

titolo del progetto

– NUOVA SCUOLA PER L'INFANZIA A SEI SEZIONI
IN LOCALITA' CASTELLO DI SERRAVALLE - VIALE G. VERDI
COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

committente

– COMUNE DI VALSAMOGGIA (Città Metropolitana di Bologna, BO), Piazza Garibaldi n° 1, 40053 - Valsamoggia (BO)

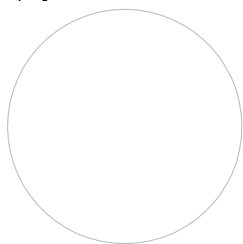
titolo della tavola

– RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE–BLOCCO D
LA RELAZIONE SOSTITUISCE LA RELAZIONE 105 DEPOSITATA IN DATA 06/06/2017 PER RECEPIRE
LE RICHIESTE DI INTEGRAZIONE DE SERVIZIO AREA RENO E PO DI VOLANO

num. pratica	data emissione	redatto da	rapp. disegni	lay-out	fase operativa	file
4213	febbraio 2017	DB	–	–	esecutivo	4213–RCSD.pdf

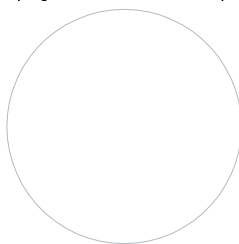
rev.	data	descrizione	redatto da
A	15/05/2017	REVISIONE COME DA INDICAZIONI DEL SERVIZIO AREA RENO E PO DI VOLANO DEL 14/04/2017	
B	22/08/2017	RICHIESTA DI INTEGRAZIONI DEL SERVIZIO AREA RENO E PO DI VOLANO DEL 29/06/2017 (VS–005–2017)	
C			
D			
E			

Il responsabile della
progettazione architettonica



Arch. Enrico Termanini

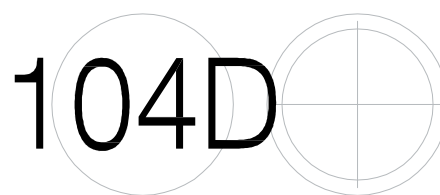
Il responsabile della
progettazione strutturale e impiantistica



Ing. Davide Bedogni

N°. tavola

orientamento



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Sommario

2.1-PREMESSA.....	3
2.2-ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE (AI SENSI DEL D:G:R: N°1373 DEL 26/09/2011)	5
2.2.A- DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE , MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO	5
2.2.B- DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA.....	6
2.2.C- NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI	9
2.2.D- DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	10
2.2.E- DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE	11
2.2.F- ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE	14
2.2.f.1-PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	14
2.2.f.2-ANALISI DEI CARICHI AGENTI SULLE STRUTTURE.....	18
2.2.G- INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI IN RELAZIONE AGLI SLU E SLE INDAGATI.....	25
2.2.H- INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI SEGUITO.....	41
2.2.I- CRITERI DI VERIFICA DEGLI STATI LIMITE INDAGATI, IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA	44
2.2.J- RAPPRESENTAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DEFORMATA E DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE DELLE STRUTTURE PIÙ SIGNIFICATIVE/ SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA / GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	48
2.2.J.1-DIAGRAMMI DI INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI.....	48
2.2.J.2-DEFORMATE DELLA STRUTTURA.....	56
2.2.J.3-VERIFICA DEL CONTENIMENTO DEL DANNO PER ELEMENTI NON STRUTTURALI	59
2.2.J.4-EFFETTI DEL II ORDINE	63
2.2.J.5.SINTESI DELLE VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	75

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

<i>2.2.J.6-VERIFICA DEI TAMPONAMENTI ESTERNI IN LATERIZIO.....</i>	<i>105</i>
<i>2.2.J.7-GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI.....</i>	<i>115</i>
<i>2.2.K- CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO.....</i>	<i>118</i>
<i>2.2.L- CARATTERISTICHE DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....</i>	<i>119</i>
<i>2.5.4.3-Verifica travi in legno.....</i>	<i>209</i>
<i>2.5.4.4-Verifica collegamenti travi in legno.....</i>	<i>246</i>
<i>2.5.4.5-Verifica balcone metallico.....</i>	<i>268</i>

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.1-PREMESSA

Il seguente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica come previsto al § 10.1 del Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008 : "Norme Tecniche per le Costruzioni" di seguito denominato NTC08.

La progettazione strutturale si è svolta in accordo e contemporaneamente al progetto architettonico.

Lo scopo della progettazione è la realizzazione di una struttura che nel complesso resista alle sollecitazioni di progetto causate da carichi sismici e statici e soddisfi le esigenze architettoniche ed impiantistiche.

La documentazione di base su cui si è operato è stata:

-il progetto architettonico;

-la relazione geologica-geotecnica per la caratterizzazione del suolo di riferimento, del carico massimo sul terreno e dei cedimenti ammissibili;

La tipologia di terreno pianeggiante non presenta particolari problemi per la realizzazione delle fondazioni.

Si riporta a seguito le figure principali del processo di progettazione e realizzazione:

ESTREMI DEL COMMITTENTE

COMMITTENTE	
Nominativo/Ragione Sociale	COMUNE DI VALSAMOGGIA, BOLOGNA

ESTREMI DEI PROGETTISTI

PROGETTISTA ARCHITETTONICO	
Nominativo	Arch. Enrico Termanini
Studio/Indirizzo	Centro Cooperativo di Progettazione s.c. Via Lombardia, 7, 42124 – Reggio Emilia (RE)
Ordine Professionale	Iscritto all'Albo dell'Ordine degli Architetti della Provincia di Modena al n.425

PROGETTISTA STRUTTURALE	
Nominativo	Ing. Davide Bedogni
Studio/Indirizzo	Centro Cooperativo di Progettazione s.c. Via Lombardia, 7, 42124 – Reggio Emilia (RE)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.1-PREMESSA

Il seguente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica come previsto al § 10.1 del Decreto ministeriale (infrastrutture) 14 gennaio 2008 : "Norme Tecniche per le Costruzioni" di seguito denominato NTC08.

La progettazione strutturale si è svolta in accordo e contemporaneamente al progetto architettonico.

Lo scopo della progettazione è la realizzazione di una struttura che nel complesso resista alle sollecitazioni di progetto causate da carichi sismici e statici e soddisfi le esigenze architettoniche ed impiantistiche.

La documentazione di base su cui si è operato è stata:

-il progetto architettonico;

-la relazione geologica-geotecnica per la caratterizzazione del suolo di riferimento, del carico massimo sul terreno e dei cedimenti ammissibili;

La tipologia di terreno pianeggiante non presenta particolari problemi per la realizzazione delle fondazioni.

Si riporta a seguito le figure principali del processo di progettazione e realizzazione:

ESTREMI DEL COMMITTENTE

COMMITTENTE	
Nominativo/Ragione Sociale	COMUNE DI VALSAMOGGIA, BOLOGNA

ESTREMI DEI PROGETTISTI

PROGETTISTA ARCHITETTONICO	
Nominativo	Arch. Enrico Termanini
Studio/Indirizzo	Centro Cooperativo di Progettazione s.c. Via Lombardia, 7, 42124 – Reggio Emilia (RE)
Ordine Professionale	Iscritto all'Albo dell'Ordine degli Architetti della Provincia di Modena al n.425

PROGETTISTA STRUTTURALE	
Nominativo	Ing. Davide Bedogni
Studio/Indirizzo	Centro Cooperativo di Progettazione s.c. Via Lombardia, 7, 42124 – Reggio Emilia (RE)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Ordine Professionale	Iscritto all'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Reggio Emilia al n.1464
-----------------------------	--

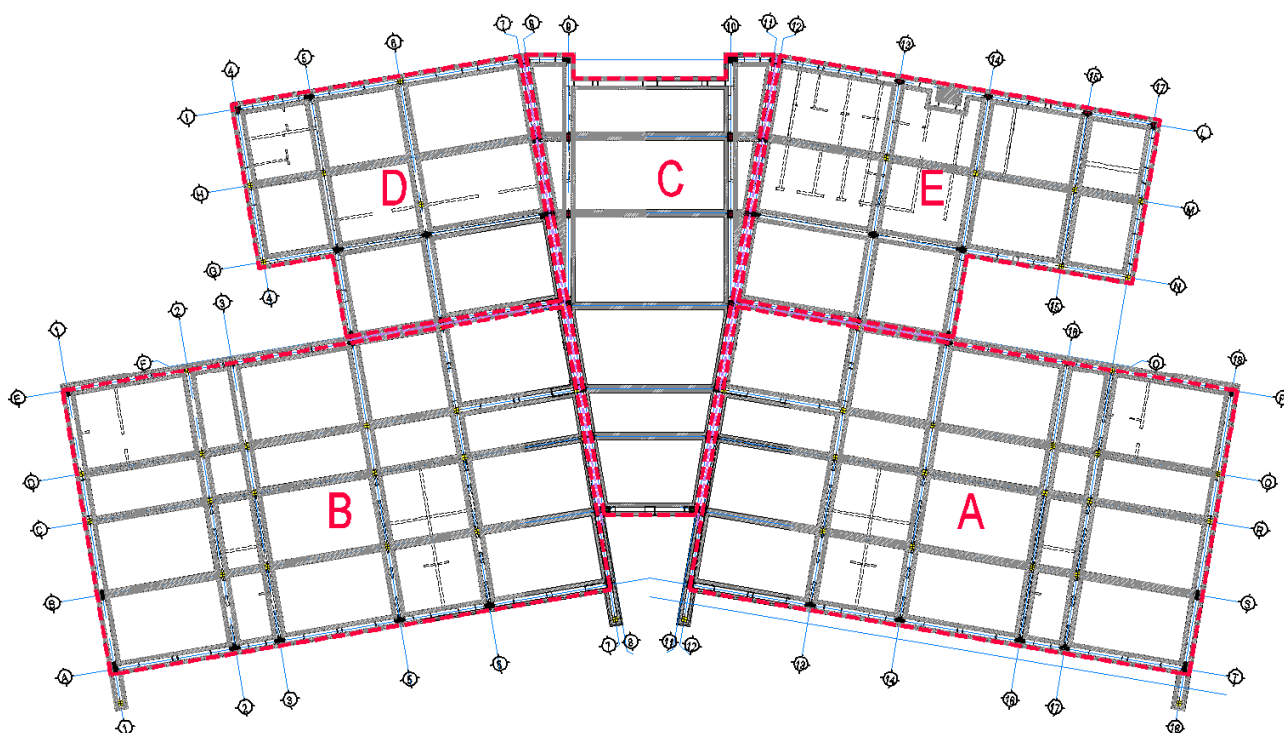
La presente relazione di calcolo si riferisce alla progettazione del fabbricato che ospiterà la nuova scuola dell'infanzia a sei sezioni in località Castello di Serravalle, in viale G. Verdi, Comune di Valsamoggia (BO).

L'edificio è stato suddiviso in cinque unità strutturali attraverso la duplicazione dei pilastri in corrispondenza dei giunti sismici, che sono stati verificati al "**cap.2.2.i**". La suddivisione in più unità strutturali ha permesso di eliminare le irregolarità in pianta della struttura e di studiare le unità strutturali come fabbricati regolari in pianta e a forma pressochè rettangolare.

Sono quindi stati studiati i 5 corpi di fabbrica con 5 modelli di calcolo indipendenti. E' stato poi studiato un ulteriore modello di calcolo per la verifica degli elementi di fondazione.

Sono stati studiati 6 modelli di calcolo:

- Modello A – struttura con ingombro di dimensioni 32x18m, ad un piano fuori terra
- Modello B – struttura con ingombro di dimensioni 32x18m ,ad un piano fuori terra
- Modello C – struttura con ingombro di dimensioni 27x15m, ad un piano fuori terra
- Modello D – struttura con ingombro di dimensioni 18x15m, a due piani fuori terra
- Modello E – struttura con ingombro di dimensioni 23x15m, a due piani fuori terra
- Modello FONDAZIONI – modello globale delle strutture di fondazione



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

La presente relazione studia il fabbricato D

2.2-ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE (ai sensi del D:G:R: n°1373 del 26/09/2011)

2.2.a- Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche , morfologiche e idrogeologiche del sito

Si riporta di seguito l'individuazione mediante mappa del sito oggetto d'intervento:



L'area destinata all'insediamento della nuova Scuola dell'infanzia, si sviluppa a sud ovest del centro di Castello di Serravalle, tra il centro abitato e il Torrente Ghiaia. Si tratta di un'area pianeggiante e ben esposta, situata ad una quota più bassa di circa 8 metri rispetto alla viabilità esistente (viale Verdi).

L'area, in proprietà dell'Amministrazione Comunale, è attualmente coltivata con colture foraggere. Il progetto prevede quindi di approfondire gli scavi di sbancamento per eliminare lo strato di coltivo per una profondità di 65 cm dalla quota attuale.

In ambito catastale trattasi del foglio 22, mappali 101, 102, 110, 110, 824.

L'indagine geologica svolta dal dott. geol. Matteo Simoni, iscritto all'Ordine dei Geologi della regione Emilia Romagna al n°795/A, ha permesso di identificare il sito come appartenente alla categoria **C**, ovvero "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti"

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Di seguito si riportano alcuni passaggi estratti dalla relazione geologica.

“L'indagine svolta ha lo scopo di ricostruire la successione lito-stratigrafica del sottosuolo e caratterizza i terreni individuati dal punto di vista fisico-meccanico, specificando le proprietà stratigrafiche, granulometriche, tessiturali, fisiche, di resistenza al taglio e compressibilità, definendo i parametri dinamici degli stessi.

Sono state eseguite a tal fine:

- due prove penetrometriche dinamiche medie (DPM),
- due sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo (SGV) con prove in foro e prelievo di campioni
- una prova down hole

L'interpretazione dei dati acquisiti segnala la presenza di terreni superficiali, a prevalente composizione limosa-argillosa, caratterizzati da una velocità media delle onde di taglio di 112 m/s (Vp 350 m/sec), fino a 1,5m di profondità, supportati da uno strato metrico di ghiaie con poche sabbie con Vs di 420 m/s (Vp 1200 m/sec). Fino alla profondità di 15 m sono presenti argille limoso-ghiaiose da molto compatte a dure, parzialmente alterate, con un valore medio di Vs pari a 353m/s.

*Sviluppando la formula della velocità equivalente delle onde di taglio per la prospezione di sismica passiva realizzata, i terreni indagati appartengono alla categoria **C**, ricadendo nell'intervallo 180-360, con un valore di Vs30 pari a 355m/s, calcolato dalla superficie topografica.*

In base alle verifiche svolte, lo strato a composizione prevalentemente sabbiosa, posto tra -2m e -3m di profondità, non è liquefacibile.

Nel'area di intervento non si evidenziano processi evolutivi che possono far dubitare su fenomeni di instabilità. Dall'indagine geologico-tecnica eseguita si ritengono compatibili gli interventi di progetto in relazione alle condizioni evidenziate nel presente documento e alle prescrizioni di legge illustrate. Il giudizio di fattibilità dell'intervento in relazione al contesto geologico e geomorfologico dell'area è dunque positivo.”

Si riportano di seguito i principali parametri fisici, di resistenza a taglio e di compressibilità attribuiti alle unità di terreno individuate.

Profondità (m)	Comportamento	γ	ϕ_u	C_u	ϕ'	c'
		(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(°)	(kPa)
1,5	Coesivo	19,4	--	45	26	14
3,0	Incoerente	17,7	42	--	34	20
15,0	Coesivo	20,6	--	95	28	40
35,0		19,5	--	120		60

2.2.b- Descrizione generale della struttura

La presente relazione di calcolo si riferisce alla progettazione della nuova scuola d'infanzia da realizzare in località Castello di Serravalle, viale G. Verdi, Comune di Valsamoggia (BO). La nuova struttura avrà dimensioni complessive 73x41 m ed altezza massima di 6 m circa.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

La struttura sarà realizzata ad un piano fuori terra totalmente ad uso scolastico ad esclusione di una piccola porzione su due livelli (dove il secondo livello sarà adibito a locale tecnico), ed è stata suddivisa in cinque unità strutturali di forma regolare e indipendenti tra loro, in quanto separate da efficace giunto strutturale.

La struttura sarà realizzata con:

- pilastri in c.a., con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C,
- copertura con travi in legno lamellare GL 24H,
- solaio intermedio in legno con cappa di 5 cm in c.a.
- trave in c.a dim. 30x34cm
- trave parete in materiale x-lam
- fondazioni di tipo diretto con travi rovesce e travi di collegamento in c.a., poste a quota -1,02mt rispetto al piano finito interno, con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C,
- balcone di accesso al secondo livello adibito a locale tecnico con balcone metallico realizzato con quattro profili metallici a sbalzo e orizzontamento in grigliato metallico antitacco. Per l'accesso al balcone è prevista una scala metallica alla marinara.

Opere di Fondazione

Hanno la funzione di basamentare il fabbricato e quindi di trasferire al terreno sottostante i carichi e le sollecitazioni che gli derivano dalla struttura in elevazione.

Le fondazioni sono costituite da travi rovesce di fondazione, in calcestruzzo armato, con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C e di sezione:

- sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=70cm
- sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=45cm
- trave di collegamento a sezione rettangolare con B=50cm e H.=30cm
- trave di collegamento a sezione rettangolare con B=80cm e H.=30cm

Strutture in elevazione

Hanno la funzione di trasferimento dei carichi dai diversi livelli alle fondazioni e di contrastare le azioni orizzontali provocate da eventuale sisma.

-I pilastri sono realizzati in cemento armato, con sezione 30x30cm , 40x30cm , 50x30cm, 65x30cm con calcestruzzo di classe C25/30 e acciaio B450C.

-La copertura sarà realizzata con travi in legno lamellare tipo GL 24H di sezione 20x44 cm, in appoggio sui pilastri e travetti di dimensione 18x36cm e 16x28cm.

- E' presente una trave in materiale x-lam su due appoggi in corrispondenza del filo 6. Le caratteristiche meccaniche e le relative certificazioni sono allegate alla relazione.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

Le sollecitazioni relative alla trave x-lam sono state fornite dalla scheda excel con dimensionamento della trave e riportate come carichi caratteristici ai pilastri sui quali la trave si appoggia.

-Il primo solaio in corrispondenza del locale tecnico sarà realizzato con travi principali in legno lamellare tipo GL 24H di dimensione 24x44cm, 16x68cm, 24x56cm e travetti di dimensione 16x32 passo 70cm.

-E' presente una sola trave in c.a. in corrispondenza del filo 5 per il sostegno del balcone metallico. Su questa trave si incastrano le travi a mensola del balcone attraverso una piastra rettangolare e sei innesti chimici tipo HILTI o simili.

Strutture di piano

Hanno la funzione di ricevere direttamente le diverse condizioni di carico e di trasferirle alle strutture verticali;

-Il primo solaio sarà realizzato con travetti in legno e cappa soprastante in c.a di spessore 5cm adeguatamente collegata alla struttura sottostante (vedi "cap.2.5.4.4-Verifica collegamenti delle travi in legno"), per permettere un'adeguata distribuzione dei carichi gravanti sul solaio stesso. Il primo solaio ospiterà i locali tecnici.

-La copertura sarà realizzata con travetti in legno lamellare e tavolato in OSB di spessore 22mm,

Nel modello sono presenti unicamente le travi principali lignee, mentre gli arcarecci a passo 70cm sono stati inseriti come carico permanente G1 distribuito.

La cappa in c.a. è stata modellata con elementi tipo shell in calcestruzzo di spessore 5 cm e di rigidità analoga a quella della soletta.

Tutte le travi lignee sono state studiate con appositi fogli excell e le verifiche sono state riportate al **"cap.2.5.4.3-verifica travi in legno"**

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO**RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.c- Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati**Strutture**

- Legge 05.11.1971 , n° 1086 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.

Sismica

- Legge 64/1974 del 02/02/1974 “Provvedimenti per le costruzioni in particolare per le zone sismiche”;

DPR n°380 del 2001

- Allegato 2 dell'OPCM 20/03/2003 n.3274: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” come modificato dall'OPCM 3431 del 03/05/2005;

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e trasporti 14/01/2008 “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni”;

- Legge Regione emilia Romagna n°19 del 30/10/2008;

- Circolare n°617/CSLLPP del 02-02-2009;

- GPG/2010/195 del 01/02/2010 (Regione Emilia Romagna);

- PG/2010/114855 del 27/04/2010 (Regione Emilia Romagna);

- GPG/2010/1218 del 26/07/2010 (Regione Emilia Romagna);

- PG/2010/0194001 del 26/07/2010 (Regione Emilia Romagna);

Materiali

- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale : Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.d- Definizione dei parametri di progetto

SITO DI RIFERIMENTO:

Provincia: Bologna, Comune di Valsamoggia, località Castelletto

Indirizzo: viale G. Verdi

Longitudine: 11.064019°

Latitudine: 44.442423°

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

PARAMETRI DELL'OPERA:

Vita Nominale: $V_N = 50$ anni

Classe d'uso: III

Coefficiente $C_u = 1.5$

Periodo di riferimento: $V_R = 75$ anni

Fattore di struttura massimo q per sisma orizzontale 1,50

Le azioni agenti sulla struttura e considerate nel calcolo sono il peso proprio delle strutture, i carichi permanenti, il sovraccarico accidentale, l'azione della neve per il sito di riferimento e l'azione sismica; tali azioni sono riportate al capitolo **“2.2.f.2 Carichi agenti sulla struttura”**

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.e- Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale

ELENCO DEI MATERIALI AD USO STRUTTURALE UTILIZZATI

-Calcestruzzo (fondazioni e pilastri) $f_{ck}/R_{ck} = 25/30$

Classe di resistenza : C30

Classe di esposizione : XC2

Classe di consistenza : S3/S4

dim. max inerti : 32 mm

Con:

- $f_{ck} = 0,83 R_{ck} = 24,9 \text{ N/mm}^2$

- $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

- $E_{cm} = 22'000[f_{cm}/10]^{0,3} = 22'000[(f_{ck}+8)/10]^{0,3} = 31'447,16 \text{ N/mm}^2$

- Coefficiente di Poisson 0,10

- $G = E_{cm}/2(1+0,1) = 14'294'163 \text{ KN/m}^2$

- $\gamma_c = 1,5$

Acciaio in barre per getti C.A.: tipo B 450 C controllato in stabilimento , saldabile

Proprietà reologiche:	$E = 20000 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $\nu = 0.300$ $G = 7692.3 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$
Tipologia del Materiale: Acciaio per Armature	$f_{yk} = 45 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $\gamma_{M,c} = 1.15$ $\gamma_{M,t} = 1.15$ $\gamma_{M,ecc} = 1$ $f_u = 54 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $\epsilon_{ud} = 0.0675$ Aderenza Migliorata = Si
Valori di progetto	$f_{cd} = 39.13 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $f_{ctd} = 39.13 \text{ (kN/cm}^2\text{)}$ $P_s = 7.85e-005 \text{ (kN/cm}^3\text{)}$ $\alpha = 1.2e-005 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Legno lamellare GL 24H

Classe di resistenza del legno lamellare incollato		GL 24h	GL 28h	GL 32h	GL 36h
Resistenza a flessione	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
Resistenza a trazione	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Resistenza a compressione	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Resistenza a taglio	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	11 600	12 600	13 700	14 700
	$E_{0,g,05}$	9 400	10 200	11 100	11 900
	$E_{90,g,mean}$	390	420	460	490
Modulo di taglio	$G_{g,mean}$	720	780	850	910
Massa volumica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450

Profilati in acciaio S235

Acciai laminati				
Norma e tipo di acciaio	Spessore nominale della membratura			
	$t \leq 40 \text{ mm}$		$40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$	
EN 10025-2	$f_y [\text{N/mm}^2]$	$f_u [\text{N/mm}^2]$	$f_y [\text{N/mm}^2]$	$f_u [\text{N/mm}^2]$
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Legno XLAM sp240mm materiale C24

Resistenza a flessione	$f_{m,k}$	24 MPa
Resistenza a trazione parallela	$f_{t,0,k}$	14 MPa
Resistenza a trazione perpendicolare	$f_{t,90,k}$	0.4 MPa
Resistenza a compressione parallela	$f_{c,0,k}$	21 MPa
Resistenza a compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	2.5 MPa
Resistenza a taglio	f_v,k	2.5 MPa
Massa volumica caratteristica	ρ_k	350 daN/m ³
Modulo elastico medio parallelo	$E_{0,men}$	11000 MPa
Modulo elastico parallelo	E_k	7400 MPa
Modulo elastico medio perpendicolare	$E_{90,mean}$	370 MPa
Modulo di taglio medio	G_{mean}	690 MPa
Modulo di taglio medio parallelo	$G_{R,mean}$	50 MPa

(v. scheda tecnica allegata)

**Approval body for construction products
and types of construction**

Bautechnisches Prüfamt

An institution established by the Federal and
Laender Governments



European Technical Assessment

**ETA-06/0009
of 7 April 2016**

English translation prepared by DIBt - Original version in German language

General Part

Technical Assessment Body issuing the
European Technical Assessment:

Deutsches Institut für Bautechnik

Trade name of the construction product

Binderholz Brettsper Holz BBS

Product family
to which the construction product belongs

Binderholz Brettsper Holz BBS
Multilayered timber elements for walls, ceilings, roofs and
special construction components

Manufacturer

Binderholz Bausysteme GmbH
Zillertalstraße 39
6263 FÜGEN
ÖSTERREICH

Manufacturing plant

W01, W02, W03, W04

This European Technical Assessment
contains

19 pages including 5 annexes which form an integral part
of this assessment

This European Technical Assessment is
issued in accordance with Regulation (EU)
No 305/2011, on the basis of

European Assessment Document (EAD)
130005-00-0304

This version replaces

ETA-06/0009 issued on 19 June 2013

European Technical Assessment

ETA-06/0009

English translation prepared by DIBt

Page 2 of 19 | 7 April 2016

The European Technical Assessment is issued by the Technical Assessment Body in its official language. Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and shall be identified as such.

Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full. However, partial reproduction may only be made with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction shall be identified as such.

This European Technical Assessment may be withdrawn by the issuing Technical Assessment Body, in particular pursuant to information by the Commission in accordance with Article 25(3) of Regulation (EU) No 305/2011.

Specific part

1 Technical description of the product

"*Binderholz Brettsperrholz BBS*" are plane timber building components which are made of at least three layers of softwood boards. Adjacent layers are glued together with an angle of 90°. The cross section of the elements is symmetric. The term symmetry only refers to the properties of the product which are relevant for the load-bearing capacity: geometry (grain direction of the longitudinal and cross layers) and strength of the applied timber (grading and classification).

The components and the system setup of the elements are given in Annex 1.

Two adjacent layers may be oriented with parallel grain direction if a symmetric and crosswise blocked structure is guaranteed.

Not load-bearing outer layers are permissible.

Building elements are plane.

The elements can be produced with a width up to 3.5 m and a length up to 22 m as *Großformat* and with a width up to 1.25 m and a length up to 5 m as *Systemformat*.

By cutting after the production more narrow elements can be fabricated.

The building components in *Systemformat* with a width up to 1.25 m may be connected in the plant in longitudinal direction by large finger jointing in accordance with EN 14080¹ to a length of up to 24 m.

The application of chemical substances (wood preservatives and flame-protective agents) is not subject of this European technical assessment.

Manufacturing

The cross laminated timber elements are manufactured in accordance with the provisions of this European technical assessment using the automated manufacturing process in accordance with the technical documentation.

The layers shall be bonded together to the required thickness of the cross laminated timber.

Specifications of the used boards are given in Annex 2. Boards are visually or machine strength graded. Only technically dried wood shall be used.

Only boards which are planed on both sides of the outer layer shall be used. The boards may be connected by finger joints in longitudinal direction according to EN 14080. There shall be no butt joints.

The boards of the longitudinal layers of the *Großformat* have grooves with a width of 4 mm in grain direction. The distances of the grooves from the edge and among each other must be in a range of 40 mm to 80 mm. The remaining thickness of the board under the groove must be 50 % of the thickness of the board at least.

The single boards of the layers in longitudinal direction may be glued at narrow side. The permissible width of the gap is given in Annex 2.

The solid wood slab elements correspond to the specifications given in Annexes 1 to 3 of this European technical assessment. The material characteristics, dimensions and tolerances of the solid wood slab elements not indicated in these Annexes are given in the technical documentation of the European technical assessment.

¹ EN 14080:2013

Timber structures - Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements

Design

The European Technical Assessment only applies to the manufacture and use of solid wood slab elements. Verification of stability of the building while using the solid wood slab elements is not subject of the European Technical Assessment.

The following conditions shall be observed:

- Design of the solid wood slab elements is carried out under the responsibility of an engineer experienced in such products.
- Design of the works shall account for the protection of the solid wood slab elements.
- The solid wood slab elements are installed correctly.

The design of the solid wood slab element can be performed according to EN 1995-1-1², taking into account Annexes 2 to 5 of the European Technical Assessment. Standards and regulations valid in the place of use shall be considered.

Packaging, transport, storage, maintenance and repair

The solid wood slab elements shall be protected during transport and storage against any damage and detrimental moisture effects. The manufacturer's instructions for packaging, transport and storage shall be observed.

The assessment of the fitness for use is based on the assumption that maintenance is not required during the assumed intended working life. In case of a severe damage of a solid wood slab element immediate actions regarding the mechanical resistance and stability of the works shall be initiated. Should this situation arise replacement of the elements can be necessary.

Installation

The manufacturer shall prepare assembling instructions in which the product-specific characteristics and important measures to be taken into consideration for assembling are described. The assembling instructions shall be available at every construction site.

The assembling of the solid wood slab elements according to this European technical assessment shall be carried out by appropriately qualified personnel.

Elements which are directly exposed to the weather shall be provided with an effective protection for the cross laminated timber element during assembling and service.

The safety-at-work and health protection regulations have to be observed.

2 Specification of the intended use in accordance with the applicable European Assessment Document

The elements are intended to be used as load-bearing and/or stiffening or not load-bearing wall, ceiling/floor, roof and special construction components for timber structures. For the taking up and transmitting of loads they may be stressed both perpendicular to the element plane and in the element plane.

The solid wood slab element shall be subjected to static and quasi-static actions only.

The solid wood slab element is intended to be used in service classes 1 and 2 according to EN 1995-1-1.

Members which are directly exposed to the weather shall be provided with an effective protection for the solid wood slab element in service.

The performances given in Section 3 are only valid if the solid wood slab elements are used in compliance with the specifications and conditions given in Annex 1 to 5.

² EN 1995-1-1:2004+A1:2008+A2:2014 Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings

The verifications and assessment methods on which this European Technical Assessment is based lead to the assumption of a working life of the solid wood slab element of at least 50 years. The indications given on the working life cannot be interpreted as a guarantee given by the producer, but are to be regarded only as a means for choosing the right products in relation to the expected economically reasonable working life of the works.

3 Performance of the product and references to the methods used for its assessment

3.1 Mechanical resistance and stability ¹⁾ (BWR 1)

Essential characteristic	Performance
Bending ²⁾	Annex 3
Tension and compression ²⁾	Annex 3
Shear ²⁾	Annex 3
Embedment strength	Annex 3
Creep and duration of the load	Annex 3
Dimensional stability	Annex 3
In-service environment	Annex 3
Bond integrity	Annex 3
¹⁾ This characteristic also relates to BWR 4. ²⁾ Load bearing capacity and stiffness regarding mechanical actions perpendicular to and in plane of the solid wood slab element.	

For gluing the board layers, for the finger joint connection of the individual boards and for the large finger joint connection an adhesive which meet the requirements of EN 301³ shall be used. Alternatively a one component polyurethane adhesive which meets the requirements of EN 15425⁴ and EN 14080⁵, annex B.2 considering annex B.1, may be used.

Regarding the applicable type of adhesive national regulations apply.⁶

Details on the adhesives and the bonding process are deposited with Deutsches Institut für Bautechnik.

3.2 Safety in case of fire (BWR 2)

Essential characteristic	Performance
Reaction to fire	Annex 3
Resistance to fire	Annex 3

³ EN 301:2013 Adhesives, phenolic and aminoplastic, for load-bearing timber structures

⁴ EN 15425:2008 Adhesives – One component polyurethane for load bearing timber structures – Classification and performance requirements

⁵ EN 14080:2013 Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber - Requirements

⁶ In Germany adhesives of the type I are to be used.

3.3 Hygiene, health and the environment (BWR 3)

Essential characteristic	Performance
Content of dangerous substances	The manufacturer has submitted a written declaration to the Technical Assessment Body (DIBt) that no dangerous substances > 0.1 wt. % are used in the product assessed by the present ETA. Only wood based panels which can be assigned to formaldehyde class E1 according to EN 13986 shall be used. The use of wood preservatives and flame retardants is excluded. The chemical composition of the adhesives for gluing the board layers, the finger joint connection of the individual boards and the universal finger joint connection has to be in compliance with the chemical composition deposited at the Technical Assessment Body (DIBt).
Release scenarios regarding BWR 3	IA 1, IA 2
Water vapour permeability – Water vapour transmission	Annex 3

3.4 Safety and accessibility in use (BWR 4)

Essential characteristic	Performance
Impact resistance	Annex 3

3.5 Protection against noise (BWR 5)

Essential characteristic	Performance
Airborne sound insulation	Annex 3
Impact sound insulation	Annex 3
Sound absorption	Annex 3

3.6 Energy economy and heat retention (BWR 6)

Essential characteristic	Performance
Thermal conductivity	Annex 3
Air permeability	Annex 3
Thermal inertia	Annex 3

3.7 Sustainable use of natural resources (BWR 7)

The performance of this product in terms of sustainable use of natural resources has not been investigated.

4 Assessment and verification of constancy of performance (AVCP) system applied, with reference to its legal base

In accordance with EAD No. 130005-00-0304 the applicable European legal act is:
1997/176/EC amended by 2001/596/EC

The system to be applied is: 1

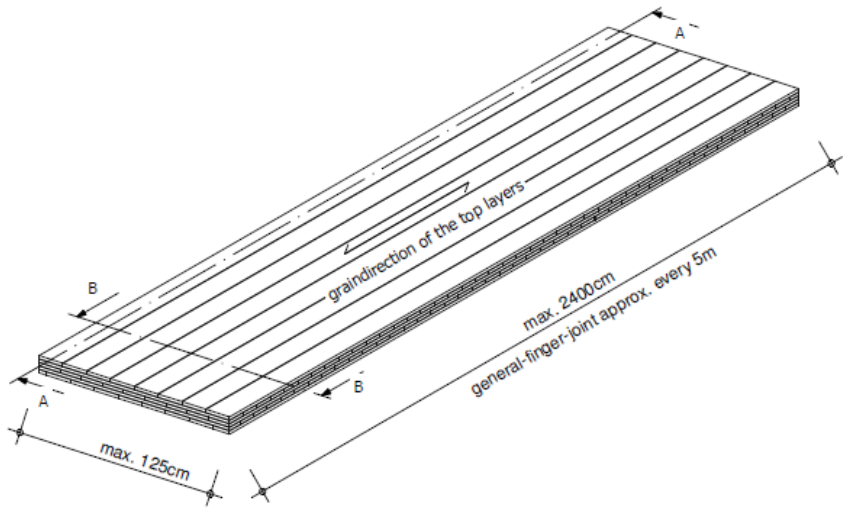
5 Technical details necessary for the implementation of the AVCP system, as provided for in the applicable EAD

Technical details necessary for the implementation of the AVCP system are laid down in the control plan deposited with Deutsches Institut für Bautechnik.

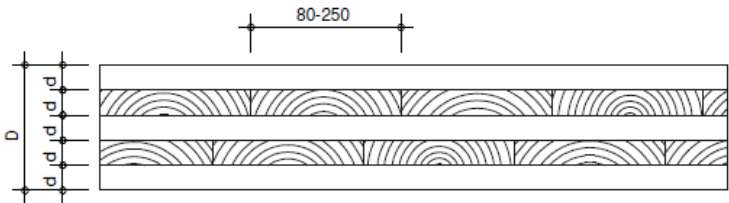
Issued in Berlin on 7 April 2016 by Deutsches Institut für Bautechnik

Andreas Kummerow
p.p. Head of Department

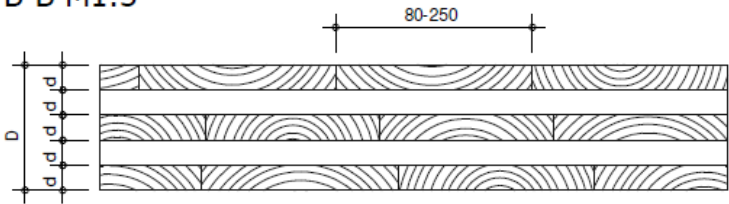
beglaubigt:
Deniz



section A-A M1:5

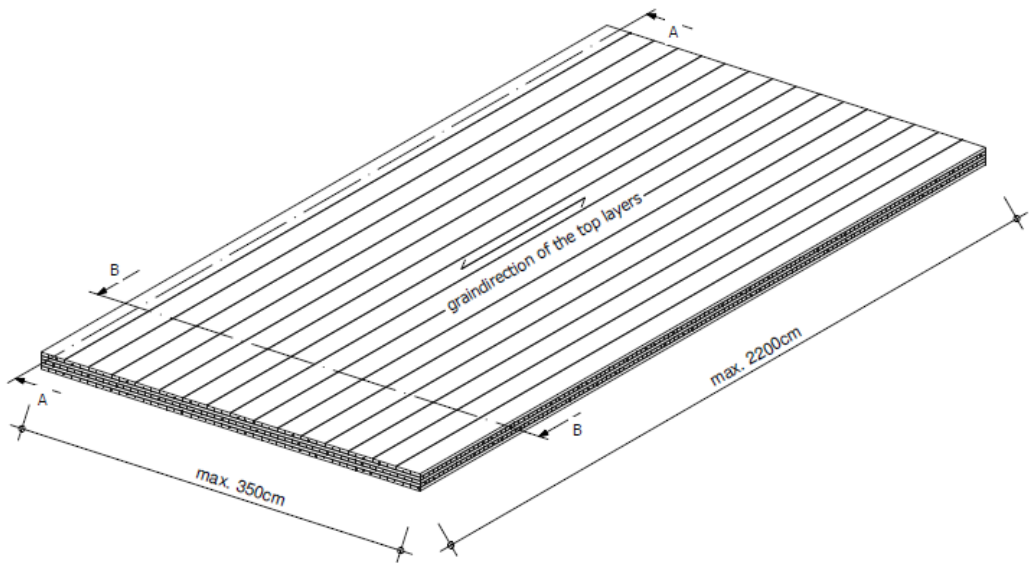


section B-B M1:5

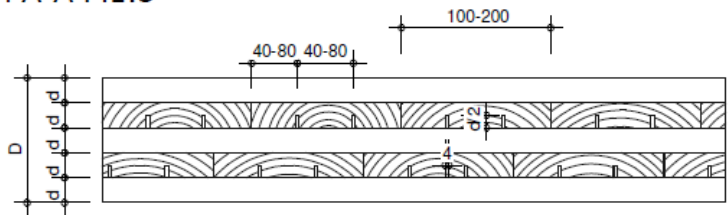


d= board thickness (18mm - 45mm)
D= element thickness (54mm - 350mm)

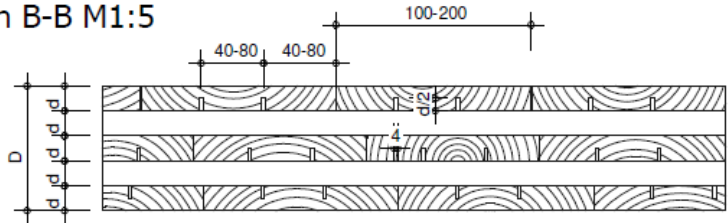
Binderholz Brettsper Holz BBS	Annex 1
Construction of a multilayered timber element of Systemformat	



section A-A M1:5

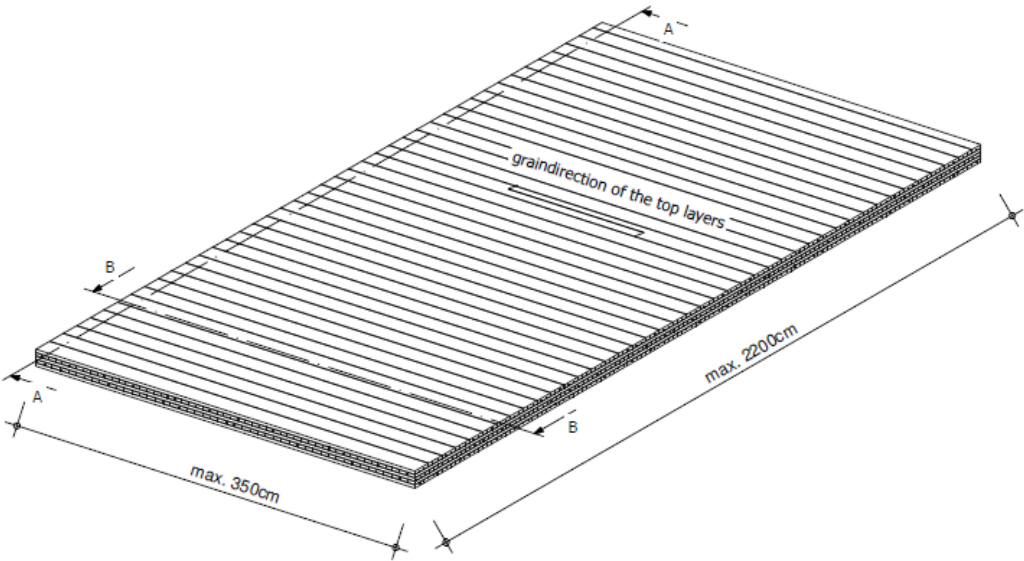


section B-B M1:5

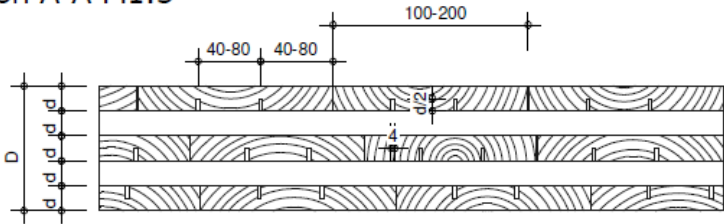


d= board thickness (17mm - 43mm)
D= element thickness (51mm - 215mm)

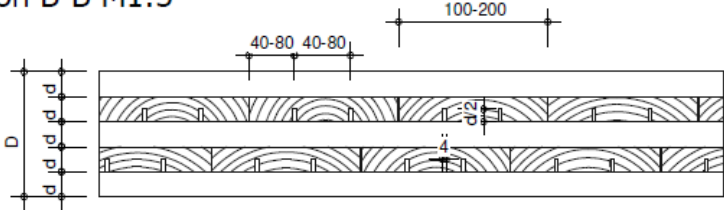
Binderholz Brettsper Holz BBS	Annex 1
Construction of a multilayered timber element of Großformat	



section A-A M1:5



section B-B M1:5



d= board thickness (17mm - 43mm)
D= element thickness (51mm - 215mm)

Binderholz Brettsper Holz BBS	Annex 1
Construction of a multilayered timber element of Großformat DQ	

Table 1: Dimensions and specifications of the multilayered timber elements

Binderholz Brettsper Holz BBS "Systemformat"	
Characteristic	Specification
Thickness	54 to 350 mm
Tolerance in thickness	± 1 mm
Width	≤ 1.25 m
Tolerance in width	± 2 mm
Length	≤ 5 m
Tolerance in length (relating to a max. length up to 5 m)	± 2 mm
Length of the element with large finger joint	≤ 24 m
Number of layers	3 ≤ n ≤ 9
maximum number of consecutive layers having the same grain direction	≤ 2
maximum width of gap between the boards of a layer	4 mm
Large finger joints	according to EN 14080
Boards	
Material	softwood
Strength class according to EN 338 ¹	
Cover layers / longitudinal layers (having the same grain direction as cover layers)	≥ 90 % C24; < 10 % C16*
Cross layer (having the a grain direction perpendicular to the cover layer)	≥ 30 % C24; < 70 % C16**
Thickness	18 to 45 mm
Width	80 to 250 mm
Ratio width to thickness of the cross-layers	≥ 4:1
Moisture of wood according to EN 13183-2 ²	12 ± 2 %
Finger joints	according to EN 14080
* The proportion of wood of grade C16 may be disregarded by way of calculation.	
** The proportion of wood of grade C24 shall be disregarded by way of calculation.	

¹ EN 338:2009

Structural timber - Strength classes

² EN 13183-2:2002

Moisture content of a piece of sawn timber – Part 2: Estimation by electrical resistance method

Binderholz Brettsper Holz BBS

Dimensions and specifications of the multilayered timber elements

Annex 2

Table 1 (continued)

Binderholz Brettsperrholz BBS "Großformat" and "Großformat DQ"	
Characteristic	Specification
Thickness	51 to 215 mm
Tolerance in thickness	± 1 mm
Width	≤ 3.5 m
Tolerance in width	± 2 mm
Length	≤ 22 m
Tolerance in length (relating to a max. length up to 22 m)	± 2 mm
Number of layers	3 ≤ n ≤ 5
maximum number of consecutive layers having the same grain direction	≤ 2
maximum width of gaps between the boards of a layer	4 mm
Boards	
Material	softwood
Strength class according to EN 338	≥ 90 % C24; < 10 % C16*
Cover layers / longitudinal layers (having the same grain direction as cover layers)	
Cross layers (having the grain direction perpendicular to the cover layers)	
Thickness	17 to 43 mm
Width	100 to 200 mm
Ratio width to thickness of the cross-layers	≥ 4:1
Moisture of wood according to EN 13183-2	12 ± 2 %
Finger joints	according EN 14080 mechanical resistance
* The proportion of wood of grade C16 may be disregarded by way of calculation.	

Binderholz Brettsperrholz BBS

Dimensions and specifications of the multilayered timber elements

Annex 2

**Table 2: Characteristic strength values and values of stiffness for
"Binderholz Brettsperrholz BBS" in MN/m²**

Kind of stress		Strength class of boards	
		C16	C24
Characteristic strength values			
Bending	$f_{m,k}$	16	24
Tension	$f_{t,0,k}$	10	14
	$f_{t,90,k}$	0.4	0.4
Compression	$f_{c,0,k}$	17	21
	$f_{c,90,k}$	2.2	2.5
Shearing	$f_{v,k}$	1.8	2.5
Rolling shear "Systemformat"	$f_{R,k}$	1.0	
Rolling shear "Großformat" and "Großformat DQ"	$f_{R,k}$	0.7	
Values of stiffness			
Elasticity modulus of bending	$E_{0,mean}$	8000	11000
	$E_{90,mean}$	270	370
Shear modulus	G_{mean}	500	690
Rolling shear modulus	$G_{R,mean}$	50	

Binderholz Brettsperrholz BBS

Strength and stiffness values

Annex 2

Table 3: Essential requirements of the multilayered timber elements

BWR	Requirement	Verification method	Class / Use category / Value	
1	Mechanical resistance and stability			
	Panel shear strength	For the calculation of the single layers the characteristic strength and stiffness values of softwood of the corresponding strength classes according to EN 338 shall be used taking into consideration the definitions in Annex 2. In addition the following values apply:		
		Rolling shear strength "Systemformat" (5%-fractile)	f _{R,k}	1.0 N/mm²
		Rolling shear strength "Großformat" and "Großformat DQ" (5%-fractile)	f _{R,k}	0.70 N/mm²
	Bending strength	Rolling shear modulus (mean value)	G _{R,mean}	50 N/mm²
	In case of connecting the elements by large finger joints the characteristic bending strength is to reduce by 25 %. In case of tensile stresses in the panel plane the characteristic tensile strength is to reduce by 30 %.			
	For references regarding the calculation see annexes 4 to 5. National regulations might have to be followed.			
	Use of fasteners	according to EN 1995-1-1, for further details see Annex 4		
	Creep and duration of load	according to EN 1995-1-1		
	Dimensional stability	Moisture content during use shall not change to such extent that adverse deformations can occur.		
In-service environment	EN 1995-1-1	1 and 2		
Bond integrity	EAD 130005-00-0304	Passed		
2	Safety in case of fire			
	Reaction to fire			
	Timber elements except for floorings	Commission Decision 2005/610/EC	Euroclass D-s2, d0	
	Floorings		Euroclass D _{fl} -s1	
	Resistance to fire			
	Charring rate	EN 1995-1-2 ³	0.7 mm/min	
3	Hygiene, health and the environment			
	Water vapour permeability μ	EN ISO 10456 ⁴	20 to 50	
	Content of dangerous substances	EAD 130005-00-0304	See clause 3	

³ EN 1995-1-2:2004 + AC:2009 Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: General – Structural fire design
⁴ EN ISO 10456:2007 * AC:2009 Building materials and products – Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values

Binderholz Brettsperholz BBS

Essential requirements of the multilayered timber elements

Annex 3

Table 3 (continued)

4	Safety in use	
	Impact resistance	Soft body resistance is assumed to be fulfilled for walls with a minimum of 3 layers and minimum thickness of 60 mm.
5	Protection against noise	
	Airbourne sound insulation	No performance assessed
	Impact sound insulation	No performance assessed
	Sound absorption	No performance assessed
6	Energy economy and heat retention	
	Thermal conductivity λ	EN ISO 10456 0,13 W/(m ² · K)
	Air tightness	No performance assessed
	Thermal inertia c_p	EN ISO 10456 1.600 J/(kg · K)

Binderholz Brettsper Holz BBS

Essential requirements of the multilayered timber elements

Annex 3

1 Recommendations for the design of the elements

1.1 General

Design, calculation and realization can be done according to EN 1995-1-1 taking into account the following provisions. For the calculation according to EN 1995-1-1 national regulations may have to be followed.

The determination of the distribution of stresses and internal forces must consider the influence of shear deformations of the cross layers. In Annex 5 advice is given on how to perform the calculation of the elements.

If using panels as cover, the deformation of the covers might have to be taken into account. These cover layers may not be used for calculation of the bearing capacity of the cross laminated timber elements.

1.2 Characteristic values

The characteristic strength and stiffness values can be taken from Annex 2 and 3. In addition the following applies:

While calculating the part of the deformation due to shear forces, the elements thickness D regardless of the configuration and a shear modulus of $G = 60 \text{ N/mm}^2$ may be used.

1.3 Mechanical actions perpendicular to the element's plane

1.3.1 Bending and shear

For the calculation of the characteristic values of the element according to Annex 5, only the boards, which are oriented parallel to the span direction, may be considered.

For the verification of the bending strength of a layer the design value of the bending strength may be multiplied with a system factor k_ℓ :

$$k_\ell = \min \begin{cases} 1 + 0,025 \cdot n \\ 1,1 \end{cases}$$

with n = number of boards lying side by side.

1.3.2 Tension and compression

The behaviour in bearing and deformation against compression perpendicular to the element's plane can be calculated according to EN 1995-1-1 using the strength and stiffness values given in chapter 1.2. Tension loads perpendicular to plane of the element should be avoided.

1.4 Mechanical actions in plane of the element

For loads in plane of the element only layers can be taken into account, where the direction of the grain is parallel to the stresses occurring from external loads.

1.4.1 Shear

If forces between adjacent boards of a layer are transmitted only by means of using the next layer glued crosswise, the shear stresses in the crossing surfaces have to be calculated as follows:

$$\tau_{T,d} = \frac{F_d \cdot h}{\sum I_p} \cdot \frac{a}{2} \leq f_{v,d}$$

with F_d = external load on a wall element (N)
 h = height of the wall (mm)
 a = largest side length of the crossing area (mm)

Binderholz Brettsper Holz BBS

Recommendations for the design of the elements and the fasteners

Annex 4

- I_p = polar moment of inertia of a certain crossing area i (mm^4)
 $\sum I_p$ = sum of all polar moments of inertia of the crossing areas in the element
 $f_{v,d}$ = design value of the torsional shear strength; the characteristic value shall be set to $f_{v,k} = 2.5 \text{ N/mm}^2$ for this calculation
 $\tau_{T,d}$ = design value of the torsional stresses occurring if boards of one layer are not glued on their narrow sides

In addition it has to be verified that the layers can bear the stresses falling upon them.

1.4.2 Tension and compression

The behaviour in bearing and deformation in the elements plane can be calculated according to EN 1995-1-1 using the strength and stiffness values given in chapter 1.2.

2 Recommendations for the design of the fasteners

2.1 General

The determination of characteristic values of the load-bearing capacity of fasteners in the element shall be carried out according to EN 1995-1-1 or a European technical assessment which has been granted for the relevant fastener as for softwood or for glued laminated timber. For the calculation according to European regulations national provisions may apply.

Side surfaces are the surfaces of the element parallel to the plane of the element consisting of the surface of the outer layers.

Narrow surfaces are the surfaces perpendicular to the plane of the element, consisting of the lateral surfaces and the cross grain of the boards.

As fasteners nails, wood screws, bolts, dowels and dowels type fasteners according to EN 1995-1-1 or a European technical assessment may be used.

Fasteners in narrow sides may not take into account as load-bearing. Decisive for the minimum spacings of the fasteners and the embedding strength is the grain direction of the cover layers.

Other fasteners resp. their dimensions and application stated in this assessment may be used and calculated with special and with *Deutsches Institut für Bautechnik* coordinated verifications.

2.2 Connections with dowels and bolts

The characteristic value of connections with dowels and bolts in the side surfaces can be calculated according to EN 1995-1-1.

The minimum distance and spacing for dowels and bolts must be $5 \cdot d$ from the loaded edge and between each other and $3 \cdot d$ from the unloaded edge. This applies regardless of the angle between the direction of force and the direction of the grain.

Binderholz Brettsper Holz BBS

Recommendations for the design of the elements and the fasteners

Annex 4

2.3 Nails

The characteristic value of the load-bearing capacity of axially loaded nails in the side surfaces can be calculated according to EN 1995-1-1.

The diameter of nails must be at least 4 mm. Only grooved nails with a characteristic value of the point side withdrawal strength $f_{ax,k} \geq 50 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ and a characteristic value of the head side pull-through strength $f_{head,k} \geq 100 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ may be employed for axial loading (ρ_k = characteristic density in kg/m³; max. 500 kg/m³).

2.4 Screws

The characteristic value of the load-bearing capacity of screws in the side surfaces of the board can be calculated according to EN 1995-1-1.

Screws must have a diameter of at least 4 mm.

2.5 Split ring connectors and toothed-plate connectors

The characteristic value of the load-bearing capacity of split ring connectors and toothed-plate connectors in the side surfaces of the board can be calculated according to EN 1995-1-1.

Toothed-plate connectors in the narrow surfaces may not be taken into consideration as load-bearing.

Binderholz Brettsperrholz BBS

Recommendations for the design of the elements and the fasteners

Annex 4

Design according to the theory of flexible bonded beams

The calculation of elements with up to five layers can be performed using the theory of flexible bonded beams as described in EN 1995-1-1.

To consider deformations due to shear the factor s_i/K_i according to the standard is substituted by the factor $\bar{h}_i/(G_R \cdot b)$.

The effective moment of inertia is calculated by:

$$I_{ef} = \sum_{i=1}^3 (I_i + \gamma_i \cdot A_i \cdot a_i^2) \quad \text{with} \quad A_i = b_i \cdot h_i; \quad I_i = \frac{b_i \cdot h_i^3}{12}$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_0 \cdot A_1 \cdot \bar{h}_1}{G_R \cdot b \cdot l^2}}; \quad \gamma_2 = 1; \quad \gamma_3 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_0 \cdot A_3 \cdot \bar{h}_2}{G_R \cdot b \cdot l^2}}$$

$$a_1 = \left(\frac{h_1}{2} + \bar{h}_1 + \frac{h_2}{2} \right) - a_2; \quad a_3 = \left(\frac{h_2}{2} + \bar{h}_2 + \frac{h_3}{2} \right) + a_2$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 \cdot A_1 \cdot \left(\frac{h_1}{2} + \bar{h}_1 + \frac{h_2}{2} \right) - \gamma_3 \cdot A_3 \cdot \left(\frac{h_2}{2} + \bar{h}_2 + \frac{h_3}{2} \right)}{\sum_{i=1}^3 (\gamma_i \cdot A_i)}$$

The verification of the bending performance is done by determination of the bending stress at the boundary of the boards. The bending stress in the middle of the boards may remain unconsidered.

$$\sigma_{m,r,i,d} = \pm \frac{M_d}{I_{ef}} \cdot \left(\gamma_i \cdot a_i + \frac{h_i}{2} \right) \leq f_{m,d}$$

The verification of the shear performance is done by determination of the shear stress in the decisive plane:

$$\tau_{v,d} = \frac{V_d \cdot \gamma_i \cdot S_i}{I_{ef} \cdot b} \leq f_{R,d}$$

Legend:

- h_{tot} = thickness of the whole element [mm]
- h_i = thickness of the layer i parallel to the direction of load transfer [mm]
- \bar{h}_i = thickness of the layer i perpendicular to the direction of load transfer [mm]
- b = width of the element [mm]
- n = number of layers
- l = span width [mm]
- I_{ef} = effective moment of inertia [Nmm²]
- G_R = rolling shear modulus [N/mm²]
- E_0 = modulus of elasticity parallel to the grain of the boards [N/mm²]



Binderholz Brettsper Holz BBS

Recommendations for the design according to the theory of flexible bonded beams

Annex 5

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

2.2.f- Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione**2.2.f.1-PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.****-classe di duttilità** bassa**-tipo di fondazione-**

Sono state previste fondazioni dirette a trave rovescia in entrambe le direzioni.

-condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma

La componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola di luce superiore a 4 m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento nei casi specificati in § 7.10.5.3.2 e purché il sito nel quale la costruzione sorge non ricada in zona 3 o 4. (§7.2.1)

Tali condizioni non sussistono nel progetto oggetto di studio.

Non è quindi necessario considerare la componente verticale del sisma .

-tipo di analisi-

Analisi dinamica modale senza condensazione di piano.

Nell'analisi non è stata considerata un'eccentricità accidentale del 5% del centro di massa nelle due direzioni di azione del sisma, come previsto dal punto 7.2.6 NTC2008 perché nella struttura non sono presenti piani rigidi.

Le eccentricità accidentali (dovute alla distanza tra il centro di massa e il centro di rigidezza) producono effetti torsionali che per manifestarsi richiedono la presenza di un piano rigido o adeguati controventi di piano.

Nella struttura in esame non sono presenti piani rigidi.

-giunti di separazione tra strutture

La pianta della struttura è fortemente irregolare. Si è quindi scelto di suddividere la struttura in 5 unità strutturalmente indipendenti in quanto separate da efficace giunto sismico, che si possono così considerare regolari in pianta.

La relazione di calcolo in oggetto si occupa unicamente dell'unità strutturale D.

-vincoli esterni e interni

Le travi di copertura in legno lamellare sono state modellate con schema statico di semplice appoggio. Nel modello non sono state studiate le fondazioni a trave rovescia , i pilastri sono quindi incastrati alla base.

I carichi al piede dei pilastri sono stati riportati al capitolo " 2.2.I" ... per ogni nodo alla base dei pilastri e per ogni combinazione di carico. I carichi sono stati utilizzati per il calcolo delle strutture di fondazione.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

-criteri per la valutazione degli elementi secondari e degli impianti

Nella struttura oggetto di studio sono presenti due elementi secondari:

-il balcone metallico di accesso al locale tecnico.

