

COMUNE DI MORESCO
PROVINCIA DI FERMO

PROGETTO DI AMPLIAMENTO DEL CIMITERO COMUNALE
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
IV° LOTTO D'INTERVENTO

**TABULATO DI CALCOLO
SOLAIO BLOCCO LUCULI**

LOCALITA' Via dei Pini

COMMITTENTE Comune di Moresco

PROGETTISTA Arch. Alessio Marini

DATA		ELABORATO
Ottobre 2015		D 5

RELAZIONE DI CALCOLO - SOLAI, SBALZI E SCALE

• **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- 1) *“Norme Tecniche per le Costruzioni”, D.M. 14/01/2008 suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008*
- 2) *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 è stata effettuata risolvendo la trave continua con il metodo degli elementi finiti (f.e.m.). La verifica a momento e taglio delle sezioni è stata invece effettuata con il metodo degli stati limite, assumendo come sezione resistente quella costituita dall'area compressa di conglomerato e dalle aree metalliche.

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 e il rispetto delle armature minime.

• **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 è 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
 $qt = 1,4 \times (pt + pc) + 1,5 \times sa$

La luce di calcolo è:

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

dove

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

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

- Verifiche in campata

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

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

dove

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

F_c, F_t = 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 Ω*

$$\frac{\Omega \times F_c}{A_c} \leq \sigma_s$$

dove

Ω = coeff. omega relativo al tondino superiore, pensato appoggiato tra due staffe consecutive

A_c = area del tondino superiore (corrente compresso)

σ_s = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coeff. di sicurezza parziale)

- *Verifica dei tondini (correnti) inferiori tesi*

$$\frac{F_t}{2 \times A_t} \leq \sigma_s$$

dove

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

σ_s = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coeff. di sicurezza parziale)

- *VERIFICA SUGLI APPOGGI*

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

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

$$C_s = \frac{T}{2 \times \cos \alpha \times \cos \beta}$$

$$l_o = \frac{h}{\cos \alpha \cos \beta}$$

$$\frac{\Omega \times C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

dove

C_s = Sforzo agente sulla staffa inclinata compressa (le staffe hanno due bracci)

2×α = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano trasversale al traliccio

2×β = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano longitudinale al traliccio

l_o = lunghezza libera di inflessione della staffa compressa

Ω = 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. Poiché la sezione viene completata in opera è necessario verificare lo scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.

$$S = \tau \times b \times a$$

$$C_s = \frac{S}{2 \times \cos \alpha \times \cos \beta}$$

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

dove

S = scorrimento

τ = tensione tangenziale nella fibra di contatto tra la coppella ed il calcestruzzo

b = larghezza travetto

a = interasse longitudinale tra le staffe

In fase di esercizio non si effettua la verifica a carico di punta in quanto, essendo il getto maturato, la staffa non può più 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 profondità pari a un metro.

Nella 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	: <i>Numero della campata</i>
Peso	: <i>Peso proprio del solaio più sovraccarico permanente</i>
Acc. iniz.	: <i>Valore iniziale del carico accidentale a distribuzione lineare</i>
Acc. finale	: <i>Valore finale del carico accidentale a distribuzione lineare</i>
Asc. iniz.	: <i>Ascissa del punto di inizio della zona soggetta al carico accidentale</i>
Asc. fin	: <i>Ascissa del punto finale della zona soggetta al carico accidentale</i>

- **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	: <i>Numero della campata</i>
Asc. F1	: <i>Ascissa del punto di applicazione della prima forza concentrata</i>
Forza 1	: <i>Intensità della prima forza concentrata</i>
Asc. F2	: <i>Ascissa del punto di applicazione della seconda forza concentrata</i>
Forza 2	: <i>Intensità della seconda forza concentrata</i>
Asc. M1	: <i>Ascissa del punto di applicazione della prima coppia concentrata</i>
Mom. 1	: <i>Intensità della prima coppia concentrata</i>
Asc. M2	: <i>Ascissa del punto di applicazione della seconda coppia concentrata</i>
Mom. 2	: <i>Intensità della seconda coppia concentrata</i>

- **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	: <i>Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente</i>
Coeff n	: <i>Flag di presenza dei carichi variabili per la campata n-esima (0 esclude il carico variabile sulla campata relativamente a quella combinazione di carico; 1 ne tiene conto). Se per una data combinazione il carico e' attivo, il valore del coefficiente di combinazione dei carichi vale: per gli SLU 1.5; per gli SLE 1 per le combinazioni rare, psi1 per le frequenti e psi2 per le permanenti. Il coefficiente di combinazione dei carichi permanenti vale: per gli SLU 1.3 e per gli SLE 1</i>

