



COMUNE DI PANDINO

PROVINCIA DI CREMONA



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA "LA CHIOCCIOLA"

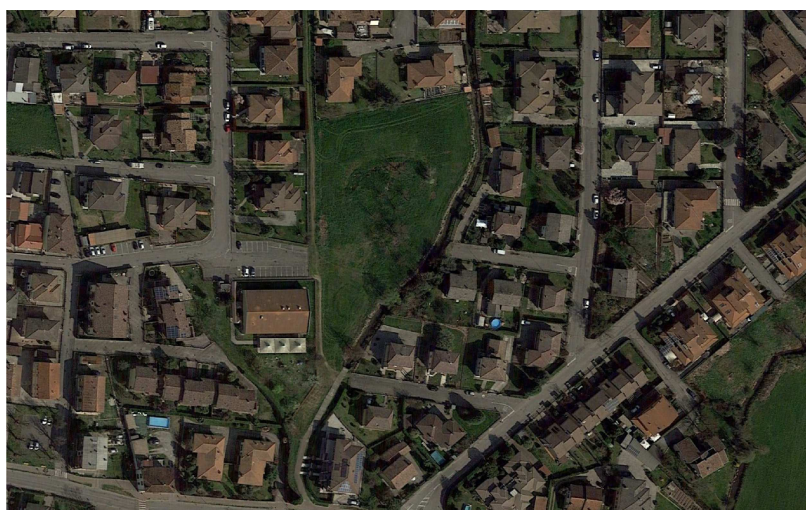
INTERVENTO PNRR FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA NEXTGENERATIONUE _ MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1 - Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università

Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia.

CUP: G55E22000230006

CIG: 9783574CA9



Via Francesco Baracca

Committente:

COMUNE DI PANDINO

Responsabile del Procedimento:

Geom. TERSILIO TONETTI



Progettista incaricato:

Dott. Ing. FABRIZIO GENTILI

Coordinamento Architettura e Strutture

Progettazioni specialistiche:

Dott. Arch. FRANCESCO BONCIO

Architettonico

Dott. Ing. DAVID GUBBIOTTI

Strutture

Dott. Ing. ENRICO MALA'



Impianti

RELAZIONI DI CALCOLO CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

E.01

Scala

Data

Aggiornamento

-

marzo 2023

-

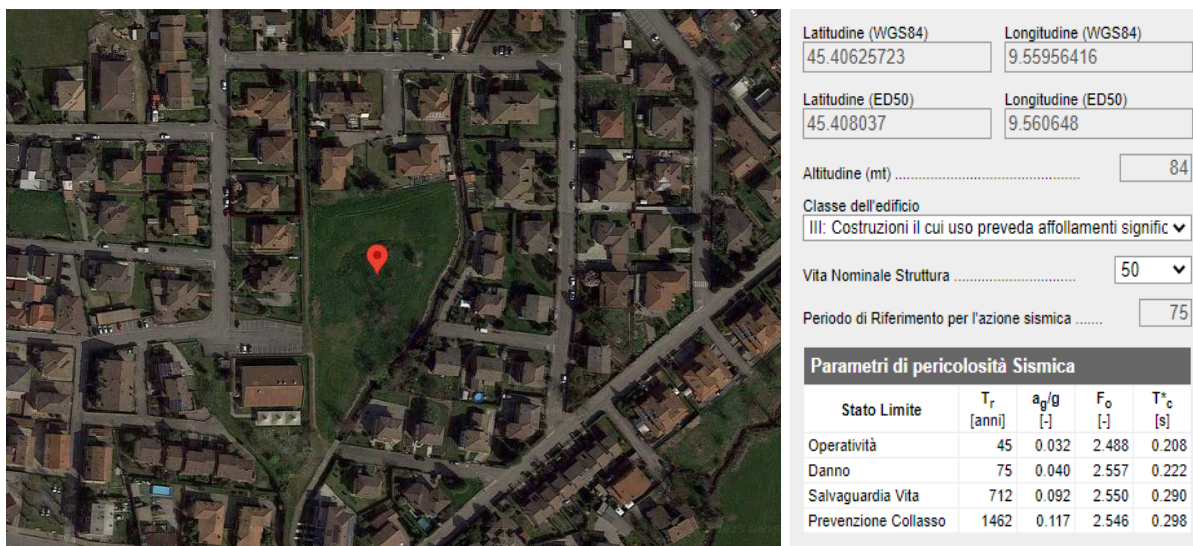
Indice generale

GENERALITÀ	2
DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	2
ELEMENTI DI CALCOLO IN CONDIZIONI SISMICHE	3
AZIONE DI CARICO PRODOTTA DALLA NEVE	3
ANALISI DEI CARICHI IN COPERTURA ZONA INGRESSO	3
TAVOLATO INTERMEDIO ZONA INGRESSO	3
RIEPILOGO COPERTURA IN LEGNO LAMELLARE BLOCCO DI INGRESSO.....	3
RESISTENZA DELLE STRUTTURE PRINCIPALI AL FUOCO	4
ANALISI DEI CARICHI SOLAI DI CALPESTIO IN PREDALLES	6
CARICHI DERIVANTI DALLA PRESENZA DEI TRAMEZZI	7
ANALISI DEI CARICHI SOLAIO IN LATERO-CEMENTO DI COPERTURA SU MURICCI.....	7
ANALISI DEI CARICHI SOLAIO IN LATERO-CEMENTO DI COPERTURA PIANA	7
SPECIFICHE DI PROGETTO.....	7

CALCOLI STATICI

GENERALITÀ

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione della **“Nuova scuola dell’infanzia”** nel Comune di Pandino (CR). **Intervento PNRR finanziato dall’Unione Europea NEXTGENERATIONUE - Missione 4: istruzione e ricerca, avviso pubblico 48047 del 2.12.2021. Componente 1 - Potenziamento dell’offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle università. Investimento 1.1: piano per asili nido e scuole dell’infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia.** La zona di esecuzione dei lavori è collocata a una quota di circa m 84 slm. Il territorio del Comune di Pandino (CR) è definito sismico di Zona 3: **“Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti”**:



L'area da utilizzare è censita al foglio catastale n. 14 part. 758.

DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Il nuovo fabbricato da adibire a scuola dell'infanzia (3-6 anni) sarà realizzato in un'area libera da ogni costruzione di proprietà del Comune di Pandino (CR) e con destinazione d'uso specificatamente prevista nel PGT per "servizi esistenti" vista la presenza, in posizione adiacente, di un edificio ad uso asilo nido dell'infanzia (0-3 anni): la nuova scuola completerà l'offerta scolastica del Comune e creerà un'importante sinergia tra i due plessi che permetterà sia economie di scala che specifiche attività integrative e di servizio (cucina, mensa, spazi comuni, ecc.).

Il fabbricato avrà solai di copertura in latero-cemento con getto di completamento costituito da una soletta in calcestruzzo normale.

La copertura della zona di ingresso sarà con la struttura principale e secondaria in legno

lamellare; tra le travi principali saranno posizionate tavole in legno tipo KVH sopra cui gettare in opera una soletta armata in cls leggero strutturale (peso proprio $\gamma = \text{kgm}^{-3} 1600$) sopra cui poggiare il pacchetto di impermeabilizzazione finale.

Tutte le verifiche di dimensionamento saranno svolte in riferimento al DM 2018.

ELEMENTI DI CALCOLO IN CONDIZIONI SISMICHE

Zona sismica	PANDINO - Zona 3
Categoria di suolo	C
Categoria topografica	T ₁

AZIONE DI CARICO PRODOTTA DALLA NEVE

La zona di esecuzione dei lavori è collocata ad una quota sul livello del mare di circa m 100.

Carico della neve sulle coperture

as =	84	m	Altezza della zona di progetto
qsk =	1.50	kN/m ²	Carico della neve al suolo
Copertura ad una falda			
$\alpha_1 =$	0	gradi	Angolo di inclinazione
$\mu_1 =$	0.8		Coefficiente di forma
$C_E =$	1		Coefficiente di esposizione
$C_t =$	1		Coefficiente termico
G =	1.20	kN/m ²	Azione sulle coperture

ANALISI DEI CARICHI IN COPERTURA ZONA INGRESSO

– p.p. del tavolato: $0.08 \cdot \text{kgm}^{-3} 500 =$	$\text{kgm}^{-2} 40$
– p.p. soletta in cls leggero strutturale: $0.05 \cdot \text{kgm}^{-3} 1600 =$	$\text{kgm}^{-2} 80$
– p.p. guaina impermeabilizzante e isolante lana di roccia:	$\text{kgm}^{-2} 35$
– p.p. pannelli fotovoltaici:	$\text{kgm}^{-2} 20$

Totale carichi permanenti (G2):	$\text{kgm}^{-2} 175$
Sovraccarichi accidentali (Q):	$\text{kgm}^{-2} 120$

TAVOLATO INTERMEDIO ZONA INGRESSO

Tra le travi principali sarà messo in opera un tavolato in legno di abete maschiettato che avrà il compito di collegamento delle travi sia per azioni di compressione che di trazione.

Cura particolare dovrà essere posta sia nel fissaggio del tavolato che nella cerchiatura perimetrale sopra alle murature portanti.

RIEPILOGO COPERTURA IN LEGNO LAMELLARE BLOCCO DI INGRESSO

Dall'esame dei tabulati delle pagine seguenti si ottiene la tipologia degli elementi strutturali anche in situazione di incendio:

ORDITURA PRINCIPALE: $i_{\max} = \text{cm } 120$; $b = \text{cm } 28$; $h = \text{cm } 44$

TAVOLATO: $h = \text{cm } 8$

TRAVE PRINCIPALE - (CNR-DT 206-R1/2018)**Flessione semplice****LEGNO LAMELLARE GL32h**

S =	1		Classe di servizio
$\alpha =$	0	gradi	Angolo di inclinazione della falda
$\alpha =$	0.0000	rad	Angolo di inclinazione della falda
q (G1) =	0.62	kNm-1	Carico permanente
q (G2) =	1.75	kNm-1	Carico permanente
q (Q) =	1.20	kNm-1	Carico accidentale
imax =	1.20	m	Interasse travi principali
$\gamma_{G1} =$	1.3		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
$\gamma_{G2} =$	1.5		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
$\gamma_Q =$	1.5		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
$\psi_{21} =$	0		Coefficiente moltiplicativo di combinazione (0 se $h \leq 1.0m < 1000$)
qSLU =	6.27	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione fondamentale
L =	9.9	m	Luce libera dell'elemento portante
i' =	1.05		Incremento % della luce libera
Lc =	10.395	m	Luce libera di calcolo dell'elemento portante
M =	84.7	kNm	Azione flettente appoggio semplice
M =	67.8	kNm	Azione flettente semincastro
T =	32.6	kN	Azione tagliante
b =	28	cm	Base della trave
h =	44	cm	Altezza della trave
p.p. =	5000	N/m3	Peso proprio del materiale
A =	1232	cm2	Area della trave
W _{yy} =	9035	cm3	Modulo di resistenza asse YY
W _{zz} =	5749	cm3	Modulo di resistenza asse ZZ
J _{yy} =	198763	cm4	Momento di inerzia asse YY
J _{zz} =	80491	cm4	Momento di inerzia asse ZZ
$\sigma_{m,y,d} =$	938	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse YY
$\sigma_{m,z,d} =$	0	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse ZZ
$\tau_y =$	40	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse YY
$\tau_z =$	0	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse ZZ
$\tau_{id} =$	39.7	N/cm2	Tensione per taglio sul legno totale
f _{m,k} =	3200	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse YY (TAB A-5)
f _{m,k} =	3200	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse ZZ (TAB A-5)
f _{v,k} =	350	N/cm2	Resistenza del materiale a taglio (TAB A-5)
k _{mod} =	0.9		Tabella 4.4.IV-2018 breve durata
kh =	1.096		Coefficiente per dimensioni trave (dimensioni<600mm)
k _{def} =	0.6		Coefficiente di deformabilità nel tempo (TAB 4.4.V-2018)
km =	0.7		Coefficiente di sicurezza (sezioni rettangolari=0.7; altre sezioni=1)
$\gamma_M =$	1.45		Coefficiente parziale per la proprietà del materiale (TAB 4.4.III-2018)
f _{m,y,d} =	2177	N/cm2	Resistenza a flessione asse YY
f _{m,z,d} =	2177	N/cm2	Resistenza a flessione asse ZZ
f _{v,d} =	217	N/cm2	Resistenza a taglio
E _{0,mean}	1420000	N/cm2	Modulo di elasticità parallelo alla fibra media (TAB A-5)