Il balcone verrà realizzato con travi a mensola incastrate in corrispondenza della trave al primo solaio filo 5, tra i fili E e G., poste a passo 151cm circa. Il piano orizzontale verrà realizzato con grigliato metallico antitacco in appoggio sulle travi. La struttura metallica non è stata inserita nel modello globale della struttura ma sono state considerate le reazioni vincolari date dalla mensola agenti in corrispondenza della trave al primo solaio filo 5, tra i fili E e G.

-i tamponamenti esterni realizzati in muratura.

I tamponamenti esterni verranno realizzati con elementi Poroton di spessore 30cm, ed altezza 3,0m circa in corrispondenza dei fili I,G,E,A,L,N,P,T, ed altezza variabile in corrispondenza dei fili 1,4,17,18.

E' stata effettuata al cap. la verifica a ribaltamento degli elementi di tamponamento con esito negativo. E' quindi necessario preveder dei meccanismi per evitare l'espulsione dei pannelli nel caso sismico.

In corrispondenza dei fili 1,4,17,18. (come prescritto dalla circolare 02/02/2009 p.to C7.3.6.3) si prevede di realizzare degli elementi di armatura orizzontale nei letti di malta costituiti da due barre parallele collegate a formare un traliccio di elementi con diametro 6mm in acciaio zincato a caldo. I tralicci dovranno essere annegati nei letti di malta a distanza di 40cm e verranno collegati ai pilastri in c.a. mediante barre diametro 8mm.

In corrispondenza dei fili I,G,E,A,L,N,P,T non è possibile inserire un cordolo continuo in c.a.. si prevede quindi di inserire alla sommità del muro un elemento metallico di spessore 6mm e forma a C per realizzare un collegamento tra la struttura lignea e la muratura perimetrale.

Entrambi gli elementi possono essere considerati secondari perché sia la rigidezza che la resistenza di questi elementi possono essere ignorate nell'analisi della risposta sismica globale., come previsto dal p.to 7.2.3. NTC 2008.

-fattore di struttura

La struttura è stata considerata a pendolo inverso. Non sono infatti presenti telai spaziali in entrambe le direzioni perché sono state progettate travi in legno in appoggio sui pilastri.

La struttura in classe di duttilità bassa.

Si ha quindi, in accordo con la tab. 7.4.1 . $q_0=1,5$

E' quindi stato utilizzato il fattore di struttura per carichi orizzontali $q = 1,50$.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

-spettri elastici di progetto

TU 2008 SLV H

Probabilità di superamento (PVR) 10.0 e periodo di ritorno (TR) 712 (anni)

Ss 1.426

TB 0.16 [sec]

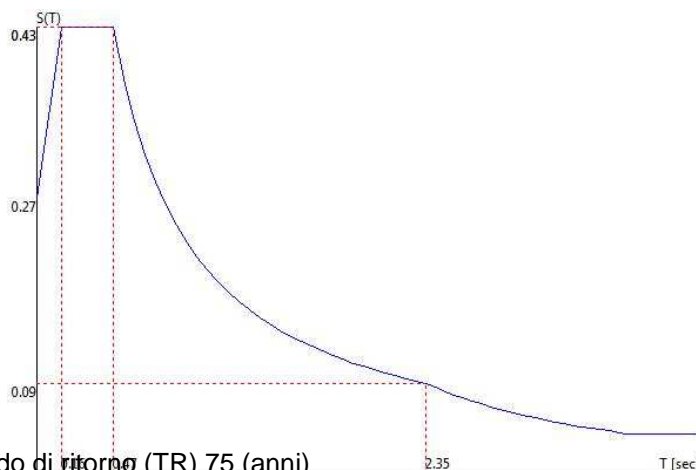
TC 0.47 [sec]

TD 2.35 [sec]

ag/g 0.1873

Fo 2.4383

TC* 0.2986



TU 2008 SLD H

Probabilità di superamento (PVR) 63.0 e periodo di ritorno (TR) 75 (anni)

Ss 1.500

TB 0.15 [sec]

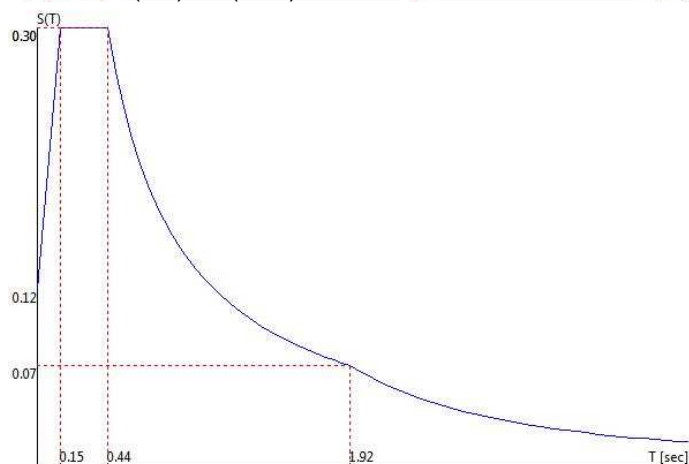
TC 0.44 [sec]

TD 1.92 [sec]

ag/g 0.0805

Fo 2.4972

TC* 0.2714



TU 2008 SLO H

Probabilità di superamento (PVR) 81.0 e periodo di ritorno (TR) 45 (anni)

Ss 1.500

TB 0.14 [sec]

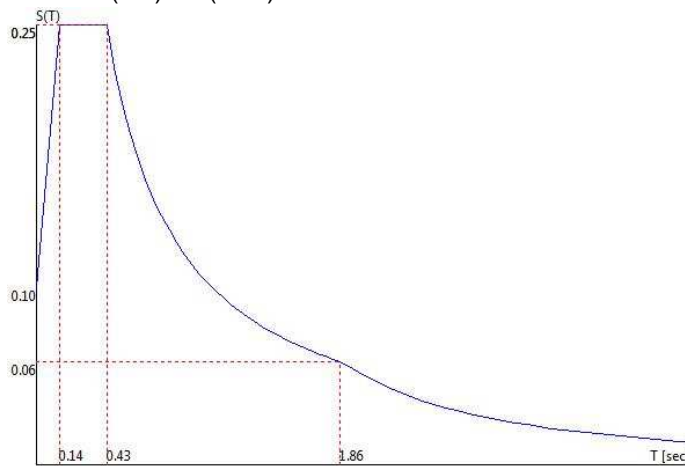
TC 0.43 [sec]

TD 1.86 [sec]

ag/g 0.0655

Fo 2.4989

TC* 0.2667



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

Direzioni d'ingresso del Sisma

SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]

SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]

SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]

SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]

SLD Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]

SLD Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]

SLD Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]

SLD Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

SLO Direzione 9 Angolo in pianta 0.00 [°]

SLO Direzione 10 Angolo in pianta 90.00 [°]

SLO Direzione 11 Angolo in pianta 180.00 [°]

SLO Direzione 12 Angolo in pianta 270.00 [°]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.f.2-ANALISI DEI CARICHI AGENTI SULLE STRUTTURE

COPERTURA

CARICHI PERMANENTI G1

-pannello OSB. (sp. 2,20cm) = $0.022 \times 650 =$	15Kg/m ²
-travetti legno lamellare GL 24H interasse 70cm, sez. 18x36cm / 20x36cm	45Kg/m ²

CARICHI PERMANENTI G2

-pannello in fibra di legno tipo celenit AB o equivalente fono assorbente (sp. 5,00cm)	8Kg/m ²
-barriera a vapore	2Kg/m ²
-lana minerale a doppie densità (sp. 20,00cm)	15Kg/m ²
-strato di ventilazione (sp. 5,00cm)	5Kg/m ²
-lastre grecate di alluminio (sp. 3,00cm)	15Kg/m ²

CARICHI ACCIDENTALI COPERTURA

Q – Carico accidentale neve:	150 Kg/m ²
------------------------------	-----------------------

Secondo il punto 5.4.1 del D.M. 18/12/1975 è stato considerato un carico accidentale dovuto alla neve in copertura pari a 150Kg/m².

SOLAIO 1

CARICHI PERMANENTI G1

-soletta in c.a. (sp. 5,00cm) = $0.05 \times 2500 =$	125Kg/m ²
-travetti legno lamellare GL 24H interasse 70cm, sez. 16x32cm	55Kg/m ²

CARICHI PERMANENTI G2

-pannello in fibra di legno tipo celenit AB o equivalente fono assorbente (sp. 5,00cm)	10Kg/m ²
-isolamento in pannelli di polistirene espanso estruso XPS (sp. 16,00cm)	15 Kg/m ²
-massetto alleggerito per sottofondo pavimentazione (sp. 8,00 cm)	80Kg/m ²
-pavimentazione in PVC (sp. 0,50cm)	
-UTA	240Kg/m ²

CARICHI ACCIDENTALI PRIMO SOLAIO

Q – Carico accidentale tipo H1 (sottotetti accessibili per la sola manutenzione):	50 Kg/m ²
---	----------------------

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

L'unità trattamento aria ha dimensioni in pianta pari a 175 x 252cm e peso pari a 1050Kg totali, ovvero un carico distribuito pari a :

$$1050 \text{ Kg} / (1.75\text{m} \times 2.52\text{m}) = .238 \text{ kg/m}^2 \text{ (carico distribuito dovuto alla UTA)}$$

IL posizionamento all'interno del locale tecnico al primo piano non può essere definito in questa fase. E' stato quindi considerato cautelativamente un incremento di carico permanente G2 sull'intera superficie del solaio pari a 240Kg/m².

E' stato utilizzato un carico accidentale tipo H1 perché il locale non è aperto al pubblico ma è accessibile per la sola manutenzione dell'UTA da parte di personale specializzato

IL fabbricato è ad uso scolastico ma non è stato considerato il carico accidentale relativo alle scuole perché l'edificio ha un unico livello e il carico dovuto alla folla compatta è applicato al piano terra, realizzato su terreno.

CARICO NEVE

(capitolo 3.4.1 del D.Lgs 14-01-08)

La zona oggetto dell' intervento (Castelfranco Emilia) è inserita nella "zona 1 -Mediterranea" dell'art 6 del D.M. sopra menzionato, ad altitudine < 200 ml slm: (42ml.slm)

Il carico provocato dalla neve sulle coperture è valutato mediante la seguente formula: $q_s = q_{sk} \times C_e \times C_1 \times \mu_i$

$C_t = 1$ (in assenza di unao specifico studio⁹

$C_e = 1$ (topografia NORMALE)

$\mu_i = 0,8$ (copertura a una o due falde con $0 < \alpha < 30$ qui $\alpha = 15 - \alpha = 0$ per il terrazzo)

q_{sk} (valore di riferimento del carico dell aneve al suolo)

-ZONA 1 (mediterranea)

- as < 200mt (as=185mt.)

$q_{sk} = 1,50 \text{ KN/m}^2$

Carico neve $q_s = 0,8 \times 1,50 = 1,20 \text{ N/mm}^2$	120 kg/cm ²
---	------------------------

Secondo il punto 5.4.1 del D.M. 18/12/1975 è stato considerato un carico accidentale dovuto alla neve in copertura pari a 150Kg/m².

Il programma di calcolo utilizzato Enexsys distingue i carichi applicati agli elementi strutturali derivanti dalle superfici di carico dai carichi inseriti come carichi concentrati o distribuiti .

Tali carichi vengono rappresentati in due diversi schemi grafici.

Nel modello relativo all'unità strutturale D è presente una trave parete in x-lam in corrispondenza del filo 6.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

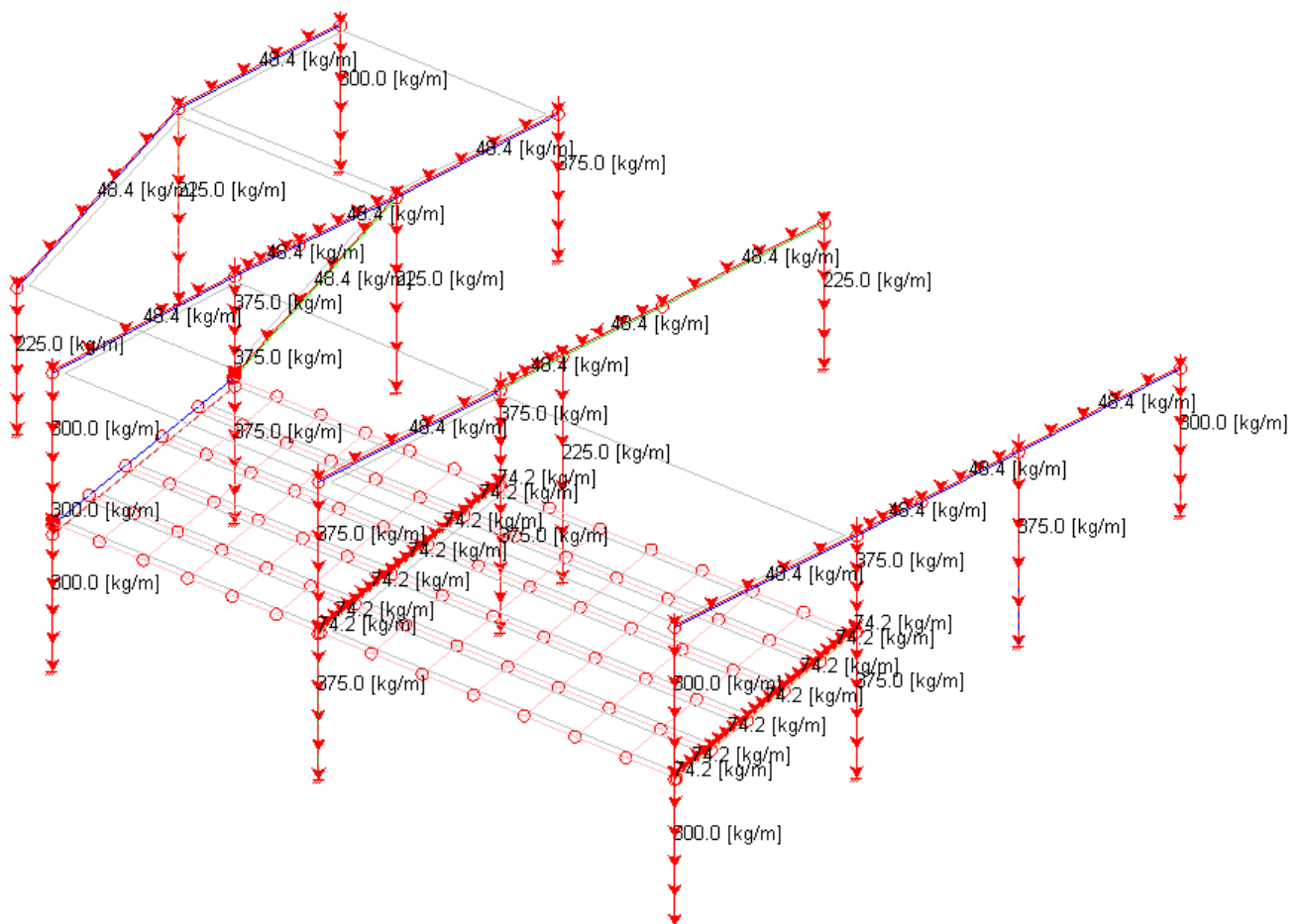
E' stato studiato un modello per la sola trave x-lam, che ha fornito le sollecitazioni all'appoggio in corrispondenza dei pilastri N° 3 e 7. (cap. 2.5.4.3, trave W201)

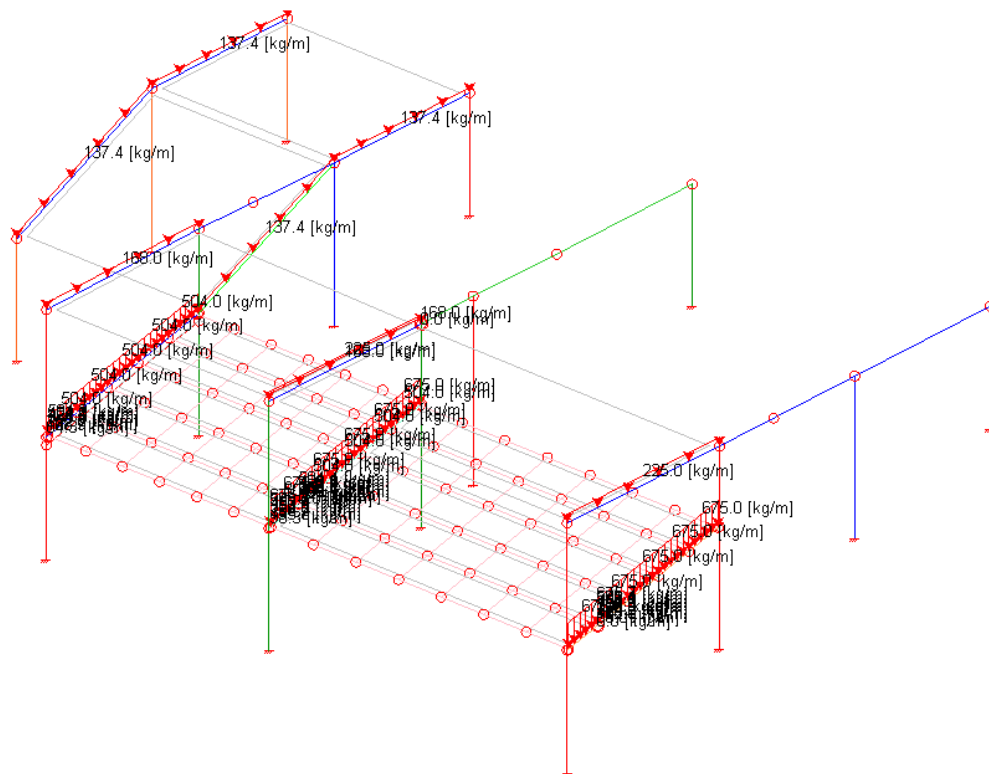
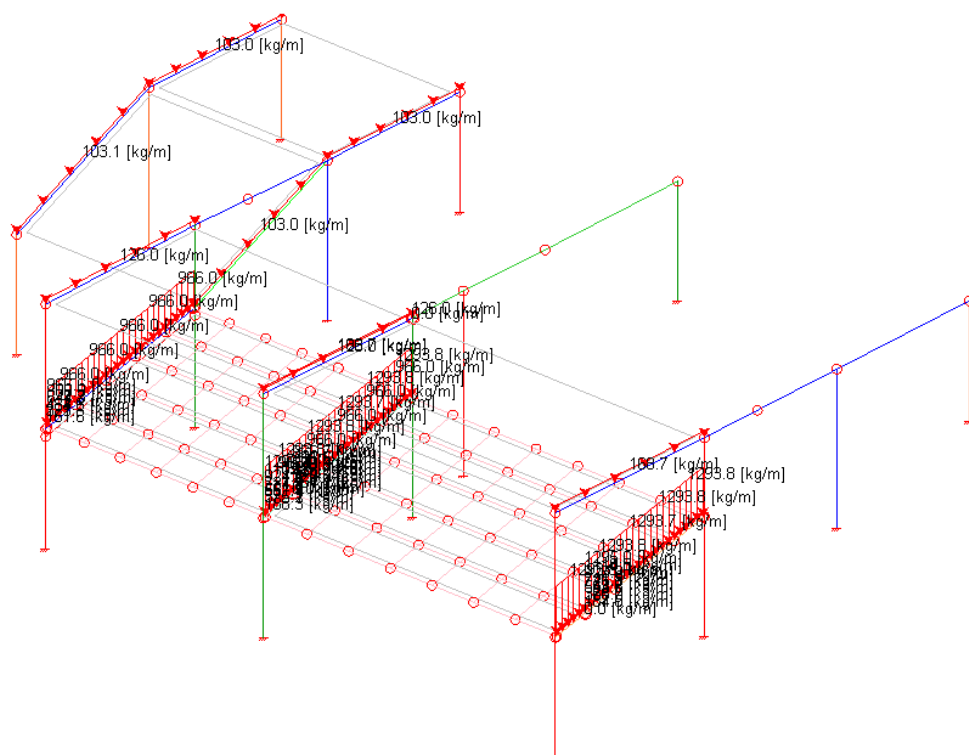
Sono state quindi inserite le reazioni vincolari della trave nel modello globale per ogni condizione di carico (carichi permanenti cat. G1, carichi permanenti cat. G2, carichi accidentali neve)

Non è quindi stata creata nessuna superficie di carico tra i fili 5/6 e 6/7 e sono stati inseriti direttamente i carichi distribuiti, per ogni condizione di carico, nelle travi in legno fili 5 e 7

Per questo motivo, nei carichi permanenti cat. G1, carichi permanenti cat. G2 e carichi accidentali neve le immagini dei carichi applicati sono due

Si riportano di seguito gli schemi grafici con i carichi applicati

SCHEMA CARICHI: 1- PESO PROPRIO


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
SCHEMA CARICHI: 2- CARICHI PERMANENTI G1

SCHEMA CARICHI: 3- CARICHI PERMANENTI G2


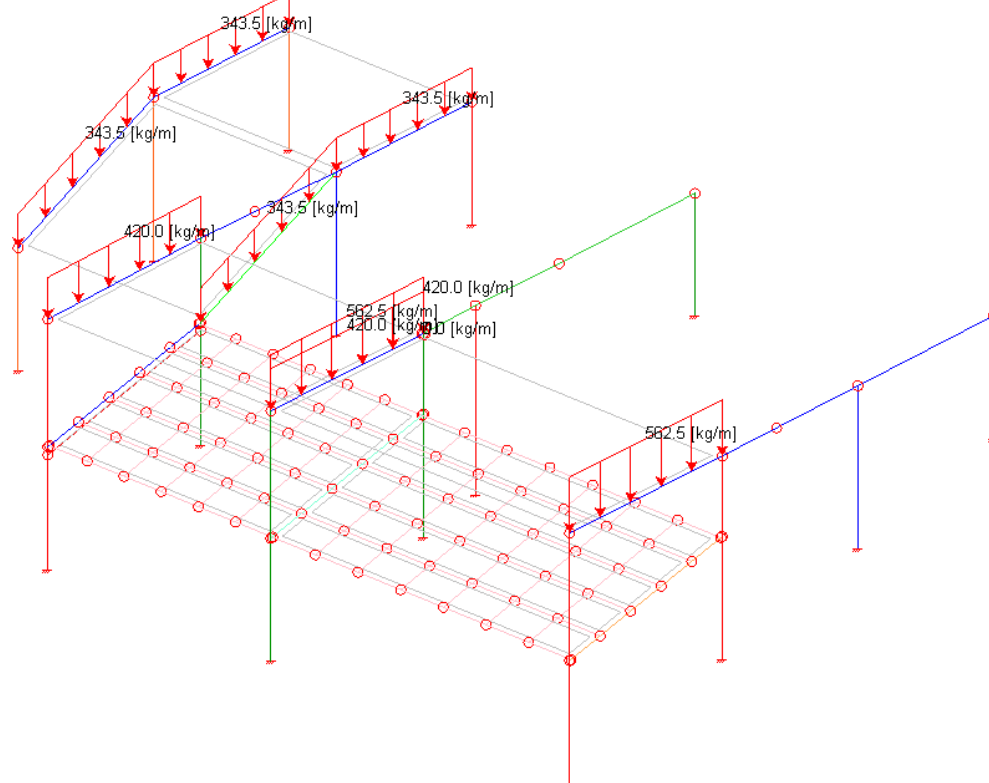
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

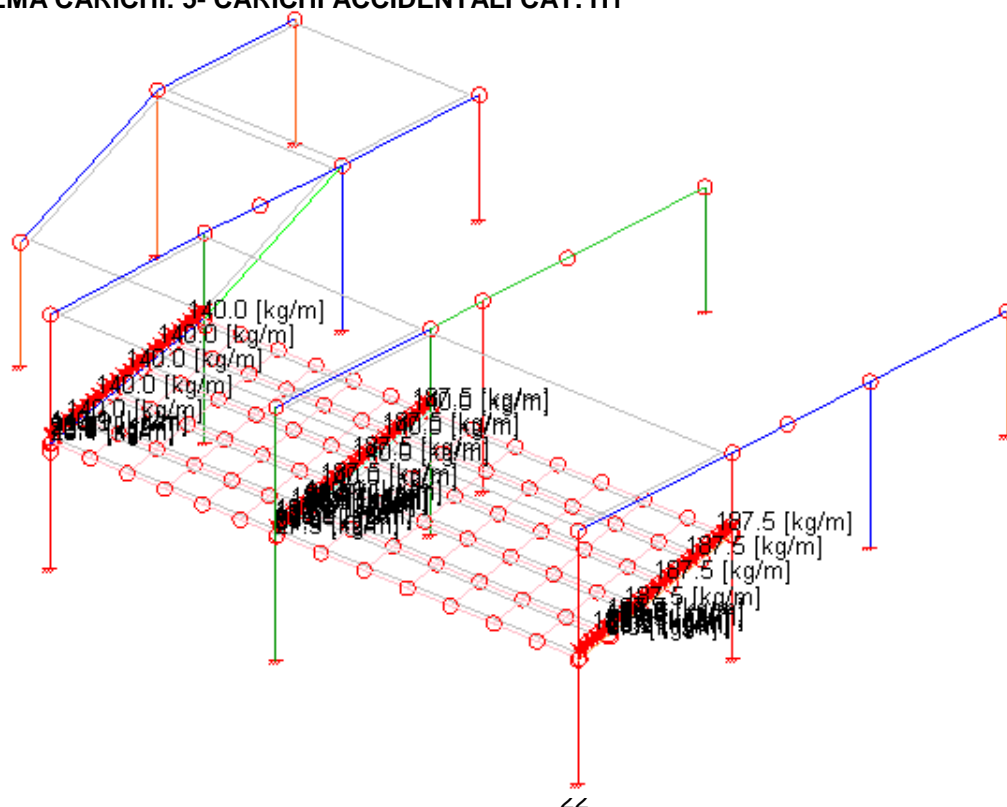
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SCHEMA CARICHI: 4- CARICHI ACCIDENTALI NEVE



SCHEMA CARICHI: 5- CARICHI ACCIDENTALI CAT. H1



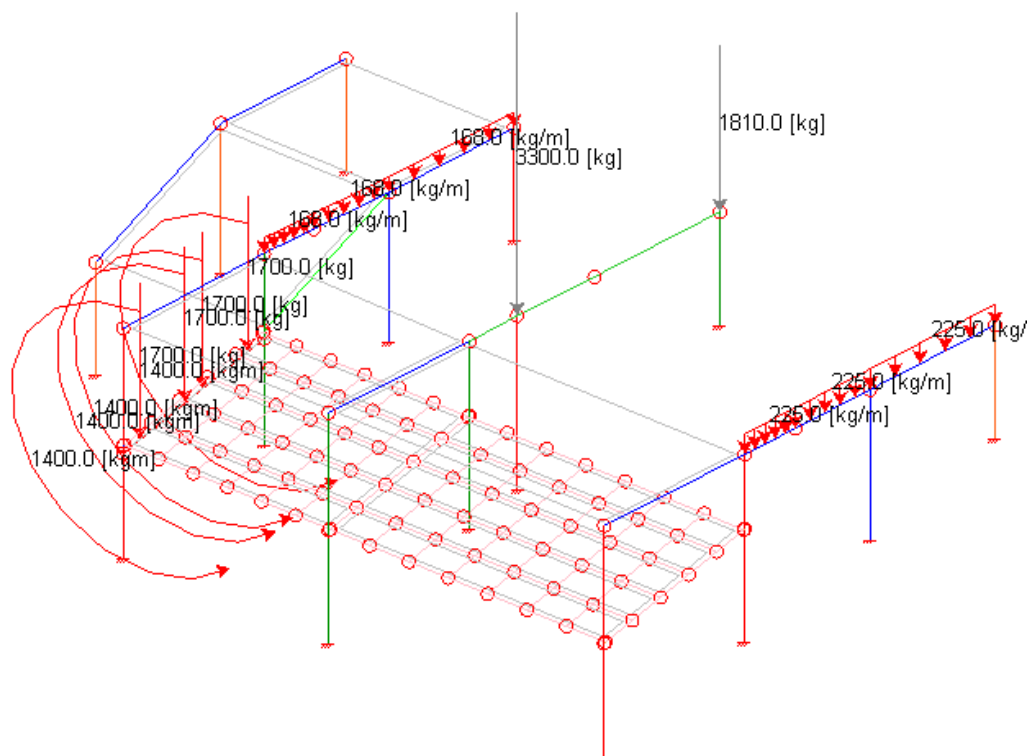
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

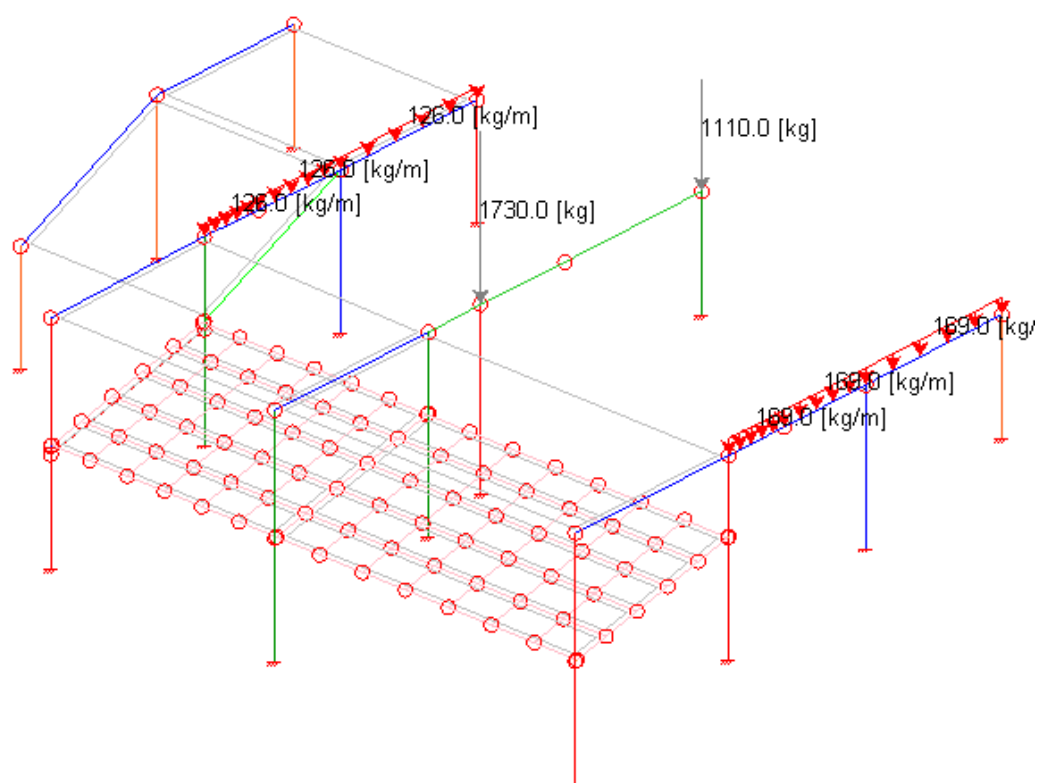
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SCHEMA CARICHI: 6- CARICHI PERMANENTI CAT. G1 DISTRIBUITI E CONCENTRATI



SCHEMA CARICHI: 7- CARICHI PERMANENTI CAT. G2 DISTRIBUITI E CONCENTRATI



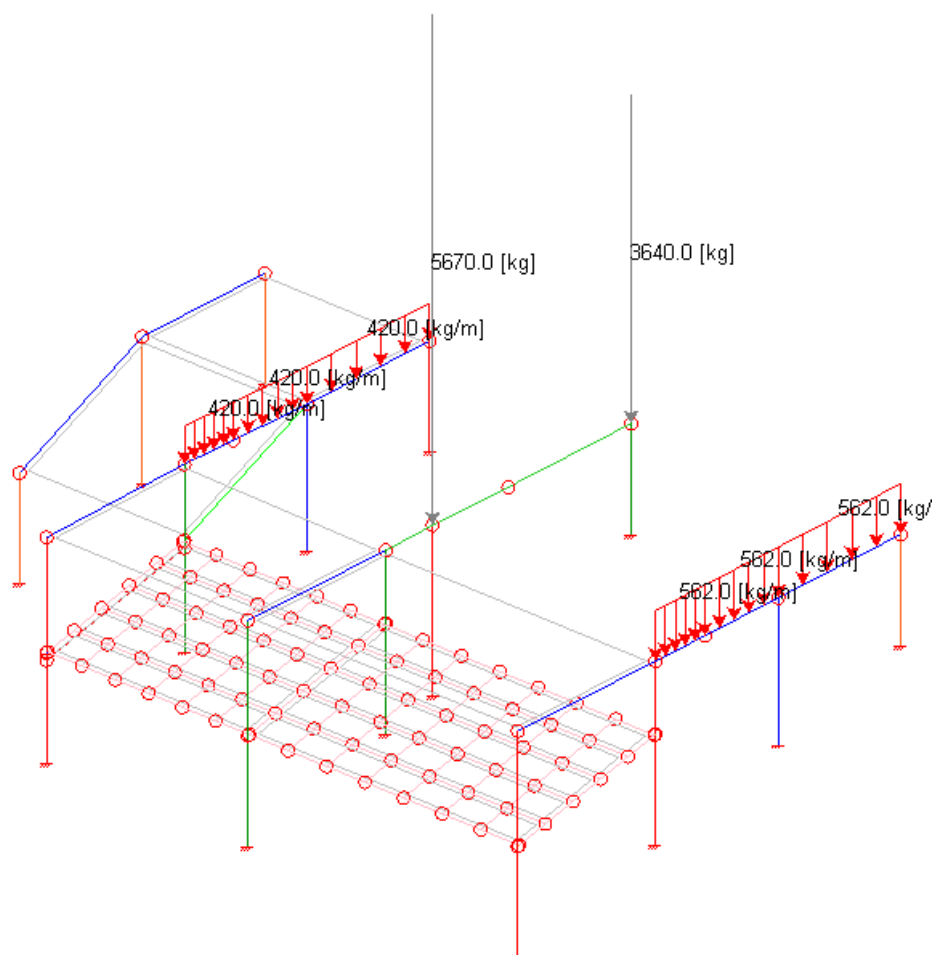
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SCHEMA CARICHI: 8- CARICHI ACCIDENTALI NEVE- DISTRIBUITI E CONCENTRATI



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.g- Indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati

Le combinazioni delle azioni considerate sono le seguenti:

- Combinazione fondamentale per gli SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{G3} \cdot G_3 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione caratteristica (rara) per gli SLE:

$$G_1 + G_2 + G_3 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione frequente per gli SLE:

$$G_1 + G_2 + G_3 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione quasi permanente per gli SLE:

$$G_1 + G_2 + G_3 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + G_3 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione eccezionale:

$$G_1 + G_2 + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3}$$

Nel caso specifico si ha:

SLU 1- $1,3 \cdot P.P + 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,5 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

SLU 1- $1,3 \cdot P.P + 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_1 + 1,5 \cdot Q_2$

SLV1- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E1(slv) + 0,3 \cdot E2(slv)$

SLV2- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E1(slv) + 0,3 \cdot E4(slv)$

SLV3- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E1(slv) + 1,0 \cdot E2(slv)$

SLV4- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E2(slv) + 0,3 \cdot E3(slv)$

SLV5- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E2(slv) + 1,0 \cdot E3(slv)$

SLV6- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 1,0 \cdot E3(slv) + 0,3 \cdot E4(slv)$

SLV7- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E1(slv) + 1,0 \cdot E4(slv)$

SLV8- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2 + 0,3 \cdot E3(slv) + 1,0 \cdot E4(slv)$

SLE RARE 1 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 1,0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

SLE RARE 2 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0,5 \cdot Q_1 + 1,0 \cdot Q_2$

SLE FREQUENTI 1 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0,2 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

SLE FREQUENTI 2 - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G_1 + 1,0 \cdot G_2 + 0 \cdot Q_1 + 0 \cdot Q_2$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SLE QUASI PERMANENTI - $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2$

SL DANNO 1- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(sld) + 0,3 \cdot E2(sld)$
 SL DANNO 2- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(sld) + 0,3 \cdot E4(sld)$
 SL DANNO 3- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(sld) + 1,0 \cdot E2(sld)$
 SL DANNO 4- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E2(sld) + 0,3 \cdot E3(sld)$
 SL DANNO 5- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E2(sld) + 1,0 \cdot E3(sld)$
 SL DANNO 6- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E3(sld) + 0,3 \cdot E4(sld)$
 SL DANNO 7- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(sld) + 1,0 \cdot E4(sld)$
 SL DANNO 8- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E3(sld) + 1,0 \cdot E4(sld)$

SL OPERATIVITA' 1- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(slo) + 0,3 \cdot E2(slo)$
 SL OPERATIVITA' 2- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E1(slo) + 0,3 \cdot E4(slo)$
 SL OPERATIVITA' 3- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(slo) + 1,0 \cdot E2(slo)$
 SL OPERATIVITA' 4- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E2(slo) + 0,3 \cdot E3(slo)$
 SL OPERATIVITA' 5- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E2(slo) + 1,0 \cdot E3(slo)$
 SL OPERATIVITA' 6- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 1,0 \cdot E3(slo) + 0,3 \cdot E4(slo)$
 SL OPERATIVITA' 7- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E1(slo) + 1,0 \cdot E4(slo)$
 SL OPERATIVITA' 8- $1,0 \cdot P.P + 1,0 \cdot G1 + 1,0 \cdot G2 + 0 \cdot Q1 + 0 \cdot Q2 + 0,3 \cdot E3(slo) + 1,0 \cdot E4(slo)$

Dove:

P.P.- peso proprio della struttura

G1 – carico permanente strutturale

G2 – carico permanente non strutturale

Q1 – carico accidentale neve

Q2 – carico accidentale categoria H1

E1 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 0

E2 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 90

E3 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 180

E4 (slv) – carico derivante dal sisma SLV angolo 270

E1 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 0

E2 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 90

E3 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 180

E4 (sld) – carico derivante dal sisma SLD angolo 270

E1 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 0

E2 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 90

E3 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 180

E4 (slo) – carico derivante dal sisma SLO angolo 270

E' stato inserito il carico tipo H1 con valore 0 per avere equivalenti carichi al piede , quindi per poter sommare automaticamente le reazioni al piede per il dimensionamento delle fondazioni)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

 Approccio di verifica: **Approccio 2** Set di coefficienti parziali: **A1+M1+R3**
Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU:

Tipologia di carichi:		Coefficiente γ_F	<i>EQU</i>	<i>STR</i> <i>A1</i>	<i>GEO</i> <i>A2</i>
Carichi permanenti	<i>favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	<i>favorevoli</i>	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	<i>favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale	<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	C'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	C_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali:

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)	Coefficiente parziale (R3)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,8$	$\gamma_R=2,3$
Coesione efficace	$\gamma_R=1,0$	$\gamma_R=1,1$	$\gamma_R=1,1$

Risultati analisi dinamica

Sintesi dei risultati per direzione d'ingresso del sisma.

SLV

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	1	0.44	60	100
90.00 [°]	11	0.23	33	100
180.00 [°]	1	0.44	60	100
270.00 [°]	11	0.23	33	100

SLD

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	1	0.44	60	100
90.00 [°]	11	0.23	33	100
180.00 [°]	1	0.44	60	100
270.00 [°]	11	0.23	33	100

SLO

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	1	0.44	60	100
90.00 [°]	11	0.23	33	100
180.00 [°]	1	0.44	60	100

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

270.00 [°]	11	0.23	33	100
------------	----	------	----	-----

Autovalori e Periodi

Numero di modi di vibrare trovati: 30

Numero di modi considerati per ogni direzione del sisma: 24

Modo	Autovalore [rad/sec]^2	Pulsazione [rad/sec]	Periodo [sec]	R
1	201.6183	14.199	0.44	0.4341
2	267.2068	16.346	0.38	0.4341
3	269.7335	16.424	0.38	0.4341
4	333.6440	18.266	0.34	0.4341
5	350.1891	18.713	0.34	0.4341
6	434.7955	20.852	0.30	0.4341
7	505.6902	22.488	0.28	0.4341
8	585.7736	24.203	0.26	0.4341
9	643.9636	25.376	0.25	0.4341
10	651.7578	25.530	0.25	0.4341
11	723.7339	26.902	0.23	0.4341
12	774.8770	27.837	0.23	0.4341
13	900.9484	30.016	0.21	0.4341
14	992.2145	31.499	0.20	0.4341
15	1021.5309	31.961	0.20	0.4341
16	1165.9889	34.147	0.18	0.4341
17	1268.3354	35.614	0.18	0.4341
18	1427.8507	37.787	0.17	0.4341
19	1581.1241	39.763	0.16	0.4341
20	1937.3644	44.016	0.14	0.4201
21	2255.7405	47.495	0.13	0.4089
22	2897.4363	53.828	0.12	0.3922
23	3066.1853	55.373	0.11	0.3887
24	3072.4529	55.430	0.11	0.3886
25	3129.3186	55.940	0.11	0.3875
26	3476.7180	58.964	0.11	0.3813
27	4770.3530	69.068	0.09	0.3646
28	8831.1699	93.974	0.07	0.3388
29	13655.6943	116.858	0.05	0.3247
30	93848.7422	306.347	0.02	0.2890

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.44	8.67266e+01	100	7.5e+03	60	60	0.4341
28	0.07	-2.72806e+01	31	7.4e+02	6	66	0.3388
4	0.34	2.42516e+01	28	5.9e+02	5	70	0.4341
20	0.14	-2.02670e+01	23	4.1e+02	3	74	0.4201
11	0.23	-1.93374e+01	22	3.7e+02	3	77	0.4341
2	0.38	1.85134e+01	21	3.4e+02	3	79	0.4341
17	0.18	1.82518e+01	21	3.3e+02	3	82	0.4341
3	0.38	1.80443e+01	21	3.3e+02	3	85	0.4341
8	0.26	1.75016e+01	20	3.1e+02	2	87	0.4341
13	0.21	1.74283e+01	20	3.0e+02	2	90	0.4341
12	0.23	1.68645e+01	19	2.8e+02	2	92	0.4341
22	0.12	-1.47937e+01	17	2.2e+02	2	94	0.3922
25	0.11	1.46799e+01	17	2.2e+02	2	95	0.3875
9	0.25	1.22221e+01	14	1.5e+02	1	96	0.4341
15	0.20	1.15191e+01	13	1.3e+02	1	97	0.4341
27	0.09	1.08925e+01	13	1.2e+02	1	98	0.3646
6	0.30	9.47255e+00	11	9.0e+01	1	99	0.4341
14	0.20	6.01898e+00	7	3.6e+01	0	99	0.4341
18	0.17	-4.97684e+00	6	2.5e+01	0	100	0.4341
7	0.28	3.35002e+00	4	1.1e+01	0	100	0.4341
26	0.11	-2.61155e+00	3	6.8e+00	0	100	0.3813
23	0.11	-2.32385e+00	3	5.4e+00	0	100	0.3887
5	0.34	-2.31895e+00	3	5.4e+00	0	100	0.4341
16	0.18	1.60439e+00	2	2.6e+00	0	100	0.4341

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
11	0.23	-6.39743e+01	100	4.1e+03	33	33	0.4341
6	0.30	4.99869e+01	78	2.5e+03	20	52	0.4341
12	0.23	-3.43372e+01	54	1.2e+03	9	62	0.4341
4	0.34	-3.20836e+01	50	1.0e+03	8	70	0.4341
9	0.25	-3.08672e+01	48	9.5e+02	8	78	0.4341
10	0.25	2.76049e+01	43	7.6e+02	6	84	0.4341
18	0.17	-2.65939e+01	42	7.1e+02	6	89	0.4341
5	0.34	-2.35675e+01	37	5.6e+02	4	94	0.4341

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

20	0.14	2.03127e+01	32	4.1e+02	3	97	0.4201
22	0.12	-1.18507e+01	19	1.4e+02	1	98	0.3922
7	0.28	-1.15026e+01	18	1.3e+02	1	99	0.4341
25	0.11	5.47225e+00	9	3.0e+01	0	99	0.3875
8	0.26	-4.25784e+00	7	1.8e+01	0	100	0.4341
14	0.20	-3.78313e+00	6	1.4e+01	0	100	0.4341
29	0.05	-3.14774e+00	5	9.9e+00	0	100	0.3247
2	0.38	-2.85741e+00	4	8.2e+00	0	100	0.4341
1	0.44	2.80181e+00	4	7.9e+00	0	100	0.4341
17	0.18	-1.44463e+00	2	2.1e+00	0	100	0.4341
23	0.11	1.29194e+00	2	1.7e+00	0	100	0.3887
28	0.07	1.04185e+00	2	1.1e+00	0	100	0.3388
26	0.11	8.10583e-01	1	6.6e-01	0	100	0.3813
19	0.16	7.52629e-01	1	5.7e-01	0	100	0.4341
24	0.11	-7.30502e-01	1	5.3e-01	0	100	0.3886
16	0.18	6.57274e-01	1	4.3e-01	0	100	0.4341

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.44	-8.67266e+01	100	7.5e+03	60	60	0.4341
28	0.07	2.72806e+01	31	7.4e+02	6	66	0.3388
4	0.34	-2.42516e+01	28	5.9e+02	5	70	0.4341
20	0.14	2.02670e+01	23	4.1e+02	3	74	0.4201
11	0.23	1.93374e+01	22	3.7e+02	3	77	0.4341
2	0.38	-1.85134e+01	21	3.4e+02	3	79	0.4341
17	0.18	-1.82518e+01	21	3.3e+02	3	82	0.4341
3	0.38	-1.80443e+01	21	3.3e+02	3	85	0.4341
8	0.26	-1.75016e+01	20	3.1e+02	2	87	0.4341
13	0.21	-1.74283e+01	20	3.0e+02	2	90	0.4341
12	0.23	-1.68646e+01	19	2.8e+02	2	92	0.4341
22	0.12	1.47937e+01	17	2.2e+02	2	94	0.3922
25	0.11	-1.46799e+01	17	2.2e+02	2	95	0.3875
9	0.25	-1.22221e+01	14	1.5e+02	1	96	0.4341
15	0.20	-1.15191e+01	13	1.3e+02	1	97	0.4341
27	0.09	-1.08925e+01	13	1.2e+02	1	98	0.3646
6	0.30	-9.47253e+00	11	9.0e+01	1	99	0.4341
14	0.20	-6.01898e+00	7	3.6e+01	0	99	0.4341
18	0.17	4.97683e+00	6	2.5e+01	0	100	0.4341

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

7	0.28	-3.35002e+00	4	1.1e+01	0	100	0.4341
26	0.11	2.61155e+00	3	6.8e+00	0	100	0.3813
23	0.11	2.32385e+00	3	5.4e+00	0	100	0.3887
5	0.34	2.31894e+00	3	5.4e+00	0	100	0.4341
16	0.18	-1.60439e+00	2	2.6e+00	0	100	0.4341

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
11	0.23	6.39743e+01	100	4.1e+03	33	33	0.4341
6	0.30	-4.99869e+01	78	2.5e+03	20	52	0.4341
12	0.23	3.43372e+01	54	1.2e+03	9	62	0.4341
4	0.34	3.20836e+01	50	1.0e+03	8	70	0.4341
9	0.25	3.08672e+01	48	9.5e+02	8	78	0.4341
10	0.25	-2.76049e+01	43	7.6e+02	6	84	0.4341
18	0.17	2.65939e+01	42	7.1e+02	6	89	0.4341
5	0.34	2.35675e+01	37	5.6e+02	4	94	0.4341
20	0.14	-2.03127e+01	32	4.1e+02	3	97	0.4201
22	0.12	1.18507e+01	19	1.4e+02	1	98	0.3922
7	0.28	1.15026e+01	18	1.3e+02	1	99	0.4341
25	0.11	-5.47226e+00	9	3.0e+01	0	99	0.3875
8	0.26	4.25783e+00	7	1.8e+01	0	100	0.4341
14	0.20	3.78313e+00	6	1.4e+01	0	100	0.4341
29	0.05	3.14774e+00	5	9.9e+00	0	100	0.3247
2	0.38	2.85740e+00	4	8.2e+00	0	100	0.4341
1	0.44	-2.80185e+00	4	7.9e+00	0	100	0.4341
17	0.18	1.44462e+00	2	2.1e+00	0	100	0.4341
23	0.11	-1.29194e+00	2	1.7e+00	0	100	0.3887
28	0.07	-1.04184e+00	2	1.1e+00	0	100	0.3388
26	0.11	-8.10582e-01	1	6.6e-01	0	100	0.3813
19	0.16	-7.52629e-01	1	5.7e-01	0	100	0.4341
24	0.11	7.30502e-01	1	5.3e-01	0	100	0.3886
16	0.18	-6.57275e-01	1	4.3e-01	0	100	0.4341

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.44	8.67266e+01	100	7.5e+03	60	60	0.2985
28	0.07	-2.72806e+01	31	7.4e+02	6	66	0.2034

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

4	0.34	2.42516e+01	28	5.9e+02	5	70	0.3014
20	0.14	-2.02670e+01	23	4.1e+02	3	74	0.2973
11	0.23	-1.93374e+01	22	3.7e+02	3	77	0.3014
2	0.38	1.85134e+01	21	3.4e+02	3	79	0.3014
17	0.18	1.82518e+01	21	3.3e+02	3	82	0.3014
3	0.38	1.80443e+01	21	3.3e+02	3	85	0.3014
8	0.26	1.75016e+01	20	3.1e+02	2	87	0.3014
13	0.21	1.74283e+01	20	3.0e+02	2	90	0.3014
12	0.23	1.68645e+01	19	2.8e+02	2	92	0.3014
22	0.12	-1.47937e+01	17	2.2e+02	2	94	0.2651
25	0.11	1.46799e+01	17	2.2e+02	2	95	0.2597
9	0.25	1.22221e+01	14	1.5e+02	1	96	0.3014
15	0.20	1.15191e+01	13	1.3e+02	1	97	0.3014
27	0.09	1.08925e+01	13	1.2e+02	1	98	0.2333
6	0.30	9.47255e+00	11	9.0e+01	1	99	0.3014
14	0.20	6.01898e+00	7	3.6e+01	0	99	0.3014
18	0.17	-4.97684e+00	6	2.5e+01	0	100	0.3014
7	0.28	3.35002e+00	4	1.1e+01	0	100	0.3014
26	0.11	-2.61155e+00	3	6.8e+00	0	100	0.2525
23	0.11	-2.32385e+00	3	5.4e+00	0	100	0.2611
5	0.34	-2.31895e+00	3	5.4e+00	0	100	0.3014
16	0.18	1.60439e+00	2	2.6e+00	0	100	0.3014

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
11	0.23	-6.39743e+01	100	4.1e+03	33	33	0.3014
6	0.30	4.99869e+01	78	2.5e+03	20	52	0.3014
12	0.23	-3.43372e+01	54	1.2e+03	9	62	0.3014
4	0.34	-3.20836e+01	50	1.0e+03	8	70	0.3014
9	0.25	-3.08672e+01	48	9.5e+02	8	78	0.3014
10	0.25	2.76049e+01	43	7.6e+02	6	84	0.3014
18	0.17	-2.65939e+01	42	7.1e+02	6	89	0.3014
5	0.34	-2.35675e+01	37	5.6e+02	4	94	0.3014
20	0.14	2.03127e+01	32	4.1e+02	3	97	0.2973
22	0.12	-1.18507e+01	19	1.4e+02	1	98	0.2651
7	0.28	-1.15026e+01	18	1.3e+02	1	99	0.3014
25	0.11	5.47225e+00	9	3.0e+01	0	99	0.2597
8	0.26	-4.25784e+00	7	1.8e+01	0	100	0.3014

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

14	0.20	-3.78313e+00	6	1.4e+01	0	100	0.3014
29	0.05	-3.14774e+00	5	9.9e+00	0	100	0.1872
2	0.38	-2.85741e+00	4	8.2e+00	0	100	0.3014
1	0.44	2.80181e+00	4	7.9e+00	0	100	0.2985
17	0.18	-1.44463e+00	2	2.1e+00	0	100	0.3014
23	0.11	1.29194e+00	2	1.7e+00	0	100	0.2611
28	0.07	1.04185e+00	2	1.1e+00	0	100	0.2034
26	0.11	8.10583e-01	1	6.6e-01	0	100	0.2525
19	0.16	7.52629e-01	1	5.7e-01	0	100	0.3014
24	0.11	-7.30502e-01	1	5.3e-01	0	100	0.2609
16	0.18	6.57274e-01	1	4.3e-01	0	100	0.3014

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.44	-8.67266e+01	100	7.5e+03	60	60	0.2985
28	0.07	2.72806e+01	31	7.4e+02	6	66	0.2034
4	0.34	-2.42516e+01	28	5.9e+02	5	70	0.3014
20	0.14	2.02670e+01	23	4.1e+02	3	74	0.2973
11	0.23	1.93374e+01	22	3.7e+02	3	77	0.3014
2	0.38	-1.85134e+01	21	3.4e+02	3	79	0.3014
17	0.18	-1.82518e+01	21	3.3e+02	3	82	0.3014
3	0.38	-1.80443e+01	21	3.3e+02	3	85	0.3014
8	0.26	-1.75016e+01	20	3.1e+02	2	87	0.3014
13	0.21	-1.74283e+01	20	3.0e+02	2	90	0.3014
12	0.23	-1.68646e+01	19	2.8e+02	2	92	0.3014
22	0.12	1.47937e+01	17	2.2e+02	2	94	0.2651
25	0.11	-1.46799e+01	17	2.2e+02	2	95	0.2597
9	0.25	-1.22221e+01	14	1.5e+02	1	96	0.3014
15	0.20	-1.15191e+01	13	1.3e+02	1	97	0.3014
27	0.09	-1.08925e+01	13	1.2e+02	1	98	0.2333
6	0.30	-9.47253e+00	11	9.0e+01	1	99	0.3014
14	0.20	-6.01898e+00	7	3.6e+01	0	99	0.3014
18	0.17	4.97683e+00	6	2.5e+01	0	100	0.3014
7	0.28	-3.35002e+00	4	1.1e+01	0	100	0.3014
26	0.11	2.61155e+00	3	6.8e+00	0	100	0.2525
23	0.11	2.32385e+00	3	5.4e+00	0	100	0.2611
5	0.34	2.31894e+00	3	5.4e+00	0	100	0.3014
16	0.18	-1.60439e+00	2	2.6e+00	0	100	0.3014

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
11	0.23	6.39743e+01	100	4.1e+03	33	33	0.3014
6	0.30	-4.99869e+01	78	2.5e+03	20	52	0.3014
12	0.23	3.43372e+01	54	1.2e+03	9	62	0.3014
4	0.34	3.20836e+01	50	1.0e+03	8	70	0.3014
9	0.25	3.08672e+01	48	9.5e+02	8	78	0.3014
10	0.25	-2.76049e+01	43	7.6e+02	6	84	0.3014
18	0.17	2.65939e+01	42	7.1e+02	6	89	0.3014
5	0.34	2.35675e+01	37	5.6e+02	4	94	0.3014
20	0.14	-2.03127e+01	32	4.1e+02	3	97	0.2973
22	0.12	1.18507e+01	19	1.4e+02	1	98	0.2651
7	0.28	1.15026e+01	18	1.3e+02	1	99	0.3014
25	0.11	-5.47226e+00	9	3.0e+01	0	99	0.2597
8	0.26	4.25783e+00	7	1.8e+01	0	100	0.3014
14	0.20	3.78313e+00	6	1.4e+01	0	100	0.3014
29	0.05	3.14774e+00	5	9.9e+00	0	100	0.1872
2	0.38	2.85740e+00	4	8.2e+00	0	100	0.3014
1	0.44	-2.80185e+00	4	7.9e+00	0	100	0.2985
17	0.18	1.44462e+00	2	2.1e+00	0	100	0.3014
23	0.11	-1.29194e+00	2	1.7e+00	0	100	0.2611
28	0.07	-1.04184e+00	2	1.1e+00	0	100	0.2034
26	0.11	-8.10582e-01	1	6.6e-01	0	100	0.2525
19	0.16	-7.52629e-01	1	5.7e-01	0	100	0.3014
24	0.11	7.30502e-01	1	5.3e-01	0	100	0.2609
16	0.18	-6.57275e-01	1	4.3e-01	0	100	0.3014

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	$ L_i / L_1 $	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.44	8.67266e+01	100	7.5e+03	60	60	0.2403
28	0.07	-2.72806e+01	31	7.4e+02	6	66	0.1664
4	0.34	2.42516e+01	28	5.9e+02	5	70	0.2454
20	0.14	-2.02670e+01	23	4.1e+02	3	74	0.2438
11	0.23	-1.93374e+01	22	3.7e+02	3	77	0.2454
2	0.38	1.85134e+01	21	3.4e+02	3	79	0.2454
17	0.18	1.82518e+01	21	3.3e+02	3	82	0.2454

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

3	0.38	1.80443e+01	21	3.3e+02	3	85	0.2454
8	0.26	1.75016e+01	20	3.1e+02	2	87	0.2454
13	0.21	1.74283e+01	20	3.0e+02	2	90	0.2454
12	0.23	1.68645e+01	19	2.8e+02	2	92	0.2454
22	0.12	-1.47937e+01	17	2.2e+02	2	94	0.2172
25	0.11	1.46799e+01	17	2.2e+02	2	95	0.2127
9	0.25	1.22221e+01	14	1.5e+02	1	96	0.2454
15	0.20	1.15191e+01	13	1.3e+02	1	97	0.2454
27	0.09	1.08925e+01	13	1.2e+02	1	98	0.1910
6	0.30	9.47255e+00	11	9.0e+01	1	99	0.2454
14	0.20	6.01898e+00	7	3.6e+01	0	99	0.2454
18	0.17	-4.97684e+00	6	2.5e+01	0	100	0.2454
7	0.28	3.35002e+00	4	1.1e+01	0	100	0.2454
26	0.11	-2.61155e+00	3	6.8e+00	0	100	0.2069
23	0.11	-2.32385e+00	3	5.4e+00	0	100	0.2139
5	0.34	-2.31895e+00	3	5.4e+00	0	100	0.2454
16	0.18	1.60439e+00	2	2.6e+00	0	100	0.2454

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
11	0.23	-6.39743e+01	100	4.1e+03	33	33	0.2454
6	0.30	4.99869e+01	78	2.5e+03	20	52	0.2454
12	0.23	-3.43372e+01	54	1.2e+03	9	62	0.2454
4	0.34	-3.20836e+01	50	1.0e+03	8	70	0.2454
9	0.25	-3.08672e+01	48	9.5e+02	8	78	0.2454
10	0.25	2.76049e+01	43	7.6e+02	6	84	0.2454
18	0.17	-2.65939e+01	42	7.1e+02	6	89	0.2454
5	0.34	-2.35675e+01	37	5.6e+02	4	94	0.2454
20	0.14	2.03127e+01	32	4.1e+02	3	97	0.2438
22	0.12	-1.18507e+01	19	1.4e+02	1	98	0.2172
7	0.28	-1.15026e+01	18	1.3e+02	1	99	0.2454
25	0.11	5.47225e+00	9	3.0e+01	0	99	0.2127
8	0.26	-4.25784e+00	7	1.8e+01	0	100	0.2454
14	0.20	-3.78313e+00	6	1.4e+01	0	100	0.2454
29	0.05	-3.14774e+00	5	9.9e+00	0	100	0.1530
2	0.38	-2.85741e+00	4	8.2e+00	0	100	0.2454
1	0.44	2.80181e+00	4	7.9e+00	0	100	0.2403
17	0.18	-1.44463e+00	2	2.1e+00	0	100	0.2454

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

23	0.11	1.29194e+00	2	1.7e+00	0	100	0.2139
28	0.07	1.04185e+00	2	1.1e+00	0	100	0.1664
26	0.11	8.10583e-01	1	6.6e-01	0	100	0.2069
19	0.16	7.52629e-01	1	5.7e-01	0	100	0.2454
24	0.11	-7.30502e-01	1	5.3e-01	0	100	0.2138
16	0.18	6.57274e-01	1	4.3e-01	0	100	0.2454

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
1	0.44	-8.67266e+01	100	7.5e+03	60	60	0.2403
28	0.07	2.72806e+01	31	7.4e+02	6	66	0.1664
4	0.34	-2.42516e+01	28	5.9e+02	5	70	0.2454
20	0.14	2.02670e+01	23	4.1e+02	3	74	0.2438
11	0.23	1.93374e+01	22	3.7e+02	3	77	0.2454
2	0.38	-1.85134e+01	21	3.4e+02	3	79	0.2454
17	0.18	-1.82518e+01	21	3.3e+02	3	82	0.2454
3	0.38	-1.80443e+01	21	3.3e+02	3	85	0.2454
8	0.26	-1.75016e+01	20	3.1e+02	2	87	0.2454
13	0.21	-1.74283e+01	20	3.0e+02	2	90	0.2454
12	0.23	-1.68646e+01	19	2.8e+02	2	92	0.2454
22	0.12	1.47937e+01	17	2.2e+02	2	94	0.2172
25	0.11	-1.46799e+01	17	2.2e+02	2	95	0.2127
9	0.25	-1.22221e+01	14	1.5e+02	1	96	0.2454
15	0.20	-1.15191e+01	13	1.3e+02	1	97	0.2454
27	0.09	-1.08925e+01	13	1.2e+02	1	98	0.1910
6	0.30	-9.47253e+00	11	9.0e+01	1	99	0.2454
14	0.20	-6.01898e+00	7	3.6e+01	0	99	0.2454
18	0.17	4.97683e+00	6	2.5e+01	0	100	0.2454
7	0.28	-3.35002e+00	4	1.1e+01	0	100	0.2454
26	0.11	2.61155e+00	3	6.8e+00	0	100	0.2069
23	0.11	2.32385e+00	3	5.4e+00	0	100	0.2139
5	0.34	2.31894e+00	3	5.4e+00	0	100	0.2454
16	0.18	-1.60439e+00	2	2.6e+00	0	100	0.2454

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
11	0.23	6.39743e+01	100	4.1e+03	33	33	0.2454

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

6	0.30	-4.99869e+01	78	2.5e+03	20	52	0.2454
12	0.23	3.43372e+01	54	1.2e+03	9	62	0.2454
4	0.34	3.20836e+01	50	1.0e+03	8	70	0.2454
9	0.25	3.08672e+01	48	9.5e+02	8	78	0.2454
10	0.25	-2.76049e+01	43	7.6e+02	6	84	0.2454
18	0.17	2.65939e+01	42	7.1e+02	6	89	0.2454
5	0.34	2.35675e+01	37	5.6e+02	4	94	0.2454
20	0.14	-2.03127e+01	32	4.1e+02	3	97	0.2438
22	0.12	1.18507e+01	19	1.4e+02	1	98	0.2172
7	0.28	1.15026e+01	18	1.3e+02	1	99	0.2454
25	0.11	-5.47226e+00	9	3.0e+01	0	99	0.2127
8	0.26	4.25783e+00	7	1.8e+01	0	100	0.2454
14	0.20	3.78313e+00	6	1.4e+01	0	100	0.2454
29	0.05	3.14774e+00	5	9.9e+00	0	100	0.1530
2	0.38	2.85740e+00	4	8.2e+00	0	100	0.2454
1	0.44	-2.80185e+00	4	7.9e+00	0	100	0.2403
17	0.18	1.44462e+00	2	2.1e+00	0	100	0.2454
23	0.11	-1.29194e+00	2	1.7e+00	0	100	0.2139
28	0.07	-1.04184e+00	2	1.1e+00	0	100	0.1664
26	0.11	-8.10582e-01	1	6.6e-01	0	100	0.2069
19	0.16	-7.52629e-01	1	5.7e-01	0	100	0.2454
24	0.11	7.30502e-01	1	5.3e-01	0	100	0.2138
16	0.18	-6.57275e-01	1	4.3e-01	0	100	0.2454

Si riportano di seguito i principali modi di vibrare della struttura.

