

IMPRESA CARPARELLI GIUSEPPE = BRINDISI =

case per Contadini - S. Pancrazio =

1 AGO 1964



CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI UNITARIE MASSIME E DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA ALLA FESSURAZIONE ED ALLA ROTTURA

Il calcolo delle sollecitazioni unitarie massime dovute al momento flettente di servizio viene eseguito con le comuni formule del c. a., considerando l'area dei travetti precompressi alla stregua di armature metalliche, omogeneizzando la sezione tenendo conto del seguente rapporto fra i moduli elastici del conglomerato pre-compresso: $E_{cp} : E_c$ 1,5. Calcolato il momento d'inerzia della sezione parzializzata J e la distanza x dell'asse neutro dal lembo superiore (vedi tabella a lato) si ottengono i seguenti valori per le tensioni al lembo superiore σ_c ed al lembo inferiore σ_i

$$\sigma_c = \frac{M_s x}{J} \quad \sigma_i = \frac{M_s (H - x) \cdot 1,5}{J}$$

L'ipotesi che sta alla base di detto procedimento è che non si verifichino fessurazioni per tensione al lembo inferiore dei travetti precompressi. A tale scopo è necessario e sufficiente che la calcolata tensione σ_i non superi il valore della precompressione indotta nel travetto in base di costruzione, più la resistenza propria del calcestruzzo alla tensione. Vale a dire $\sigma_i \leq \sigma_{pi} + 35$.

Il momento flettente corrispondente alla fessurazione e perciò dato da:

$$M_f = \frac{\sigma_{pi} + 35}{1,5 (H - x)} J$$

Il rapporto fra il momento di fessurazione M_f e il momento flettente di servizio M_s (coeff. di sicurezza alla fessurazione) deve risultare: $M_f : M_s \geq 1,10$.

Il momento flettente di rottura M_r si valuta con la formula.

$$M_r = A_f \sigma_{fr} (h - 0,53 \frac{A_f \sigma_{fr}}{b \cdot \sigma_{cr}})$$

in cui

A_f = area metallica corrispondente alla striscia di solaio larga b

σ_{fr} = 186 Kg/mm² (rottura acciaio)

σ_{cr} = 200 Kg/cm² (rott. med. calcestr. lat.)

h = distanza del baricentro dell'area metallica del lembo superiore = $H - y$ (vedi tabella 1 e 2).

Il rapporto fra il momento di rottura M_r e il momento di servizio M_s (coefficiente di sicurezza alla rottura) deve risultare $M_r : M_s \geq 2,00$.

MOMENTO D'INERZIA J DELLE SEZIONI PARZIALIZZATE
CELERSAP PRECOMPRESSO DI LARGHEZZA b
(Tab. 2)

Altezza solaio H cm.	Travetto alto 9 cm. b = 50 cm		Travetto alto 13 cm b = 52 cm	
	x cm.	J cm ⁴	x cm	J cm ⁴
12	4,65	3.976	—	—
12 + 3	5,21	7.260	—	—
12 + 5	5,76	10.267	—	—
16,5	6,30	9.120	—	—
16,5 + 3	7,13	15.020	—	—
16,5 + 5	7,88	19.791	—	—
20	7,53	14.946	—	—
20 + 3	7,55	23.953	—	—
20 + 4	8,39	28.860	—	—
25	8,62	25.616	10,03	30.219
25 + 3	8,40	37.457	9,93	45.672
25 + 5	9,11	45.319	10,14	56.159
30	10,69	40.390	11,81	49.436
30 + 3	10,01	56.249	11,45	70.317
30 + 5	10,96	66.168	11,52	83.965
35	12,09	59.278	13,46	71.261
35 + 3	11,13	79.132	12,86	100.843
35 + 5	10,96	90.989	12,78	114.613
40	13,43	81.944	15,03	116.455
40 + 3	12,22	106.169	14,21	137.738
40 + 5	11,93	115.836	14,14	158.379
45	—	—	16,49	145.224
45 + 3	—	—	15,51	180.617
45 + 5	—	—	15,21	205.157

NOTA - Il tipo di calcolo adottato è in armonia coi risultati sperimentali e con le prescrizioni contenute nelle norme emanate con circolare numero 2323 in data 2 Agosto 1955 e n. 494 del 7 Marzo 1960 del Ministero Lavori Pubblici Consiglio Superiore.