VERIFICHE A FLESSIONE ED A TAGLIOFLESSIONE 1 **0.43****VERIFICATO**FLESSIONE 2 **0.30****VERIFICATO**

TAGLIO

VERIFICATO**VERIFICA A DEFORMAZIONE**

h _{slm} =	84	m	Quota media sul livello del mare
qSLE =	1.20	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara (accidentali)
qSLE =	3.57	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara
qSLE =	2.37	kNm-1	Carico ripartito permanente
qSLE =	0.00	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione quasi permanente (accidentali)
u _{amm, i} =	3.47	cm	Freccia ammissibile (L/300) istantanea (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	4.16	cm	Freccia ammissibile (L/250) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	5.20	cm	Freccia ammissibile (L/200) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{2,in} =	0.646	cm	Freccia dal carico accidentale prevalente
			VERIFICATO
u' in =	1.274	cm	Freccia istantanea del carico permanente
u _{net, fin} =	2.686	cm	Freccia totale
			VERIFICATO
u _{2, fin} =	0.646	cm	Freccia finale dovuta ai soli carichi accidentali
			VERIFICATO

TAVOLATO COPERTURA: (CNR-DT 206-R1/2018)**Flessione semplice****LEGNO NATURALE DI ABETE**

S =	1		Classe di servizio
G1 =	0.22	kNm-1	Carichi permanenti propri
G2 =	1.35	kNm-2	Carichi permanenti portati
Q =	1.2	kNm-2	Carichi di durata breve
i =	0.6	m	Interasse della trave principale
α =	0	gradi	Angolo di inclinazione della falda
α =	0.0000	rad	Angolo di inclinazione della falda
q (G1) =	0.13	kNm-1	Carico permanente
q (G2) =	0.81	kNm-1	Carico permanente
q (Q) =	0.72	kNm-1	Carico accidentale
γ_{G1} =	1.3		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
γ_{G2} =	1.5		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
γ_Q =	1.5		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
ψ_{21} =	0		Coefficiente moltiplicativo di combinazione (0 se h s.l.m > 1000)
qSLU =	2.46	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione fondamentale
L =	1.2	m	Luce libera dell'elemento portante
i' =	1.05		Incremento % della luce libera
Lc =	1.26	m	Luce libera di calcolo dell'elemento portante
M =	0.5	kNm	Azione flettente appoggio semplice
M =	0.4	kNm	Azione flettente semincastro
T =	1.6	kN	Azione tagliante
b =	60	cm	Base della trave
h =	8	cm	Altezza della trave
p.p. =	4500	N/m3	Peso proprio del materiale
A =	480	cm2	Area della trave
W _{yy} =	640	cm3	Modulo di resistenza asse YY
W _{zz} =	4800	cm3	Modulo di resistenza asse ZZ
J _{yy} =	2560	cm4	Momento di inerzia asse YY
J _{zz} =	144000	cm4	Momento di inerzia asse ZZ
$\sigma_{m,y,d}$ =	76	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse YY
$\sigma_{m,z,d}$ =	0	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse ZZ
τ_y =	5	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse YY
τ_z =	0	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse ZZ
τ_{id} =	4.8	N/cm2	Tensione per taglio sul legno totale
f _{m,k} =	2500	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse YY (TAB A-4)
f _{m,k} =	2500	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse ZZ (TAB A-4)
f _{v,k} =	400	N/cm2	Resistenza del materiale a taglio (TAB A-4)
k _{mod} =	0.9		Tabella 4.4.IV-2018 breve durata
kh =	1.096		Coefficiente per dimensioni trave (dimensioni<600mm)
k _{def} =	0.6		Coefficiente di deformabilità nel tempo (TAB 4.4.V-2018)
km =	0.7		Coefficiente di sicurezza (sezioni rettangolari=0.7; altre sezioni=1)
γ_M =	1.5		Coefficiente parziale per la proprietà del materiale (TAB 4.4.III-2018)
f _{m,y,d} =	1644	N/cm2	Resistenza a flessione asse YY
f _{m,z,d} =	1644	N/cm2	Resistenza a flessione asse ZZ
f _{v,d} =	240	N/cm2	Resistenza a taglio
E _{0,mean}	1180000	N/cm2	Modulo di elasticità parallelo alla fibra media (TAB A-4)