E' stata svolta un'analisi dinamica senza condensazione di piano e sono stati considerati i primi 30 modi di vibrare.

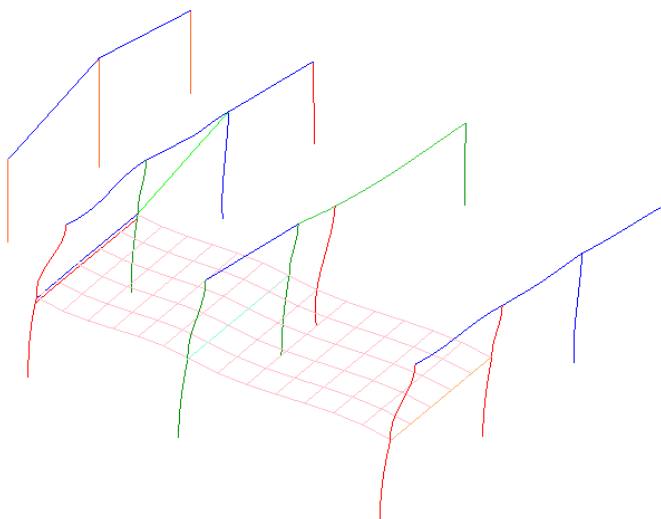
La struttura non ha solai rigidi; ciò spiega perché alcuni dei primi modi di vibrare mobilitano una percentuale bassa di massa e sono necessari molti modi di vibrare per attivare almeno l'85% della massa sismica. Alcuni dei primi modi di vibrare non sono pertanto significativi.

Si riportano quindi i modi di vibrare che mobilitano le percentuali maggiori di masse

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D****SCHEMA 1° MODO DI VIBRARE**

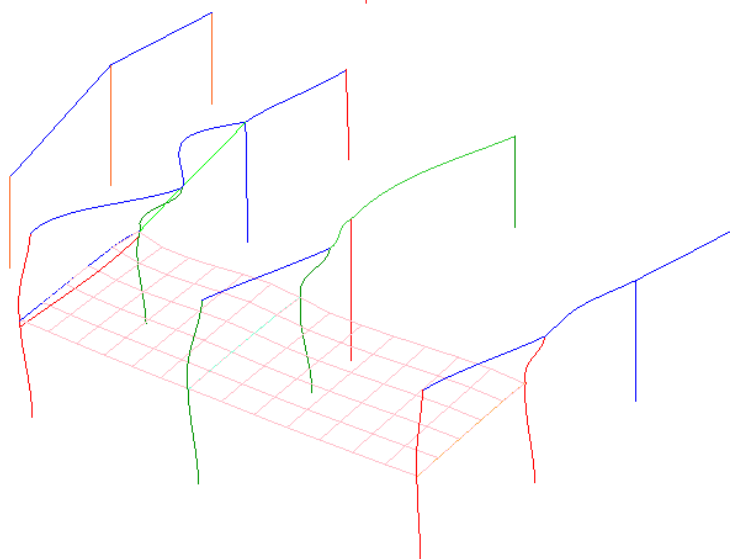
Periodo= 0,44 sec

%massa modale:60%

**SCHEMA 28° MODO DI VIBRARE**

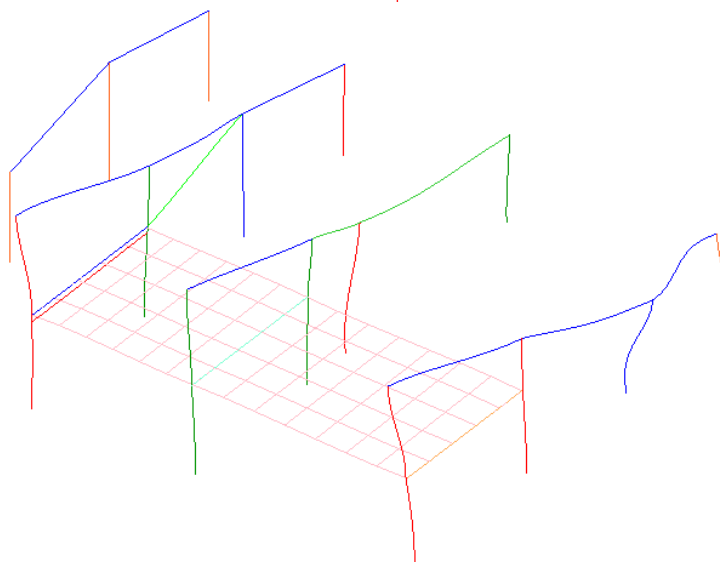
Periodo= 0,07 sec

%massa modale:6%

**SCHEMA 4° MODO DI VIBRARE**

Periodo= 0,34 sec

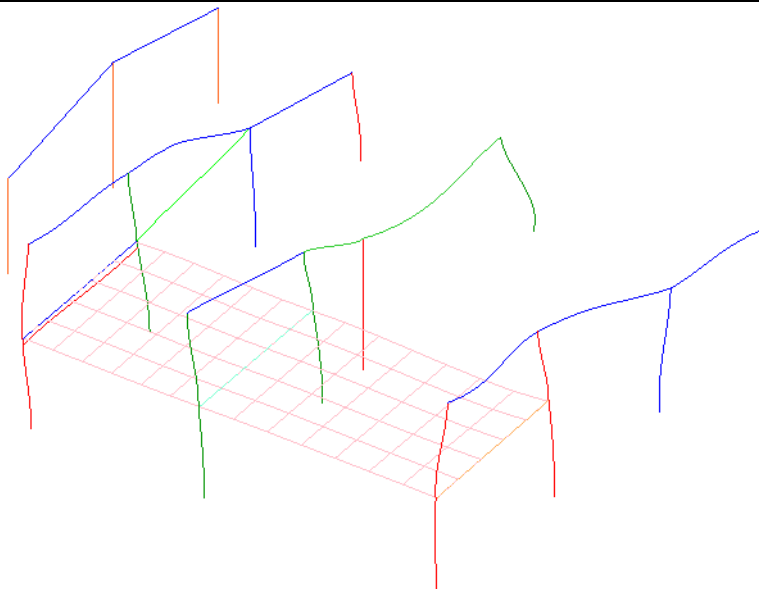
%massa modale:5%



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D****SCHEMA 11° MODO DI VIBRARE**

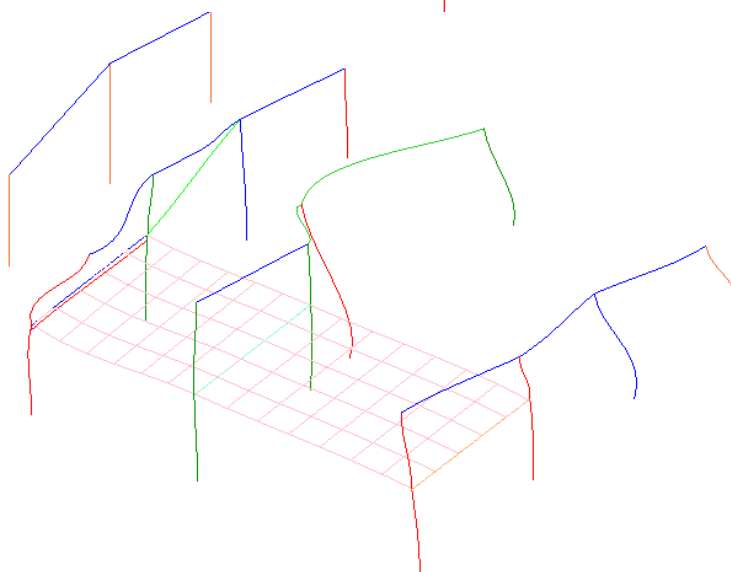
Periodo= 0,23 sec

%massa modale:33%

**SCHEMA 6° MODO DI VIBRARE**

Periodo= 0,30 sec

%massa modale:33%



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.h- Indicazione motivata del metodo di analisi seguito

Il metodo degli elementi finiti, su cui si basa la modellazione strutturale, nasce dalla necessità di approssimare le equazioni differenziali, che governano lo stato di un sistema continuo, con un sistema di equazioni algebriche in un numero finito di incognite. In quest'ottica, la discretizzazione del continuo è il primo passo e consiste nel suddividerlo in sottodomini, detti elementi finiti, e di scegliere dei punti di contatto, detti nodi strutturali, tra elementi contigui o all'interno degli elementi stessi.

Le misure degli spostamenti nodali (metodo degli spostamenti) o delle forze nodali (metodo duale delle forze) sono assunte come incognite del problema e le equazioni algebriche risolventi sono generate impiegando, in generale, un principio variazionale. Impostato così il problema, è evidente che un elemento finito non è che un modello matematico atto a simulare il comportamento della struttura reale e, data la discrezionalità con la quale si procede alla discretizzazione del continuo, è altresì evidente che, per una stessa struttura, si possono creare più modelli, ognuno con un proprio grado di affidabilità anche in relazione allo specifico problema in esame. Ad esempio una trave può schematizzarsi con un singolo elemento beam, con più elementi beam in serie ovvero con una mesh di elementi piani o solidi in funzione del tipo di problema studiato (calcolo delle azioni interne, ricerca delle concentrazioni di tensione in corrispondenza degli appoggi, trasferimento del calore, ecc...).

Un elemento finito è "classificabile" in base a:

- la sua geometria (x,y,z);
- il campo di spostamenti che copre (v);
- il legame deformazioni-spostamenti $\epsilon=f(v)$ che adotta;
- la legge costitutiva del materiale che è in grado di approssimare $\sigma = g(\epsilon)$.

Dal punto di vista della geometria si hanno, infatti, a disposizione elementi:

- puntuali (elementi boundary, plinti di fondazione, ecc.)
- lineari (elementi biella, trave, ecc.)
- superficiali (triangolari CST, LST, quadrangolari, isoparametrici a 4/8 nodi, ecc.)
- solidi (elementi brick a 8/21 nodi, tetraedrici o esaedrici a facce piane o curve ecc.).

Per quanto riguarda gli spostamenti, si hanno elementi in grado di coprire tutte le sei componenti di spostamento nodale (ad es. gli elementi beam) oppure solo alcune di esse (come le tre componenti di traslazione per gli elementi biella).

Infine si ha una notevole diversificazione, anche per lo stesso tipo di modello, considerando il legame spostamenti- deformazioni che l'elemento finito è in grado di approssimare (introduzione della matrice di rigidezza geometrica in problemi di non linearità geometrica) oltre alla capacità dell'elemento stesso di seguire la legge costitutiva del materiale (problemi di non linearità materiale).

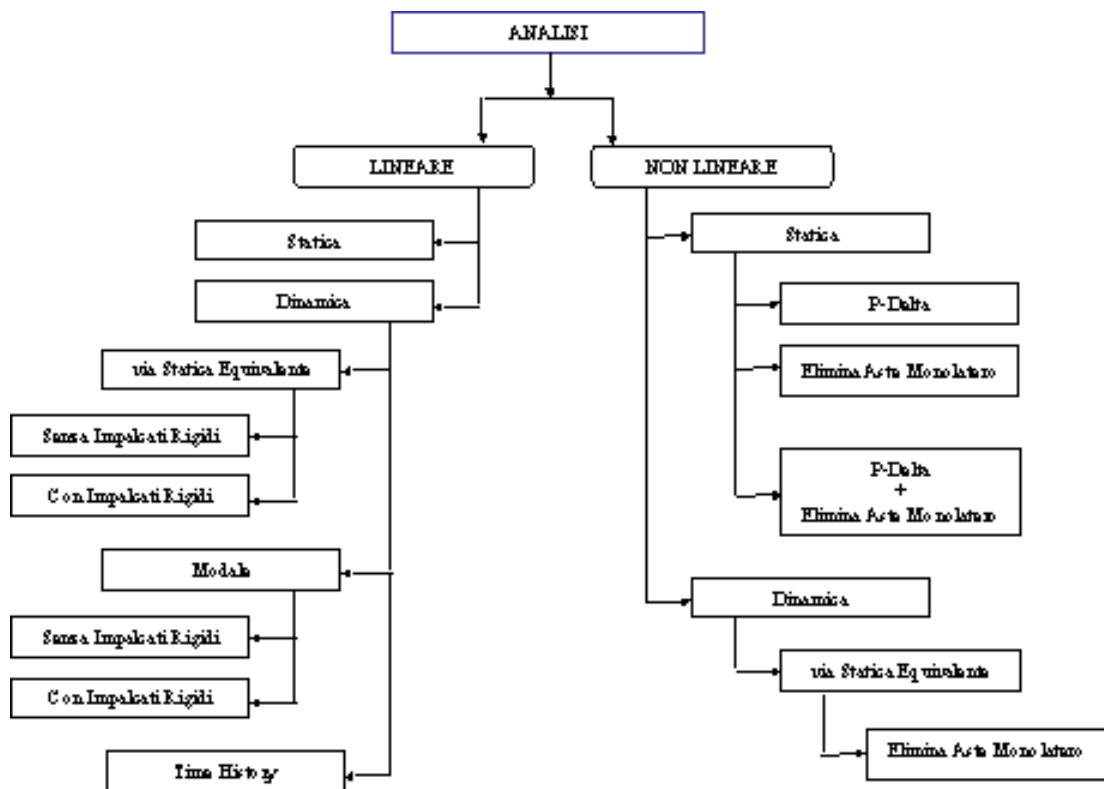
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Solitamente la fase di modellazione della struttura, totalmente gestita dal Pre-Processore, viene conclusa con la definizione del tipo di analisi da condurre.



Un modello agli elementi finiti è un modello matematico che simula il comportamento di una generica struttura reale mediante una specifica discretizzazione in n sottostrutture di tipo predefinito; l'assemblaggio dei modelli di ciascuna sottostruttura ottenuta conduce al modello globale.

Questa operazione di discretizzazione della struttura implica due scelte fondamentali:

la scelta dell'elemento finito che meglio si adatta allo specifico problema in esame;

la scelta del numero e della disposizione topologica degli elementi finiti all'interno della struttura stessa.

In *WinStrand* sono implementati i seguenti elementi finiti:

- Bielle
- Pilastrini
- Travi
- Travi di Fondazione
- Setti
- Plinti
- Pali

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

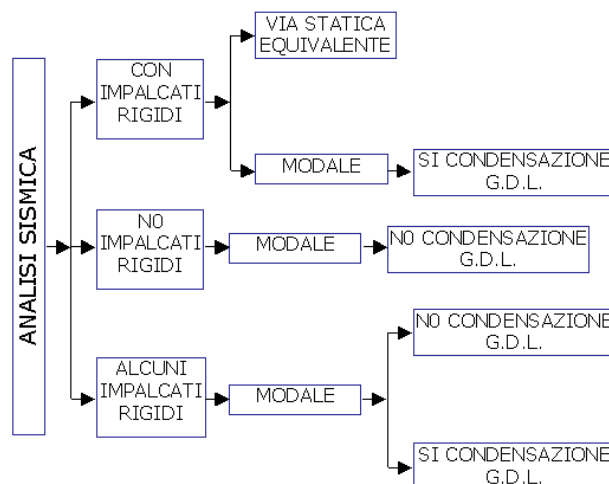
- Elementi Triangolari
- Elementi a 4 Nodi
- Isoparametrici a 8 Nodi
- Elementi 3D con 4 nodi
- Elementi 3D con 6 nodi
- Elementi 3D con 8 nodi

Tutti questi elementi sono caratterizzati da un legame lineare spostamenti-deformazioni e presuppongono un comportamento elastico lineare del materiale costitutivo.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema strutturale sono:

- Travi: Elementi con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio.
- Pilastri: Elementi con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio.
- Elementi a quattro nodi : utilizzati nella modellazione di solette piane

Nello schema seguente si illustrano le situazioni di calcolo più ricorrenti prevedibili per un telaio da sottoporre ad analisi sismica



L'analisi condotta in questa progettazione è di tipo **Lineare modale senza condensazione dei gradi di libertà (lineare dinamica senza ipotesi di impalcati rigidi)**.

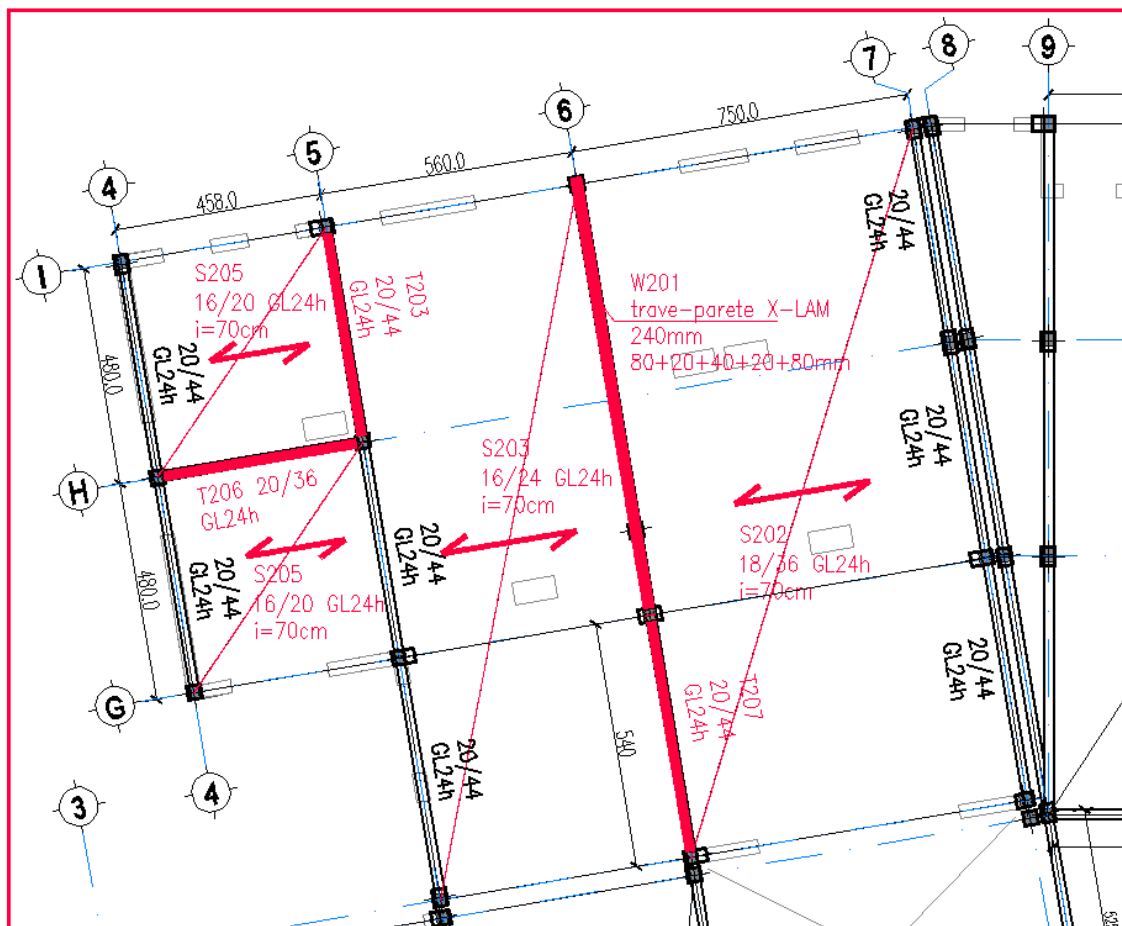
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2.2.i- Criteri di verifica degli stati limite indagati, in presenza di azione sismica
TRAVI

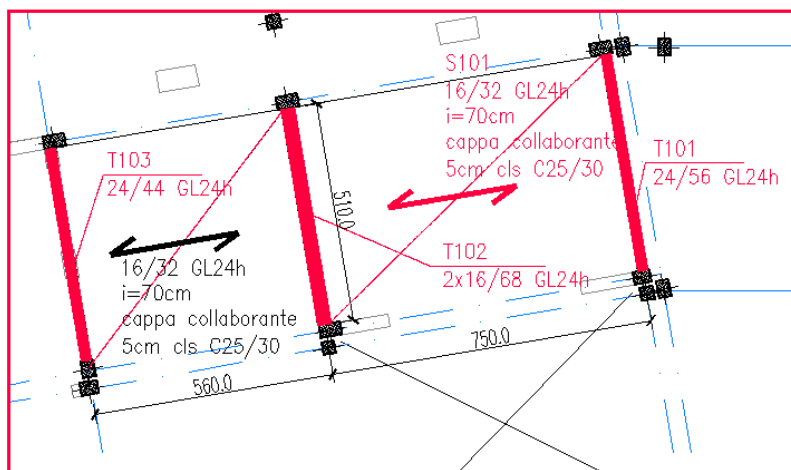
Ai fini delle verifiche di sicurezza, degli elementi lignei e relative connessioni, sono stati adottati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo e allo stato limite d'esercizio, nonché considerando l'azione sismica e la condizione eccezionale d'incendio.

Per la verifica degli elementi strutturali in legno, quali travi e travetti, sono stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Per ogni sezione lignea di riferimento, sono stati verificati gli elementi aventi maggiori sollecitazioni in base alle condizioni di sollecitazione e vincolo.

Si riepilogano di seguito gli elementi verificati. I risultati sono stati estesi agli elementi aventi sollecitazioni uguali o inferiori a quelli calcolati

Nelle schede con le verifiche degli elementi strutturali sono indicati i carichi a ml agenti sulla trave. Tali carichi sono stati ottenuti moltiplicando i carichi a mq valutati al cap.2.2.f2 per la lunghezza di influenza delle travi stesse.

COPERTURA


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
SOLAIO 1


Per la verifica delle connessioni legno-legno e legno-C.A., nella maggiore parte dei casi, sono sempre stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Le sollecitazioni di verifica sono state ricavate dall'analisi globale, considerando gli effetti sia dei carichi ordinari, sia dell'azione sismica di progetto. Per alcune connessioni, è stato previsto l'impiego di sistemi di collegamento di produzione industriale brevettati, per i quali è lo stesso produttore a fornire i valori di resistenza, in maniera ufficiale, a mezzo di benessere tecnico.

PILASTRI

Per la verifica degli elementi è stato utilizzato un modello globale nel quale i pilastri sono ipotizzati incastrati al piede.

Riepilogo verifiche effettuate:

- verifica agli SLU e SLV – Verifica a pressoflessione deviata N/M - rapporto fra le sollecitazioni di calcolo e la resistenza ultima del pilastro, e deve essere inferiore ad 1.
- verifica agli SLU e SLV – Verifica a taglio V/T lato cls - rapporto V_{sd}/V_{rd} , che deve essere inferiore ad 1.
- verifica agli SLU e SLV – Verifica a taglio V/T acciaio - rapporto V_{sd}/V_{rd} , che deve essere inferiore ad 1.
- verifica agli SLV – verifica sismica di cui al punto 7.4.4.2.2.1 del DM 14.01.2008

- verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sul calcestruzzo
- verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sull'acciaio

- verifica agli SLE –comb. Frequenti - verifica delle tensioni sul calcestruzzo
- verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sull'acciaio

- verifica agli SLE –comb. quasi permanenti - verifica delle tensioni sul calcestruzzo

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

- verifica agli SLE –comb. quasi permanenti - verifica delle tensioni sull'acciaio sul calcestruzzo
- verifica agli SLE –comb. Frequente e quasi permanenti-controllo apertura delle fessure secondo i criteri esplicitati nella tabella 4.1.IV NTC08
- verifica agli SLO – verifica di cui al punto 7.3.7.2 NTC 2008 per edifici ricadenti in classe d'uso III

Nel capitolo successivo si riportano i diagrammi relativi alle deformazioni e azioni principali, mentre le verifiche numeriche saranno indicate nei tabulati che compongono il capitolo 1.2 della relazione di calcolo.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

GIUNTI

Per evitare il martellamento tra i due manufatti in contro fase è previsto un giunto sismico di dimensione pari a 10 cm.

Il capitolo 7.2.2 NTC 2008 precisa che la distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per l'SLV.

In ogni caso la distanza tra due punti che si fronteggiano non può essere inferiore ad $1/100$ della quota dei punti considerati misurata dal piano di fondazione, moltiplicata per $(ag \times S / 0,50 \times g)$. Si ha qui:

H. max = 615cm
(SLV) $ag = 0,1873$ g
S = 1,426

Spostamento max SLV = $1/100 \times H \times (ag \times S / 0,50 \times g) = 1/100 \times 615 \times (0,1873 \times 1,426) / 0,50 = 3,29\text{cm}$

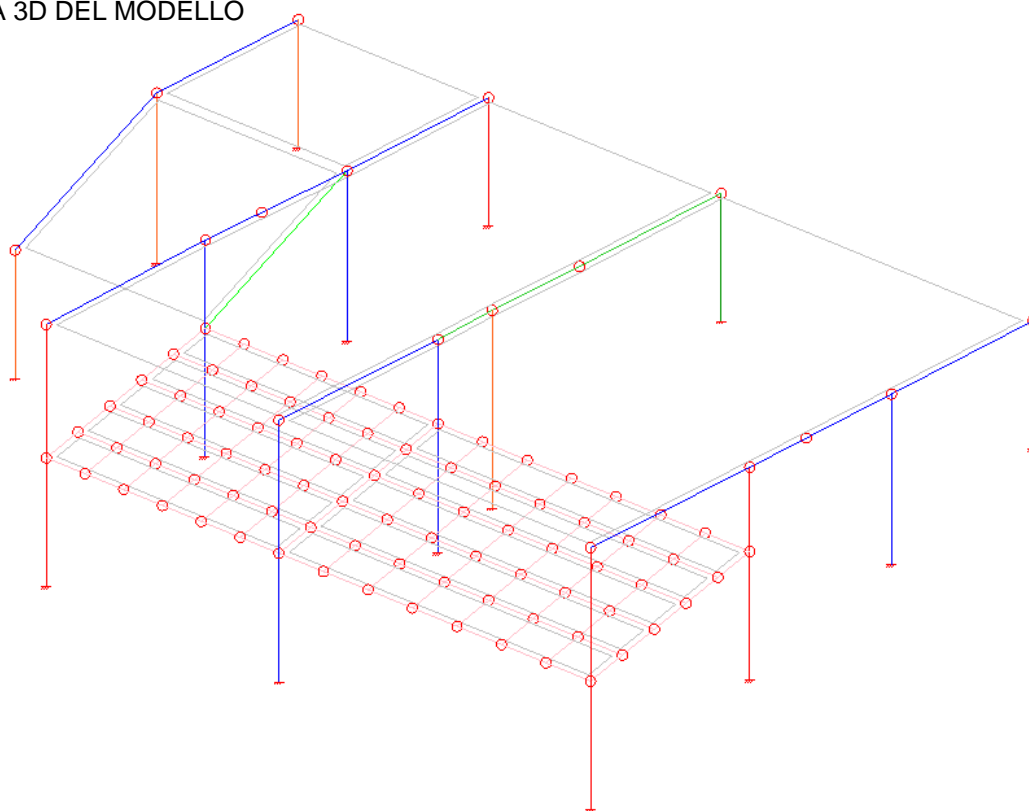
- La dimensione minima del giunto deve essere quindi : $3,29 \times 2 = 6,58\text{cm}$

All'Slv si ha, dallo studio dei cinque modelli di calcolo, che lo spostamento max. dei pilastri in corrispondenza del giunto = 1,36cm (MODELLO C, PILASTRO 193-66, COMB.5)

Il giunto ha dimensione 10cm ed è quindi sempre verificato. Il giunto è quindi efficace e le cinque unità strutturali possono essere considerate indipendenti fra loro, quindi possono essere studiate separatamente.

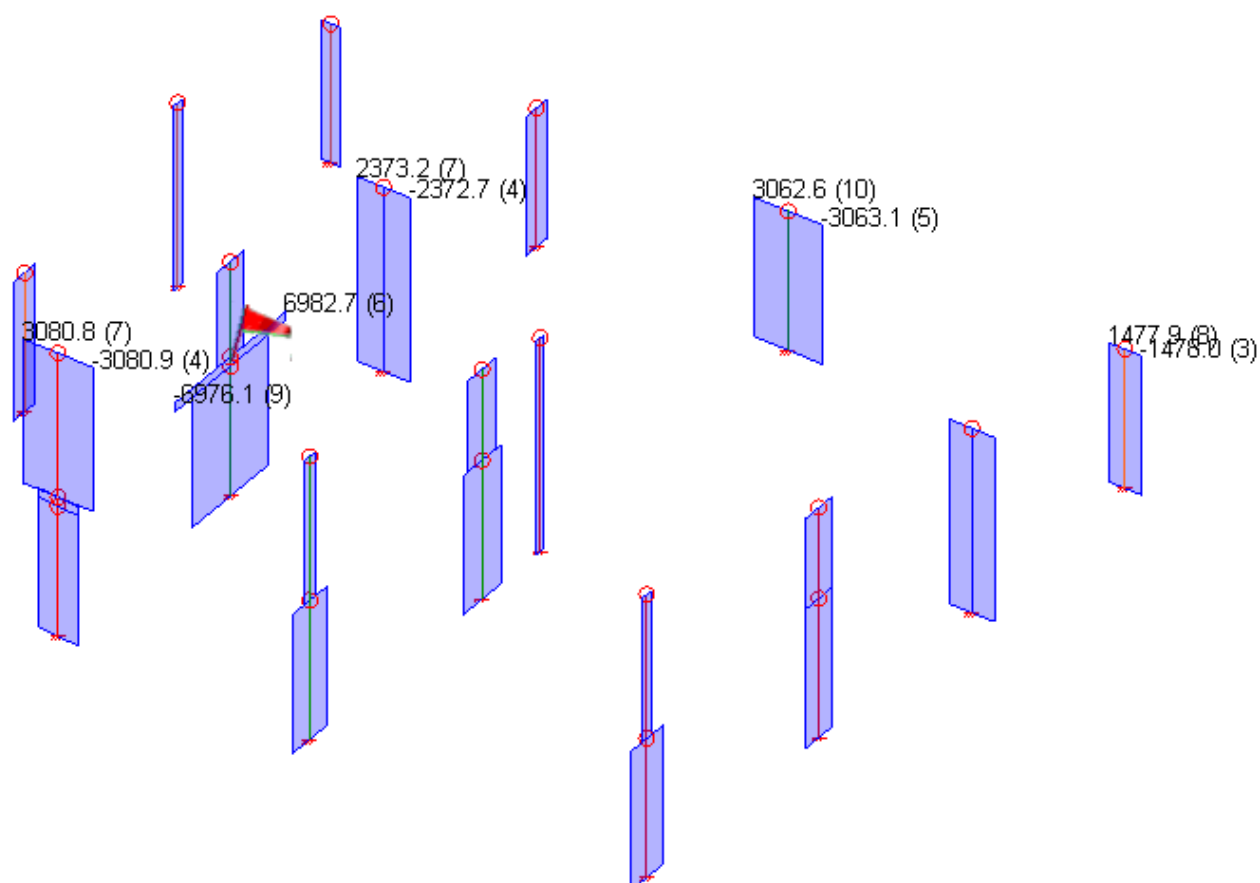
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

2.2.j- Rappresentazione della configurazione deformata e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative/ Sintesi delle verifiche di sicurezza / giudizio motivato di accettabilità dei risultati

2.2.J.1-DIAGRAMMI DI INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI**SCHEMA 3D DEL MODELLO**

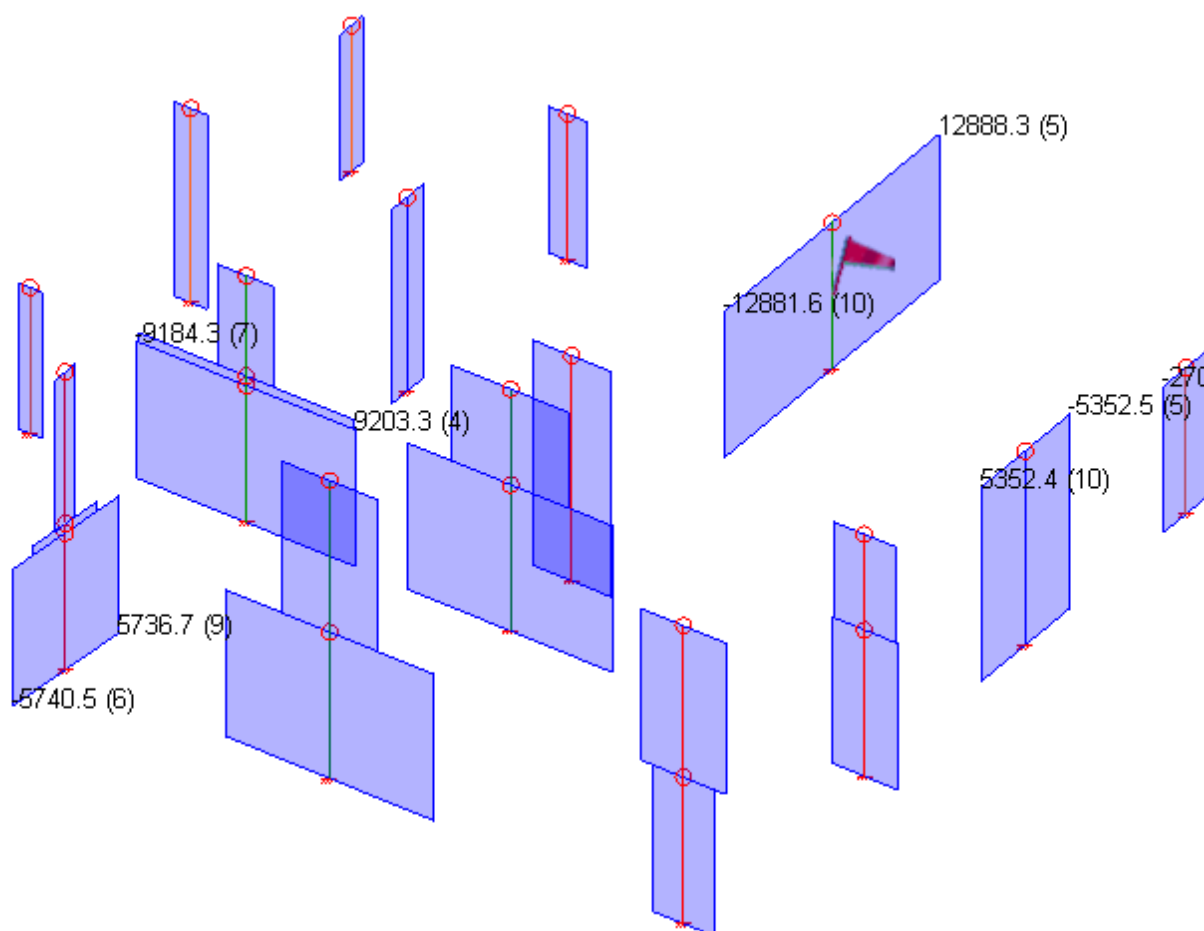
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
DIAGRAMMA INVILUPPO Tx

(unità di misura: daN)



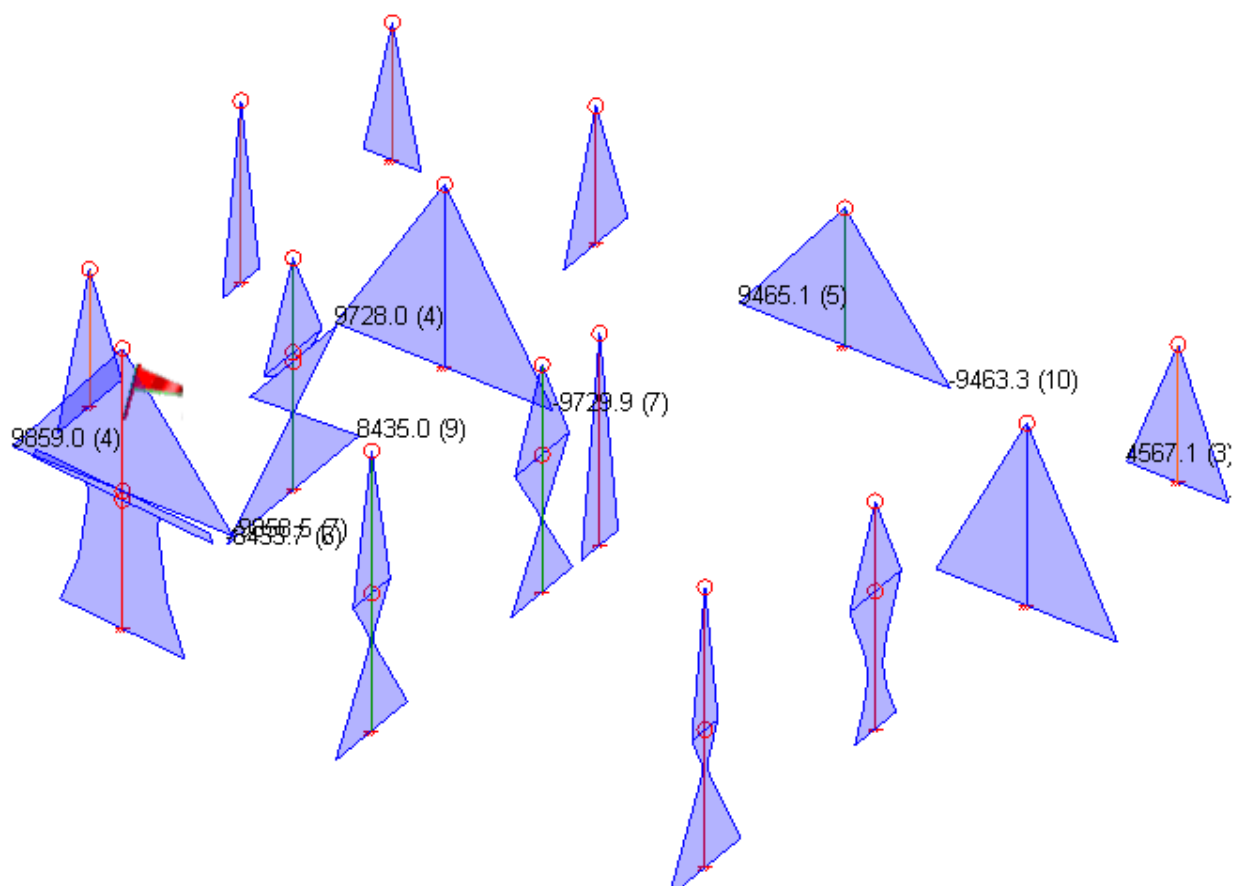
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
DIAGRAMMA INVILUPPO T_y

(unità di misura: daN)



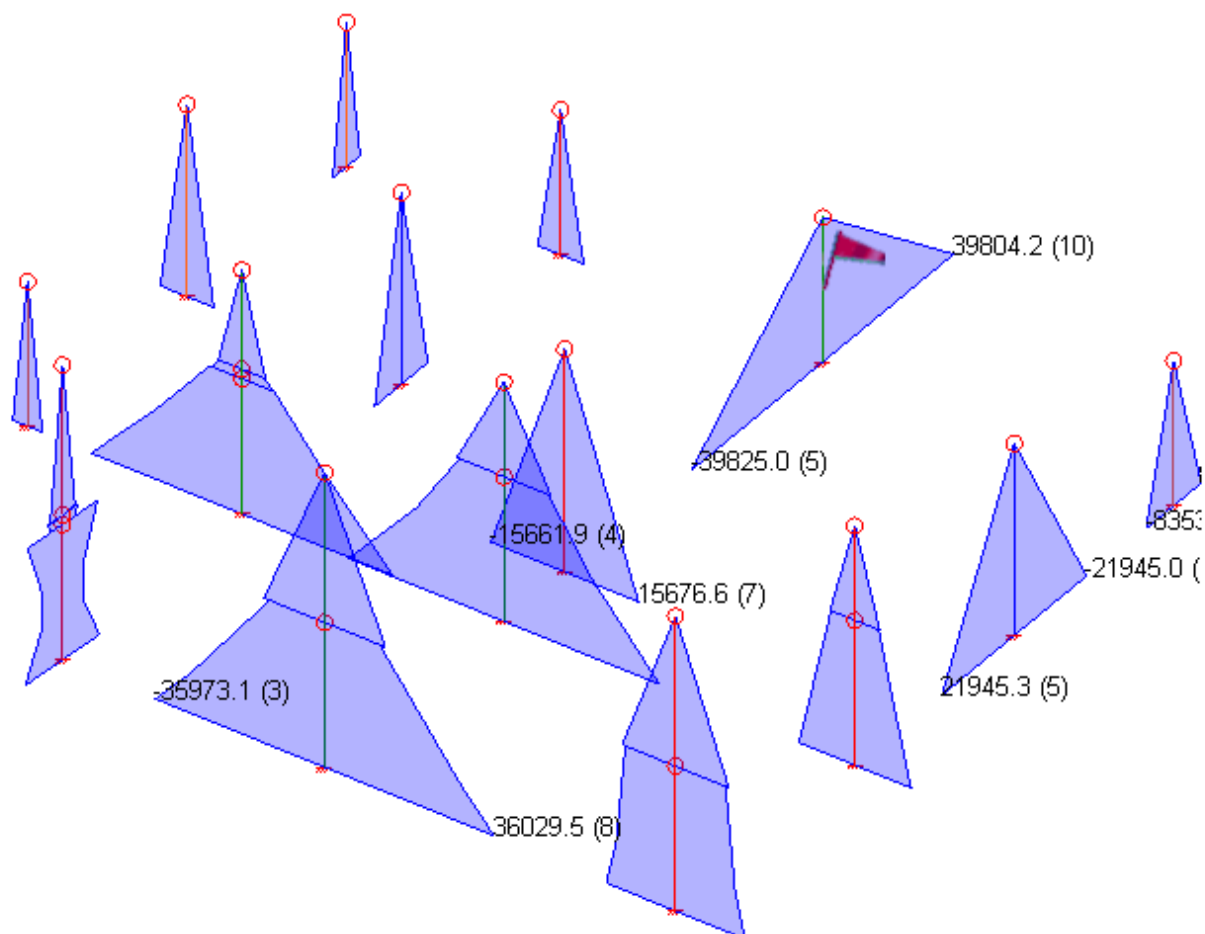
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
DIAGRAMMA INVILUPPO M_x

(unità di misura: daNm)



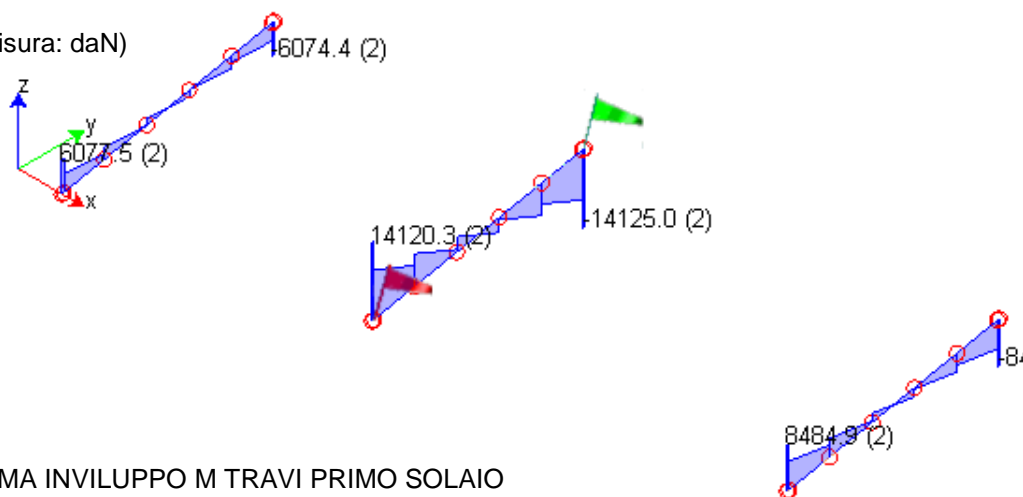
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
DIAGRAMMA INVILUPPO M_y

(unità di misura: daNm)

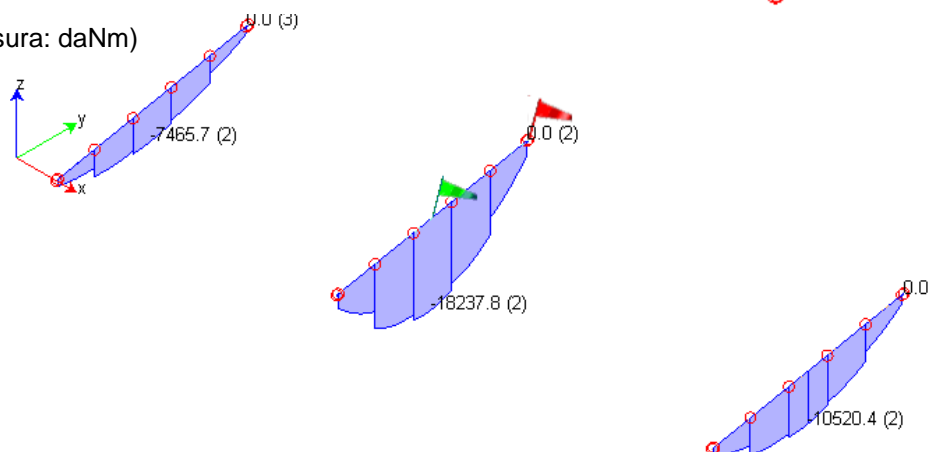


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
DIAGRAMMA INVILUPPO T TRAVI PRIMO SOLAIO

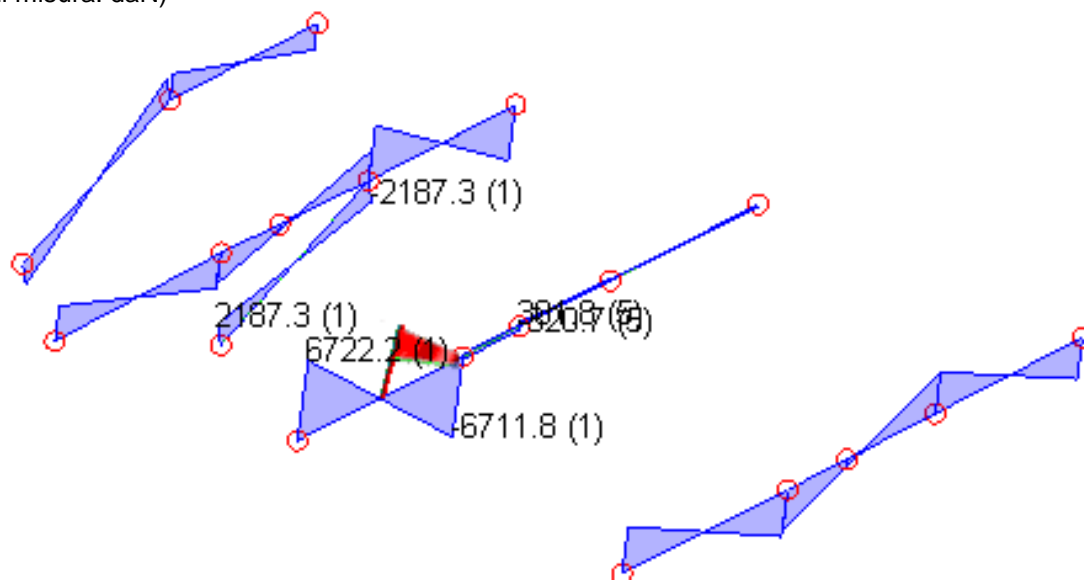
(unità di misura: daN)


DIAGRAMMA INVILUPPO M TRAVI PRIMO SOLAIO

(unità di misura: daNm)


DIAGRAMMA INVILUPPO T TRAVI COPERTURA

(unità di misura: daN)

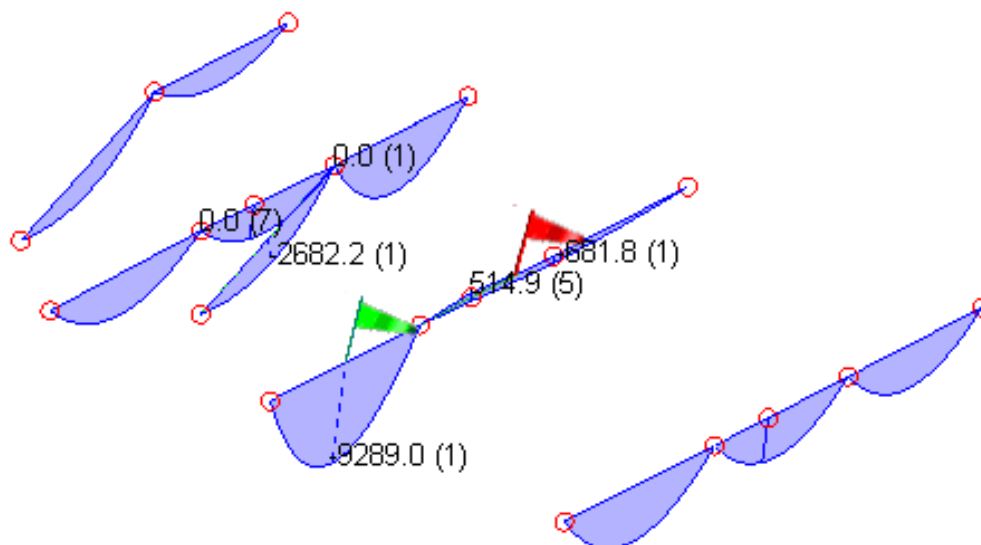


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

DIAGRAMMA INVILUPPO M TRAVI COPERTURA

(unità di misura: daNm)



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

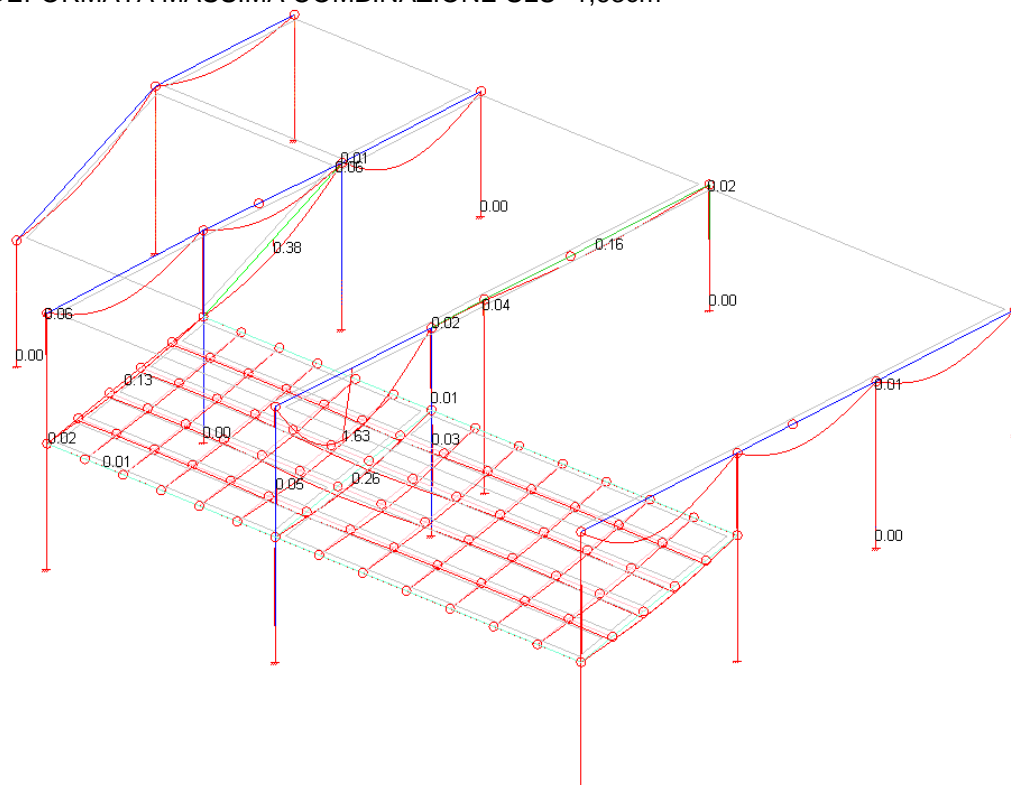
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

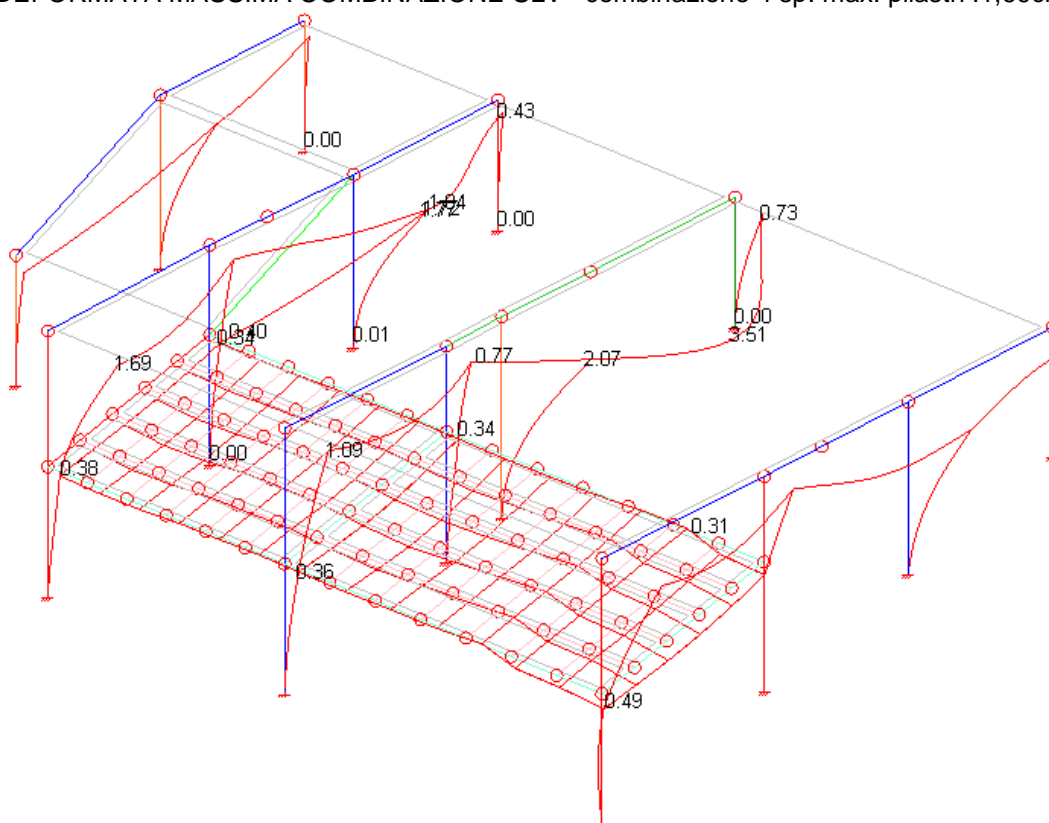
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.J.2-DEFORMATE DELLA STRUTTURA

DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SLU -1,63cm



DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SLV –combinazione 4 sp. max. pilastri :1,69cm



