verifiche relative.

I carichi agenti riportati fanno riferimento ad una striscia di solaio di profondita' pari a un metro.  
Nell stampa delle verifiche le sollecitazioni e le armature e si riferiscono al singolo travetto di solaio.

SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI DISTRIBUITI

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi distribuiti:

Campata N.ro	: Numero della campata.
Peso	: Peso proprio del solaio piu' sovraccarico permanente.
Acc. iniz.	: Valore iniziale del carico accidentale a distribuzione lineare.
Acc. finale	: Valore finale del carico accidentale a distribuzione lineare.
Asc. iniz.	: Ascissa del punto di inizio della zona soggetta al carico accidentale.
Asc. fin	: Ascissa del punto finale della zona soggetta al carico accidentale.

---

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARICHI CONCENTRATI**

---

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi concentrati:

Campata N.ro	: Numero della campata.
Asc. F1	: Ascissa del punto di applicazione della prima forza concentrata.
Forza 1	: Intensita' della prima forza concentrata.
Asc. F2	: Ascissa del punto di applicazione della seconda forza concentrata.
Forza 2	: Intensita' della seconda forza concentrata.
Asc. M1	: Ascissa del punto di applicazione della prima coppia concentrata.
Mom. 1	: Intensita' della prima coppia concentrata.
Asc. M2	: Ascissa del punto di applicazione della seconda coppia concentrata.
Mom. 2	: Intensita' della seconda coppia concentrata.

---

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA COMBINAZIONI DI CARICO**

---

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle combinazioni di carico:

Comb. N.ro : Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.  
Coeff n : Coefficiente dei carichi accidentali per la campata n-esima ( 0 esclude la presenza del carico accidentale sulla campata relativamente a quella combinazione di carico; 1 ne tiene conto per intero).

---

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE**

---

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle sollecitazioni e degli abbassamenti:

Comb.N.ro: Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.

Camp.N.ro: Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.

M. in. : Momento flettente all'appoggio iniziale.

N. in. : Sforzo normale all'appoggio iniziale.

T. in. : Taglio all'appoggio iniziale.

M. fin. : Momento flettente all'appoggio finale.

N. fin. : Sforzo normale all'appoggio finale.

T. fin. : Taglio all'appoggio finale.

W. mezz. : Abbassamento corrispondente alla sezione di mezzeria.

---

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA REAZIONI DI APPOGGIO**

---

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle reazioni di appoggio:

Comb.N.ro: Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.

App. N.ro: Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente.

Rx : Reazione in direzione x (orizzontale).

Ry : Reazione in direzione y (verticale).

Mz : Momento reagente.



---

**SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE CAMPATE**

---

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche:

Camp.N.ro: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente.

Asc. in. : Ascissa del nodo iniziale della campata.

Asc. fin.: Ascissa del nodo finale della campata.

Mom. neg.: Momento flettente negativo massimo.

$\sigma_f$  neg. : Tensione di lavoro dell'acciaio corrispondente al momento negativo.

$\sigma_c$  neg. : Tensione di lavoro del calcestruzzo corrispondente al momento negativo.

Mom. pos.: Momento flettente positivo massimo.

$\sigma_f$  pos. : Tensione di lavoro dell'acciaio corrispondente al momento positivo.

$\sigma_c$  pos. : Tensione di lavoro del calcestruzzo corrispondente al momento positivo.

Af sup. : Armatura longitudinale superiore.

Af inf. : Armatura longitudinale inferiore.

Tag. neg.: Taglio negativo massimo.

Tag. pos.: Taglio positivo massimo.

$\tau$  : Tensione tangenziale massima.

---

**SPECIFICHE CAMPI TABELLE DI STAMPA VERIFICHE AUTOPORTANZA**

---

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica dei travetti prefabbricati in condizioni di autoportanza ed esercizio:

Camp. N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente.
Mom. Max	: Momento massimo positivo in campata considerando quale luce di calcolo quella tra due puntelli successivi.
of sup.	: Tensione massima nel corrente superiore compresso del traliccio verificato a carico di punta.
of inf.	: Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio.
Taglio	: Taglio massimo in corrispondenza del puntello.
of trl.	: Tensione massima nella staffa compressa del traliccio verificato a carico di punta.
Scorr.	: Scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.
of tral.	: Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa compressa.
of lim.	: Tensione ammissibile dell'armatura.

