Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

DETERMINAZIONE VULNERABILIA' SISMICA DELLA SCUOLA MATERNA "S. LUCIA" Via della Libertà – Vasto (CH)

Richiedente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI VASTO

Rif. Lavori: Edificio scolastico Scuola Materna "S. Lucia"
Via della Libertà
66054 Vasto (CH)

Vasto, 15/12/2017

Il tecnico
Ing. Michele Guastadisegni

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

1 - PREMESSA

Con Determinazione del Dirigente del Settore, l'Amministrazione Comunale di Vasto ha incaricato l'Ing. Michele Guastadisegni, con studio in Vasto alla Via delle Magnolie n.9, di effettuare lo studio di vulnerabilità sismica della scuola materna "Santa Lucia", sita in Vasto (CH) alla Via della Libertà.

Il sottoscritto, pertanto, per la redazione della seguente relazione, ha effettuato le seguenti operazioni:

- ricerca e analisi della documentazione tecnica sulle strutture della scuola:
- rilievo strutturale per la definizione della struttura portante mediante anche tracce e saggi;
- definizione del programma delle prove sulle strutture;
- valutazione delle prove e controlli effettuati;
- modellazione teorica della struttura per stimare il livello di sicurezza sia ai carichi verticali che la vulnerabilità sismica.

Per le operazioni precedentemente riportate si fa riferimento alla seguente normativa:

L. 5.11.1971, n. 1086;

L. 2.02.1974, n. 64

DM Min. LL.PP. 2.07.81

DM Min. LL.PP. 20.11.87

DM Min. LL.PP. 3.12.87

DM Min. LL.PP. 11.03.88

DM Min. LL.PP. 9.01.96

DM Min. LL.PP. 16.01.96: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"

DM Min. infrastrutture 14.01.2008: "Nuove norme tecniche per le costruzioni"

Circolare 02/02/2009 n.617/C.S.LL.PP.

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

2 - RACCOLTA DEI DATI AMMINISTRATIVI, TECNICI E GEOLOGICI

Dalle ricerche e rilievi effettuati dal sottoscritto e dalla documentazione tecnico-amministrativa fornita dall'Amministrazione Comunale risulta quanto segue.

L'Edificio, sede della Scuola Materna ed Elementare "L. Peluzzo", è stato costruito nel 1960 circa, e ha struttura portante in travi e pilastri in c.a. realizzati in opera, forma planimetrica non regolare.

ha struttura portante in muratura con telai interni in c.a. con forma planimetrica regolare.

Si sviluppa su tre livelli:

- il piano interrato, cui si accede mediante ingressi laterale nel locale caldaia, e dal vano scala nel locale autoclave;
- il piano terreno, destinato ad aule e cucina, con accesso da Via Della libertà, con un porticato in c.a. sporgente dalla facciata principale;
- il primo piano, con accesso dalla scala interna, destinato ad aule;
- una zona sottotetto non praticabile, accessibile per ispezione, da una botola nel soffitto nel vano scala.

Inoltre è astata acquisita la documentazione relativa alla verifica statica effettuata nel 2003.

Interventi realizzati

Dalla ricerca effettuata presso i competenti uffici comunali, e da quanto è possibile desumere dai rilievi effettuati, non sono stati eseguiti interventi di modifica, anche parziale, della struttura portante, sono invece stati effettuati lavori di consolidamento in più fasi.

- consolidamento edificio – circa 1980

Tale intervento è costituito dalla demolizione di tutti i solai di copertura e solai di primo piano ad eccezione del solaio dell'aula con esposizione S-W, sostituendo la vecchia struttura dei solai di tipo "sap" con solai in laterocemento e travetti prefabbricati precompressi;

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

dal consolidamento delle fondazioni sul lato Est dall'esterno del fabbricato mediante realizzazione di pali di grosso diametro con trave in testa, posta sotto la fondazione del muro perimetrale esistente.

Di tale intervento non si è trovata documentazione negli Uffici Comunali, ma è stato ricostruito mediante saggi e rilievi sulle strutture effettuate nel corso del presente accertamento e su indicazione di alcuni tecnici comunali.

- consolidamento edificio – circa 1990

Tale intervento è costituito dalla realizzazione di micropali con cordolo in c.a. nel lato S-W e per un piccolo tratto, in corrispondenza del vano scala, sul lato Nord.

- consolidamento edificio – 2002

Tale intervento è costituito dalla realizzazione di micropali con cordolo in c.a. nel lato S-W. e lato Nord, a consolidamento e completamento di quello già eseguito nel 1990.

Si allega stralcio di tale progetto redatto dall'Ufficio Lavori Pubblici del Comune di Vasto.

- consolidamento edificio – 2004

Tale intervento è costituito dal consolidamento dei pilastri interni in c.a. con realizzazione di micropali e sottofondazioni, incamiciatura e ringrosso pilastri e consolidamento trave interna portasolaio.

Indagini e monitoraggio eseguiti nel fabbricato

Non sono stati eseguiti, dalla data di realizzazione del manufatto, monitoraggi sulle strutture.