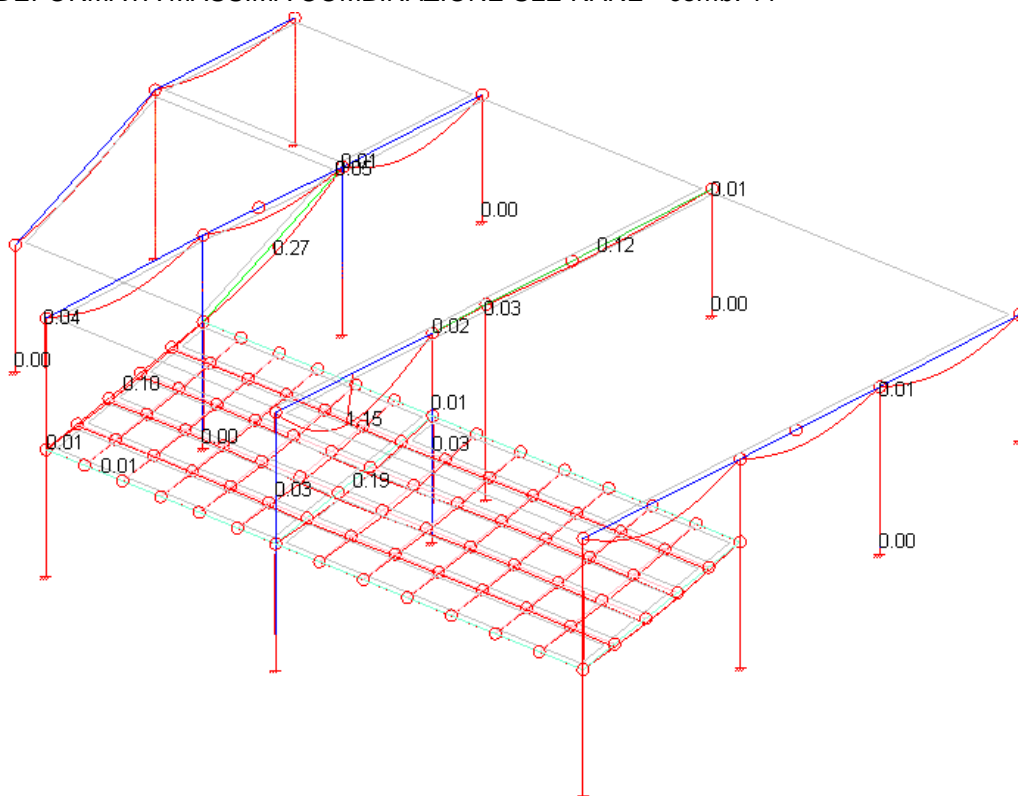
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

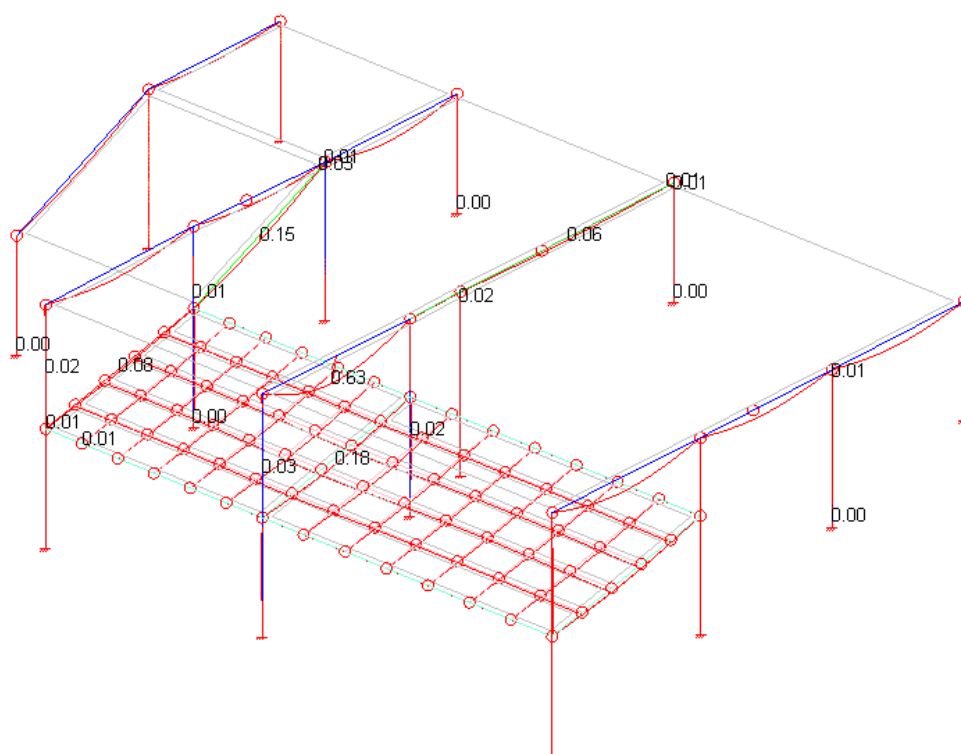
PROGETTO ESECUTIVO

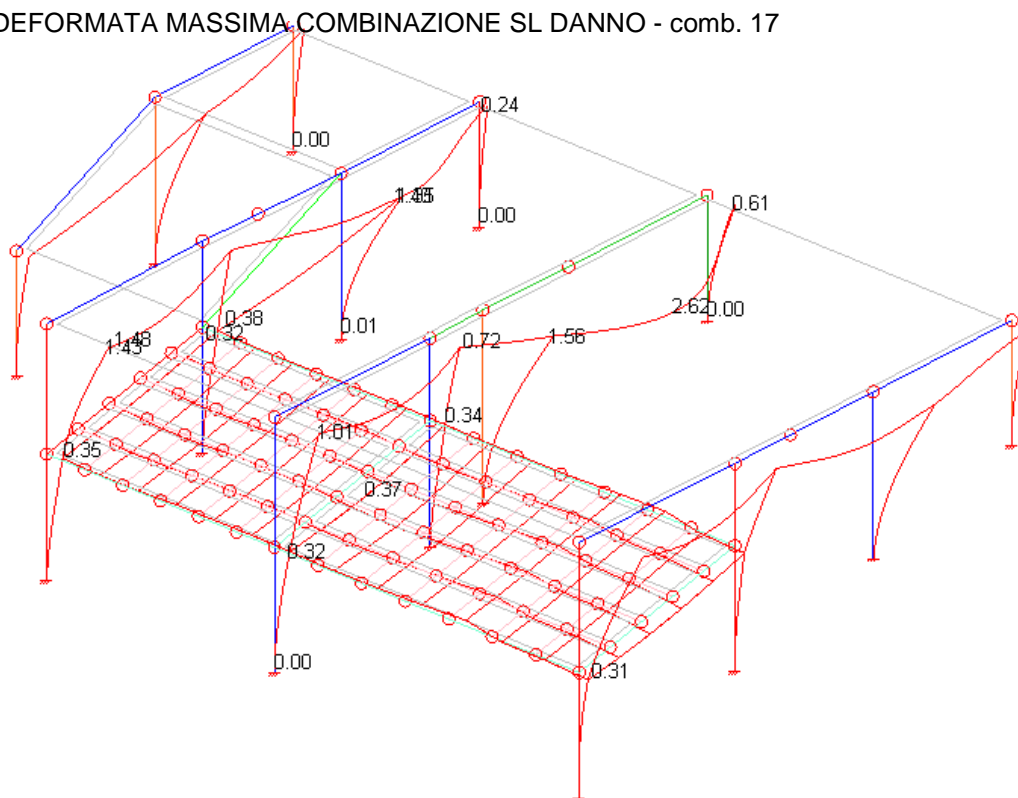
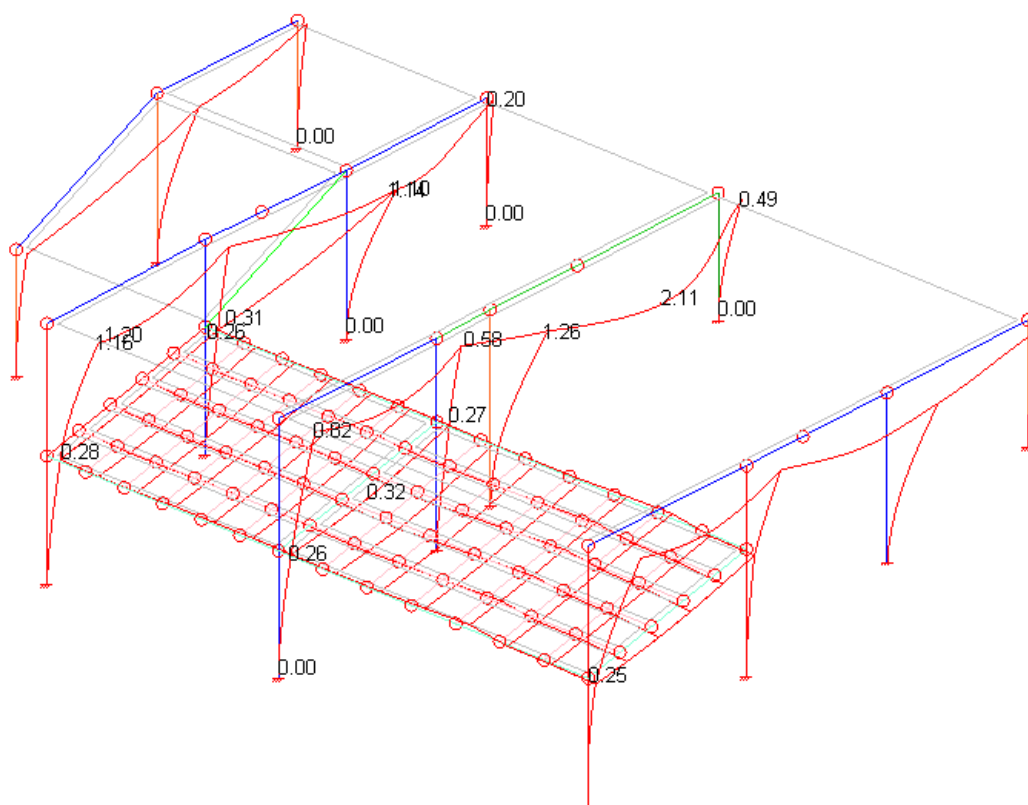
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SLE RARE - comb. 11



DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SLE FREQUENTI - comb. 14



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SL DANNO - comb. 17

DEFORMATA MASSIMA COMBINAZIONE SL OPERATIVITA' - comb. 25


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.J.3-VERIFICA DEL CONTENIMENTO DEL DANNO PER ELEMENTI NON STRUTTURALI

Il D.M. 14/01/2008 al §7.3.7.2 prescrive: "Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione".

Tale condizione si può ritenere soddisfatta se risulta valida la relazione seguente in presenza dell'azione sismica di progetto allo SLD:

$d_r < d_{r,LIM} = 0.005 \cdot h$ (per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa)

dove:

- d_r : spostamento di interpiano, ovvero la differenza tra gli spostamenti al solaio superiore ed inferiore;
- h : altezza del piano.

Lo spostamento d_r viene calcolato come il rapporto tra la forza agente in mezzeria del pannello, valutata per lo SLD, e la rigidezza dello stesso, ovvero:

$$d_r = \frac{F_{a,SLD}}{k_p}$$

Dove:

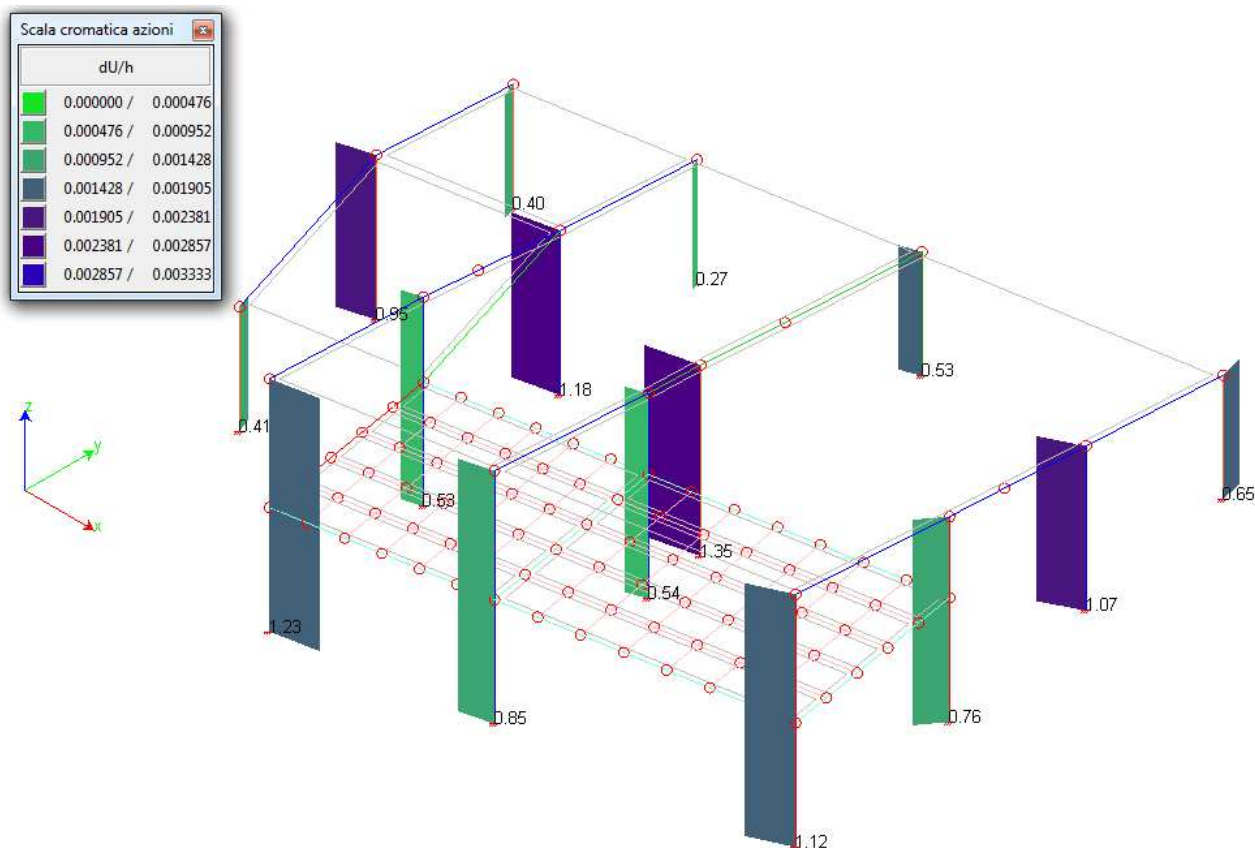
$F_{a,SLD}$ = Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

K_p = Rigidezza del pannello di tamponatura.

con la rigidezza k_p data dalla seguente relazione:

$$k_p = \frac{384}{5} \cdot \frac{EI}{h^3}$$

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione. Nel caso delle costruzioni civili ed industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO sia inferiore ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Combinazioni agli Stati Limite di Operatività- Massimi spostamenti differenziali orizzontali
Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
c 1
Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.00333 H


Comb.	Ux		Uy		Uz		Uxyz	
	Nodi	Ux [cm]	Nodi	Uy [cm]	Nodi	Uz [cm]	Nodi	Uxyz [cm]
25	7-259	1.31	8-201	0.47	13-248	0.00	7-259	1.35
26	7-259	1.18	4-152	-0.37	15-257	-0.00	7-259	1.19
27	13-248	0.67	8-201	0.67	13-248	0.00	15-257	0.91
28	12-223	0.17	4-152	0.63	15-257	0.00	4-152	0.65
29	7-259	-1.18	4-152	0.37	15-257	0.00	7-259	1.19
30	7-259	-1.31	8-201	-0.47	13-248	-0.00	7-259	1.35
31	12-223	-0.17	4-152	-0.63	15-257	-0.00	4-152	0.65
32	13-248	-0.67	8-201	-0.67	13-248	-0.00	15-257	0.91

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Spostamenti Max in direzione Ux [cm]

Nodi	Comb.	25	26	27	28	29	30	31	32
7 259	25	1.31	1.18	0.59	-0.16	-1.18	-1.31	0.16	-0.59
7 259	26	1.31	1.18	0.59	-0.16	-1.18	-1.31	0.16	-0.59
13 248	27	1.20	1.00	0.67	0.00	-1.00	-1.20	-0.00	-0.67
12 223	28	0.57	0.39	0.45	0.17	-0.39	-0.57	-0.17	-0.45
7 259	29	1.31	1.18	0.59	-0.16	-1.18	-1.31	0.16	-0.59
7 259	30	1.31	1.18	0.59	-0.16	-1.18	-1.31	0.16	-0.59
12 223	31	0.57	0.39	0.45	0.17	-0.39	-0.57	-0.17	-0.45
13 248	32	1.20	1.00	0.67	0.00	-1.00	-1.20	-0.00	-0.67

Spostamenti Max in direzione Uy [cm]

Nodi	Comb.	25	26	27	28	29	30	31	32
8 201	25	0.47	0.12	0.67	0.49	-0.12	-0.47	-0.49	-0.67
4 152	26	-0.02	-0.37	0.51	0.63	0.37	0.02	-0.63	-0.51
8 201	27	0.47	0.12	0.67	0.49	-0.12	-0.47	-0.49	-0.67
4 152	28	-0.02	-0.37	0.51	0.63	0.37	0.02	-0.63	-0.51
4 152	29	-0.02	-0.37	0.51	0.63	0.37	0.02	-0.63	-0.51
8 201	30	0.47	0.12	0.67	0.49	-0.12	-0.47	-0.49	-0.67
4 152	31	-0.02	-0.37	0.51	0.63	0.37	0.02	-0.63	-0.51
8 201	32	0.47	0.12	0.67	0.49	-0.12	-0.47	-0.49	-0.67

Spostamenti Max in direzione Uz [cm]

Nodi	Comb.	25	26	27	28	29	30	31	32
13 248	25	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
15 257	26	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
13 248	27	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
15 257	28	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
15 257	29	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
13 248	30	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
15 257	31	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00
13 248	32	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00

Spostamenti Max in direzione |Uxyz| [cm]

Nodi	Comb.	25	26	27	28	29	30	31	32
7 259	25	1.35	1.19	0.70	0.29	1.19	1.35	0.29	0.70
7 259	26	1.35	1.19	0.70	0.29	1.19	1.35	0.29	0.70
15 257	27	1.12	0.83	0.91	0.50	0.83	1.12	0.50	0.91

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

4 152	28	0.39	0.55	0.52	0.65	0.55	0.39	0.65	0.52
7 259	29	1.35	1.19	0.70	0.29	1.19	1.35	0.29	0.70
7 259	30	1.35	1.19	0.70	0.29	1.19	1.35	0.29	0.70
4 152	31	0.39	0.55	0.52	0.65	0.55	0.39	0.65	0.52
15 257	32	1.12	0.83	0.91	0.50	0.83	1.12	0.50	0.91

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 30 Fra i nodi 7 259 In direzione |Uxyz| - Spostamento 1.35

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.003330 H

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2.2.J.4-EFFETTI DEL II ORDINE

Secondo il cap.7.3.1.NTC08, le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ .

In particolare, per le costruzioni civili ed industriali, esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = (P \cdot dr) / (V \cdot h) < 0,1$$

dove:

P=carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame

Dr=spostamento orizzontale medio di interpiano

V=forza orizzontale totale in corrispondenza

H= distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante

Per i fabbricati oggetto di studio si ha sempre $\theta < 0,1$, sia per gli SLD che per gli SLV, quindi le non linearità geometriche possono essere trascurate. Si riporta di seguito il calcolo del fattore θ per tutte le combinazioni sismiche.

Valutazione Effetti NON-Lineari Pdr/Vh

$$V_x \theta_x = P \cdot dr_{,x} / h$$

$$V_y \theta_y = P \cdot dr_{,y} / h$$

$$V \theta = P \cdot dr / h \text{ dove: } dr = \sqrt{dr_{,x}^2 + dr_{,y}^2}$$

Controllo combinazioni 3 .. 10

Fattore di struttura 1.50

Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione $U = \sqrt{dr_{,1-22}^2 + dr_{,1-32}^2}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	θ
1	259-7	5	4.75	6036.5	696.2	24.5	1.93	0.0352
2	133-14	6	3.09	10627.4	1988.9	13.8	0.40	0.0069

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

3	229-139	7	2.12	1899.6	1028.3	4.6	0.52	0.0045
4	13-131	3	3.09	5311.6	965.4	12.9	0.75	0.0134
5	197-6	8	4.10	2890.3	3025.6	22.1	3.14	0.0073
6	150-3	3	3.09	2410.1	4231.5	11.3	1.46	0.0027

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione U= $\sqrt{dr, 1-22+dr, 1-32}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	Θ
1	138-9	3	3.09	708.6	1066.6	1.6	0.69	0.0015
		4	3.09	708.6	1134.7	2.1	0.91	0.0018
		5	3.09	708.6	1334.9	2.1	0.91	0.0016
		6	3.09	708.6	1389.4	2.5	1.08	0.0018
		7	3.09	708.6	1133.9	2.1	0.91	0.0018
		8	3.09	708.6	1066.8	1.6	0.69	0.0015
		9	3.09	708.6	1390.8	2.5	1.08	0.0018
		10	3.09	708.6	1336.1	2.1	0.91	0.0016
1	259-7	3	4.75	6036.5	1405.7	48.0	3.78	0.0341
		4	4.75	6036.5	1271.6	42.4	3.34	0.0333
		5	4.75	6036.5	696.2	24.5	1.93	0.0352
		6	4.75	6036.5	350.8	9.7	0.76	0.0276
		7	4.75	6036.5	1271.2	42.4	3.34	0.0334
		8	4.75	6036.5	1407.6	48.1	3.79	0.0342
		9	4.75	6036.5	364.6	10.1	0.80	0.0278
		10	4.75	6036.5	704.2	24.8	1.95	0.0352
1	196-5	3	4.10	1416.6	1438.5	8.7	2.53	0.0061
		4	4.10	1416.6	1324.5	7.5	2.18	0.0057
		5	4.10	1416.6	837.6	5.4	1.55	0.0064
		6	4.10	1416.6	621.7	3.0	0.88	0.0049
		7	4.10	1416.6	1324.5	7.5	2.18	0.0057
		8	4.10	1416.6	1438.5	8.7	2.53	0.0061
		9	4.10	1416.6	621.7	3.0	0.88	0.0049
		10	4.10	1416.6	837.6	5.4	1.55	0.0064
1	152-4	3	3.09	1080.1	1486.4	3.6	1.03	0.0024
		4	3.09	1080.1	1941.1	5.1	1.47	0.0027
		5	3.09	1080.1	1920.2	4.7	1.36	0.0025
		6	3.09	1080.1	2275.2	6.0	1.71	0.0026
		7	3.09	1080.1	1911.9	5.1	1.45	0.0026

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		8	3.09	1080.1	1482.2	3.6	1.02	0.0024
		9	3.09	1080.1	2315.7	6.1	1.74	0.0026
		10	3.09	1080.1	1958.4	4.8	1.39	0.0025
1	147-1	3	3.09	708.6	878.7	1.3	0.56	0.0015
		4	3.09	708.6	993.3	1.8	0.80	0.0018
		5	3.09	708.6	1307.5	2.1	0.90	0.0016
		6	3.09	708.6	1387.6	2.4	1.07	0.0018
		7	3.09	708.6	994.2	1.8	0.80	0.0018
		8	3.09	708.6	878.4	1.3	0.56	0.0015
		9	3.09	708.6	1386.3	2.4	1.07	0.0018
		10	3.09	708.6	1306.3	2.1	0.90	0.0016
2	133-14	3	3.09	10627.4	5471.5	25.2	0.73	0.0046
		4	3.09	10627.4	4610.4	19.4	0.56	0.0042
		5	3.09	10627.4	3918.7	21.1	0.61	0.0054
		6	3.09	10627.4	1988.9	13.8	0.40	0.0069
		7	3.09	10627.4	4204.7	19.6	0.57	0.0047
		8	3.09	10627.4	5573.5	25.2	0.73	0.0045
		9	3.09	10627.4	3487.3	13.1	0.38	0.0038
		10	3.09	10627.4	4777.7	20.7	0.60	0.0043
2	141-11	3	3.09	9213.7	5823.8	21.1	0.71	0.0036
		4	3.09	9213.7	4298.5	14.4	0.48	0.0034
		5	3.09	9213.7	4936.4	19.9	0.67	0.0040
		6	3.09	9213.7	3493.1	12.8	0.43	0.0037
		7	3.09	9213.7	4883.1	14.6	0.49	0.0030
		8	3.09	9213.7	5876.5	21.1	0.71	0.0036
		9	3.09	9213.7	1839.7	12.3	0.41	0.0067
		10	3.09	9213.7	4164.8	19.6	0.66	0.0047
2	139-10	3	3.09	6887.0	4822.8	15.8	0.71	0.0033
		4	3.09	6887.0	3896.2	11.3	0.51	0.0029
		5	3.09	6887.0	5516.1	17.0	0.76	0.0031
		6	3.09	6887.0	5090.4	13.1	0.59	0.0026
		7	3.09	6887.0	4422.2	11.5	0.52	0.0026
		8	3.09	6887.0	4604.5	15.8	0.71	0.0034
		9	3.09	6887.0	3852.5	12.7	0.57	0.0033
		10	3.09	6887.0	4477.9	16.8	0.75	0.0037
3	252-133	3	3.20	1932.0	3166.4	9.3	1.55	0.0030
		4	3.20	1932.0	1966.7	6.9	1.13	0.0035
		5	3.20	1932.0	2869.0	6.7	1.12	0.0023
		6	3.20	1932.0	1573.5	2.2	0.36	0.0014

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		7	3.20	1932.0	2141.1	6.8	1.13	0.0032
		8	3.20	1932.0	3194.5	9.4	1.55	0.0029
		9	3.20	1932.0	1202.1	2.4	0.40	0.0020
		10	3.20	1932.0	2732.9	6.8	1.13	0.0025
3	221-141	3	2.02	912.4	4556.4	3.4	0.76	0.0007
		4	2.02	912.4	3771.9	2.5	0.56	0.0007
		5	2.02	912.4	3188.4	2.9	0.63	0.0009
		6	2.02	912.4	1311.3	1.6	0.36	0.0012
		7	2.02	912.4	3317.7	2.5	0.55	0.0007
		8	2.02	912.4	4499.4	3.5	0.77	0.0008
		9	2.02	912.4	2605.2	1.9	0.41	0.0007
		10	2.02	912.4	3756.7	3.0	0.67	0.0008
3	229-139	3	2.12	1899.6	1950.5	6.5	0.72	0.0033
		4	2.12	1899.6	1333.2	4.5	0.51	0.0034
		5	2.12	1899.6	1905.0	4.9	0.54	0.0026
		6	2.12	1899.6	1045.5	1.6	0.18	0.0015
		7	2.12	1899.6	1028.3	4.6	0.52	0.0045
		8	2.12	1899.6	1980.1	6.6	0.73	0.0033
		9	2.12	1899.6	1605.4	1.7	0.19	0.0011
		10	2.12	1899.6	2220.8	5.0	0.56	0.0022
4	248-131	3	3.20	871.7	2333.9	6.8	2.50	0.0029
		4	3.20	871.7	1847.1	5.7	2.10	0.0031
		5	3.20	871.7	1676.0	3.7	1.35	0.0022
		6	3.20	871.7	1054.1	0.1	0.05	0.0001
		7	3.20	871.7	1972.9	5.8	2.14	0.0030
		8	3.20	871.7	2318.5	6.9	2.54	0.0030
		9	3.20	871.7	359.5	0.0	0.01	0.0001
		10	3.20	871.7	1396.4	3.8	1.39	0.0027
4	13-131	3	3.09	5311.6	965.4	12.9	0.75	0.0134
		4	3.09	5311.6	3511.0	9.9	0.57	0.0028
		5	3.09	5311.6	4388.3	12.5	0.73	0.0028
		6	3.09	5311.6	5102.3	9.4	0.54	0.0018
		7	3.09	5311.6	2403.9	10.0	0.58	0.0042
		8	3.09	5311.6	1403.2	12.9	0.75	0.0092
		9	3.09	5311.6	6285.1	9.0	0.53	0.0014
		10	3.09	5311.6	5574.3	12.3	0.71	0.0022
4	257-134	3	3.20	1168.1	2636.5	8.9	2.45	0.0034
		4	3.20	1168.1	1982.1	6.5	1.79	0.0033
		5	3.20	1168.1	1982.3	6.5	1.78	0.0033

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		6	3.20	1168.1	803.6	2.3	0.62	0.0028
		7	3.20	1168.1	1904.3	6.6	1.80	0.0034
		8	3.20	1168.1	2671.4	9.0	2.46	0.0034
		9	3.20	1168.1	1214.8	2.4	0.66	0.0020
		10	3.20	1168.1	2173.5	6.6	1.80	0.0030
4	134-15	3	3.09	6524.9	2340.8	14.1	0.67	0.0060
		4	3.09	6524.9	2316.8	15.6	0.74	0.0067
		5	3.09	6524.9	2703.8	13.4	0.64	0.0050
		6	3.09	6524.9	2422.1	15.1	0.71	0.0062
		7	3.09	6524.9	1863.5	15.9	0.75	0.0085
		8	3.09	6524.9	2401.4	14.4	0.68	0.0060
		9	3.09	6524.9	3121.8	14.7	0.70	0.0047
		10	3.09	6524.9	3272.2	13.2	0.62	0.0040
4	223-143	3	2.02	2373.2	2384.9	16.6	1.41	0.0070
		4	2.02	2373.2	2076.3	9.8	0.83	0.0047
		5	2.02	2373.2	3080.6	15.3	1.30	0.0050
		6	2.02	2373.2	3056.5	7.4	0.63	0.0024
		7	2.02	2373.2	2525.1	10.2	0.87	0.0040
		8	2.02	2373.2	2451.7	17.0	1.45	0.0070
		9	2.02	2373.2	2465.9	8.0	0.68	0.0032
		10	2.02	2373.2	2635.2	15.8	1.35	0.0060
4	143-12	3	3.09	7535.4	2469.1	16.6	0.68	0.0067
		4	3.09	7535.4	1945.1	15.6	0.64	0.0080
		5	3.09	7535.4	2453.3	17.7	0.73	0.0072
		6	3.09	7535.4	2249.5	17.0	0.70	0.0076
		7	3.09	7535.4	2533.5	16.0	0.66	0.0063
		8	3.09	7535.4	2668.5	16.8	0.69	0.0063
		9	3.09	7535.4	1351.7	16.6	0.68	0.0123
		10	3.09	7535.4	1970.7	17.6	0.72	0.0089
4	148-2	3	3.09	1432.5	1642.9	2.1	0.44	0.0013
		4	3.09	1432.5	1570.6	2.8	0.60	0.0018
		5	3.09	1432.5	1305.0	2.7	0.58	0.0021
		6	3.09	1432.5	1222.0	3.3	0.71	0.0027
		7	3.09	1432.5	1579.9	2.8	0.61	0.0018
		8	3.09	1432.5	1640.0	2.1	0.44	0.0013
		9	3.09	1432.5	1193.9	3.2	0.70	0.0027
		10	3.09	1432.5	1281.1	2.6	0.56	0.0020
5	201-8	3	4.10	2160.1	2601.8	14.9	2.83	0.0057
		4	4.10	2160.1	3570.3	12.1	2.30	0.0034

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		5	4.10	2160.1	3787.7	11.2	2.13	0.0030
		6	4.10	2160.1	4477.6	7.0	1.32	0.0016
		7	4.10	2160.1	3507.1	12.1	2.30	0.0034
		8	4.10	2160.1	2593.1	15.0	2.84	0.0058
		9	4.10	2160.1	4560.0	7.1	1.35	0.0016
		10	4.10	2160.1	3865.6	11.3	2.15	0.0029
5	197-6	3	4.10	2890.3	3027.0	22.1	3.14	0.0073
		4	4.10	2890.3	2845.3	19.5	2.76	0.0069
		5	4.10	2890.3	2082.5	11.2	1.59	0.0054
		6	4.10	2890.3	1822.1	4.0	0.57	0.0022
		7	4.10	2890.3	2858.0	19.5	2.77	0.0068
		8	4.10	2890.3	3025.6	22.1	3.14	0.0073
		9	4.10	2890.3	1782.2	3.9	0.56	0.0022
		10	4.10	2890.3	2052.4	11.2	1.58	0.0054
6	150-3	3	3.09	2410.1	4231.5	11.3	1.46	0.0027
		4	3.09	2410.1	6377.9	9.1	1.17	0.0014
		5	3.09	2410.1	10026.6	8.6	1.11	0.0009
		6	3.09	2410.1	10939.5	5.3	0.68	0.0005
		7	3.09	2410.1	5981.3	9.1	1.17	0.0015
		8	3.09	2410.1	4379.1	11.4	1.46	0.0026
		9	3.09	2410.1	11424.0	5.6	0.72	0.0005
		10	3.09	2410.1	10501.3	8.8	1.13	0.0008

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Valutazione Effetti NON-Lineari Pdr/Vh

$$V_x \Theta_x = P \, dr_{,x} / h$$

$$V_y \Theta_y = P \, dr_{,y} / h$$

$$V \Theta = P \, dr / h \text{ dove: } dr = \sqrt{dr_{,x}^2 + dr_{,y}^2}$$

Controllo combinazioni 17 .. 24

Fattore di struttura 1.50

 Fattore di importanza γ_i 1.00

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione $U = \sqrt{dr_{,1-22} + dr_{,1-32}}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	Θ
1	259-7	19	4.75	6036.5	465.5	16.4	1.29	0.0353
2	133-14	20	3.09	10627.4	1163.8	9.7	0.28	0.0083
3	229-139	21	2.12	1899.6	762.0	3.2	0.36	0.0042
4	143-12	23	3.09	7535.4	813.5	11.5	0.47	0.0141
5	197-6	22	4.10	2890.3	2099.3	15.4	2.18	0.0073
6	150-3	17	3.09	2410.1	2827.7	7.6	0.98	0.0027

Dettaglio risultati

Sez.	Direzione $U = \sqrt{dr_{,1-22} + dr_{,1-32}}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P dr/h [kg]	dr [cm]	Θ
1	138-9	17	3.09	708.6	740.6	1.1	0.48	0.0015
		18	3.09	708.6	788.0	1.4	0.63	0.0018
		19	3.09	708.6	926.7	1.4	0.63	0.0016
		20	3.09	708.6	964.5	1.7	0.75	0.0018
		21	3.09	708.6	787.2	1.4	0.63	0.0018
		22	3.09	708.6	740.8	1.1	0.48	0.0015
		23	3.09	708.6	965.9	1.7	0.75	0.0018
		24	3.09	708.6	928.0	1.4	0.63	0.0016
1	259-7	17	4.75	6036.5	932.9	31.9	2.51	0.0342

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		18	4.75	6036.5	844.0	28.1	2.21	0.0333
		19	4.75	6036.5	465.5	16.4	1.29	0.0353
		20	4.75	6036.5	238.6	6.6	0.52	0.0276
		21	4.75	6036.5	843.5	28.1	2.21	0.0333
		22	4.75	6036.5	934.8	31.9	2.52	0.0342
		23	4.75	6036.5	252.6	7.1	0.56	0.0280
		24	4.75	6036.5	473.7	16.7	1.31	0.0352
1	196-5	17	4.10	1416.6	998.8	6.1	1.76	0.0061
		18	4.10	1416.6	919.7	5.2	1.52	0.0057
		19	4.10	1416.6	581.6	3.7	1.08	0.0064
		20	4.10	1416.6	431.7	2.1	0.61	0.0049
		21	4.10	1416.6	919.7	5.2	1.52	0.0057
		22	4.10	1416.6	998.8	6.1	1.76	0.0061
		23	4.10	1416.6	431.7	2.1	0.61	0.0049
		24	4.10	1416.6	581.6	3.7	1.08	0.0064
1	152-4	17	3.09	1080.1	1032.8	2.5	0.71	0.0024
		18	3.09	1080.1	1352.1	3.6	1.03	0.0027
		19	3.09	1080.1	1327.5	3.3	0.94	0.0025
		20	3.09	1080.1	1573.6	4.1	1.18	0.0026
		21	3.09	1080.1	1322.9	3.5	1.00	0.0026
		22	3.09	1080.1	1028.6	2.5	0.71	0.0024
		23	3.09	1080.1	1614.1	4.2	1.21	0.0026
		24	3.09	1080.1	1365.8	3.4	0.97	0.0025
1	147-1	17	3.09	708.6	610.2	0.9	0.39	0.0015
		18	3.09	708.6	689.6	1.3	0.55	0.0018
		19	3.09	708.6	908.1	1.4	0.63	0.0016
		20	3.09	708.6	963.7	1.7	0.74	0.0018
		21	3.09	708.6	690.4	1.3	0.55	0.0018
		22	3.09	708.6	609.9	0.9	0.39	0.0015
		23	3.09	708.6	962.4	1.7	0.74	0.0018
		24	3.09	708.6	906.8	1.4	0.63	0.0016
2	133-14	17	3.09	10627.4	3809.0	17.4	0.51	0.0046
		18	3.09	10627.4	3294.2	13.3	0.39	0.0041
		19	3.09	10627.4	2627.1	14.7	0.43	0.0056
		20	3.09	10627.4	1163.8	9.7	0.28	0.0083
		21	3.09	10627.4	2891.7	13.6	0.39	0.0047

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		22	3.09	10627.4	3909.6	17.4	0.51	0.0045
		23	3.09	10627.4	2656.2	9.0	0.26	0.0034
		24	3.09	10627.4	3476.8	14.3	0.42	0.0041
2	141-11	17	3.09	9213.7	4087.0	14.5	0.49	0.0036
		18	3.09	9213.7	2959.3	9.9	0.33	0.0033
		19	3.09	9213.7	3594.7	13.8	0.46	0.0039
		20	3.09	9213.7	2692.9	9.0	0.30	0.0033
		21	3.09	9213.7	3534.3	10.1	0.34	0.0029
		22	3.09	9213.7	4139.6	14.5	0.49	0.0035
		23	3.09	9213.7	1060.3	8.5	0.28	0.0080
		24	3.09	9213.7	2836.2	13.6	0.46	0.0048
2	139-10	17	3.09	6887.0	3377.6	10.9	0.49	0.0032
		18	3.09	6887.0	2624.5	7.7	0.35	0.0029
		19	3.09	6887.0	3990.0	11.9	0.53	0.0030
		20	3.09	6887.0	3725.2	9.1	0.41	0.0025
		21	3.09	6887.0	3151.7	8.0	0.36	0.0025
		22	3.09	6887.0	3160.1	10.9	0.49	0.0034
		23	3.09	6887.0	2487.5	8.8	0.39	0.0035
		24	3.09	6887.0	2952.6	11.6	0.52	0.0039
3	252-133	17	3.20	1932.0	2213.6	6.5	1.07	0.0029
		18	3.20	1932.0	1372.5	4.7	0.78	0.0034
		19	3.20	1932.0	2039.1	4.7	0.77	0.0023
		20	3.20	1932.0	1192.6	1.5	0.25	0.0013
		21	3.20	1932.0	1543.6	4.7	0.78	0.0031
		22	3.20	1932.0	2241.6	6.5	1.07	0.0029
		23	3.20	1932.0	839.9	1.7	0.28	0.0020
		24	3.20	1932.0	1904.8	4.7	0.78	0.0025
3	221-141	17	2.02	912.4	3126.8	2.3	0.51	0.0007
		18	2.02	912.4	2659.3	1.7	0.38	0.0006
		19	2.02	912.4	2149.8	2.0	0.43	0.0009
		20	2.02	912.4	766.3	1.1	0.24	0.0014
		21	2.02	912.4	2198.2	1.7	0.37	0.0008
		22	2.02	912.4	3068.6	2.4	0.52	0.0008
		23	2.02	912.4	2027.3	1.3	0.30	0.0007
		24	2.02	912.4	2713.8	2.1	0.47	0.0008
3	229-139	17	2.12	1899.6	1402.0	4.4	0.50	0.0032

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		18	2.12	1899.6	1039.1	3.1	0.35	0.0030
		19	2.12	1899.6	1326.4	3.4	0.37	0.0025
		20	2.12	1899.6	721.4	1.1	0.12	0.0015
		21	2.12	1899.6	762.0	3.2	0.36	0.0042
		22	2.12	1899.6	1430.8	4.5	0.51	0.0032
		23	2.12	1899.6	1245.3	1.2	0.14	0.0010
		24	2.12	1899.6	1632.3	3.5	0.39	0.0021
4	248-131	17	3.20	871.7	1641.7	4.7	1.73	0.0029
		18	3.20	871.7	1286.8	3.9	1.45	0.0031
		19	3.20	871.7	1228.9	2.5	0.93	0.0021
		20	3.20	871.7	839.8	0.1	0.04	0.0001
		21	3.20	871.7	1410.4	4.1	1.49	0.0029
		22	3.20	871.7	1626.3	4.8	1.77	0.0030
		23	3.20	871.7	153.7	0.0	0.01	0.0001
		24	3.20	871.7	955.8	2.6	0.97	0.0028
4	13-131	17	3.09	5311.6	713.1	8.9	0.52	0.0125
		18	3.09	5311.6	2605.9	6.8	0.39	0.0026
		19	3.09	5311.6	2867.3	8.7	0.51	0.0030
		20	3.09	5311.6	3361.3	6.6	0.38	0.0020
		21	3.09	5311.6	1500.7	6.9	0.40	0.0046
		22	3.09	5311.6	1112.5	8.9	0.52	0.0080
		23	3.09	5311.6	4544.1	6.2	0.36	0.0014
		24	3.09	5311.6	4053.3	8.5	0.49	0.0021
4	257-134	17	3.20	1168.1	1832.0	6.2	1.69	0.0034
		18	3.20	1168.1	1397.6	4.5	1.24	0.0032
		19	3.20	1168.1	1356.5	4.5	1.23	0.0033
		20	3.20	1168.1	505.3	1.6	0.43	0.0031
		21	3.20	1168.1	1320.2	4.5	1.25	0.0034
		22	3.20	1168.1	1866.7	6.2	1.71	0.0033
		23	3.20	1168.1	912.0	1.7	0.47	0.0019
		24	3.20	1168.1	1546.5	4.6	1.26	0.0030
4	134-15	17	3.09	6524.9	1625.1	9.7	0.46	0.0060
		18	3.09	6524.9	1682.3	10.7	0.51	0.0064
		19	3.09	6524.9	1795.2	9.4	0.44	0.0052
		20	3.09	6524.9	1577.0	10.5	0.50	0.0067
		21	3.09	6524.9	1230.7	11.1	0.52	0.0090

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		22	3.09	6524.9	1685.5	10.0	0.47	0.0059
		23	3.09	6524.9	2276.0	10.1	0.48	0.0045
		24	3.09	6524.9	2362.5	9.1	0.43	0.0039
4	223-143	17	2.02	2373.2	1658.7	11.4	0.97	0.0069
		18	2.02	2373.2	1380.6	6.7	0.57	0.0049
		19	2.02	2373.2	2211.9	10.6	0.90	0.0048
		20	2.02	2373.2	2213.8	5.1	0.43	0.0023
		21	2.02	2373.2	1827.8	7.1	0.61	0.0039
		22	2.02	2373.2	1725.2	11.9	1.01	0.0069
		23	2.02	2373.2	1623.4	5.6	0.48	0.0035
		24	2.02	2373.2	1767.8	11.1	0.94	0.0063
4	143-12	17	3.09	7535.4	1692.6	11.4	0.47	0.0067
		18	3.09	7535.4	1266.8	10.7	0.44	0.0085
		19	3.09	7535.4	1796.4	12.3	0.51	0.0069
		20	3.09	7535.4	1704.9	11.9	0.49	0.0070
		21	3.09	7535.4	1852.5	11.1	0.46	0.0060
		22	3.09	7535.4	1890.4	11.6	0.48	0.0062
		23	3.09	7535.4	813.5	11.5	0.47	0.0141
		24	3.09	7535.4	1320.2	12.1	0.50	0.0092
4	148-2	17	3.09	1432.5	1141.2	1.4	0.31	0.0013
		18	3.09	1432.5	1089.2	1.9	0.42	0.0018
		19	3.09	1432.5	909.9	1.9	0.40	0.0021
		20	3.09	1432.5	852.9	2.3	0.50	0.0027
		21	3.09	1432.5	1098.5	2.0	0.43	0.0018
		22	3.09	1432.5	1138.3	1.4	0.31	0.0013
		23	3.09	1432.5	824.8	2.2	0.48	0.0027
		24	3.09	1432.5	886.0	1.8	0.39	0.0020
5	201-8	17	4.10	2160.1	1807.5	10.4	1.97	0.0057
		18	4.10	2160.1	2488.1	8.4	1.59	0.0034
		19	4.10	2160.1	2618.2	7.8	1.47	0.0030
		20	4.10	2160.1	3096.4	4.8	0.91	0.0016
		21	4.10	2160.1	2424.9	8.4	1.59	0.0035
		22	4.10	2160.1	1798.9	10.4	1.97	0.0058
		23	4.10	2160.1	3178.7	5.0	0.94	0.0016
		24	4.10	2160.1	2696.2	7.9	1.50	0.0029
5	197-6	17	4.10	2890.3	2100.6	15.3	2.18	0.0073

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

		18	4.10	2890.3	1972.6	13.5	1.92	0.0069
		19	4.10	2890.3	1450.4	7.8	1.10	0.0054
		20	4.10	2890.3	1271.5	2.8	0.40	0.0022
		21	4.10	2890.3	1985.3	13.5	1.92	0.0068
		22	4.10	2890.3	2099.3	15.4	2.18	0.0073
		23	4.10	2890.3	1231.5	2.7	0.38	0.0022
		24	4.10	2890.3	1420.2	7.7	1.10	0.0055
6	150-3	17	3.09	2410.1	2827.7	7.6	0.98	0.0027
		18	3.09	2410.1	4442.5	6.1	0.78	0.0014
		19	3.09	2410.1	6881.8	5.9	0.76	0.0009
		20	3.09	2410.1	7521.7	3.7	0.47	0.0005
		21	3.09	2410.1	4041.1	6.1	0.78	0.0015
		22	3.09	2410.1	2979.6	7.7	0.98	0.0026
		23	3.09	2410.1	8006.3	3.9	0.51	0.0005
		24	3.09	2410.1	7357.0	6.1	0.78	0.0008

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.J.5.SINTESI DELLE VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

SINTESI VERIFICHE SLU PILASTRI

Percentuale di utilizzo degli elementi tipo pilastro



Elemento	Sezione	≤70%	≤75%	≤80%	≤85%	≤90%	≤95%	≤99%	≤100%
Pilastro	1 Rett. pil.30x30 D.B. B 30 [cm] H 30 [cm]	1	0	0	0	2	0	1	0
	4 Rett. pil.40x30 D.B. B 40 [cm] H 30 [cm]	2	0	0	1	1	1	4	0
	5 Rett. pil.50x30 D.B. B 50 [cm] H 30 [cm]	0	0	1	0	0	1	0	0
	6 Rett. pil.65x30 D.B. B 65 [cm] H 30 [cm]	0	0	0	0	0	0	1	0
	7 Rett. pil.55x30 D.B. B 55 [cm] H 30 [cm]	0	0	2	0	1	2	2	0

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SINTESI VERIFICHE SLE PILASTRI

Si riportano , per ogni sezione dei pilastri, il pilastro che presenta i valori peggiori.

Di seguito si riportano, distinti per unità strutturali, le verifiche agli SLE di ogni relazione di calcolo delle sovrastrutture.

Per ogni pilastro è stata calcolata:

COMBINAZIONI RARE

Ft. (n°comb. di carico) – trazione massima acciaio nella comb. di carico indicata

$\sigma_{s,c}$ (n°comb. di carico) – compressione massima acciaio nella comb. di carico indicata

$\sigma_{cls,Max}$ (n°comb. di carico) – tensione massima calcestruzzo nella comb. di carico indicata

$\sigma_{cls,Med}$ (n°comb. di carico) - tensione media calcestruzzo nella comb. di carico indicata

COMBINAZIONI FREQUENTI

Ft. (n°comb. di carico) – trazione massima acciaio nella comb. di carico indicata

$\sigma_{s,c}$ (n°comb. di carico) – compressione massima acciaio nella comb. di carico indicata

$\sigma_{cls,Max}$ (n°comb. di carico) – tensione massima calcestruzzo nella comb. di carico indicata

$\sigma_{cls,Med}$ (n°comb. di carico) - tensione media calcestruzzo nella comb. di carico indicata

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI

Ft. (n°comb. di carico) – trazione massima acciaio nella comb. di carico indicata

$\sigma_{s,c}$ (n°comb. di carico) – compressione massima acciaio nella comb. di carico indicata

$\sigma_{cls,Max}$ (n°comb. di carico) – tensione massima calcestruzzo nella comb. di carico indicata

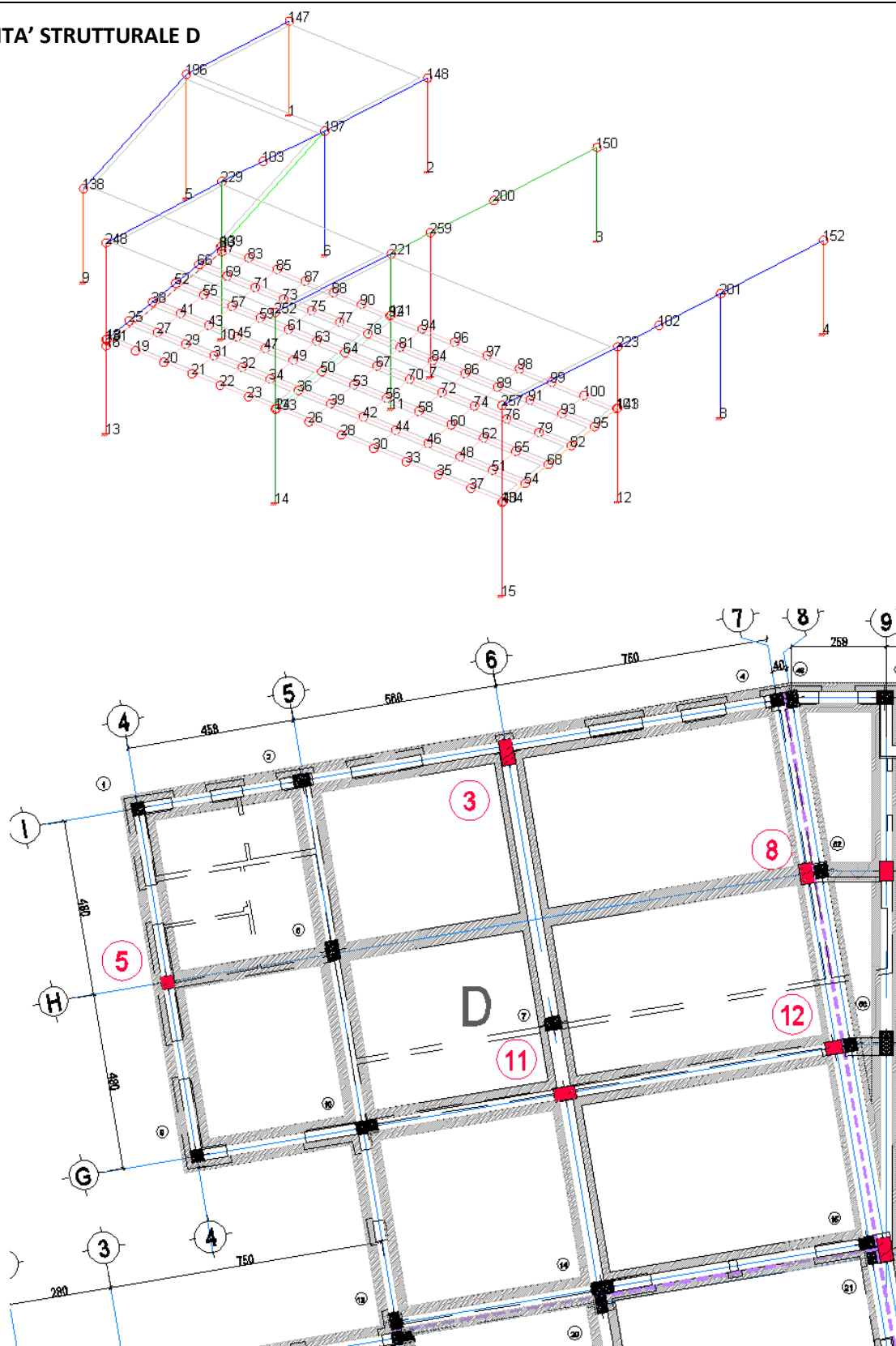
$\sigma_{cls,Med}$ (n°comb. di carico) - tensione media calcestruzzo nella comb. di carico indicata

Tutti i valori sono inferiori alle tensioni massime allo SLE per i materiali calcestruzzo C25/30 e acciaio B450C, ovvero:

Calcestruzzo	σ_{RARE} [kg/cm ²]	σ_{FREQ} [kg/cm ²]	σ_{QP} [kg/cm ²]
C25/30	150.0	150.0	112.5

Acciaio	σ_{yRARE} [kg/cm ²]	σ_{yFREQ} [kg/cm ²]	σ_{yQP} [kg/cm ²]
B 450 C	3600.0	3600.0	3600.0

Le verifiche sono quindi soddisfatte.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
UNITA' STRUTTURALE D


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Pilastro: 196/5 / L 3.85[m] / Sezione 1 B 30 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
5	Ft. 12	-3181.4	-0.0	0.0	-39.2
	$\sigma_s, c11$	-4023.7	-0.0	0.0	-49.5
	$\sigma_{cls}, Max11$	-4023.7	-0.0	0.0	-3.3
	$\sigma_{cls}, Med11$	-4023.7	-0.0	0.0	-3.3
Combinazioni Frequenti					
5	Ft. 14	-2339.1	-0.0	0.0	-28.8
	$\sigma_s, c13$	-2676.0	-0.0	0.0	-32.9
	$\sigma_{cls}, Max13$	-2676.0	-0.0	0.0	-2.2
	$\sigma_{cls}, Med13$	-2676.0	-0.0	0.0	-2.2
Combinazioni Quasi Permanenti					
5	Ft. 15	-2339.1	-0.0	0.0	-28.8
	$\sigma_s, c15$	-2339.1	-0.0	0.0	-28.8
	$\sigma_{cls}, Max15$	-2339.1	-0.0	0.0	-1.9
	$\sigma_{cls}, Med15$	-2339.1	-0.0	0.0	-1.9

Pilastro: 223/12 / L 4.86[m] / Sezione 4 B 40 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
12	Ft. 12	-12142.1	5.0	-19.6	-120.0
	$\sigma_s, c11$	-13111.8	4.9	-17.6	-135.2
	$\sigma_{cls}, Max11$	-13111.8	4.9	-17.6	-9.1
	$\sigma_{cls}, Med11$	-13111.8	4.9	-17.6	-8.8
Combinazioni Frequenti					
12	Ft. 14	-10179.0	4.5	-18.0	-100.4
	$\sigma_s, c13$	-10914.6	4.7	-18.5	-113.1
	$\sigma_{cls}, Max13$	-10914.6	4.7	-18.5	-7.6
	$\sigma_{cls}, Med13$	-10914.6	4.7	-18.5	-7.4
Combinazioni Quasi Permanenti					
12	Ft. 15	-10328.0	4.6	-18.5	-101.8
	$\sigma_s, c15$	-10328.0	4.6	-18.5	-107.1
	$\sigma_{cls}, Max15$	-10328.0	4.6	-18.5	-7.2
	$\sigma_{cls}, Med15$	-10328.0	4.6	-18.5	-7.0

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Pilastro: 201/8 / L 3.85[m] / Sezione 5 B 50 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
8	Ft. 12	-5085.9	0.4	0.0	-37.9
	$\sigma_s, c11$	-6464.2	0.4	0.3	-48.3
	$\sigma_{cls}, Max11$	-6464.2	0.4	0.3	-3.2
	$\sigma_{cls}, Med11$	-6464.2	0.4	0.3	-3.2
Combinazioni Frequenti					
8	Ft. 14	-3707.5	0.4	-0.2	-27.6
	$\sigma_s, c13$	-4258.9	0.4	-0.1	-31.8
	$\sigma_{cls}, Max13$	-4258.9	0.4	-0.1	-2.1
	$\sigma_{cls}, Med13$	-4258.9	0.4	-0.1	-2.1
Combinazioni Quasi Permanenti					
8	Ft. 15	-3707.5	0.4	-0.2	-27.6
	$\sigma_s, c15$	-3707.5	0.4	-0.2	-27.7
	$\sigma_{cls}, Max15$	-3707.5	0.4	-0.2	-1.8
	$\sigma_{cls}, Med15$	-3707.5	0.4	-0.2	-1.8

Pilastro: 150/3 / L 2.84[m] / Sezione 6 B 65 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
3	Ft. 12	-5620.5	1.0	13.7	-29.4
	$\sigma_s, c11$	-7477.5	0.9	15.7	-40.6
	$\sigma_{cls}, Max11$	-7477.5	0.9	15.7	-2.7
	$\sigma_{cls}, Med11$	-7477.5	0.9	15.7	-2.7
Combinazioni Frequenti					
3	Ft. 14	-3774.7	0.9	10.4	-19.7
	$\sigma_s, c13$	-4513.6	0.9	11.6	-24.6
	$\sigma_{cls}, Max13$	-4513.6	0.9	11.6	-1.6
	$\sigma_{cls}, Med13$	-4513.6	0.9	11.6	-1.6
Combinazioni Quasi Permanenti					
3	Ft. 15	-3773.0	0.9	10.6	-19.6
	$\sigma_s, c15$	-3773.0	0.9	10.6	-20.6

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
	$\sigma_{cls,Max15}$	-3773.0	0.9	10.6	-1.4
	$\sigma_{cls,Med15}$	-3773.0	0.9	10.6	-1.3

Pilastro: 221/11 / L 4.86[m] / Sezione 7 B 55 [cm]H 30 [cm]
Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M12 [kgm]	M13 [kgm]	σ [kg/cm ²]
Combinazioni Rare					
11	Ft. 12	-16054.9	2.7	-24.8	-103.7
	$\sigma_{s,c11}$	-16698.2	2.4	-21.9	-110.9
	$\sigma_{cls,Max11}$	-16698.2	2.4	-21.9	-7.4
	$\sigma_{cls,Med11}$	-16698.2	2.4	-21.9	-7.3
Combinazioni Frequenti					
11	Ft. 14	-13720.8	2.7	-23.0	-88.5
	$\sigma_{s,c13}$	-14569.9	2.6	-23.5	-97.1
	$\sigma_{cls,Max13}$	-14569.9	2.6	-23.5	-6.5
	$\sigma_{cls,Med13}$	-14569.9	2.6	-23.5	-6.4
Combinazioni Quasi Permanenti					
11	Ft. 15	-13974.4	2.7	-23.7	-90.1
	$\sigma_{s,c15}$	-13974.4	2.7	-23.7	-93.2
	$\sigma_{cls,Max15}$	-13974.4	2.7	-23.7	-6.2
	$\sigma_{cls,Med15}$	-13974.4	2.7	-23.7	-6.1

Riepilogo verifiche effettuate:

-verifica agli SLU e SLV – Verifica a pressoflessione deviata N/M - rapporto fra le sollecitazioni di calcolo e la resistenza ultima del pilastro, e deve essere inferiore ad 1.
 -verifica agli SLU e SLV – Verifica a taglio V/T lato cls - rapporto Vsd/Vrd, che deve essere inferiore ad 1.
 -verifica agli SLU e SLV – Verifica a taglio V/T acciaio - rapporto Vsd/Vrd, che deve essere inferiore ad 1.
 -verifica agli SLV – verifica sismica di cui al punto 7.4.4.2.2.1 del DM 14.01.2008

-verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sul calcestruzzo
 -verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sull'acciaio

-verifica agli SLE –comb. Frequenti - verifica delle tensioni sul calcestruzzo

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

-verifica agli SLE –comb. Rara - verifica delle tensioni sull'acciaio

-verifica agli SLE –comb. quasi permanenti - verifica delle tensioni sul calcestruzzo

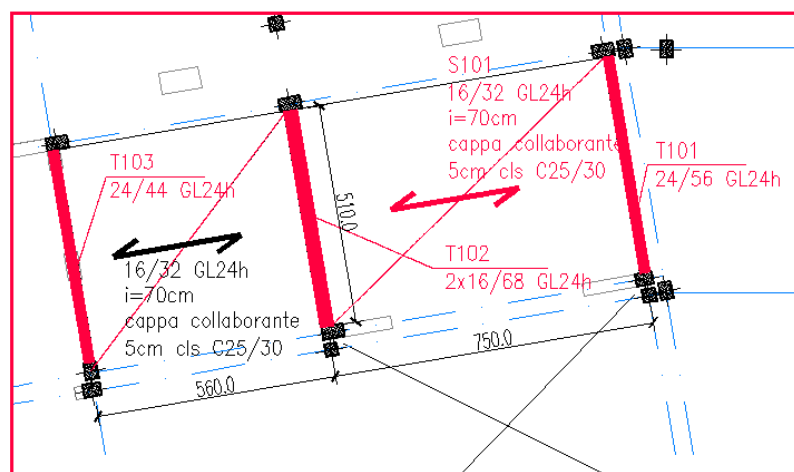
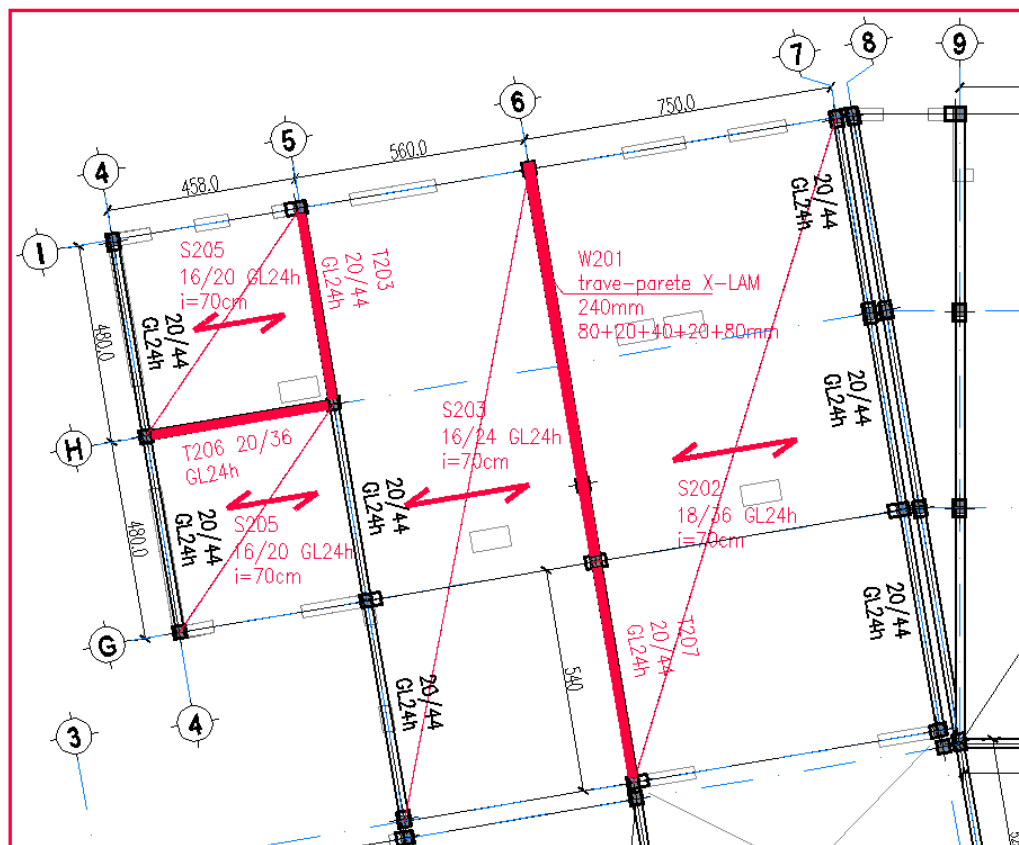
-verifica agli SLE –comb. quasi permanenti - verifica delle tensioni sull'acciaio sul calcestruzzo

-verifica agli SLE –comb. Frequente e quasi permanenti-controllo apertura delle fessure secondo i criteri esplicitati nella tabella 4.1.IV NTC08

-verifica agli SLO – verifica di cui al punto 7.3.7.2 NTC 2008 per edifici ricadenti in classe d'uso III

SINTESI VERIFICHE TRAVI

NOME	DESCRIZIONE	SEZIONE cm/cm	INTERASSE cm	MAX LUCE m	MAX RAPPORTO VERIFICA SLU	MAX RAPPORTO VERIFICA SLE
S 101	Arcareccio	16/32	70	7,50	0,57	0,86
S 202	Arcareccio	18/36	70	7,50	0,44	0,31
S 203	Arcareccio	16/24	70	5,60	0,49	0,49
S 205	Arcareccio	16/20	70	4,58	0,45	0,39
T 101	Trave princ.	24/56	-	5,10	0,89	0,54
T 102	Trave princ.	32/68	-	5,10	0,94	0,38
T 103	Trave princ.	24/44	-	5,10	0,81	0,82
T 203	Trave princ.	20/44	-	4,80	0,64	0,55
T 206	Trave colmo	20/36		4,58	0,14	0,40
T 207	Trave princ.	20/44	-	5,40	0,93	0,98
W 201	Trave-parete	24/229-44	-	7,80/1.7	0,83	0,32

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SINTESI VERIFICHE TRAVE X-LAM (W201)

Nell'unità strutturale D è presente una trave parete in x-lam in corrispondenza del filo 6, tra i fili I e G. Per il dimensionamento della trave è stato utilizzato un apposito modello di calcolo e le sollecitazioni ottenute da questo sono state inserite in corrispondenza degli appoggi nel modello globale dell'unità strutturale D.

