

ALL. 17

CITTADELLA SOCIO SANITARIA DI CAVARZERE

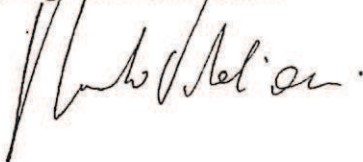
RIEPILOGO VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI EDIFICI B-C-D-E

Committente:

Cittadella Socio Sanitaria di Cavarzere

Progetto strutturale:

Prof. Ing. Renato Vitaliani



Commessa: 16101	Documento:	Data	Redazione:
16101_Riepilogo sismica B-C-D-E_00.doc		Novembre 2016	PON

ICONIA 

ICONIA INGEGNERIA CIVILE S.R.L.

VIA LISBONA 28/A - 35127 PADOVA

TEL: 049-87.24.245

FAX: 049-87.24.246

URL: www.iconia.it

E-MAIL: studio@iconia.it - PEC: iconia@pec.it

PARTITA IVA e C.F. 03539250286 Capitale Sociale € 10.500,00 i.v.

Registro Imprese di Padova n. 03539250286 REA n. 318524

1 INDICE

1	Indice	2
2	Premessa	3
	2.1.1 Inquadramento generale	3
	2.1.2 Note storiche	5
	2.2 Obiettivo della valutazione di vulnerabilità sismica	5
3	Descrizione dello stato di Fatto e analisi di vulnerabilità	8
	3.1 Blocco B	8
	3.2 Blocco C	9
	3.3 Blocco D	10
	3.4 Blocco E	11
4	Proposta di intervento	14
	4.1 Blocco B	14
	4.2 Blocco C	16
	4.3 Blocco D	18
	4.4 Blocco E	18

2 PREMESSA

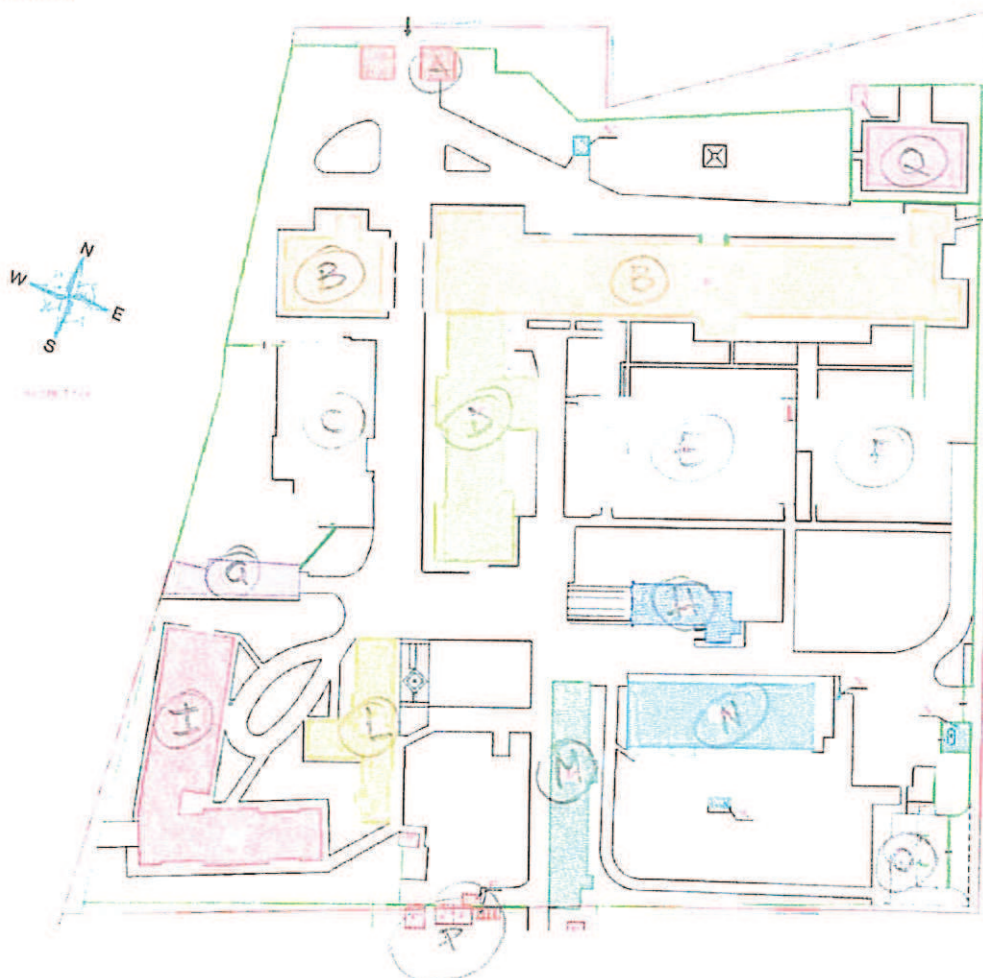
La presente relazione riassume i risultati delle analisi di vulnerabilità sismica condotta sui blocchi B-C-D-E della Cittadella Socio Sanitaria di Cavarzere (VE), valutata secondo le disposizioni presenti nella vigente Normativa di riferimento DM 14/01/2008.

Si rimanda ai seguenti documenti, a firma dello scrivente, per tutti i dati dettagliati:

- Verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio B e dell'edificio D – Ottobre 2015
- Verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio C e dell'edificio E – Gennaio 2016

2.1.1 Inquadramento generale

Il complesso ospedaliero di Cavarzere è ubicato in via Nazario Sauro 32 ed è costituito da 14 fabbricati; al fine di facilitarne l'individuazione, ad ogni edificio è stata associata una lettera cui corrisponde, nella tabella sottostante, lo stato di utilizzo dei locali e la relativa destinazione d'uso.



