Associazione ISI – Ingegneria Sismica Italiana
Via Chieti n. 8 - 20154 Milano, Tel. (+39) 331 2696084
segreteria@ingegneriasismicaitaliana.it www.ingegneriasismicaitaliana.it

Valutazione del grado di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio residenziale pubblico

Studio sullo stato conservativo di un campione del patrimonio gestito dagli Enti associati a Federcasa

Data: 29-07-2015

Sommario

Su incarico di Federcasa, ISI (Ingegneria Sismica Italiana) ha realizzato uno studio sullo stato conservativo di un campione di edifici con lo scopo di valutarne il grado di vulnerabilità sismica. Federcasa è la federazione che riunisce gli Enti gestori di edifici residenziali pubblici italiani e ha messo a disposizione un campione rappresentativo di fabbricati di diverse tipologie, con differenti epoche di costruzione e distribuiti su tutto il territorio nazionale. ISI si è occupata delle visite ispettive e delle valutazioni preliminari atte a valutare la sicurezza di tali strutture, ad individuare appropriate misure di intervento e definire i relativi costi di adeguamento antisismico nell'ottica di un approccio integrato alla manutenzione e riqualificazione del patrimonio gestito. Il presente report raccoglie e rielabora i risultati di tale studio.

Tali valutazioni consentono inoltre di analizzare, seppure in modo sommario e attraverso un estensione dei risultati, le risorse economiche necessarie ad una riqualificazione e di messa in sicurezza del patrimonio pubblico edilizio-residenziale.

Gli edifici che costituiscono il campione suddetto – otto in totale – sono stati individuati da Federcasa e sono ubicati, procedendo da Nord a Sud, nelle seguenti provincie: Treviso, Bologna, Firenze, Terni, L'Aquila, Napoli, Potenza e Siracusa.

Sommario

1 Introduzione 3
1.1 Patrimonio Edilizio Nazionale 3
1.2 Individuazione e analisi di un campione preliminare 5
1.3 Schede di rilievo per ispezioni speditive 7
1.4 Interventi di miglioramento sismico 15
1.4.1 Interventi Locali 16
1.4.2 Interventi Globali 20
2 Relazione Ispezione - Provincia di Treviso (TV) 23
2.1 Caratterizzazione dell'opera 23
2.1.1 Descrizione Generale 23
2.1.2 Caratteristiche Strutturali 23
2.1.3 Stato di conservazione dell'opera 24
2.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 24
2.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 25
2.4 Interventi di Miglioramento 25
2.4.1 Interventi Locali 26
2.4.2 Interventi Globali 26
3 Relazione Ispezione - Provincia di Bologna (BO) 27
3.1 Caratterizzazione dell'opera 27
3.1.1 Descrizione Generale 27
3.1.2 Caratteristiche Strutturali 27
3.1.3 Stato di conservazione dell'opera 28
3.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 28
3.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 28
4 Relazione Ispezione - Provincia di Firenze (FI) 30
4.1 Caratterizzazione dell'opera 30
4.1.1 Descrizione Generale 30
4.1.2 Caratteristiche Strutturali 30
4.1.3 Stato di conservazione dell'opera 31
4.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 31
4.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 31
4.4 Interventi di Miglioramento 32
4.4.1 Interventi Locali 32
4.4.2 Interventi Globali 33
5 Relazione Ispezione - Provincia di Terni (TR) 34
5.1 Caratterizzazione dell'opera 34
5.1.1 Descrizione Generale 34
5.1.2 Caratteristiche Strutturali 34
5.1.3 Stato di conservazione dell'opera 35
5.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 35
5.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 35
5.4 Interventi di Miglioramento 36
5.4.1 Interventi Locali 36
5.4.2 Interventi Globali 37
6 Relazione Ispezione - Provincia di L'Aquila (AQ) 38
6.1 Caratterizzazione dell'opera 38

6.1.1 Descrizione Generale 38
6.1.2 Caratteristiche Strutturali 38
6.1.3 Stato di conservazione dell'opera 39
6.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 39
6.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 39
7 Relazione Ispezione - Provincia di Napoli (NA) 41
7.1 Caratterizzazione dell'opera 41
7.1.1 Descrizione Generale 41
7.1.2 Caratteristiche Strutturali 41
7.1.3 Stato di conservazione dell'opera 41
7.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 42
7.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 42
7.4 Interventi di Miglioramento 43
7.4.1 Interventi Globali 43
8 Relazione Ispezione - Provincia di Potenza (PZ) 44
8.1 Caratterizzazione dell'opera 44
8.1.1 Descrizione Generale 44
8.1.2 Caratteristiche Strutturali 44
8.1.3 Stato di conservazione dell'opera 44
8.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 44
8.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 45
8.4 Interventi di Miglioramento 46
8.4.1 Interventi Locali 46
8.4.2 Interventi Globali 46
9 Relazione Ispezione - Provincia di Siracusa (SR) 47
9.1 Caratterizzazione dell'opera 47
9.1.1 Descrizione Generale 47
9.1.2 Caratteristiche Strutturali 47
9.1.3 Stato di conservazione dell'opera 48
9.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni) 48
9.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento 48
10 Sintesi Risultati 50
11 Riferimenti Bibliografici 1
Ringraziamenti 2

Introduzione

1.1 Patrimonio Edilizio Nazionale

Il patrimonio residenziale in Italia ammonta, secondo il censimento ISTAT del 2001, a circa 22 milioni di alloggi. Di questi circa il 5 % (1.023.373) sono di proprietà pubblica. Tabella 1 riporta il numero e le percentuali dello stock totale nazionale e pubblico suddiviso per regioni mentre Tabella 2 riporta la suddivisione per epoca di costruzione. Censimenti aggiornati come quello ISTAT del 2011 non vengono mostrati in quanto non forniscono indicazione relative all'anno di costruzione degli edifici.

Tabella 1. Stock Nazionale e Stock Pubblico per Regioni.

REGIONI	Abitazioni Totali (1)	%	Abitazioni Pubbliche (2)	%	(2/1) %
Piemonte	1.788.774	8.3	55.194	5.4	3.1
Valle d'Aosta	52.955	0.2	1.905	0.2	3.6
Lombardia	3.630.862	16.8	170.392	16.7	4.7
Trentino-Alto Adige	363.489	1.7	21.858	2.1	6.0
Veneto	1.698.739	7.9	61.007	6.0	3.6
Friuli-Venezia Giulia	493.044	2.3	32.042	3.1	6.5
Liguria	706.545	3.3	24.591	2.4	3.5
Emilia-Romagna	1.636.157	7.6	58.706	5.7	3.6
Toscana	1.373.376	6.3	52.575	5.1	3.8
Umbria	310.233	1.4	8.468	0.8	2.7
Marche	546.220	2.5	17.498	1.7	3.2
Lazio	1.958.392	9.1	127.873	12.5	6.5
Abruzzo	459.473	2.1	21.814	2.1	4.7
Molise	118.920	0.5	5.317	0.5	4.5
Campania	1.847.550	8.5	121.258	11.8	6.6
Puglia	1.372.635	6.3	66.829	6.5	4.9
Basilicata	213.511	1.0	14.778	1.4	6.9
Calabria	704.951	3.3	42.879	4.2	6.1
Sicilia	1.777.654	8.2	83.699	8.2	4.7
Sardegna	581.865	2.7	34.690	3.4	6.0
Italia	**21.635.345**	**100**	**1.023.373**	**100**	**4.7**

(Elaborazione su dati ISTAT 2001)

Tabella 2. Stock Nazionale e Stock Pubblico per Epoca di Costruzione

EPOCA DI COSTRUZIONE	Abitazioni Totali (1)	%	Abitazioni Pubbliche (2)	%	(2/1) %
Prima del 1919	2.799.434	12.9	58.215	5.7	2.1
Dal 1919 al 1945	2.082.629	9.6	95.750	9.4	4.6
Dal 1946 al 1961	3.641.512	16.8	190.388	18.6	5.2
Dal 1962 al 1971	4.761.725	22.0	162.006	15.8	3.4
Dal 1972 al 1981	4.017.928	18.6	238.124	23.3	5.9
Dal 1982 al 1991	2.628.258	12.1	218.610	21.4	8.3
Dopo il 1991	1.703.859	7.9	60.280	5.9	3.5
Totale	**21.635.345**	**100**	**1.023.373**	**100**	**4.7**

(Elaborazione su dati ISTAT 2001)

Federcasa associa e coordina 103 enti (ALER, ATER, IACP, SPA) che in tutta Italia, da oltre un secolo costruiscono e gestiscono complessi di edilizia residenziale pubblica con fondi pubblici e fondi propri. Oggi, questi enti e aziende, specializzati nella realizzazione e nell'amministrazione di patrimoni abitativi, gestiscono oltre 740 mila alloggi (pari a circa 85 mila edifici) propri e di terzi (Tabella 3), destinati ad un'utenza con reddito basso e attuano interventi di recupero, restauro, risanamento conservativo, ristrutturazione, manutenzione straordinaria e ordinaria.

Tabella 3. Patrimonio Gestito in Locazione ex IACP (2013)

	Fabbricati	Alloggi
Nord	31,291	323,279
Centro	11,292	155,718
Sud	42,427	263,019
Italia	**85,009**	**742,016**

In molte aree del nostro paese, il problema del miglioramento sismico del patrimonio edilizio esistente appare indilazionabile vista la frequenza degli eventi tellurici ed il costo, sia in termini di vite umane che di ricostruzione, pagato in questi ultimi anni. Secondo i dati del Dipartimento della Protezione Civile, i soli stanziamenti per l'emergenza e la ricostruzione nel periodo 1968 – 2009 ammontano circa a 135 miliardi di euro.