La trave parete con sezione variabile è stata modellata come un insieme di elementi tipo shell su due appoggi, con carico distribuito verticale corrispondente alla lunghezza di influenza della trave stessa (nella struttura non sono presenti piani rigidi), per poter definire i diagrammi delle sollecitazioni

Al cap.2.5.4.3 –“verifica trave x-lam W201” sono stati indicati i diagrammi delle sollecitazioni degli elementi shell.

Per la trave sono state svolte:

-verifiche allo SLU-

Sono state verificate le zone soggette a trazione e a compressione della trave parete, modellata attraverso elementi tipo shell

Verifica compressione in direzione x

Deve essere verificata la relazione : **$\sigma_{c,1,x} / f_{c,o,1,d} < 1$**

Dove:

$f_{c,o,1,d}$ – resistenza di progetto a compressione = $(f_{c,o}, k \cdot K_{mod}) / \gamma_m$

$f_{c,o,k}$ – resistenza caratteristica a compressione = 21 MPa (materiale C24)

K_{mod} – 0.9

γ_m – 1.25

$$\sigma_{c,1,x} = n_{c,1,x} / d_1$$

Dove:

$n_{c,1,x}$ = sollecitazione a compressione in direz. X

d_1 = spessore efficace del pannello in dir. X = 200mm

Verifica trazione in direzione x

Deve essere verificata la relazione : **$\sigma_{t,1,x} / f_{t,o,1,d} < 1$**

Dove:

$f_{t,o,1,d}$ – resistenza di progetto a trazione = $(f_{t,o}, k \cdot K_{mod}) / \gamma_m$

$f_{t,o,k}$ – resistenza caratteristica a trazione = 14 MPa (materiale C24)

K_{mod} – 0.9

γ_m – 1.25

$$\sigma_{t,1,x} = n_{t,1,x} / d_1$$

Dove:

$n_{t,1,x}$ = sollecitazione a trazione in direz. X

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

d1 = spessore efficace del pannello in dir. X = 200mm

Verifica compressione in direzione y

Deve essere verificata la relazione : $\sigma_{c,1,y} / f_{c,o,1,d} < 1$

Dove:

f_{c,o,1,d} – resistenza di progetto a compressione = (f_{c,o}, k*K_{mod}) / gamma m

f_{c,o,k} – resistenza caratteristica a compressione = 21 MPa (materiale C24)

K_{mod} – 0.9

Gamma m – 1.25

$$\sigma_{c,1,y} = n_{c,1,y} / d1$$

Dove:

n_{c,1,y} = sollecitazione a compressione in direz. y

d1 = spessore efficace del pannello in dir. y = 40mm

Verifica trazione in direzione y

Deve essere verificata la relazione : $\sigma_{t,1,y} / f_{t,o,1,d} < 1$

Dove:

f_{t,o,1,d} – resistenza di progetto a trazione = (f_{t,o}, k*K_{mod}) / gamma m

f_{t,o,k} – resistenza caratteristica a trazione = 14 MPa (materiale C24)

K_{mod} – 0.9

Gamma m – 1.25

$$\sigma_{t,1,y} = n_{t,1,y} / d1$$

Dove:

n_{t,1,y} = sollecitazione a trazione in direz. y

d1 = spessore efficace del pannello in dir. y = 40mm

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

-verifiche alo SLE –

- controllo delle deformazioni a breve termine $w_{q,inst, camp}$

Deve essere verificata la relazione : $w_{q,inst, camp} < L/300$

Dove:

L= luce della trave

$w_{q,inst, camp}$ = deformazione istantanea

- controllo delle deformazioni a lungo termine $w_{net, fin, camp}$

Deve essere verificata la relazione : $w_{net, fin, camp} < L/200$

La trave parete è un pannello multistrato di legno (X-LAM) a strati incrociati di 90°; la modellazione svolta è quella di una lastra ORTOTROPA avente spessore in X (direzione orizzontale) pari alla somma degli strati di legno disposti orizzontalmente, e spessore in Y (direzione verticale) pari alla somma degli strati disposti verticalmente.

La verifica di resistenza viene svolta separatamente nelle due direzioni principali considerando la sezione resistente parziale in X e in Y rispettivamente. I valori di tensione riportati sono in kN/m in quanto riferiti ad unità di spessore.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

SINTESI VERIFICHE TRAVE LEGNO LAMELLARE GL24 H

Per tutte le travi in legno lamellare (diverse dalla trave x-lam) e per gli arcarecci sono stati utilizzati appositi fogli excel.

Per tutte le travi sono state svolte le seguenti verifiche:

VERIFICHE ALLO SLU-VERIFICHE DI RESISTENZA**Valori di riferimento**

Legno lamellare di conifera GL 24h

Resistenze caratteristiche [MPa]

flessione	$f_{m,k}$ 24
taglio	$f_{v,k}$ 2,7

Modulo elastico [MPa]modulo elastico medio parallelo alla fibratura $E_{0,mean}$ 11600**Valori di progetto**

Le resistenze di progetto sono valutate mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_M} \text{ dove } \gamma_M = 1,45 \text{ e } k_{mod} = 0,9$$

Resistenze di progetto per la combinazione significativa [MPa]

flessione	$f_{m,d}$ 14,9
taglio	$f_{v,d}$ 1,68

Verifica a momento flettente e instabilità flesso-torsionale all'appoggio e in campata

La verifica a flessione prevede la seguente disuguaglianza: $\sigma_{m,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$,

dove :

-coefficiente di instabilità flesso-torsionale k_{crit} è assunto unitario poiché il pacchetto di copertura impedisce lo sbandamento della trave.

$$-W = (b \cdot h^2) / 6$$

$$- \sigma_{m,d} = M_{d,MAX} / W$$

Verifica a taglio all'appoggio

La verifica prevede la seguente disuguaglianza: $\tau_d \leq f_{v,d}$,

dove:

$$- \tau_d = (1,5 \cdot V_d) / (k_{cr} \cdot b \cdot h)$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

-kcr = 0,67

Verifica a schiacciamento sugli appoggi

Deve essere verificata la relazione : $sc_{,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) < 1$

Dove:

$sc_{,90} = F_{d,90} / A_{eff}$

$A_{eff} = b_{eff} * h_s$ = Area all'appoggio sul pilastro

$F_{d,90}$ = reazione massima all'appoggio

VERIFICHE ALLO SLE ELEMENTI SECONDARI (ARCARECCI)- Controllo delle deformazioni

- controllo delle deformazioni a breve termine $w_{q,inst, camp}$

Deve essere verificata la relazione : $w_{q,inst, camp} < L/200$

Dove:

L= luce della trave

$w_{q,inst, camp}$ = deformazione istantanea dovuta ai carichi accidentali

- controllo delle deformazioni a lungo termine $W_{q, fin}$ e W_{fin}

Deve essere verificata la relazione : $w_{q, fin, camp} < L/200$

Deve essere verificata la relazione : $w_{, fin, camp} < L/200$

Dove:

L= luce della trave

$w_{q,fin}$ = deformazione finale dovuta ai carichi accidentali

$w_{,fin}$ = deformazione finale dovuta ai carichi totali

VERIFICHE ALLO SLE ELEMENTI PRIMARI (TRAVI) - Controllo delle deformazioni

- controllo delle deformazioni a breve termine $w_{q,inst, camp}$

Deve essere verificata la relazione : $w_{q,inst, camp} < L/500$

Dove:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

L= luce della trave

wq,inst, camp = deformazione istantanea dovuta ai carichi accidentali

- controllo delle deformazioni a lungo termine Wq, fin e Wfin

Deve essere verificata la relazione : $w_{q, fin, camp} < L/300$

Deve essere verificata la relazione : $w_{fin, camp} < L/350$

Dove:

L= luce della trave

wq,fin = deformazione finale dovuta ai carichi accidentali

w,fin = deformazione finale dovuta ai carichi totali

Note nella verifica delle travi in legno:

-dimensionamento degli arcarecci:

Nel modello globale è stata considerata un'analisi dei carichi a favore di sicurezza dove i carichi permanenti strutturali G1 sono 60Kg/mq, ovvero:

-pannello OSB = 15 Kg/mq

-arcarecci = 45Kg/mq

Per il dimensionamento degli arcarecci sono stati utilizzati appositi fogli excell dove è stato valutato il peso proprio effettivo di ogni arcareccio, che non supera mai il valore cautelativo di 45Kg/mq utilizzato nel modello globale. I carichi G1 presentano per questo leggere differenze nell'analisi dei carichi rispetto al modello globale.

-dimensionamento degli arcarecci:

Gli arcarecci e le travi di colmo sono sempre in luce tra le travi principali ma per il loro dimensionamento è stata utilizzata, a favore di sicurezza, una luce pari alla distanza tra gli assi e non la distanza netta tra le travi

-dimensionamento degli arcarecci:

la copertura è a falde inclinate (inclinazione di 12° rispetto al piano orizzontale), quindi tutti gli arcarecci a sezione rettangolare sono inclinati.

I carichi verticali q sono quindi stati scomposti nelle due direzioni Z ed Y perpendicolari/parallele alla sezione della trave.

-dimensionamento dei collegamenti arcarecci - travi principali :

tutti gli arcarecci sono collegati alle travi principali con il sistema Ricon-S, opportunamente dimensionato.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

In corrispondenza del dettaglio 02 non è possibile utilizzare questo sistema perché è presente la piastra di collegamento trave –pilastro. E' quindi stato studiato il collegamento tipo N204

SINTESI VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI

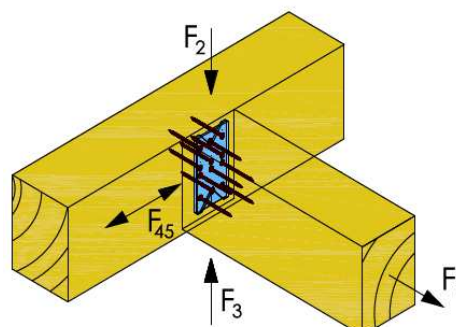
Per la verifica delle connessioni legno-legno e legno-C.A., nella maggiore parte dei casi, sono sempre stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Le sollecitazioni di verifica sono state ricavate dall'analisi globale, considerando gli effetti sia dei carichi ordinari, sia dell'azione sismica di progetto. Per alcune connessioni, è stato previsto l'impiego di sistemi di collegamento di produzione industriale brevettati, per i quali è lo stesso produttore a fornire i valori di resistenza, in maniera ufficiale, a mezzo di benestare tecnico.

VERIFICA COLLEGAMENTO TRAVETTI-TRAVI CON SISTEMA RICON-S

Vengono individuate le due direzioni di sollecitazione dell'elemento di connessione (F₂ ed F₄₅, v. illustrazione), e per ciascuna di esse viene determinato il valore caratteristico di resistenza (rispettivamente F_{2,Rd} e F_{45,Rd}) sulla base delle indicazioni fornite dal fascicolo tecnico del produttore, in conformità alla normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA (v. tabelle a seguire).

Le rispettive azioni sollecitanti F_{2,ed} ed F_{45,ed} sono quelle calcolate nell'ambito delle verifiche di resistenza degli elementi oggetto di studio, nei rispettivi paragrafi della presente relazione.

La verifica della resistenza del collegamento avviene combinando i valori così determinati nelle varie direzioni di sollecitazione, utilizzando la formula:



$$\left(\frac{F_{1,Ed}}{F_{1,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{23,Ed}}{F_{23,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{45,Ed}}{F_{45,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione verticale (F_{2,Rd})

RICON® S60 VS + EK
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ _k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	F _{2,Rd,EN} γ _M =1,0	F _{2,Rd}
RICON® S 140x60 min Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	34,00	34,20
	GL 24h	380			36,00
	GL 28h	410			37,80
	CLT	400			37,20
	D30 (GL ₁₀)	530			44,60
	D50 (GL ₁₀)	≥ 590			47,80

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

$$F_{2,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod} \cdot F_{2,Rk}}{\gamma_M} \\ F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M \end{array} \right.$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione orizzontale ($F_{45,Rd}$)

RICON® S60 EK,GK, VS**Charact. values [kN]**

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{45,KCC,Rk}$ $\gamma_M=1,0$	$F_{45,Rk}$
RICON® S 140x60 Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, GK, VS	C24	350	100/160	34,0	28,51
	GL24h	380			30,17
	GL28h	410			31,79
	CLT	400			31,30
	D30 (GL _h)	530			37,91
	D50 (GL _h)	≥ 590			40,80

$$F_{4,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{k_{mod} \cdot F_{4,Rk}}{\gamma_M} \\ F_{KCC,4,Rk} / \gamma_M \end{array} \right.$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

VERIFICA COLLEGAMENTO –UNIONE ACCIAIO / LEGNO

**(da istruzione per la progettazione, esecuzione e controllo delle strutture in legno –CNR-DT 206 / 2007)
–cap.**

Il collegamento avverrà attraverso una piastra di sp.10mm passante all'interno della trave in legno di sez. 20x44cm, attraverso bulloni di classe 5.6

Verifica allo stato limite ultimo : $F_{sd}/F_{rd} < 1$

F_{sd}= azione sollecitante allo stato limite ultimo derivante dal dimensionamento delle travi.

In particolare si ha:

Fissaggio N101 (Fissaggio trave T102 sul pilastro-unità strutturale D e E) – F_{sd} =Valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio

Fissaggio N201 (Fissaggio travi principali sui pilastri- unità strutturale A,B,C,D,E) – F_{sd} è stato calcolato nelle condizioni statiche e sismiche

Fissaggio N202 (Fissaggio travi di colmo tipo T206 sulle travi principali - unità strutturale A,B,C,D,E) – F_{sd} = Valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio

Fissaggio N203 (Fissaggio trave T203 sulle colonne in c.a-unità strutturale D,E.) – F_{sd} = Valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio

Fissaggio N204 (Fissaggio travetti sulle colonne in c.a-unità strutturale D,E,A,B.) – F_{sd} = Valore del taglio travetti S202 in corrispondenza dell'appoggio

F_{rd}= azione resistente (valutata secondo l' "istruzione per la progettazione, esecuzione e controllo delle strutture in legno –CNR-DT 206 / 2007")

F_{rd} = n. bulloni collegamento * $F_{v,dr}$ (capacità portante di progetto complessiva dell'unione)

$F_{v,rd}$ = $F_{v,rk}$ * (gamma m / K_{mod}) (capacità portante di progetto del singolo mezzo di unione)

$F_{v,rk}$ = valore caratteristico della capacità portante per il mezzo di unione taglio (cap7.8.2.3. p.to C -CNR-DT 206 / 2007)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Il valore caratteristico della capacità portante, per ciascun mezzo di unione e piano di taglio, sarà assunto come il minore dei valori ottenibili dalle formule seguenti

C) per unioni a doppio piano di taglio con piastra di acciaio di qualsiasi spessore posta in posizione centrale:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,k} t_1 d \quad (f) \\ f_{h,k} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (g) \\ 2.3 \sqrt{M_{y,k} f_{h,1,k}} d + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (h) \end{array} \right. \quad (7.12)$$

Nelle espressioni precedenti il primo termine è la resistenza calcolata secondo la teoria di Johansen, mentre il secondo termine $F_{ax,Rk}/4$ è il contributo dell'effetto tirante.

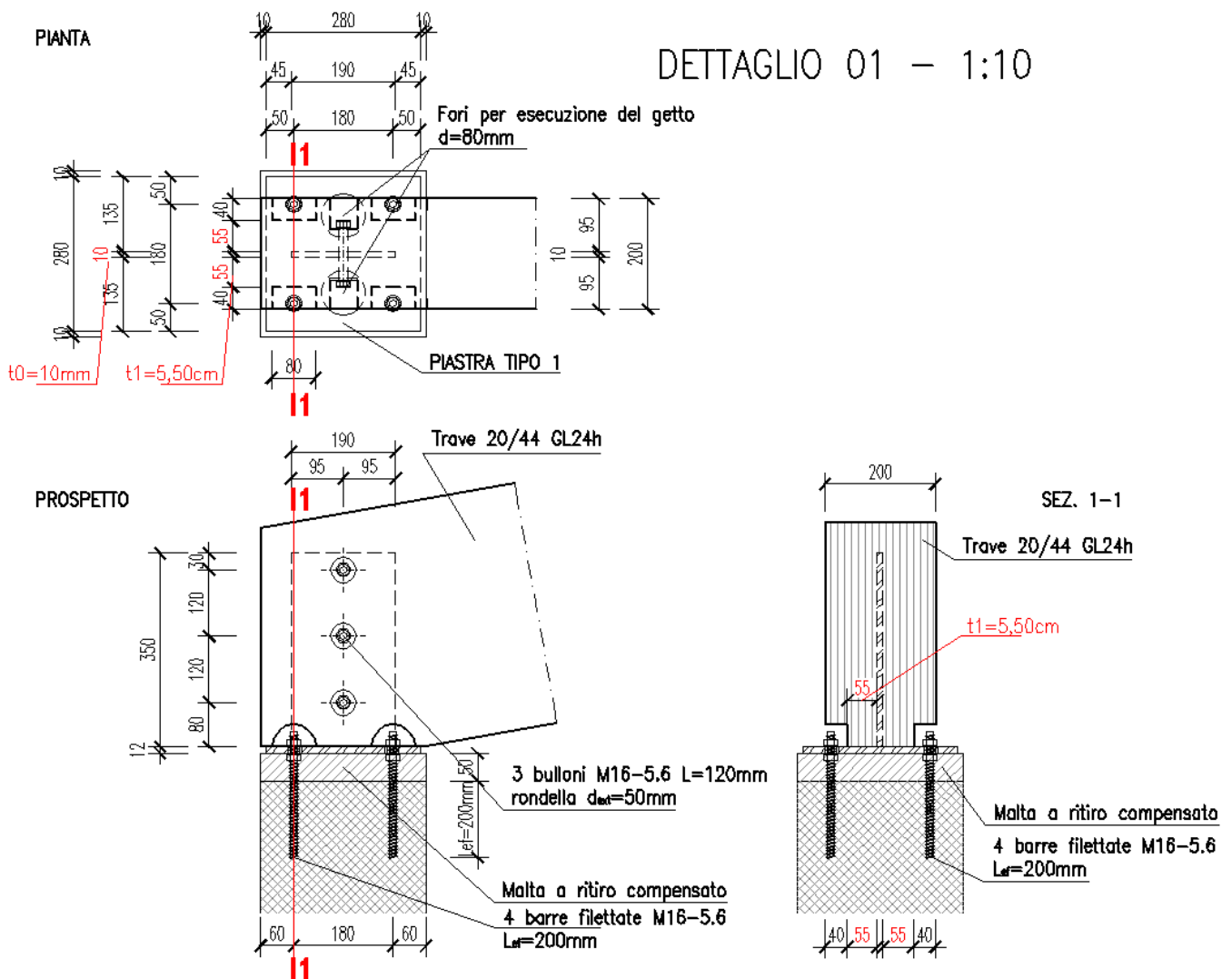
I termini indicati sopra si riferiscono a :

$f_{h,k}$ = valore caratteristico della resistenza a rifollamento del legno

t_1 = spessore dell'elemento in legno nella parte più stretta (qui valutata in corrispondenza delle tasche per il posizionamento dei connettori)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Giustificazione valore $t_1 = 5,50\text{cm}$ -dimensionamento del collegamento tipo N201

Nel dimensionamento del collegamento è stato considerato t_1 = spessore del legno = 5,50cm. IL valore si riferisce alla metà della base della trave 20x44cm (quindi metà di 20cm) decurtata dello spessore della piastra di sp.10mm. Il valore è stato considerato nel punto dove è presente la tasca/rientranza necessaria per l'inserimento dei tirafondi. Si ha quindi $t_1=5,50\text{cm}$



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

d = diametro del mezzo di unione (diametro del connettore)

M_{yk} = momento di snervamento caratteristico del mezzo di unione

$f_{h1,k}$ = resistenze caratteristiche a rifollamento negli elementi di legno caratterizzati rispettivamente dallo spessore t_1

$F_{ax,Rk}/4$ è il contributo dell'effetto tirante.

Il valore caratteristico del momento di snervamento, $M_{y,Rk}$, è pari a (cap.8 formula 8.31 norma UNI-En 1995-1-1- Eurocodice 5):

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k$$

where:

$$k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015 d & \text{for softwoods} \\ 1,30 + 0,015 d & \text{for LVL} \\ 0,90 + 0,015 d & \text{for hardwoods} \end{cases}$$

(nel nostro caso: $\alpha=12^\circ$, $d=16\text{mm}$, densità caratteristica $\rho_k=380\text{kg/m}^3$ (come indicato in verifica) e $k_{90}=1,35+0,015d$)

Il valore caratteristico della resistenza a rifollamento del legno lamellare, $M_{y,Rk}$, è pari a (cap.8 formula 8.3 norma UNI-En 1995-1-1- Eurocodice 5):

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6}$$

nel nostro caso: $f_{uk}=500\text{N/mm}^2$, $d=16\text{mm}$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

VERIFICA TIRAFONDI

Sono stati verificati i tirafondi relativi ai nodi trave in legno / pilastro in c.a.

Il fissaggio ai pilastri in c.a. avverrà attraverso 4 barre filettate M16-5.6 di lunghezza 200mm. Si verifica qui il tirafondo più sollecitato

1-Controllo interasse e distanze dai bordi.

Devono essere verificate le relazioni:

$$e_{1,min} = 1,2 \times d_0$$

$$p_{1,min} = 2,2 \times d_0$$

$$e_{2,min} = 1,5 \times d_0$$

$$p_{2,min} = 3,0 \times d_0$$

2-Verifica delle viti a momento flettente

Verifica: $M_{Ed} / M_{Rd,pl} \leq 1$

Dove:

$$-M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{V,Sd}$$

$$\Delta h = 0$$

$F_{V,Sd1}$ (statica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. statica

$F_{V,Sd2}$ (sismica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. sismica

t_R = spessore di contatto = spessore della piastra

d = diametro del tirafondo

$$-M_{pl,Rd} = k_2 \times W_{pl} \times f_{yb} / \gamma_{m0}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$W_{pl} = dS^3/6$$

$$dS = (AS \times 4 / \pi) * (AS \times 4 / \pi)$$

$$F_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

$$\gamma_{m0} = 1,1$$

3-Verifica delle viti a trazione e momento

$$\text{Verifica: } F_{t,Sd} / (n \times F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (n \times M_{pl,Rd}) \leq 1$$

$F_{v,Sd1}$ (statica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. statica

$F_{v,Sd2}$ (sismica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. sismica

$F_{t,Rd} = k_2 \times A_S \times f_{ub} / \gamma_{m2}$ (resistenza a trazione del tirafondo)

$$M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{V,Sd}$$

$$M_{pl,Rd} = k_2 \times W_{pl} \times f_{yb} / \gamma_{m0}$$

4-Verifica delle viti a trazione, momento e taglio

$$\text{Verifica: } F_{v,Sd} / (n_s \times n \times F_{v,Rd}) + F_{t,Sd} / (n \times F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (1,4 \times n \times M_{pl,Rd}) \leq$$

$F_{v,Sd1}$ (statica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. statica

$F_{v,Sd2}$ (sismica) = Sollecitazione a taglio all'appoggio da progetto comb. Sismica

$F_{v,Rd} = \alpha_V \times A_S \times f_{ub} / \gamma_{m2}$ (resistenza a taglio del tirafondo nella parte filettata)

$F_{t,Rd} = k_2 \times A_S \times f_{ub} / \gamma_{m2}$ (resistenza a trazione del tirafondo)

$$F_{t,sd} = 0$$

$$M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{V,Sd}$$

$$M_{pl,Rd} = k_2 \times W_{pl} \times f_{yb} / \gamma_{m0}$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

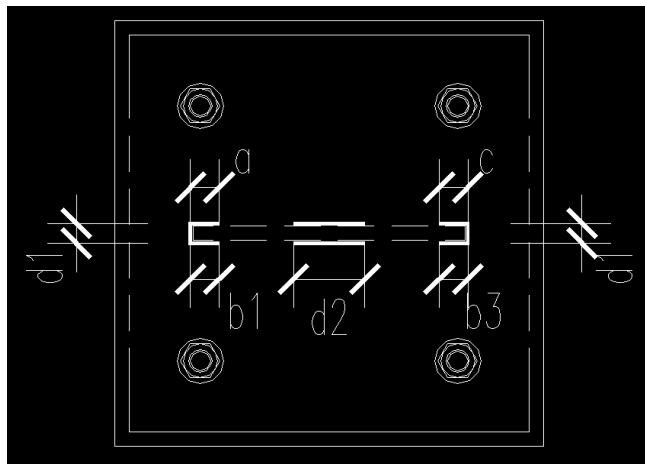
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

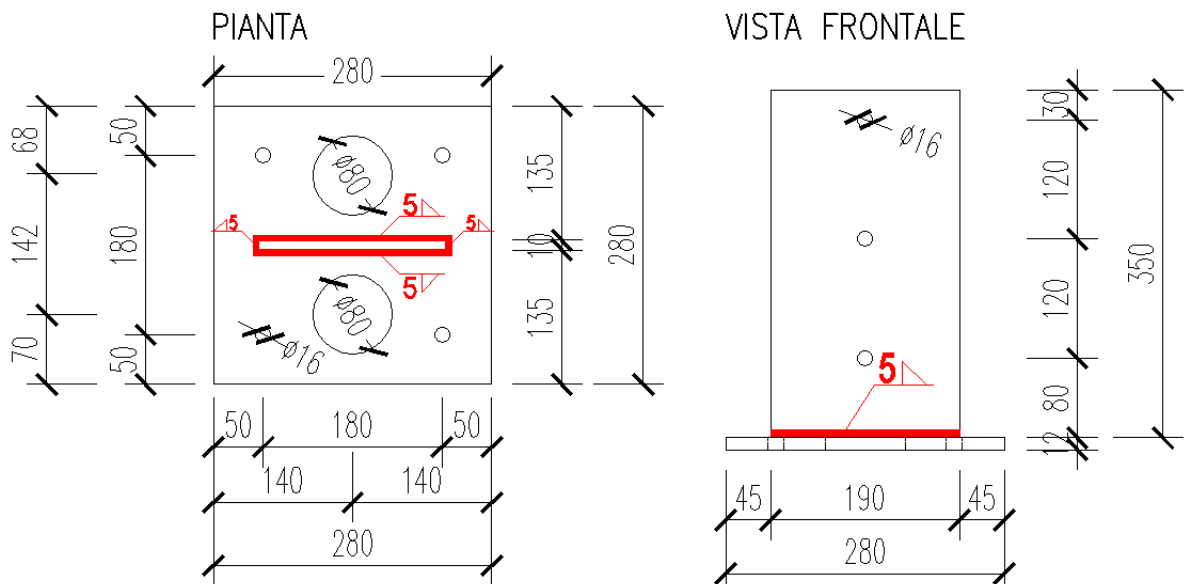
VERIFICA SALDATURA

E' stata dimensionata la configurazione minima della saldatura che permette di soddisfare tutte le verifiche. Nelle tavole grafiche, a favore di sicurezza, è stato indicato un cordone di saldatura di dimensioni maggiori.

Configurazione minima della saldatura verificata:



Prescrizione costruttiva:



1-Verifiche allo stato limite ultimo

Verifica: $f_{Sd} / f_{vw,d} \leq 1$:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

$$f_{Sd} = (\sigma_{Sd,max}^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)^2$$

$\sigma_{Sd,max}$ = è il valore massimo tra:

$$\sigma_{Sd1} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z$$

$$\sigma_{Sd2} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z$$

$$\sigma_{Sd3} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z$$

$$\sigma_{Sd4} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z$$

(qui $\sigma_{Sd,max} = 0$)

$$\tau_y = V_{z,Sd} / A_{v,z}$$

$$\tau_z = V_{y,Sd} / A_{v,y}$$

$$f_{vw,d} = f_u / (\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{Mw})$$

con:

$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{Mw} = 1,25$$

$$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

1-Controllo prescrizioni costruttive

Verifica: $2 \leq \sqrt{t_{max}-0,5} \leq a \leq 0,7 \times t_{min}$

Con $t_{min} = t_{max} = 10\text{mm}$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE VERIFICHE SVOLTE SUI COLLEGAMENTI

NOME	DESCRIZIONE	AZIONE SOLLECITANTE		AZIONE RESISTENTE		VERIFICA	
RICON	Collegamento travetti-trave	Reazione agli appoggi dei travetti tipo S202 ($V_z = F_{2,ed} =$ azione verticale, $V_y = F_{45,ed} =$ azione di taglio)	$F_{2,ed} = 12,80$ kN $F_{45,ed} = 5,20$ kN	$R_d =$ valore resistente minimo tra lato acciaio e lato legno secondo tabelle del produttore (combinando la resistenza di taglio verticale $F_{2,rd}$ con quella laterale $F_{45,rd}$)	$F_{2,rd} = 21,60$ kN $F_{45,rd} = 18,10$ kN	0,43	OK
RICON-101	Collegamento trave-travetti tipo S101	Reazione agli appoggi dei travetti tipo S202 ($V_z = F_{2,ed} =$ azione verticale,)	$F_{2,ed} = 21,70$ kN	$R_d =$ valore resistente minimo tra lato acciaio e lato legno secondo tabelle del produttore (resistenza di taglio verticale $F_{2,rd}$)	$F_{2,rd} = 25,92$ kN	0,84	OK
N101	Fissaggio trave 102 su pilastro - U.S. D-E	$F_{s,d} =$ valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio	$F_{sd} = 70,60$ kN	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	$F_{rd} = 80,03$ kN	0,88	OK
N201	Fissaggio travi principali sui pilastri - US A-B-C-D-E	$F_{s,d} =$ valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio (in condizioni statiche)	8,33	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	38,44	0,22	OK
N201	Fissaggio travi principali sui pilastri - US A-B-C-D-E	$F_{s,d} =$ valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio (in condizioni sismiche)	16,50	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	50,73	0,32	OK
N201	Verifica distanza tra i fori e distanze dai bordi	(v. tabelle di verifica)					OK
N201	Verifica tirafondi a momento flettente	Med	6,29	$M_{pl,rd}$	11,56	0,55	OK
N201	Verifica tirafondi a trazione e momento	$F_{ts,d}$ $M_{e,d}$	$F_{ts,d} = 0$ $M_{e,d} = 6,29$	F_{trd} , $M_{pl,rd}$	$F_{trd} = 56,52$ $M_{pl,rd} = 11,56$	0,55	OK
N201	Verifica delle viti a trazione, momento e taglio	$F_{vs,d}$ $F_{ts,d}$ $M_{e,d}$	$F_{v,sd} = 16,50$ $F_{ts,d} = 0$ $M_{e,d} = 6,29$	F_{vrd} , F_{trd} , $M_{pl,rd}$	$F_{v,rd} = 37,68$ $F_{trd} = 56,52$ $M_{pl,rd} = 11,56$	0,21	OK
N201	Verifica saldatura	$F_{s,d}$	4,11	$F_{vw,d}$	20,78	0,20	OK

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

N202	Fissaggio travi di colmo tipo T206 sulle travi principali - US A-B-C-D-E	Fs,d= valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio	8,21	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	17,3	0,47	OK
N203	Fissaggio trave T203 sulle colonne in c.a. US D-E	Fs,d = valore del taglio in corrispondenza dell'appoggio	45,98	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	74,23	0,62	OK
N204	Fissaggio travetti sulle colonne in c.a. - US D-E-A-B	Fs,d = valore del taglio travetti S202 in corrispondenza dell'appoggio	12,8	$F_{rd} = n * F_{v,rd}$	23,28	0,55	OK

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

VERIFICA SOLAIO CON CAPPА COLLABORANTE

1. Verifiche allo stato limite ultimo

1.1 Verifiche delle tensioni per deformazione iniziale

1.1.1 Tensioni nei baricentri:

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{tRd} \leq 1$

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_i \times A_i \times E_i$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_i \times A_i \times E_i$

1.1.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \times y_c / f_{ck} \leq 1$

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \times y_c / 0,7 \times f_{ctm} \leq 1$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{t,Rd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{m,Rd} \leq 1$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

1.1.3 Forza agente sui connettori:

$F_{Sd,i} = V_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_i \times A_i \times E_i \times A_{i \times s_i}$

1.2 Tensioni per deformazione finale

1.2.1 Tensioni nei baricentri:

Verifica: $\sigma_{Sd,Holz,i} / f_{tRd} \leq 1$

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (E_{ly})_{ef} \times y_i \times A_i \times E_i$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (Ely)_{ef} \times \gamma_i \times a_i \times E_i$

1.2.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \times \gamma_c / f_{ck} \leq 1$:

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (Ely)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (Ely)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \times \gamma_c / 0,7 \times f_{ctm} \leq 1$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (Ely)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{t,Rd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{m,Rd} \leq 1$

Forza agente sui connettori: $F_{Sd,i} = V_{Sd} / (Ely)_{ef} \times \gamma_i \times a_i \times E_i \times A_i \times s_i$

1.3 Verifica della massima tensione da taglio:

Verifica: $\tau_{Sd} / f_{vd} \leq 1$:

solo il travetto va in appoggio $\tau_{Sd} = 1,5 \times V_{Sd} / A_{legno} =$

1.4 Pressione perpendicolare alla fibratura

Verifica: $t_{erf} < t_{scelto}$

$t_{erf} = V_{Sd} / (b_{legno} \times k_{c,90} \times f_{c,90,d})$

t scelto= 10 cm

$k_{c,90} = (2,38 - t / 250) \times (1 + h / (12 \times t))$

Resistenza a taglio del connettore

connettore: $PR_{d,y} = 0,8 \times f_{ux} \times \pi d^2 / (4 \times \gamma_v)$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

nel cls: $PR_{d,c} = 0,29 \times \alpha d^2 \times (f_{ck} \times E_{c,eff})^{0,5} / \gamma_v$

nel legno: $PR_{d,H} = \min(R_{d,i})$

$R_{d,(c)} = f_{h,0,d} \times t_H \times d \times ((2 + M_{yd} / (f_{h,0,d} \times d \times t_H^2))^{0,5-1} + F_{ax,d} / 4$

$R_{d,(d)} = 2,3 \times (M_{yd} \times f_{h,0,d} \times d)^{0,5} + F_{ax,d} / 4$

$R_{d,(a)} = f_{h,0,d} \times t_{legno} \times d$

$M_{yd} = 0,8 \times f_u \times d^3 / (6 \times \gamma_y)$

$f_{h,0,d} = 0,082 \times (1 - 0,01 \times d) \times \rho_k / \gamma_M$

$F_{ax,d} = d \times t_{pen} \times 20 \times 10^{-6} \times \rho_k^2 / \gamma_M$

Verifica: $F_{Sd,i} / PR_{d,i,min} \leq 1$:

passo minimo dei connettori:

Verifica: $\eta = s_{min} / s_{max} \geq 0,25 + 0,03 \times L$

1.6 Verifica della capacità portante a taglio parallelo alla fibratura

Verifica: $v_{Sd} / v_{Rd} \leq 1$

$v_{Sd} = P_{Sd,i,max} / (2 \times s_{min})$

$v_{Rd,1} = 2,5 \times A_{cv} \times \eta \tau_{Rd} + A_s \times f_{ys} / \gamma_y$

$v_{Rd,2} = 0,2 \times A_{cv} \times f_{ck} / \gamma_c$

Verifica: $v_{Sd} / v_{Rd} \leq 1$:

2. Verifiche allo stato limite di esercizio- Deformazioni

2.1 Deformazioni iniziali:

Verifica: $w_{2,inst} \leq l/400$

Deformazione a seguito di carichi esterni

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

$$w_{p,inst} = 5/384 \times p_k \times bc \times L^4 \times 106 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean} \times A_v) = 0,008 \text{ [cm]} \quad A_v = A_{Holz} / 1,2$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \times s_k \times bc \times L^4 \times 106 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean} \times A_v)$$

$$w_{2,inst} = \sum w_{i,inst} \times \psi_i$$

2.2 Deformazioni finali:

Verifica: $w_{net,fin} \leq l/350$

Deformazioni a seguito di carichi esterni

$$w_{g,fin} = 5/384 \times g_k \times bc \times L^4 \times 106 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,g,inst} = M_g / (G_{mean,fin} \times A_v)$$

$$w_{p,inst} = 5/384 \times p_k \times bc \times L^4 \times 106 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean,fin} \times A_v)$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \times s_k \times bc \times L^4 \times 106 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean,fin} \times A_v)$$

Deformazioni a seguito del ritiro del cls

Verifica: $w_{2,fin} < l/300$

Verifica: $w_{net,fin} < l/350$

$$F_{ritiro} = \epsilon(0) \times E_{c,eff} \times A_{cls}$$

$$M_{ritiro} = F_{ritiro} \times A_{cls}$$

$$w_{ritiro} = M_{ritiro} \times L^2 / (8 \times E \times I_{y,eff,0})$$

$$w_{net,fin} = w_{m,fin,i} + w_{v,fin,i} + w_{Schwind} - w_0$$

$$w_{2,fin} = w_{m,fin,i} + w_{v,fin,i} - w_{g,inst}$$

$$w_{g,inst} = 5/384 \times g_k \times bc \times L^4 \times 106 / (E \times I)_{y,eff,0}$$

$$w_{v,g,inst} = M_g / (G_{mean} \times A_v)$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2.2.J.6-VERIFICA DEI TAMPONAMENTI ESTERNI IN LATERIZIO

Secondo il § 7.2.3 del D.M. 14 gennaio 2008, con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale, il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.

Gli effetti dell'azione sismica sugli elementi costruttivi senza funzione strutturale possono essere determinati applicando a tali elementi una forza orizzontale F_a definita come segue (§ 7.2.3 - Formula 7.2.1):

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

dove:

F_a = Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole;

W_a = Peso dell'elemento comprensivo delle parti non aventi funzione resistente (intonaco, isolamento termico eccetera);

S_a = Accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (vedi § 3.2.1);

q_a = Fattore di struttura del pannello.

In assenza di specifiche determinazioni, per q_a si possono assumere i valori riportati nella Tab. 7.2.1. di cui al § 7.2.3 delle NTC 2008:

Tabella 7.2.1 – Valori di q_a per elementi non strutturale

Elemento non strutturale	q_a
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	2,0
Pareti interne ed esterne	
Tramezzature e facciate	
Ciminiere, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa	
Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento	
Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	

In mancanza di analisi più accurate l'accelerazione massima S_a può essere calcolata con la seguente relazione (§ 7.2.3 - Formula 7.2.2):

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(1 + \frac{Z}{H} \right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1} \right)^2} - 0,5 \right]$$

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

dove:									
α	=	Rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame (vedi § 3.2.1) e l'accelerazione di gravità g ;							
S	=	Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 (Formula 3.2.5: $S = S_T \cdot S_S$);							
S_T	=	Coefficiente di amplificazione topografica (§ 3.2.3.2.1 - Tabella 3.2.VI);							
S_S	=	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 - Tabella 3.2.V);							
T_A	=	Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;							
T_1	=	Periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;							
Z	=	Quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione (vedi § 3.2.2);							
H	=	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.							

Il valore del coefficiente sismico S_a non può essere assunto minore di $\alpha \cdot S$. Volendo procedere a vantaggio di sicurezza, nel calcolo del fattore S_a si può porre il rapporto T_a/T_1 pari a 1.

Relativamente al calcolo del periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale (T_a) si può fare riferimento alla seguente formulazione:

$$T_a = \frac{2 \cdot h^2}{(\pi \cdot k^2)} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot \gamma_{mur}}{E \cdot I \cdot g}}$$

dove:									
k	=	Numero intero che indica il modo di vibrare considerato per l'elemento non strutturale (= 1,2,3, per il primo, secondo, terzo modo di vibrare eccetera);							
h	=	Altezza del pannello di tamponatura;							
s	=	Spessore del pannello di tamponatura, comprensivo anche delle parti non aventi funzione resistente (intonaco, isolamento eccetera);							
L	=	Lunghezza del pannello di tamponatura;							
A	=	Area di base del pannello di tamponatura ($A = s \cdot L$);							
γ_{mur}	=	Peso per unità di volume del pannello di tamponatura;							
E	=	Modulo elastico del pannello di tamponatura;							
I	=	Momento di inerzia del pannello di tamponatura rispetto all'asse baricentrico ortogonale alla forza F_a , calcolato tenendo conto delle parti non aventi funzione resistente (intonaco, isolamento termico eccetera);							
g	=	Accelerazione di gravità.							

Le verifiche di resistenza e stabilità del pannello di tamponatura vengono effettuate per tre diverse ipotesi di calcolo, ovvero:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

1) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico concentrato in mezzzeria

In tale ipotesi il momento sollecitante massimo, valutato nella sezione di mezzzeria, è pari a:

$$M_{ed} = \frac{F_a \cdot h}{4}$$

In tale ipotesi il momento resistente è invece pari a:

$$M_{rd} = \left(L \cdot s^2 \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right)$$

2) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico uniformemente distribuito

In tale ipotesi il momento sollecitante massimo, valutato nella sezione di mezzzeria, è pari a:

$$M_{ed} = \frac{(F_a \cdot h^2)}{8h}$$

In tale ipotesi il momento resistente è invece pari a:

$$M_{rd} = \left(L \cdot s^2 \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0,85 f_d} \right)$$

I calcoli di verifica sono stati svolti per il solo SLV. Se la classe d'uso dell'edificio è superiore alla classe d'uso II, la verifica deve essere effettuata anche per lo SLD.

Nel caso in esame si provvede a verificare i tamponamenti esterni, per i quali il fattore di struttura q_s risulta essere pari a 2, come si evince dalla Tabella 7.2.I. Le tamponature oggetto di verifica risultano essere costituite da blocchi in laterizio forati. Tutti i calcoli successivi fanno riferimento ad una tamponatura dell'ultimo livello del fabbricato, ove le azioni dovute al sisma sono più gravose. Per le verifiche inerenti tutti gli altri pannelli si rimanda alle tabelle riassuntive riportate in appendice. Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei parametri in gioco vengono riportate di seguito:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Quota del baricentro della tamponatura dal piano di fondazione	Z	1.50 m
Altezza del fabbricato misurata a partire dal piano di fondazione	H	3.00 m
Altezza del pannello di tamponatura	h	3.00 m
Resistenza caratteristica a compressione dell'elemento della tamponatura	f_{bk}	7.50 N/mm ²
Tipo di malta		M 5
Resistenza a compressione della malta	f_m	5.00 N/mm ²
Resistenza caratteristica a compressione del pannello di tamponatura	f_k	4.10 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_m	2
Resistenza di progetto del pannello di tamponatura	f_d	2.05 N/mm ²
Modulo elastico del pannello di tamponatura	E	4100 N/mm ²
Spessore del pannello di tamponatura	s	0.30 m
Lunghezza del pannello di tamponatura	L	1.00 m
Area di base del pannello di tamponatura	A	0.30 m ²
Momento di inerzia del pannello di tamponatura	I	0.0023 m ⁴
Peso per unità di volume del pannello di tamponatura	γ_{mur}	8500 N/m ³
Modo di vibrare preso in esame per l'elemento non strutturale	k	1
Accelerazione di gravità	g	9.81 m/s ²

Si ottiene pertanto:		
Periodo di vibrazione dell'elemento non strutturale	T_a	0.030 s
Periodo della struttura in direzione ortogonale al piano della tamponatura	T_1	0.160 s
Accelerazione orizzontale massima al suolo	a_g	0.1873 g
Procedere a vantaggio di sicurezza?		Si
Rapporto tra il periodo di vibrazione della tamponatura e il periodo della struttura in direzione ortogonale al piano della tamponatura	T_a/T_1	1.000
Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale	F_0	2.438
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale	T_C^*	0.299 s
Vita nominale	V_N	50
Quota s.l.m. del sito	q	50 m
Classe d'uso	C	III
Coefficiente d'uso	C_U	1.50
Periodo di riferimento dell'azione sismica	V_R	75
Probabilità di superamento	P_{VR}	10%
Tempo di ritorno dell'azione sismica	T_R	712
Categoria di sottosuolo		C
Coefficienti di amplificazione stratigrafica	S_S	1.43
	C_C	1.56
Categoria topografica		T1

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.00
Coefficiente per categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche	S	1.43
Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante	T_B	0.156 s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro	T_C	0.467 s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro	T_D	2.349 s
Accelerazione massima calcolata allo SLV	S_a	1.068/g
Peso del pannello di tamponatura	W_a	7650.00 N
Tensione media agente sulla sezione mediana del pannello	σ_0	0.013 N/mm ²
Fattore di struttura del pannello di tamponatura	q_a	2
Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole	F_a	4086.43 N

Le verifiche di resistenza e stabilità della tamponatura forniscono, per le tre ipotesi considerate, i seguenti risultati:

1) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico concentrato in mezzzeria

Momento sollecitante massimo nella sezione di mezzzeria	M_{ed}	3064.82 Nm
Momento resistente	M_{rd}	569.55 Nm
Rapporto tra momento resistente e momento sollecitante	M_{rd}/M_{ed}	0.19

 $M_{rd}/M_{ed} < 1$ - VERIFICA NON SODDISFATTA**2) Tamponatura doppiamente appoggiata in testa ed al piede con carico uniformemente distribuito**

Momento sollecitante massimo nella sezione di mezzzeria	M_{ed}	1532.41 Nm
Momento resistente	M_{rd}	569.55 Nm
Rapporto tra momento resistente e momento sollecitante	M_{rd}/M_{ed}	0.37

 $M_{rd}/M_{ed} < 1$ - VERIFICA NON SODDISFATTA

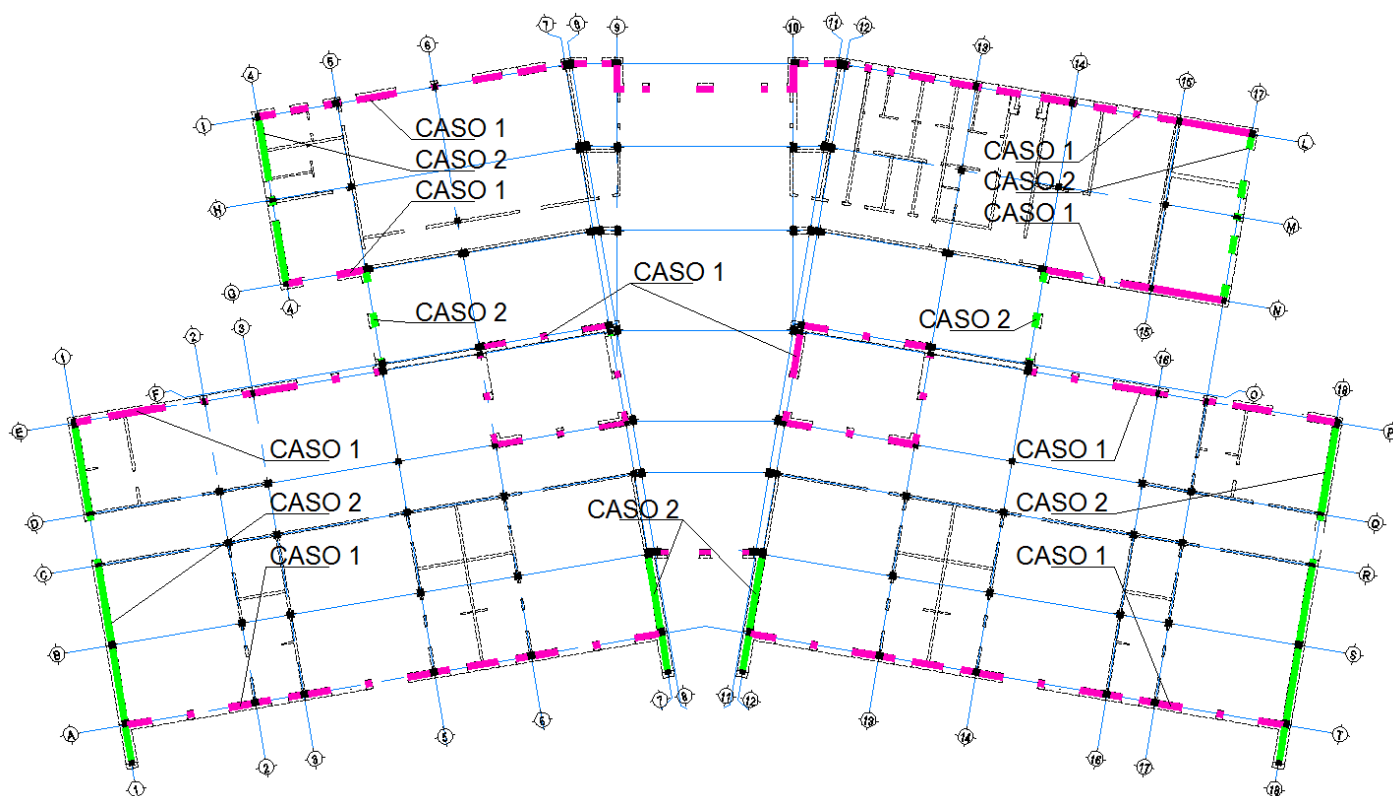
Le verifiche di resistenza e stabilità non risultano verificate, pertanto per i tamponamenti esterni sono stati previsti adeguati elementi di trattenuta per evitare il ribaltamento della parete stessa.

Si devono distinguere due casi:

CASO 1 –Tamponamenti sui fili I e G (soluzione estendibile a tutti i tamponamenti sui fili L,N,P,T,A,E degli altri modelli

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

CASO 2- Tamponamenti sui fili 4e 5 (soluzione estendibile a tutti i tamponamenti sui fili 1,7,11,14,17,18 degli altri modelli



CASO 1 - Non è possibile realizzare un cordolo in c.a. continuo sopra alle murature esterne di tamponamento perchè sopra alle porte e finestre sono sempre presenti i cassonetti per gli avvolgibili. Qui è quindi presente solo il cordolo di chiusura in legno.

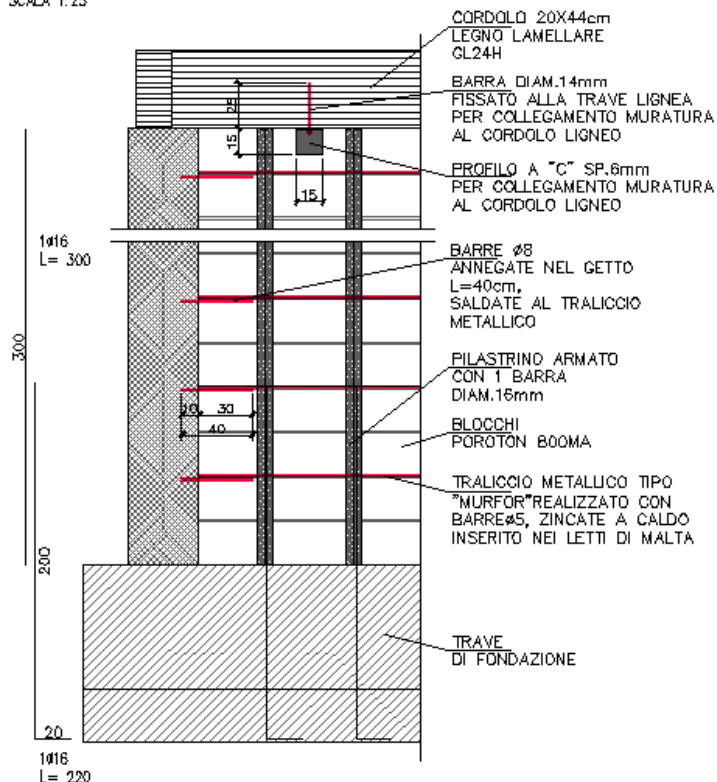
Si prevede quindi di realizzare elementi di fissaggio metallici mediante profili a C verticali di sp: 6mm ,larghezza pari a quella della muratura ed ali di lunghezza 150mm che abbracciano la muratura e realizzano un vincolo tipo appoggio in corrispondenza della sommità delle murature. Il profilo a C verrà fissato al cordolo ligneo attraverso barre di diam. 14mm soggette a taglio , dovuto al possibile ribaltamento della parete.

Si prevede di utilizzare blocchi Poroton 800 di sp.30cm con predisposti dei fori centrali di dimensioni 10x10cm nei quali verranno disposte barre di diam 16mm (una per foro) , opportunamente fissata alle fondazioni, e completata con getto di calcestruzzo.

