

COMMITTENTE: Comune di Botticino
Piazza Aldo Moro, 1
25082 Botticino (BS)



PROGETTISTA: Ing. Sergio FLAMINI
Viale Piave, 50/b
25123 Brescia



Comune di Botticino

SCHEDA DI VULNERABILITA' SISMICA

- Scuola materna Francesco Carini, via A. Ferrari 2



novembre 2015

●●●●●●●●

Studio Tecnico ing. Sergio Flamini, Viale Piave, 50/b - 25123 Brescia
Tel 030.2428167 – Fax 030.2477716 - e-mail: ing.flamini@libero.it

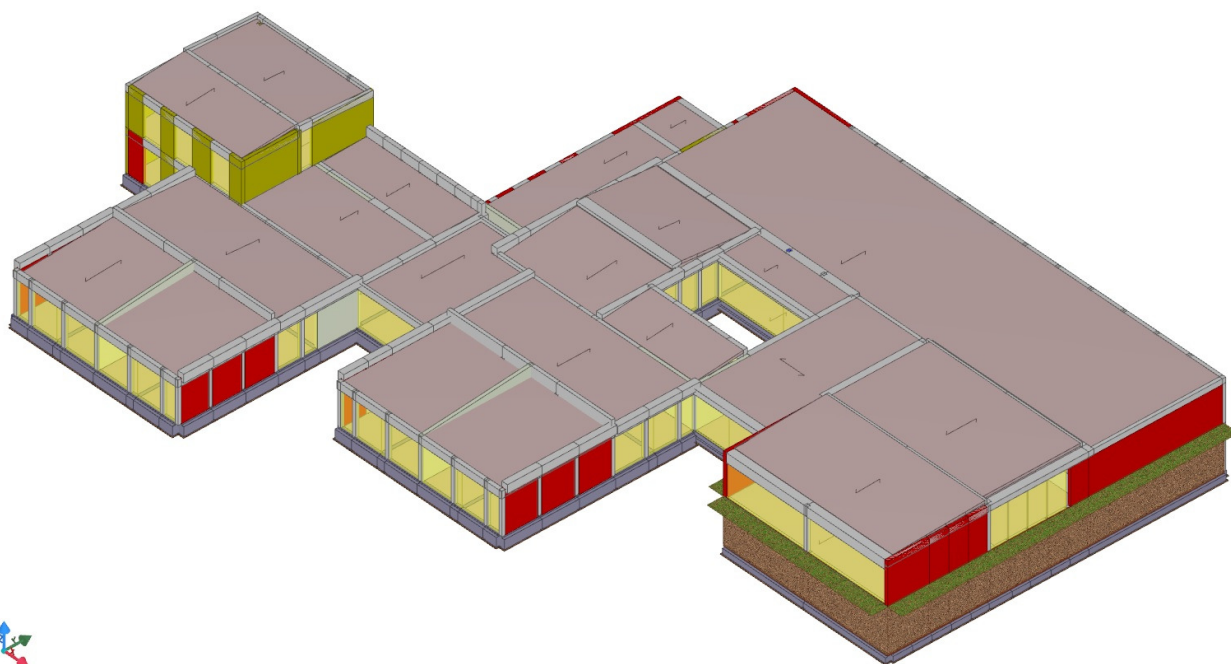


Fig.1 - Vista aerea della modellazione della struttura da sud.