Denominazione	Piano	Destinazione d'uso
BLOCCO A	TERRA	Portineria e centrale telefonica
BLOCCO B	TERRA	118 – medico di guardia – fisioterapia – medici di base
	PRIMO	Dismesso
	SECONDO	Dismesso
BLOCCO C	TERRA	Residenza CTRP (camere, soggiorno e sala pranzo)
	PRIMO	ALA SUD: Residenza CTRP (uffici, sala riunione) ALA NORD: dismesso
BLOCCO D	TERRA	Dismesso
	PRIMO	Dismesso
BLOCCO E	TERRA	Poliambulatorio
	PRIMO	Radiologia CSSC, Distretto sanitario ASL14 e Assistenza domiciliare ASL14 (ADI)
	SECONDO	Centro trasfusionale AVIS e ambulatorio chirurgico CSSC
BLOCCO F	TERRA	Cucine
	PRIMO	Dismesso
BLOCCO G	TERRA	Dismesso
BLOCCO H	TERRA	Chiesa
BLOCCO I	TERRA	Dismesso
BLOCCO L	TERRA	ALA OVEST: segreteria AVIS ALA NORD: dismesso
	PRIMO	Dismesso
BLOCCO M	TERRA	Dismesso
	PRIMO	Dismesso
BLOCCO N	TERRA	Centrale termica, idrica, elettrica, gruppo elettrogeno e officina
BLOCCO O	TERRA	Dismesso
BLOCCO P	TERRA	Dismesso
BLOCCO Q	TERRA	Consultorio familiare

Scopo dell'intervento è la ricollocazione delle attività sanitarie di Cittadella Socio Sanitaria e di ASL 14 presso il Presidio di Cavarzere e la definizione dei futuri assetti per la realizzazione di un nuovo reparto denominato "Ospedale di Comunità" con n°12 posti letto.

2.1.2 Note storiche

L'ospedale è nato nel 1882; le prime specialità introdotte furono Medicina e Chirurgia, per cui nel 1896 si registravano mediamente un centinaio di presenze. A queste si aggiunse il Manicomio che venne soppresso nel 1903. Nel 1938, la struttura ospedaliera poteva vantare di una presenza media di cinquecento malati l'anno, mentre nel 1951 se ne registravano circa tremila. Nel 1971 venne progettato il monoblocco con un finanziamento pari a 550 milioni. Ma il progetto fu rivisto successivamente per dar vita ad una piastra per i servizi poliambulatoriali.

La Cittadella Socio Sanitaria di Cavarzere S.r.l. nasce al posto dell'ex ospedale, dismesso nella primavera del 1999. Nel 1979, l'ospedale di Cavarzere è uno dei tre presidi, insieme a Chioggia e Adria, che costituiscono l'Ulss 31. Dopo una quindicina d'anni, nel 1995 lascia la Ulss rodigina ed entra a far parte dell'Ulss 14 insieme alle strutture ospedaliere di Chioggia e Piove di Sacco.

Dal 1995 al 1999 conta 92 posti letto, concentrati in particolare in Medicina (46) e Lungodegenza (34), che diminuiscono a 32 nel 2000. Alla fine degli anni Novanta, gli ingressi giornalieri sono in media 74. I ricoveri ammontano a circa 1.800 all'anno con circa 27 mila giorni di degenza. Nel 1995 inizia la trasformazione dell'ospedale nella Cittadella Socio Sanitaria di Cavarzere S.r.l.:

- 19 aprile 1995, delibera regionale 2223: la struttura ospedaliera assume una funzione medico-riabilitativa.
- 19 marzo 1999, delibera regionale 740: diventa struttura socio-sanitaria con attività poliambulatoriale e medico-riabilitativa.
- 26 marzo 2004, delibera regionale 880: nasce la Cittadella Socio Sanitaria di Cavarzere S.r.l., una società mista a capitale pubblico e privato (51% Ulss 14, 48% società privata, 1% comune di Cavarzere).

2.2 Obiettivo della valutazione di vulnerabilità sismica

La valutazione di vulnerabilità sismica di una struttura, e quindi della sua sicurezza in ambito sismico, consiste in un procedimento quantitativo volto a:

- stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nel D.M. 14.01.2008,

oppure

- determinare l'entità massima delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dal D.M. 14.01.2008, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Le strutture, soggette a carichi statici ed occasionalmente anche sismici, dovranno soddisfare i seguenti requisiti di sicurezza:

Stati limite di esercizio:

- *Stato Limite di Operatività (SLO):* a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD):* a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Stati limite ultimi:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):* a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):* a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le verifiche di questi stati avvengono confrontando le azioni di calcolo, le cui intensità sono dedotte da aspetti probabilistici, con le resistenze degli elementi valutate, quest'ultime, sulla base delle reali leggi costitutive dei singoli materiali, generalmente elasto-plastiche.

Poiché le azioni sulle strutture vengono dedotte in base alla probabilità di accadimento, il metodo agli stati limite è definito *semiprobabilistico*.

Le stesse verifiche sismiche considerano, quindi, la possibilità che la struttura venga interessata da un evento sismico di intensità maggiore rispetto a quello di progetto.

In particolare, il D.M. 14.01.2008, per le verifiche alla *stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV)*, la struttura viene calcolata per poter resistere (si evita il crollo

ma l'agibilità potrebbe risultare fortemente compromessa) a tutti quei terremoti che hanno il 10% di probabilità di essere superati almeno una volta nella vita di riferimento della costruzione (V_R).

Per le verifiche alla **stato limite di danno**, invece, la struttura viene calcolate per poter resistere (si evita il crollo ma l'agibilità è compromessa) a tutti quei terremoti che hanno il 63% di probabilità di essere superati almeno una volta nella vita di riferimento della costruzione (V_R).

Con:

$$Vita\ di\ riferimento\ (V_R) = Vita\ nominale\ (V_N) * coefficiente\ d'uso\ (C_u)$$

In pratica la struttura resisterà senza particolari danni a tutti quei terremoti identificabili come "ordinari", mentre in caso di sismi "particolarmente intensi", la stessa struttura non sarà in grado di garantire l'agibilità dopo l'evento ma non crollerà, comportando quindi un pericolo accettabile per le persone.