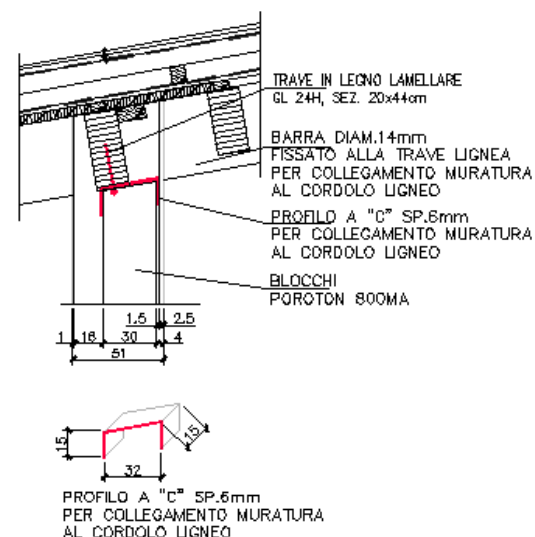
E' necessario realizzare pilastri a passo non superiore a 50cm. I pilastri devono essere opportunamente collegati orizzontalmente, attraverso tralicci metallici di piccolo diametro (5mm) annegati nei letti di malta, 1 ogni due corsi di mattoni (quindi a passo non superiore a 50 cm)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Caso 1 - dett. B- prospetto

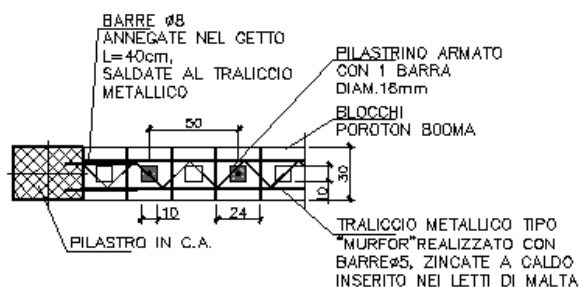
SCALA 1:25


Caso 1 - dett. B- sez.2

SCALA 1:25


Caso 1 - dett. B- sez. 1

SCALA 1:25


Si prevede di utilizzare i profili metallici a C con passo minore/uguale a 50cm.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

CASO 2- E' possibile realizzare un cordolo in c.a. continuo alla sommità delle murature esterne.

Si prevede quindi di realizzare un cordolo in c.a. di dimensioni 20x30cm collegato ai pilastri con innesti metallici, ipotizzato in appoggio e quindi non inserito nel modello globale delle strutture..E' quindi possibile avere le murature confinate e il requisito di evitare collassi fragili si intende soddisfatto in quanto rispetta il punto C7.3.6.3 delle NTC2008

Si prevede quindi di realizzare degli elementi di armatura orizzontale nei letti di malta costituiti da un traliccio in acciaio zincato diametro 5mm .

I tralicci dovranno essere annegati nei letti di malta a distanza non superiore a 50cm e verranno collegati ai pilastri in c.a.mediante barre diametro 8mm annegate nel getto del pilastro. E' possibile, in alternativa, collegare le barre di diametro 8mm ai pilastri attraverso innesti chimici realizzati successivamente al getto del pilastro.

Si riporta uno schema dei collegamenti dei tamponamenti alla struttura principale; il medesimo schema è riportato nella tavola grafica.

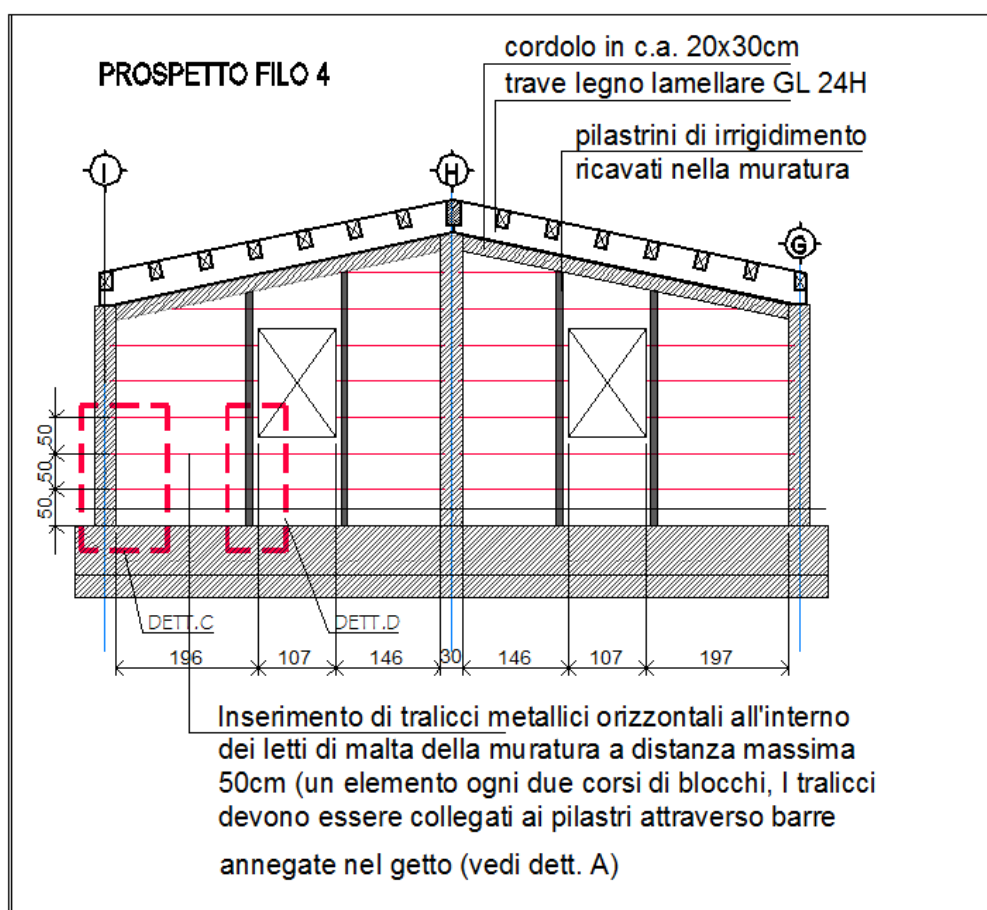
Dove sono presenti aperture si realizzerà un pilastrino uguale a quelli del caso 1 in corrispondenza delle aperture.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

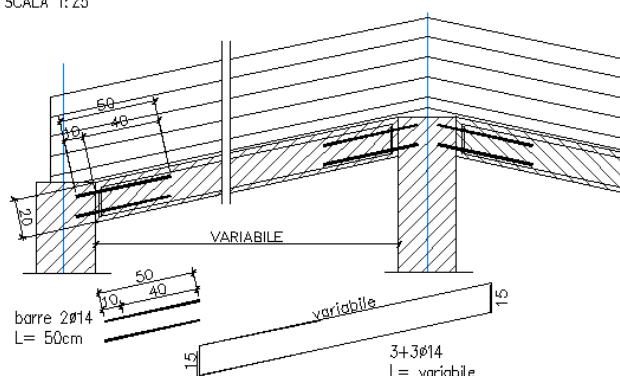
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

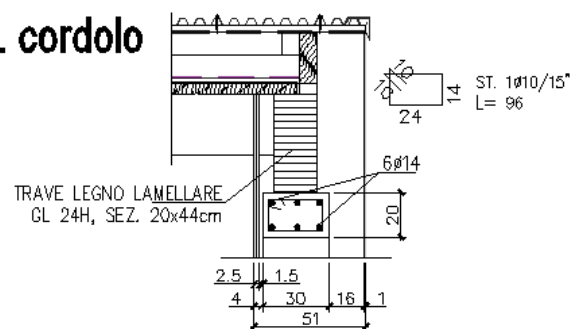


Schema tipico cordolo fili 1,4,5,14,17,18

SCAL A 1:25



sez. cordolo



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2.2.J.7-GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Si riporta il confronto fra i risultati ottenuti mediante analisi con elaboratore e gli analoghi risultati ottenuti mediante metodi tradizionali.

Nello specifico si riporta il confronto fra il **peso totale dell'edificio calcolato manualmente e calcolato dall'elaboratore nella stessa combinazione** (1-slu):

- PILASTRI: $1,3 \cdot 20538 =$ **26700 kg**
- TRAVI LEGNO PRINCIPALI $1,3 = 4013 \cdot 1,3 =$ **5217 Kg**
- CARICO DISTRIBUITO G1 COPERTURA (comprensivo dei travetti) $\cdot 1,3 = 14760 \cdot 1,3 =$ **19188 Kg**
- CARICO DISTRIBUITO G2 COPERTURA $\cdot 1,5 = 11070 \cdot 1,5 =$ **16605 kg**
- CARICO VARIABILE NEVE $\cdot 1,5 = 36900 \cdot 1,5 =$ **55350 Kg**
- CARICO VARIABILE CAT. H1 $\cdot 1,05 = 3550 \cdot 1,05 =$ **3728 Kg**
- CARICO DISTRIBUITO G1 PRIMO SOLAIO (comprensivo dei travetti) $\cdot 1,3 = 13845 \cdot 1,3 =$ **17998 Kg**
- CARICO DISTRIBUITO G2 PRIMO SOLAIO $\cdot 1,5 = 24495 \cdot 1,5 =$ **36743 kg**

-TOTALE 181529 Kg

PILASTRI									
PILASTRI	L1(cm)	L2(cm)	H(cm)	V. (cm3)	V. (m3)	P. (Kg)			
1	30	30	302	271800	0.2718	679.5			
2	40	30	302	362400	0.3624	906			
3	65	30	302	588900	0.5889	1472.25			
4	30	30	302	271800	0.2718	679.5			
5	30	30	399	359100	0.3591	897.75			
6	50	30	399	598500	0.5985	1496.25			
7	30	30	460	414000	0.414	1035			
8	50	30	399	598500	0.5985	1496.25			
9	30	30	302	271800	0.2718	679.5			
10	50	30	498	747000	0.747	1867.5			
11	50	30	498	747000	0.747	1867.5			
12	40	30	498	597600	0.5976	1494			
13	40	30	612	734400	0.7344	1836			
14	50	30	612	918000	0.918	2295			
15	40	30	612	734400	0.7344	1836			
					TOT.Kg	20538	*1.3=	26699.4 Kg	

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

ORIZZONTAMENTI	AREA (m2)	G1 (Kg/m2)	G2 (Kg/m2)	NEVE (Kg/m2)	ACC.CAT. H1 (Kg/m2)	G1 (Kg)	G2 (Kg)	ACC. NEVE (Kg)	ACC.CAT. H1 (Kg)
SOLAIO 1	71	195	345	0	50	13845	24495	0	3550
COPERTURA	246	60	45	150	0	14760	11070	36900	0

TRAVI PRINCIPALI

FILI	L1(cm)	L2(cm)	L3(cm)	V. (cm3)	V. (m3)	P. (Kg)			
4	20	44	1000	880000	0.88	334.4			
5	20	44	2056	1809280	1.80928	687.5264			
6	20	44	578	508640	0.50864	193.2832			
6	24	135	978	3168720	3.16872	1204.114			
7	20	44	1556	1369280	1.36928	520.3264			
7-1° sol	25	56	510	714000	0.714	271.32			
6-1° sol	32	68	510	1109760	1.10976	421.7088			
5-1° sol	25	50	510	637500	0.6375	1593.75			
					TOT.Kg	4013.073	*1.3=	5216.995 Kg	

Dal modello di calcolo:

Pilastro	Nodo	Combinazione	N _D [kg]	Azioni x γ _{Rd} , Fondazioni			
				V _x [kg]	V _y [kg]	M _x [kgm]	M _y [kgm]
147-1	1	1	3440.7	0.3	-1.9	5.8	1.0
148-2	2	1	6291.4	3.0	-26.1	80.8	9.3
150-3	3	1	9238.9	-68.2	399.7	-1235.0	-210.7
152-4	4	1	4759.9	-5.8	32.9	-101.7	-17.9
196-5	5	1	5668.8	0.0	-0.0	0.0	0.0
197-6	6	1	10759.1	8.2	-34.7	142.3	33.4
259-7	7	1	21301.0	0.5	15.2	-73.6	2.6
201-8	8	1	9107.9	-10.7	68.0	-278.7	-44.0
138-9	9	1	3139.4	-0.3	1.9	-5.9	-1.0
139-10	10	1	17054.3	-28.7	-1118.0	1194.1	97.0
141-11	11	1	17659.7	362.5	-1472.6	1560.7	480.5
143-12	12	1	17128.3	186.7	-794.2	861.4	249.4
13-131	13	1	11736.8	-327.8	1030.4	-928.8	-287.4
133-14	14	1	21596.7	-86.1	1286.4	-1242.1	22.4

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

134-15	15	1	13315.5	-33.7	614.4	-569.3	16.2
--------	----	---	---------	-------	-------	--------	------

REAZIONI AL PIEDE DEI PILASTRI CHE MASSIMIZZANO IL CARICO VERTICALE (COMB.1)

TOTALE: 172198 Kg

Peso totale del fabbricato nella comb. 1 calcolato dall'elaboratore.: 183693 Kg

Peso totale del fabbricato nella comb. 1 calcolato manualmente : 181529 Kg

Differenza: 2164 Kg (1,17%)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.2.k- Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

PROGRAMMA DI CALCOLO USATO

WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice ENEXSYS S.r.L. Via Tizzano 46/2 Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla WinStrand 2002 - WinStrand 2003

Piattaforma Software Windows 95ä , Windows NT 4.0ä e successive

Documentazione in uso Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Modellazione Strutturale con Elementi Finiti Tipo

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDLT.
- Analisi Statica:
- modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
- ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

- Analisi dinamica: Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori vengono trovati utilizzando il SubSpace Iteration:
- Via statica equivalente.
- Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Affidabilità dei Codici di calcolo WinStrand

Ditta produttrice: En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Campo di applicazione: analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Il cap. 10 del Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 14 Gennaio 2008 fornisce le istruzioni relative alla Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo, cui il progettista delle strutture deve attenersi nella redazione degli elaborati progettuali.

Il punto 10.2 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo specifica:

Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Nella fase di stesura della relazione di calcolo, utilizzando i tabulati provenienti da codici di calcolo, è demandato al progettista il compito di analisi preliminare della documentazione:

Il progettista dovrà esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Il presente documento è reperibile dal forum InForma e sul sito del produttore: <http://www.enexsys.com>. Esso costituisce assieme alle stampe degli esempi documento di validazione dei software prodotti dalla En.Ex.sys srl.

Benchmark

Il controllo della affidabilità delle analisi numeriche è stato condotto su una serie di esempi di letteratura la cui soluzione sia esprimibile in forma chiusa, allo scopo di verificare l'affidabilità del software.

Gli esempi condotti, corredati della fonte di riferimento, dei risultati numerici e dei file dati permettono la riproduzione integrale degli stessi da parte degli utenti

2.2.1- Caratteristiche delle strutture di fondazione

Le fondazioni sono costituite da travi rovesce di fondazione, in calcestruzzo armato, con calcestruzzo di classe C25/30 ed acciaio B450 C e di sezione:

-sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=70cm

-sezione a T rovescia con B=80cm, H=100cm, h=30cm, b=45cm

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

-trave di collegamento a sezione rettangolare con B=50cm e H.=30cm

-trave di collegamento a sezione rettangolare con B=80cm e H.=30cm

Il piano di appoggio è circa a -1.22m dal piano finito interno.

Le fondazioni sono state calcolate e progettate per restare in ambito elastico e per sviluppare una pressione omogenea sul terreno.

Nel progetto delle fondazioni è stato applicato l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3.

Il terreno di sedime è stato assunto di categoria C con suolo topografica T1.

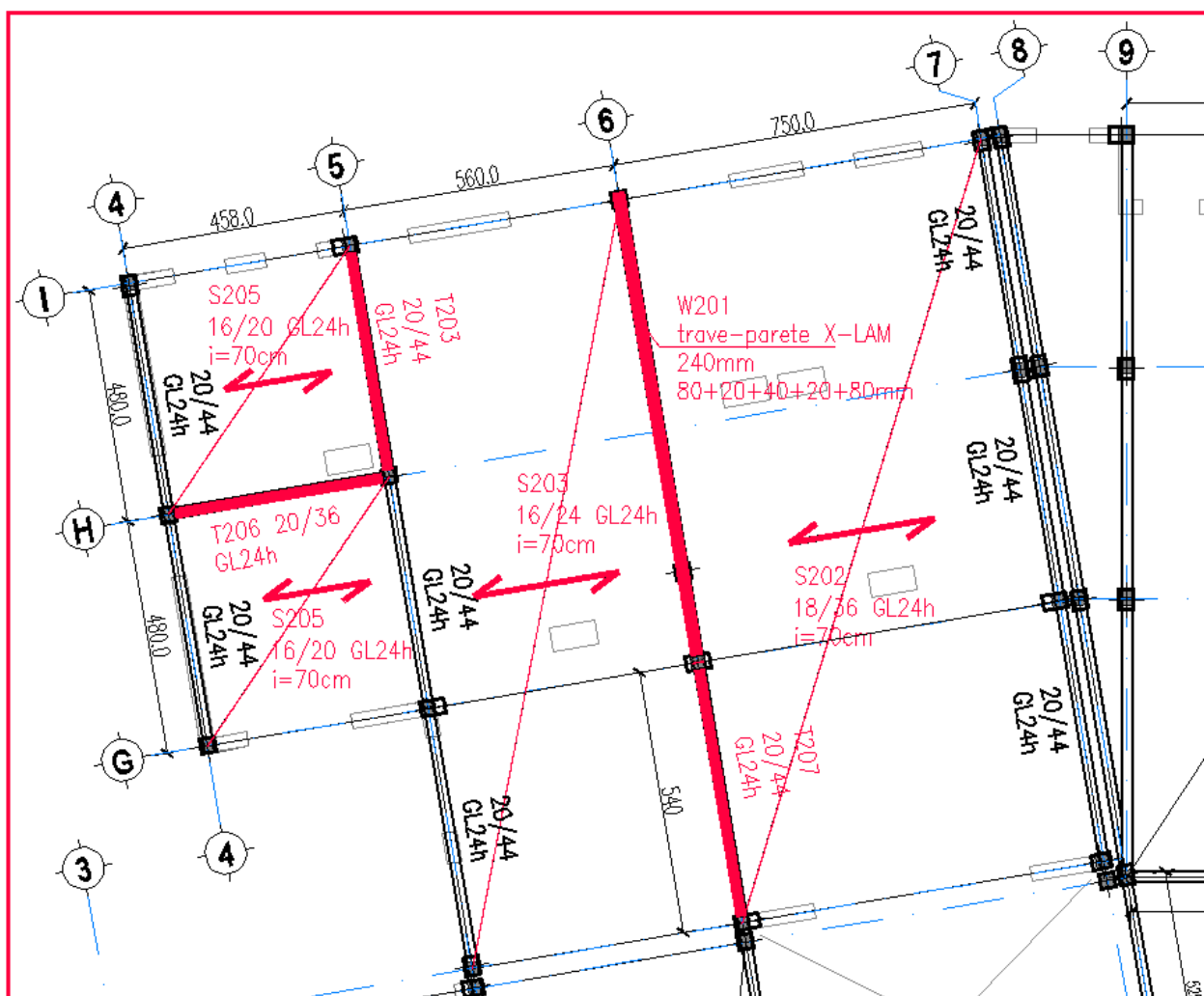
Le fondazioni non sono state inserite nel modello e i pilastri sono stati ipotizzati incastrati alla base. Le sollecitazioni in corrispondenza degli incastri sono indicate qui di seguito. Le sollecitazioni sono state applicate (cambiate di segno) nel modello di calcolo generale delle fondazioni, per cui si rimanda alla relazione apposita. In corrispondenza dei giunti strutturali le strutture in elevazione raddoppiano. I carichi al piede relativi ai due pilastri contigui al giunto sono stati sommati per ogni combinazione di carico e applicati alla struttura di fondazione

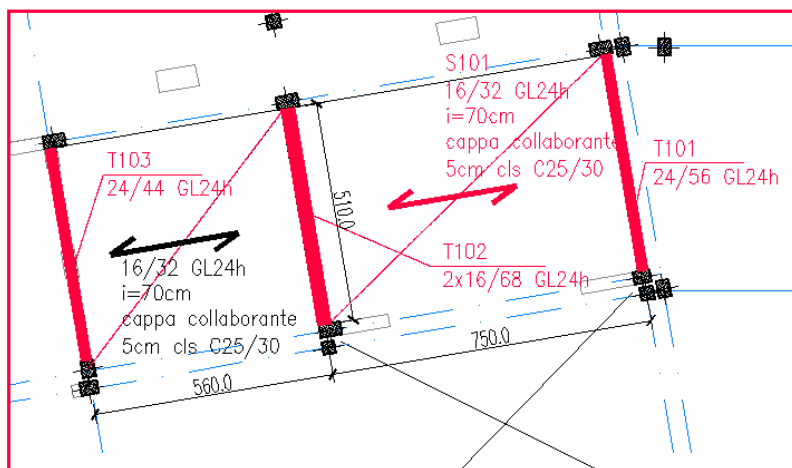
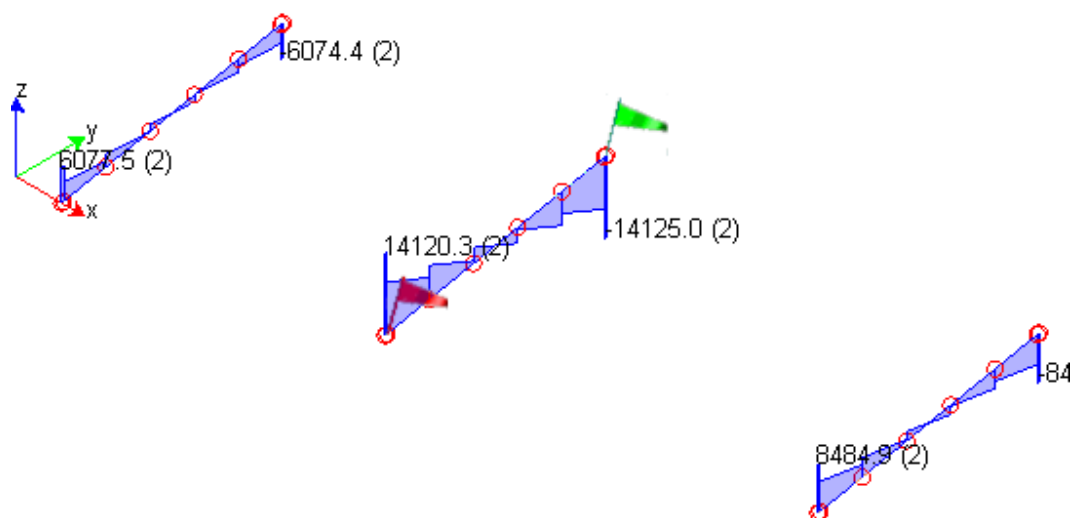
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2.5.4.3-Verifica travi in legno

Ai fini delle verifiche di sicurezza, degli elementi lignei e relative connessioni, sono stati adottati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite. In particolare sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo e allo stato limite d'esercizio, nonché considerando l'azione sismica e la condizione eccezionale d'incendio.

Per la verifica degli elementi strutturali in legno, quali travi e travetti, sono stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Per ogni sezione lignea di riferimento, sono stati verificati gli elementi aventi maggiori sollecitazioni in base alle condizioni di sollecitazione e vincolo.

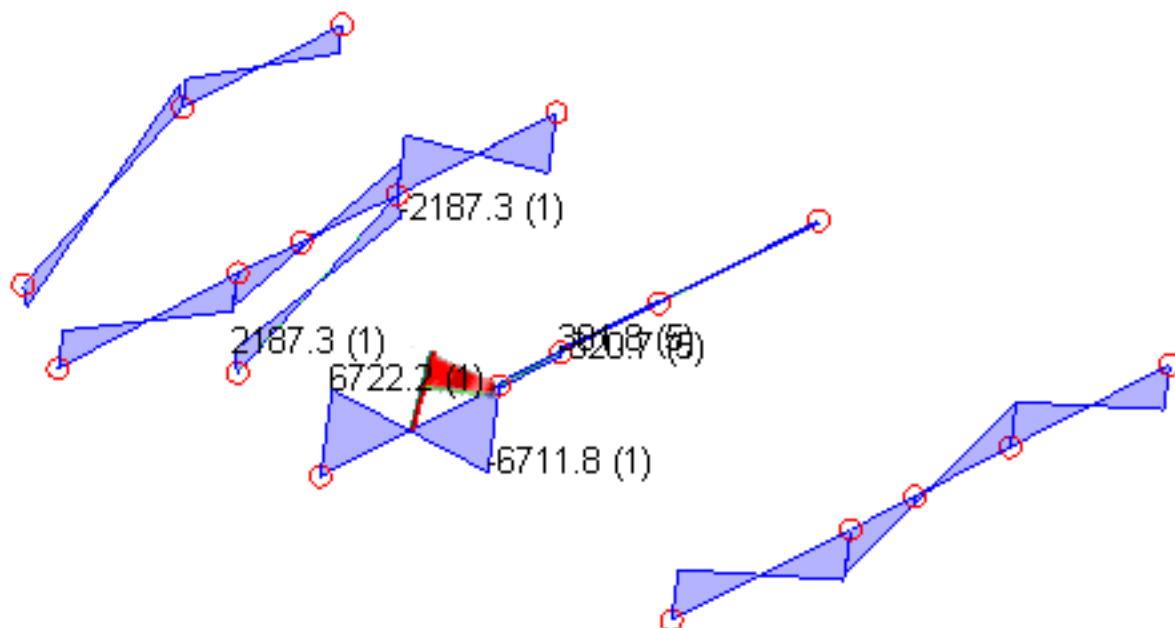
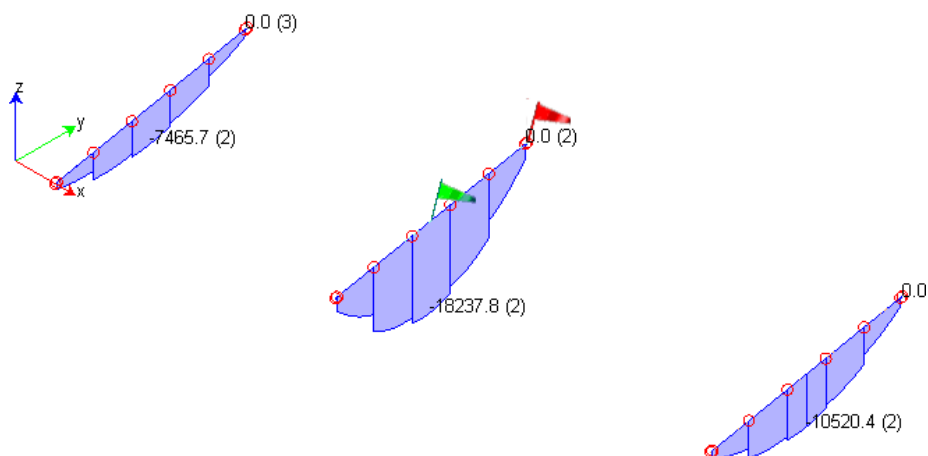
Si riepilogano di seguito gli elementi verificati. I risultati sono stati estesi agli elementi aventi sollecitazioni uguali o inferiori a quelli calcolati

COPERTURA


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
SOLAIO 1

DIAGRAMMA INVILUPPO T TRAVI PRIMO SOLAIO


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

DIAGRAMMA INVILUPPO T TRAVI COPERTURA

DIAGRAMMA INVILUPPO M TRAVI PRIMO SOLAIO


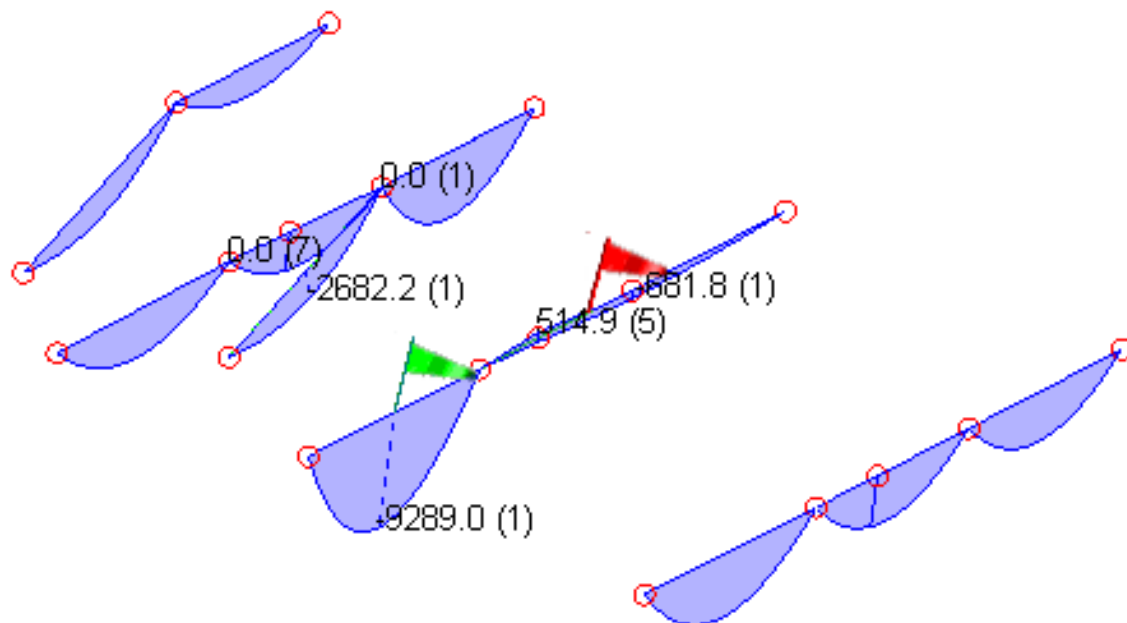
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

DIAGRAMMA INVILUPPO MTRAVI COPERTURA



S 101 Solaio con cappa collaborante in C.A.

1. Geometria e caratteristiche dei materiali

1.1 Sezioni

$$\begin{aligned}
 h_{\text{legno}} &= 32,00 \text{ [cm]} & h_{\text{cassero}} &= 5,00 \text{ [cm]} & h_{\text{cls}} &= 5,00 \text{ [cm]} \\
 b_{\text{legno}} &= 16,00 \text{ [cm]} & b_{\text{appoggio}} &= 4,00 \text{ [cm]} & b_{\text{cls}} &= 70,00 \text{ [cm]} \\
 A_{\text{legno}} &= 512,00 \text{ [cm}^2\text{]} & A_3 &= 40,00 \text{ [cm}^2\text{]} & A_{\text{cls}}^* &= 350,00 \text{ [cm}^2\text{]} \\
 b_{\text{eff}} = b_w + L_0 / 5 &= 166,00 \text{ [cm]} & b_c = \min(b_{\text{eff}}, b_{\text{cls}}) &= 70,00 \text{ [cm]}
 \end{aligned}$$

1.2 Caratteristiche dei materiali

legno /der. del legno:	GL24h	
	$f_{x,d,\text{medio}}$	
	[kN/cm ²]	[kN/cm ²]
$f_{m,k}$	2,4	1,43
$f_{t,0,k}$	1,65	0,98
$f_{t,90,k}$	0,05	0,03
$f_{c,0,k}$	2,4	1,34
$f_{c,90,k}$	0,27	0,15
$f_{v,k}$	0,25	0,14

cls:	C 25/30
	[kN/cm ²]
f_{ck}	2,5
f_{ctm}	0,26
τ_{Rd}	0,028
E_{cm}	3050

connettore con certificato: SFS VB-48-7,5×100

$$\begin{aligned}
 \rho_k &= 380 \text{ [kg/m}^3\text{]} & f_{x,d} &= k_{\text{mod},i} \cdot f_{x,k} & k_h &= 1,06 \text{ [-]} \\
 \gamma_{\text{legno},k} &= 4,50 \text{ [kN/m}^3\text{]} & \gamma_{\text{cassero},k} &= 4,50 \text{ [kN/m}^3\text{]} & \gamma_{\text{cls},k} &= 25,00 \text{ [kN/m}^3\text{]} \\
 \gamma_{M,\text{legno}} &= 1,25 \text{ [-]} & & & \gamma_c &= 1,5 \text{ [-]} \\
 \text{CDS} &= \text{I} & k_{\text{mod}} &= 0,6 \text{ [-]} & & \\
 \text{CDC} &= \text{lunga} & k_{\text{mod}} &= 0,7 \text{ [-]} & K_{\text{ser}} = 2 \times d \cdot \rho_k^{1,5} / 20 &= 111,11 \text{ [kN/cm]} \\
 & & & & & \text{vedi certificato}
 \end{aligned}$$

1.3 Calcolo delle sezioni per deformazione iniziale

$$\begin{aligned}
 \gamma_{1,0} &= 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{cm} \cdot A_c \cdot s_m / (K_{\text{ser}} \cdot l^2)) = 0,372 \text{ [-]} \\
 s_m &= 1/n \cdot (0,75 \cdot e_{\text{min}} + 0,25 \cdot e_{\text{max}}) = 10,00 \text{ [cm]} & \text{numero file/b: } n &= 1 \text{ [-]}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_1 &= \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 14,08 \text{ [cm]} \\
 a_2 &= \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 9,42 \text{ [cm]} \\
 EI_{y,\text{eff},0} &= \sum (EI_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) = 184.404.214 \text{ [kNcm}^2\text{]}
 \end{aligned}$$

1.4 Calcolo delle sezioni per deformazione finale

$$\begin{aligned}
 E_{c,\text{eff}} &= E_{cm} / (1 + \phi_{(0,\infty)}) = 813 \text{ [kN/cm}^2\text{]} \\
 2 \cdot A_c / u &= 100 \text{ [mm]} & \text{secondo EC2 3.1.2.5.5 Tab. 3.3} & \phi_{(0,\infty)} &= 2,75 \text{ [-]} \\
 E_{\text{mean},\text{fin}} &= E_{0,\text{mean}} \times [a / (1 + k_{\text{def}}) + b / (1 + \psi_p \times k_{\text{def}}) + c / (1 + \psi_s \times k_{\text{def}})] = 730 \text{ [kN/cm}^2\text{]} \\
 a &= g_{Sd} / (g_{Sd} + p_{Sd} + s_{Sd}) = 0,91 \text{ [-]} & k_{\text{def}} &= 0,60 \text{ [-]} \\
 b &= p_{Sd} / (g_{Sd} + p_{Sd} + s_{Sd}) = 0,09 \text{ [-]} \\
 c &= s_{Sd} / (g_{Sd} + p_{Sd} + s_{Sd}) = 0,00 \text{ [-]} \\
 K_i &= 4/3 \cdot K_{\text{ser}} / (1 + k_{\text{def}}) = 69,44 \text{ [kN/cm]} & & \text{vedi certificato} \\
 \gamma_{c,\infty} &= 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{c,\text{eff}} \cdot A_c \cdot s_m / (K_i \cdot l^2)) = 0,582 \text{ [-]} \\
 a_1 &= \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 16,29 \text{ [cm]} \\
 a_2 &= \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 7,21 \text{ [cm]} \\
 EI_{y,\text{eff},0} &= \sum (EI_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) = 95.878.155 \text{ [kNcm}^2\text{]}
 \end{aligned}$$

2. Carichi

peso proprio	$g_k =$	1,80	[kN/m ²]	
perm. non strutturale	$g_k =$	3,45	[kN/m ²]	
esercizio	$p_k =$	0,50	[kN/m ²]	Cat. H1
neve	$s_k =$	0,00	[kN/m ²]	neve < 1000m
luce	$L =$	7,50	[m]	

$\gamma_{g,1} =$	1,30	[-]	$\gamma_{g,2} =$	1,50	[-]	$\gamma_{p,s} =$	1,50	[-]
combinazione rara:	$\psi_p =$	1,0	[-]	$\psi_s =$	0,5	[-]		
combinazione frequente:	$\psi_p =$	0,9	[-]	$\psi_s =$	0,2	[-]		
comb. quasi permanente:	$\psi_p =$	0,8	[-]	$\psi_s =$	0,0	[-]		

3. Sollecitazioni

3.1 Sollecitazioni allo stato limite ultimo

$$M_{Sd} = b_c \cdot \gamma \cdot q \cdot l^2 / 8 = 40,69 \quad [\text{kNm}]$$

$$V_{Sd} = b_c \cdot \gamma \cdot q \cdot l / 2 = 21,70 \quad [\text{kN}] \quad V_{Sd,red} = V_{Sd} \cdot (1 - 2 \cdot h/L) = 19,27 \quad [\text{kN}]$$

3.2 Sollecitazioni allo stato limite di esercizio

combinazione rara	$M_d = q_k \cdot l^2 / 8 =$	28,3	[kNm]
combinazione frequente	$M_d = q_k \cdot l^2 / 8 =$	28,1	[kNm]
comb. quasi permanente	$M_d = q_k \cdot l^2 / 8 =$	27,8	[kNm]

4. Verifiche allo stato limite ultimo

4.1 Verifiche delle tensioni per deformazione iniziale

4.1.1 Tensioni nei baricentri:

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = -0,35 \quad [\text{kN/cm}^2]$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = 0,24 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{tRd} \leq 1: 0,25 < 1,00$

4.1.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot h_i / 2 \cdot E_i = -0,52 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \cdot \gamma_c / f_{ck} \leq 1: 0,37 < 1,00$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot h_i / 2 \cdot E_i = -0,18 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \cdot \gamma_c / 0,7 \cdot f_{ctm} \leq 1: 0,13 < 1,00$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot h_i / 2 \cdot E_i = 0,41 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{tRd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{mRd} \leq 1: 0,53 < 1,00$

4.1.3 Forza agente sui connettori:

$F_{Sd,i} = V_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i = 5,85 \quad [\text{kN}]$

4.2 Tensioni per deformazione finale

4.2.1 Tensioni nei baricentri:

nel cls: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = -0,33 \quad [\text{kN/cm}^2]$

nel legno: $\sigma_{Sd,i} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \cdot \gamma_i \cdot a_i \cdot E_i = 0,22 \quad [\text{kN/cm}^2]$

Verifica: $\sigma_{Sd,Holz,i} / f_{tRd} \leq 1: 0,23 < 1,00$

4.2.2 Verifica delle tensioni tangenziali massime:

nel cls: $\sigma_{m,c,Sd,o} = \sigma_{Sd,i} - M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i = -0,41$ [kN/cm²]

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,o} \cdot \gamma_c / f_{ck} \leq 1$: $0,29 < 1,00$

$\sigma_{m,c,Sd,u} = \sigma_{Sd,i} + M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i = -0,24$ [kN/cm²]

Verifica: $\sigma_{m,c,Sd,u} \cdot \gamma_c / 0,7 \times f_{ctm} \leq 1$: $0,17 < 1,00$

nel legno: $\sigma_{m,h,Sd,o} = M_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times h_i / 2 \times E_i = 0,50$ [kN/cm²]

Verifica: $\sigma_{Sd,legno,i} / f_{t,Rd} + \sigma_{Sd,legno,m} / f_{m,Rd} \leq 1$: $0,57 < 1,00$

4.2.3 Forza agente sui connettori:

$F_{Sd,i} = V_{Sd} / (EI_y)_{ef} \times \gamma_i \times a_i \times E_i \times A_i \times s_i = 5,42$ [kN]

4.3 Verifica della massima tensione da taglio:

solo il travetto va in appoggio $\tau_{Sd} = 1,5 \times V_{Sd} / A_{legno} = 0,06$ [kN/cm²]

Verifica: $\tau_{Sd} / f_{vd} \leq 1$: $0,40 < 1,00$

4.4 Pressione perpendicolare alla fibratura

$t_{eff} = V_{Sd} / (b_{legno} \cdot k_{c,90} \times f_{c,90,d}) = 3,58$ [cm] $< t_{scelto} = 10,00$ [cm]

$k_{c,90} = (2,38 - t / 250) \times (1 + h / (12 \times t)) = 2,508 \leq 4$ $k_{c,90} = 2,508$

4.5 Resistenza a taglio del connettore

Geometria del connettore diametro: $d = 7,5$ [mm]

profondità di fissaggio nel cls: $t_{cls} = 5,00$ [cm]

prof. di fiss. nel legno: $t_{legno} = 10,00$ [cm] $> 12 \times d = 9,00$ [cm]

caratteristiche del connettore:

$\gamma_y =$	1,10	[-]	Fe 430	[kN/cm ²]	
$\gamma_v =$	1,25	[-]	f_u	43,0	$\leq 45,0$ [kN/cm ²]
			f_{yk}	27,5	

connettore: $P_{Rd,y} = 0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2 / (4 \cdot \gamma_v) = 12,16$ [kN]

nel cls: $P_{Rd,c} = 0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot (f_{ck} \cdot E_{c,eff})^{0,5} / \gamma_v = 5,88$ [kN]

per $3 \leq t_{cls}/d \leq 4$: $\alpha = 0,2 \cdot (t_{Bcls}/d + 1)$

per $t_{cls}/d > 4$: $\alpha = 1$ $t_{cls}/d = 6,67$ $\alpha = 1,000$ [-]

nel legno: $R_{d,(c)} = f_{h,0,d} \cdot t_H \cdot d \cdot ((2 + M_{yd}/(f_{h,0,d} \cdot d \cdot t_H^2))^{0,5} - 1) + F_{ax,d}/4 = 5,63$ [kN]

$P_{Rd,H} = \min(R_{d,i})$ $R_{d,(d)} = 2,3 \cdot (M_{yd} \cdot f_{h,0,d} \cdot d)^{0,5} + F_{ax,d}/4 = 4,06$ [kN]

$R_{d,(a)} = f_{h,0,d} \cdot t_{legno} \cdot d = 12,11$ [kN]

$M_{yd} = 0,8 \cdot f_u \cdot d^3 / (6 \cdot \gamma_y) = 2,20$ [kNcm]

$f_{h,0,d} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k / \gamma_M = 1,61$ [kN/cm²]

$F_{ax,d} = d \times t_{pen} \times 20 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2 / \gamma_M = 1,21$ [kN] $P_{Rd,H} = 4,06$ [kN]

$s_{min} = 8,00$ [cm] $P_{Rd,i,min} = 7,00$ [kN] vedi certificato

Verifica: $F_{Sd,i} / P_{Rd,i,min} \leq 1$: $0,84 < 1,00$

passo minimo dei connettori:

$\eta = s_{min}/s_{max} \geq 0,25 + 0,03 \cdot L = 0,475 \geq 0,4$ $\eta = 0,475$ [-]

$4 \times s_{min} = 32,00$ [cm] $> s_{max} = 16,00$ [cm] $< s_{min} / \eta = 16,84$ [cm]

4.6 Verifica della capacità portante a taglio parallelo alla fibratura

$v_{Sd} = P_{Sd,i,max} / (2 \cdot s_{min}) = 0,37$ [kN/cm] $A_{cv} = A_{cls} = 350,00$ [cm²/m]

$v_{Rd,1} = 2,5 \cdot A_{cv} \cdot \eta \cdot \tau_{Rd} + A_s \cdot f_{ys} / \gamma_y = 1,14$ [kN/cm]

$v_{Rd,2} = 0,2 \cdot A_{cv} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1,17$ [kN/cm] $v_{Rd} = v_{Rd,i,min} = 1,14$ [kN/cm]

per cls ordinario $\eta = 1,00$ [-]

scelto: $\emptyset 8 / 20$ $A_s = 2,51$ [cm²/m] $f_{ys} = 39,0$ [kN/cm²]

Verifica: $v_{Sd} / v_{Rd} \leq 1$: $0,32 < 1,00$

5. Verifiche allo stato limite di esercizio

5.1 Tensioni nel cls

5.1.1 combinazione rara:

$$\sigma_{d,c,0} = 0,29 \quad [\text{kN/cm}^2] < \sigma_{zul} = 0,6 \cdot f_{ck} = 1,50 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

5.1.2 combinazione quasi permanente:

$$\sigma_{d,c,0} = 0,28 \quad [\text{kN/cm}^2] < \sigma_{zul} = 0,45 \cdot f_{ck} = 1,13 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

5.2 Deformazioni

5.2.1 Deformazioni iniziali:

$$w_{2,inst} \leq l/400$$

contributo durante il getto:

si

$$w_0 = 5/384 \cdot g_{k,1} \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{Holz,0} = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

controfreccia in assenza di carico

$$u_0 =$$

$$0,0$$

$$[\text{cm}]$$

$$< l/300 =$$

$$2,500$$

$$[\text{cm}]$$

$$K_{ser} = 2 \times d \cdot \rho_k^{1,5} / 20 = 166,67 \quad [\text{kN/cm}]$$

$$\gamma_{1,0} = 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{cm} \cdot A_c \cdot s_m / (K_{ser} \cdot l^2)) = 0,471 \quad [-]$$

$$a_1 = \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 12,73 \quad [\text{cm}]$$

$$a_2 = \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 10,77 \quad [\text{cm}]$$

$$EI_{y,eff,0} = \sum (EI_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) = 203.249.514 \quad [\text{kNcm}^2]$$

Deformazione a seguito di carichi esterni

$$w_{p,inst} = 5/384 \cdot p_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,0} = 0,071 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean} \cdot A_v) = 0,008 \quad [\text{cm}]$$

$$A_v = A_{Holz} / 1,2 = 427 \quad [\text{cm}^2]$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \cdot s_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,0} = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean} \cdot A_v) = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{2,inst} = \sum w_{i,inst} \cdot \psi_i = 0,079 \quad [\text{cm}] < L/400 = 1,875 \quad [\text{cm}]$$

5.2.2 Limite per le deformazioni finali:

$$w_{net,fin} \leq l/350$$

$$E_{mean,fin} = E_{0,mean} / (1 + k_{def}) = 725 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

$$G_{mean,fin} = G_{mean} / (1 + k_{def}) = 45 \quad [\text{kN/cm}^2]$$

$$K_{ser,fin} = K_{ser} / (1 + k_{def}) = 69,44 \quad [\text{kN/cm}]$$

$$\gamma_{c,\infty} = 1 / (1 + \pi^2 \cdot E_{c,eff} \cdot A_c \cdot s_m / (K_{ser} \cdot L^2)) = 0,582 \quad [-]$$

$$a_1 = \gamma_2 \times E_2 \times A_2 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 16,25 \quad [\text{cm}]$$

$$a_2 = \gamma_1 \times E_1 \times A_1 \times (h_1 + h_2 + 2 \times h_3) / (2 \times \sum (\gamma_i \times E_i \times A_i)) = 7,25 \quad [\text{cm}]$$

$$EI_{y,eff,\infty} = \sum (EI_{y,i} + \gamma_i \cdot a_i^2 \cdot EA_i) = 95.502.387 \quad [\text{kNcm}^2]$$

Deformazioni a seguito di carichi esterni

$$w_{g,fin} = 5/384 \cdot g_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,\infty} = 1,586 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,g,inst} = M_g / (G_{mean,fin} \cdot A_v) = 0,135 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{p,inst} = 5/384 \cdot p_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,\infty} = 0,151 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,p,inst} = M_p / (G_{mean,fin} \cdot A_v) = 0,013 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{s,inst} = 5/384 \cdot s_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,eff,\infty} = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

$$w_{v,s,inst} = M_s / (G_{mean,fin} \cdot A_v) = 0,000 \quad [\text{cm}]$$

Deformazioni a seguito del ritiro del cls

$$\varepsilon_{(0,\infty)} = -0,000325 \quad [-] \quad (\text{supposte condizioni ambientali secche})$$

$$F_{ritiro} = \varepsilon_{(0,\infty)} \cdot E_{c,eff} \cdot A_{cls} = -92,52 \quad [\text{kN}]$$

$$M_{ritiro} = F_{ritiro} \cdot a_{cls} = -15,03 \quad [\text{kNm}]$$

$$w_{ritiro} = M_{ritiro} \cdot L^2 / (8 \cdot E \cdot I_{y,eff,\infty}) = 1,107 \quad [\text{cm}]$$

non considerato

$$\begin{aligned}
W_{\text{net,fin}} &= W_{\text{m,fin,i}} + W_{\text{v,fin,i}} + W_{\text{Schwind}} - W_0 = 1,851 \quad [\text{cm}] < l/350 = 2,143 \quad [\text{cm}] \quad \mathbf{0,86 < 1,00} \\
W_{2,\text{fin}} &= W_{\text{m,fin,i}} + W_{\text{v,fin,i}} - W_{\text{g,inst}} = 1,055 \quad [\text{cm}] < l/300 = 2,500 \quad [\text{cm}] \\
W_{\text{g,inst}} &= 5/384 \cdot g_k \cdot b_c \times L^4 \cdot 10^6 / (E \cdot I)_{y,\text{eff},0} = 0,745 \quad [\text{cm}] \\
W_{\text{v,g,inst}} &= M_g / (G_{\text{mean}} \cdot A_v) = 0,084 \quad [\text{cm}]
\end{aligned}$$

6. Distanze minime dei connettori

$$\begin{aligned}
\text{Il alla fibratura:} & \quad a_1 = 0,7 \times (4 + \cos \alpha) \times d = 2,7 \quad [\text{cm}] \\
\perp \text{ alla fibratura:} & \quad a_2 = 0,7 \times (3 + \sin \alpha) \times d = 2,1 \quad [\text{cm}] \\
\text{Il bordo esterno del legno:} & \quad a_{3,t} = 0,7 \times (7 + 5 \times \cos \alpha) \times d = 5,6 \quad [\text{cm}] \\
\perp \text{ bordo esterno del legno:} & \quad a_{3,c} = 0,7 \times 7 \times d = 2,1 \quad [\text{cm}] \\
\text{bordo sollecitato:} & \quad a_{4,t} = 0,7 \times (3 + 4 \times \sin \alpha) \times d = 2,5 \quad [\text{cm}] \\
\text{bordo non sollecitato:} & \quad a_{4,c} = 0,7 \times 3 \times d = 1,6 \quad [\text{cm}]
\end{aligned}$$

S 202

Arcarecci

sistema e materiale

$l_1 =$	7,50	[m]
$l_{K,L} =$	0,00	[m]
$l_{K,R} =$	0,00	[m]

CDS	II
CDC	breve

interasse $i =$	0,70	[m]
-----------------	------	-----

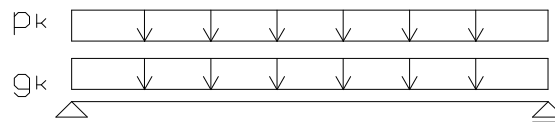
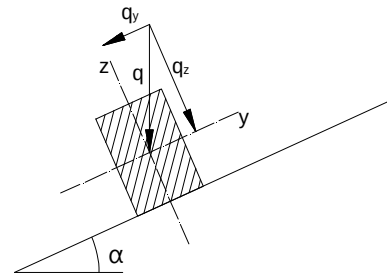
Materiale	GL24h
-----------	-------

largh. trave $b =$	18,0	[cm]
alt. trave $h =$	36,0	[cm]
$\alpha =$	22,0	(°)

$I_y =$	69984	[cm ⁴]
$W_y =$	3888	[cm ³]
$I_z =$	17496	[cm ⁴]
$W_z =$	1944	[cm ³]

Carichi

peso proprio	$g_{k,Ba} =$	0,42	[kN/m ²]
peso portato	$g_{k,} =$	0,15	[kN/m ²]
totale permanente	$g_{1,k} =$	0,57	[kN/m²]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m ²]
carico neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m ²]



Coefficienti di combinazione

	γ_Y	$\psi_{0,Y}$	$\psi_{1,Y}$	$\psi_{2,Y}$
permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

$k_{mod} =$	0,9
$k_{def} =$	0,8
$k_h =$	1,00
$k_{red} =$	0,7
$k_{red} =$	0,7
$\gamma_M =$	1,45

$f_{m,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{v,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{c,0,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{c,90,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{t,0,d} =$	1,02	kN/cm ²
$E_{0,mean} =$	1160,00	kN/cm ²
$E_{0,05} =$	940,00	kN/cm ²
$G_{0,05} =$	60,00	kN/cm ²

Reazioni agli appoggi

	dir. Z	dir. Y	
$g_{1,k} =$	0,53	0,21	kN/m ²
$g_{2,k} =$	0,42	0,17	kN/m ²
$q_{k} =$	1,39	0,56	kN/m ²

Sollecitazioni allo stato limite ultimo

sollecitazioni per m

	Direzione Z			Direzione y		
	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,St,d}$ [kNm]	$M_{z,F,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]	$M_{y,St,d}$ [kNm]	$M_{y,F,d}$ [kNm]
permanente	2,6	0,0	4,8	1,0	0,0	1,9
permanente portato	2,9	0,0	5,3	1,2	0,0	2,2
variabile	7,8	0,0	14,6	3,2	0,0	5,9
TOTALE DI PROGETTO	12,8	0,0	24,0	5,2	0,0	9,6

Verifiche allo stato limite ultimo

momento flettente

$$k_m = 0,7$$

in campata

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,43 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,29 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,35 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,23\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,44} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,43} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

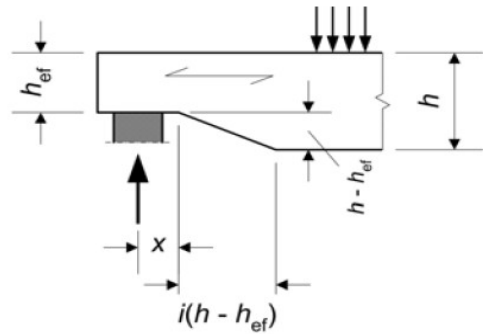
all'appoggio

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,00 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

Forza di taglio in corrispondenza dell'incastro

b_{ef}	160	[mm]
x	28	[mm]
h_{ef}	320	[mm]
α	0,10	
k_n	6,5	
k_v	0,69	
$\tau_{d,d}$	0,04	[kN/cm ²]
$\tau_{d,d} / f_{v,d}$	0,35	\leq 1,00



Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Deformazione iniziale

in campata	$w_{G,inst} =$	3,7	[mm]	$w_{Q,inst} =$	4,9	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,inst} =$	4,9	[mm]	$< l/300 =$	25,0	mm
				$h =$	0,20	$\leq 1,0$

Deformazioni a lungo termine

in campata	$w_{G,fin} =$	6,6	[mm]	$w_{Q,fin} =$	4,9	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,fin} =$	4,9	[mm]	$< l/200 =$	37,5	mm
				$h =$	0,13	$\leq 1,0$
	$w_{fin} =$	11,6	[mm]	$< l/200 =$	37,5	mm
				$h =$	0,31	$\leq 1,0$

S 203

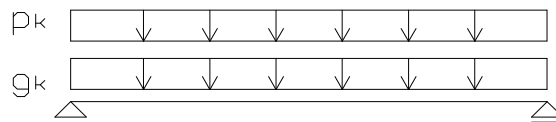
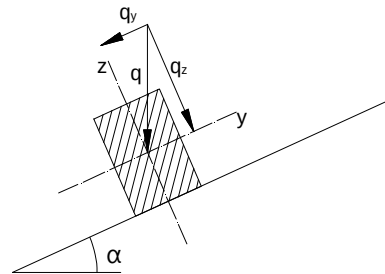
Arcarecci

sistema e materiale

$l_1 =$	5,60	[m]	CDS	II
$l_{K,L} =$	0,00	[m]	CDC	breve
$l_{K,R} =$	0,00	[m]		
interasse $i =$	0,70	[m]	Materiale	GL24h
largh. trave $b =$	16,0	[cm]	$I_y =$	18432 [cm ⁴]
alt. trave $h =$	24,0	[cm]	$W_y =$	1536 [cm ³]
$\alpha =$	12,0	(°)	$I_z =$	8192 [cm ⁴]
			$W_z =$	1024 [cm ³]

Carichi

peso proprio	$g_{k,Ba} =$	0,25	[kN/m ²]
peso portato	$g_{k,} =$	0,15	[kN/m ²]
totale permanente	$g_{1,k} =$	0,40	[kN/m²]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m ²]
carico neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m ²]



Coefficienti di combinazione

	γ_Y	ψ_{0Y}	ψ_{1Y}	ψ_{2Y}
permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

$k_{mod} =$	0,9	$f_{m,d} =$	1,49 kN/cm ²
$k_{def} =$	0,8	$f_{v,d} =$	0,17 kN/cm ²
$k_h =$	1,00	$f_{c,0,d} =$	1,49 kN/cm ²
$k_{red} =$	0,7	$f_{c,90,d} =$	0,17 kN/cm ²
$k_{red} =$	0,7	$f_{t,0,d} =$	1,02 kN/cm ²
$\gamma_M =$	1,45	$E_{0,mean} =$	1160,00 kN/cm ²
		$E_{0,05} =$	940,00 kN/cm ²
		$G_{0,05} =$	60,00 kN/cm ²

Reazioni agli appoggi

	dir. Z	dir. Y	
$g_{1,k} =$	0,39	0,08	kN/m ²
$g_{2,k} =$	0,44	0,09	kN/m ²
$q_k =$	1,47	0,31	kN/m ²

reazioni all'appoggio (per m)

	A _Z [kN]	B _Z [kN]	A _Y [kN]	B _Y [kN]
permanente	1,09	1,09	0,22	0,22
permanente portato	1,23	1,23	0,25	0,25
variabile	4,06	4,06	0,87	0,87
TOTALE DI PROGETTO	9,35	9,35	1,96	1,96

Sollecitazioni allo stato limite ultimo

sollecitazioni per m

	Direzione Z			Direzione y		
	V _{Z,d} [kN]	M _{Z,St,d} [kNm]	M _{Z,F,d} [kNm]	V _{y,d} [kN]	M _{y,St,d} [kNm]	M _{y,F,d} [kNm]
permanente	1,6	0,0	2,4	0,3	0,0	0,5
permanente portato	2,0	0,0	3,1	0,4	0,0	0,7
variabile	6,8	0,0	10,4	1,4	0,0	2,2
TOTALE DI PROGETTO	9,35	0,0	13,2	1,96	0,0	2,76

Verifiche allo stato limite ultimo

momento flettente

$$k_m = 0,7$$

in campata

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,60 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,40 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,19 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,13\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,49} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,41} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

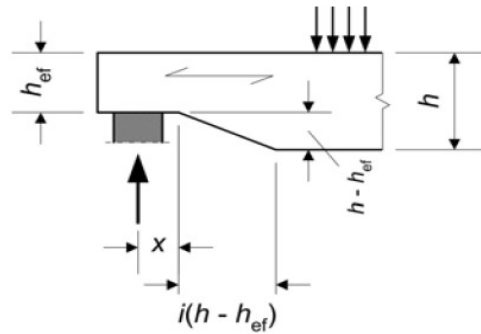
all'appoggio

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,00 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

Forza di taglio in corrispondenza dell'incastro

b_{ef}	160	[mm]
x	28	[mm]
h_{ef}	320	[mm]
α	0,10	
k_n	6,5	
k_v	0,71	
$\tau_{d,d}$	0,03	[kN/cm ²]
$\tau_{d,d} / f_{v,d}$	0,26	\leq 1,00



Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Deformazione iniziale

in campata	$w_{G,inst} =$	3,85	[mm]	$w_{Q,inst} =$	6,72	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,inst} =$	6,72	[mm]	$< l/300 =$	18,66	mm
				$h =$	0,36	$\leq 1,0$

Deformazioni a lungo termine

in campata	$w_{G,fin} =$	6,88	[mm]	$w_{Q,fin} =$	6,72	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,fin} =$	6,72	[mm]	$< l/200 =$	28,0	mm
	$w_{fin} =$	13,6	[mm]	$< l/200 =$	28,0	mm
				$h =$	0,24	$\leq 1,0$
				$h =$	0,49	$\leq 1,0$

S 205

Arcarecci

sistema e materiale

$l_1 =$	4,58	[m]
$l_{K,L} =$	0,00	[m]
$l_{K,R} =$	0,00	[m]