Il patrimonio abitativo gestito da Federcasa, rappresenta la più consistente proprietà accorpata a livello nazionale. Tabella 3 riporta il numero di fabbricati e di alloggi gestito in locazione dagli enti associato a Federcasa (ex IACP) nel 2013 suddiviso per area geografica. Essendo il patrimonio edilizio stratificato nel tempo e diversificato per tipologie edilizie e tecnologie costruttive, costituisce un valido campione per elaborare ipotesi di programma, piani di intervento e quantificare le risorse economiche necessarie per la riduzione dei danni provocati dai terremoti.

In particolare, circa l'60 % del patrimonio residenziale gestito dagli ex IACP (pari a circa 450 mila alloggi) è stato costruito prima del 1981, cioè prima della reale adozione della normativa sismica a seguito della classificazione del territorio avvenuta attraverso una serie di decreti emanati tra gli anni 1981 e 1984. Sul totale delle abitazioni occupate in Italia, circa il 70% è stato realizzato prima del 1981 a cui corrispondono circa 17 milioni di alloggi. Tutto ciò evidenzia che la vulnerabilità sismica degli edifici residenziali del nostro paese costituisce una reale priorità ed è quindi necessario elaborare studi ed interventi mirati alla riduzione del rischio associato.

La definizione di un programma tecnico-finanziario per l'adeguamento sismico di un patrimonio edilizio in larga scala deve essere necessariamente preceduta da una fase di studio al fine di raccogliere tutti gli elementi conoscitivi necessari per operare scelte razionali e coerenti con la situazione reale.

La prima fase della predisposizione del programma è costituita nell'individuazione e nell'analisi di un campione di edifici scelto fra il patrimonio di edilizia residenziale pubblica gestito dagli ex IACP.

1.2 Individuazione e analisi di un campione preliminare

La prima fase della ricerca prevede l'individuazione del campione da utilizzare come caso studio, scelto fra il patrimonio edilizio di Federcasa. Il campione utilizzato è costituito da 8 casi studio caratterizzati da diverse tipologie strutturali, differente epoca di costruzione e dislocati su tutto il territorio nazionale come mostrato in Figura 2-1. Tali edifici sono ubicati, procedendo da Nord a Sud, nelle seguenti provincie: Treviso, Bologna, Firenze, Terni, L'Aquila, Napoli, Potenza e Siracusa. Gli edifici casi studio sono stati forniti rispettivamente da: ATER Treviso, ACER Bologna, CASA SPA Firenze, ATER Umbria, ATER L'Aquila, IACP Napoli, ATER Potenza e IACP Siracusa. Figura 2-2 mostra la posizione degli edifici sovrapposta alla mappa di pericolosità sismica del territorio italiano aggiornata al 2015.

Figura 2-1. Posizione Casi Studio

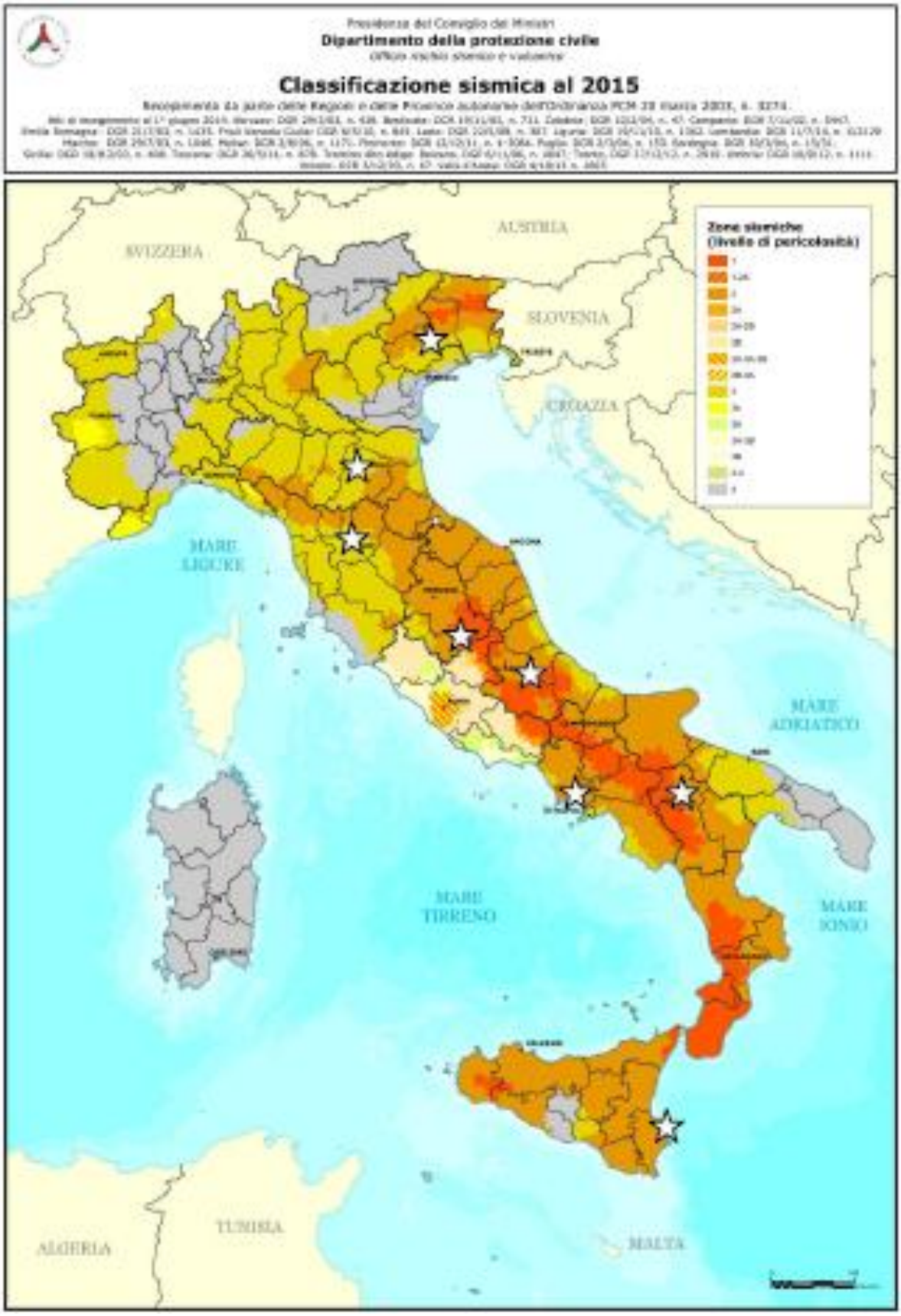


Figura 2-2. Posizione Casi Studio e Mappa di Pericolosità Sismica

La posizione dei campioni è stata definita in base all'esigenza di avere una distribuzione su tutto il territorio nazionale e sul requisito di considerare zone caratterizzate da una certa pericolosità sismica. Figura 2-2 mostra che tutti gli edifici ricadono nelle zone sismiche 1 e 2 così come classificate nell'OPCM del 20 Marzo 2003 n. 3274.

Tabella 4 mostra in modo più sintetico i casi studio considerati includendo, la loro posizione sul territorio, la tipologia strutturale, l'anno di costruzione, il numero dei piani e l'ente di appartenenza. La pericolosità sismica del sito viene mostrata sinteticamente attraverso il parametro a_g valutato per lo stato limite di vita (SLV – P_{VR} = 10 %) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso per la costruzione (c_u) pari a 1. L'intensità sismica è quindi caratterizzata in tutti i casi da un tempo di ritorno (T_R) di 475 anni.

I campioni sono stati scelti inoltre in modo tale da avere una distribuzione eterogenea delle tipologie strutturali.

Tabella 4. Casi Studio

Ente	Città	Tipologia Strutturale	Anno di Costruzione	n. piani	a_g [g]
ATER Treviso	Conegliano (TV)	Struttura parzialmente prefabbricata in c.a.	1981	4	0.227
ACER Bologna	Bologna (BO)	Muratura portante	1924 circa	5	0.166
CASA SPA Firenze	Firenze (FI)	Struttura a telaio in c.a.	1981	7	0.131
ATER Umbria	Terni (TR)	Struttura a setti in c.a.	1980	7	0.167
ATER L'Aquila	Sulmona (AQ)	Struttura a telaio e nuclei in c.a.	1983	5	0.256
IACP Napoli	Napoli (NA)	Struttura a telaio in c.a.	1978 circa	10	0.168
ATER Potenza	Potenza (PZ)	Struttura a telaio in c.a.	1975	4	0.248
IACP Siracusa	Siracusa (SR)	Struttura a telaio e setti in c.a.	1981	5	0.214

1.3 Schede di rilievo per ispezioni speditive

La vulnerabilità sismica di una struttura consiste nella valutazione della maggiore o minore propensione della struttura stessa a subire danni per effetto di un terremoto di assegnate caratteristiche. Essa rappresenta una proprietà intrinseca della costruzione, dipendendo dalle caratteristiche strutturali (geometriche e costruttive) reali della struttura. La sua determinazione costituisce un aspetto cruciale per la valutazione della sicurezza strutturale in caso di terremoti.