La quantificazione dei termini "ordinari" e "particolarmente intensi", secondo il D.M. 14.01.2008, è esplicitata in "probabilità di superamento (P_{VR}) nella vita di riferimento della costruzione (V_R)".

Strutture esistenti:

Le valutazioni della sicurezza di strutture esistenti sono normalmente affette da un grado di incertezza diverso da quello degli edifici di nuova realizzazione. Nelle verifiche di sicurezza vengono quindi adottati dei fattori di confidenza che rappresentano lo stato di conoscenza delle opere esistenti.

Il livello di conoscenza (LC1, LC2, LC3), indica il grado di conoscenza della geometria, dei dettagli costruttivi e dei materiali.

- LC1: Conoscenza Limitata
- LC2: Conoscenza Adeguata
- LC3: Conoscenza Accurata

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza (F_C) da applicare alle proprietà dei materiali:

- LC1: $F_C = 1.35$
- LC2: $F_C = 1.2$
- LC3: $F_C = 1$

Le proprietà dei materiali da utilizzarsi nelle analisi vengono determinate dividendo le resistenze medie dei materiali ottenute da prove in situ e da informazioni aggiuntive, per il Fattore di Confidenza (F_C).

Alla luce del materiale a disposizione, e delle indagini condotte, è stato assunto nelle analisi numeriche un livello di conoscenza pari a LC1.

$$LC1 \rightarrow F_C = 1.35$$

3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO E ANALISI DI VULNERABILITÀ

La Cittadella Socio Sanitaria di Cavarzere risulta composta da edifici edificati in età differente.

3.1 Blocco B

Il blocco B è stato edificato per la maggior parte negli anni '60. Una parte dello stesso (chirurgia) risale invece ad un'età ancora precedente.

Tale blocco risulta suddiviso mediante giunti strutturali in 4 blocchi, di seguito individuati:

- blocco B-destro: inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 18 mx17 m e costituito da tre orizzontamenti fuori terra e copertura a falda;
- blocco B-radiologia+blocco centrale, uniti tra loro come evidenziato dagli elaborati progettuali: inscrivibili in un rettangolo di dimensioni 57 m x18 m e costituiti da due a tre orizzontamenti fuori terra e copertura a falda;
- blocco B-chirurgia: inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 29.9 mx16.2 m e costituito da due orizzontamenti fuori terra con parziale copertura a falda;
- blocco B-sinistro: inscrivibile in un rettangolo di dimensioni 16.8 mx19.6 m e costituito da due orizzontamenti fuori terra.

Il blocco B-radiologia è a sua volta diviso dal blocco D di età precedente da un giunto di dimensione non definita.

Le fondazioni di tutti gli edifici sono di tipo superficiale.

La tipologia delle strutture in elevazione prevede che il controventamento alle azioni orizzontali sia affidato alla muratura, mentre localmente siano talvolta disposti pilastri in c.a. a sostegno di solai e travi in c.a.

I muri dei blocchi edificati negli anni '60 (destro, radiologia+centrale, sinistro) sono di spessore 30 cm e realizzati con bimattoni, mentre i muri della chirurgia sono in muratura piena a due teste.

I solai sono in latero-cemento e poggiano sulla muratura perimetrale e di spina. Localmente in prossimità alle aperture sono disposte travi e pilastri in c.a.

Alcuni solai non risultino verificati allo SLU (verifica statica) secondo i carichi previsti dal DM 14/01/2008. In particolare la verifica a taglio non risulta soddisfatta per quasi tutti i solai praticabili.

Vengono di seguito riportati i vari indici di rischio sismico allo SLV dei vari blocchi.

Trif SLV		712 anni		
Blocco	SLV			SLO
	PGA/PGArif	$(TR/Trrif)^{0.41}$	TR [anni]	Spostamento
B dx	0.44	0.304	39	> H/500
B rad+centrale	0.243	0.141	6	> H/500
B chirurgia	0.678	0.541	159	> H/500
B sx	0.525	0.377	66	< H/500

	Giunto presente [cm]	Giunto allo SLV [cm]	Martellamento
B dx-B rad	2	2.63	SI
B rad - B chirurgia	2	1.83	NO
B chirurgia- B sx	2	2.29	SI

I risultati ottenuti mettono in evidenza un elevato rischio di martellamento tra i blocchi Bdx e Brad e tra i blocchi Bchirurgia e Bsx. Per questi 2 giunti (Bdx-Brad e Bchirurgia-Bsx) si è infatti ottenuto uno spostamento relativo tra i corpi superiore alla dimensione del giunto esistente. Anche per il giunto Brad-Bchirurgia il valore di spostamento trovato è prossimo alla dimensione del giunto esistente.

Per quanto riguarda le verifiche sismiche allo SLV per i corpi Bdx, Bchirurgia e Bsx si sono ottenuti dei tempi di ritorno accettabili ($Tr > 30$ anni) vista l'età e lo stato di conservazione degli edifici.

Il blocco Brad+centrale presenta un tempo di ritorno molto basso $Tr = 6$ anni a causa dell'alta percentuale di foratura della parete NORD.

3.2 Blocco C

Si ipotizza che il blocco C sia stato ampliato negli anni '60. La parte centrale dello stesso risale invece ad un'età ancora precedente.

Tale blocco risulta collegato al piano primo al blocco B mediante un tunnel coperto che presenta evidenti fessurazioni. Le fondazioni sono di tipo superficiale.

La tipologia delle strutture in elevazione prevede che il controventamento alle azioni orizzontali sia affidato alla muratura, mentre localmente siano talvolta disposti pilastri in c.a. a sostegno di solai e travi in c.a.

I muri dei blocchi edificati negli anni '60 sono di spessore 25 cm e realizzati con blocchi in laterizio, mentre le murature della zona centrale più vecchia sono in mattoni pieni a due teste.