VERIFICHE A FLESSIONE ED A TAGLIO

FLESSIONE 1	0.05	VERIFICATO
FLESSIONE 2	0.03	VERIFICATO
TAGLIO		VERIFICATO

VERIFICA A DEFORMAZIONE

h _{slm} =	84	m	Quota media sul livello del mare
qSLE =	0.72	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara (accidentali)
qSLE =	1.66	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara
qSLE =	0.94	kNm-1	Carico ripartito permanente
qSLE =	0.00	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione quasi permanente (accidentali)
u _{amm, i} =	0.42	cm	Freccia ammissibile (L/300) istantanea (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	0.50	cm	Freccia ammissibile (L/250) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	0.63	cm	Freccia ammissibile (L/200) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{2,in} =	0.008	cm	Freccia dal carico accidentale prevalente
u' in =	0.010	cm	Freccia istantanea del carico permanente
u _{net, fin} =	0.024	cm	Freccia totale
u _{2, fin} =	0.008	cm	Freccia finale dovuta ai soli carichi accidentali

VERIFICATO**VERIFICATO**

RESISTENZA DELLE STRUTTURE PRINCIPALI AL FUOCO

La normativa vigente individua per la situazione eccezionale di carico, come quella di un incendio, una combinazione agli SLU di tipo quasi permanente definita da (da NTC 2018):

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
 $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$ [2.5.4]

Tab. 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In una prima fase sarà:

- assegnata la velocità di combustione (costante nel tempo) funzione del legno da usare,
- definita la superficie che partecipa alla combustione,
- determinata la sezione residua al tempo t di progetto (R30),
- verifica la sezione finale per garantire una capacità maggiore della domanda.

La profondità di carbonizzazione sarà definita secondo la formula:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 = \beta_n t + k_0 d_0 \quad \text{dove:}$$

d_{ef} = profondità di carbonizzazione,

β_n = velocità di carbonizzazione ideale

k_0 = coefficiente funzione del tempo (= 1 per $t > \min 20$)

d_0 = mm 7 strato di sicurezza tra sezione finale e sezione efficace

e dunque, in favore di sicurezza, per la trave principale essendo in presenza di legno lamellare incollato di massa volumica superiore a kgm^{-3} 290 avremo:

lati lunghi: $H_f = 440 - (0,7 \cdot 30 + 1 \cdot 7) = \text{mm } 412$;

lato corto: $B_f = 280 - 2 \cdot (0,7 \cdot 30 + 1 \cdot 7) = \text{mm } 224$.

Per il tavolato in legno di abete avremo invece un “consumo” di legno così definito:

lati lunghi: $H_f = 80 - (0,8 \cdot 30 + 1 \cdot 7) = \text{mm } 49$;

lato corto: $B_f = 600 - 2 \cdot (0,8 \cdot 30 + 1 \cdot 7) = \text{mm } 538$.

Sulla base dei carichi sopra definiti avremo i carichi di verifica:

Totale carichi permanenti (G2):	kgm^{-2} 175
Sovraccarichi accidentali (Q):	kgm^{-2} 120

che saranno impiegati nei tabulati seguenti per il calcolo dell'idoneità dimensionali delle travi e del tavolato di progetto nel rispetto dei coefficienti di combinazione.

TRAVE PRINCIPALE - (CNR-DT 206-R1/2018)**Flessione semplice****LEGNO LAMELLARE GL32h**

S =	1		Classe di servizio
$\alpha =$	0	gradi	Angolo di inclinazione della falda
$\alpha =$	0.0000	rad	Angolo di inclinazione della falda
q (G1) =	0.46	kNm-1	Carico permanente
q (G2) =	1.75	kNm-1	Carico permanente
q (Q) =	1.20	kNm-1	Carico accidentale
imax =	1.20	m	Interasse travi principali
$\gamma_{G1} =$	1		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
$\gamma_{G2} =$	1		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
$\gamma_Q =$	0		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
$\psi_{21} =$	0		Coefficiente moltiplicativo di combinazione (0 se $h \leq 1.0m < 1000$)
qSLU =	2.65	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione fondamentale
L =	9.9	m	Luce libera dell'elemento portante
i' =	1.05		Incremento % della luce libera
Lc =	10.395	m	Luce libera di calcolo dell'elemento portante
M =	35.8	kNm	Azione flettente appoggio semplice
M =	28.7	kNm	Azione flettente semincastro
T =	13.8	kN	Azione tagliante
b =	22.4	cm	Base della trave
h =	41.2	cm	Altezza della trave
p.p. =	5000	N/m3	Peso proprio del materiale
A =	922.88	cm2	Area della trave
W _{yy} =	6337	cm3	Modulo di resistenza asse YY
W _{zz} =	3445	cm3	Modulo di resistenza asse ZZ
J _{yy} =	130544	cm4	Momento di inerzia asse YY
J _{zz} =	38589	cm4	Momento di inerzia asse ZZ
$\sigma_{m,y,d} =$	566	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse YY
$\sigma_{m,z,d} =$	0	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse ZZ
$\tau_y =$	22	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse YY
$\tau_z =$	0	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse ZZ
$\tau_{id} =$	22.4	N/cm2	Tensione per taglio sul legno totale
f _{m,k} =	3200	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse YY (TAB A-5)
f _{m,k} =	3200	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse ZZ (TAB A-5)
f _{v,k} =	350	N/cm2	Resistenza del materiale a taglio (TAB A-5)
k _{mod} =	0.9		Tabella 4.4.IV-2018 breve durata
kh =	1.096		Coefficiente per dimensioni trave (dimensioni<600mm)
k _{def} =	0.6		Coefficiente di deformabilità nel tempo (TAB 4.4.V-2018)
km =	0.7		Coefficiente di sicurezza (sezioni rettangolari=0.7; altre sezioni=1)
$\gamma_M =$	1.45		Coefficiente parziale per la proprietà del materiale (TAB 4.4.III-2018)
f _{m,y,d} =	2177	N/cm2	Resistenza a flessione asse YY
f _{m,z,d} =	2177	N/cm2	Resistenza a flessione asse ZZ
f _{v,d} =	217	N/cm2	Resistenza a taglio
E _{0,mean}	1420000	N/cm2	Modulo di elasticità parallelo alla fibra media (TAB A-5)
VERIFICHE A FLESSIONE ED A TAGLIO			
FLESSIONE 1	0.26		VERIFICATO
FLESSIONE 2	0.18		VERIFICATO
TAGLIO			VERIFICATO
VERIFICA A DEFORMAZIONE			
h _{slm} =	84	m	Quota media sul livello del mare
qSLE =	1.20	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara (accidentali)
qSLE =	3.41	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara
qSLE =	2.21	kNm-1	Carico ripartito permanente
qSLE =	0.00	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione quasi permanente (accidentali)
u _{amm, i} =	3.47	cm	Freccia ammissibile (L/300) istantanea (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	4.16	cm	Freccia ammissibile (L/250) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	5.20	cm	Freccia ammissibile (L/200) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{2,in} =	0.984	cm	Freccia dal carico accidentale prevalente
			VERIFICATO
u' in =	1.814	cm	Freccia istantanea del carico permanente
u _{net, fin} =	3.886	cm	Freccia totale
			VERIFICATO
u _{2, fin} =	0.984	cm	Freccia finale dovuta ai soli carichi accidentali
			VERIFICATO