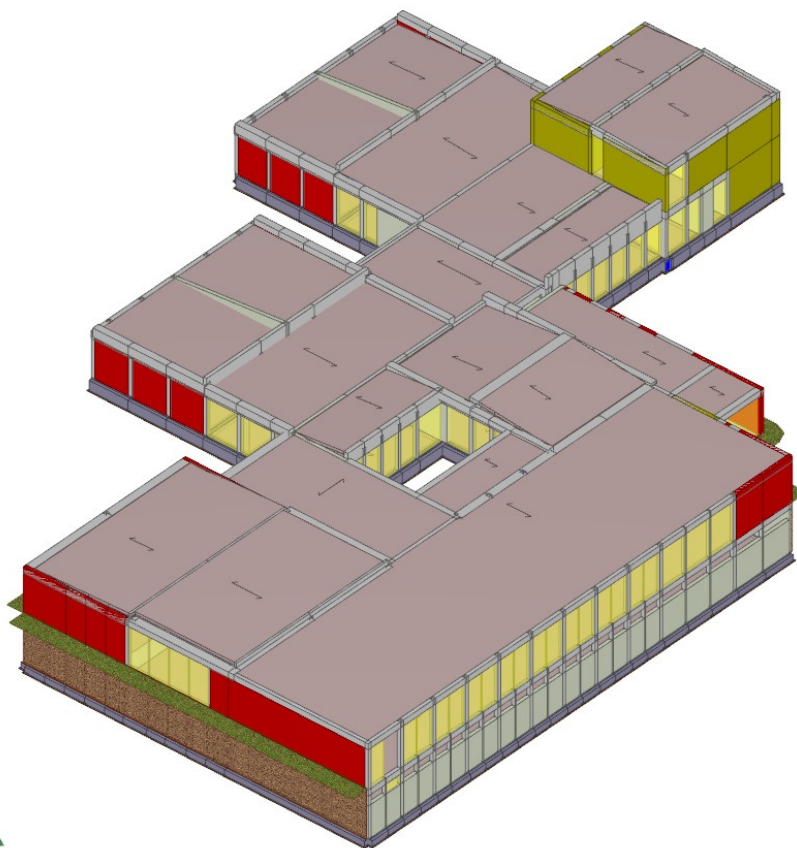


Fig.2 - Vista aerea della modellazione della struttura da est.

1 - EDIFICIO

Edificio								
Classe d'uso	V _N	V _R	Materiale Principale	Coordinate geografiche ED 50		Categoria Sottosuolo	Condizioni Topografiche	
				Latitudine	Longitudine		Categoria	S _T
	[anni]	[anni]						
Classe 4	50	100	ca	45.5390	10.3071	C	T1	1,00

LEGENDA: Edificio

V_N	Vita nominale dell'edificio
V_R	Periodo di riferimento per l'azione sismica.
Materiale Principale	[CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura.
Latitudine	Latitudine geografica del sito.
Longitudine	Longitudine geografica del sito.
Categoria Sottosuolo	Tipo terreno prevalente, categoria di suolo di fondazione: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m.
Categoria Topografica	[T1] = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$ - [T2] = Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ - [T3] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$ - [T4] = Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.
S_T	Coefficiente di amplificazione topografica.

2 - PERICOLOSITA' SISMICA

Parametri di pericolosità sismica								
Stato Limite	a _g	F ₀	T* _c	C _c	T _B	T _C	T _D	S _s
	[g]		[s]		[s]	[s]	[s]	[s]
SLO	0.0597	2.495	0.243	1.67	0.136	0.407	1.839	1.50
SLD	0.0785	2.446	0.260	1.64	0.142	0.426	1.914	1.50
SLV	0.1995	2.441	0.278	1.60	0.148	0.445	2.398	1.41
SLC	0.2559	2.441	0.286	1.59	0.151	0.454	2.624	1.33

LEGENDA: Pericolosità sismica

Stato Limite	[SLC] = stato limite di collasso - [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
a_g	Accelerazione di picco al suolo
F₀	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
T*_c	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
C_c	Coefficienti di amplificazione di T* _c
T_B	Periodo di inizio del tratto accelerazione costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T_C	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico in accelerazione orizzontale.
T_D	Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
S_s	Coefficiente di amplificazione stratigrafica.

3 - SISTEMA RESISTENTE

Sistema resistente			
Tipologia Struttura	Telai Multicampata	Pareti Accoppiate	Distribuzione Tamponature in Pianta
Cemento Armato Esistente a Mista telaio-pareti	Telaio presenti	Pareti	Irregolare

LEGENDA: Sistema resistente

Tipologia Struttura	Cemento armato: Telaio - Pareti - Mista telaio-pareti - Due pareti per direzione non accoppiate - Deformabili torsionalmente - Pendolo inverso; Muratura: Un solo piano - Più di un piano; Acciaio: Telaio - Controventi concentrici diagonale tesa - Controventi concentrici a V - Mensola o pendolo invertito - Telaio con tamponature
----------------------------	--

4 - REGOLARITA' DELLA STRUTTURA

Regolarità della struttura	
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN PIANTA	
La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidità.	NO
Il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4.	NO
Nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25% della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione.	NO
Gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti. Per edifici in muratura: i solai sono ben collegati alle pareti e dotati di una sufficiente rigidità e resistenza nel loro piano.	SI
REGOLARITA' DELLA STRUTTURA IN ALTEZZA	
Tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione.	NO
Massa e rigidità rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidità non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidità si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base.	NO
Nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti. (Non significativo per strutture in muratura)	NO
Eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	NO

5 - LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Livello di conoscenza e fattore di confidenza	
Livello di conoscenza	Fattore di confidenza
LC2	1.20

LEGENDA: Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Livello di conoscenza [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.
Fattore di confidenza Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

6 – MATERIALI

LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Livello di Conoscenza e Fattore di Confidenza	
LC	FC
LC2	1,2

LEGENDA:

LC [LC1] = Conoscenza Limitata - [LC2] = Conoscenza Adeguata - [LC3] = Conoscenza Accurata.
FC Fattore di confidenza applicato alle proprietà dei materiali.