La valutazione della vulnerabilità sismica di un edificio viene condotta attraverso modelli agli elementi finiti che consentono di effettuare analisi strutturali approfondite. Tuttavia, in situazioni di emergenza post sisma o quando si vuole valutare la vulnerabilità di un largo stock di edifici non è possibile analizzare in dettaglio ogni singolo edificio ed è necessario ricorrere a metodi semplificati che forniscono una stima più o meno realistica del-

la vulnerabilità dell'edificio in base al livello di approfondimento. In particolare le schede consentono la raccolta di una serie di informazioni sulle caratteristiche degli elementi costitutivi dell'edificio, sulla loro organizzazione, sullo stato di conservazione delle strutture, ecc che permettono, sulla base di esperienze passate, di assegnare all'edificio un livello di vulnerabilità. Le schede di rilievo sono generalmente suddivise in base al livello di approfondimento in schede di livello 0, 1 e 2.

Il presente studio rappresenta uno studio preliminare ad un indagine molto più ampia che intende investigare l'intero patrimonio degli enti associati a Federcasa. Data l'estensione del patrimonio edilizio su cui dovrà essere applicata l'indagine la metodologia proposta impiega schede di livello 0. La scheda impiegata durante le ispezioni e le relative note esplicative sono riportate nel seguito.

Scheda Generale dell’Opera

1) Identificazione dell’opera

Indirizzo I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I Num. Civico I_I_I_I_I C.A.P. I_I_I_I_I	Coordinate Geografiche E I_I_I_I_I_I_I_I, I_I_I_I Fuso I_I_I N I_I_I_I_I_I_I_I, I_I_I_I

Denominazione complesso I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I

Proprietario I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I

2) Mappa Generale

Data I_I_I/I_I_I/I_I_I_I_I	Il compilatore (in stampatello) ________________________	Firma ________________________

Note Esplicative Sulla Compilazione della Scheda

La scheda si riferisce all'intero complesso. La scheda è divisa in 2 paragrafi. Dove sono presenti le caselle I_I si deve scrivere in stampatello, il testo da sinistra e i numeri da destra.
Ogni scheda deve riportare la data del censimento (campo "data"), il nome e la firma del compilatore.

Paragrafo 1: Identificazione dell'edificio
Nella sezione "indirizzo" riportare l'indirizzo completo utilizzando il codice Istat (via, viale, piazza, corso, etc.) senza abbreviazioni e comprensivo di codice di avviamento postale e numero civico.
Nella sezione "coordinate geografiche" si devono riportare le coordinate dell'ingresso principale dell'opera. Nei campi "E" e "N" vanno rispettivamente indicate le coordinate chilometriche (espresse in metri) Est e Nord. Il campo "fuso"si riferisce al fuso di appartenenza nella proiezione universale traversa di Mercatore,.
Nella sezione "denominazione del complesso" riportare la denominazione per esteso della struttura. Nella sezione "proprietario" riportare il nome per esteso del proprietario della struttura.

Paragrafo 2: Mappa Generale
Riportare una mappa generale di tutto il complesso, sulla quale indicare, con un codice alfanumerico di riferimento, gli edifici di cui il complesso si compone. L'intero complesso va identificato come unità omogenee, distinguibili da edifici adiacenti per tipologia costruttiva, differenze in altezza, età di costruzione, sfalsamento dei piani, etc. La suddivisione in edifici non deve essere fatta in funzione della destinazione d'uso dell'edificio. Ciascun edificio dovrà avere un codice alfanumerico del tipo "EI_I_I" ove, nelle due caselle, va riportato un numero progressivo di riferimento. La precisione minima richiesta per questa mappa è quella della scala 1:5000. La mappa, se disponibile in formato elettronico, può essere inviata in allegato alla scheda.

Scheda di Censimento dei Dati di Livello 0
Scheda Strutture

1) Identificazione dell'edificio

Denominazione dell'Edificio I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I_I	
Codice Alfanumerico di Riferimento I_I_I_I_I_I_I_I	
Coordinate Geografiche E I_I_I_I_I_I_I_I, I_I_I_I N I_I_I_I_I_I_I_I, I_I_I_I	Posizione dell'edificio ☐ Isolato ☐ Interno ☐ D'estremità ☐ D'angolo

2) Dati dimensionali / **3) Età**

N^0 Piani totali con interrati	N^0 Piani interrati	Altezza media di interpiano [m]	Superficie media di piano [m^2]	Anno di progettazione	Anno di ultimazione della costruzione	Anno di progettazione di eventuali interventi di modifica sostanziale		
I_I_I	I_I_I	I_I_I,I_I	I_I_I_I_I_I_I	I_I_I_I_I	I_I_I_I_I	I_I_I_I_I	I_I_I_I_I	I_I_I_I_I

4) Dati di esposizione

Numero totale di alloggi I_I_I_I_I	Indice di occupazione alloggi I_I_I%	Numero di occupanti I_I_I

5) Dati strutturali

STRUTTURE VERTICALI

MURATURE											C.A.		ACCIAIO		PREFABBRICATO CA o CAP	ALTRO
In pietra irregolare di cattiva qualità		In pietra regolare di buona qualità		Mattoni artificiali con elevata % di foratura		Mattoni artificiali con bassa % di foratura										
Senza catene/ cordoli	Con catene/ cordoli	Senza catene/ cordoli	Con catene/ cordoli	Senza catene/ cordoli	Con catene/ cordoli	Senza catene/ cordoli	Con catene/ cordoli	Mista CA	Mista Acciaio	Rinforzata	Telai	Pareti, nuclei	Telai	Controventi		
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

STRUTTURE ORIZZONTALI							COPERTURA			
Non identificate	Volte senza catene	Volte con catene	Solai in legno senza irrigidimento	Solai in legno con irrigidimento	Solai in acciaio con travi e voltine	Solai in laterocemento	Pesante con cordolo	Pesante senza cordolo	Leggera con cordolo	Leggera senza cordolo
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

6) Regolarità strutturale

In pianta			In altezza		
Molto regolare	Med. regolare	Poco regolare	Molto regolare	Med. regolare	Poco regolare
☐	☐	☐	☐	☐	☐

7) Dati geomorfologici

Morfologia del sito				Fenomeni franosi		Categoria suolo di fondazione
Cresta	Pendio forte	Pendio leggero	Pianura	Assenti	Presenti	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	I_I

8) Note di compilazione

Paragrafo 1:

Nel caso di edificio appartenente ad un aggregato edilizio, se esiste un distacco fra l'edificio e gli edifici dell'aggregato ad esso adiacenti, indicare la dimensione stimata del distacco.

Nel caso di giunti all'interno di un edificio omogeneo (ad esempio il caso di edifici in C.A. che presentano giunti di dilatazione) indicare la dimensione del giunto.

Nel caso di edifici collegati dare una breve descrizione dell'elemento di collegamento (ad esempio corridoi, tunnel, etc…)

Paragrafo 2:

Nel caso di piani con superfici molto diverse, specificare con maggior dettaglio la superficie (ad esempio 500 m^2 dal piano -1 al piano +1, 300 m^2 dal piano +1 al piano +3, etc…)

Paragrafo 3:

Dare una sintetica descrizione degli interventi di ristrutturazione.

Paragrafo 4:

Indicare il numero totale degli alloggi, l'indice di occupazione degli alloggi e il numero totale di occupanti dell'edificio.

Paragrafo 5:

Strutture verticali

Dare una breve descrizione del cordolo (dimensioni, armatura, etc…)

Nel caso di struttura mista (muratura mista C.A. e muratura mista acciaio) dare una breve descrizione degli elementi portanti in muratura e degli elementi portanti in C.A./acciaio.

Strutture orizzontali

Nel caso di più tipi di strutture orizzontali (ad esempio volte al primo piano e solai in legno ai piani superiori) indicare ai piani a quali sono presenti i vari tipi di struttura orizzontale.

Paragrafo 6:

Nel caso di strutture classificate come mediamente regolari o poco regolari in altezza, specificare fra quali piani la struttura è regolare in altezza (ad esempio la struttura ha la stessa sezione fra: il piano 1 e il piano 3 – il piano 3 e il piano 5).

Paragrafo 7:

Specificare come sono state reperite le informazioni sulla categoria del suolo di fondazione.

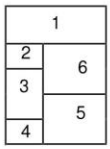
Altri commenti:

Data I_I_I/I_I_I/I_I_I_I_I	Il compilatore (in stampatello)	Firma

Note Esplicative Sulla Compilazione della Scheda

La scheda deve essere compilata per ciascun edificio appartenente all'intero complesso, intendendo per edificio una unità strutturale "cielo terra", individuabile per caratteristiche tipologiche e quindi distinguibile dagli edifici adiacenti per tali caratteristiche e anche per differenza di altezza e/o età di costruzione e/o piani sfalsati, etc. La scheda è divisa in 8 paragrafi. Dove sono presenti le caselle I_I si deve scrivere in stampatello il testo da sinistra e i numeri da destra. Le opzioni di scelta date nelle varie sezioni della scheda vanno selezionate annerendo le caselle corrispondenti (■).
Ogni scheda deve riportare la data del censimento (campo "data"), il nome e la firma del compilatore.

Paragrafo 1: Identificazione dell'edificio
Nel campo "denominazione dell'edificio" indicare il nome dell'edificio.
Nel campo "codice di riferimento alfanumerico" indicare il codice assegnato all'edificio nella scheda generale compilata per l'intero complesso.
Nel campo "coordinate geografiche" si devono riportare le coordinate dell'ingresso principale dell'edificio. Nei campi "E" e "N" vanno rispettivamente indicate le coordinate chilometriche (espresse in metri) Est e Nord.
Se l'edificio non è isolato, la sezione "posizione dell'edificio" individua lo stesso nell'ambito dell'intero aggregato edilizio. Per aggregato edilizio si intende un insieme di più edifici, a contatto o collegati in modo più o meno efficace. Se esiste un distacco fra edifici appartenenti ad un aggregato, nelle note al § 8 viene chiesto di specificare la dimensione del distacco. Nel caso di edificio isolato, l'edificio corrisponde all'aggregato edilizio.