TAVOLATO COPERTURA: (CNR-DT 206-R1/2018)**Flessione semplice****LEGNO NATURALE DI ABETE**

S =	1		Classe di servizio
G1 =	0.12	kNm-1	Carichi permanenti propri
G2 =	1.35	kNm-2	Carichi permanenti portati
Q =	1.2	kNm-2	Carichi di durata breve
i =	0.6	m	Interasse della trave principale
α =	0	gradi	Angolo di inclinazione della falda
α =	0.0000	rad	Angolo di inclinazione della falda
q (G1) =	0.07	kNm-1	Carico permanente
q (G2) =	0.81	kNm-1	Carico permanente
q (Q) =	0.72	kNm-1	Carico accidentale
γ_{G1} =	1		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
γ_{G2} =	1		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
γ_Q =	1		Coefficiente di calcolo Appr. 2 A1STR
ψ_{21} =	0		Coefficiente moltiplicativo di combinazione (0 se h s.l.m > 1000)
qSLU =	1.60	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione fondamentale
L =	1.2	m	Luce libera dell'elemento portante
i' =	1.05		Incremento % della luce libera
Lc =	1.26	m	Luce libera di calcolo dell'elemento portante
M =	0.3	kNm	Azione flettente appoggio semplice
M =	0.3	kNm	Azione flettente semincastro
T =	1.0	kN	Azione tagliante
b =	53.8	cm	Base della trave
h =	4.9	cm	Altezza della trave
p.p. =	4500	N/m3	Peso proprio del materiale
A =	263.62	cm2	Area della trave
W _{yy} =	215	cm3	Modulo di resistenza asse YY
W _{zz} =	2364	cm3	Modulo di resistenza asse ZZ
J _{yy} =	527	cm4	Momento di inerzia asse YY
J _{zz} =	63586	cm4	Momento di inerzia asse ZZ
$\sigma_{m,y,d}$ =	148	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse YY
$\sigma_{m,z,d}$ =	0	N/cm2	Tensione per flessione sul legno asse ZZ
τ_y =	6	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse YY
τ_z =	0	N/cm2	Tensione per taglio sul legno asse ZZ
τ_{id} =	5.7	N/cm2	Tensione per taglio sul legno totale
f _{m,k} =	2500	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse YY (TAB A-4)
f _{m,k} =	2500	N/cm2	Resistenza del materiale a flessione asse ZZ (TAB A-4)
f _{v,k} =	400	N/cm2	Resistenza del materiale a taglio (TAB A-4)
k _{mod} =	0.9		Tabella 4.4.IV-2018 breve durata
kh =	1.096		Coefficiente per dimensioni trave (dimensioni<600mm)
k _{def} =	0.6		Coefficiente di deformabilità nel tempo (TAB 4.4.V-2018)
km =	0.7		Coefficiente di sicurezza (sezioni rettangolari=0.7; altre sezioni=1)
γ_M =	1.5		Coefficiente parziale per la proprietà del materiale (TAB 4.4.III-2018)
f _{m,y,d} =	1644	N/cm2	Resistenza a flessione asse YY
f _{m,z,d} =	1644	N/cm2	Resistenza a flessione asse ZZ
f _{v,d} =	240	N/cm2	Resistenza a taglio
E _{0,mean}	1180000	N/cm2	Modulo di elasticità parallelo alla fibra media (TAB A-4)