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	n	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Cls C16/20_FeB32K - (C16/20)															
001	25'000	0,000010	30'200	12'583	100	F	20,00	-	0,85	1,50	7,84	1,14	1,95	15	002
Cls C32/40_B450C - (C32/40)															
003	25'000	0,000010	33'643	14'018	100	F	40,00	-	0,85	1,50	15,68	1,81	3,10	15	004

LEGENDA:

N_{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k	Peso specifico.
α_{T, i}	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
C_{Erid}	Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E _{sisma} = E · C _{Erid}].
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R_{ck}	Resistenza caratteristica cubica.
R_{cm}	Resistenza media cubica.
%R_{ck}	Percentuale di riduzione della R _{ck}
γ_c	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f_{cd}	Resistenza di calcolo a compressione.
f_{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione.
f_{cfm}	Resistenza media a trazione per flessione.
n Ac	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio															
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} / f _{yk,2}	f _{tk,1} / f _{tk,2}	f _{yd,1} / f _{yd,2}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	γ _{M7}
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]						
Acciaio LISCIO FeB32K															
002	78'500	0,000010	210'000	80'769	F	315,00	-	228,26	-	1,15	-	-	-	-	-
Acciaio B450C															
004	78'500	0,000010	210'000	80'769	F	540,00	-	374,0	-	1,15	-	-	-	-	-

LEGENDA:

N_{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k	Peso specifico.
α_{T, i}	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
f_{tk,1}	Resistenza caratteristica a Rottura (per profili ≤ 40 mm).
f_{tk,2}	Resistenza caratteristica a Rottura (per profili 40 mm < t ≤ 80 mm).
f_{td}	Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
γ_s	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
γ_{M1}	Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
γ_{M2}	Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.
γ_{M3,SLV}	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).
γ_{M3,SLE}	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).
γ_{M7}	Coefficiente parziale di sicurezza precarico bulloni ad alta resistenza (Bulloni): [-] = parametro NON significativo per il materiale.
f_{yk,1}	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con t ≤ 40 mm).
f_{yk,2}	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
f_{yd,1}	Resistenza di calcolo (per profili con t ≤ 40 mm).
f_{yd,2}	Resistenza di calcolo (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
NOTE	[-] = Parametro non significativo per il materiale.

ALTRI MATERIALI

Caratteristiche altri materiali												
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	f _{rk}	γ _{Rd}	η _l	η _{a,1}	η _{a,2}	η _{a,3}	TAC
	[N/m³]	[1/°C]	[N/mm²]	[N/mm²]	[%]	[N/mm²]						
Muratura Laterizio Semipieno Fori <45% - (Gen)												
007	12'000	0,000010	4'500	1'731	100	-	-	-	-	-	-	-

LEGENDA:

N_{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ_k	Peso specifico.
α_{T, i}	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
C_{Erid}	Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E _{sisma} = E·C _{Erid}].
f_{rk}	Resistenza caratteristica a rottura.
γ_{Rd}	Coefficiente parziale di modello per taglio-torsione.
η_l	Fattore di conversione per effetti di lunga durata.
η_{a,1}	Fattore di conversione ambientale per esposizione "Interno".
η_{a,2}	Fattore di conversione ambientale per esposizione "Esterno".
η_{a,3}	Fattore di conversione ambientale per esposizione "Ambiente Aggressivo".
TAC	Tipologia di Applicazione del Composito: [A] = Tipo A; [B] = Tipo B; [-] = materiale generico.

7 - METODO DI ANALISI

Metodo di analisi		
Analisi	Fattore di struttura q nella direzione del sisma	
	Sisma orizzontale in direzione X	Sisma orizzontale in direzione Y
Dinamica modale con fattore di struttura q	3,00	3,00

LEGENDA: Metodo di analisi

Analisi	Tipo di analisi usata per la verifica sismica e il calcolo degli indicatori di rischio sismico.
Fattore di struttura q	[-] = Non significativo per il tipo di analisi usata.