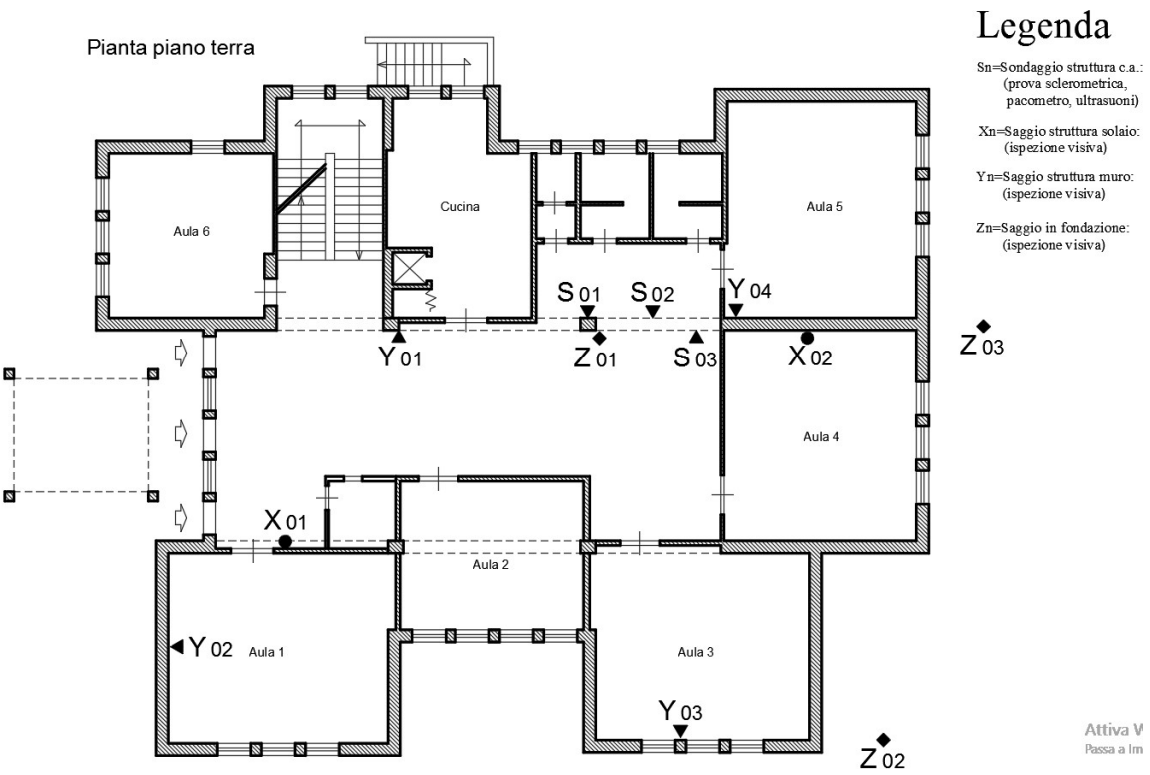
In occasione della certificazione statica del 2003, sono stati effettuati controlli e prove, che di seguito vengono riportati.

È stata effettuata la seguente campagna di prove:

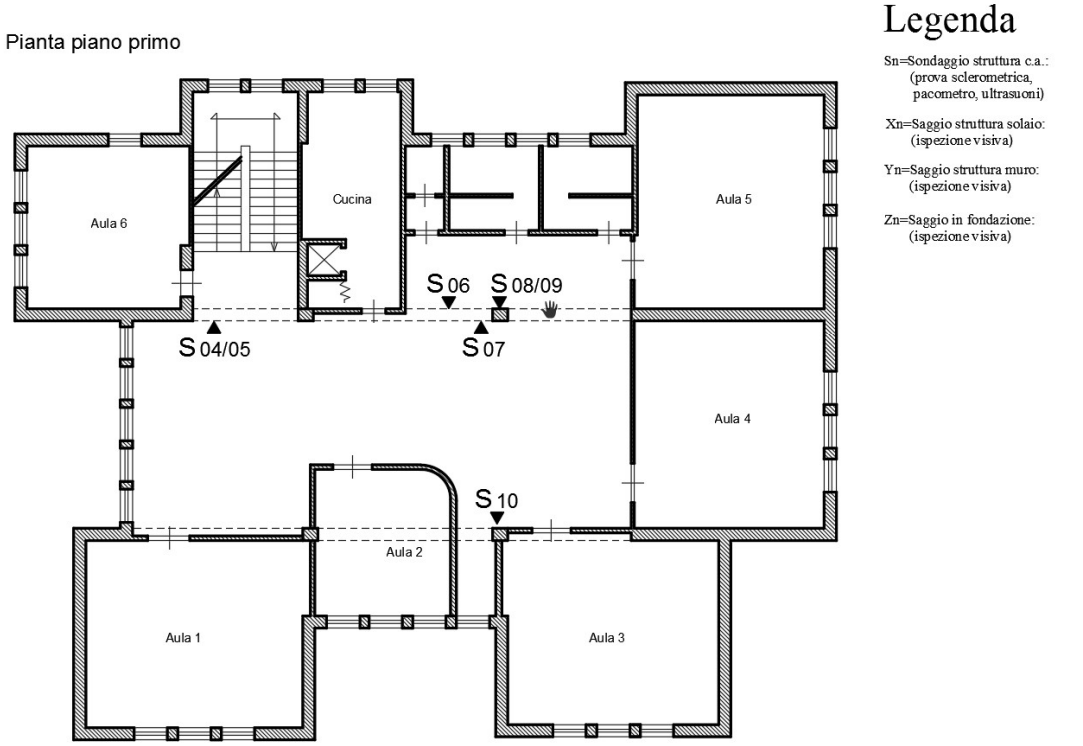
- saggi sulle strutture:
- controlli non distruttivi, costituiti dalla determinazione dell'indice sclerometrico e dalla velocità degli ultrasuoni su n.10 punti della struttura;
- n.1 prova di carico statico su solaio;
- n.7 misure dinamiche su solai.