VERIFICHE A FLESSIONE ED A TAGLIO

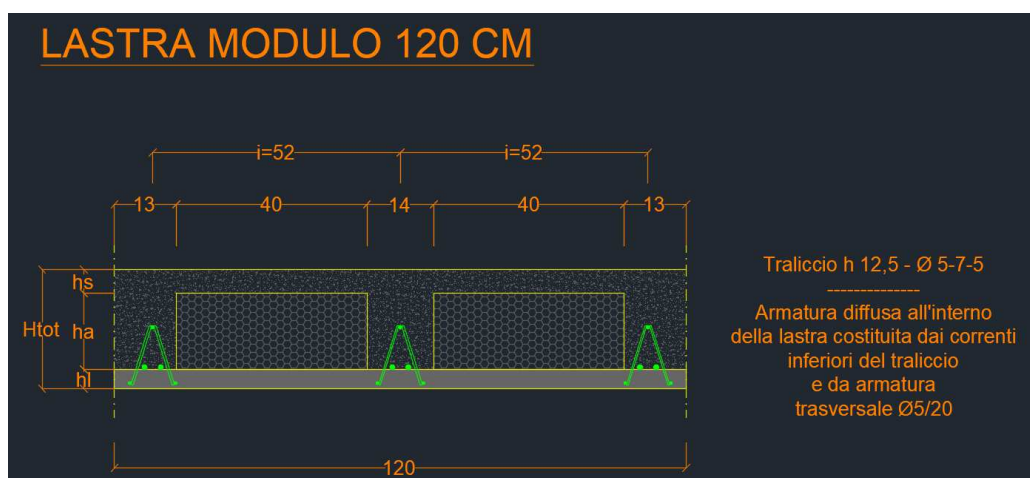
FLESSIONE 1	0.09	VERIFICATO
FLESSIONE 2	0.06	VERIFICATO
TAGLIO		VERIFICATO

VERIFICA A DEFORMAZIONE

h _{slm} =	84	m	Quota media sul livello del mare
qSLE =	0.72	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara (accidentali)
qSLE =	1.60	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione di carico rara
qSLE =	0.88	kNm-1	Carico ripartito permanente
qSLE =	0.00	kNm-1	Carico ripartito per la combinazione quasi permanente (accidentali)
u _{amm, i} =	0.42	cm	Freccia ammissibile (L/300) istantanea (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	0.50	cm	Freccia ammissibile (L/250) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{amm, fin} =	0.63	cm	Freccia ammissibile (L/200) (TAB. 7.3 - CNR2018)
u _{2,in} =	0.038	cm	Freccia dal carico accidentale prevalente
u' in =	0.046	cm	Freccia istantanea del carico permanente
u _{net, fin} =	0.112	cm	Freccia totale
u _{2, fin} =	0.038	cm	Freccia finale dovuta ai soli carichi accidentali

VERIFICATO**VERIFICATO**

ANALISI DEI CARICHI SOLAI DI CALPESTIO IN PREDALLES



Dati tecnici				Larghezza lastra 120 cm			Larghezza lastra 250 cm		
Altezza lastra cm	Altezza polistirolo cm	Spessore soletta cm	Altezza solaio cm	Peso lastra confezionata Kg/m	Volume cls getto in opera l/mq	Peso totale solaio Kg/mq	Peso lastra confezionata Kg/m	Volume cls getto in opera l/mq	Peso totale solaio Kg/mq
4	12	4	20	120	80	300	250	74	284
		5	21	120	90	325	250	84	309
4	14	4	22	120	87	317	250	79	298
		5	23	120	97	342	250	89	323
4	16	4	24	120	93	333	250	85	312
		5	25	120	103	358	250	95	337
4	18	4	26	120	100	350	250	90	326
		5	27	120	110	375	250	100	351
4	20	4	28	120	107	367	250	96	340
		5	29	120	117	392	250	106	365
4	22	4	30	120	113	383	250	102	354
		5	31	120	123	408	250	112	379
4	24	4	32	120	120	400	250	107	368
		5	33	120	130	425	250	117	393

- massetto + pavimento gres porcellanato KNm^{-2} 1.50 (G2)
- isolante KNm^{-2} 0.40 (G2)
- p.p. degli elementi divisori: KNm^{-2} 1.20 (G2)
- peso proprio solaio tipo predalles lastra inferiore (s= cm 4) KNm^{-2} 1.20 (G1)
- peso proprio solaio tipo predalles lastra inferiore (s= cm 4) KNm^{-2} 2.63 (G1)

Carichi totali G1 = KNm^{-2} 3.83; Carichi totali G2 = KNm^{-2} 3.10

Sovraccarico ambienti suscettibili di affollamento (scuola): KNm^{-2} 3.00

CARICHI DERIVANTI DALLA PRESENZA DEI TRAMEZZI

Dati geometrici:		
Altezza tramezzatura	h	3.00 m
Lunghezza totale tramezzatura insistente sul solaio	l	1.00 m
Spessore intonaco	s _{int}	1.00 cm
Spessore muratura in mattoni forati	s _{mur}	10.00 cm
Spessore totale tramezzatura	s	12.00 cm
Pesi specifici:		
Peso specifico intonaco	γ _{int}	18.00 kN/mc
Peso specifico muratura in mattoni forati	γ _{mur}	6.30 kN/mc
Si ottiene:		
Peso intonaco per unità di superficie	P _{int}	0.36 kN/mq
Peso muratura in mattoni forati per unità di superficie	P _{mur}	0.63 kN/mq
Peso tramezzatura per unità di superficie	P	0.99 kN/mq
Peso tramezzatura per unità di lunghezza	G ₂	2.97 kN/m
Volendo tener conto di quanto riportato al § 3.1.3 del D.M. 17 gennaio 2018 ("Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni "), in base al valore di G ₂ calcolato si ottiene:		
Carico permanente portato da normativa	g ₂	1.20 kN/mq
Assumendo invece i carichi perfettamente determinati, trascurando i vuoti lasciati dalle porte presenti nei tramezzi a vantaggio di sicurezza ed ipotizzando una distribuzione dei carichi uniformemente distribuita sulla superficie del solaio, si ottiene invece:		
Superficie del solaio	A	37.62 mq
Peso totale tramezzatura agente sul solaio	P _{tot}	2.97 kN
Carico permanente portato da calcolo	g ₂	0.08 kN/mq
Ai fini dei calcoli di verifica da effettuare si procederà considerando, a vantaggio di sicurezza, il maggiore dei due carichi precedentemente ottenuti, per cui si ottiene:		
Carico permanente portato dalla tramezzatura	g₂	1.20 kN/mq

ANALISI DEI CARICHI SOLAIO IN LATERO-CEMENTO DI COPERTURA SU MURICCI

- manto di copertura in tegole: KNm^{-2} 0.70 (G2)
- p.p. guaina impermeabilizzante e isolante: KNm^{-2} 0.20 (G2)
- p.p. soletta di collegamento sopra i tavelloni: KNm^{-2} 0.80 (G2)
- p.p. tavelloni: KNm^{-2} 0.40 (G2)
- p.p. muricci: KNm^{-2} 1.10 (G2)
- peso proprio solaio latero-cemento (s= cm 25+5) KNm^{-2} 3.70 (G1)
- p.p. intonaco KNm^{-2} 0.20 (G2)