8 - PERIODI FONDAMENTALI E MASSE PARTECIPANTI

Periodi fondamentali e masse partecipanti				
Direzion e	Periodo	Modo di vibrare	Masse partecipanti	Coefficiente di partecipazione
	[s]		[%]	
X	0.062	1	47.49	834.08
Y	0.072	2	30.80	671.69

LEGENDA: Periodi fondamentali e masse partecipanti

Periodo	Periodo di vibrazione nella direzione considerata.
Modo di vibrare	Modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Masse partecipanti	Percentuale di masse partecipanti relative al modo di vibrare che presenta il massimo coefficiente di partecipazione in valore assoluto nella direzione considerata. [-] = Non significativo per il tipo di analisi scelto.
Coefficiente di partecipazione	Coefficiente di partecipazione massimo, in valore assoluto, nella direzione considerata.

9 - CAPACITA' - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA SOSTENIBILE

Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile				
SL	Tipo di rottura	Materiale/Terreno	PGA _c [Ag/g]	T _{RC} [anni]
SLD	Spostamento Interpiano (SLD)	-	0.408	2331
SLO	Spostamento Interpiano (SLO)	-	0.208	371
SLV	Carico Limite Terreno	TER	0.239	621
SLV	Flessione o Pressoflessione	CA	0.051	27
SLV	Taglio	CA	0.207	426
SLV	Rottura del Nodo	CA	0.221	504

LEGENDA: Capacità - Entità dell'azione sismica sostenibile

Stato Limite Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
Materiale Tipologia di materiale per il tipo di rottura considerato: [CA] = Cemento Armato - [AC] = Acciaio - [MU] = Muratura - [TER] = Terreno - [-] = Parametro non significativo per il tipo di rottura.
Tipo di rottura Tipo di rottura per differenti elementi o meccanismi.
PGA_c Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di accelerazione al suolo.
T_{RC} Capacità, per il tipo di rottura considerato, in termini di periodo di ritorno.

10 - DOMANDA - ENTITA' DELL'AZIONE SISMICA ATTESA

Domanda - Entità dell'azione sismica attesa			
Stato Limite	PGA _D [g]	T _{RD} [anni]	
SLO	0.090	60	
SLD	0.118	101	
SLV	0.281	949	
SLC	0.339	1950	

LEGENDA: Domanda - Entità dell'azione sismica attesa

Stato Limite Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
PGA_D Domanda in termini di accelerazione al sito ($S_s \cdot S_T \cdot a_g$)/g
T_{RD} Domanda in termini di periodo di ritorno

11 - INDICATORI DI RISCHIO SISMICO

Indicatori di rischio sismico			
Stato Limite	α _{PGA}	α _{TR}	
SLO	2.318	2.111	
SLD	3.466	3.622	
SLV	0.181	0.232	

LEGENDA: Indicatori di rischio sismico

Stato Limite Stato limite raggiunto per il tipo di rottura considerato: [SLV] = stato limite di salvaguardia della vita - [SLD] = stato limite di danno - [SLO] = stato limite di operatività.
α_{PGA} Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di accelerazione: PGA_c/PGA_D - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100.
α_{TR} Indicatore di rischio (rapporto tra capacità e domanda) in termini di periodo di ritorno: $(T_{RC}/T_{RD})^{0.41}$ - [NS] = non significativo, per valori superiori o uguali a 100.

Quindi il valore di riferimento come indicatore di rischio sismico è quello allo Stato Limite di Salvaguardia **S.L.V.** **α = 0.181**