ARCHIVIO GENERALE SEZIONI

A R C H I V I O   S E Z I O N I					
Sezione N.ro	Base trav. (cm)	Alt. trav. (cm)	Base pign. (cm)	Alt. pign. (cm)	Lungh.pign. (cm)
1	8,0	21,0	25,0	16,0	35,0
2	8,0	25,0	25,0	20,0	40,0
3	33,0	16,0	0,0	0,0	0,0
4	8,0	23,0	25,0	18,0	35,0

ARCHIVIO GENERALE SEZIONI

A R C H I V I O   S E Z I O N I   L A S T R E   P R E F A B B R I C A T E																	
Sez. N.ro	B trv cm	H trv cm	B pgn cm	H pgn cm	L pgn cm	Gamma kg/mc	B tral. cm	H tral. cm	D teste cm	Incl. Grd	Fi st mm	FiSup mm	FiInf mm	NumFi inf.	FiInt mm	Coprif. (cm)	Bpiastr (cm)
201	13	38	40	33	33	800	8,0	18,0	0,0	45	5	8	8	1	12	2,0	120,0

DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1

D A T I   G E N E R A L I	
Copriferro	(cm): 2,0
Classe calcestruzzo Rbk	: 300
Classe acciaio fck	: Feb 44 k
C A R A T T E R I S T I C H E   D E I   M A T E R I A L I	
Sigma acciaio	(kg/cmq): 2600
Sigma calcestruzzo	(kg/cmq): 97,50
Tau calcestruzzo	(kg/cmq): 6,0
Coeff. Omogeneizzazione	: 15

APPOGGI QUOTA 1 SOLAIO 1

D A T I   D I   A P P O G G I O					
Appoggio N.ro	Ascissa (cm)	Ordinata (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Tipo Vincolo
1	0,0	0,0	25,0	100,0	INCASTRO
2	50,0	0,0	0,0	0,0	INCASTRO
3	130,0	0,0	0,0	0,0	INCASTRO
4	825,0	0,0	50,0	38,0	INCASTRO

CAMPATE QUOTA 1 SOLAIO 1

D A T I   D I   C A M P A T A							
Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
1	50,0	201	25,0	0,0	25,0	0,0	NO
2	80,0	201	0,0	0,0	40,0	0,0	NO
3	695,0	201	0,0	50,0	260,0	25,0	NO

**CAR. DISTR. QUOTA 1 SOLAIO 1**

CARICHI DISTRIBUITI						
Campata N.ro	Peso (kg/mq)	Acc. iniz. (kg/mq)	Acc. finale (kg/mq)	Asc. iniz. (cm)	Asc. fin. (cm)	DESCRIZIONE
1	550,0	150,00	150,00	0,00	50,00	
2	770,0	150,00	150,00	0,00	80,00	
3	550,0	150,00	150,00	0,00	695,00	

**COMB. CAR. QUOTA 1 SOLAIO 1**

TABELLA DEI COEFFICIENTI DEI CARICHI																			
Comb. N.ro	Coeff 1	Coeff 2	Coeff 3	Coeff 4	Coeff 5	Coeff 6	Coeff 7	Coeff 8	Coeff 9	Coeff 10	Coeff 11	Coeff 12	Coeff 13	Coeff 14	Coeff 15	Coeff 16	Coeff 17	Coeff 18	Coeff 19
1	1,0	1,0	1,0																

**CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1**

CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI								
Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin (kgm)	N.fin (kg)	T.fin (kg)	W.mezz. (mm)
0	1	0	0	-2426	-1144	0	2151	0,57
	2	1144	0	-2151	-2618	0	1535	2,00
	3	2618	0	-1535	0	0	-2288	5,65
1	1	0	0	-3044	-1435	0	2694	0,72
	2	1435	0	-2694	-3296	0	1958	2,54
	3	3296	0	-1958	0	0	-2907	7,17

**REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1**

REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO								
Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
0	1	0	-2426	0	0,00	0,00	0,0022807	
	2	0	0	0	0,00	1,13	0,0022304	
	3	0	0	0	0,00	2,82	0,0019653	
	4	0	-2288	0	0,00	0,00	-0,0022552	
1	1	0	-3044	0	0,00	0,00	0,0028857	
	2	0	0	0	0,00	1,43	0,0028226	
	3	0	0	0	0,00	3,57	0,0024896	
	4	0	-2907	0	0,00	0,00	-0,0028601	