1 Edificio di estremità
2, 3, 6 Edifici interni
4, 5 Edifici d'angolo
7 Edificio isolato

L'eventuale presenza di giunti all'interno di un edifico per il quale è stata compilata una sola scheda va indicata sulla mappa generale compilata per l'intero complesso. Inoltre nelle note al § 8 della presente scheda viene richiesto di fornire la dimensione stimata dei giunti.

Paragrafo 2: Dati dimensionali
Nel campo "N^0 piani totali con interrati" indicare il numero complessivo di piani dell'edificio, dallo spiccato delle fondazioni, incluso il sottotetto se praticabile. Per la compilazione del campo "N^0 piani interrati" si considerano come interrati tutti i piani interrati per più di metà dell' altezza.
Nel campo "altezza media di interpiano" indicare l'altezza in m che meglio approssima la media delle altezze ai vari piani fuori terra. Infine, nel campo "superficie media di piano" indicare la superficie in m^2 che meglio approssima la media delle superfici dei piani fuori terra.

Paragrafo 3: Età
Nel campo "anno di progettazione" indicare l'anno nel quale il progetto esecutivo è stato accettato dall'ente appaltante. Nel campo "anno di ultimazione della costruzione" indicare l'anno di ultimazione dei lavori. Nei campi "anno di progettazione di eventuali interventi di modifica sostanziale" indicare l'anno di progettazione di ciascun intervento di miglioramento/adeguamento strutturale effettuato.

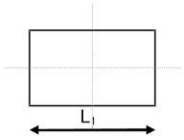
Paragrafo 4: Dati di esposizione
Nel campo "numero totale alloggi" indicare il numero totale degli alloggi dell'edificio. Nel campo "indice di occupazione alloggi" indicare la percentuale di alloggi occupati: quest'ultima è data dal rapporto tra il numero degli alloggi occupati e il numero totale degli alloggi. Il campo "numero totale di occupanti" deve contenere il numero totale delle persone che abitano l'edificio.

Paragrafo 5: Dati strutturali
Indicare nelle corrispondenti sezioni la tipologia delle strutture portanti verticali, delle strutture orizzontali e della copertura.
Strutture verticali
Le strutture verticali in muratura si distinguono in strutture in pietra naturale e artificiale. A sua volta la pietra si distingue in "pietra irregolare di cattiva qualità" e in "pietra regolare di buona qualità", mentre la muratura in mattoni artificiali in "mattoni artificiali con elevata % di foratura" e "mattoni artificiali con bassa % di foratura". Per i mattoni artificiali la % di foratura è considerata elevata se superiore al 45%. Va inoltre indicata la presenza di catene e cordoli. Le informazioni sul tipo di muratura possono essere dedotte da documentazioni di progetto o di interventi di adeguamento posteriori alla data di realizzazione dell'opera, ispezione dei locali non intonacati, etc. Inoltre, la presenza di catene è evidenziata da capochiavi visibili all'esterno dell'edificio. Le situazioni di murature "mista CA" e "mista acciaio" si riferiscono a casi in cui ai diversi piani cambia la tipologia degli elementi resistenti alle azioni sismiche (come ad esempio il caso in cui il primo piano ha struttura portante in CA e i piani superiori hanno struttura portante in muratura), oppure su uno stesso piano l'azione sismica viene ripartita fra elementi di tipologia diversa (come ad esempio il caso in cui parte dell'azione sismica viene assorbita dalle murature e parte da telai in CA/acciaio). Il caso di muratura "rinforzata" si riferisce ad interventi di consolidamento della muratura mediante placcaggio (con paretine armate, intonaci armati, betoncino armato, frp), iniezioni di miscele leganti (a base di malta o resina), stilatura dei giunti, etc.
Se l'intervento è palesemente inefficace, il rilevatore non dovrà far ricadere l'edificio in questa tipologia strutturale. Situazioni di muratura armata in fase di esecuzione, cioè di posa di armatura verticale e orizzontale all'interno della muratura, sono in Italia molto rare.
Le tipologie strutturali con elementi resistenti in CA, acciaio e prefabbricati in CA o CAP, sono solitamente facilmente identificabili.
Esiste la possibilità di indicare altre tipologie strutturali che non sono state dettagliate in quanto poco rappresentative del costruito in Italia.
Strutture orizzontali
Nel caso di strutture spingenti anche sotto la sola azione del carico gravitazionale, quali le volte, è necessario indicare la presenza o meno di catene, che annullano la spinta delle volte sulle murature.
La tipologia del solaio può essere definita mediante documenti di progetto o mediante una stima della rigidezza del solaio durante il sopralluogo.
Fanno parte della categoria dei solai flessibili i "solai in legno senza irrigidimenti". Se è stato eseguito un irrigidimento con doppio tavolato, o meglio ancora, con soletta collaborante in CA, il solaio può essere considerato semirigido o rigido, a seconda del grado di collegamento dell'irrigidimento con i travetti pre-esistenti (campo "solai in legno con irrigidimenti"). Possono essere considerati semirigidi i "solai in acciaio con travi e voltine". Infine, sono rigidi i solai in soletta piena in CA o in laterocemento con soletta in CA adeguatamente armata (campo "solai

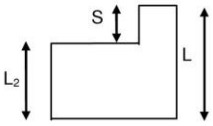
in laterocemento").
In caso di forti dubbi sulla tipologia del solaio, è possibile indicare che la tipologia è "non identificata". In situazioni in cui diverse tipologie sono contemporaneamente presenti, è possibile indicare più opzioni, avendo cura di precisare nella scheda quale è la tipologia predominante.
In questo paragrafo è possibile selezionare più opzioni nel caso strutture di diversa tipologia siano presenti ai vari piani. In tal caso è necessario specificare a quali piani ciascuna struttura è presente nelle note di compilazione al § 8.
Copertura
Le coperture hanno un effetto positivo o negativo sul comportamento sismico della struttura in funzione di due fattori: peso ed eventuale spinta trasferita alle murature di supporto. Dal punto di vista operativo vanno considerate come leggere le coperture in legno o in acciaio, purché non siano presenti lastre/tegole pesanti ad esempio in pietra naturale. Sono considerate pesanti le coperture in laterocemento. Infine, il fatto che la copertura trasferisca o meno spinte alle murature perimetrali va valutato sulla base della presenza/efficacia di elementi attraverso i quali la spinta può essere eliminata quali: cordoli, catene, capriate con catene, muri di spina (muri che sostengono la copertura a livello del colmo), travi di colmo, etc.,.

Paragrafo 6: Regolarità strutturale
Indicare nelle corrispondenti sezioni se la struttura è regolare in pianta o in altezza. La struttura viene considerata "molto regolare" se sono rispettati i limiti dimensionali riportati al §7.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008. La figura che segue può essere presa come riferimento per il giudizio di regolarità:

Regolarità in pianta



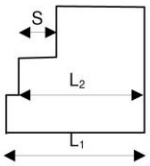
Struttura "Molto regolare" se: $L_1 / L_2 < 4$ e le masse sono simmetricamente distribuite



Struttura "Molto regolare" se $S < 25\%L$
Struttura "Med. regolare" se $25\%L < S < 40\%L$
Struttura "Poco regolare" se $S > 40\%L$

Regolarità in altezza

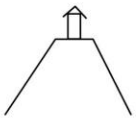
Struttura "Molto regolare" se le strutture verticali sono continue lungo tutta l'altezza



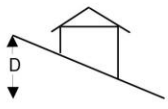
Struttura "Molto regolare" se:
$S < 30\%L_1$ e $S < 20\%L_2$ e variazioni di massa fra i piani < 25%
Struttura "Med. regolare" se:
$30\%L_1 < S < 40\%L_1$ e $20\%L_2 < S < 30\%L_2$ e variazioni di massa fra i piani > 25% e < 40%
Struttura "Poco regolare" se:
$S > 40\%L_1$ e $S > 30\%L_2$ e variazioni di massa fra i piani > 40%

Paragrafo 7: Dati geomorfologici
Deve essere indicata in questo paragrafo la morfologia del sito (cresta, pendio forte, pendio leggero, pianura), gli eventuali fenomeni franosi del terreno su cui insiste l'opera o che potrebbero comunque coinvolgere l'opera stessa e la categoria del suolo di fondazione. Quest'ultimo può essere classificato come A, B, C, D, E, S1 e S2, così come definito al §3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008.. Il suddetto paragrafo delle norme tecniche propone una classificazione basata sui valori di V_{s30} (velocità delle onde di taglio entro 30 m dalla superficie) e su parametri stratigrafici difficilmente reperibili, a meno che non siano state condotte apposite indagini geotecniche. Pertanto il compilatore può attenersi alle seguente classificazione semplificata:
A: Suoli di buona qualità, quali suoli omogenei molto rigidi.
B, C, E: Suoli di media qualità, quali depositi di sabbie o ghiaie da molto a poco addensate o argille da molto a poco consistenti.
D: Depositi alluvionali costituiti da sabbie da mediamente a poco addensate o argille da mediamente a poco consistenti di spessore compreso fra 5 e 20 m, giacenti su uno strato di roccia.
S1, S2: Terreni di qualità molto scarse quali argille e limi di bassa consistenza o terreni sciolti saturi (falda prossima al piano campagna).