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

SONDAGGI e PROVE NON DISTRUTTIVE

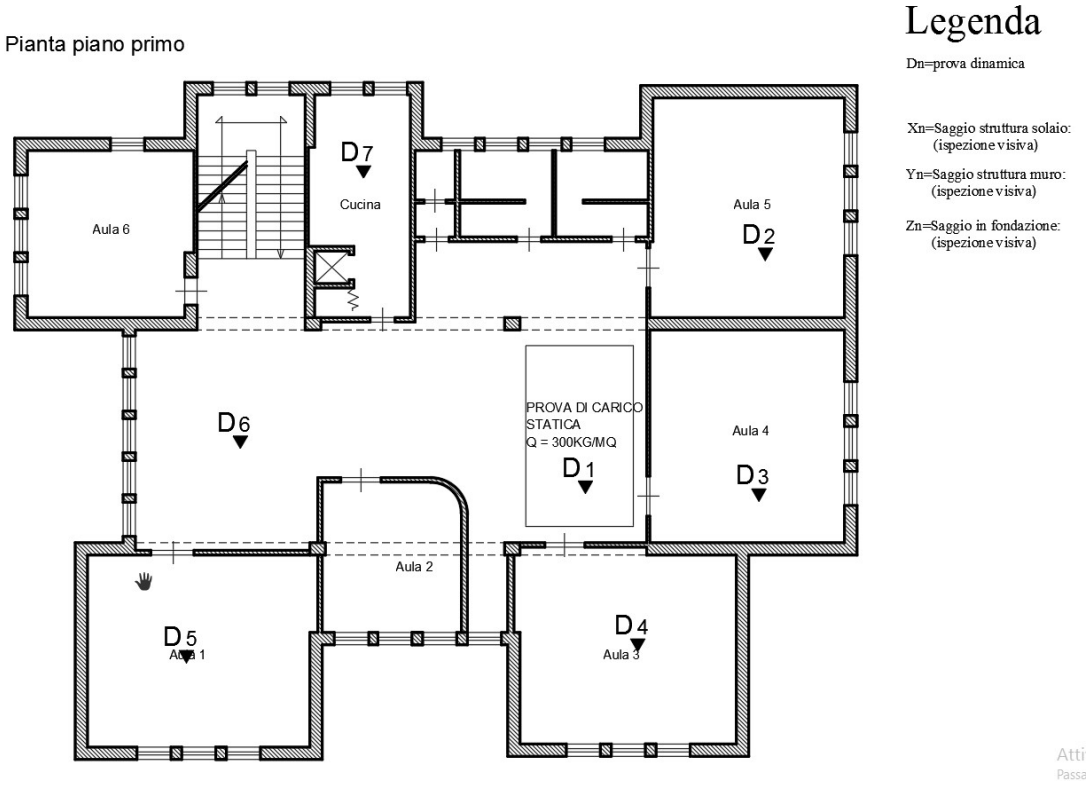


SONDAGGI e PROVE NON DISTRUTTIVE



Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

PROVE DI CARICO STATICHE E DINAMICHE



3 – VALUTAZIONE DELLE PROVE

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

Di seguito si riportano i valori stimati di resistenza ottenuto combinando, con il metodo "Sonreb", i valori dell'indice sclerometrico con la velocità degli ultrasuoni"

La combinazione dei metodi non distruttivi mediante sclerometro ed ultrasuoni consente di ottenere risultati più attendibili sulla resistenza del calcestruzzo.

I vantaggi del metodo possono essere così riassunti:

- Annullamento dell'influenza dell'umidità e del grado di maturazione del calcestruzzo sui risultati dell'analisi, in quando essi hanno, a parità di effettiva resistenza a rottura, effetto opposto sulle misure della velocità di propagazione degli ultrasuoni e sull'indice di rimbalzo;

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

- Riduzione, rispetto al metodo ultrasonico, dell'influenza della granulometria dell'inerte, del dosaggio e del tipo di cemento e dell'eventuale additivo utilizzato per il getto del calcestruzzo;
- Diminuzione, rispetto al metodo sclerometrico, dell'importanza delle variazioni di qualità tra strati superficiali e strati profondi del calcestruzzo.

Il metodo viene applicato determinando per ogni area di saggio due coppie di valori:

1. velocità media di propagazione degli impulsi ultrasonici (V_L – mediata su tre misure rilevate secondo le norme UNI 9524/89);
2. indice di rimbalzo medio dello sclerometro (I) Schmit tipo N (mediato su 10 misure rilevate secondo le norme UNI 9189/88).