I solai sono in latero-cemento e poggiano sulla muratura perimetrale e di spina.

Si è rilevata/ipotizzata la presenza dei cordoli sia al livello del piano primo, che in copertura per le zone dell'ampliamento realizzato negli anni '60. In queste zone entrambi gli orizzontamenti sono in latero-cemento.

Per la parte centrale del fabbricato invece non si è rilevata la presenza del cordolo a livello del piano primo, mentre se ne è rilevata la presenza per una porzione di fabbricato a livello della copertura (per la zona centrale del fabbricato la copertura è lignea con moraletti e tavelline in cotto).

Tutti i solai non risultano verificati allo SLU secondo i carichi previsti dal DM 14/01/2008.

Il blocco C presenta un tempo di ritorno molto basso $T_r = 2$ anni a causa dell'alta percentuale di foratura della pareti esterne e della rimozione di pareti portanti avvenuta all'interno del fabbricato per esigenze distributive architettoniche. Le verifiche di spostamento allo SLO risultano invece soddisfatte.

Per il blocco C vengono di seguito riportati i vari indici di rischio sismico allo SLV.

T rif SLV		712 anni		
	SLV			SLO
Blocco	PGA/PGArif	$(T_r/T_{rrif})^{0.41}$	TR [anni]	Spostamento
C	0.182	0.09	2	< H/500

L'edificio infatti presenta le seguenti criticità:

- Assenza di murature portanti interne;
- Assenza di cordoli a livello del primo impalcato;
- copertura in legno priva di cordoli ed incatenamenti.
- Pannelli murari indeboliti dalle forometrie

3.3 Blocco D

Per il blocco D la data di costruzione è stata stimata tra gli anni '30 e '40.

Il blocco B radiologia + blocco centrale è stato edificato invece negli anni '60.

Il blocco B-radiologia è a sua volta diviso dal blocco D da un giunto di dimensione non definita. Le fondazioni sono di tipo superficiale, nastriforme in laterizio pieno.

La tipologia delle strutture in elevazione prevede che il controventamento alle azioni orizzontali sia affidato alla muratura.

Le murature del blocco D sono in mattoni pieni. Le murature perimetrali sono costituite da due paramenti staccati da 13cm circa con intercapedine interna di spessore 12 cm circa (spessore intercapedine variabile).

I solai sono in legno con cappa in calcestruzzo priva di armatura o con armatura inefficace. La copertura in legno non presenta incatenamenti visibili. Gli impalcati pertanto non si possono considerare infinitamente rigidi nel proprio piano.

Per il blocco D vengono di seguito riportati i vari indici di rischio sismico allo SLV

T rif SLV		712 anni		
	SLV			SLO
Blocco	PGA/PGArif	$(TR/Trrif)^{0.41}$	TR [anni]	Spostamento
D	0.284	0.181	11	> H/500

	Giunto presente [cm]	Giunto allo SLV [cm]	Martellamento
Brad - D	2	1.46	NO

Per quanto riguarda le verifiche sismiche allo SLV per il corpo D si è ottenuto un tempo di ritorno esiguo ($T_r = 11$ anni). L'edificio infatti presenta le seguenti criticità:

- murature perimetrali con intercapedine (con paramenti esterni non collegati tra loro)
- solai in legno con cappa in cls priva di armatura o con armatura inefficace (armatura al livello del tavolato in legno) che non garantisce un sufficiente incatenamento tra le pareti verticali;
- copertura in legno priva di cordoli ed incatenamenti.

Si segnala pertanto la probabilità di ribaltamento delle facciate in caso di evento sismico.

La dimensione del giunto pari a 2cm è sufficiente per evitare il martellamento tra il corpo D ed il corpo B.

3.4 Blocco E

In blocco E è stato edificato per la maggior parte negli anni '80 assieme al blocco F.

Tale blocco è costituito da un nucleo scale/ascensore in cemento armato e da un telaio metallico controventato in una sola direzione. Le fondazioni sono a cassone con platea sottostante.

La tipologia delle strutture in elevazione prevede che il controventamento alle azioni orizzontali sia affidato alla nucleo in c.a. e ai controventi di parete del telaio metallico.

I solai del telaio in acciaio sono in lamiera grecata e appoggiano su travi metalliche. Le fondazioni dell'edificio sono interrate e costituite da un cassone in cemento armato. Il cassone è composto da una platea di 50 cm spessore, da pareti perimetrali in c.a. di spessore pari a 45 cm, e pareti interne di spessore pari a 30 cm. In corrispondenza dell'attacco dei pilastri in acciaio alle pareti è presente un ispessimento delle stesse. Viene realizzato in questo modo un pilastro interno alle pareti in c.a. di sezione quadrata 60 x 60 cm.

L'edificio fuori terra è costituito da un telaio in acciaio controventato da un vano scale/ascensore in c.a. presente sul lato OVEST e da controventi metallici in acciaio di parete presenti sul lato EST. È presente inoltre ad ogni livello un sistema di controvento di piano.

Il telaio metallico è chiuso verso l'esterno mediante pannelli di tamponamento in cemento armato ancorati alle travi di bordo.

I solai sono realizzati mediante lamiera grecata con cappa di calcestruzzo armato per un totale di 80mm di spessore. Il pacchetto al di sopra della cappa è costituito da un sottofondo di 12 cm per la posa del pavimento sovrastante.

La lamiera grecata trova appoggio sulle travi di collegamento dei telai metallici longitudinali disposte a passo di 240 cm circa.

