

ELABORATO  
VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

RAPPORTO  
F.S.

NUMERO  
ST07



COMMITTENTE  
COMUNE DI TOANO  
Corso Trieste 65, 42010 Toano (RE)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Geometra BONDI ERICA  
Corso Trieste 65 42010 Toano (RE)

PROGETTO  
RISTRUTTURAZIONE E RIUSO  
EX AMBULATORI COMUNALI  
(PROGETTO ESECUTIVO)

LUOGO  
CORSO TRIESTE, TOANO (F.54, P.793)

PRATICA  
195-24

FASE  
ESECUTIVA

DATA  
6/05/2024

GRUPPO DI LAVORO  
**TOANO 24**

PROGETTO ARCHITETTONICO  
E COORDINAMENTO  
GRUPPO SPECIALISTI

Architetto  
LUIGI MONTI  
Via M.K.Gandhi 22  
42123 Reggio Emilia  
0522 286842

IMPIANTI ELETTRICI

Perito industriale  
BAZZOLI CRISTIAN  
Via C.Monzani 1  
42035 Castelnovo ne'  
Monti (RE) 0522 572763

COORDINAMENTO SICUREZZA

Geometra  
BELLI SIMONE  
Via L'Oca 21/1  
42010 Cavola di Toano  
(RE) 339 1375517

IMPIANTI TERMIDRAULICI

Perito industriale  
CECCARDI CORRADO  
Via C.Monzani 1  
Via Brigata Reggio 24  
42124 Reggio Emilia

STRUTTURE

INGEGNERE  
**DEL RIO  
SIMONE**  
Albo Professionale  
di Reggio Emilia n°1885  
Via Fontanesi 18/b  
42035 Castelnovo ne' Monti (RE)

## **8.0 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA**

La presente relazione tecnica esplicativa riguarda la valutazione della sicurezza di un fabbricato ubicato in Corso Trieste nel Comune di Toano (Foglio 54 - mapp. 793) per conto del Comune di Toano.

### **8.1 Analisi storico critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale**

Il fabbricato è stato oggetto di una serie d'indagini e sopralluoghi, da un rilievo geometrico strutturale e da un'indagine storico-critica, in cui si evidenzia come l'edificio sia corrispondente alla configurazione di 1° impianto.

Il fabbricato esistente, databile intorno agli anni 70, vedeva la realizzazione di un complesso con dimensioni in pianta inscritto in un rettangolo con lati pari a 11.07x8.73 m. In altezza il fabbricato si presentava con sviluppo su due piani di cui uno seminterrato ed uno al piano primo ad uso ambulatori, con la presenza di un solaio di sottotetto ed una copertura a due falde con altezza massima in gronda pari a 6,44m circa. Ad oggi il fabbricato si presenta in buono stato di manutenzione.

La struttura portante e sismo resistente è costituita da pareti (sul perimetro e di spina) in laterizio pieno con paramenti di spessore totale pari a 25cm. La malta (verosimilmente di calce) risulta compatta e di buona qualità. Sul lato controterra è presente un paramento in cemento di notevole spessore (muro a gravità verosimilmente). Gli orizzontamenti sono del tipo latero cementizi di spessore rispettivamente 24 cm e 15cm (primo solaio e di sottotetto). Non sono stati eseguiti saggi a livello fondale ma verosimilmente si ipotizza un cordolo in c.a. di limitate dimensioni che assolve alle funzioni a cui è demandato data la totale assenza di un quadro fessurativo ascrivibile a cedimenti di tipo differenziale.

### **8.2 Livelli di conoscenza e fattori di confidenza**

Per la determinazione del livello di conoscenza e del relativo fattore di confidenza si sono usate le specifiche di cui al P.to C.8.5 della Circolare esplicativa N°7 del 21 Gennaio 2019. In particolare le fonti per l'acquisizione dei dati necessari alle verifiche eseguite sono:

- La documentazione di progetto, comprensiva degli elaborati grafici e di dettaglio;
- Della relazione geologica e geotecnica eseguita ad hoc;
- I saggi e il rilievo geometrico strutturale sugli orizzontamenti, sulle pareti e sulle fondazioni.