Carichi totali G1 = KNm^{-2} 3.70; Carichi totali G2 = KNm^{-2} 3.40

Sovraccarico neve: KNm^{-2} 1.20 (vedere tabulato precedente)

Sovraccarico (cat. H): KNm^{-2} 0.50 (vedere tabulato precedente)

ANALISI DEI CARICHI SOLAIO IN LATERO-CEMENTO DI COPERTURA PIANA

- p.p. pannelli fotovoltaici: KNm^{-2} 0.20 (G2)
- p.p. doppia guaina impermeabilizzante e isolante: KNm^{-2} 0.30 (G2)
- p.p. massetto leggero in pendenza: KNm^{-2} 0.50 (G2)
- peso proprio solaio latero-cemento (s= cm 25+5) KNm^{-2} 3.70 (G1)
- p.p. intonaco KNm^{-2} 0.20 (G2)

Carichi totali G1 = KNm^{-2} 3.70; Carichi totali G2 = KNm^{-2} 1.20

Sovraccarico neve: KNm^{-2} 1.20 (vedere tabulato precedente)

Sovraccarico (cat. H): KNm^{-2} 0.50 (vedere tabulato precedente)

SPECIFICHE DI PROGETTO

Nelle pagine seguenti sarà svolta la verifica dei solai sia in copertura che di calpestio con i carichi sopra descritti. Potranno essere usati solai civersi che, su specifica del produttore e controllo del DL, siano in grado di sopportare i carichi di esercizio.

Verifica di solaio in Latero-CementoOggetto: **Solaio Piano Terra****Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo	C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$	$f_{cd} = 14.17 \text{ MPa}$
Acciaio	B450C	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$	$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$

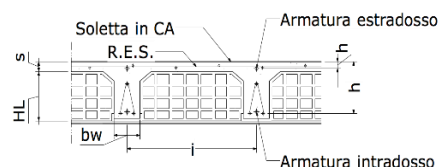
Caratteristiche geometriche

L	750	cm	i	52	cm
H_L	25	cm	b_w	13	cm
s	5	cm	b_L	39	cm
H	30	cm	λ	25.00	Snellezza del solaio

Armatura	n° barre	ϕ barre (mm)	d (cm)	A_s (cm ²)	A_{sd} (cm ²)	ρ	L_ϕ (cm)
estradosso	3	18	3		7.63	0.0196	57+302
intradosso	3	20	26		9.42	0.0242	63+750+63

Analisi dei carichi

G_1	383	kg/mq
G_2	310	kg/mq
Q_1	300	kg/mq
Tot =	993	kg/mq

**Verifica a flessione in campata ($M_{max} = q L^2 / \alpha$ - armatura resistente: continua intradosso)**

α	8	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	ω_s	M_{Rd} (kg m)	FS
SLU		5166	25.01	0.77	5894	1.14
ψ (Tab. 2.5.I)		M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	1.0	3631	10.32	51852	7.23	164.70
SLEQ	0.6	3192	10.32	51852	6.35	144.79

Verifica a flessione in appoggio ($M_{max} = q L^2 / \alpha$ - armatura resistente: spezzoni estradosso)

α	12	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	ω_s	M_{Rd} (kg m)	FS
SLU		3444	20.26	0.60	5640	1.64
ψ (Tab. 2.5.I)		M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	1.0	2420	14.71	31089	11.45	143.49
SLEQ	0.3	1909	14.71	31089	9.03	113.15

Verifica a taglio ($V_{max} = q L / \beta$)

β	2	V_{Ed}	2755	kg	FS
k	1.88	V_{Rd}	2805	kg	1.02
		$V_{Rd,\phi}$	36851	kg	13.38

Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato su impronta 5x5 cm

				\varnothing (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)
P	300 kg			Rete	6 10	0.42
<u>Flessione allo SLER</u>						
	b_m (cm)	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	15	15	1.09	19	8.59	166.02

Punzonamento allo SLU

$V_{Ed,0}$	0.90	MPa	$V_{Rd,0}$	3.54	MPa
$V_{Ed,1}$	0.35	MPa	$V_{Rd,1}$	0.73	MPa

Verifica di deformabilità

K	1	λ_{lim}	15.93	$\lambda = L/H$	25.00
-----	---	-----------------	-------	-----------------	-------

Note:

Occorre effettuare anche il calcolo della deformazione

Verifica di fessurazione non effettuata

Per i materiali sono stati utilizzati i seguenti coefficienti di sicurezza: $\gamma_c = 1,5$; $\gamma_s = 1,15$ Per i carichi sono stati utilizzati i seguenti coefficienti parziali: $\gamma_{G1} = 1,3$; $\gamma_{G2} = 1,5$; $\gamma_Q = 1,5$ 

Verifica di solaio in Latero-CementoOggetto: **Solaio Copertura Muricci****Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo	C25/30	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = 14.17$ MPa
Acciaio	B450C	$f_{yk} = 450$ MPa	$f_{yd} = 391$ MPa

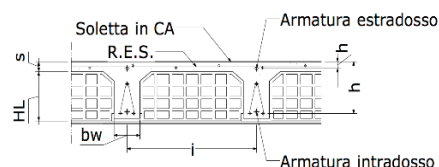
Caratteristiche geometriche

L	750	cm	i	52	cm
H_L	25	cm	b_w	12	cm
s	5	cm	b_L	40	cm
H	30	cm	λ	25.00	Snellezza del solaio

Armatura	n° barre	ϕ barre (mm)	d (cm)	A_s (cm ²)	A_{sd} (cm ²)	ρ	L_ϕ (cm)
estradosso	3	18	3		7.63	0.0212	52+298
intradosso	3	18	27		7.63	0.0212	60+750+60