In base alla analisi effettuate, la struttura in esame non risulta verificata alle azioni simiche previste secondo normativa vigente.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa con il minimo fattore amplificativo della forza sismica di progetto che determina il raggiungimento del meccanismo di rottura considerato:

COMPONENTI	FLESSIONE		TAGLIO	TRAZIONE
	COMPRESSIONE	TRAZIONE		
PARETI NUCLEO C.A.	331%	31%	40%	-
PARETI CASSONE C.A.	821%	370%	47%	-
PILASTRI INTERNI CASSONE FONDAZIONE	170%	1135%	-	-
COLONNE TELAIO IN ACCIAIO	125%		4234%	-
CONTROVENTI DI PARETE	-	-	-	61%

Gli indicatori di rischio sono di due tipi: il primo dato dal rapporto fra capacità e domanda in termini di PGA ed il secondo espresso dall'analogo rapporto tra i periodi di ritorno dell'azione sismica.

$$\alpha = \frac{PGA_{CAPACITA'}}{PGA_{DOMANDA}} \quad \text{Indicatore di rischio per le accelerazioni}$$

$$\alpha = \left(\frac{TR_{CAPACITA'}}{TR_{DOMANDA}} \right)^{0.41} \quad \text{Indicatore di rischio per i periodi di ritorno}$$

Valori degli indicatori di rischio prossimi o superiori all'unità caratterizzano casi in cui il livello di rischio è prossimo a quello richiesto dalle norme; valori bassi, prossimi a zero, caratterizzano casi di elevato rischio.

La valutazione del tempo di ritorno corrispondente alla capacità della struttura è importante ai fini di quanto dichiarato nella Nota della Presidenza Consiglio Ministri DPC/SISM/0083283 del 04/11/2010 che chiarisce che gli interventi di adeguamento/miglioramento sismico, una volta completate le verifiche, dovranno essere effettuati entro un periodo di tempo commisurato al tempo di ritorno dell'evento sismico che provoca il raggiungimento dello SLV o del SLC. In particolare il tempo di intervento T_{INT} per i due stati limite è definito come:

$$T_{INT,SLV} = 0.105 \frac{T_{R,SLV}}{C_u} \quad T_{INT,SLC} = 0.051 \frac{T_{R,SLC}}{C_u}$$

essendo C_u il coefficiente d'uso, che nel caso in esame è pari a 1.5 (per una classe d'uso III), e $T_{R,SLV}$ (oppure $T_{R,SLC}$) il periodo di ritorno dell'azione sismica corrispondente all'attivazione del meccanismo di rottura in esame allo SLV (oppure allo SLC). Tempi di intervento superiori a 30 anni possono consentire di procrastinare la decisione di intervento, mentre tempi di

intervento inferiori a 2 anni sono indice di situazioni che richiedono interventi immediati. Per valori compresi tra 2 e 30 anni gli interventi potranno essere anche parziali e/o temporanei, al fine di risolvere le vulnerabilità più importanti ed eseguire in momenti successivi gli interventi più corposi, atti a migliorare/adequare complessivamente la costruzione o parti di essa.

Per i meccanismi di rottura individuati, sono stati ricavati i valori di $PGA_{CAPACITA'}$ e $TR_{CAPACITA'}$ relativi allo Stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV):

Nella seguenti tabelle si riassumono i valori di capacità agli SLV indagati, per i diversi meccanismi, in termini di tempo di ritorno e di accelerazione:

Tr (anni)

COMPONENTI	FLESSIONE		TAGLIO	TRAZIONE
	COMPRESSIONE	TRAZIONE		
PARETI NUCLEO C.A.	2470.000	30.400	38.000	-
PARETI CASSONE C.A.	2470.000	2470.000	57.000	-
PILASTRI INTERNI CASSONE FONDAZIONE	2470.000	2470.000	-	-
COLONNE TELAIO IN ACCIAIO	1710.000		2470.000	-
CONTROVENTI DI PARETE	-	-	-	142.500

pga (suolo C) (CAPACITA')

COMPONENTI	FLESSIONE		TAGLIO	TRAZIONE
	COMPRESSIONE	TRAZIONE		
PARETI NUCLEO C.A.	0.128	0.039	0.042	-
PARETI CASSONE C.A.	0.128	0.128	0.045	-
PILASTRI INTERNI CASSONE FONDAZIONE	0.128	0.128	-	-
COLONNE TELAIO IN ACCIAIO	0.117		0.128	-
CONTROVENTI DI PARETE	-	-	-	0.063

I valori di domanda sono:

- Tr = 712 anni
- PGA = 0.064 g (su suolo tipo A)

Nella seguente tabella si riportano gli indicatori di rischio per ciascun componente strutturale dell'edificio. I valori evidenziati in rosso indicano per ogni zona i valori più bassi relativi al meccanismo di rottura più gravoso.

α indicatore di rischio in termini di tempo di ritorno

COMPONENTI	FLESSIONE		TAGLIO	TRAZIONE
	COMPRESSIONE	TRAZIONE		
PARETI NUCLEO C.A.	1.665	0.274	0.301	-
PARETI CASSONE C.A.	1.665	1.665	0.355	-
PILASTRI INTERNI CASSONE FONDAZIONE	1.665	1.665	-	-
COLONNE TELAIO IN ACCIAIO	1.665		1.665	-
CONTROVENTI DI PARETE	-	-	-	0.517

α indicatore di rischio in termini di PGA

COMPONENTI	FLESSIONE		TAGLIO	TRAZIONE
	COMPRESSIONE	TRAZIONE		
PARETI NUCLEO C.A.	1.328	0.406	0.438	-
PARETI CASSONE C.A.	1.328	1.328	0.469	-
PILASTRI INTERNI CASSONE FONDAZIONE	1.328	1.328	-	-
COLONNE TELAIO IN ACCIAIO	1.328		1.328	-
CONTROVENTI DI PARETE	-	-	-	0.656

Nella seguente tabella si riporta la valutazione dei tempi di intervento indicati dalla normativa per risolvere i meccanismi che non garantiscono indicatori di rischio superiori all'unità (chiaramente il valore del periodo in anni serve per indicare l'urgenza dell'intervento considerato):

tempo di intervento (anni)

COMPONENTI	FLESSIONE		TAGLIO	TRAZIONE
	COMPRESSIONE	TRAZIONE		
PARETI NUCLEO C.A.	172.90	2.13	2.66	-
PARETI CASSONE C.A.	172.90	172.90	3.99	-
PILASTRI INTERNI CASSONE FONDAZIONE	172.90	172.90	-	-
COLONNE TELAIO IN ACCIAIO	119.700		172.90	-
CONTROVENTI DI PARETE	-	-	-	9.98

I risultati ottenuti mettono in evidenza un elevato rischio di rottura per taglio e per presso-flessione delle pareti in c.a. del nucleo scale/ascensore e solamente per taglio delle pareti in c.a. del cassone di fondazione. Si segnala inoltre anche un elevato rischio di rottura per trazione del controvento di parete.