VERIFICA DI STABILITA' DEL SOLAIO CELERSAP PRECOMPRESSO

PREMESSA - I travetti vengono costruiti in serie su licenza rilasciata dal Ministero LL. PP., (protocollo n. 2760/60 - 14 marzo 1961) previo esame di approvazione dei dati contenuti nelle tabelle che seguono. I materiali impiegati, la precompressione nei travetti, vengono costantemente controllati nel Laboratorio Tecnologico dello Stabilimento e periodicamente in Laboratori Ufficiali.

CARATTERISTICHE DEI TRAVETTI CELERSAP PRECOMPRESSI

(Tab. 1)

Vengono costruiti con casseforme mobili vibranti. Questo sistema consente di ottenere superfici perimetrali particolarmente ruvide ed atte ad assicurare una buona aderenza coi getti successivi.

Caratteristiche dei materiali impiegati:

— Conglomerato e laterizio —

Resistenza a rottura di

compressione $\sigma_{cr} = 500 \text{ Kg/cm}^2$

Rottura per trazione ($2 \sqrt{\sigma_{cr} \cdot 8}$) $\sigma_{ct} = 35$

Modulo Elastico $E_{cp} = 3 \cdot 10^5$

— Acciaio —

— Resistenza a rottura per

trazione $\sigma_r = 18600$

Limite elastico { al 0,2% 14650

convenzionale { al 0,1% 12500

Modulo elastico $E_f = 2,1 \cdot 10^6$

L'armatura metallica è costituita da trecce di acciaio formate con fili $\varnothing 2,25 \text{ mm}$ (area $\text{mm}^2 4$) e $\varnothing 3$ ($A = \text{mm}^2 7$). Le trecce sono a due fili ($A = 8 \text{ mm}^2$), a 3 fili ($A = 12 \text{ mm}^2$) oppure a 3 fili $\varnothing 3$ ($A = 21 \text{ mm}^2$) e presentano modulo di elasticità complessivo $E_t = 1,8 \cdot 10^6 \text{ Kg/cm}^2$. Le trecce vengono sottoposte a tensione iniziale pari a 125 Kg/mm. Per tener conto del ritiro e fluage del calcestruzzo e rilassamento dell'acciaio si valutano le compressioni indotte nei travetti in ragione di una tensione residua pari a 105 Kg/mm.

La posizione delle trecce è indicata in figura.

Le compressioni indotte risultano

$$\text{al lembo inferiore: } \sigma_{pi} = - \frac{N}{A_i} - \frac{N \cdot e \cdot y_i}{J_i}$$

$$\text{al lembo superiore: } \sigma_{ps} = - \frac{N}{A_i} + \frac{N \cdot e \cdot (H_i - y_i)}{J_i}$$

essendo:

$N = A_f \cdot 105 = \text{sforzo totale di compress.}$

$A_i = \text{area ideale della sez., per } n = 7 = \frac{E_f}{E_{cp}}$

$J_i y = \text{momento d'inerzia e distanza del-}$

$\text{l'asse neutro della sezione ideale}$

$\text{del lembo inferiore.}$

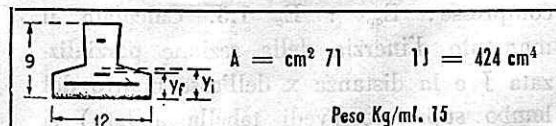
$e = y_i - y_f = \text{eccentricità di N. rispetto}$

$\text{baricentro della sezione ideale}$

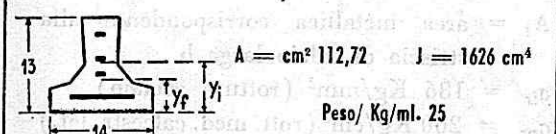
$\text{(essendo } y_f \text{ la distanza del bari-}$

$\text{centro dell'armatura metallica dal}$

lembo inferiore).



Tipo di travetto	Armatura		A_i cm²	y_f cm	y_i cm	J_i cm⁴	σ_{pi} Kg/cm²	σ_{ps} Kg/cm²
	Trecce:	Area A_f mm²						
1	1 A 8 — 2 A 12	32	73,24	3,10	3,34	436	52	35,41
2	1 A 8 — 2A12 + 1A8	40	73,80	2,85	3,33	437	72	30,75
3	1 A 12 — 3 A 12	48	74,36	3,10	3,34	441	76,6	52,24
4	1 A 8 1 A 12 3 A 12	56	74,92	2,80	3,32	438	100,5	38,75
5	1 A 12 — 4 A 12	60	75,20	2,84	3,32	443	106,5	44,99
6	1 A 8 — 4A12 + 1A8	64	75,48	2,47	3,28	440	129,6	18,27
7	1 A 12 — 5 A 12	72	76,04	2,66	3,30	445	135,3	37,45
8	1 A 12 1 A 12 5 A 12	84	76,88	2,72	3,30	445	152,6	49,10



A1	1 A 21 — 4 A 21	105	119,02	3,80	5,14	1720,4	136,7	25,13
A2	1 A 21 1 A 21 — 4 A 21	126	120,28	4,42	5,17	1720,7	139,8	64,84
A3	1 A 21 1 A 21 1 A 21 4 A 21	147	121,54	4,57	5,17	1727,5	154,7	85,02

VERIFICA DI STABILITA' DEL SOLAIO CELERSAP H/I6,5+3 PRECOMPRESSO.

ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio del solaio + Soletta	= Kg/mq.	215
Sovraccarico permanente	= "	50
" accidentale	= "	250
Tramezzi	= "	80

Carico Totale riferito al mq. = Kg/mq. 595

Carico per unita' di Lunghezza $595 \times 0,50 \dots p = \text{Kg/mq.}$ 298

CONDIZIONI DI VINCOLO : Semincastro

LUCE m. 5,50

MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

$$M = \pm \frac{I}{I_2} 298 \times 5,50^{-2} = \text{Kg.cm.}$$

LUCE m. 3,50

MOMENTO FLETTENTE MASSIMO

$$M = \pm \frac{I}{I^2} 298 \times 3,50^{-2} = \text{Kg.cm. } 30.420$$



ESEMPIO DI CALCOLO DI VERIFICA A ROTTURA E FESSURAZIONE SOLAIO C/SAP PREC.

Il calcolo si esegue in base alle formule ed ai dati riportati nella tabella allegata per $b =$ cm. e $\sigma_{cr} = 35 \text{ Kg/cm}^2$. Per il calcolo del momento di rottura delle sezioni soggette a momento negativo si considera solo lo spessore dei travetti precompressi pari a cm., ponendo $\sigma_{cr} = 500 - \sigma_{pi}$.

- ANALISI DEI CARICHI -

p.p. solaio in opera	Kg/mq.
sovraccarico permanente	"
totale carico perm. P_0	Kg/mq.
sovraccarico accident.	"
Carico compl. P	Kg/mq.
Carico rif.all'int. solaio : $p = P$	Kg/ml.

- CARATTERISTICHE -

Altezza totale = cm.
Carico di rottura provdenziale laterizio-cemento $\sigma_{cr} = 200 \text{ Kg/cm}^2$

- MOMENTI FLETTENTI MASSIMI -

SCHEMA STRUTTURALE

SIMBOLOGIA

m. 5,50

,Incastri

M_s	Kgcm.	75.120	75.120
Tipo di travetto	n.	5	—
$\emptyset$ per ogni nervatura	mm.	—	2 $\emptyset$ I2
F per la striscia di cm.	Kg/cmq.	—	2,26
$\sigma_c = \frac{M_s \cdot x}{J}$	Kg/cmq.	35,66	—
M_r	Kgcm.	179.330	173.423
M_f	Kgcm.	114.500	—
Coefficiente di sicurezza:			
a rottura M_r/M_s	K_r	2,39	2,30
a fessurazione M_f/M_s	K_f	1,52	—

ELABORAZIONE
F. MARTANO
Tel. 4989

ESEMPIO DI CALCOLO DI VERIFICA A ROTTURA E FESSURAZIONE SOLAIO C/SAP PREC.

Il calcolo si esegue in base alle formule ed ai dati riportati nella tabella allegata per $b =$ cm. e $\sigma_{cr} = 35 \text{ Kg/cm}^2$. - Per il calcolo del momento di rottura delle sezioni soggette a momento negativo si considera solo lo spessore dei travetti precompressi pari a cm. , ponendo $\sigma_{cr} = 500 - \sigma_{pi}$.

- ANALISI DEI CARICHI -

p.p. solaio in opera	Kg/mq.
sovraccarico permanente	"
totale carico perm. P_0	Kg/mq.
sovraccarico accident.	"
Carico compl. P	Kg/mq.
Carico rif.all'int. solaio : $p = P$	Kg/ml.