I parametri misurati attraverso queste indagini vengono messi in correlazione con la resistenza a compressione del calcestruzzo secondo la seguente legge di variazione sperimentale:

$$R_C = 1{,}20 \cdot 10^{-9} \times I^{1{,}058} \times V_L^{2{,}466} \qquad (4)$$

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

PLANIMETRICO	STRUTTURALE	INDICE	RCK (N/mm2)	TIPO PROVA	VELOCITA' (m/s)	METODO SONREB (N/mm2)
S01	PILASTRO	36,3	31,7	DIRETTA	3234	24,24
S02	TRAVE	36,6	32,1	DIRETTA	3478	29,26
S03	TRAVE	36,9	32,6	DIRETTA	3278	25,50
S04	TRAVE	31,8	25,1	DIRETTA	2907	16,20
S05	TRAVE	31,1	24,2	DIRETTA	2680	12,95
S06	TRAVE	30,2	23,0	DIRETTA	3333	21,50
S07	TRAVE	31,3	24,4	DIRETTA	2666	12,87
S08	PILASTRO	35,2	30,0	DIRETTA	2992	19,37
S09	PILASTRO	42	40,9	DIRETTA	3450	33,18
S10	PILASTRO	34,9	29,6	DIRETTA	3305	24,53

RIFERIMENTO PLANIMETRICO	COEFFICIENTE DI POISSON	DENSITA' (Kg/m3)	MODULO ELASTICO (N/mm2)	MODULO DINAMICO (N/mm2)	MODULO STATICO (N/mm2)
S01	0,27	2200	28065	18770	17675
S02	0,27	2200	30832	21710	20442
S03	0,27	2200	28785	19285	18159
S04	0,27	2200	22944	15166	14281
S05	0,27	2200	20513	12890	12138
S06	0,27	2200	26427	19937	18773
S07	0,27	2200	20450	12756	12011
S08	0,27	2200	25087	16066	15128
S09	0,27	2200	32832	21361	20114
S10	0,27	2200	28233	19604	18459

La resistenza stimata del cls in opera è di classe Rck 20N/mmq
Il cls è, allo stato attuale, in buone condizioni e non presenta segni di fatica.

VALUTAZIONE PROVA DI CARICO STATICA

In data 19/06/2003 la TE.MA.CO. ha eseguito n.1 prova di carico statica sul solaio del primo piano, così come indicato nello schema allegato.

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

Lo scopo della prova di carico è la verifica del comportamento e delle proprietà elastiche della struttura sottoposta al carico di collaudo.

Il carico di prova è stato realizzato mediante un serbatoio di dimensioni 6.50 X 4.50m, riempito d'acqua in fasi successive.

Gli spostamenti verticali della struttura provata sono stati rilevati tramite comparatori centesimali posti a contatto con la struttura del solaio.

Dall'esame dei risultati della prova statica si evince quanto segue:

- La freccia massima rilevata risulta pari a 2,5 mm
- Il diagramma carico-spostamenti risulta lineare
- La freccia residua istantanea è minore del 10% della freccia massima rilevata

Inoltre, nel corso della prova, per quanto visibile, non si sono prodotte lesioni, deformazioni, dissesti ed altre anomalie compromettenti la sicurezza o la conservazione dell'opera.

Dal rilievo effettuato si evince che la struttura resistente del solaio è costituita travetti precompressi in c.a. prefabbricato, pignatte in laterizio e getto di completamento, i travetti sono posti ad interasse di 50cm, lo spessore del solaio del primo piano è di 20+5cm, con sovrastante pavimento e sottofondo di spessore 5cm.

Analisi dei carichi:

peso proprio solaio	300 kg/mq
Pavimento e massetto	120 "
Tramezzi	100 "
Intonaco	30 "
Totale permanente	550 kg/mq
Accidentale	300 kg/mq
Carico totale	850 kg/mq

CALCOLO CARATTERISTICHE SEZIONE A T

larghezza totale = 50

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

altezza totale =	25
spessore anima =	12
altezza soletta =	20
altezza anima =	5
area =	1060
dist. Asse netr. Soletta	10,70755
momento di inerzia	42302,67
modulo di resistenza	2959,791

CALCOLO FRECCIA TEORICA RIFERITA ALLA PROVA DI CARICO

$f = 3q*l^4/(384*E*J) = 3 * 4 * 690^4/(384*280000*42302) = 0,59$ cm

Tale freccia risulta maggiore di quella rilevata nella prova, pari a 0,25 cm.

VALUTAZIONE PROVE DINAMICHE SUI SOLAI

La struttura è stata posta in vibrazione mediante l'applicazione di un carico concentrato in mezzeria del solaio.

Le accelerazioni sono state rilevate a mezzo di accelerometri piezometrici ed i dati sono stati acquisiti, ad una velocità di campionamento di 800 Hz, a mezzo di centralina elettronica collegata ad un P.C.. Successivamente i dati sono stati elaborati con software dedicato.

RISULTATI DELLE PROVE

Dall'esame e dalla successiva elaborazione dei risultati delle prove si evince quanto segue:

- La frequenza del primo modo di vibrare dei solai risulta omogenea e pari a circa 12 Hz.

CALCOLO FREQUENZA TEORICA

Si effettua il calcolo con la seguente formula analitica, con le ipotesi di vincolo di incastro e cerniera flessionale, che esprime la prima frequenza propria di vibrazione della struttura come primo autovalore della matrice di rigidezza della struttura.