Le tempistiche di intervento ottenute sono brevi. Per quanto riguarda il rischio di rottura a taglio e presso-flessione delle pareti in c.a. il tempo di intervento è pari a 2.13 anni. Mentre per quanto riguarda i controventi di parete il tempo di intervento è pari a 9 anni circa.

Per quanto riguarda gli altri componenti strutturali analizzati invece le verifiche effettuate sono soddisfatte.

4 PROPOSTA DI INTERVENTO

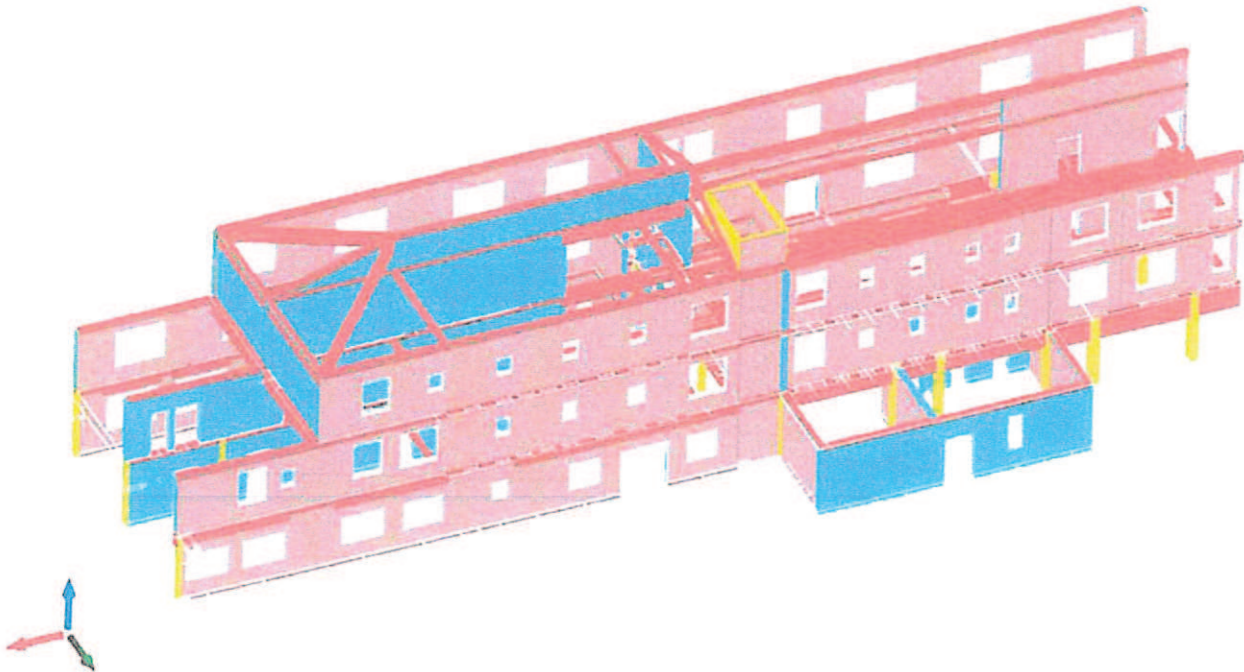
4.1 Blocco B

Alla luce dei risultati ottenuti tutti e tre i giunti dovranno essere allargati e portati alla dimensione di almeno 4 cm.

Per il blocco Brad+centrale si prevede di intervenire mediante il tamponamento di alcune delle forometrie della parete NORD in modo da raggiungere anche per questo blocco un tempo di ritorno maggiore di 30 anni.

Un ipotesi di intervento che garantisce il raggiungimento di $T_r > 30$ anni è di seguito riportata:

- Tamponamento di alcune aperture della facciata NORD



- Rinforzo di alcuni maschi murari in direzione trasversale.



- realizzazione del piano rigido di fondazione tramite nuova platea in c.a. ammorsata alle fondazioni esistenti.
- rifacimento tetto ligneo, garantendo la rigidità dell'impalcato, e realizzazione cordolatura perimetrale.

Si ottiene quindi un T_r minimo di 32 anni, in linea con i blocchi adiacenti e, vista la tipologia e l'epoca costruttiva dell'edificio in oggetto, ritenuto accettabile per il tipo di struttura in esame.

4.2 Blocco C

Si consigliano i seguenti interventi per assicurare al fabbricato un comportamento scatolare:

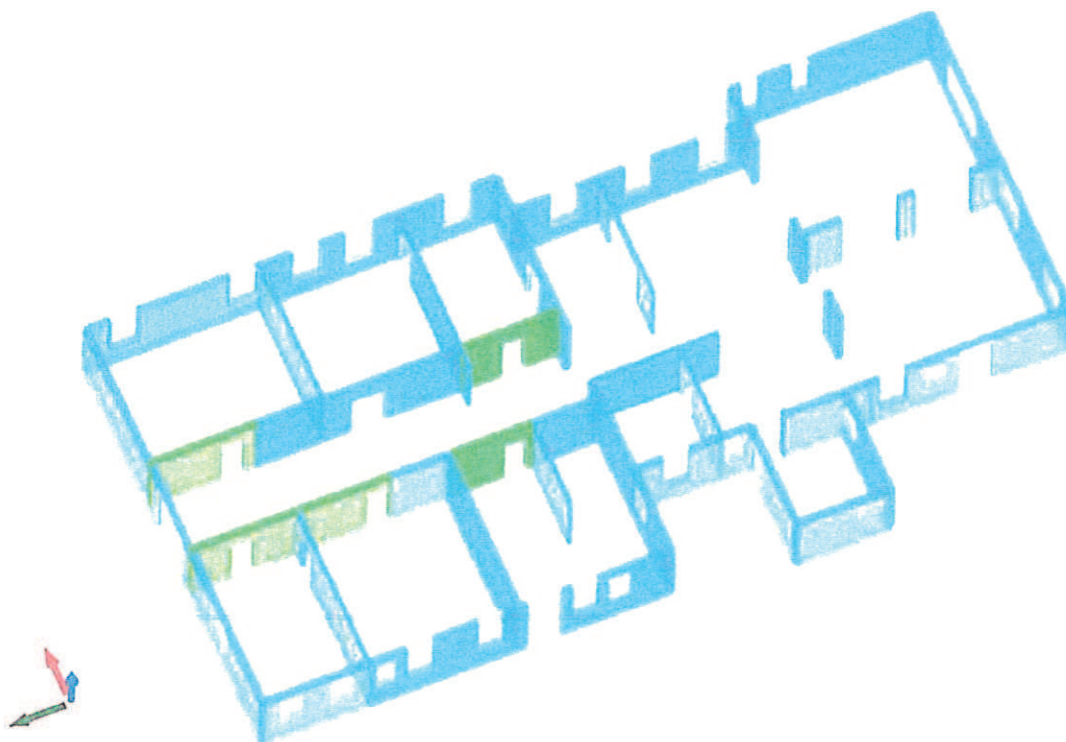
- per il solaio di piano: realizzazione del cordolo di piano con incatenamenti al solaio esistente;
- per la copertura lignea: rimozione delle tavelline esistenti e realizzazione di un doppio tavolato incrociato con bandelle metalliche chiodate e fissate sui cordoli.

Per incrementare il T_r ottenuto dalla presente verifica si consigliano inoltre i seguenti interventi:

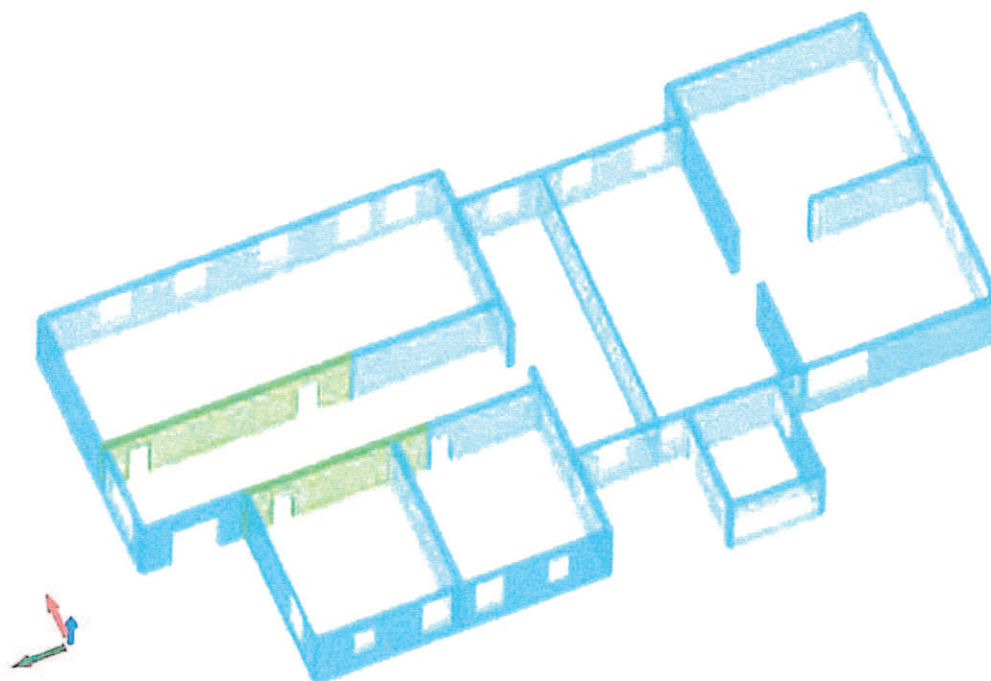
- Realizzazione nuove murature controventanti interne;
- rinforzo con intonaco armato delle murature con spessore inferiore ai 20cm.
Il rinforzo dovrà interessare l'intero maschio da cielo a terra ed essere ben ammorsato alle fondazioni.

L'ipotesi di intervento è di seguito riportata:

- realizzazione del piano rigido di fondazione tramite nuova platea in c.a. ammorsata alle fondazioni esistenti.
- rifacimento dei solai e del tetto ligneo, garantendo la rigidità dell'impalcato, e realizzazione cordolatura perimetrale.
- Realizzazione nuove murature portanti interne



Piano terra – in verde nuove pareti



Piano primo – in verde nuove pareti

- Rinforzo con intonaco armato sp 5cm con rete $\phi 8/20 \times 20$ cm delle murature ad una testa con spessore inferiore ai 20 cm. In questo modo si ottiene quindi un tempo di ritorno T_r maggiore di 30 anni, in linea con i blocchi adiacenti, e vista la tipologia e l'epoca costruttiva dell'edificio in oggetto, ritenuto accettabile per il tipo di struttura in esame.

4.3 Blocco D

La dimensione del giunto pari a 2cm è sufficiente per evitare il martellamento. Si consiglia l'allargamento del giunto tra il corpo D ed il corpo B alla dimensione di almeno 4 cm.

Onde evitare la criticità delle pareti di facciata si consigliano i seguenti interventi:

- per il solaio di piano: la rimozione della cappa in cls esistente e la realizzazione di una nuova cappa in cls collaborante con le travi lignee, ben ammortata ai cordoli.
- per la copertura: rimozione del tavolato esistente e realizzazione di un doppio tavolato incrociato con bandelle metalliche chiodate e fissate sui cordoli.