- 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	: <i>Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente</i>
Camp.N.ro	: <i>Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente</i>
M. in.	: <i>Momento flettente all'appoggio iniziale</i>
N. in.	: <i>Sforzo normale all'appoggio iniziale</i>
T. in.	: <i>Taglio all'appoggio iniziale</i>
M. fin.	: <i>Momento flettente all'appoggio finale</i>
N. fin.	: <i>Sforzo normale all'appoggio finale</i>
T. fin.	: <i>Taglio all'appoggio finale</i>
W. mezz.	: <i>Abbassamento corrispondente alla sezione di mezzeria</i>

- 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	: <i>Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente</i>
App. N.ro	: <i>Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente</i>
Rx	: <i>Reazione in direzione x (orizzontale)</i>
Ry	: <i>Reazione in direzione y (verticale)</i>
Mz	: <i>Momento reagente</i>

- SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.U.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite ultimi:

Camp.N.ro	: <i>Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente</i>
Asc. in.	: <i>Ascissa del nodo iniziale della campata</i>
Asc. fin.	: <i>Ascissa del nodo finale della campata</i>
Mom. neg.	: <i>Momento flettente negativo massimo</i>
if%neg.	: <i>Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 1,00)</i>

ic%neg.	: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 0,35)
Mom. pos.	: Momento flettente positivo massimo
if%pos.	: Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 1,00)
ic%pos.	: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 0,35)
Af sup.	: Armatura longitudinale superiore
Af inf.	: Armatura longitudinale inferiore
Tag. neg.	: Taglio negativo massimo
Tag. pos.	: Taglio positivo massimo
Rapporto Vsd/Vrdu	: Rapporto fra il taglio di calcolo ed il taglio resistente del cls (valore limite di norma 1,00)

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA 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
σf sup.	: Tensione massima nel corrente superiore compresso del traliccio verificato a carico di punta
σf inf.	: Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio
Taglio	: Taglio massimo in corrispondenza del puntello
σf 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
σf tral.	: Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa compressa
σf lim.	: Tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE CAMPATE SEZIONI IN PRECOMPRESSO**

Si riporta di seguito 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
Descrizione	: Descrizione del tipo di travetto precompresso utilizzato
Contrass Tipo Armatura	: Tipologia di armatura presente all'interno del travetto (v. tabelle archivi)
Momento Calcolo	: Momenti flettenti agenti, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio

Mom. Serv.	: <i>Momenti resistenti di servizio, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio</i>
Mom. Rott.	: <i>Momento resistente a rottura, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio</i>
Coeff. Sic. Rott.	: <i>Rapporto tra il momento di rottura e quello di calcolo (deve essere maggiore di 1)</i>

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

● **SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA VERIFICHE S.L.E.**

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite di esercizio:

Campata	: <i>Numero della campata</i>
Comb Caric	: <i>Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce</i>
Fessu lim cal	: <i>Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la campata non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla</i>
Dist mm	: <i>Distanza fra le fessure</i>
Concio	: <i>Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura</i>
Combin	: <i>Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura</i>
Momento	: <i>Momento flettente che ha causato la massima fessura</i>
Frecce	: <i>Freccia limite e freccia massima di calcolo</i>
Combin	: <i>Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima</i>

Cominaz Carico	: <i>Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls</i>
σ_{lim}	: <i>Valore della tensione limite in Kg/cmq</i>
σ_{cal}	: <i>Valore della tensione di calcolo in Kg/cmq</i>
Concio	: <i>Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione</i>
Cmb	: <i>Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione</i>
Momento	: <i>Momento flettente che ha causato la massima tensione</i>

DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1- @A A á?				
DATI GENERALI				
Scarto Copriferro (cm)			0,0	
Copriferro (cm)			2,0	
Coefficiente di Ridistribuzione Plastica(1=Soluz.Elastica)			1,00	
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI				
Classe Calcestruzzo	C20/25		Classe Acciaio	FeB 38 k
Modulo Elastico CLS	299619	kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2		Tipo Armatura	SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0	kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA XO
Resist. Calcolo 'fcd'	106,0	kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	106,0	kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20	%	Resist. Calcolo'fyd'	3304,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35	%	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare		mm	Sigma CLS Comb.Rare	119,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,2	mm	Sigma CLS Comb.Perm	93,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,3	mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500	kg/mc		
Coefficiente di viscosita'			2,00	
Coefficiente condizione carichi Psi1			0,500	
Coefficiente condizione carichi Psi2			0,200	