- CARATTERISTICHE -

Altezza totale = cm.
Carico di rottura prudenziale laterizio-cemento $\sigma_{cr} = 200 \text{ Kg/cm}^2$

- MOMENTI FLETTENTI MASSIMI -

SCHEMA STRUTTURALE

SIMBOLOGIA

m. 3,50

Incastri

M_s	Kgcm.	30.420	30.420
Tipo di travetto	n.	I	---
$\emptyset$ per ogni nervatura	mm.	---	I $\emptyset$ 8 + I $\emptyset$ 7
F per la striscia di cm.	Kg/cmq.	---	0,88
$\sigma_c = \frac{M_s \cdot x}{J}$	Kg/cmq.	14,44	---
M_r	Kgcm.	95.737	68.960
M_f	Kgcm.	70.400	---
Coefficiente di sicurezza:			
a rottura M_r/M_s	K_r	3,15	2,26
a fessurazione M_f/M_s	K_f	2,31	---



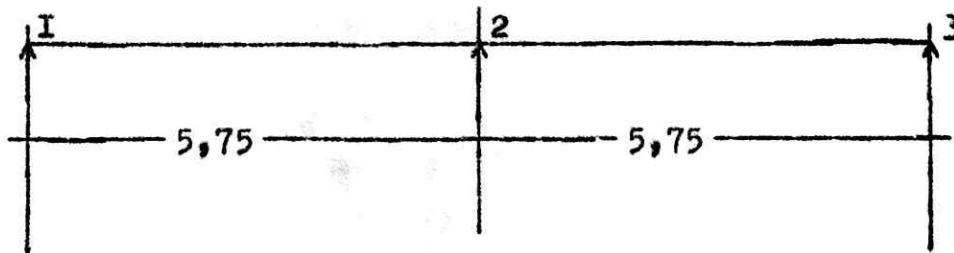
VERIFICA DI STABILITA' DEL SOLAIO CELERSAP H25+3 PRECOMPRESSO.

ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio del solaio + Soletta	= Kg/mq.	285	=
Sovraccarico permanente	= "	120	=
" accidentale	= "	250	=
Carico Totale riferito al mq.	= Kg/mq.	655	=

Carico per unita' di Lunghezza $655 \times 0,50 \dots\dots p = \text{Kg/ml. } 328$ =

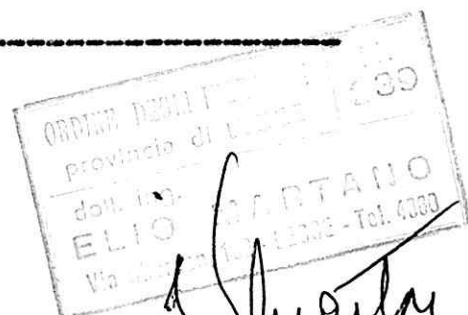
CONDIZIONI DI VINCOLO : Continuita'



$$M_1 = M_3 = 0$$

$$M_{1-2} = M_{3-4} = + \frac{1}{14} 328 \times 5,75^2 = \text{Kg.cm. } 77.461$$

$$M_2 = - \frac{1}{8} 328 \times 5,75^2 = \text{Kg.cm. } 135.556$$



ESEMPIO DI CALCOLO DI VERIFICA A ROTTURA E FESSURAZIONE SOLAIO C/SAP PREC.

Il calcolo si esegue in base alle formule ed ai dati riportati nella tabella allegata per $b =$ cm. e $\sigma_{cr} = 35 \text{ Kg/cm}^2$. - Per il calcolo del momento di rottura delle sezioni soggette a momento negativo si considera solo lo spessore dei travetti precompressi pari a cm. , ponendo $\sigma_{cr} = 500 - \sigma_{pi}$.

- ANALISI DEI CARICHI -

p.p. solaio in opera	Kg/mq.
sovraccarico permanente	"
totale carico perm. P_0	Kg/mq.
sovraccarico accident.	"
Carico compl. P	Kg/mq.
Carico rif.all'int. solaio : $p = P$	Kg/ml.

- CARATTERISTICHE -

Altezza totale =	cm.
Carico di rottura prudenziale laterizio-cemento $\sigma_{cr} = 200 \text{ Kg/cm}^2$	

- MOMENTI FLETTENTI MASSIMI -

SCHEMA STRUTTURALE

SIMBOLOGIA

Campata (1-2)(2-3)

Appoggio (2)

M_s	Kgcm.	77.461	135.556
Tipo di travetto	n.	5	--
$\emptyset$ per ogni nervatura	mm.	--	1014 1012
F per la striscia di cm.	Kg/cmq.	--	2,67
$\sigma_c = \frac{M_s \cdot x}{J}$	Kg/cmq.	17,37	--
M_r	Kgcm.	274.190	303.568
M_f	Kgcm	180.200	--
Coefficiente di sicurezza:			
a rottura M_r/M_s	K_r	3,54	2,23
a fessurazione M_f/M_s	K_f	2,33	--