Per incrementare il T_r ottenuto dalla presente verifica si consigliano inoltre i seguenti interventi:

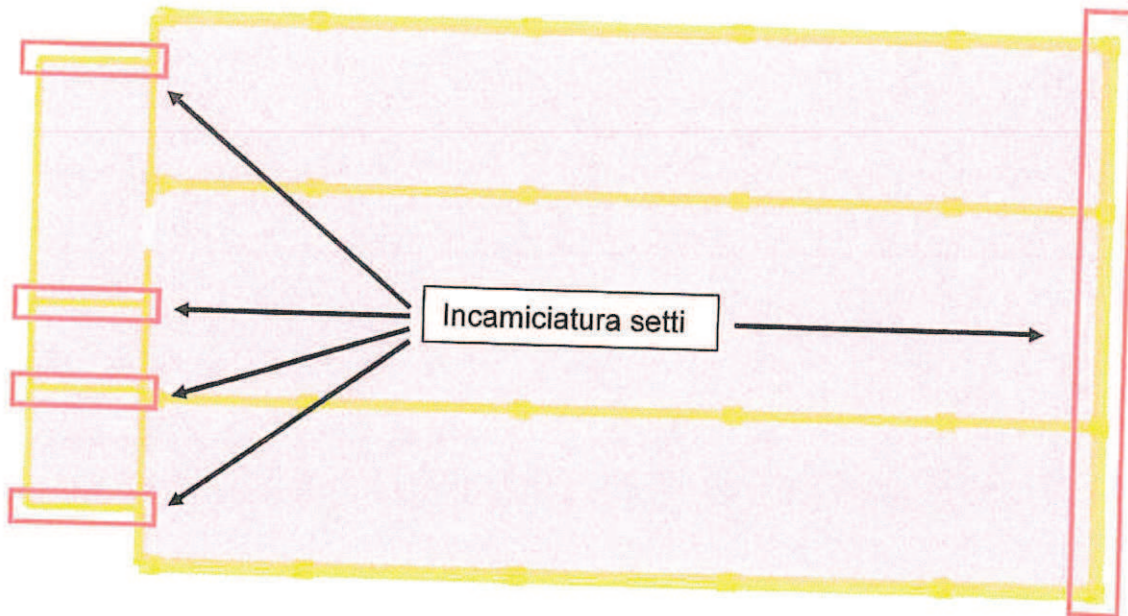
- per le murature perimetrali in genere: realizzazione di diatoni di collegamento per garantire l'accoppiamento tra i due paramenti murari attualmente separati dall'intercapedine.
- per le murature perimetrali non verificate: rinforzo con intonaco armato. Il rinforzo dovrà interessare l'intero maschio da cielo a terra ed essere ben ammortato alle fondazioni.

4.4 Blocco E

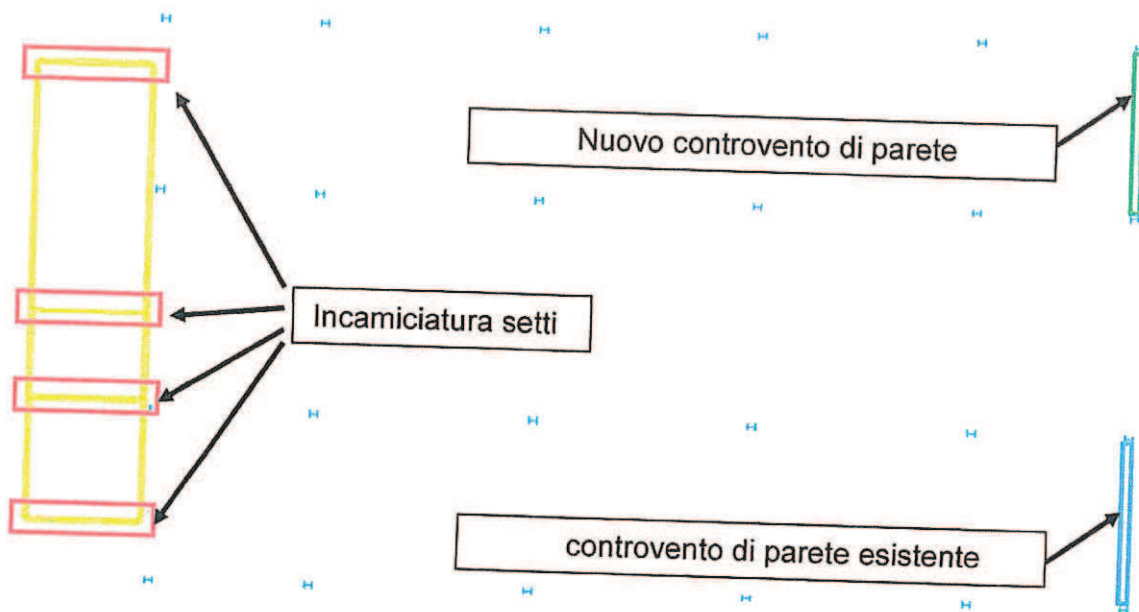
Un ipotesi di intervento che garantisce il raggiungimento di un tempo di ritorno pari a $T_r = 500$ anni circa è di seguito riportata:

- introduzione di ulteriori controventi di parete sul telaio metallico, in direzione trasversale;
- rinforzo a taglio e presso flessione delle pareti del nucleo in c.a. mediante incamiciatura in cemento armato;
- rinforzo delle pareti del cassone di fondazione mediante incamiciatura in cemento armato;

Si riportano di seguito le piante strutturali dell'edificio con indicati gli elementi strutturali da rinforzare e la posizione dei nuovi controventi da introdurre:



Setti da rinforzare mediante incamiciatura in c.a. al piano interrato



Setti da rinforzare mediante incamiciatura in c.a. e nuovo controvento metallico di parete