



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione



Italiadomani

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

FUTURA

LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

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

REALIZZAZIONE DI UN POLO PER L'INFANZIA - NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA

CUP G45E22000070006 - CIG 9688378E6F

COMMITTENTE:

COMUNE DI VARALLO POMBIA

SINDACO: **Joshua Carlomagno**

RUP: **Geom. Ferrario Massimiliano**



PROGETTISTA:

3TI PROGETTI ITALIA-INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Via delle Sette Chiese n.142 - Roma

C.F e P.IVA n° 07025291001



Ing. Alfredo Ingletti - Iscritto all'ordine degli Ingegneri di Roma n. 16300

IMPRESA ESECUTRICE:

NEOCOS S.r.l

Via Gozzano n.66/68 - Borgomanero (NO)

P.IVA n° 01128640032



PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato:

PROGETTO STRUTTURALE

ELABORATI GENERALI

Relazione di calcolo delle opere strutturali_Pensilina

Data:
Ottobre 2023

Scala:
Rel

Codice elaborato:
NSI.PE.STR.00.CA.003

Revisione:
A.02

A.02	Ott 2023	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO
Revisione	Data	Descrizione

INDICE

1.	DOCUMENTI DI SINTESI	2
1.1	Premessa	2
1.2	Sintesi del percorso progettuale: descrizione del nuovo fabbricato	2
1.3	Condizioni d'uso e livelli di sicurezza della costruzione	3
2.	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	4
2.1	Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione	4
2.2	Quadro normativo di riferimento adottato	4
2.2.1	Norme di riferimento cogenti	4
2.2.2	Altre norme e documenti tecnici integrativi	4
2.3	Azioni di progetto sulla costruzione	5
2.3.1	Carichi verticali	5
2.3.2	Azione del vento e della neve	5
2.3.3	Azione sismica	6
2.3.4	Modellazione delle azioni	6
2.3.5	Combinazioni e/o percorsi di carico	6
3.	PRINCIPALI RISULTATI: CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE EFFETTUATE	8
3.1	Calcoli manuali eseguiti sui principali elementi strutturali	8
3.1.1	Struttura in elevazione: pilastri diametro 300	9
3.1.2	Copertura: trave principale 20x40H	10
3.1.2	Copertura: travetto 12x160H $i_{max}=120cm$	11

1. DOCUMENTI DI SINTESI

1.1 Premessa

Formano oggetto della presente relazione tecnica i principali calcoli svolti per il dimensionamento delle strutture di un nuovo edificio adibito ad asilo nido a servizio del Comune di Varallo Pombia (NO) in via A. Ingnoli.



Planimetria del sito oggetto d'intervento

1.2 Sintesi del percorso progettuale: descrizione del nuovo fabbricato

L'edificio di nuova realizzazione ha pianta rettangolare di dimensioni pari a circa 30mx14,4m a un piano (piano terra) con struttura portante in legno (pareti, pilastri e solaio di copertura) e fondazione a travi a T rovescia in c.a.

Le pareti esterne ed interne portanti sono costituite da elementi in legno massiccio. I montanti verticali sono di sezione 8x16cm (12x16cm in corrispondenza di porte e finestre) a passo 62,5cm (montanti 16x16cm in corrispondenza dei nodi delle pareti) e gli orizzontali al piede e sopra e sotto le aperture sono di sezione 8x16cm. Come cordolo in testa alle pareti è presente un elemento di sezione 16x44cm. Le pareti sono tamponate con pannello OSB di spessore 15mm per faccia.

La copertura è realizzata con travi in legno lamellare e doppio tavolato (spessore 2,5+2,5cm) incrociato a 45° che esercita la funzione di piano rigido ai fini sismici.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati grafici.

1.3 Condizioni d'uso e livelli di sicurezza della costruzione

L'edificio è situato nel Comune di Varallo Pombia (NO), per cui, secondo la classificazione sismica allegata all'Ordinanza PCM n 3274 del 20/03/03 *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”* il Comune è situato in zona 4.