Analisi dei carichi

G_1	370	kg/mq
G_2	340	kg/mq
Q_1	170	kg/mq
Tot =	880	kg/mq

**Verifica a flessione in campata ($M_{max} = q L^2 / \alpha$ - armatura resistente: continua intradosso)**

α	8	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	ω_s	M_{Rd} (kg m)	FS
SLU		4556	21.95	0.65	5439	1.19
ψ (Tab. 2.5.I)		M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	1.0	3218	9.65	48706	6.37	171.97
SLEQ	0.6	2969	9.65	48706	5.88	158.68

Verifica a flessione in appoggio ($M_{max} = q L^2 / \alpha$ - armatura resistente: spezzoni estradosso)

α	12	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	ω_s	M_{Rd} (kg m)	FS
SLU		3037	21.95	0.65	5439	1.79
ψ (Tab. 2.5.I)		M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	1.0	2145	15.08	29988	10.79	127.88
SLEQ	0.3	1855	15.08	29988	9.33	110.58

Verifica a taglio ($V_{max} = q L / \beta$)

β	2	V_{Ed}	2430	kg	FS
k	1.86	V_{Rd}	2665	kg	1.10
		$V_{Rd,0}$	29849	kg	12.29

Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato su impronta 5x5 cm

P	200	kg	Rete	6	10	cm	$A_{s,r}$ (cm ²)	0.42
Flessione allo SLER	b_m (cm)	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)		
SLER	15	10	1.09	19	5.98	115.53		

Punzonamento allo SLU

$V_{Ed,0}$	0.60	MPa	$V_{Rd,0}$	3.54	MPa
$V_{Ed,1}$	0.23	MPa	$V_{Rd,1}$	0.73	MPa

Verifica di deformabilità

K	1	λ_{lim}	16.95	$\lambda = L/H$	25.00
-----	---	-----------------	-------	-----------------	-------

Note:

Occorre effettuare anche il calcolo della deformazione

Verifica di fessurazione non effettuata

Per i materiali sono stati utilizzati i seguenti coefficienti di sicurezza: $\gamma_c = 1,5$; $\gamma_s = 1,15$ Per i carichi sono stati utilizzati i seguenti coefficienti parziali: $\gamma_{G1} = 1,3$; $\gamma_{G2} = 1,5$; $\gamma_Q = 1,5$ 

Verifica di solaio in Latero-CementoOggetto: **Solaio Copertura piana****Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo	C25/30	$f_{ck} = 25$ MPa	$f_{cd} = 14.17$ MPa
Acciaio	B450C	$f_{yk} = 450$ MPa	$f_{yd} = 391$ MPa

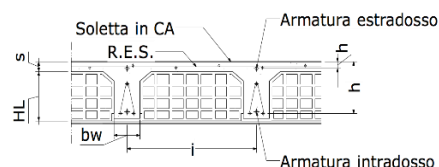
Caratteristiche geometriche

L	750	cm	i	52	cm
H_L	25	cm	b_w	12	cm
s	5	cm	b_L	40	cm
H	30	cm	λ	25.00	Snellezza del solaio

Armatura	n° barre	ϕ barre (mm)	d (cm)	A_s (cmq)	A_{sd} (cmq)	ρ	L_ϕ (cm)
estradosso	2	16	3		4.02	0.0112	53+299
intradosso	3	16	27		6.03	0.0168	56+750+56

Analisi dei carichi

G_1	370	kg/mq
G_2	120	kg/mq
Q_1	170	kg/mq
Tot =	660	kg/mq

**Verifica a flessione in campata ($M_{max} = q L^2 / \alpha$ - armatura resistente: continua intradosso)**

α	8	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	ω_s	M_{Rd} (kg m)	FS
SLU		3349	17.34	0.51	4732	1.41
ψ (Tab. 2.5.I)		M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	1.0	2413	8.60	41035	5.06	162.28
SLEQ	0.6	2165	8.60	41035	4.54	145.56

Verifica a flessione in appoggio ($M_{max} = q L^2 / \alpha$ - armatura resistente: spezzoni estradosso)

α	12	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	ω_s	M_{Rd} (kg m)	FS
SLU		2233	11.56	0.34	3518	1.58
ψ (Tab. 2.5.I)		M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)
SLER	1.0	1609	12.20	20476	9.58	174.44
SLEQ	0.3	1319	12.20	20476	7.86	142.99

Verifica a taglio ($V_{max} = q L / \beta$)

β	2	$V_{Ed} =$	1786	kg	FS
$k =$	1.86	$V_{Rd} =$	2602	kg	1.46
		$V_{Rd,\phi} =$	23585	kg	13.20

Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato su impronta 5x5 cm

				\varnothing (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)	
	P	200 kg		Rete	6	10	0.42
<u>Flessione allo SLER</u>							
	b_m (cm)	M_{Ed} (kg m)	x (cm)	J (cm ⁴)	σ_c (MPa)	σ_s (MPa)	
SLER	15	10	1.09	19	5.85	113.10	

Punzonamento allo SLU

$V_{Ed,0} =$	0.60	MPa	$V_{Rd,0} =$	3.54	MPa
$V_{Ed,1} =$	0.23	MPa	$V_{Rd,1} =$	0.73	MPa

Verifica di deformabilità

K	1	$\lambda_{lim} =$	20.80	$\lambda = L/H =$	25.00
-----	---	-------------------	-------	-------------------	-------

Note:

Occorre effettuare anche il calcolo della deformazione

Verifica di fessurazione effettuata con il metodo indiretto

Per i materiali sono stati utilizzati i seguenti coefficienti di sicurezza: $\gamma_c = 1,5$; $\gamma_s = 1,15$ Per i carichi sono stati utilizzati i seguenti coefficienti parziali: $\gamma_{G1} = 1,3$; $\gamma_{G2} = 1,5$; $\gamma_Q = 1,5$ 