$\omega = (R/l)^2*sqr(E*J/(\rho*A))$

R = costante dimensionale che dipende dal vincolo

Cerniera R = 3,14

Incastro R = 4,73

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

Luce di calcolo l = 690 cm

Modulo elastico del calcestruzzo E = 280000 kg/cmq

Momento di inerzia della sezione omogeneizzata J = 42302 cm^4

Massa Lineica carico permanente:

ρ*A = 4,5/981 = 0,00459 kg*sec^2/cm

Vincolo di incastro

ω = $(4,73/690)^2$*sqr(280000*42302/0,00459) = 75,5 sec^{-1}

T = 2*π/ω = 0,0832 sec

ν = 1/T = 12,01 sec^{-1}

Vincolo di cerniera flessionale

ω = $(3,14/690)^2$*sqr(280000*42302/0,00459) = 33,30 sec^{-1}

T = 2*π/ω = 0,189 sec

ν = 1/T = 5,30 sec^{-1}

CONSIDERAZIONE SUI RISULTATI

Dall'esame dei calcoli e da quanto rilevato con le prove dinamiche si evince che:

- il solaio risulta avere rigidezza compatibile con quella teorica calcolata
- il funzionamento del vincolo agli appoggi del solaio, realizzato con cordoli in conglomerato cementizio, risulta di incastro quasi al 100%.

4 – VALUTAZIONE SICUREZZA AI CARICHI VERTICALI

Dall'esame dei risultati delle prove su indicate, dei risultati di laboratorio si evince quanto segue:

- la struttura allo stato attuale si presenta in buono stato di conservazione;
- i solai oggetto di prove non presentano segni di degrado, o di fatica, pertanto essi possono essere utilizzati per la normale attività didattica.

Considerando inoltre che:

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

- Non sono stati rilevati elementi che inducono a ipotizzare insufficiente resistenza del piano di fondazione;
- non sono state rilevate lesioni, incrinature o difetti di altro genere che compromettono la staticità della struttura;
- Che le prove eseguite sui materiali impiegati nelle strutture hanno dato esito soddisfacente;
- Che le prove di carico statiche e dinamiche hanno dato risultati positivi;
- Che è stata effettuata la revisione dei calcoli statici;

Il sottoscritto tecnico valuta che la struttura della Scuola Materna "Santa Lucia", sita in Vasto alla Via della Libertà, è staticamente idonea ai carichi verticali, fermo restando la necessità, per quanto su detto, di ispezionare la struttura non oltre cinque anni dalla data odierna.

5 – VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA RISPETTO ALLE AZIONI SISMICHE

Per quanto riguarda la valutazione degli effetti delle azioni sismiche, occorre evidenziare le seguenti considerazioni.

La struttura è stata realizzata nel 1960, è sostanzialmente costituita da n.1 corpo con struttura con muratura portante perimetrale e telai interni in c.a. considerati non sismoresistenti.

Premesso quanto suddetto, è stato effettuato il calcolo del coefficiente di sicurezza sismico α_u per lo stato limite SLV.

Il calcolo è stato redatto sulla base dei seguenti dati:

RIEPILOGO PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	**50**
Classe d'Uso	**3**
Categoria del Suolo	**C**
Categoria Topografica	**1**
Latitudine del sito oggetto di edificazione	**42.12071**
Longitudine del sito oggetto di edificazione	**14.71344**

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive delle verifiche e dei calcoli effettuati:

ARCHIVIO SEZIONI SHELLS

Sezione N.ro	Spessore cm	Tipo Mater.	Tipo Elemento (descrizione)
601	25	2	LASTRA-PIASTRA

ARCHIVIO TIPOLOGIE DI CARICO

Car. N.ro	Peso Strut kg/mq	Perman. NONstru kg/mq	Varia bile kg/mq	Neve kg/mq	Destinaz. d'Uso	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Anal Car. N.ro	DESCRIZIONE SINTETICA DEL TIPO DI CARICO
1	300	250	400	0	Categ. C	0,7	0,7	0,6		solaio aule
2	300	350	400	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3	33	scale
3	280	50	50	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3	33	sottotetto non praticabile
4	280	200	130	0	Categ. A	0,7	0,5	0,3		copertura

CRITERI DI PROGETTO

CRITERI PER IL CALCOLO AGLI STATI LIMITE ULTIMI E DI ESERCIZIO

Cri Nro	Tipo Elem	fck	fcd	rcd	fyk	ftk	fyd	Ey	ec0	ecu	eyu	At/ Ac	Mt/ Mtu	Wra mm	Wfr mm	Wpe mm	σcRar	σcPer	σfRar	Spo Rar	Spo Fre	Spo Per	Coe Vis	euk
		---------- kg/cmq ---- ---------															--- kg/cmq ---							
1	ELEV.	250,0	141,0	141,0	4400	4400	3826	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10		0,2	0,1	150,0	112,0	3079				2,0	0,04
2	FOND.	200,0	113,0	113,0	3800	3800	3304	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10				120,0	90,0	2660				2,0	0,04
3	PILAS	250,0	141,0	141,0	4400	4400	3826	2100000	0,20	0,35	1,00	50	10				150,0	112,0	3079				2,0	0,04