Queste hanno consentito la determinazione:

- l'organismo strutturale e i requisiti di regolarità;
- l'identificazione delle strutture di fondazione;
- l'identificazione della categoria di suolo;
- l'identificazione delle geometrie strutturali;
- informazioni su possibili difetti nei dettagli costruttivi e locali dei materiali;

- informazioni sulle normative impiegate per il calcolo delle strutture (sulla base del periodo di costruzione);
- classe d'uso, categoria e vita nominale dell'opera;
- informazioni sui carichi presenti;

Da ciò si deduce che:

- La geometria della struttura è nota sulla base di un rilievo in situ;
- I dettagli costruttivi sono noti da verifica in situ limitate;
- Le Proprietà dei materiali sono noti dai valori di riferimento della tabella C8.5.I e C8.5.II.

Sulla base di tutte le considerazioni fatte si è impiegato un livello di conoscenza LC1 e un relativo fattore di confidenza pari a 1,35.

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali, si sono impiegate le seguenti caratteristiche:

Descrizione				[Circolare 7 21-01-19 C8.5.I) Muratura in mattoni pieni e malta di calce LC1]				
E	daN/cm <sup>2</sup>	32000	v	0.25	α °C <sup>-1</sup>	0.000006	γ daN/cm <sup>3</sup>	0.0018
D.M. 14-01-08 / D.M. 17-01-18 (N.T.C.)								
Livello di conoscenza				LC1 (FC = 1,35)				
Fonte								
D.M. 20/11/1987 CIRC. 21745 30/07/1981 OPCM 3431 / N.T.C. 2005 D.M. 14-01-08 D.M. 17-01-18								
Blocchi				Malta				
Tipo di blocchi				Laterizio				
Categoria blocchi				II				
fbk <sub>-</sub>		daN/cm <sup>2</sup>	12	fm		daN/cm <sup>2</sup>	25	
fbk		daN/cm <sup>2</sup>	60	Tipo malta		Composizione prescritta		
				Tipo di malta per fvk0		Ordinaria		
				Giunti verticali a secco				
Classe di esecuzione				2				
γ <sub>M,SLU</sub>				3				
Curva Bilineare (4 punti)				Modifica				
Muratura								
Tessitura				Regolare				
μ <sub>r</sub>				0.4				
φ				Default (0.767)				
μ				Default (0.577)				
Nuovo Esistente								
Tipologia di muratura								
Muratura in mattoni pieni e malta di calce								
Tipologia di miglioramento								
<input type="checkbox"/> Malta buona <input type="checkbox"/> Connessione trasversale <input type="checkbox"/> Iniezione di miscele leganti <input type="checkbox"/> Intonaco armato <input type="checkbox"/> Ristilatura armata con connessione dei paramer <input type="checkbox"/> Giunti con spessore maggiore di 13 mm								
Esistente								
f medio		daN/cm <sup>2</sup>	Default (26)	τ0 medio		daN/cm <sup>2</sup>	Default (0.5)	
fv0 medio		daN/cm <sup>2</sup>	Default (1.3)	fh medio		daN/cm <sup>2</sup>	Default (13)	
Pushover								
E medio		daN/cm <sup>2</sup>	Default (15000)	G medio		daN/cm <sup>2</sup>	Default (5000)	

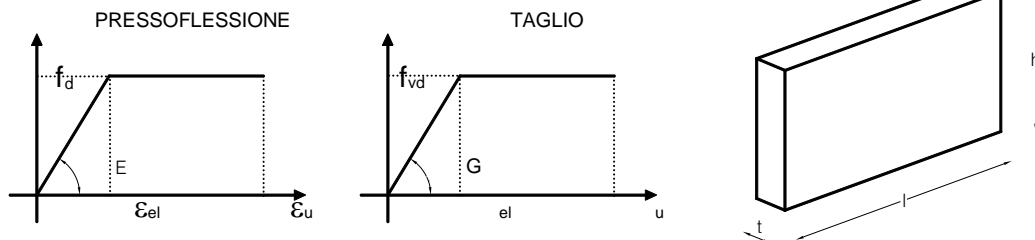
*Muratura esistente con laterizi pieni e malta di calce*

I pannelli murari sono caratterizzati da un comportamento lineare elastico, nel caso di analisi elastica con il fattore  $q$  (analisi dinamica modale con coefficiente di struttura), i valori di calcolo delle resistenze sono ottenuti dividendo i valori medi per i rispettivi fattori di confidenza e per il coefficiente parziale di sicurezza dei materiali.