CDS	II
CDC	breve

interasse $i =$	0,70	[m]
-----------------	------	-----

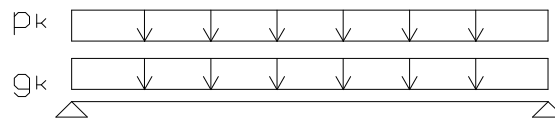
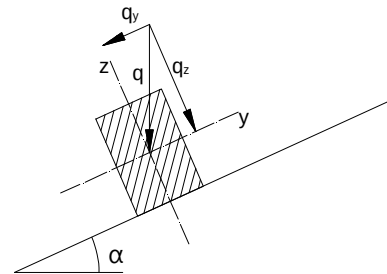
Materiale	GL24h
-----------	-------

largh. trave $b =$	16,0	[cm]
alt. trave $h =$	20,0	[cm]
$\alpha =$	12,0	(°)

$I_y =$	10667	[cm ⁴]
$W_y =$	1067	[cm ³]
$I_z =$	6827	[cm ⁴]
$W_z =$	853	[cm ³]

Carichi

peso proprio	$g_{k,Ba} =$	0,21	[kN/m ²]
peso portato	$g_{k,} =$	0,15	[kN/m ²]
<hr/>			
totale permanente	$g_{1,k} =$	0,36	[kN/m ²]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m ²]
<hr/>			
carico neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m ²]



Coefficienti di combinazione

	γ_Y	ψ_0	ψ_1	ψ_2
permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

$k_{mod} =$	0,9
$k_{def} =$	0,8
$k_h =$	1,00
$k_{red} =$	0,7
$k_{red} =$	0,7
$\gamma_M =$	1,45

$f_{m,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{v,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{c,0,d} =$	1,49	kN/cm ²
$f_{c,90,d} =$	0,17	kN/cm ²
$f_{t,0,d} =$	1,02	kN/cm ²
$E_{0,mean} =$	1160,00	kN/cm ²
$E_{0,05} =$	940,00	kN/cm ²
$G_{0,05} =$	60,00	kN/cm ²

Reazioni agli appoggi

	dir. Z	dir. Y	
$g_{1,k} =$	0,35	0,07	kN/m ²
$g_{2,k} =$	0,44	0,09	kN/m ²
$q_k =$	1,47	0,31	kN/m ²

Sollecitazioni allo stato limite ultimo

sollecitazioni per m	Direzione Z			Direzione y		
	$V_{z,d}$ [kN]	$M_{z,St,d}$ [kNm]	$M_{z,F,d}$ [kNm]	$V_{y,d}$ [kN]	$M_{y,St,d}$ [kNm]	$M_{y,F,d}$ [kNm]
permanente	1,04	0,0	1,19	0,21	0,0	0,24
permanente portato	1,52	0,0	1,73	0,85	0,0	0,35
variabile	5,05	0,0	5,78	1,06	0,0	1,21
TOTALE DI PROGETTO	7,61	0,0	8,7	1,61	0,0	1,8

Verifiche allo stato limite ultimo

momento flettente

$$k_m = 0,7$$

in campata

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,57 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,38 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,13 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,09\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,45} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,36} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

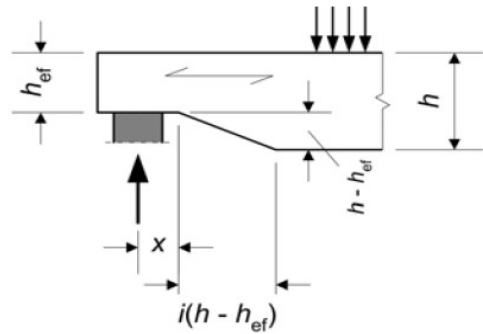
all'appoggio

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} &= 0,00 \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ kN/cm}^2 & \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= 0,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1} \\ k_m \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} &= \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}\end{aligned}$$

Forza di taglio in corrispondenza dell'incastro

b_{ef}	160	[mm]
x	28	[mm]
h_{ef}	320	[mm]
α	0,10	
k_n	6,5	
k_v	0,70	
$\tau_{d,d}$	0,02	[kN/cm ²]
$\tau_{d,d} / f_{v,d}$	0,17	\leq 1,00



Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Deformazione iniziale

in campata	$w_{G,inst} =$	2,08	[mm]	$w_{Q,inst} =$	3,84	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,inst} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,inst} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,inst} =$	5,92	[mm]	$< l/300 =$	15,27	mm
				$h =$	0,39	$\leq 1,0$

Deformazioni a lungo termine

in campata	$w_{G,fin} =$	3,72	[mm]	$w_{Q,fin} =$	3,84	[mm]
sbalzo	$w_{G,A,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,A,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{G,B,fin} =$	0,0	[mm]	$w_{Q,B,fin} =$	0,0	[mm]
	$w_{Q,fin} =$	3,84	[mm]	$< l/200 =$	22,9	mm
	$w_{fin} =$	7,56	[mm]	$< l/200 =$	22,9	mm
				$h =$	0,17	$\leq 1,0$
				$h =$	0,33	$\leq 1,0$

T 101

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,10	[m]	$l^*_1 =$	5,10	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	24,0	[cm]	$I_y =$	351232	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	56,0	[cm]	$I_z =$	64512	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	205265	[cm ⁴]
				$W_y =$	12544	[cm ³]
l da stabilizzare		5,10	[m]	$l_{ef} =$	5,71	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	1,12	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	114,9	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,46	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,67	[kN/m]
peso proprio		6,75	[kN/m] pari a: 1,8kN/m ² * (7,50 / 2)
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	7,42	[kN/m]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	12,94	[kN/m] pari a: 3,45kN/m ² * (7,50 / 2)
esercizio	$q_{e,k} =$	1,88	[kN/m] pari a: 0,50kN/m ² * (7,50 / 2)
neve	$q_{s,k} =$	0,00	[kN/m]
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,00	0,00	0,00
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,17	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,17	[kN/cm ²]
CDC	lunga	$f_{c,90,d} =$	0,12	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,01	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,70	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	5,0	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	84,85	0,00	105,20

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,83 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,72 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,14 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,84 \leq 1$$

T 102

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,10	[m]	$l^*_1 =$	5,10	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	32,0	[cm]	$I_y =$	838485	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	68,0	[cm]	$I_z =$	185685	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	579202	[cm ⁴]
				$W_y =$	24661	[cm ³]
l da stabilizzare		5,10	[m]	$l_{ef} =$	5,95	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	1,36	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	159,8	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,39	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,98	[kN/m]	
peso proprio		11,79	[kN/m]	pari a: 1,80kN/m ² * [(7,50+5,6) / 2]
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	12,77	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	22,60	[kN/m]	pari a: 3,45kN/m ² * [(7,50+5,6) / 2]
esercizio	$q_{e,k} =$	3,28	[kN/m]	pari a: 0,50kN/m ² * [(7,50+5,6) / 2]
neve	$q_{s,k} =$	0,00	[kN/m]	
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	1,00	0,90	0,80
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,16	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,17	[kN/cm ²]
CDC	lunga	$f_{c,90,d} =$	0,12	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,00	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,70	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni (per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	141,20	0,00	182,38

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,74 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,64 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,16 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,94 \leq 1$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	32,0	32,0
b_{eff}	20,0	20,0
$F_{d,90}$	141,4	141,4
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	736	736
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,19	0,19
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,91 ≤ 1	0,91 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	3,2	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	0,3	[mm]	$< l/500 =$	10,2	mm	$h =$	0,03	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

$w_{G,fin} =$	5,2	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	0,4	[mm]	$< l/300 =$	17,0	mm	$h =$	0,03	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	5,6	[mm]	$< l/350 =$	14,6	mm	$h =$	0,38	$\leq 1,0$

T 103

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,10	[m]	$l^*_1 =$	5,10	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	24,0	[cm]	$I_y =$	170368	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	44,0	[cm]	$I_z =$	50688	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	152758	[cm ⁴]
				$W_y =$	7744	[cm ³]
l da stabilizzare		5,10	[m]	$l_{ef} =$	5,47	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,88	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	148,5	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,40	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,48	[kN/m]	
peso proprio		5,04	[kN/m]	pari a: 1,80kN/m ² * (5,6 / 2)
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	5,52	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	9,66	[kN/m]	pari a: 3,45kN/m ² * (5,6 / 2)
esercizio	$q_{e,k} =$	1,40	[kN/m]	pari a: 0,50kN/m ² * (5,6 / 2)
neve	$q_{s,k} =$	0,00	[kN/m]	
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	γ_γ	$\psi_{0\gamma}$	$\psi_{1\gamma}$	$\psi_{2\gamma}$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	1,00	0,90	0,80
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,20	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,17	[kN/cm ²]
CDC	lunga	$f_{c,90,d} =$	0,12	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,03	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,70	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	60,70	0,00	74,66

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,96 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = \mathbf{0,81} \leq \mathbf{1}$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,13 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = \mathbf{0,76} \leq \mathbf{1}$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	24,0	24,0
b_{eff}	12,0	12,0
$F_{d,90}$	60,6	60,6
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	360	360
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,17	0,17
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,80 ≤ 1	0,80 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	6,8	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	0,6	[mm]	$< l/500 =$	10,2	mm	$h =$	0,06	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

$w_{G,fin} =$	10,9	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	0,9	[mm]	$< l/300 =$	17,0	mm	$h =$	0,05	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	11,9	[mm]	$< l/350 =$	14,5	mm	$h =$	0,82	$\leq 1,0$

T 203

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	4,80	[m]	$l^*_1 =$	4,91	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	12,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	20,0	[cm]	$I_y =$	141973	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	44,0	[cm]	$I_z =$	29333	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	92190	[cm ⁴]
				$W_y =$	6453	[cm ³]
l da stabilizzare		4,91	[m]	$l_{ef} =$	5,30	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,88	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	108,8	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,47	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]

Azioni caratteristiche

peso proprio		0,40	[kN/m]	
peso proprio		3,06	[kN/m]	pari a: 0,60kN/m ² * [(5,6+4,58) / 2]
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	3,46	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	2,30	[kN/m]	pari a: 0,45kN/m ² * [(5,6+4,58) / 2]
esercizio	$q_{e,k} =$	0,00	[kN/m]	
neve	$q_{s,k} =$	7,65	[kN/m]	pari a: 1,50kN/m ² * [(5,6+4,58) / 2]
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,50	0,30
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,37	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,19	[kN/cm ²]
CDC	media	$f_{c,90,d} =$	0,14	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,03	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,80	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni (per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	45,98	0,00	56,41

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,87 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = \mathbf{0,64} \leq \mathbf{1}$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = \mathbf{0,00} \leq \mathbf{1}$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,12 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = \mathbf{0,61} \leq \mathbf{1}$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	20,0	20,0
b_{eff}	12,0	12,0
$F_{d,90}$	46,0	46,0
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	300	300
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,15	0,15
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,64 ≤ 1	0,64 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]							
$w_{G,inst} =$	2,6	[mm]							
$w_{Q,inst} =$	3,4	[mm]	$< l/500 =$	9,8	mm	$h =$	0,34	$\leq 1,0$	

Deformazione a lungo termine

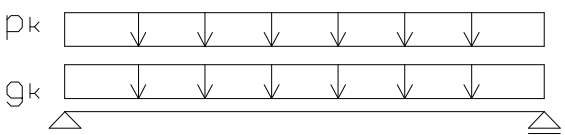
$w_{G,fin} =$	4,2	[mm]							
$w_{Q,fin} =$	3,4	[mm]	$< l/300 =$	16,4	mm	$h =$	0,21	$\leq 1,0$	
$w_{fin} =$	7,5	[mm]	$< l/350 =$	13,7	mm	$h =$	0,55	$\leq 1,0$	

T 206

Colmo

Geometria e materiale

	$l_1 =$	4,58	[m]	$l^*_1 =$	7,50	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	0,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	20,0	[cm]	$I_y =$	77760	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	36,0	[cm]	$I_z =$	24000	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	72000	[cm ⁴]
				$W_y =$	4320	[cm ³]
l da stabilizzare		7,50	[m]	$l_{ef} =$	7,47	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,72	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	92,1	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,51	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]



Azioni caratteristiche

peso proprio		0,36	[kN/m]
peso proprio		0,15	[kN/m]
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	0,51	[kN/m]
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	0,45	[kN/m]
esercizio	$q_{e,k} =$	0,00	[kN/m]
neve	$q_{s,k} =$	1,50	[kN/m]
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]

Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,50	0,30
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,57	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,22	[kN/cm ²]
CDC	breve	$f_{c,90,d} =$	0,16	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,05	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,90	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	5,0	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni (per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	8,21	0,00	9,40

Verifica a momento flettente e instabilità flessione-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 0,22 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,14 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,021 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,10 \leq 1$$

Verifica dell'appoggio intagliato

Appoggio	A				
$V_d =$	7,84	[kN]	$h_{ef} / h_{netto} =$	0,81	[-]
intaglio sopra $h_1 =$	0	[mm]	$h_{ef} =$	290	[mm]
intaglio sotto $h_2 =$	70	[mm]	$k_n =$	6,5	[-]
distanza da appoggio $x =$	0	[mm]	$k_v =$	0,87	[-]
inclinazione intaglio $=$	0	[°]	$i =$	0,0	[-]
	$\tau_{d,} =$	0,05	[kN/cm ²]		
	$\tau_{d,} / f_{v,d} =$	0,29	≤ 1		

Viti	8,0x300mm		$f_{1,k} =$	11,55	[N/mm ²]
$n =$	6		$R_{ax,k} =$	27,72	[kN]
$d =$	8	[mm]	$R_{ax,d} =$	17,21	[kN]
$l_{ef} =$	300	[mm]	$R_{ax,d,tot} =$	103,25	[kN]
	$F_{t,90,d} =$	18,22	[kN]		
	$R_{ax,d,tot} / F_{t,90,d} =$	0,18	≤ 1		

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	20,0	20,0
b_{eff}	12,0	12,0
$F_{d,90}$	7,84	7,84
$l_1 \geq 2 \times h:$	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	1
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	300	300
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,026	0,026
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,09 ≤ 1	0,09 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	1,67	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	2,35	[mm]	$< l/500 =$	8,76	mm	$h =$	0,27	$\leq 1,0$

Deformazione a lungo termine

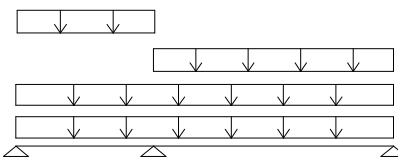
$w_{G,fin} =$	2,66	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	2,35	[mm]	$< l/300 =$	14,6	mm	$h =$	0,16	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	5,01	[mm]	$< l/350 =$	12,5	mm	$h =$	0,40	$\leq 1,0$

T 207

Trave principale

Geometria e materiale

	$l_1 =$	5,40	[m]	$l^*_1 =$	5,52	[m]
	$l_2 =$	0,00	[m]	$l^*_2 =$	0,00	[m]
inclinazione	$\alpha =$	12,0	[°]			
interasse	$i =$	1,000	[m]			
largh. trave	$b =$	20,0	[cm]	$I_y =$	141973	[cm ⁴]
alt. trave	$h =$	44,0	[cm]	$I_z =$	29333	[cm ⁴]
				$I_{tor} =$	92190	[cm ⁴]
				$W_y =$	6453	[cm ³]
l da stabilizzare		5,52	[m]	$l_{ef} =$	5,85	[m]
tipo di carico		Distribuito		$l/l_{ef} =$	0,90	[-]
p.to di applicazione		Zona compressa		incremento	0,88	[m]
				$\sigma_{m,crit} =$	98,6	[N/mm ²]
				$\lambda_{rel,m} =$	0,49	[-]
				$k_{crit} =$	1,00	[-]
CC 3: p_k						
CC 2: p_k						
CC 1: p_k						
g_k						



Azioni caratteristiche

peso proprio		0,40	[kN/m]	
peso proprio		3,90	[kN/m]	pari a: 0,60kN/m ² * [(5,6+7,50) / 2]
totale permanente strutturale	$g_{1,k} =$	4,30	[kN/m]	
permanente non strutturale	$g_{2,k} =$	2,93	[kN/m]	pari a: 0,45kN/m ² * [(5,6+7,50) / 2]
esercizio	$q_{e,k} =$	0,00	[kN/m]	
neve	$q_{s,k} =$	9,75	[kN/m]	pari a: 1,50kN/m ² * [(5,6+7,50) / 2]
vento	$q_{w,k} =$	0,00	[kN/m]	

Coefficienti di combinazione

	γ_γ	$\psi_{0\psi}$	$\psi_{1\psi}$	$\psi_{2\psi}$
totale permanente strutturale	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,50	0,30
neve	1,50	0,50	0,20	0,00
vento	1,50	0,60	0,20	0,00

Verifiche allo stato limite ultimo

Valori di progetto della resistenza

materiale	GL24h	$f_{m,d} =$	1,54	[kN/cm ²]
CDS	1	$f_{v,d} =$	0,22	[kN/cm ²]
CDC	breve	$f_{c,90,d} =$	0,16	[kN/cm ²]
$k_h =$	1,03	$E_{0,mean} =$	1150	[kN/cm ²]
$k_{cr} =$	0,67	$E_{0,05} =$	960	[kN/cm ²]
$k_{mod} =$	0,90	$G_{0,05} =$	54	[kN/cm ²]
$k_{def} =$	0,60	$\rho_k =$	4,5	[kN/m ³]
$\gamma_m =$	1,45			

TOTALE DI PROGETTO

Sollecitazioni

(per trave)

	V_z [kN]	M_{St} [kNm]	M_F [kNm]
TOTALE DI PROGETTO	67,22	0,00	92,89

Verifica a momento flettente e instabilità flessio-torsionale

in campata

$$\sigma_{m,y,d} = 1,44 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / k_{crit} f_{m,d} = 0,93 \leq 1$$

all'appoggio

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ kN/cm}^2$$
$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,00 \leq 1$$

Verifica a taglio

$$\tau_{z,d} = 0,17 \text{ kN/cm}^2$$
$$\tau_{z,d} / f_{v,d} = 0,78 \leq 1$$

Verifica della pressione perpendicolare alle fibre agli appoggi

	appoggio A	appoggio B
largh. Pilastro h_s	20,0	20,0
b_{eff}	12,0	25,0
$F_{d,90}$	67,22	67,22
$l_1 \geq 2 \times h$:	Sì	Sì
$\{a, l, l_1/2\} \geq 3cm$	1	2
$k_{c,90} =$	1,75	1,75
$A_{eff} = b_{eff} * h_s =$	300	620
$\sigma_{c,90} = F_{d,90} / A_{eff} =$	0,23	0,11
$\sigma_{c,90} / (f_{c,90,d} * k_{c,90}) =$	0,82 ≤ 1	0,40 ≤ 1

Verifiche allo stato limite di esercizio

Verifica delle deformazioni

Criterio di deformazione **alto**

Deformazione a breve termine

$w_0 =$	0,0	[mm]						
$w_{G,inst} =$	5,2	[mm]						
$w_{Q,inst} =$	6,9	[mm]	$< l/500 =$	11,0	mm	$h =$	0,63	$\leq 1,0$

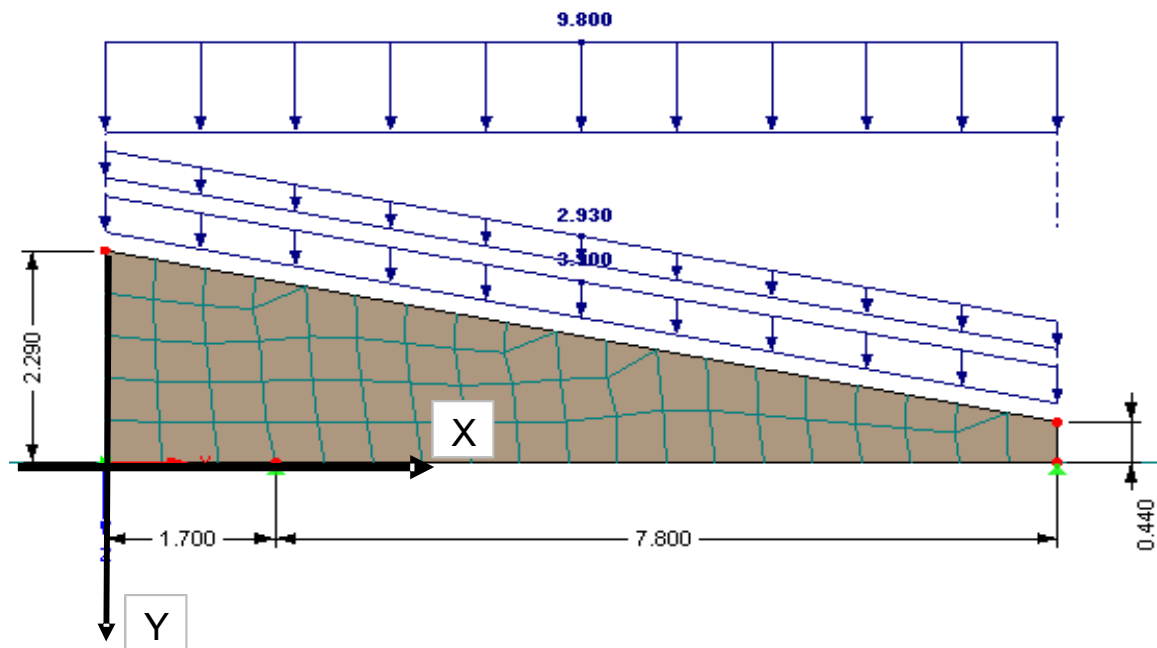
Deformazione a lungo termine

$w_{G,fin} =$	8,4	[mm]						
$w_{Q,fin} =$	6,9	[mm]	$< l/300 =$	18,4	mm	$h =$	0,38	$\leq 1,0$
$w_{fin} =$	15,3	[mm]	$< l/350 =$	15,5	mm	$h =$	0,98	$\leq 1,0$

W 201 Trave parete

Geometria

lunghezza campata: L =	7,80	m
lunghezza sbalzo: Lsb =	0,00	m
altezza parete: H =	2,25	m



Materiale

La parete è stata modellata agli elementi finiti come piastra ortotropa con differenti rigidità nelle due direzioni ortogonali corrispondenti a quella delle tavole.

Elemento 1 pannello X-LAM 240mm DL

Materiale	C24
-----------	-----

somma degli strati in direzione X	=	200	mm
somma degli strati in direzione Y	=	40	mm
		240	mm

CDS	1
CDC	breve
k_{mod}	0,9
k_{def}	0,6
γ_m	1,50

$E_{0,mean}$	1100	1100	kN/cm ²
$f_{t,0,d}$	0,84	0,84	kN/cm ²
$f_{c,0,d}$	1,26	1,26	kN/cm ²

Spessore efficace pannello

$d_{eff,x}$	200,0 mm
$d_{eff,y}$	40,0 mm

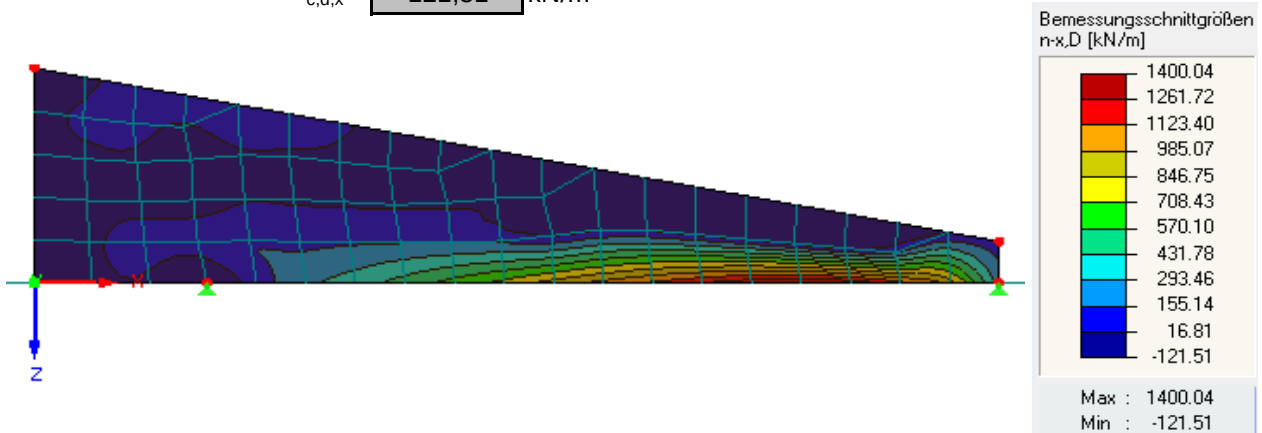
Coefficienti di combinazione

	$\gamma\gamma$	$\psi_0\psi$	$\psi_1\psi$	$\psi_2\psi$
peso proprio	1,30			
permanente non strutturale	1,50			
esercizio	1,50	0,70	0,30	0,20
neve	1,50	0,50	0,20	0,00

Sollecitazioni

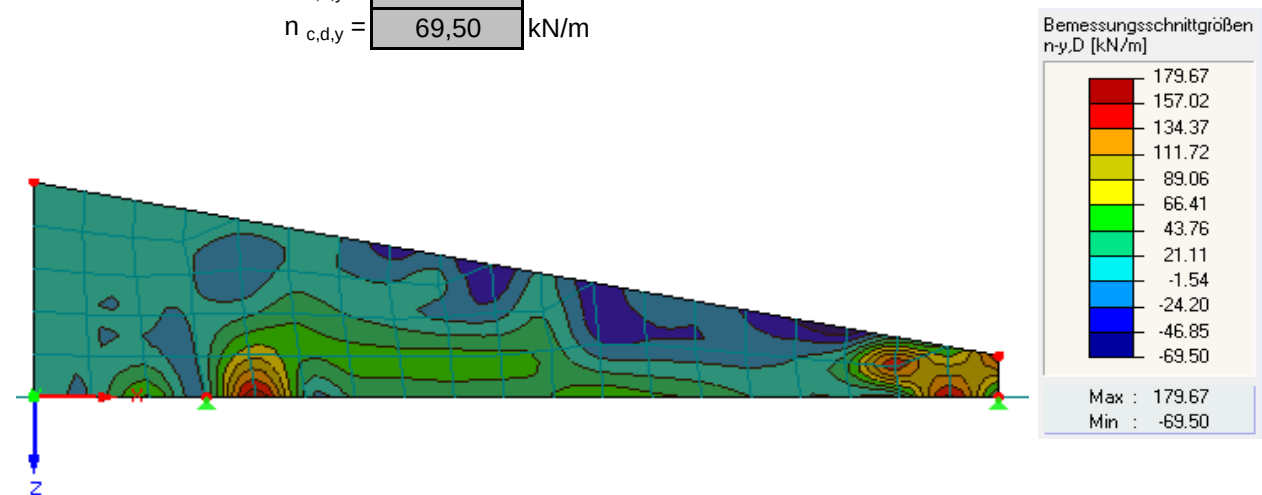
in direzione X:

$n_{t,d,x} =$	1400,04	kN/m
$n_{c,d,x} =$	121,51	kN/m



in direzione Y:

$n_{t,d,y} =$	179,67	kN/m
$n_{c,d,y} =$	69,50	kN/m



Verifiche allo stato limite ultimo

Elemento 1

$$\sigma_{t,1,x} = n_{t,1,d,x} / d_1 = 0,70 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,1,x} / f_{t,0,1,d} = \mathbf{0,83} \leq 1$$

$$\sigma_{t,1,y} = n_{t,1,d,y} / d_1 = 0,45 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{t,1,x} / f_{t,0,1,d} = \mathbf{0,53} \leq 1$$

$$\sigma_{c,1,x} = n_{c,1,d,x} / d_1 = 0,06 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{c,1,x} / f_{c,0,1,d} = 0,05 \leq 1$$

$$\sigma_{c,1,y} = n_{c,1,d,y} / d_1 = 0,17 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{c,1,y} / f_{c,0,1,d} = 0,14 \leq 1$$

Verifiche allo stato limite di esercizio

Deformazione a breve termine

campata

$w_{0,camp}$	=	0	[mm]						
$w_{G1,inst,camp}$	=	2,8	[mm]						
$w_{G2,inst,camp}$	=	2,0	[mm]						
$w_{Q,inst,camp}$	=	4,4	[mm]	$< l/300 =$	26,0	mm	$h =$	0,17	

Deformazione a lungo termine

campata

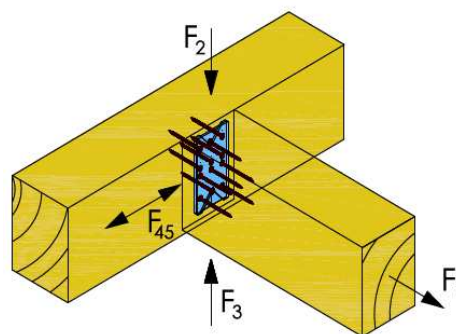
$w_{G,fin,camp}$	=	7,7	[mm]						
$w_{Q,fin,camp}$	=	4,9	[mm]	$< l/200 =$	39,0	mm	$h =$	0,13	
$w_{fin,camp}$	=	12,6	[mm]	$< l/200 =$	39,0	mm	$h =$	0,32	
$w_{net,fin,camp}$	=	12,6	[mm]	$< l/200 =$	39,0	mm	$h =$	0,32	

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2.5.4.4-Verifica collegamenti travi in legno

Per la verifica delle connessioni legno-legno e legno-C.A., nella maggiore parte dei casi, sono sempre stati utilizzati fogli di calcolo prodotti con il programma Excel della società produttrice Microsoft Corporation. Le sollecitazioni di verifica sono state ricavate dall'analisi globale, considerando gli effetti sia dei carichi ordinari, sia dell'azione sismica di progetto. Per alcune connessioni, è stato previsto l'impiego di sistemi di collegamento di produzione industriale brevettati, per i quali è lo stesso produttore a fornire i valori di resistenza, in maniera ufficiale, a mezzo di benestare tecnico.

1-COLLEGAMENTO ARCARECCI S202, S203, S205 ALLE TRAVI CON SISTEMA RICON

Vengono individuate le due direzioni di sollecitazione dell'elemento di connessione (F2 ed F45, v. illustrazione), e per ciascuna di esse viene determinato il valore caratteristico di resistenza (rispettivamente $F_{2,rd}$ e $F_{45,rd}$) sulla base delle indicazioni fornite dal fascicolo tecnico del produttore, in conformità alla normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA (v. tabelle a seguire).



Le rispettive azioni sollecitanti $F_{2,ed}$ ed $F_{45,ed}$ sono quelle calcolate nell'ambito delle verifiche di resistenza degli elementi oggetto di studio, nei rispettivi paragrafi della presente relazione.

La verifica della resistenza del collegamento avviene combinando i valori così determinati nelle varie direzioni di sollecitazione, utilizzando la formula:

$$\left(\frac{F_{1,Ed}}{F_{1,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{23,Ed}}{F_{23,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{45,Ed}}{F_{45,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione verticale ($F_{2,rd}$)
RICON® S60 VS + EK
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{2,Rd,EN}$ $\gamma_M=1,0$	$F_{2,Rd}$
RICON® S 140x60 min Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	34,00	34,20
	GL 24h	380			36,00
	GL 28h	410			37,80
	CLT	400			37,20
	D30 (GL ₁₈)	530			44,60
	D50 (GL ₁₈)	≥ 590			47,80

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

$$F_{2,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{2,Rk}}{\gamma_M}, F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M \right\}$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione orizzontale ($F_{45,rd}$)

RICON® S60 EK,GK, VS
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{45,KCC,Rk} / \gamma_M = 1,0$	$F_{45,Rk}$
RICON® S 140x60 Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, GK, VS	C24	350	100/160	34,0	28,51
	GL 24h	380			30,17
	GL 28h	410			31,79
	CLT	400			31,30
	D30 (GL _h)	530			37,91
	D50 (GL _h)	≥ 590			40,80

$$F_{4,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{4,Rk}}{\gamma_M}, F_{KCC,4,Rk} / \gamma_M \right\}$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{4,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,4,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

Calcolo delle resistenze

$$F_{2,Rd} = \min \{ (k_{mod} \cdot F_{2,Rk} / \gamma_M), (F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M) \} = \min \{ (0,90 \cdot 36,00 / 1,50), (34,00 / 1,00) \} = \min \{ (21,60), (34,00) \} = \mathbf{21,60 \text{ kN}}$$

$$F_{4,Rd} = \min \{ (k_{mod} \cdot F_{4,Rk} / \gamma_M), (F_{KCC,4,Rk} / \gamma_M) \} = \min \{ (0,90 \cdot 30,17 / 1,50), (34,00 / 1,00) \} = \min \{ (18,10), (34,00) \} = \mathbf{18,10 \text{ kN}}$$

Determinazione azioni sollecitanti – arcarecci S202, S203, S205

Tutti gli arcarecci S202, S203, S205 verranno fissati alle travi principali con il sistema Ricon SVS. Le sollecitazioni maggiori sono in corrispondenza degli arcarecci S202. Si verifica quindi la correttezza del sistema di ancoraggio per gli arcarecci S202 e si estende il risultato a tutti gli arcarecci S202, S203, S205

Le azioni sollecitanti sono pertanto desunte dalle verifiche di resistenza degli arcarecci tipo S202:

$F_{2,ED}$ = azione sollecitante verticale in corrispondenza degli appoggi delle travi S201 ($R_a=R_b=12,80 \text{ kN}$)

$F_{4,RD}$ = azione sollecitante a taglio in corrispondenza degli appoggi delle travi S201 ($R_a=R_b=5,20 \text{ kN}$)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Verifica del collegamento – arcarecci S202, S203, S205

Essendo presenti azioni sollecitanti nelle direzioni 2/3 e 4/5, la verifica terrà conto del contributo delle singole componenti con la seguente formula:

$$\left(\frac{F_{1,Ed}}{F_{1,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{23,Ed}}{F_{23,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{45,Ed}}{F_{45,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

$(12,80 / 21,60)^2 + (5,20 / 18,10)^2 = 0,43 < 1$ IL COLLEGAMENTO E' QUINDI VERIFICATO

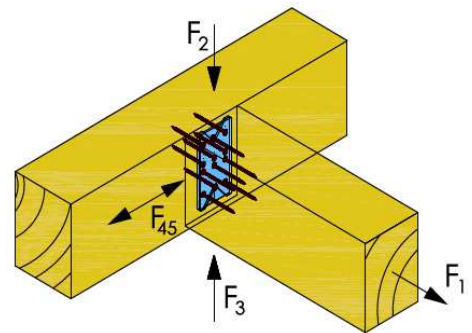
Si allega la scheda tecnica del sistema certificato.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
1-COLLEGAMENTO ARCARECCI S101 ALLE TRAVI CON SISTEMA RICON

Trattandosi di solaio orizzontale, il connettore lavora solo in direzione verticale F_2 , mentre le altre componenti (v. illustrazione) non sono presenti. Viene pertanto determinato il valore caratteristico di resistenza ($F_{2,Rd}$) sulla base delle indicazioni fornite dal fascicolo tecnico del produttore, in conformità alla normativa EN 1995:2008 in accordo a ETA (v. tabelle a seguire).

La rispettiva azione sollecitante $F_{2,ed}$ corrisponde a quella calcolata nell'ambito delle verifiche di resistenza degli elementi oggetto di studio, nei rispettivi paragrafi della presente relazione.

La verifica del collegamento avviene calcolando il rapporto tra l'azione sollecitante e la resistenza di progetto, e il risultato dev'essere inferiore ad uno.


Determinazione della resistenza per sforzo di taglio in direzione verticale ($F_{2,Rd}$)
RICON® S60 VS + EK
Charact. values [kN]

KNAPP® Connector	Wood material	Char. density ρ_k [kg/m ³]	Min. Joint cross section [mm]	$F_{2,KCC,Rk}$ $\gamma_M = 1,0$	$F_{2,Rk}$
RICON® S 140x60 min Joint: 7 CS 8x160 mm Header: 7 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	34,00	34,20
	GL 24h	380			36,00
	GL 28h	410			37,80
	CLT	400			37,20
	D30 (GL _H)	530			44,60
	D50 (GL _H)	≥ 590			47,80
RICON® S 140x60 max Joint: 10 CS 8x160 mm Header: 10 CS 8x80 mm Version EK, VS	C24	350	100/160	60,00	41,10
	GL 24h	380			43,20
	GL 28h	410	100/260 * 120/220 *		45,30
	CLT	400			44,60
	D30 (GL _H)	530			53,20
	D50 (GL _H)	≥ 590			56,90

$$F_{2,Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{2,Rk}}{\gamma_M}, F_{KCC,2,Rk} / \gamma_M \right\}$$

La resistenza caratteristica è data dal valore minimo tra la resistenza di progetto lato legno ($F_{2,Rk}$) e la resistenza di progetto lato acciaio ($F_{KCC,2,Rk}$), dove:

- $k_{mod} = 0,90$

- $\gamma_M = 1,50$ (lato legno), $1,00$ (lato acciaio)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D**

Calcolo della resistenza

$$F_{2,RD} = \min \{ (k_{mod} * F_{2,RK} / \gamma_M), (F_{KCC,2,RK} / \gamma_M) \} = \min \{ (0,90 * 43,20 / 1,50), (60,00 / 1,00) \} = \min \{ (25,92), (60,00) \} = \mathbf{25,92 \text{ kN}}$$

Determinazione azioni sollecitanti – arcarecci S101

Tutti gli arcarecci S101 verranno fissati alle travi principali con il sistema Ricon SVS. Le azioni sollecitanti in corrispondenza degli arcarecci S101 sono desunte dalla relativa verifica di resistenza:

$F_{2,ED}$ = azione sollecitante verticale in corrispondenza degli appoggi delle travi S101 ($R_a=R_b=21,70 \text{ kN}$)

Verifica del collegamento – arcarecci S101

Si verifica che $F_{2,ED} / F_{2,RD} < 1$

$21,70 / 25,92 = 0,84 < 1$ IL COLLEGAMENTO E' QUINDI VERIFICATO

Si allega la scheda tecnica del sistema certificato.

LEGENDA ANCORAGGI

Verifica Fissaggio N201

Verifica tirafondi

$A =$ -> AREA NOMINALE DEL BULLONE

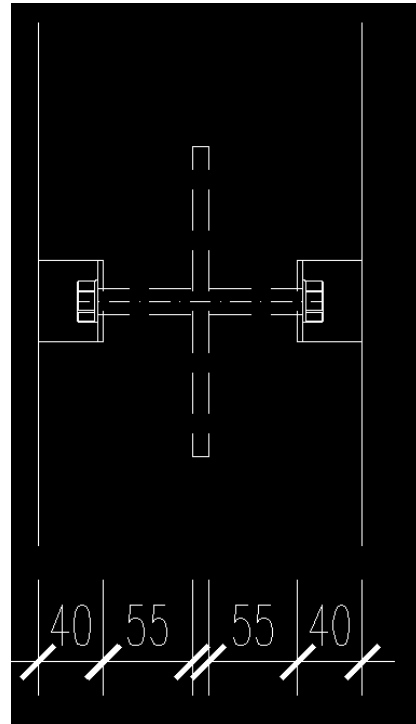
$A_s =$ -> AREA NETTA DEL BULLONE

$d_0 =$ DIAMETRO NOMINALE DEL FORO;

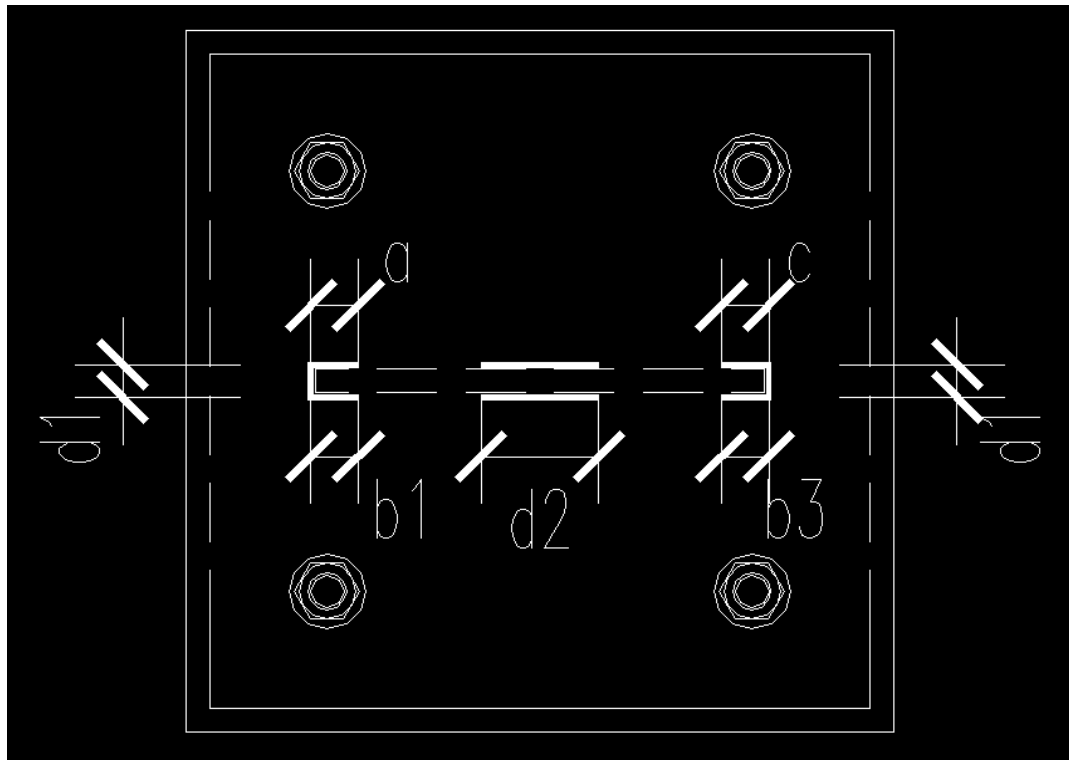
$s =$ DIAMETRO DELLA RONDELLA;

$t_s =$ SPESSORE DELLA RONDELLA

tutti i bulloni sono classe 5.6



Verifica cordoni di saldatura



N 101

Fissaggio T102 su pilastro (dettaglio 07b Tav.S07)

Sistema

materiale legno

CDC

CDS

GL24h
lungo
1

$\rho_{k,2}$ 380,00 [kg/m³]

k_{mod} 0,70

γ_m 1,50

tipo di connettore

diametro connettore

Spinotti
16 [mm]

spessore lastra

spessore legno

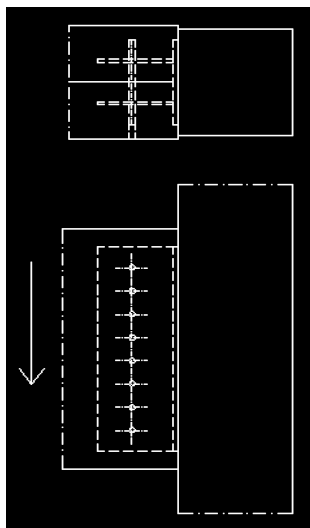
$t_s =$ 8,0 [mm]

$t_1 =$ 5,60 [cm]

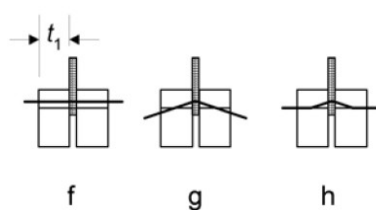
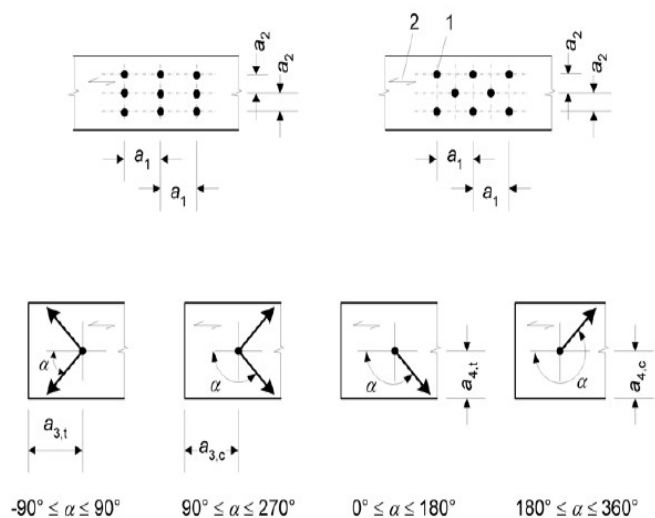
$\alpha =$ 90,00 [°]

F_{Sd} 70,60 [kN] (per singola lama)

F_{Sd} trave T102 = 141,20kN. F_{Sd} agisce su due lame.



Geometria



	distanze		
	min.	reale	
$a_1 =$	48	-	[mm]
$a_2 =$	48	66	[mm]
$a_{3,t} =$	112	120	[mm]
$a_{3,c} =$	112	120	[mm]
$a_{4,t} =$	64	120	[mm]
$a_{4,c} =$	48	120	[mm]

nr. file	$n_r =$	8
nr. colonne	$n_s =$	1

$n_{col.ef.} =$	1,00
$n_{tot.ef.} =$	8,00

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$	16,46	[N/mm ²]
$M_{y,Rk} =$	202676	[Nmm]

$F_{v,Rk} =$	21,44	[kN]
$F_{v,Rd} =$	10,00	[kN]

$F_{Rd} = 80,03 \text{ [kN]}$

Verifica $F_{Sd}/F_{Rd} \quad 0,88 \quad < \quad 1$

= 52 mm

N 201 Fissaggio travi principali sui pilastri (dett. 01,02,03,04,05,05a ,05b,05c Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

CDC

CDS

$\rho_{k,2}$

k_{mod}

γ_m

380,00	[kg/m ³]
0,90	
1,50	

tipo di connettore

diametro connettore

Bulloni
16

 [mm]

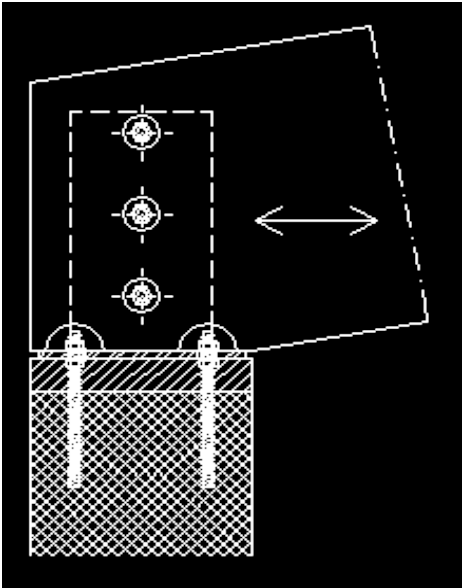
spessore lastra

spessore legno

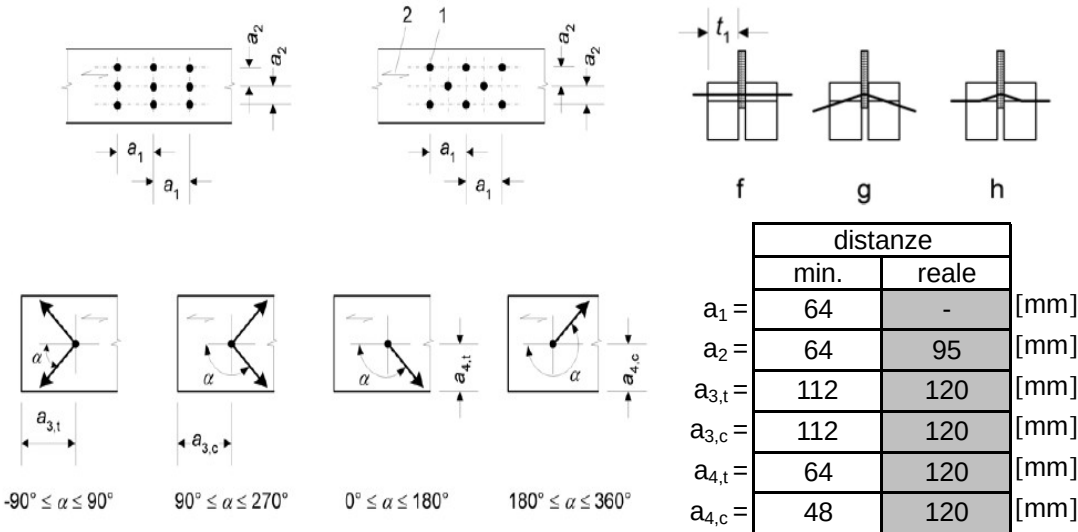
$t_s =$	10,0	[mm]
$t_1 =$	5,50	[cm]

$\alpha =$	90,00	[°]
------------	-------	-----

F_{Sd}	8,33	[kN]
----------	------	------



Geometria



nr. file

n_r =

3

n_s =

1

n_{col.ef.} =

1,00

n_{tot.ef.} =

3,00

Verifica allo stato limite ultimo

f_{h,α,k} =

16,46

[N/mm²]

M_{y,Rk} =

202676

[Nmm]

F_{v,Rk} =

21,36

[kN]

F_{v,Rd} =

12,81

[kN]

F_{Rd} =

38,44

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,22

< 1

Verifica in condizioni sismiche (dett. 01,02,03,04,05,05a ,05b,05c Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDC

istantaneo

k_{mod}

1,10

CDS

1

γ_m

1,50

tipo di connettore

Bulloni

diametro connettore

16 [mm]

spessore lastra

$t_s = 10,0$ [mm]

$\alpha =$

12,00 [°]

spessore legno

$t_1 = 5,50$ [cm]

F_{Sd}

16,50 [kN]

(*)

Azione sismica stimata, a favore di sicurezza, con un calcolo statico-lineare, considerando un fattore di struttura pari a 1,5 e un'area (massima) di influenza di 27m², incrementata del 20%; posizione: incrocio assi I-6.

$$F_h = S_d(T_1) \times W \times \lambda_h / g = 16,50 \text{ [kN]}$$

in cui:

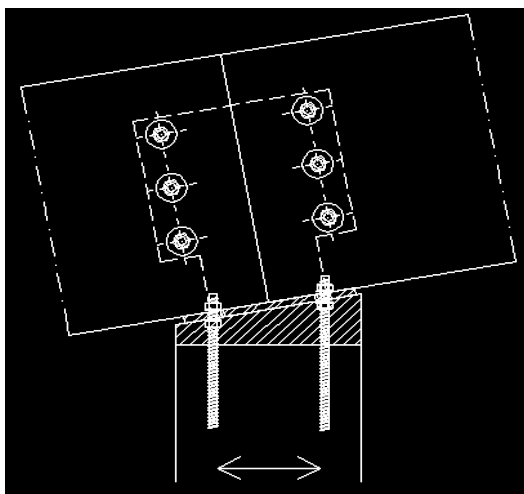
$$S_d(T_1) = 4,76 \text{ m/s}^2$$

$$W = 35,2 \text{ kN}$$

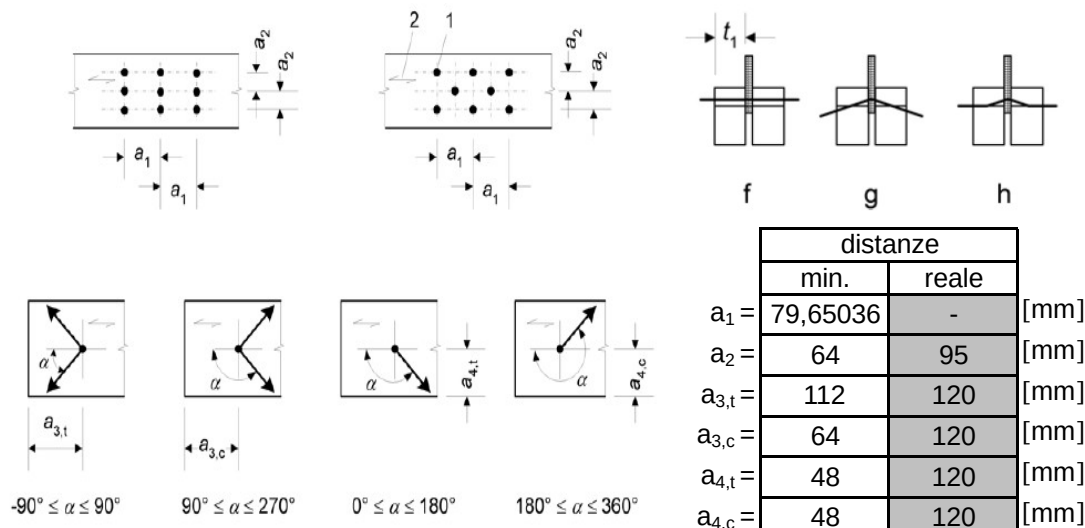
$$\lambda_h = 1,00$$

$$W = (G_1 + G_2) \times A \times 1,2 =$$

$$= (60 \text{ Kg/m}^2 + 45 \text{ Kg/m}^2) \times 27 \text{ m}^2 \times 1,2$$



Geometria



nr. file

$n_r =$	3
$n_s =$	1

nr. colonne

$n_{col.ef.} =$	0,82
$n_{tot.ef.} =$	2,45

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$	25,52	[N/mm ²]
$M_{y,Rk} =$	202676	[Nmm]

$F_{v,Rk} =$	28,29	[kN]
$F_{v,Rd} =$	20,75	[kN]

$F_{Rd} = 50,73 \text{ [kN]}$

Verifica

$F_{Sd}/F_{Rd} \quad 0,32 \quad < \quad 1$

Verifica dei tirafondi (dett. 01,02,03,04,05,05a ,05b,05c Tav.S07)

(secondo EC3)

Geometria e materiale

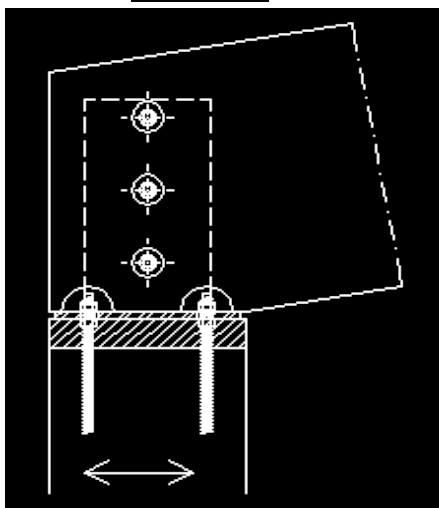
Sezione

vite:	M 16	d =	16	[mm]	d ₀ =	18	[mm]
		A =	2,01	[cm ²]	A _S =	1,57	[cm ²]
		t _s =	8	[mm]	max m =	15,9	[mm]
		s =	24	[mm]	min e =	26,17	[mm]

numero righe:	in direzione y:	2	[-]
	in direzione z:	2	[-]
numero totale di bulloni n =		4	[-]

numero sezioni di taglio:	n _s =	1	[-]
---------------------------	------------------	---	-----

spessore piastra:	t =	10,0	[mm]
-------------------	-----	------	------



Interasse e distanze dai bordi [mm]

$$e_{1,max} \text{ bzw. } e_{2,max} = 40\text{mm} + 4 \cdot t$$

$$p_{1,max} \text{ bzw. } p_{2,max} = \min(200\text{mm}; 14 \cdot t)$$

$e_{1,min} = 1,2 \cdot d_0 =$	22	<	$e_1 =$	40	<	$e_{1,max} =$	80
$p_{1,min} = 2,2 \cdot d_0 =$	40	<	$p_1 =$	280	>	$p_{1,max} =$	140
$e_{2,min} = 1,5 \cdot d_0 =$	27	<	$e_2 =$	40	<	$e_{2,max} =$	80
$p_{2,min} = 3,0 \cdot d_0 =$	54	<	$p_2 =$	320	>	$p_{2,max} =$	140

Materiale

Piastra orizzontale

acciaio:	S 235	f _y =	235	[N/mm ²]	E _y =	210.000	[N/mm ²]
		f _u =	360	[N/mm ²]	γ _{M0} =	1,1	[-]

bullone

classe dei bulloni:	5,6	f _{ub} =	500	[N/mm ²]	α _v =	0,6	[-]
		f _{yb} =	300	[N/mm ²]	γ _{M2} =	1,25	[-]

Resistenza a taglio nella parte liscia: $F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{ub} / \gamma_{m2} =$ 48,25 [kN]

Resistenza a taglio nella parte filettata: $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot A_S \cdot f_{ub} / \gamma_{m2} =$ 37,68 [kN]

Resistenza a trazione: $F_{t,Rd} = k_2 \cdot A_S \cdot f_{ub} / \gamma_{m2} =$ 56,52 [kN]

bullone normale $k_2 =$ 0,9

Secondo l'NTC 2008 al paragrafo 4.2.8.1.1 si ha che: "Nei collegamenti con bulloni "non precaricati" si possono impiegare viti delle classi da 4.6 a 10.9"

Sollecitazioni

Sollecitazioni sul gruppo di bulloni più sollecitati

$F_{t,Sd} =$ 0,00 [kN]

$F_{v,Sd} =$ 16,50 [kN]

Verifiche allo stato limite ultimo

Verifica delle viti a trazione

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \cdot F_{t,Rd}) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica delle viti a taglio

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}^*) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica della piastra a taglio per punzonamento

$B_{p,Rd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_R \cdot f_u / \gamma_{M2} =$ 136,18 [kN]

$d_m = (s + \min e) / 2 =$ 25,1 [mm]

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \cdot B_{t,Rd}) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica della piastra a rifollamento

spessore di contatto: $t_R = t =$ 10,0 [mm]

$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t_R / \gamma_{M2} =$ 85,33 [kN]

$$\alpha = \min \begin{cases} e_1 / (3 \cdot d_0) = 0,74 \\ p_1 / (3 \cdot d_0) - 1/4 = 4,94 \\ f_{ub} / f_u = 1,39 \\ 1,0 \end{cases} \quad \alpha = 0,74$$

$$k_1 = \min \begin{cases} 2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7 = 4,52 \\ 1,4 \cdot p_2 / d_0 - 1,7 = 23,19 \\ 2,5 \end{cases} \quad k_1 = 2,50$$

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}^*) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

spessore di contatto: $t_c = t =$ 10,0 [mm]

$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t_c / \gamma_{M2} =$ 85,33 [kN]

Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}^*) \leq 1$: **0,00** < **1,00**

Verifica delle viti a momento flettente

$M_{pl,Rd} = k_2 \cdot W_{pl} \cdot f_{yb} / \gamma_{m0} =$ 11,56 [kNcm] $k_2 =$ 0,9

$W_{pl} = d_s^3 / 6 =$ 0,47 [cm³] $d_s = (A_s \times 4 / \pi)^{1/2} =$ 1,41 [cm]

$M_{Ed} = (t_R + \Delta h + d/3) \times F_{v,Sd} =$ 6,29 [kNcm]

$\Delta h =$ 0 [mm]

Verifica: $M_{Ed} / M_{Rd,pl} \leq 1$: **0,55** < **1,00**

Verifica delle viti a trazione e momento

Verifica: $F_{t,Sd} / (n \cdot F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (n \cdot M_{pl,Rd}) \leq 1$: **0,55** < **1,00**