L'edificio viene classificato come costruzione di Tipo 2 e di Classe IV (secondo quanto specificato nel DM 17/01/2018 paragrafo 2.4.2).

Poiché per gli edifici di Tipo 2 e Classe IV si ha $V_N = 50\text{anni}$ (vita nominale della struttura) e $C_u = 2$ (coefficiente d'uso), il periodo di riferimento per l'azione sismica (DM 17/01/2018 paragrafo 2.4.3) vale, quindi: $V_R = V_N \cdot C_u = 100\text{ anni}$.

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1 Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione

Si veda paragrafo 1.2 Sintesi del percorso progettuale

2.2 Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati e commentati come di seguito precisato.

2.2.1 Norme di riferimento cogenti

L'analisi effettuata e il dimensionamento della struttura del parcheggio interrato è stato sviluppato nel rispetto delle normative elencate:

- | | |
|-----------------------------|---|
| Legge 5/11/71 n. 1086 | - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale, precompresso e per le strutture metalliche. |
| D.M. 17/01/2018 | - Norme Tecniche per le Costruzioni |
| OPCM 3274 del
20/03/2003 | - Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" e s.m.i. |

2.2.2 Altre norme e documenti tecnici integrativi

Documenti tecnici di riferimento:

- | | |
|--|---|
| Circ. Cons. Sup. LL. PP. n. 7 del 21/01/2019 | - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018 |
|--|---|

2.3 Azioni di progetto sulla costruzione

2.3.1 Carichi verticali

Il calcolo delle sollecitazioni per il progetto dell'edificio viene condotto con riferimento alla seguente analisi dei carichi:

Solaio di copertura

a)	peso proprio G1 (travi e travetti)	25,00 daN/m ²
b)	carico permanente G2	150,00 daN/m ²
TOTALE a) + b)		150,00 daN/m²
c)	carico variabile Q (neve)	135,00 daN/m ²
TOTALE a) + b) + c)		285,00 daN/m²

2.3.2 Azione del vento e della neve

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: VARALLO POMBIA

Provincia: NOVARA

Regione: PIEMONTE

Coordinate GPS:

Latitudine : 45,66600 N

Longitudine: 8,63300 E

Altitudine s.l.m.: 300,0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

NEVE:

Zona Neve = I Mediterranea

Periodo di ritorno, Tr = 50 anni

Ctr = 1 per Tr = 50 anni

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo = qsk Ce Ctr = 169 daN/mq

Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione della falda a1 = 11,0°

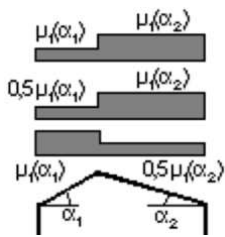
m1(a1) = 0,80 => Q1 = 135 daN/mq

Angolo di inclinazione della falda a2 = 11,0°

- Falda con presenza di barriera o impedimento allo scivolamento della neve.

m1(a2) = 0,80 => Q2 = 135 daN/mq

Schema di carico:



VENTO:

Zona vento = 1

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 1000 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 300 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: A

[Aree urbane con almeno il 15% della superficie coperta da edifici la cui altezza media superi 15 m]

Esposizione: Cat. V - Entroterra fino a 500 m di altitudine

($K_r = 0,23$; $Z_o = 0,70 \text{ m}$; $Z_{min} = 12 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,48$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 6,00 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 58 \text{ daN/mq}$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: I

$T_{min} = -16,20^\circ$ [NTC 3.5.1]

$T_{max} = 40,20^\circ$ [NTC 3.5.2]

2.3.3 Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Si rimanda alla relazione specifica.

2.3.4 Modellazione delle azioni

Si veda paragrafo 2.3 Azioni di progetto sulla costruzione.