- ✓ 7.8.2.2.1 Pressoflessione nel piano - In caso di analisi statica lineare, la resistenza a pressoflessione può essere calcolata ponendo  $f_d$  pari al valore medio della resistenza a compressione della muratura divisa per i coefficienti anzi descritti, e lo spostamento ultimo può essere assunto pari allo 0,8% e 0,6% dell'altezza del pannello rispettivamente per edifici di nuova costruzione o esistenti.
- ✓ 7.8.2.2.2 Taglio - In caso di analisi statica lineare, la resistenza a taglio può essere calcolata con valori di  $f_{vd}$  in analogia alla pressoflessione, considerando, cautelativamente ed a favore di sicurezza, il minimo valore di taglio resistente ottenuto dai due criteri possibili di rottura, per fessurazione diagonale o per scorrimento; lo spostamento ultimo può essere assunto pari allo 0,4% dell'altezza del pannello sia in presenza di edifici di nuova costruzione che per quelli esistenti.

Per quanto riguarda i coefficienti di sicurezza sui materiali nell'analisi sismica per il comportamento nel piano (statica lineare), il  $\gamma_M$  è assunto pari a 2 e il fattore di confidenza è assunto pari a F.C.=1,35 corrispondente ad un livello di conoscenza LC1.

#### Schema riassuntivo dei legami costitutivi



$$f_d = f_m / (\gamma_M * F.C.)$$

$$f_d = f_m / (\gamma_M * F.C.)$$

$$\epsilon_{el} = f_d / E$$

$$\epsilon_u = 0,6\% h \text{ o } 0,8\% h$$

PER SOLAI RIGIDI

$$K = \frac{GA}{1,2h \left[ 1 + \frac{1}{1,2} \frac{E}{G} \left( \frac{h}{l} \right)^2 \right]}$$

PER SOLAI FLESSIBILI

$$K = \frac{GA}{1,2h \left[ 1 + \frac{4}{1,2} \frac{E}{G} \left( \frac{h}{l} \right)^2 \right]}$$

$$f_{vd} = \tau_0 / (\gamma_M * F.C.)$$

$$f_{vd} = \tau_0 / (\gamma_M * F.C.)$$

$$\epsilon_{el} = f_{vd} / K$$

$$\epsilon_u = 0,4\% h$$

Nuove costruzioni: Rapporto tra valori caratteristici e valori medi =  $f_k/f_m = \tau_k/\tau_m = 0,7$

Costruzioni Esistenti: Tab. C8.A.1 e 2 dipendenti dai Livelli di conoscenza

- Analisi statica per azioni gravitazionali (comportamento statico nel piano) F.C. = 1,35 ;  $\gamma_M = 3$

- Analisi lineare statica o dinamica (comportamento sismico nel piano e fuori piano) F.C. = 1,35 ;  $\gamma_M = 2$

- Analisi non lineare statica - Pushover (comportamento sismico nel piano)

$\gamma_M = 1$  - Analisi a rottura in condizioni ultime

$$f_d = f_m = f_k/0.7$$

$$E_d = E_m$$

$$f_{vd} = \tau_m = \tau_k/0.7$$

$$G_d = G_m$$

### 8.3 Risultati post intervento

Il progetto vede la realizzazione di un telaio metallico interno alla struttura con funzione di portare i carichi di tutti gli orizzontamenti nonché fungere da elemento di presidio per le pareti in pietra che assumono una funzione di meri tamponamenti.

Gli interventi previsti in questa fase progettuale si rendono infatti necessari per ripristinare la funzionalità del fabbricato, al fine di aumentare la capacità strutturale dell'intero corpo di fabbrica.

Il progetto di adeguamento sismico prevede il recupero del fabbricato mediante interventi mirati all'eliminazione delle principali vulnerabilità e al miglioramento funzionale del fabbricato stesso. In particolare gli interventi individuati per macro-voci che consentono di collocare l'intervento ai sensi delle NTC2018, vedono:

- Il cambio d'uso dei locali;
- La diversa distribuzione plani-volumetrica della struttura senza aumento di altezza totale;

Per consentire il raggiungimento di tali livelli di sicurezza sismica, si ipotizza l'inserimento di una nuova struttura metallica a telaio con la funzione di portare tutti i carichi orizzontali e verticali della struttura, "declassando" l'involucro esistente ad un mero tamponamento che dovrà garantire sicurezza nei confronti del peso proprio nonché dei possibili ribaltamenti fuori piano per azioni sismiche.