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**

VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin (m)	Mom. neg (kgm)	of neg kg/cmq	cc neg kg/cmq	Mom. pos (kgm)	of pos kg/cmq	cc pos kg/cmq	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	τ (kg/cmq)
1	0,00	0,05	0	0	0	98	507	4	1,41	0,62	0	1613	0,94
	0,05	0,10	0	0	0	162	224	3	0,00	2,14	0	1595	0,93
	0,10	0,15	0	0	0	238	329	5	0,00	2,14	0	1576	0,92
	0,15	0,20	0	0	0	315	437	6	0,00	2,14	0	1558	0,91
	0,20	0,25	0	0	0	392	543	8	0,00	2,14	0	1539	0,90
	0,25	0,30	0	0	0	467	650	9	0,00	2,14	0	1521	0,89
	0,30	0,35	0	0	0	542	754	10	0,00	2,14	0	1502	0,88
	0,35	0,40	0	0	0	616	856	12	0,00	2,14	0	1484	0,87
	0,40	0,45	0	0	0	689	958	13	0,00	2,14	0	1465	0,86
	0,45	0,50	0	0	0	760	1058	14	0,00	2,14	0	1447	0,85
							2360	23	0,00	1,03	0	1447	0,85
2	0,00	0,08	0	0	0	873	2446	25	0,00	1,15	0	1428	3,39
	0,08	0,16	0	0	0	983	1367	19	0,00	2,14	0	1389	3,30
	0,16	0,24	0	0	0	1089	1515	21	0,00	2,14	0	1350	3,21
	0,24	0,32	0	0	0	1192	1658	23	0,00	2,14	0	1311	3,11
	0,32	0,40	0	0	0	1293	1798	24	0,00	2,14	0	1272	3,02
	0,40	0,48	0	0	0	1390	1933	26	0,00	2,14	0	1233	2,93
	0,48	0,56	0	0	0	1484	2063	28	0,00	2,14	0	1194	2,83
	0,56	0,64	0	0	0	1574	2190	30	0,00	2,14	0	1155	2,74
	0,64	0,72	0	0	0	1662	2312	31	0,00	2,14	0	1116	2,65
	0,72	0,80	0	0	0	1747	2486	37	0,00	2,30	0	1077	2,56

---

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**


---

VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin (m)	Mom. neg (kgm)	σf neg kg/cmq	σc neg kg/cmq	Mom. pos (kgm)	σf pos kg/cmq	σc pos kg/cmq	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	τ (kg/cmq)
3	0,00	0,72	0	0	0	2395	2448	45	0,00	3,22	0	1038	2,46
	0,72	1,43	0	0	0	2853	2529	47	0,00	3,68	0	772	1,83
	1,43	2,15	0	0	0	3121	2463	50	0,00	4,22	0	506	1,20
	2,15	2,87	0	0	0	3199	2484	51	0,00	4,30	-26	240	0,57
	2,87	3,58	0	0	0	3198	2484	51	0,00	4,30	-292	0	0,69
	3,58	4,30	0	0	0	3084	2524	51	0,00	3,92	-557	0	1,32
	4,30	5,02	0	0	0	2780	2507	46	0,00	3,61	-823	0	1,95
	5,02	5,73	0	0	0	2285	2518	40	0,00	2,84	-1089	0	2,59
	5,73	6,45	0	0	0	1600	2225	30	0,00	2,14	-1355	0	3,22
	6,45	6,95	0	0	0	724	2338	20	1,41	1,00	-1541	0	0,90

---

**VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**


---

VERIFICHE AUTOPORTANZA						ESERCIZIO			
Camp. N.ro	Mom. Max kgm	σf sup kg/cmq	σf inf kg/cmq	Taglio kg	σf trl kg/cmq	Scorr. kg	σf tral kg/cmq	σf lim kg/cmq	STATUS VERIFICA
1	10	346	27	83	1061	1195	3061	2600	NON VERIFICATO
2	27	887	69	133	1698	1122	2874	2600	NON VERIFICATO
3	2005	66929	5215	1154	14753	1065	2727	2600	NON VERIFICATO

Il singolo traliccio non è sufficiente a sopportare i carichi agenti sul solaio. Pertanto si rende necessario aggiungere ferri di armatura posati in opera sia sulla parte inferiore che superiore del travetto.