DATI MASCHI MURARI 1/3

IDEN	MATERIALE DI BASE					DATI DI RETE FRP							DATI NASTRI METALLICI PRETESI						
Mat. N.ro	fm kg/cmq	tau0 kg/cmq	Mod.E kg/cmq	Mod.G kg/cmq	Peso kg/mc	Rete	DESCRIZIONE	TipoFibra	Gram g/mq	Magl mm	Traz kg	Eul %	NMP.	Sner kg/cmq	Rott kg/cmq	Sp. mm	Larg mm	IntX m	Int.Y m
2	30,00	1,00	31500	9450	1100	NO							NO						
3	25,00	0,80	25000	10000	1900	NO							NO						
4	30,00	1,80	30000	12000	1700	NO							NO						
5	30,00	1,80	30000	12000	1700	NO							NO						
6	5,00	0,20	5000	2000	1900	NO							NO						
7	20,00	0,70	20000	8000	1900	NO							NO						
8	15,00	0,40	15000	6000	1900	NO							NO						
9	5,00	0,26	5000	2000	1900	NO							NO						
10	20,00	0,91	20000	8000	1900	NO							NO						
11	15,00	0,52	15000	6000	1900	NO							NO						
12	25,00	1,00	25000	10000	1800	NO							NO						
13	50,00	2,00	50000	20000	1900	NO							NO						
14	50,00	2,40	50000	20000	1800	NO							NO						
15	50,00	1,80	50000	20000	1900	NO							NO						
16	30,00	1,10	30000	12000	1900	NO							NO						
17	30,00	1,10	30000	12000	1900	NO							NO						
18	40,00	3,00	45000	13500	1200	NO							NO						

DATI MASCHI MURARI 2/3

IDEN	COEFFICIENTI CORRETTIVI DEL MATERIALE DI BASE DI MURATURE ESISTENTI							TIRANTE	RINFORZO CON RETE IN ACCIAIO							PRECOMPRES	
Mat. N.ro	Malta Buona	Giunti Sottili	Ricorsi Listat.	Conness. Trasvers	Nucleo Scadente	Iniezioni Leganti	Intonaco Armato	Rd (t)	Rete	Classe CLS	Classe Acc.	Fi mm	Pas cm	Spsx (cm)	Spdx (cm)	Sforz (t)	Pass (cm)
2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
7	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
14	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
17	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								
18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		NO								

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

DATI MASCHI MURARI 3/3

IDEN	PARAMETRI MECCANICI MATERIALE RISULTANTE								DEFORM.ULT.		
Mat. N.ro	Gamma kg/mc	Fk	Fkv	Fk/F	Fkv/F	Mod.E	Mod.G	Rig.Fes %	Tagl.	Fless	Descrizione Estesa
		kg/cmq (F=Fatt.Conf.)				kg/cmq			(u/h)		
2	1100	20,0	0,8	14,8	0,6	8000	2000	0	0,004	0,006	Lat.Semip.+giunti
3	1900	25,0	0,8	18,5	0,6	25000	10000	0	0,004	0,006	Blocchi modulari 29x19x19
4	1700	30,0	1,8	22,2	1,3	30000	12000	-1	0,004	0,006	Blocchi in argilla espansa
5	1700	30,0	1,8	22,2	1,3	30000	12000	0	0,004	0,006	Blocchi in cls alleggerito
6	1900	5,0	0,2	3,7	0,1	5000	2000	16427	0,004	0,006	Pietrame in cattive condiz.
7	1900	20,0	0,7	14,8	0,5	20000	8000	0	0,004	0,006	Pietrame ben organizzato
8	1900	15,0	0,4	11,1	0,3	15000	6000	16441	0,004	0,006	Muratura a sacco
9	1900	5,0	0,3	3,7	0,2	5000	2000	16434	0,004	0,006	Listata in cattive condiz.
10	1900	20,0	0,9	14,8	0,7	20000	8000	-1	0,004	0,006	Listata ben organizzata
11	1900	15,0	0,5	11,1	0,4	15000	6000	27777	0,004	0,006	Listata a sacco buone cond.
12	1800	25,0	1,0	18,5	0,7	25000	10000	16433	0,004	0,006	Blocchi di tufo
13	1900	50,0	2,0	37,0	1,5	50000	20000	0	0,004	0,008	Mattoni pieni nuovi
14	1800	50,0	2,4	37,0	1,8	50000	20000	20480	0,004	0,008	Mattoni forati nuovi
15	1900	50,0	1,8	37,0	1,3	50000	20000	0	0,004	0,006	Consolidata con cls e rete
16	1900	30,0	1,1	22,2	0,8	30000	12000	0	0,004	0,006	Pietrame iniettato
17	1900	30,0	1,1	22,2	0,8	30000	12000	0	0,004	0,006	A sacco consolidata con rete
18	1900	30,0	1,0	22,2	0,7	30000	12000	0	0,000	0,000	MURATURA UTENTE