Schematicamente si prevedono i seguenti gli interventi:

- ✓ realizzazione di nuovo impianto di fondazione, costituito da cordoli in c.a. con sezione 90x50cm con collegamenti diffusi, efficacemente immorsato nel substrato.
- ✓ Inserimento di un telaio metallico spaziale con travi in profili HEA200 e colonne in profili HEB240 con portali a nodi a trasmissione di momento in direzione Y. Ad esso saranno impostati tutti gli orizzontamenti di nuova realizzazione nonché, tramite ritegni, le pareti di tamponamento in laterizio esistenti.
- ✓ Rifacimento completo del primo solaio con l'inserimento di un nuovo solaio misto legno – calcestruzzo (cappa spessore 6cm resa collaborante alle strutture lignee mediante connettori), efficacemente connesso alle strutture metalliche (mediante connettori);
- ✓ Realizzazione di nuova copertura in orditure principali e secondarie del tipo ligneo;

Tutti gli interventi messi in campo consentiranno una ripartizione del tagliante sismico a piano rigido (al primo orizzontamento) e tendente ad ottenere un comportamento regolare delle strutture di nuova realizzazione.

Le nuove strutture rispondono a tutti gli effetti alle norme tecniche essendo concepite come nuove strutture, mentre per i tamponamenti esistenti si riportano di seguito le verifiche di ribaltamento che risultano tutte soddisfatte andando a configurare l'intervento come adeguamento sismico.

#### TAMPONAMENTI

Si riporta di seguito la verifica dei tamponamenti:

#### **Tamponamento Fondazione - Primo Solaio fili 1-9**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

### **Caratteristiche del materiale**

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1  
Em (modulo di elasticità della muratura): 12000  
 $\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018  
Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

### **Caratteristiche geometriche**

h (altezza del pannello): 290  
l (lunghezza del pannello): 824  
t (spessore del pannello): 25

### **Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018**

fm (resistenza media a compressione del materiale): 19.26  
FC (fattore di confidenza): 1.35  
 $\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2  
z (quota sezione di verifica): 145  
sa [7.2.2]: 0.298  
wa: 0.105  
qa (Tab.7.2.I): 2  
fa [7.2.1]: 0.0157  
Sforzo normale = 18.17 (valore per unità di lunghezza della parete)

### **Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento**

M agente = 234.31 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M ultimo = 433.97 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

### **Riepilogo delle verifiche**

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.

---

## **Tamponamento Fondazione - Primo Solaio fili 1-66**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

### **Caratteristiche del materiale**

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1  
Em (modulo di elasticità della muratura): 12000  
 $\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018  
Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

### **Caratteristiche geometriche**

h (altezza del pannello): 290  
l (lunghezza del pannello): 1077  
t (spessore del pannello): 25

### **Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018**

fm (resistenza media a compressione del materiale): 19.26  
FC (fattore di confidenza): 1.35  
 $\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2  
z (quota sezione di verifica): 145  
sa [7.2.2]: 0.298  
wa: 0.105  
qa (Tab.7.2.I): 2  
fa [7.2.1]: 0.0157  
Sforzo normale = 18.17 (valore per unità di lunghezza della parete)

### **Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento**

M agente = 234.31 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M ultimo = 433.97 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

### **Riepilogo delle verifiche**

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.

---

## **Tamponamento Fondazione - Primo Solaio fili 66-74**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

### **Caratteristiche del materiale**

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1  
Em (modulo di elasticità della muratura): 12000  
 $\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018  
Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

### **Caratteristiche geometriche**

h (altezza del pannello): 290  
l (lunghezza del pannello): 824  
t (spessore del pannello): 25

### **Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018**

fm (resistenza media a compressione del materiale): 19.26

FC (fattore di confidenza): 1.35  
 $\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2  
z (quota sezione di verifica): 145  
sa [7.2.2]: 0.298  
wa: 0.105  
qa (Tab.7.2.I): 2  
fa [7.2.1]: 0.0157  
Sforzo normale = 18.17 (valore per unità di lunghezza della parete)

#### **Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento**

M agente = 234.31 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M ultimo = 433.97 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

#### **Riepilogo delle verifiche**

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.