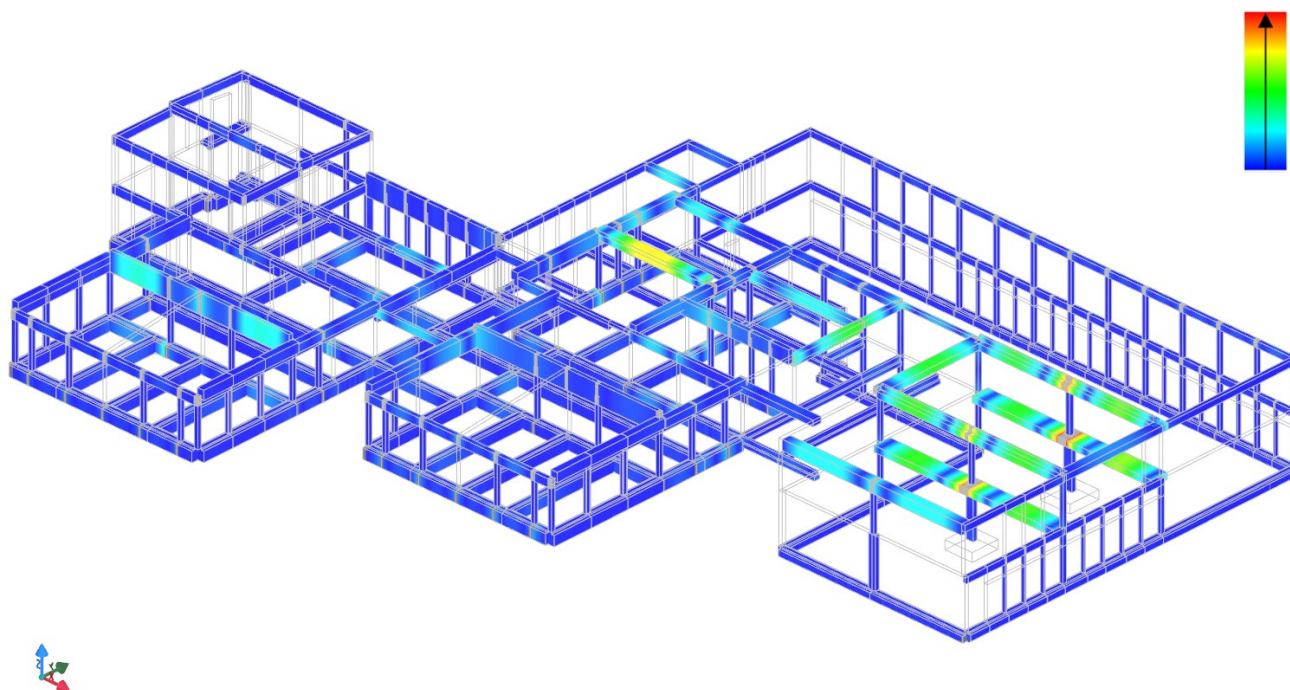


Fig.3 – rappresentazione con colori variabili dello stato tensionale dell'edificio dovuto a carichi statici.

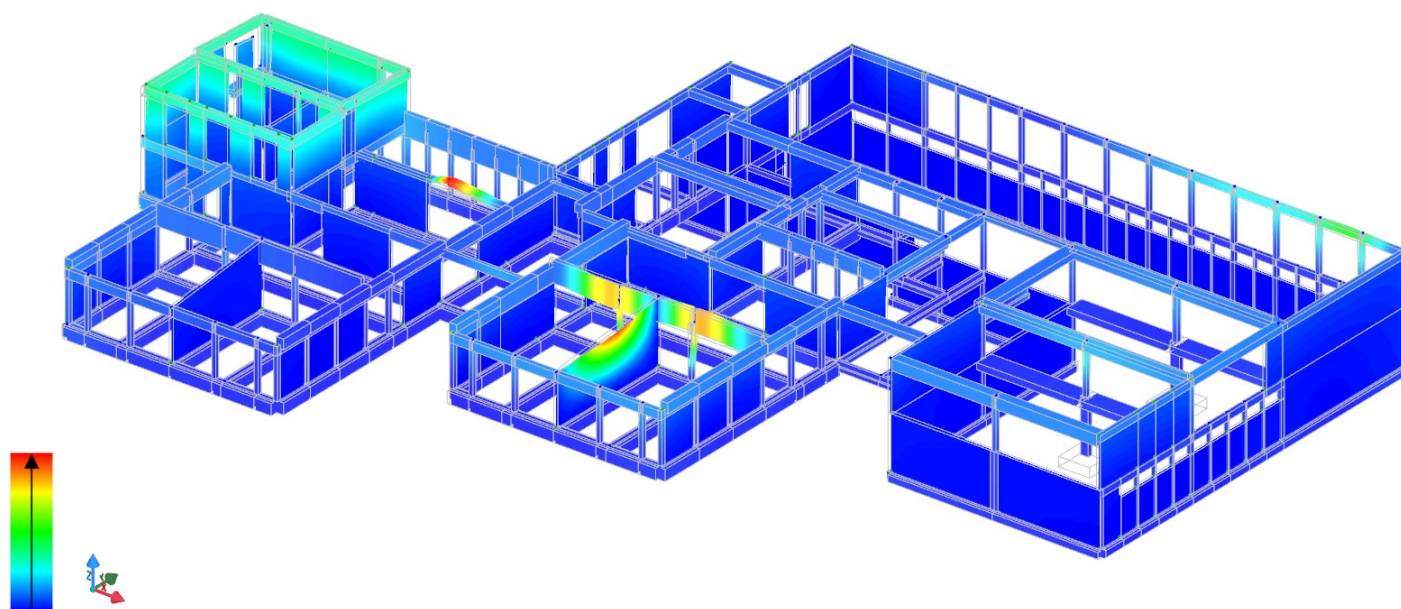


Fig.4 – Rappresentazione con colori variabili degli spostamenti dovuti all'azione sismica.