Cresta



Pendio forte: D > 30 m e > 15°
Pendio debole negli altri casi



Paragrafo 8: Note di compilazione
E' possibile aggiungere delle note di compilazione in modo da descrivere meglio edifici che hanno peculiarità che non possono essere colte mediante le precedenti sezioni della scheda. La compilazione di questo campo è opzionale. Qualora il compilatore lo ritenesse necessario, può aggiungere commenti che non sono stati esplicitamente menzionati. E' richiesto di fornire risposte sintetiche, anche se comunque il compilatore non deve strettamente rispettare il numero di righe riservato a ciascun commento.

1.4 Interventi di miglioramento sismico

Nel quadro normativo generale definito per le costruzioni esistenti dal capitolo 8 delle NTC 2008, e in particolare dal par. 8.4, la normativa prevede due categorie di interventi: riparazioni o interventi locali che interessino elementi isolati, e che comunque comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti; interventi di miglioramento (globali) atti ad aumentare la sicurezza strutturale attuale pur senza necessariamente raggiungere i livelli richiesti dalle presenti norme. A seguito della classificazione tipologica delle strutture oggetto dell'indagine è stato possibile evidenziare alcune criticità in ambito strutturale per le quali, di seguito, si suggeriscono interventi migliorativi.

Gli interventi di consolidamento vanno applicati, per quanto possibile, in modo regolare ed uniforme. Se gli interventi riguardano una porzione limitata dell'edificio è necessario che essi tengano in conto della variazione nella distribuzione delle rigidezze e delle resistenze e la conseguente eventuale interazione con le parti restanti della struttura.

La scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione, dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione.

I principali aspetti che devono essere valutati e curati nella progettazione degli interventi sono i seguenti:

• Riparazione di eventuali danni presenti;

• Riduzione delle carenze dovute ad errori grossolani;

• Miglioramento della capacità deformativa (*"duttilità"*) di singoli elementi;

• Riduzione delle condizioni che determinano situazioni di forte irregolarità degli edifici in termini di massa, resistenza e/o rigidezza, anche legate alla presenza di elementi non strutturali;

• Riduzione delle masse;

• Riduzione dell'impiego degli elementi strutturali originari mediante l'introduzione di sistemi d'isolamento o di dissipazione di energia;

• Riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti;

• Miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali;

• Incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali;

• Realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici;

• Miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario.

Inoltre, per le strutture in c.a. dovranno essere prese in considerazione anche le seguenti tipologie di intervento (o loro combinazioni):

• Rinforzo di tutti o parte degli elementi;

• Aggiunta di nuovi elementi resistenti, quali pareti in c.a., controventi in acciaio, ecc.;

• Eliminazione di eventuali comportamenti a *"piano debole"*;

• Introduzione di un sistema strutturale aggiuntivo in grado di resistere per intero all'azione sismica di progetto;

• Eventuale trasformazione di elementi non strutturali in elementi strutturali, come nel caso di incamiciatura in c.a. di pareti in laterizio.

Per poter progettare gli eventuali interventi di miglioramento è necessario che venga svolta da parte del progettista un'analisi sismica globale che deve utilizzare, per quanto possibile, metodi di analisi che consentano di valutare in maniera appropriata sia la resistenza che la duttilità disponibile. L'impiego di metodi di calcolo lineari richiede da parte del progettista un'opportuna definizione del fattore di struttura in relazione alle caratteristiche meccaniche globali e locali della struttura in esame.

Di seguito vengono riportati possibili interventi, ciascuno associato ad una criticità rilevata. Non risulta necessario applicare tutti gli interventi di miglioramento su tutte le strutture considerate contemporaneamente.

1.4.1 Interventi Locali

Questa tipologia di intervento riguarda singole parti e/o elementi della struttura e interessa porzioni limitate della costruzione. Il progetto e la valutazione della sicurezza possono essere riferiti alle sole parti e/o elementi interessati a condizione che, rispetto alla configurazione precedente al danno, al degrado o alla variante, non siano prodotte sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme e che gli interventi comportino un miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti.

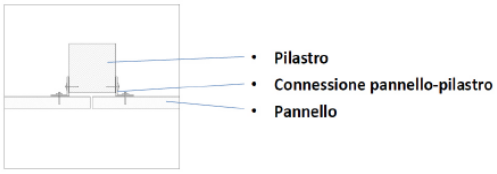
Tali interventi non risultano particolarmente invasivi, ma comunque, sulla base delle esperienze acquisite, portano sensibili miglioramenti. Essi garantiscono l'eliminazione delle carenze strutturali più rilevanti, nel rispetto del comportamento complessivo della struttura. Di seguito sono descritti alcuni elementi di vulnerabilità e i possibili interventi che possono essere adottati:

- <u>Connessioni in semplice appoggio.</u>

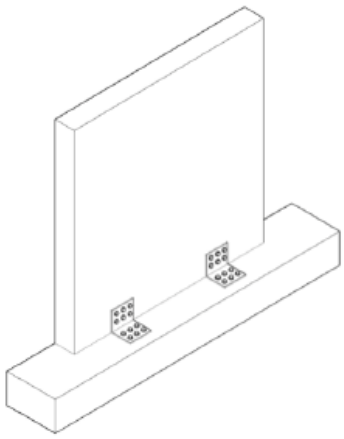
Questo intervento consiste nell'impiego di opportuni angolari metallici al fine di ripristinare la condizione di continuità nei piani trasversale e longitudinale dei pannelli e per evitare il ribaltamento fuori piano di essi. Un ulteriore miglioramento consiste nell'impiego di

angolari metallici da applicare agli elementi di copertura al fine di evitare le perdite di appoggio.

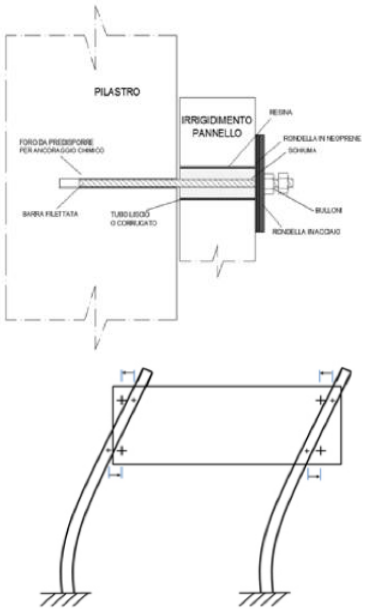
Angolari in acciaio bullonati a pilastri e pannello.

Fasi realizzative: 1. Prima di forare qualsiasi elemento, individuare mediante pacometro le zone prive di armatura; 2. Realizzazione di fori all'interno del pannello e del pilastro per l'inghisaggio delle barre di ancoraggio; 3. Posizionamento del profilo a L dotato di fori asolati; 4. Inghisaggio delle barre di ancoraggio mediante resina; 5. Bullonatura delle barre con dado e controdado per non impedire gli spostamenti orizzontali all'interno delle asole. Fissare dado e controdado dei bulloni ancorati lasciando un gioco in modo da consentirne anche lo spostamento verticale.	

Angolari in acciaio bullonati all'estremità inferiore del pannello e alla fondazione e inferiormente e superiormente in corrispondenza degli impalcati di piano.

Fasi realizzative: 1. Prima di forare qualsiasi elemento, individuare mediante pacometro le zone prive di armatura; 2. Realizzazione di fori all'interno del pannello e della struttura orizzontale per l'inghisaggio delle barre di ancoraggio; 3. Posizionamento del profilo a L dotato di fori; 4. Inghisaggio delle barre di ancoraggio mediante resina; 5. Bullonatura delle barre con dado e controdado per non impedire gli spostamenti orizzontali all'interno delle asole.	

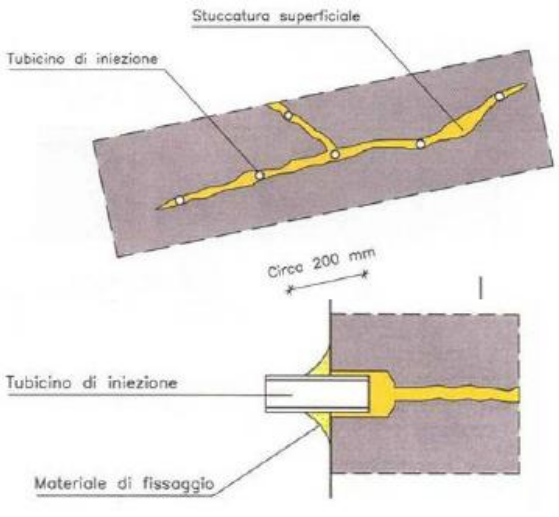
Collegamento del pannello orizzontale al pilastro mediante barra e tubo di rinforzo.

Fasi realizzative 1. Foro nel pannello: φ 50/60; 2. Calcolare la deformata dei pilastri allo stato limite, assumendo la plasticizzazione dei pilastri alla base: la deformata limite del pilastro sarà approssimata con quella corrispondente ad uno spostamento ultimo pari a q volte lo spostamento al limite di snervamento); 3. Calcolo dello spostamento relativo tra le due barre di collegamento del pannello ad uno dei pilastri; 4. Verifica delle barre di collegamento nei riguardi di azioni sismiche ortogonali al pannello.	