---

## **Tamponamento Primo Solaio - Secondo Solaio fili 1-9**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

### **Caratteristiche del materiale**

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1  
Em (modulo di elasticità della muratura): 12000  
 $\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018  
Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

### **Caratteristiche geometriche**

h (altezza del pannello): 310  
l (lunghezza del pannello): 824  
t (spessore del pannello): 25

### **Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018**

f<sub>m</sub> (resistenza media a compressione del materiale): 19.26  
FC (fattore di confidenza): 1.35  
 $\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2  
z (quota sezione di verifica): 445  
sa [7.2.2]: 0.422  
wa: 0.105  
qa (Tab.7.2.I): 2  
fa [7.2.1]: 0.0221  
Sforzo normale = 16.28 (valore per unità di lunghezza della parete)

#### **Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento**

M agente = 266.06 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M ultimo = 390.69 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

#### **Riepilogo delle verifiche**

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.

---

## **Tamponamento Primo Solaio - Secondo Solaio fili 1-66**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

### **Caratteristiche del materiale**

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1  
Em (modulo di elasticità della muratura): 12000  
 $\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018  
Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

### **Caratteristiche geometriche**

h (altezza del pannello): 310  
l (lunghezza del pannello): 1077  
t (spessore del pannello): 25

### **Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018**

f<sub>m</sub> (resistenza media a compressione del materiale): 19.26  
FC (fattore di confidenza): 1.35  
 $\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2  
z (quota sezione di verifica): 445  
sa [7.2.2]: 0.422  
wa: 0.105  
qa (Tab.7.2.I): 2  
fa [7.2.1]: 0.0221  
Sforzo normale = 16.28 (valore per unità di lunghezza della parete)

#### **Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento**

M agente = 266.06 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M ultimo = 390.69 (valore per unità di lunghezza della parete)  
M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

### Riepilogo delle verifiche

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.

---

### Tamponamento Primo Solaio - Secondo Solaio fili 9-74

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

#### Caratteristiche del materiale

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1

Em (modulo di elasticità della muratura): 12000

$\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018

Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

#### Caratteristiche geometriche

h (altezza del pannello): 310

l (lunghezza del pannello): 1077

t (spessore del pannello): 25

#### Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018

f<sub>m</sub> (resistenza media a compressione del materiale): 19.26

FC (fattore di confidenza): 1.35

$\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2

z (quota sezione di verifica): 445

sa [7.2.2]: 0.422

wa: 0.105

qa (Tab.7.2.I): 2

fa [7.2.1]: 0.0221

Sforzo normale = 16.28 (valore per unità di lunghezza della parete)

#### Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento

M agente = 266.06 (valore per unità di lunghezza della parete)

M ultimo = 390.69 (valore per unità di lunghezza della parete)

M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

#### Riepilogo delle verifiche

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.

---

### Tamponamento Primo Solaio - Secondo Solaio fili 66-74

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

#### Caratteristiche del materiale

(circ.NTC18 C8.5.I) Muratura mattoni pieni e malta di calce LC1

Em (modulo di elasticità della muratura): 12000

$\gamma$  (peso specifico della muratura): 0.0018

Finitura (peso per unità di superficie della finitura): 0

#### Caratteristiche geometriche

h (altezza del pannello): 310

l (lunghezza del pannello): 824

t (spessore del pannello): 25

#### Verifica come elemento secondario secondo § 7.2.3 D.M. 17-01-2018

f<sub>m</sub> (resistenza media a compressione del materiale): 19.26

FC (fattore di confidenza): 1.35

$\gamma_M$  (fattore parziale di sicurezza del materiale): 2

z (quota sezione di verifica): 445

sa [7.2.2]: 0.422

wa: 0.105

qa (Tab.7.2.I): 2

fa [7.2.1]: 0.0221

Sforzo normale = 16.28 (valore per unità di lunghezza della parete)

#### Verifica a pressoflessione fuori piano del tamponamento

M agente = 266.06 (valore per unità di lunghezza della parete)

M ultimo = 390.69 (valore per unità di lunghezza della parete)

M agente <= M ultimo - SODDISFATTA

#### Riepilogo delle verifiche

Verifica come elemento secondario: - SODDISFATTA.