Verifica delle viti a trazione, momento e taglio

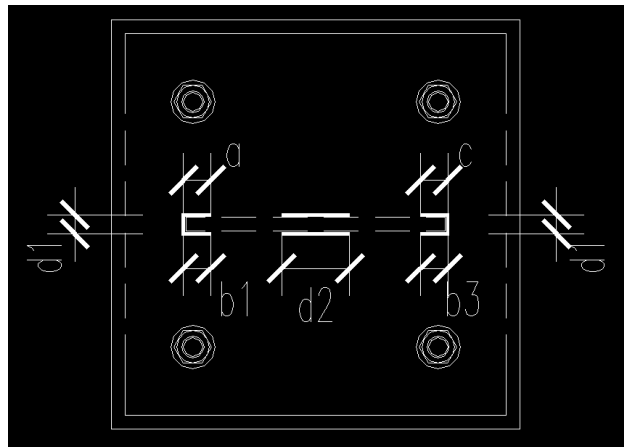
Verifica: $F_{v,Sd} / (n_s \cdot n \cdot F_{v,Rd}) + F_{t,Sd} / (n \cdot F_{t,Rd}) + M_{Ed} / (1,4 \times n \times M_{pl,Rd}) \leq 1$: **0,21** < **1,00**

Verifica del cordone di saldatura

1. Caratteristiche fisico-meccaniche della sezione e dei materiali

1.1 Geometria

$a =$	2,0	[cm]	$a_a =$	5,0	[mm]
$b_1 =$	2,0	[cm]	$a_{b1} =$	5,0	[mm]
$b_2 =$	0,0	[cm]	$a_{b2} =$	0,0	[mm]
$b_3 =$	2,0	[cm]	$a_{b3} =$	5,0	[mm]
$b_4 =$	0,0	[cm]	$a_{b4} =$	0,0	[mm]
$c =$	2,0	[cm]	$a_c =$	5,0	[mm]
$d_1 =$	1,0	[cm]	$a_{d1} =$	5,0	[mm]
$d_2 =$	5,0	[cm]	$a_{d2} =$	5,0	[mm]
$x_1 =$	0,0	[cm]			
$x_2 =$	0,0	[cm]			
$x_3 =$	0,0	[cm]			
$A =$	7,00	[cm ²]			
$y_s =$	0,21	[cm]			
$z_s =$	0,00	[cm]			
$I_y =$	6,5	[cm ⁴]			
$I_z =$	2,7	[cm ⁴]			
$W_y =$	8,7	[cm ³]			
$W_z =$	1,8	[cm ³]			
$A_{v,z} =$	3,00	[cm ²]			
$A_{v,y} =$	4,00	[cm ²]			



1.2 caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali

acciaio:	Fe 360	$f_y =$	235	[N/mm ²]	$E_y =$	210.000	[N/mm ²]
		$f_u =$	360	[N/mm ²]			

2. Sollecitazioni

2.1 sollecitazioni allo stato limite ultimo

$N_{Sd} =$	0,00	[kN]	$V_{y,Sd} =$	16,50	[kN]	$\gamma_{Mw} =$	1,25	[-]
$V_{z,Sd} =$	0,00	[kN]	$M_{z,Sd} =$	0,00	[kNm]			
$M_{y,Sd} =$	0,00	[kNm]						

3. Verifiche allo stato limite ultimo

3.1 sollecitazione della saldatura

$f_{vw,d} = f_u / (\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{Mw}) =$	20,78	[kN/cm ²]	$\beta_w =$	0,80	[-]
$\sigma_{Sd1} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\sigma_{Sd2} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y + M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\sigma_{Sd3} = N_{Sd}/A + M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\sigma_{Sd4} = N_{Sd}/A - M_{y,Sd}/W_y - M_{z,Sd}/W_z =$	0,00	[kN/cm ²]			
$\tau_{y,Sd} = V_{y,Sd}/A_{v,y} =$	0,00	[kN/cm ²]	$\tau_{z,Sd} = V_{z,Sd}/A_{v,z} =$	4,11	[kN/cm ²]
$f_{Sd} = (\sigma_{Sd,max}^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)^{1/2} =$	4,11	[kN/cm ²]			
verifica: $f_{Sd} / f_{vw,d} \leq 1:$	0,20	<	1,00		

4. Prescrizioni costruttive

$t_{min} =$	10,0	[mm]	$t_{max} =$	10,0	[mm]
$2 \leq \sqrt{t_{max}} - 0,5 \leq a \leq 0,7 \cdot t_{min}$	2,7	<	5,0	<	7,0

N 202

Fissaggio trave di colmo (dett. 06 Tav.S07)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDC

k_{mod}

0,90

CDS

γ_m

1,50

tipo di connettore

Spinotti
12

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s = 8,0$ [mm]

$\alpha =$

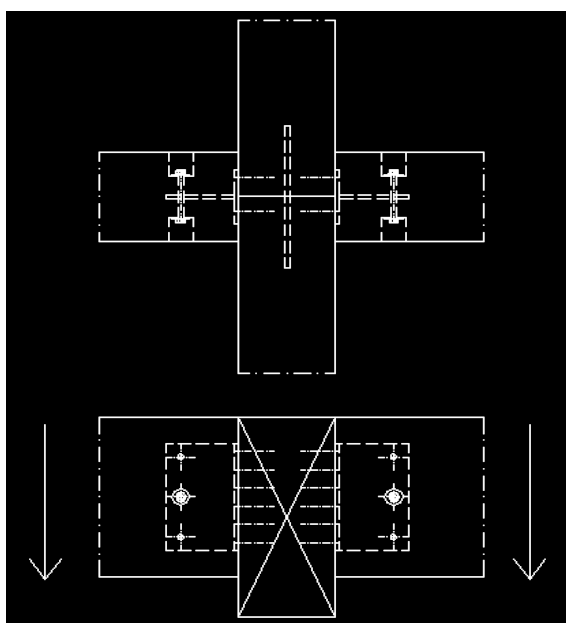
90,00 [°]

spessore legno

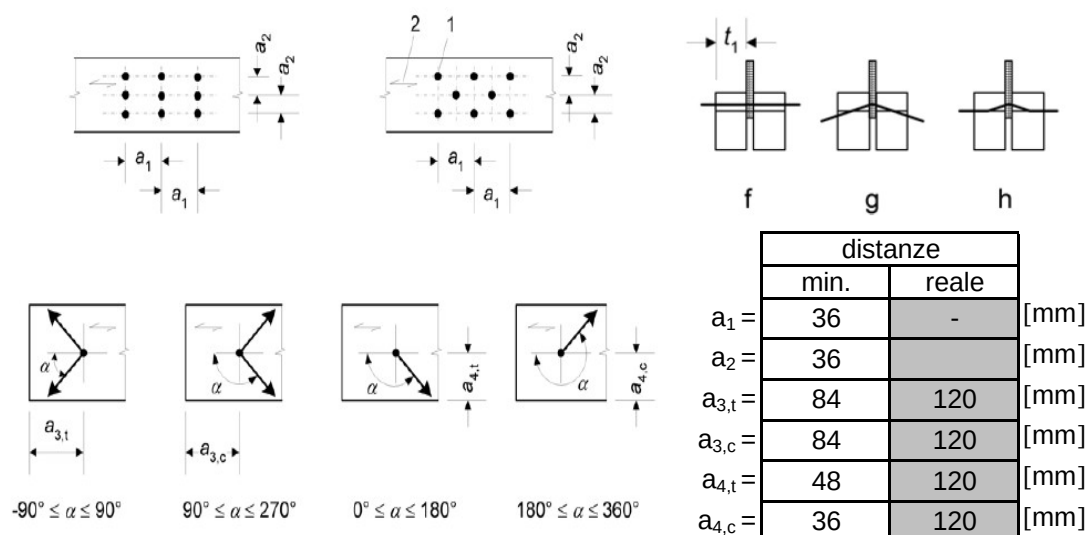
$t_1 = 5,50$ [cm]

F_{Sd}

8,21 [KN] F_{Sd} trave T106 = 8,21KN



Geometria



nr. file

n_r =

2

n_s =

1

n_{col.ef.} =

1,00

n_{tot.ef.} =

2,00

Verifica allo stato limite ultimo

f_{h,α,k} =

17,92

[N/mm²]

M_{y,Rk} =

95932

[Nmm]

F_{v,Rk} =

14,41

[kN]

F_{v,Rd} =

8,65

[kN]

F_{Rd} =

17,30

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,47

< 1

= 52 mm

Fissaggio trave principale su colonna in CA (dett. 08 Tav.S07)

CDS

GL24h
breve
1

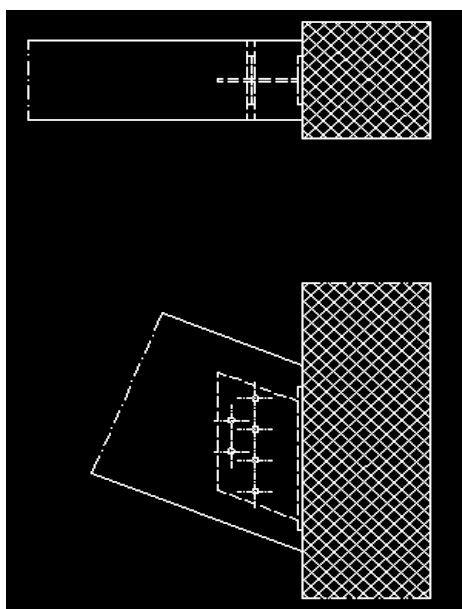
$\rho_{k,2}$	380,00	[kg/m ³]
k_{mod}	0,90	
γ_m	1,50	

diametro connettore

Spinotti
16 [mm]

$$t_s = 10,0 \text{ [mm]}$$
$$t_1 = 5,50 \text{ [cm]}$$
 $\alpha = 68,00 [^\circ]$

F_{Sd} **45,98** [KN] (F_{sd} trave T203 = 45,98KN.)

[illegible]

nr. file $n_r =$

6
1

nr. colonne $n_s =$

$n_{col.ef.} =$

0,93
5,61

 $n_{tot.ef.} =$

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$

17,37
202676

 [N/mm²]
 $M_{y,Rk} =$

$F_{v,Rk} =$

22,06
13,24

 [kN]
 $F_{v,Rd} =$

$F_{Rd} =$ **74,23** [kN]

Verifica F_{Sd}/F_{Rd} **0,62** < **1**

Nota: I due bulloni presenti nel collegamento sono stati trascurati nella verifica a favore di sicurezza

N 204

Fissaggio travetti (in corrispondenza del dett. 02- dettaglio generale)

Sistema

materiale legno

GL24h
breve
1

$\rho_{k,2}$

380,00 [kg/m³]

CDC

k_{mod}

0,90

CDS

γ_m

1,50

tipo di connettore

Bulloni
12

diametro connettore

[mm]

spessore lastra

$t_s = 8,0$ [mm]

$\alpha =$

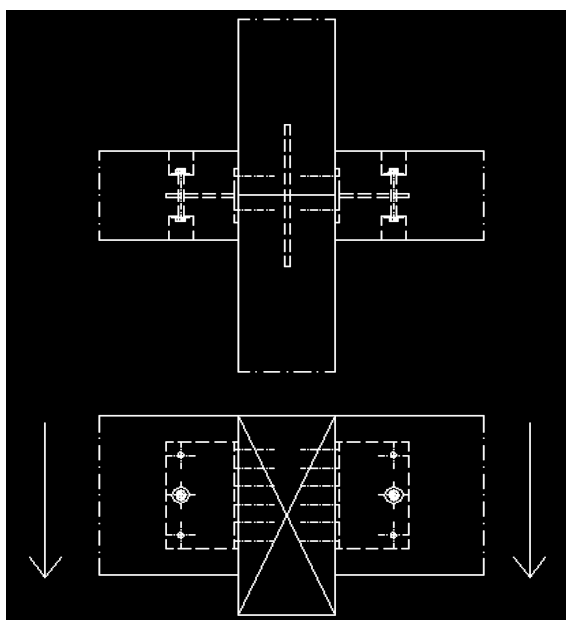
90,00 [°]

spessore legno

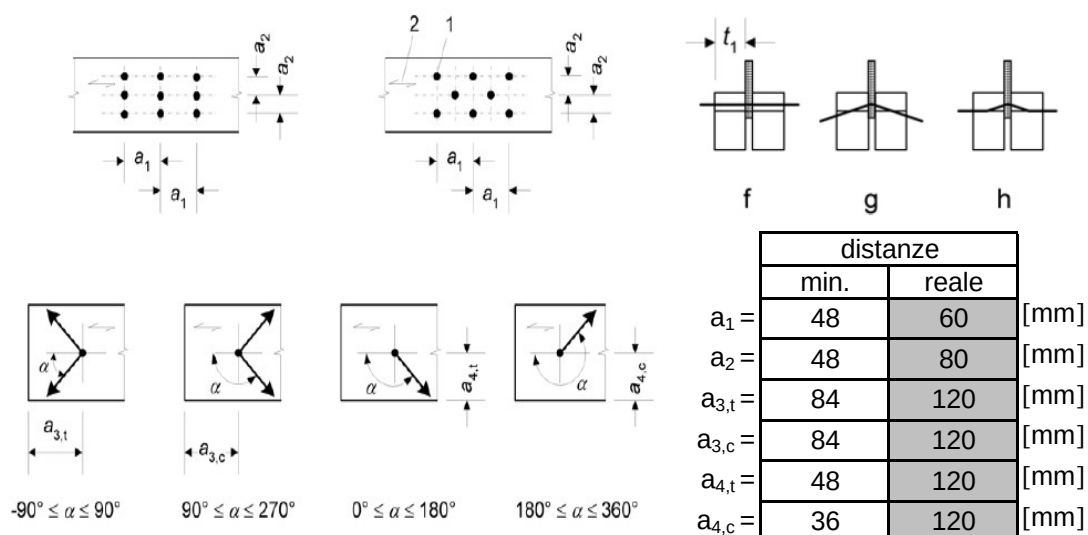
$t_1 = 3,50$ [cm]

F_{Sd}

12,80 [KN] (F_{Sd} trave S202 = 12,80KN.)



Geometria



nr. file

$n_r =$

3

nr. colonne

$n_s =$

1

$n_{col.ef.} =$

1,00

$n_{tot.ef.} =$

3,00

Verifica allo stato limite ultimo

$f_{h,\alpha,k} =$

17,92

[N/mm²]

$M_{y,Rk} =$

95932

[Nmm]

$F_{v,Rk} =$

12,93

[kN]

$F_{v,Rd} =$

7,76

[kN]

$F_{Rd} =$

23,28

[kN]

Verifica

F_{Sd}/F_{Rd}

0,55

<

1

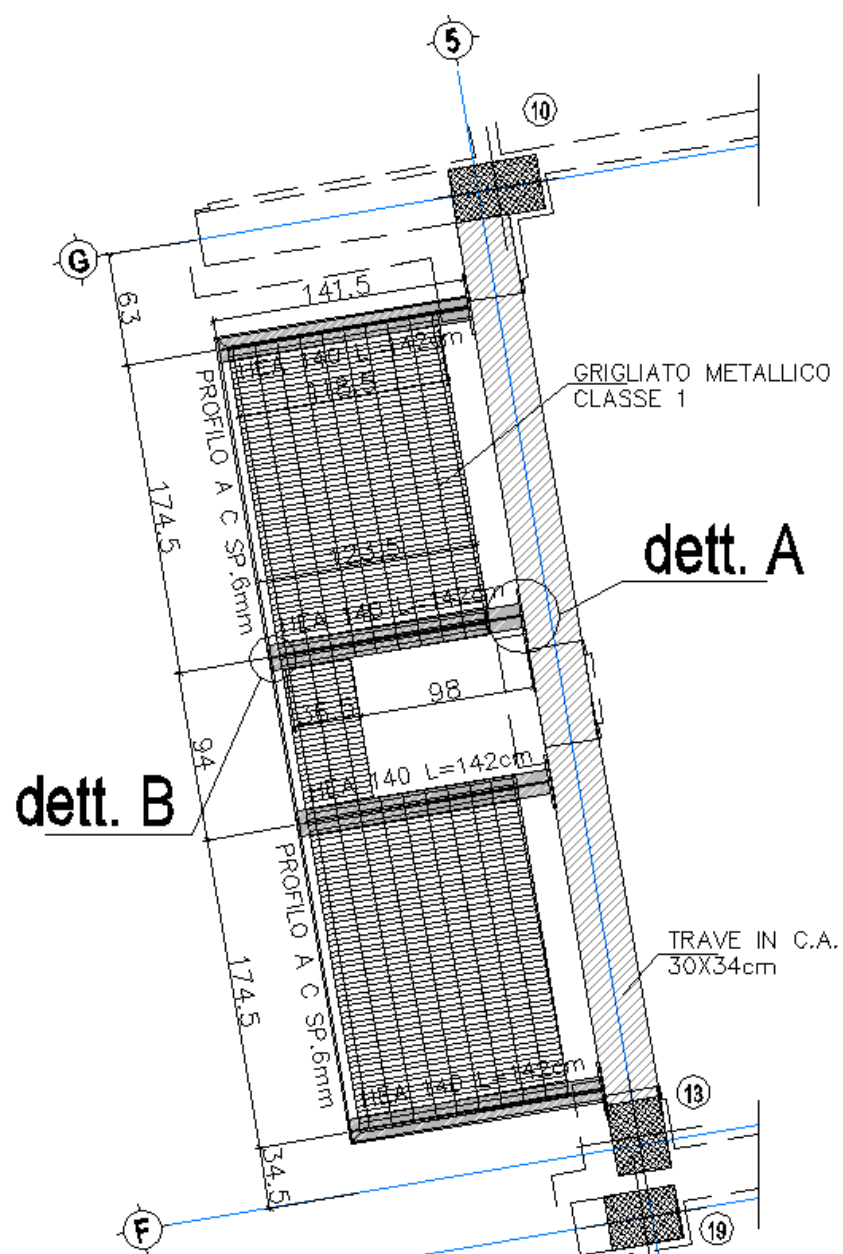
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

2.5.4.5-Verifica balcone metallico



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

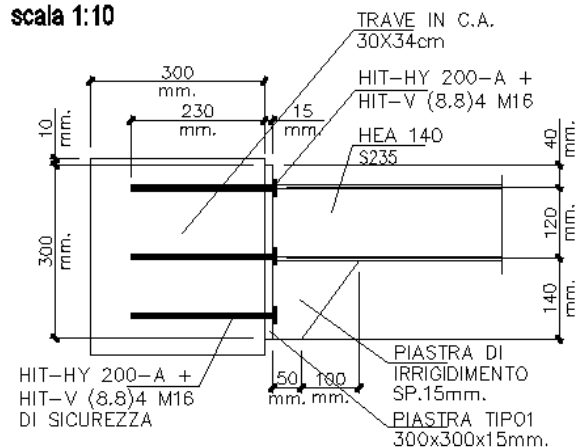
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

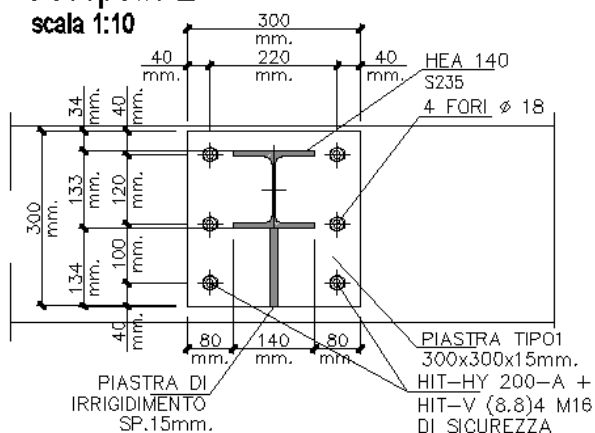
DETT. A - Prospetto 1

scala 1:10



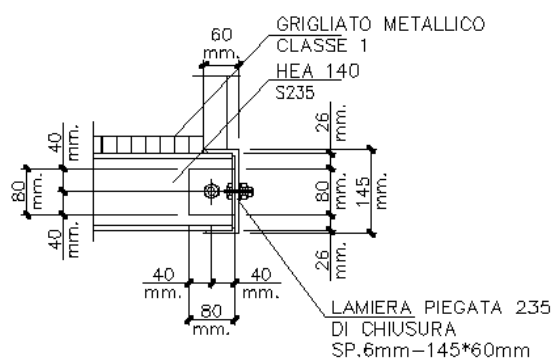
Prospetto 2

scala 1:10



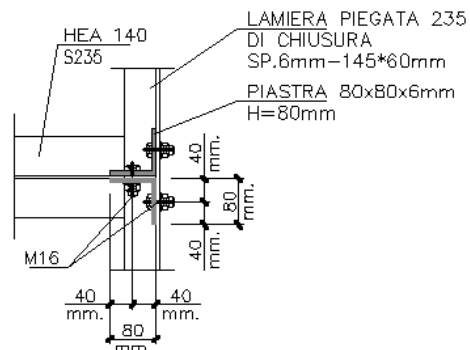
DETT. B - Prospetto 1

scala 1:10



DETT. B - Pianta

scala 1:10



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Il balcone metallico esterno posizionato in corrispondenza dei fili 14 e 5 è costituito da un grigliato metallico pedonale di spessore 40 mm (40 Kg/m²) in appoggio su quattro travi metalliche HEA 140, ad interasse 94cm e 174.5cm .

Il balcone permette l'accesso al locale tecnico, dove verranno posizionate le unità trattamento aria ed è accessibile al solo personale tecnico. L'accesso al balcone avverrà tramite scala alla marinara.

Il profilo si fissa alla trave in c.a. di piano attraverso una piastra metallica sp.15 mm e innesti chimici (4 elementi diametro 16mm.) e realizza un vincolo di tipo incastro. I quattro innesti chimici sono infatti in grado di assorbire le forze di taglio e lo sforzo di trazione agente sugli innesti superiori. Il collegamento è stato verificato con il programma HILTI ANCHOR.

Si verifica quindi il profilo centrale come trave a sbalzo di $l = 142\text{cm}$.

CARICHI AGENTI SULLA TRAVE METALLICA HEA 140
Carichi distribuiti

- carico permanente grigliato $100 \text{ Kg/mq} * (0.94+1.745)/2 = 140\text{Kg/m}$
- carico accidentale tipo C2 (balconi, ballatoi e scale comuni) $400 \text{ Kg/mq} * (0.94+1.745)/2 = 560 \text{ Kg/m}$

Carichi concentrati

- carico permanente parapetto e profilo a C di chiusura $100\text{Kg/ml} * (0.94+1.745)/2 = 10$

Dati relativi ai nodi della struttura

Nodi

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	0.00	0.00	0.00	1	1	1	1	1	1	0
2	1.45	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0	0

Elementi tipo trave

Caratteristiche dei Materiali:

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Tipo	Modulo Elastico [kg/cm ²]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]	Commento
1	300000.0	0.120	0.000012	2500.0	Calcestruzzo
2	2100000.0	0.330	0.000012	7850.0	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	2	HEA 140	

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [cm ²]	Jt [cm ⁴]	J2 [cm ⁴]	J3 [cm ⁴]	J23 [cm ⁴]	Xx	Xy
1	2	31.47	8	1035	389	-0	4.1	1.4

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
1	1	1	2	10000	2	1	1.45	100	100	100	100

Condizioni e combinazioni di carico

Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate il numero di condizioni di carico statiche e dinamiche che sollecitano la struttura. Si noti che:

Per quanto riguarda le condizioni di carico dinamiche, il programma assimila ogni direzione di ingresso del sisma, definita dal progettista, ad una condizione di carico. Pertanto qualora agiscano sulla struttura n condizioni di carico statiche e il progettista abbia supposto che la struttura venga sollecitata da un sisma entrante in m direzioni, la struttura stessa viene considerata del programma come soggetta ad n + m condizioni di carico.

Le combinazioni di carico, definite dal progettista, combinano fra loro le n + m condizioni di carico ognuna partecipante alla combinazione i-esima secondo i fattori di partecipazione nel seguito riportati. N.B.: se la condizione j-esima ha fattore di partecipazione unitario, allora partecipa per intero alla combinazione i-esima.

Le prime n condizioni sono sempre statiche mentre sono di origine dinamica le (eventuali) condizioni da n + 1 a n + m.

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Condizioni di carico definite:

Condizione	
1	Cond. 1-PESO PROPRIO
2	Cond. 2-CARICHI PERMANENTI
3	Cond. 3-CARICHI ACCIDENTALI TIPO C2

Combinazioni agli Stati Limite Ultimo

Comb.\Cond	1	2	3
1	1.3	1.3	1.5

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Comb.\Cond	1	2	3
2	1	1	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Comb.\Cond	1	2	3
3	1	1	0.7

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

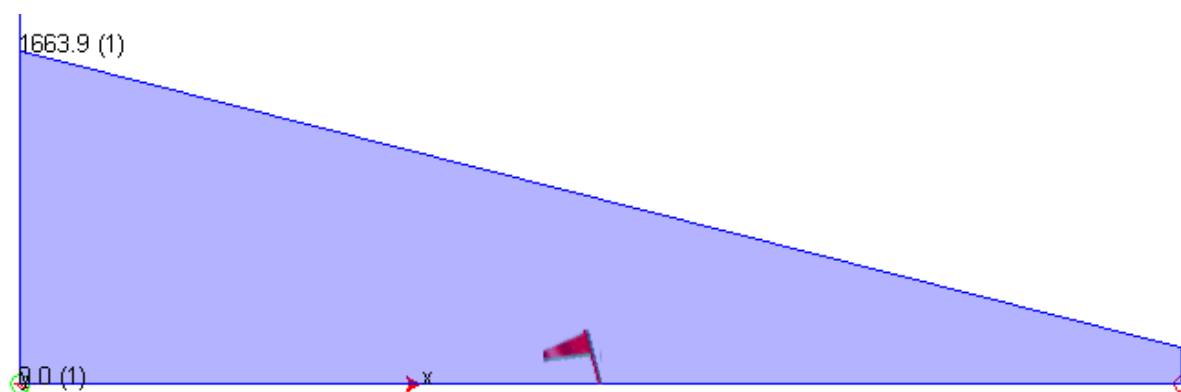
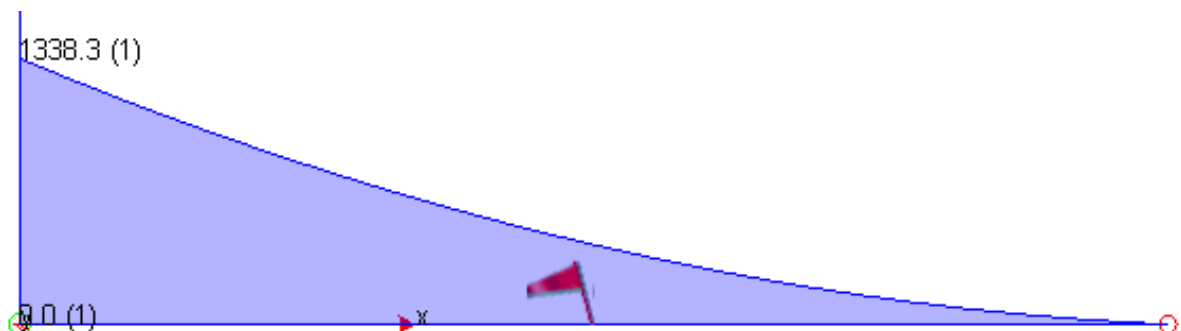
Comb.\Cond	1	2	3
4	1	1	0.6

Carichi e coppie applicati ai nodi

Nodo	Cond.	Px [kg]	Py [kg]	Pz [kg]	Mx [kgm]	My [kgm]	Mz [kgm]
2	2	0.0	0.0	-140.0	0.0	0.0	0.0

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	x_i [m]	q_{xi} [kg/m]	q_{yi} [kg/m]	q_{zi} [kg/m]	x_j [m]	q_{xj} [kg/m]	q_{yj} [kg/m]	q_{zj} [kg/m]
1	2	1.45	3	0.00	0.0	560.0	0.0	1.45	0.0	560.0	0.0
			2	0.00	0.0	140.0	0.0	1.45	0.0	140.0	0.0

DIAGRAMMA INVILUPPO T

DIAGRAMMA INVILUPPO M


NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Percentuale di sfruttamento dei profilati metallici

Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 1000%	Sd/Sr ≤ 1004%	Sd/Sr ≤ 1005%	Sd/Sr ≤ 1006%
1	HEA 140	0.00 (0)	100.00 (1)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S _D /S _R	Max Elemento nodi	Max S _D /S _R
1 HEA 140	1 2	0.56	1 2	0.56

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
Verifiche asta dal nodo 1 al nodo 2

Dati generali:

Luce dell'asta: 1.45 [m]

Sezione numero: 1 / HEA 140

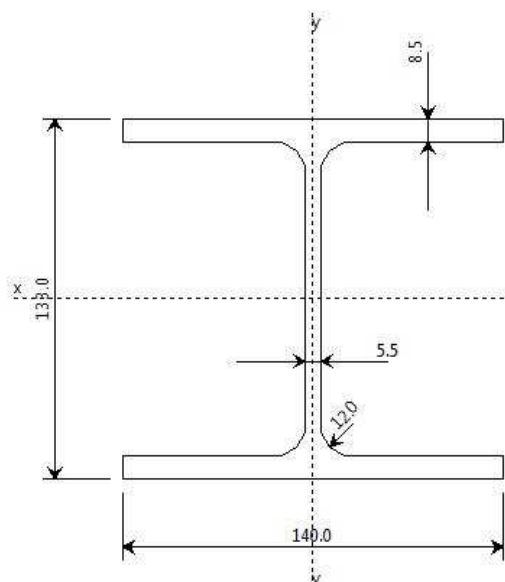
Materiale: Acciaio

 Tensione ammissibile: 1600.0 [kg/cm²]

 Tensione di snervamento: 2350.0 [kg/cm²]

Beta nel piano 1/2: 1.00

Beta nel piano 1/3: 1.00



DATI INERZIALI PROFILO : HEA 140

Area	31.47 [cm ²]	A.Traz	31.47 [cm ²] (L collegamento 0 [mm])
Jx	1035 [cm ⁴]	ix	5.73 [cm]
Wx	156 [cm ³]	Zx	174 [cm ³]
Jy	389 [cm ⁴]	iy	3.52 [cm]
Wy	56 [cm ³]	Zy	85 [cm ³]
Jt	8 [cm ⁴]		
Cw	15064 [cm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	b		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

Doppio T

B	140	[mm]
H	133	[mm]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

tf	9	[mm]
tw	6	[mm]
r	12	[mm]

VERIFICA DI RESISTENZA

Tensione Massima nella Combinazione 1 All'Ascissa 0.00

Sollecitazione			Tensione Indotta	
N	0.0	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
Mx	1338.3	[kgm]	860.2	[kg/cm ²]
My	-0.0	[kgm]	0.0	[kg/cm ²]
<i>Tensione Risultante</i>			<u>860.2</u>	[kg/cm ²]

Tensione Minima nella Combinazione 1 All'Ascissa 0.00

Sollecitazione			Tensione Indotta	
N	0.0	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
Mx	1338.3	[kgm]	-860.2	[kg/cm ²]
My	-0.0	[kgm]	-0.0	[kg/cm ²]
<i>Tensione Risultante</i>			<u>-860.2</u>	[kg/cm ²]

Tensione Tangenziale Max nella Combinazione 1 All'Ascissa 0.00

Sollecitazione			Tensione Indotta	
Ty	1663.9	[kg]	253.7	[kg/cm ²]
<i>Tensione Risultante</i>			<u>253.7</u>	[kg/cm ²]

Tensione Ideale Max nella Combinazione 1 all'Ascissa 0.00 (*Bordo Esterno*)

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

Sollecitazione			Tensione Indotta	
N	0.0	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
Mx	1338.3	[kgm]	-860.2	[kg/cm ²]
Ty	1663.9	[kg]	0.0	[kg/cm ²]
My	-0.0	[kgm]	0.0	[kg/cm ²]
<i>Tensione Ideale Risultante</i>			<u>860.2</u>	[kg/cm ²]

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

L'asta risulta non compressa.

VERIFICA DI INSTABILITA FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

Asta verificata come sezione a *Doppio T*

Dati di Verifica:

Distanza fra i Ritegni Flesso-Torsionali : 1.45 [m]

Base del Profilo : 140 [mm]

Altezza : 133 [mm]

Spessore della Flangia : 9 [mm]

w' (x 1.4 Carichi All'estradosso) : 1.40

Combinazione di Carico Critica : 1 (*Calcolo a Trave Appoggiata*)

Momento Massimo in Campata :	1338.3 [kgm]
Momento di Verifica :	1003.7 [kgm]
Tensione Indotta:	903.2[kg/cm ²]

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

L'asta risulta NON COMPRESSA.

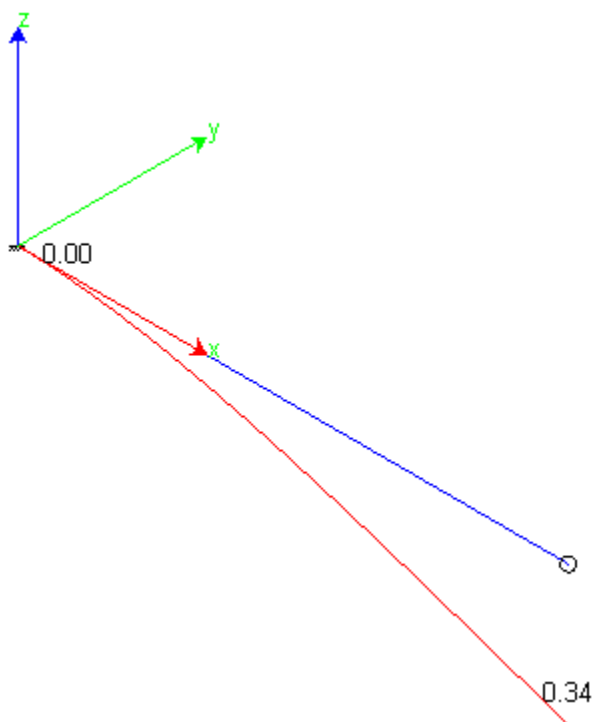
NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE**viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)****PROGETTO ESECUTIVO****RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D****VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI MASSIMI**

Secondo il cap. 4.2.4..2.1 gli spostamenti massimi verticali della travi dei solai deve essere $< 1/300$ della luce della trave stessa

Qu si ha spostamento massimo verticali: 0,34cm

$(1/300) * 145\text{cm} = 0,48\text{cm}$

$0,34\text{cm} < 0,48\text{cm}$ –la verifica è soddisfatta



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
VERIFICA DEL COLLEGAMENTO TRAVE HEA140-TRAVE IN C.A.

L'ancoraggio alla trave in c.a. verrà realizzata con innesto chimico tipo HILTI HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M16

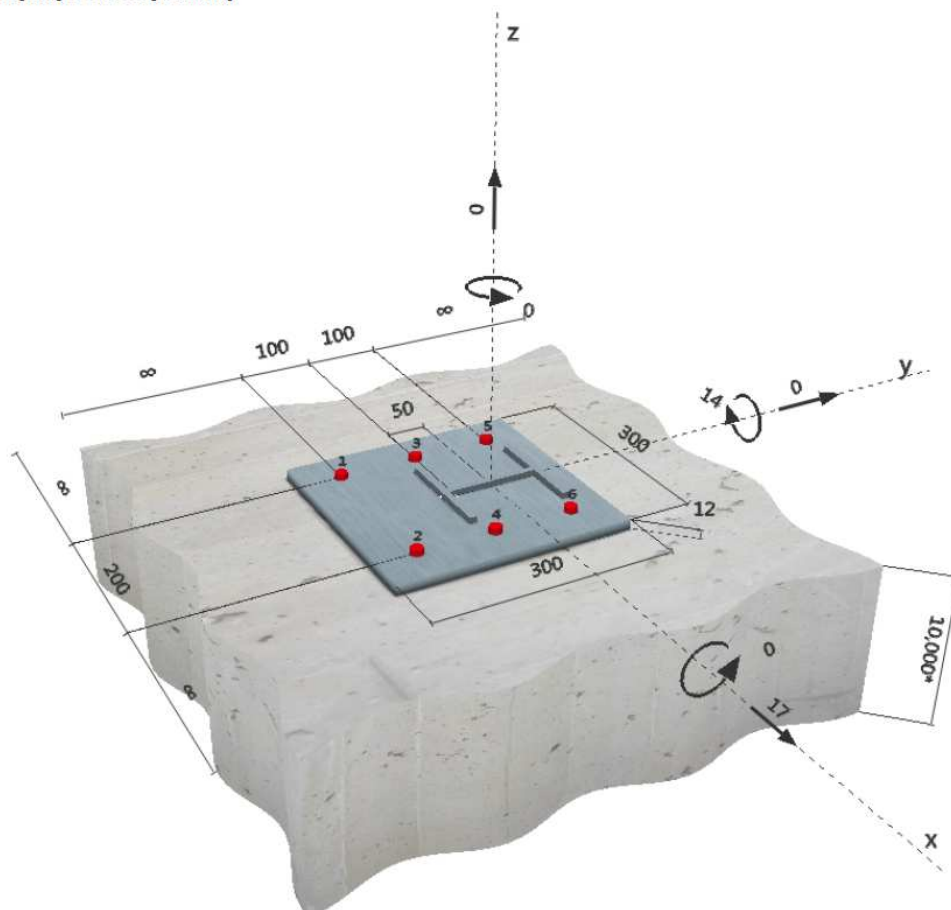
SI VERIFICA IL COLLEGAMENTO NELLA CONDIZIONE Più SFAVOREVOLE

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8) M16
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef, opti} = 178 \text{ mm}$ ($h_{ef, limit} = 320 \text{ mm}$)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 11/0493
Emesso l Valido:	08/08/2012 23/12/2016
Verifica:	metodo di calcolo ETAG BOND; EOTA TR 029
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 12 \text{ mm}$
Piastra d'ancoraggio:	$l_x \times l_y \times t = 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	IPBI/HEA; ($L \times W \times T \times FT$) = $133 \text{ mm} \times 140 \text{ mm} \times 9 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$
Materiale base:	Fessurato Calcestruzzo, C25/30, $f_{cc} = 30.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 10000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C
Installazione:	Foro da perforatore, Condizioni di installazione: asciutto
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale



Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

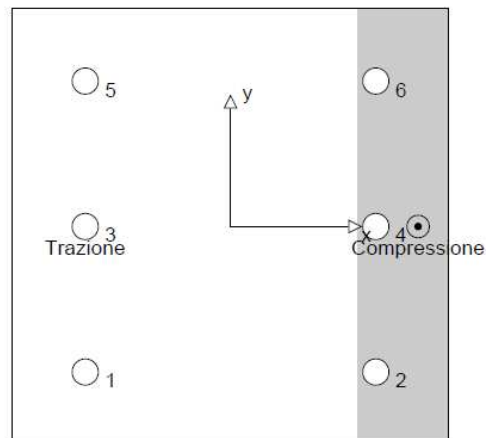
Condizione di carico: Carichi di progetto

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	20.368	2.158	1.983	0.850
2	0.000	2.158	1.983	-0.850
3	20.368	2.958	2.833	0.850
4	0.000	2.958	2.833	-0.850
5	20.368	3.780	3.683	0.850
6	0.000	3.780	3.683	-0.850

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.22 [‰]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 6.50 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-100/0): 61.103 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(129/0): 61.103 [kN]


3 Carico di trazione (EOTA TR 029, Sezione 5.2.2)

	carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	stato
Rottura dell'acciaio*	20.368	84.000	25	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	61.103	61.252	100	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	61.103	71.516	86	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
126.000	1.500	84.000	20.368

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$S_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
377578	273067	20.00	523	261	∞
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$	
1.000	8.00	2.300	1.246	1.114	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]	
71.578	110.254	1.800	61.252	61.103	

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]			
391956	285156	267	534			
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	7.200
$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]			
93.653	1.800	71.516	61.103			

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3.780	50.400	8	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	17.000	187.727	10	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
63.000	1.250	50.400	3.780

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
522090	273067	20.00	261	523	∞
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k	k-factor	$\psi_{g,Np}^0$	$\psi_{g,Np}$
1.000	8.00	2.300	2.000	1.486	1.226
$\psi_{s,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{re,Np}$
1.000	0	1.000	50	0.839	1.000
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	V_{Sd} [kN]	
71.578	140.796	1.500	187.727	17.000	

6 Spostamento (ancorante più sollecitato)

Carichi di breve periodo:

N_{Sk}	=	15.087 [kN]	δ_N	=	0.118 [mm]
V_{Sk}	=	2.800 [kN]	δ_V	=	0.112 [mm]
			δ_{NV}	=	0.163 [mm]

Carichi di lungo periodo:

N_{Sk}	=	15.087 [kN]	δ_N	=	0.270 [mm]
V_{Sk}	=	2.800 [kN]	δ_V	=	0.168 [mm]
			δ_{NV}	=	0.318 [mm]

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE
viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)
PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D
8 Dati Installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -

Profilo: IPBi/HEA; 133 x 140 x 9 x 9 mm

 Diametro del foro nella piastra: $d_f = 18$ mm

Spessore della piastra (input): 12 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A + HIT-V (8.8), M16

Coppia di serraggio: 0.080 kNm

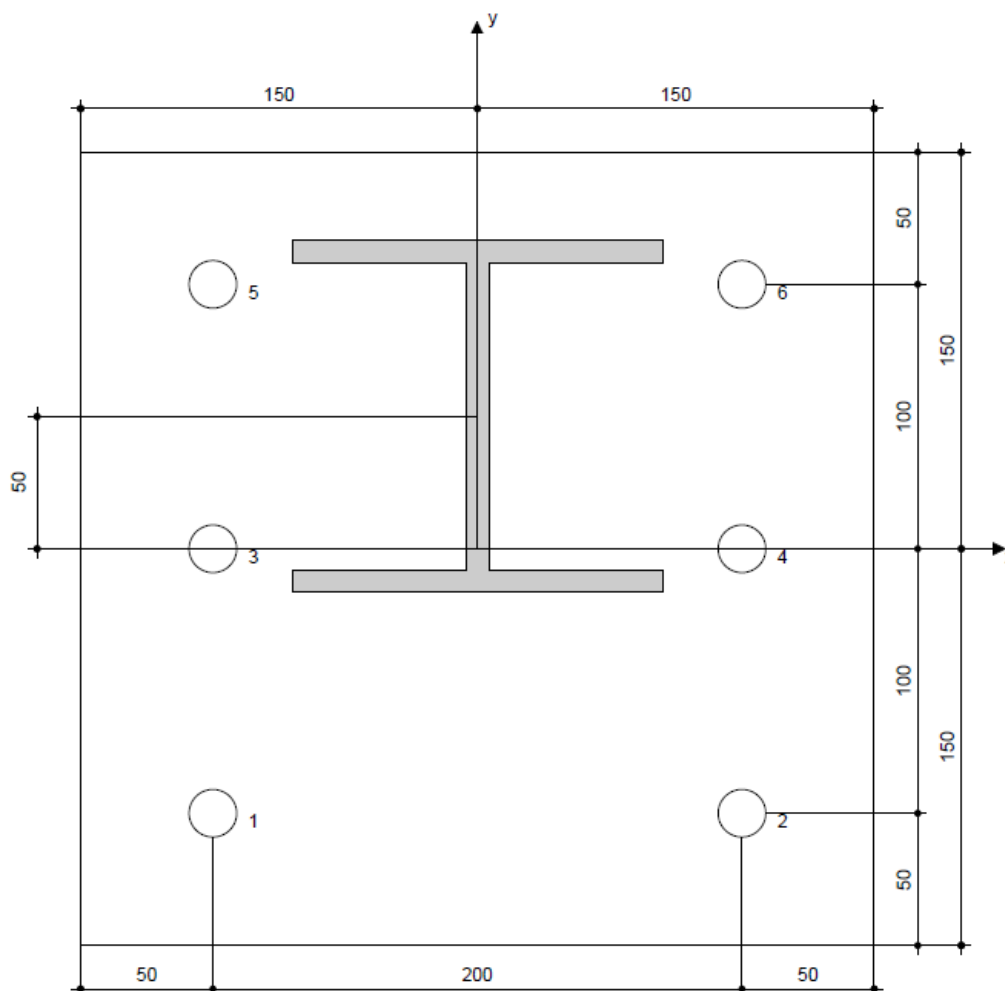
Diametro del foro nel materiale base: 18 mm

Profondità del foro nel materiale base: 178 mm

Spessore minimo del materiale base: 214 mm

8.1 Required accessories

Drilling	Cleaning	Setting
<ul style="list-style-type: none"> Suitable Rotary Hammer Properly sized drill bit 	<ul style="list-style-type: none"> Compressed air with required accessories to blow from the bottom of the hole Proper diameter wire brush 	<ul style="list-style-type: none"> Dispenser including cassette and mixer Torque wrench



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	C-x	C+y	C-y	C+y
1	-100	-100	-	-	-	-
2	100	-100	-	-	-	-
3	-100	0	-	-	-	-

Ancorante	x	y	C-x	C+y	C-y	C+y
4	100	0	-	-	-	-
5	-100	100	-	-	-	-
6	100	100	-	-	-	-

NUOVA SCUOLA DELL'INFANZIA A SEI SEZIONI in località CASTELLO di SERRAVALLE

viale G. Verdi - COMUNE DI VALSAMOGGIA (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE BLOCCO D

ALLEGATI:

- SCHEDA TECNICA COLLEGAMENTI TIPO "RICON"
- SCHEDA TECNICA LEGNO X-LAM



ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Authorised and notified according
to Article 29 of the Regulation (EU)
No 305/2011 of the European
Parliament and of the Council of 9
March 2011

MEMBER OF EOTA



European Technical Assessment ETA-10/0189 of 03/03/2016

I General Part

Technical Assessment Body issuing the ETA and designated according to Article 29 of the Regulation (EU) No 305/2011: ETA-Danmark A/S

Trade name of the construction product:

Knapp Clip Connectors type GIGANT 120, 150 and 180, Type RICON 60/40, 80/40, 100/40, 120/40, 140/40 and 160/40, Type RICON S 60/140, 60/170, 60/200, 60/230 and 80/200, 80/230, 80/260 and 80/290, and Type WALCO V60, V80 and WALCO 40

Product family to which the above construction product belongs:

Three-dimensional nailing plate (concealed beam hangers)

Manufacturer:

Knapp GmbH
Wassergasse 31
A-3324 Euratsfeld
Tel.: +43 (0) 7474 79910-0
Telefax: +43 (0) 7474 79910-99
Internet: www.knapp-verbinder.com

Manufacturing plant:

Knapp GmbH
Wassergasse 31
A-3324 Euratsfeld

This European Technical Assessment contains:

180 pages including 4 annexes which form an integral part of the document

This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of:

Guideline for European Technical Approval (ETAG) No. 015 Three Dimensional Nailing Plates, April 2013, used as European Assessment Document (EAD).

This version replaces:

The previous ETA with the same number issued on 2015-10-22

Translations of this European Technical Assessment in other languages shall fully correspond to the original issued document and should be identified as such.

Communication of this European Technical Assessment, including transmission by electronic means, shall be in full (excepted the confidential Annex(es) referred to above). However, partial reproduction may be made, with the written consent of the issuing Technical Assessment Body. Any partial reproduction has to be identified as such.

II SPECIFIC PART OF THE EUROPEAN TECHNICAL ASSESSMENT

1 Technical description of product and intended use

Technical description of the product

Knapp Clip Connectors GIGANT, RICON, RICON S and WALCO 40 are two-piece or one-piece (WALCO V) non-welded, face-fixed connectors to be used in timber to timber connections as well as connections between a timber and a steel member or timber and concrete member. RICON S can also be welded.

The connectors are made from pre-galvanized steel grade DD13 according to EN 10111:2008-06 with minimum yield strength R_e of 235 MPa. Dimensions, hole positions and typical installations are shown in Annex A.

2 Specification of the intended use in accordance with the applicable EAD

The connectors are intended for use in making end-grain to side-grain connections, end-grain to end-grain and side-grain to side-grain connections in load bearing timber structures, as a connection between a wood based joist and a solid timber (softwood or hardwood) or wood based header, where requirements for mechanical resistance and stability and safety in use in the sense of the Basic Works Requirements 1 and 4 of Regulation (EU) 305/2011 shall be fulfilled. They are also intended for use in making an end-grain or side-grain connection between a timber joist and a steel member or concrete.

The connectors can be installed as connections between wood based members such as:

- Structural solid timber of soft- or hardwood according to EN 338 / EN 14081,
- Glulam made of soft- or hardwood, classified according to EN 1194 / EN 14080, or with ETA or national approval
- LVL according to EN 14374 or ETA
- Parallam PSL,
- Intrallam LSL,
- Duo- and Triobalken,
- Cross laminated timber and similar structural glued products according EN16351 or ETA.
- Engineered wood products and solid wood panels according to EN13986 or ETA, the provisions of the ETA of the engineered wood product apply

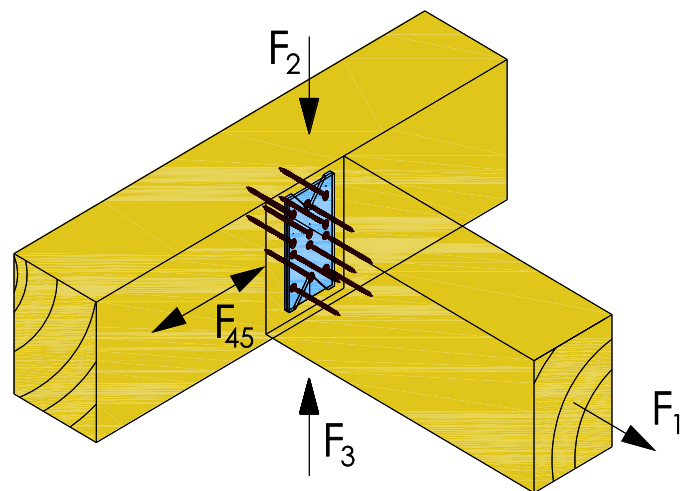
- Engineered wood products according to ETA if the ETA of the product includes provisions for the use of self-tapping screws, the provisions of the ETA of the engineered wood product apply.

However, the calculation methods are only allowed for a characteristic wood density of up to 500 kg/m³ for softwood and 590 kg/m³ for hardwood. Even though the wood based material may have a larger density, this must not be used in the formulas for the load-carrying capacities of the fasteners.

Where an interlayer made of wood-based panel is placed between the Knapp Clip Connector and the header, the influence of the interlayer on the load-carrying-capacity of the header fasteners has to be taken into account.

Annex B states the formulas for the characteristic load-carrying capacities of the connections. The design of the connections shall be in accordance with Eurocode 5 or a similar national Timber Code.

It is assumed that the forces acting on the connection are the following F_1 , F_2 , F_3 and F_{45} . The force F_1 acts perpendicular to the connector plate, F_2 and F_3 shall act in the middle of the connector in or against the direction of insertion. The force F_{45} is assumed to act with an eccentricity e_{45} with regard to the centre of gravity of the screws in the connector plate. It is assumed that the forces are acting right at the end of the joist.



It is assumed that the header beam is prevented from rotating. Similarly it is assumed that the steel member to which the connector is bolted does not rotate. If the header beam only has installed a connector on one side the eccentricity moment $M_v = F_d \times b_H/2$ shall be considered where b_H is the header width. The same applies when the header has connections on both sides, but with vertical forces which differ more than 20%.

It is a condition for a force F_1 , F_2 , F_3 and F_{45} that the connector plate is connected to a wood-based member with screws in all holes marked.

The connectors are intended for use in connections subject to static or quasi static loading. The zinc-coated connectors are for use in timber structures subject to dry, internal conditions defined by the service classes 1 and 2 of EN 1995-1-1, (Eurocode 5). The fasteners (screws and bolts) to be used shall be made from suitable material.

KNAPP clip connectors with $\geq 60 \mu\text{m}$ zinc-coating and screws with $\geq 15 \mu\text{m}$ zinc-coating are intended to be used for concealed connections in climatic conditions equivalent to swimming pool facilities with fresh water (this use does not apply to facilities with mineral or brine baths).

Details of the corrosion protection system are deposited at ETA-Danmark.

The scope of the brackets regarding resistance to corrosion shall be defined according to national provisions that apply at the installation site considering environmental conditions.

The provisions made in this European Technical Assessment are based on an assumed intended working life of the concealed beam hangers of 50 years.

The indications given on the working life cannot be interpreted as a guarantee given by the producer or Assessment Body, but are to be regarded only as a means for choosing the right products in relation to the expected economically reasonable working life of the works.

3 Performance of the product and references to the methods used for its assessment

Characteristic	Assessment of characteristic
3.1 Mechanical resistance and stability*) (BWR1)	
Characteristic load-carrying capacity	See Annex B
Stiffness	See Annex B
Ductility in cyclic testing	No performance determined
3.2 Safety in case of fire (BWR2)	
Reaction to fire	The concealed beam hangers are made from steel classified as Euroclass A1 in accordance with EN 13501-1 and EC decision 96/603/EC, amended by EC Decision 2000/605/EC
3.3 Hygiene, health and the environment (BWR3)	
Influence on air quality	The product does not contain/release dangerous substances specified in TR 034, dated March 2012**)
3.8 General aspects related to the performance of the product	The concealed beam hangers have been assessed as having satisfactory durability and serviceability when used in timber structures using the timber species described in Eurocode 5 and subject to the conditions defined by service class 1 and 2
Identification	See Annex A

*) See additional information in section 3.8 – 3.9.

**) In addition to the specific clauses relating to dangerous substances contained in this European technical Assessment, there may be other requirements applicable to the products falling within its scope (e.g. transposed European legislation and national laws, regulations and administrative provisions). In order to meet the provisions of the Construction Products Regulation, these requirements need also to be complied with, when and where they apply.

3.9 Methods of verification

The characteristic load-carrying capacities are based on the characteristic values of the connectors and the steel plates.

According to EN 1990 (Eurocode – Basis of design) paragraph 6.3.5 the design value of load-carrying capacity can be determined by reducing the characteristic values of the load-carrying capacity with different partial factors.

Therefore, to obtain design values according to the Eurocodes or appropriate national codes of practice, the capacities have to be multiplied with different partial factors for the material properties and – for the connectors mounted in wood – also the coefficient k_{mod} that takes into account the load duration class.

Thus, the characteristic or design values of the load-carrying capacity are determined also for timber failure $F_{Rk,H}$ (obtaining the embedment strength of connectors subjected to shear or the withdrawal capacity of the most loaded connector, respectively (see Annex B) as well as for steel plate failure $F_{KCC,Rd}$. The design value of the load-carrying capacity is the smaller value of both load-carrying capacities.

$$F_{Rd} = \min \left\{ \frac{k_{mod} \cdot F_{Rk,H}}{\gamma_{M,H}}; F_{KCC,Rd} \right\}$$

Therefore, for timber failure the load duration class and the service class are included. The different partial factors γ_M for steel or timber, respectively, are also correctly taken into account.

3.10 Mechanical resistance and stability

See annex B for characteristic load-carrying capacities of the connectors.

The characteristic capacities of the connectors are determined by calculation assisted by testing as described in the EOTA Guideline 015 clause 5.1.2. They should be used for designs in accordance with Eurocode 5 or a similar national Timber Code.

The design models allow the use of fasteners described in Annex A:

Screws in accordance with EN 14592

In the formulas in Annex B the capacities for self-drilling screws calculated from the formulas of Eurocode 5 are used assuming a thick steel plate when calculating the lateral nail load-carrying-capacity.

Further, the connectors can be fastened to a steel member by bolts with a diameter of 5 to 10 mm in holes with a diameter up to 1 mm larger than the bolt, and to a concrete member by concrete dowels.

No performance has been determined in relation to ductility of a joint under cyclic testing. The contribution to the performance of structures in seismic zones, therefore, has not been assessed.

3.11 Aspects related to the performance of the product

3.11.1 Corrosion protection in service class 1 and 2.

In accordance with ETAG 015 the connectors from 5 mm thick mild steel either have a zinc coating weight of min Z275 or an equivalent coating Fe/Zn 12c. The steel employed is DD13 according to EN 10111:2008-06 with minimum yield strength R_e of 235 MPa.

3.12 General aspects related to the fitness for use of the product

Knapp Clip Connectors GIGANT, RICON, RICON S WALCO V and WALCO 40 are manufactured in accordance with the provisions of this European Technical Assessment using the manufacturing processes as identified in the inspection of the plant by the notified inspection body and laid down in the technical documentation.

Connector joints

A connector joint is deemed fit for its intended use provided:

Header – support conditions

- The header beam shall be restrained against rotation and be free from wane under the connector.

If the header carries joists only on one side the eccentricity moment from the joists

$M_{ec} = R_{joist} \times b_H/2$ shall be considered at the strength verification of the header.

R_{joist} Reaction force from the joists
 b_H Width of header

- For a header with joists from both sides but with vertical forces which differ more than 20% a similar consideration applies.

Wood to wood connections

- Connectors are fastened to wood-based members by screws or bolts.
- There shall be screws in all marked holes as prescribed in Annex A.
- The characteristic capacity of the connector joint is calculated according to the manufacturer's technical documentation, dated 2009-12-05.
- The connector joint is designed in accordance with Eurocode 5 or an appropriate national code.
- There is no gap between the end of the joist and the connector plate or between the header surface and the connector plate.
- For Knapp Clip Connectors the width of the joist shall be at least the minimum width as prescribed in Annex A or D.
- The cross section of the joist at the connector joint shall have sharp edges, it shall be without wane.
- The cross section of the header shall have a plane surface against the whole connector plate.
- The depth of the joist or header shall be so large that the minimum fastener end and edge distances are observed.
- Screws to be used shall have a diameter, which fits the holes of the connector plates.
- The screws shall be driven into softwood without predrilling for:
 - RICON (Ø5 mm) and RICON S
 - WALCO V60
 or after pre-drilling:
 - RICON (Ø8 mm)
 - WALCO V80 and WALCO 40
 - GIGANT

The screws shall be driven into hardwood after pre-drilling.

The drill hole diameters are:

Outer thread diameter	Drill hole diameter	
	Softwood	Hardwood
5,0	3,0	3,5
6,0	4,0	4,0
8,0	5,0	6,0
10,0	6,0	7,0
KS12x60	8,0	9,0
KS16x60	12,0	13,0

Wood to steel and wood to concrete

The above mentioned rules for wood to wood connections are applicable also for the connection between the joist and the steel-header or concrete-header.

- The connector joint is designed in accordance with Eurocodes 2, 3, 5 or 9 or an appropriate national code.
- The connector plate shall be in close contact with the steel or concrete over the whole face. There shall be no intermediate layers in between, except static calculations are made for the interlayer.
- The bolt shall have a diameter not less than the hole diameter minus 2 mm.
- The bolts shall be placed symmetrically about the vertical symmetry line. The number of bolts shall equal the number of the respective screws in the joist.
- Concrete bolts shall be in accordance with an ETA based on ETAG 001

4 Attestation and verification of constancy of performance (AVCP)

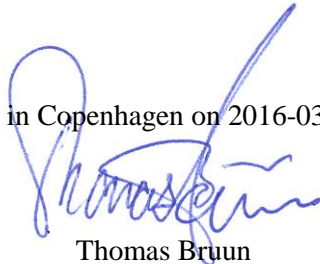
4.1 AVCP system

According to the decision 97/638/EC of the European Commission¹, as amended, the system(s) of assessment and verification of constancy of performance (see Annex V to Regulation (EU) No 305/2011) is 2+.

5 Technical details necessary for the implementation of the AVCP system, as foreseen in the applicable EAD

Technical details necessary for the implementation of the AVCP system are laid down in the control plan deposited at ETA-Danmark

Issued in Copenhagen on 2016-03-03 by



Thomas Bruun
Managing Director, ETA-Danmark