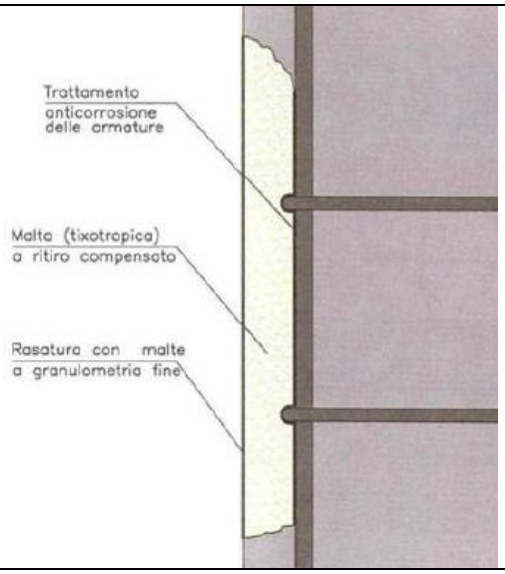
- Ammaloramento delle strutture.

Le soluzioni includono le iniezioni con resine epossidiche o il ripristino del copriferro e il trattamento delle armature.

Iniezioni delle lesioni con resine epossidiche.

Fasi realizzative: 1. Pulitura delle fessure con aria compressa; 2. Sigillatura superficiale con adesivo epossidico insieme al posizionamento dei tubicini di iniezione; 3. Iniezione della resina epossidica(superfluida) partendo dall'iniettore più in basso per gli elementi verticali, e all'estremità per quelli orizzontali; 4. Chiusura e rimozione dei tubetti; 5. Sigillatura dei fori.	

Ripristino del copriferro e trattamento delle armature.

Fasi realizzative: 1. Preparazione del supporto, mediante demolizione del calcestruzzo ammalorato (asperità ≥ 5mm); 2. Applicazione, sulle barre d'armatura, di malta cementizia anticorrosione; 3. Ripristino del copriferro del calcestruzzo armato mediante applicazione, a cazzuola o a spruzzo, di malta a ritiro controllato fibrorinforzata; 4. Rasatura finale.	

- Presenza di travi in spessore di solaio che sono meno duttili di quelle fuori spessore.

Una soluzione possibile è il rinforzo CAM realizzato tramite 4 angolari in acciaio e nastri in acciaio inox ad alta resistenza che vengono posti in opera con un'apposita macchina in grado di fornire ai nastri una pre-trazione in modo da produrre un lieve stato di precompressione.

Rinforzo delle travi mediante incamiciatura in acciaio.

Fasi realizzative: 1. Rimozione dell'intonaco e del calcestruzzo ammalorato (ove presenti) e successiva rimozione dei residui di lavorazione; Ove necessario: *i*. Trattamento delle barre d'armatura esistenti con malta anticorrosione; *ii*. Riparazione delle fessure con resine epossidiche; *iii*. Ripristino del c.a. mediante applicazione di malta a ritiro controllato e ricostruzione volumetrica; 2. Realizzazione dei fori per l'inserimento dei nastri; 3. Posizionamento degli angolari e delle piastre in acciaio zincato; 4. Inserimento e tesatura dei nastri metallici in acciaio zincato.	

1.4.2 Interventi Globali

Ricadono in questa categoria gli interventi di adeguamento in cui la struttura, a seguito dell'intervento, è in grado di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC, con il grado di sicurezza richiesto dalle stesse. Ricadono anche in questa categoria tutti gli interventi di miglioramento che fanno variare significativamente la rigidezza, la resistenza e/o la duttilità dei singoli elementi o parti strutturali e/o introducono nuovi elementi strutturali, così che il comportamento strutturale locale o globale, particolarmente rispetto alle azioni sismiche, ne sia significativamente modificato. Ovviamente la variazione dovrà avvenire in senso migliorativo, ad esempio impegnando maggiormente gli elementi più resistenti, riducendo le irregolarità in pianta e in elevazione, trasformando i meccanismi di collasso da fragili a duttili.

Di seguito sono descritti alcuni elementi di vulnerabilità e i possibili interventi che possono essere adottati:

- Pilastri snelli debolmente armati.

Incamiciatura dei pilastri.

Fasi realizzative: 1. Scarico delle superfici del pilastro al fine di rimuovere la porzione di calcestruzzo ammalorata e consentire una migliore aderenza tra i materiali nuovo ed esistente; 2. Carotaggio del solaio di piano; 3. Inserimento delle barre di collegamento nei fori; 4. Posizionamento delle staffe, con saldatura dei ganci di chiusura; 5. Fissaggio con resina all'interno del pilastro, in corrispondenza dell'intersezione tra staffe e barre longitudinali, di forcelle per impedire l'imbozzamento delle barre e lo spanciamento delle staffe, garantendo un efficace confinamento; 6. Casseratura e il getto della camicia in calcestruzzo di classe minima C40/50.	

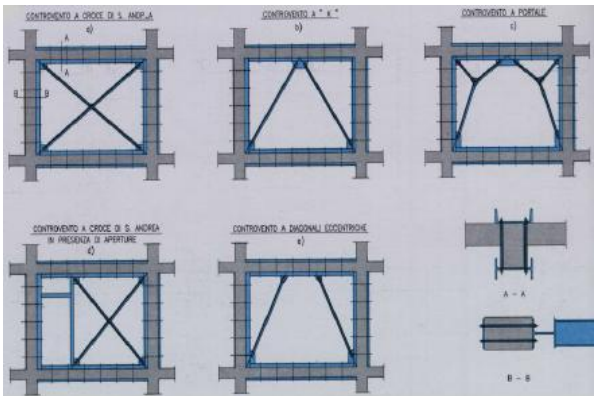
- Non regolarità in pianta e in elevazione

L'adeguata distribuzione in pianta e in elevazione di controventi metallici o pareti in c.a. consente di regolarizzare il comportamento strutturale. Tale tipologia di interventi può essere applicata ad esempio nei casi di edifici con pilotis in modo da irrigidire il primo interpiano e ridurre la domanda di duttilità su questo.

Inserimento di controventi metallici dissipativi.

Fasi realizzative: 1. Demolizione pareti in laterizio presenti; 2. Ancoraggio piastre metalliche negli elementi esistenti; 3. Inserimento dei controventi metallici dissipativi.	

Inserimento di controventi metallici.

Fasi realizzative: 1. Demolizione pareti in laterizio presenti; 2. Ancoraggio piastre metalliche negli elementi esistenti; 3. Inserimento dei controventi metallici.	

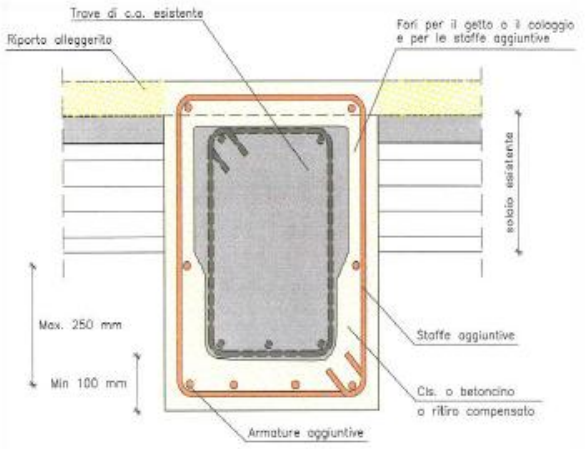
Inserimento di setti perimetrali o d'angolo.

Fasi realizzative: 1. Demolizione laterizi solaio; 2. Montaggio armature pareti; 3. Realizzazione setto in cemento armato.	

- Presenza di una copertura pesante e spingente per la quale il cordolo superiore potrebbe essere inadeguato.

Rinforzo del cordolo.

A pilastri o alle travi possono essere applicate camicie in c.a. per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi: aumento della capacità portante verticale; aumento della resistenza a flessione e/o taglio; aumento della capacità deformativa; miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Fasi realizzative: 1. Scarica delle superfici del pilastro al fine di rimuovere la porzione di calcestruzzo ammalorata e consentire una migliore aderenza tra i materiali nuovo ed esistente; 2. Posizionamento delle staffe, con saldatura dei ganci di chiusura; 3. Fissaggio con resina all'interno dell'elemento, in corrispondenza dell'intersezione tra staffe e barre longitudinali, di forcelle per impedire l'imbozzamento delle barre e lo spanciamento delle staffe, garantendo un efficace confinamento; 4. Casseratura e il getto della camicia in calcestruzzo di classe minima C40/50.	

2 Relazione Ispezione - Provincia di Treviso (TV)

2.1 Caratterizzazione dell'opera

2.1.1 Descrizione Generale

Gli edifici oggetto di studio sono situati a Conegliano in provincia di Treviso (TV) e sono in gestione all'ATER Treviso. Gli edifici sono realizzati attraverso una struttura parzialmente prefabbricata in cemento armato (c.a.) e sono stati realizzati nel 1981.

Il complesso ispezionato è composto da due edifici di 4 piani fuori terra realizzati attraverso un sistema ibrido che impiega c.a. gettato in opera ed un sistema prefabbricato (SKAUT) costituito da pannelli verticali portanti e da solette orizzontali prefabbricate. I calcoli strutturali sono stati realizzati seguendo i Decreti Ministeriali dell'epoca.

Le due palazzine sono uguali, hanno ciascuna un ingresso indipendente e sono poste a 90° tra loro in parziale adiacenza in quanto separate da un giunto strutturale di circa 3 cm di ampiezza. Ad ogni piano sono presenti quattro appartamenti, per un totale di dodici alloggi per ciascuna palazzina. Il piano terra di ciascuno stabile è riservato alle autorimesse singole mentre la copertura è a terrazzo.

L'edificio è destinato all'uso residenziale e risulta completamente abitato.