DATI GENERALI DI STRUTTURA

D A T I G E N E R A L I D I S T R U T T U R A			
Massima dimens. dir. X (m)	15,00	Altezza edificio (m)	10,00
Massima dimens. dir. Y (m)	15,00	Differenza temperatura(°C)	15
P A R A M E T R I S I S M I C I			
Vita Nominale (Anni)	50	Classe d' Uso	TERZA
Longitudine Est (Grd)	14,71344	Latitudine Nord (Grd)	42,12071
Categoria Suolo	C	Coeff. Condiz. Topogr.	1,00000
Sistema Costruttivo Dir.1	Muratura	Sistema Costruttivo Dir.2	Muratura
Regolarita' in Altezza	SI (KR=1)	Regolarita' in Pianta	SI
Direzione Sisma (Grd)	0	Sisma Verticale	ASSENTE
Effetti P/Delta	NO	Quota di Zero Sismico (m)	0,00000
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.D.			
Probabilita' Pvr	0,63	Periodo di Ritorno Anni	75,00
Accelerazione Ag/g	0,05	Periodo T'c (sec.)	0,35
Fo	2,60	Fv	0,78
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,17
Periodo TC (sec.)	0,52	Periodo TD (sec.)	1,80
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.V.			
Probabilita' Pvr	0,10	Periodo di Ritorno Anni	712,00
Accelerazione Ag/g	0,10	Periodo T'c (sec.)	0,51
Fo	2,71	Fv	1,15
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,22
Periodo TC (sec.)	0,67	Periodo TD (sec.)	2,00
PARAMETRI SPETTRO ELASTICO - SISMA S.L.C.			
Probabilita' Pvr	0,05	Periodo di Ritorno Anni	1462,00
Accelerazione Ag/g	0,12	Periodo T'c (sec.)	0,54
Fo	2,72	Fv	1,29
Fattore Stratigrafia'Ss'	1,50	Periodo TB (sec.)	0,23
Periodo TC (sec.)	0,69	Periodo TD (sec.)	2,10
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO MURATURA - D I R. 1			
Sistema Strutturale	Ordinaria	AlfaU/Alfa1	1,50
Fattore di struttura 'q'	3,00		
Pressione vento kg/mq	80,00		
PARAMETRI SISTEMA COSTRUTTIVO MURATURA - D I R. 2			
Sistema Strutturale	Ordinaria	AlfaU/Alfa1	1,50
Fattore di struttura 'q'	3,00		
Pressione vento kg/mq	80,00		
COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI DEI MATERIALI			

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

Acciaio per CLS armato	1,15	Calcestruzzo CLS armato	1,50
Muratura azioni sismiche	3,00	Muratura azioni statiche	2,00
Legno per comb. eccez.	1,00	Legno per comb. fondament.:	1,50
Livello conoscenza	LC1		
FRP Collasso Tipo 'A'	1,10	FRP Delaminazione Tipo 'A'	1,20
FRP Collasso Tipo 'B'	1,25	FRP Delaminazione Tipo 'B'	1,50
FRP Resist. Press/Fless	1,00	FRP Resist. Taglio/Torsione	1,20
FRP Resist. Confinamento	1,10		

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive delle verifiche e calcoli effettuati:

Tipo Analisi svolta

- Tipo di analisi e motivazione

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Per quanto riguarda le azioni simiche, tenendo conto che per tali azioni si vogliono determinare le prestazioni in termini di capacità in spostamento e di danno per i vari stati limite previsti dalla norma si è reso necessario effettuare un insieme di analisi statiche non lineari incrementali modellando esplicitamente le caratteristiche non lineari degli elementi strutturali.

- Metodo di risoluzione della struttura

La struttura è stata modellata con il metodo degli elementi finiti utilizzando vari elementi di libreria specializzati per schematizzare i vari elementi strutturali. In particolare le travi ed i pilastri sono stati schematizzati con elementi asta a due nodi deformabili assialmente, a flessione e taglio, utilizzando funzioni di forma cubiche di Hermite. Tale modello finito ha la caratteristica di fornire la soluzione esatta in campo elastico lineare, per cui non necessita di ulteriore suddivisioni interne degli elementi strutturali.

Nel modello sono stati tenuti in conto i disassamenti tra i vari elementi strutturali schematizzandoli come vincoli cinematici rigidi. La presenza di eventuali orizzontamenti e' stata tenuta in conto o con vincoli cinematici rigidi o con modellazione della soletta con elementi SHELL. I vincoli tra i vari elementi strutturali e quelli con il terreno sono stati modellati in maniera congruente al reale comportamento strutturale.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono del tipo elastico lineare.

- Metodo di verifica sezionale

Le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU e SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008.

Per le verifiche sezionali degli elementi in c.a. ed acciaio sono stati utilizzati i seguenti legami:
Legame parabola rettangolo per il cls
Legame elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilita' limitata per l' acciaio

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

- Combinazioni di carico adottate

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite, sono state considerate le combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC 2008, per i seguenti casi di carico:

SLO	NO
SLD	SI
SLV	SI
SLC	NO
Combinazione Rara	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente	SI

Motivazione delle combinazioni e dei percorsi di carico

Il sottoscritto progettista ha verificato che le combinazioni prese in considerazione per il calcolo sono sufficienti a garantire il soddisfacimento delle prestazioni sia per gli stati limite ultimi che per gli stati limite di esercizio.

Le combinazioni considerate ai fini del progetto tengono infatti in conto le azioni derivanti dai pesi propri, dai carichi permanenti, dalle azioni variabili, dalle azioni termiche e dalle azioni sismiche combinate utilizzando i coefficienti parziali previsti dal DM2008 per le prestazioni di SLU ed SLE.

In particolare per le azioni sismiche si sono considerati i percorsi di carico di tipo affine come descritti precedentemente. Tale insieme di percorsi di carico risultano scelti in modo da avere informazioni adeguate sulla risposta non lineare della struttura in tutte le direzioni ed in tutte le condizioni, ovvero sia nello stato integro che nello stato finale vicino al collasso.

Origine e Caratteristiche dei codici di calcolo

Produttore	S.T.S. srl
Titolo	CDSWin
Versione	Rel. 2017
Nro Licenza	34851

Ragione sociale completa del produttore del software:
S.T.S. s.r.l. Software Tecnico Scientifico S.r.l.
Via Tre Torri n°11 – Complesso Tre Torri
95030 Sant'Agata li Battiati (CT).