CAMPATE QUOTA 1 SOLAIO 1- @A A á?							
DATI DI CAMPATA							
Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
1	155,0	2	0,0	17,0	77,0	0,0	NO
2	237,5	1	17,0	10,0	119,0	0,0	NO

CAR. DISTR. QUOTA 1 SOLAIO 1- @A A á?						
CARICHI DISTRIBUITI						
Campata N.ro	Peso (kg/mq)	Acc. iniz. (kg/mq)	Acc. finale (kg/mq)	Asc. iniz. (cm)	Asc. fin. (cm)	DESCRIZIONE
1	400,0	372,21	372,21	0,00	154,00	
2	400,0	372,21	372,21	0,00	237,00	

REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1- @A A á?								
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	0	0	0,00	0,49	-0,0003567	
	2	0	-1706	0	0,00	0,00	-0,0001951	
	3	0	-374	0	0,00	0,00	-0,0000520	
1	1	0	0	0	0,00	1,03	-0,0007493	
	2	0	-3511	0	0,00	0,00	-0,0004142	
	3	0	-752	0	0,00	0,00	-0,0000981	
2	1	0	0	0	0,00	0,01	-0,0000452	
	2	0	-2369	0	0,00	0,00	0,0001163	
	3	0	-1034	0	0,00	0,00	-0,0003634	
3	1	0	0	0	0,00	1,51	-0,0010607	
	2	0	-2848	0	0,00	0,00	-0,0007256	
	3	0	-91	0	0,00	0,00	0,0002133	

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1- @A A á?													
VERIFICHE SEZIONI													
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Mom. pos (kgm)	Mom.Ult. (kgm)	Mom/MomUlt.	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSd/VRdu
1	0,00	0,00	-7	0	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
	0,00	0,17	-30	-895	0,03	0	895	0,00	1,57	1,57	-93	0	0,02
	0,17	0,34	-69	-895	0,08	0	895	0,00	1,57	1,57	-186	0	0,05
	0,34	0,52	-124	-895	0,14	0	895	0,00	1,57	1,57	-279	0	0,07
	0,52	0,69	-196	-895	0,22	0	895	0,00	1,57	1,57	-372	0	0,09
	0,69	0,86	-283	-895	0,32	0	895	0,00	1,57	1,57	-465	0	0,12
	0,86	1,03	-386	-895	0,43	0	895	0,00	1,57	1,57	-558	0	0,14
	1,03	1,21	-506	-895	0,57	0	895	0,00	1,57	1,57	-651	0	0,16
	1,21	1,38	-641	-895	0,72	0	895	0,00	1,57	1,57	-744	0	0,19
	1,38	1,55	-648	-895	0,72	0	895	0,00	1,57	1,57	-833	0	0,21
2	0,00	0,17	-427	-935	0,46	68	478	0,14	1,57	0,79	0	609	0,22
	0,17	0,43	-427	-893	0,48	152	480	0,32	1,57	0,79	0	547	0,55
	0,43	0,70	-331	-893	0,37	211	480	0,44	1,57	0,79	0	452	0,45
	0,70	0,96	-247	-893	0,28	245	480	0,51	1,57	0,79	0	357	0,36
	0,96	1,22	-175	-455	0,38	254	479	0,53	0,79	0,79	0	262	0,33
	1,22	1,49	-115	-455	0,25	254	479	0,53	0,79	0,79	-21	174	0,22
	1,49	1,75	-68	-455	0,15	238	479	0,50	0,79	0,79	-116	127	0,16
	1,75	2,01	-38	-455	0,08	198	479	0,41	0,79	0,79	-211	81	0,27
	2,01	2,28	-129	-455	0,28	132	479	0,28	0,79	0,79	-306	34	0,39
	2,28	2,38	-170	-477	0,36	79	477	0,17	0,79	0,79	-341	0	0,12

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1- @A A á?															
Campata	FESSURAZIONE							FRECCHE		TENSIONI					
	Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Momento (Kg*m)		Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co nc	Cmb	Momento (Kg*m)
1	Rara									Rara cls	119,0	33,7	10	1	-464
	Freq	0,3	0,00	0	10	1	-352			Rara fer	3040	1736	10	1	-464
	Perm	0,2	0,00	0	10	1	-285			Perm cls	93,0	20,9	10	1	-285
2	Rara									Rara cls	119,0	46,8	2	3	-259
	Freq	0,3	0,00	0	1	3	-232			Rara fer	3040	1104	1	3	-306
	Perm	0,2	0,00	0	1	3	-188			Perm cls	93,0	27,5	2	3	-150