2.1.2 Caratteristiche Strutturali

A partire dal primo piano, l' altezza interpiano di ciascun edificio è pari a 3.00 m e ogni fabbricato presenta balconi in spessore di solaio. Il primo impalcato è alla quota di 2.76 m e le palazzine hanno un'altezza totale di circa 12.36 m. Le dimensioni in pianta di ciascuno stabile sono di 26.40 x 12 m, per una superficie totale di 316.8 m^2.

Le fondazioni degli edifici sono a travi continue a T rovescia poste su un sottofondo di 10 cm di spessore a -1.90 m dal piano campagna. L'altezza totale delle travi è variabile tra 1.0 m e 1.9 m di altezza e la larghezza della base varia tra 0.5 m e 2.25 m. I materiali utilizzati sono un calcestruzzo con classe R_{ck} = 35 MPa e un acciaio FeB44k.

Il calcolo delle strutture portanti verticali è stato eseguito col metodo delle tensioni ammissibili seguendo le indicazioni contenute nel D.M. 3 ottobre 1978, da cui sono state dedotte le azioni. Nel progetto si è considerata, inoltre, l'azione sismica che è stata calcolata con le norme tecniche per costruzioni in zone sismiche D.M. 3 marzo 1975.

Le strutture portanti verticali, perimetrali e centrali, sono costituite da pareti modulari prefabbricate formate da lastre in c.a. di spessore 20 cm e di dimensioni 2.40×2.80 m^2 circa. Il collegamento di tali lastre è realizzato mediante armatura metallica passante per due fori verticali di dimensione 20×10 cm. Tali fori sono armati con 4 barre Ø12 e successivamente riempiti in opera con calcestruzzo. Fino alla quota di +2.40 m (intradosso del 1° solaio), le strutture verticali sono realizzate parzialmente in calcestruzzo gettato in opera e si collegano con gli elementi verticali sovrastanti per mezzo di ferri di chiamata opportunamente disposti. Fino a tale quota sono inoltre presenti alcuni pilastri di dimensioni 70×20 cm^2 introdotti per esigenze architettoniche. Superiormente alla quota di +2.40

m, le strutture verticali sono realizzate interamente con elementi prefabbricati del sistema SKAUT. Costituiscono parti integranti e complementari del sistema SKAUT i pannelli verticali di tamponamento in c.a. con spessore di 20 cm, il blocco scala condominiale, i parapetti dei poggioli e i cornicioni di gronda.

Le strutture portanti orizzontali, compreso il piano di copertura, sono costituite da: 1) lastre principali modulari con uno o due sbalzi che presentano larghezza di 2.40 m, luce centrale di 5.80 m e 4.80 m, sbalzi di 1.30 m e spessore di 30 cm; 2) strutture secondarie modulari nervate, poggianti sulle principali e aventi larghezza di 2.40 m, luce di 4.80 m e 3.60 m e spessore di 30 cm. Le strutture secondarie sono ancorate alle principali e tra loro mediante cordoli perimetrali continui gettati in opera.

Il vano scala è anch'esso costituito da un'aggregazione di pannelli modulari prefabbricati. In questo caso il collegamento è eseguito mediante piastre zincate saldate tra loro e spinotti metallici. Al piano terra il collegamento di tali pannelli è garantito da boccole collegate con i ferri di chiamata delle fondazioni.

2.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Lo stato di conservazione della struttura è buono. A seguito del rilievo, non sono stati rilevati gravi problemi di tipo strutturale legati al livello di conservazione dell'opera. Sono presenti alcuni disgregamenti dello strato di silicone in corrispondenza delle superfici di contatto tra un pannello e l'altro e lievi fessurazioni nel contatto tra pannelli verticali e orizzontali e tra elementi contigui. Inoltre, in alcuni pilastri che avevano subito un parziale disgregamento del calcestruzzo alla base, è stato ripristinato il copriferro.

2.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 5 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo C e la categoria topografica T_1 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.0).

Tabella 5. Parametri Indipendenti

a_g	0.227 g
F_0	2.412
T_c*	0.324 s
S_S	1.371
C_C	1.523
S_T	1.000
q	1.000

2.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura parzialmente prefabbricata in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in zona sismica classificata, l'edificio dovrebbe essere collocato nella classe di vulnerabilità D della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato progettato. Tuttavia, in fase di sopralluogo, sono stati rilevati elementi di vulnerabilità che portano a collocare l'edificio nella classe di vulnerabilità C2 (Braga et al. 1982), cioè quella del cemento armato non progettato.

Gli elementi di vulnerabilità rilevati nel corso del sopralluogo sono:

- La minore rigidezza al primo interpiano a seguito della presenza di pilastri di dimensione 70×20 cm^2 molto debolmente armati al posto delle pareti prefabbricate;
- La realizzazione della struttura mediante pannelli prefabbricati. Tale tipologia strutturale presenta generalmente carenze a livello delle connessioni che, sebbene realizzate attraverso pilastrini di collegamento derivanti dal getto di completamento nei fori delle pareti prefabbricate, andrebbero adeguatamente verificate;
- La connessione in semplice appoggio e non monolitica degli elementi prefabbricati dell'impalcato con quelli verticali;
- La ridotta distanza di separazione degli edifici attraverso un giunto di 3 cm potrebbe causare fenomeni di martellamento.

Questi elementi e il fatto che l'edificio è stato sismicamente progettato sulla base di norme che prevedevano standard molto diversi da quelli attualmente in vigore incrementano la vulnerabilità dell'edificio collocandolo, in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità medio-elevato. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 6.

Tabella 6. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Alto
Classe di Vulnerabilità	C2
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Intermedio
PGA su suolo rigido	0.227 g
Tipologia terreno	C
Grado di pericolosità	Alto

2.4 Interventi di Miglioramento

Sulla base delle considerazioni fatte al punto 1.4 della presente relazione sono stati individuati alcuni possibili interventi di miglioramento. Di seguito vengono riportati possibili interventi per il caso studio in esame.

2.4.1 Interventi Locali

Gli interventi locali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Connessioni in semplice appoggio

  I possibili interventi locali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Angolari in acciaio bullonati a pilastri e pannello.
  2. Angolari in acciaio bullonati all'estremità inferiore del pannello e alla fondazione e inferiormente e superiormente in corrispondenza degli impalcati di piano.
  3. Collegamento del pannello orizzontale al pilastro mediante barra e tubo di rinforzo.

2.4.2 Interventi Globali

Gli interventi globali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Pilastri di dimensione 70×20 cm molto debolmente armati

  Un possibile intervento globale per questo elemento di vulnerabilità è:

  1. Incamiciatura dei pilastri.

3 Relazione Ispezione - Provincia di Bologna (BO)

3.1 Caratterizzazione dell'opera

3.1.1 Descrizione Generale

L'edificio oggetto di studio è situato nel quartiere Navile in Zona Bolognina nel comune di Bologna (BO) ed è in gestione all'ACER Bologna. Il fabbricato è in muratura portante ed è stato realizzato secondo le modalità di costruzione tipiche del luogo e dell'epoca che risale al 1924 circa.

Il complesso ispezionato è un unico corpo di fabbrica costituito da 5 piani fuori terra, di cui uno rialzato ed un piano seminterrato ad uso cantine, posto ad una quota di circa -1.90 m dal piano stradale. L'edificio è suddiviso in tre scale ognuna delle quali è costituita da quindici alloggi, tre per piano, uguali lungo tutto lo sviluppo verticale dell'opera ma diversi per tipologia e dimensione per un totale di quarantacinque appartamenti.

A seguito degli interventi di ristrutturazione realizzati nel 2006, all'interno di ogni scala è stato introdotto un vano ascensore realizzato mediante l'aggiunta di pareti in cemento armato.

L'edificio è destinato all'uso residenziale ma attualmente risultano occupati soltanto una minima parte degli alloggi disponibili.

3.1.2 Caratteristiche Strutturali

La relazione geologica/geotecnica evidenzia un terreno non di buone qualità, con caratteristiche meccaniche estremamente variabili e stratificato.

Le fondazioni originali dell'edificio sono continue a gradoni in muratura e calcestruzzo. La muratura portante verticale è in mattoni pieni di spessore 45 cm al piano seminterrato e spessore 28 cm per gli altri piani. Il primo solaio è costituito da voltine in ferro-laterizio con mattoni pieni di costa, mentre i rimanenti quattro solai utilizzano volterrane in laterizio forato. L'ultimo solaio sottotetto è costituito da travetti tipo varese con tavellone inferiore. Il tetto è leggero a falde con struttura in legno. Le fondazioni e gli orizzontamenti sono stati oggetto di consolidamento.

A seguito di analisi sismiche eseguite su un modello tridimensionale della struttura, realizzate col metodo delle forze statiche equivalenti del D.M. '96, è stata eseguita una importante operazione di restauro e risanamento conservativo dell'edificio che ha incluso le fondazioni, i solai, i muri di controvento, il tetto ed i cordoli. In particolare, tutte le fondazioni sono state rinforzate e impacchettate con cordoli in cemento armato creando quindi un insieme strutturale interagente alla base.

Il primo solaio in voltine è stato consolidato con getto collaborante di 6 cm e barre passanti opportunamente inghisate sull'intera superficie del primo piano. Le volterrane ai quattro solai superiori sono state consolidate con getto collaborante di 6 cm e rete elettrosaldata ancorata con connettori tipo Nelson ancorati direttamente al solaio. Tale interven-

to, ha determinato fessurazioni locali a seguito dell'impatto dei pioli sull'estradosso del solaio. Le fessure sono state successivamente ripristinate.