2.3.5 Combinazioni e/o percorsi di carico

Le analisi di vulnerabilità sono riportate considerando la seguente combinazione dei carichi:

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

dove:

G_1, G_2 rappresentano i pesi propri (permanenti) degli elementi strutturali e non strutturali,

E azione sismica per lo stato limite in esame

ψ_{2i} rappresenta il coefficiente di combinazione delle azioni variabili (quasi permanente);

Q_{K1}, Q_{K2} carichi variabili (valore caratteristico)

3. PRINCIPALI RISULTATI: CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICHE EFFETTUATE

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dall'analisi della struttura e si evidenziano le principali verifiche degli elementi strutturali riportate attraverso un calcolo manuale.

3.1 Calcoli manuali eseguiti sui principali elementi strutturali

Si riportano per completezza, alcune verifiche di resistenza degli elementi strutturali della pensilina in legno lamellare GL28h: pilastro, trave principale 20x40H di copertura, travetto 12x16H di copertura

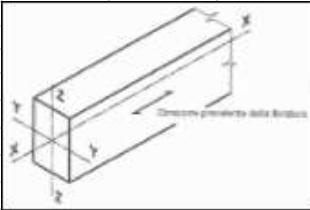
CARATTERISTICHE MECCANICHE LEGNO					
AI SENSI DEL D.M. 17/01/2018					
SI CONSIDERA IL LEGNO AVENTE LE SEGUENTI CARATTERISTICHE:					
TIPO:		LEGNO LAMELLARE DI CONIFERA EN 1194:2000			
CLASSE DI RESISTENZA:		GL28h			
		Valori caratteristici:		Valori di progetto:	
		Resistenze		Resistenze	
		fm,g,k	280	daN/cm ²	135
		ft,0,g,k	195	daN/cm ²	94
		ft,90,g,k	5	daN/cm ²	2
		fc,0,g,k	265	daN/cm ²	128
		fc,90,g,k	30	daN/cm ²	14
		fv,g,k	32	daN/cm ²	15
		Modulo elastico			
		E0,g,mean	126.000	daN/cm ²	
		E0,g,05	102.000	daN/cm ²	
		E90,g,mean	4.200	daN/cm ²	
		Gg,mean	7.800	daN/cm ²	
		Peso specifico			
		γg,k	410	daN/m ³	
CLASSE DI DURATA DEL CARICO:		Lunga durata		6 mesi - 10 anni	
CLASSE DI SERVIZIO:		Classe di servizio 1		E' caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno	
SLU		Colonna A	Kmod	Kdef	
		Gm			
Legno lamellare		1.45	0.70	0.60	

3.1.1 Struttura in elevazione: pilastri diametro 300

SEZIONE con solo N		4.4.8.1.1-2-3-4							
Nc	5.000	kg	Compr. parallela alle fibre	Nc,0,Rd	=	51.172	daN		
			Compr. perpendicolare alle fibre	Nc,90,Rd	=	5.793	daN		
			Trazione parallela alle fibre	Nt,0,Rd	=	37.655	daN		
			Trazione perpendicolare alle fibre	Nt,90,Rd	=	869	daN		
				Nc	=	5.000			
				Nc,0,Rd	=	51.172		0,10	<=1 OK

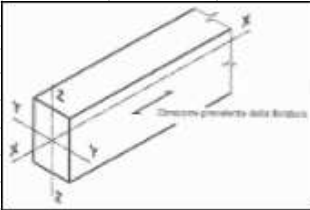
Elementi compressi (instabilità di colonna)		4.4.8.2.2							
L colonna	350	cm							
vincolo	1 cerniera 1 incastro	k =	0,7						
		Leff =	245	cm					
		i_min =	5,77	cm					
		λ =	42,4						
		λ _{rel,c} =	0,688						
		k =	0,756						
		k _{crit,c} =	0,935						
			Nc	=	5.000				
			k _{crit,c} × Nc,0,Rd	=	47.835		0,10	<=1 OK	