- ***Affidabilita' dei codici utilizzati***

L'affidabilità del codice utilizzato e la sua idoneita' al caso in esame, è stata attentamente verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

La S.T.S. s.r.l., a riprova dell'affidabilità dei risultati ottenuti, fornisce direttamente on-line i test sui casi prova liberamente consultabili all' indirizzo:
http://www.stsweb.it/STSWeb/ITA/homepage.htm

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

Validazione dei codici

L' opera in esame non e' di importanza tale da necessitare un calcolo indipendente eseguito con altro software da altro calcolista

Presentazione sintetica dei risultati

Una sintesi del comportamento della struttura e' consegnata nelle tabelle di sintesi dei risultati, riportate in appresso, e nelle rappresentazioni grafiche allegate in coda alla presente relazione in cui sono rappresentate le principali grandezze (deformate, sollecitazioni, etc..) per le parti piu' sollecitate della struttura in esame.

Tabellina Riassuntiva delle % Massa Eccitata

Il numero dei modi di vibrare considerato (9) ha permesso di mobilitare le seguenti percentuali delle masse della struttura, per le varie direzioni:

DIREZIONE	% MASSA
X	100
Y	100
Z	0

Tabellina Riassuntiva degli Spostamenti SLO/SLD

Stato limite	Status Verifica
SLO	NON CALCOLATO
SLD	NON VERIFICATO

Tabellina riassuntiva delle PushOver

Numero PushOver	PgaSLO/Pga81%	PgaSLD/Pga63%	PgaSLV/Pga10%	PgaSLC/Pga5%
1	0	.736	.611	0
2	0	.736	.587	0
3	0	.736	.701	0
4	0	.736	.749	0
5	0	.736	.589	0
6	0	.736	.579	0
7	0	.736	.681	0
8	0	.736	.732	0
9	0	.736	.59	0
10	0	.736	.644	0
11	0	.736	.757	0
12	0	.736	.675	0
13	0	.736	.585	0
14	0	.736	.597	0
15	0	.736	.73	0
16	0	.736	.675	0
Min. PgaSL/Pga%	0	.736	.579	0

Informazioni sull' elaborazione

Il software e' dotato di propri filtri e controlli di autodiagnostica che intervengono sia durante la fase di definizione del modello sia durante la fase di calcolo vero e proprio.
In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

- Filtri per la congruenza geometrica del modello generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.

Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su labilita' o eventuali mal condizionamenti delle matrici, con verifica dell'indice di condizionamento.
Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.
Rappresentazioni grafiche di post-processo che consentono di evidenziare eventauli anomalie sfuggite all' autodiagnistica automatica.
In aggiunta ai controlli presenti nel software si sono svolti appositi calcoli su schemi semplificati, che si riportano nel seguito, che hanno consentito di riscontrare la correttezza della modellazione effettuata per la struttura in esame.

Giudizio motivato di accettabilita'

Il software utilizzato ha permesso di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.
Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello hanno consentito di controllare sia la coerenza geometrica che la adeguatezza delle azioni applicate rispetto alla realtà fisica.
Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali: sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti e reazioni vincolari, hanno permesso un immediato controllo di tali valori con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati della struttura stessa.
Si è inoltre riscontrato che le reazioni vincolari sono in equilibrio con i carichi applicati, e che i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche sono confrontabili con gli omologhi valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.
Sono state inoltre individuate un numero di travi ritenute significative e, per tali elementi, e' stata effettuata una apposita verifica a flessione e taglio.
Le sollecitazioni fornite dal solutore per tali travi, per le combinazioni di carico indicate nel tabulato di verifica del CDSWin, sono state validate effettuando gli equilibri alla rotazione e traslazione delle dette travi, secondo quanto meglio descritto nel calcolo semplificato, allegato alla presente relazione.
Si sono infine eseguite le verifiche di tali travi con metodologie semplificate e, confrontandole con le analoghe verifiche prodotte in automatico dal programma, si e' potuto riscontrare la congruenza di tali risultati con i valori riportati dal software.
Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato tutte esito positivo.
Da quanto sopra esposto si puo' quindi affermare che il calcolo e' andato a buon fine e che il modello di calcolo utilizzato e' risultato essere rappresentativo della realtà fisica, anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

7 – CONCLUSIONI

Dall'esame dei risultati di calcolo risulta un coefficiente di sicurezza sismico α_u = PgaSLV/Pga10% = 0,579.

Ing. Michele Guastadisegni
Via delle Magnolie n.9
66054 Vasto (CH)
tel.347,5589901 – 0873,378832
michele.guastadisegni61@gmail.com

Un eventuale adeguamento sismico della struttura, considerando le osservazioni del precedente capitolo sulla tipologia ed età della stessa, dovrebbe essere realizzato mediante telai esterni in acciaio, e ancorando tamponature e tramezzature per il rischio di ribaltamenti ed espulsioni delle stesse.

Tanto si riferisce in adempimento all'incarico ricevuto.

Vasto, 15/12/2017

Ing. Michele Guastadisegni

Allegati:

1 – scheda di sintesi della vulnerabilità sismica
2 – schemi grafici riassuntivi dei calcoli
3 – relazione di calcolo
4 – planimetrie strutturali