3.1.2 Copertura: trave principale 20x40H

LEGNO: VERIFICHE SLU-SLE									
SEZIONE TRAVE:									
B	20	cm		Nc,0,Rd (x)	102.345	kgm			
H	40	cm		Nc,90,Rd (x)	11.586	kgm			
A	800	cm²		Nt,0,Rd (x)	75.310	kgm			
q_trave	32,8	kg/m		Nt,90,Rd (x)	1.738	kgm			
W_y	5.333	cm³		Mc,Rd (y)	7.209	kgm			
J_y	106.667	cm⁴	Vc,Rd (z)	12.359	kg				
J_z	26.667	cm⁴							
LA LUNGHEZZA DI CALCOLO L_d VALE:									
L_d	4,40	m	limiti di deformabilità:		copertura in genere Ld / 200				
			limite carico totale:		Ld / 200				
			limite carico Q:		Ld / 250				
					E0,g,mean	126.000	daN/cm²		
			f_tot		2,20	cm			
			f_Q		1,76	cm			
ANALISI DEI CARICHI:									
q_trave	32,8	kg/m					G1	1,30	
q_perm_lineare	0	kg/m					G2	1,30	
q_var_lineare	0	kg/m					Q	1,50	
Q_perm	160	kg/m²	int. travi	3,30	m				
Q_var	135	kg/m²							
			Combinazione rara:						
q_tot SLU		1397	kg/m	q_tot SLE		1006	kg/m		
			q_var SLE		446	kg/m			

TRAVE SU 2 APPOGGI			4.4.8.1.6 Flessione retta						
			4.4.8.1.9 Taglio						
Md	3.381	kgm	Md		3.381	=		0,47	<=1 OK
Vd	3.074	kg	Mc,Rd (y)		7.209	=			
			Vd		3.074	=		0,25	<=1 OK
			Vc,Rd (z)		12.359	=			
			f _{B q_tot}	0,37	cm	<=	2,20	OK	
			f _{B q_var}	0,16	cm	<=	1,76	OK	

3.1.2 Copertura: travetto 12x160H imax=120cm

LEGNO: VERIFICHE SLU-SLE									
SEZIONE TRAVE:									
B	12	cm		Nc,0,Rd (x)	24.563	kgm			
H	16	cm		Nc,90,Rd (x)	2.781	kgm			
A	192	cm²		Nt,0,Rd (x)	18.074	kgm			
q _{trave}	7,9	kg/m		Nt,90,Rd (x)	417	kgm			
W _y	512	cm³		Mc,Rd (y)	692	kgm			
J _y	4.096	cm⁴	Vc,Rd (z)	2.966	kg				
J _z	2.304	cm⁴							
LA LUNGHEZZA DI CALCOLO L _d VALE:									
L _d	3,30	m	limiti di deformabilità:		copertura in genere L _d / 200				
			limite carico totale:		L _d / 200				
			limite carico Q _d :		L _d / 250				
					E0,g,mean	126.000	daN/cm²		
			f _{tot}		1,65	cm			
			f _Q		1,32	cm			
ANALISI DEI CARICHI:									
q _{trave}	7,9	kg/m					G1	1,30	
q _{perm_lineare}	0	kg/m					G2	1,30	
q _{var_lineare}	0	kg/m					Q	1,50	
Q _{perm}	150	kg/m²	int. travi	1,20	m				
Q _{var}	135	kg/m²							
Combinazione rara:									
q _{tot SLU}		487	kg/m	q _{tot SLE}		350	kg/m		
				q _{var SLE}		162	kg/m		

TRAVE SU 2 APPOGGI			4.4.8.1.6 Flessione retta					
			4.4.8.1.9 Taglio					
Md	663	kgm	Md	663			0,96	<=1 OK
Vd	804	kg	Mc,Rd (y)	692				
			Vd	804			0,27	<=1 OK
			Vc,Rd (z)	2.966				
			f _{B q_tot}	1,05	cm	<=	1,65	OK
			f _{B q_var}	0,48	cm	<=	1,32	OK