Lungo la stessa linea, anche il sesto solaio sottotetto è stato rinforzato con l'aggiunta di un cordolo perimetrale al fine di accogliere il tetto in legno, anch'esso oggetto di consolidamento mediante la sostituzione di nuovi elementi in legno di pari resistenza laddove i precedenti risultavano ormai non più adeguati.

Sono state inoltre aggiunte delle pareti controventanti del vano ascensore e rinforzate le murature esistenti verticali di controventamento con spine. Tutte le fessure incontrate sulle pareti verticali sono state risanate mediante la tecnica del 'cuci e scuci' mentre, per le pareti interne divisorie, si è passato dallo spessore di una testa a due teste conferendo in questo modo alla struttura una maggiore rigidezza e resistenza. Infine le scale, costituite originariamente da profili a voltina sottile, sono state consolidate con un getto collaborante.

3.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Per effetto degli interventi di restauro e risanamento dell'opera descritti nella sezione precedente lo stato di conservazione del complesso sotto il profilo strutturale risulta buono.

3.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 7 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo C e la categoria topografica T_1 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.0).

Tabella 7. Parametri Indipendenti

a_g	0.166 g
F_0	2.404
T_c*	0.310 s
S_S	1.461
C_C	1.545
S_T	1.000
q	1.000

3.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edifico presenta una struttura con murature portanti in mattoni pieni. A seguito degli interventi di consolidamento che hanno mitigato il rischio di collasso di tipo locale, l'edificio si colloca nella classe di vulnerabilità C1 della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik), ovvero muratura in classe di vulnerabilità bassa (Braga et al. 1982).

Nel corso del sopralluogo non sono stati rilevati elementi di vulnerabilità. Infatti, l'efficacia degli interventi di consolidamento anche se non condotti ai sensi delle norme vigenti è provata dal fatto che l'edificio non si è danneggiato a seguito del terremoto dell'Emilia del 2012 al contrario degli edifici circostanti di simile tipologia.

Questi elementi ed il ridotto indice di occupazione dell'edificio (circa 20 %) collocano, in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità bassa. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 8.

Tabella 8. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Basso
Classe di Vulnerabilità	C1
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Basso
PGA su suolo rigido	0.166 g
Tipologia terreno	C
Grado di pericolosità	Alto

4 Relazione Ispezione - Provincia di Firenze (FI)

4.1 Caratterizzazione dell'opera

4.1.1 Descrizione Generale

L'edificio oggetto di studio si trova nel comune di Campi Bisenzio in provincia di Firenze (FI) ed è in gestione a CASA SPA Firenze. Il fabbricato è in cemento armato (c.a.) ed è stato progettato nel 1979 secondo la legge n. 513 del 1977. I lavori di costruzione sono terminati nel 1981. L'edifico è realizzato su pilotis in c.a..

Il complesso ispezionato è composto da 7 piani, compreso il piano terra e la copertura la quale ospita delle soffitte di proprietà degli inquilini. In posizione centrale, in pianta, sono presenti il vano scala e il vano ascensore attraverso i quali è possibile accedere agli appartamenti il cui numero varia da otto al primo livello a quattro negli altri, per una totale di ventiquattro alloggi.

L'edificio è destinato all'uso residenziale e risulta completamente abitato.

4.1.2 Caratteristiche Strutturali

Il terreno di fondazione è stato caratterizzato grazie ai sondaggi a pozzo eseguiti in sito. Esso si presenta a strati di argilla giallognolo-bruna, a livelli giallognolo grigia, compatta, con numerosissime concrezioni calcaree, più o meno limo-sabbiosa in alternanza con strati lentiformi più o meno sottili di ghiaia con breccia e concrezioni calcaree, sedi di falde acquifere. La continuità stratigrafica di questi depositi ricavata da sondaggio è stata rilevata fino ad una profondità di trenta metri. Le fondazioni sono state quindi realizzate con travi rovesce in c.a. collegate tra di loro ove possibile.

Al piano terra è presente un sistema costruttivo a pilotis in c.a. costituito da una maglia regolare di pilastri tutti di dimensioni 50×25 cm^2. Dal piano primo in poi, i telai esterni sono tamponati e hanno pilastri di forma rettangolare e di dimensioni differenti. Più precisamente, i pilastri che sono disposti esternamente sul lato lungo della pianta dell'edificio divengono setti passando da una profondità di 50 cm dei pilotis a 120 cm al piano superiore e da una larghezza di 25 cm a 18 cm. Nella parte centrale, invece, i pilastri sono tutti di uguale dimensione, ovvero 36×25 cm^2. Ai piani secondo e terzo-quarto, cambiamo solamente i pilastri disposti sul lato lungo della facciata che si riducono in profondità, diventando rispettivamente di 100 e 70 cm.

Le travi di bordo ed interne sono a spessore di solaio. Il solaio è stato realizzato a pannelli in laterizio armato prefabbricato di larghezza 120 cm e altezza 16 cm o 20 cm completato con una soletta di 4 cm di calcestruzzo gettata in opera con rete elettrosaldata a fili nervati Ø4 maglia 20×20.

Il collegamento ai vari piani è garantito da un vano ascensore realizzato con setti in calcestruzzo armato e da un vano scala, posti in posizione centrale in pianta.

4.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Lo stato di conservazione della struttura è buono. A seguito del rilievo, non sono stati rilevati gravi problemi di tipo strutturale legati al livello di conservazione dell'opera. Unica forma di degrado riscontrata è il distacco del copriferro delle barre di armatura in corrispondenza delle facciate di alcuni balconi, con conseguente corrosione delle stesse. Stessa problematica, ma di grado molto inferiore, è stata osservata alla base di alcuni pilotis al piano terra.

4.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 9 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo C e la categoria topografica T_1 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.0).

Tabella 9. Parametri Indipendenti

a_g	0.132 g
F_0	2.414
T_c*	0.300 s
S_S	1.500
C_C	1.562
S_T	1.000
q	1.000

4.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura a telaio in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in zona sismica non classificata, l'edificio si colloca nella classe di vulnerabilità C2 della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato non progettato (Braga et al. 1982).

Gli elementi di vulnerabilità rilevati nel corso del sopralluogo sono:

- L'assenza delle tamponature al primo interpiano che guidano l'edificio, in caso di evento sismico, ad attivare un meccanismo di collasso di piano con notevole richiesta di duttilità alle colonne di tale piano oggetto, tra l'altro, di fenomeni di ammaloramento con distacco del copriferro e corrosione delle barre;

- La variazione di sezione delle colonne esterne dei telai che passano dalla sezione 50×25 cm^2 alla sezione 120×18 cm^2. Ciò corrisponde ad una ulteriore condizione che favorisce la formazione di un meccanismo di piano. Inoltre la mancanza di continuità delle colonne può causare una riduzione della duttilità locale proprio in corrispondenza del punto di attivazione della cerniera plastica;

- La presenza di un nucleo ascensore e di un vano scala che, essendo in posizione centrale, possono provocare l'attivazione di modi torsionali in ipotesi di carico orizzontale provocato dall'evento sismico. Ciò provocherebbe un incremento di richiesta sui telai più esterni che, per effetto della discontinuità della sezione, come descritto al punto precedente, presentano una ulteriore fragilità;

- La presenza di travi in spessore di solaio.

Questi elementi, il fatto che l'edificio non e stato sismicamente progettato e l'elevato indice di occupazione dell'edificio che e interamente abitato incrementano la vulnerabilità e l'esposizione dell'edificio collocandolo, in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità medio-elevato. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 10.

Tabella 10. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Alto
Classe di Vulnerabilità	C2
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Elevato
PGA su suolo rigido	0.132 g
Tipologia terreno	C
Grado di pericolosità	Medio/Alto

4.4 Interventi di Miglioramento

Sulla base delle considerazioni fatte al punto 1.4 della presente relazione sono stati individuati alcuni possibili interventi di miglioramento. Di seguito vengono riportati possibili interventi per il caso studio in esame.

4.4.1 Interventi Locali

Gli interventi locali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Ammaloramento delle strutture;

  I possibili interventi locali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Iniezioni delle lesioni con resine epossidiche;
  2. Ripristino del copriferro e trattamento delle armature.

- Presenza di travi in spessore di solaio che sono meno duttili di quelle fuori spessore.

  Un possibile intervento locale per questo elemento di vulnerabilità è:

  1. Rinforzo delle travi mediante incamiciatura in acciaio.

4.4.2 Interventi Globali

Gli interventi globali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Pilastri snelli di dimensione 50×25 cm nel piano dei piloties;

  Un possibile intervento globale per questo elemento di vulnerabilità è:

  1. Incamiciatura dei pilastri.

- Assenza delle tamponature al primo interpiano;

  I possibili interventi globali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Inserimento di controventi metallici dissipativi;
  2. Inserimento di controventi metallici.

- Presenza di un nucleo ascensore di dimensioni ridotte posto in posizione centrale.

  Un possibile intervento globale per questo elemento di vulnerabilità è:

  1. Inserimento di setti perimetrali o d'angolo.

5 Relazione Ispezione - Provincia di Terni (TR)

5.1 Caratterizzazione dell'opera

5.1.1 Descrizione Generale

L'edificio oggetto di studio è situato nel comune di Terni (TR) ed è in gestione all'ATER Umbria. L'edificio è costituito da una struttura a setti in cemento armato (c.a.). Il progetto risale al 1979 mentre l'edificio è stato ultimato nei primi anni '80.

Il complesso ispezionato è costituito da 7 piani fuori terra e da un piano di copertura praticabile. Il piano terra adibito prevalentemente a ingresso e cantine. Il fabbricato è separato dall'edificio adiacente per mezzo di un giunto di dilatazione di dimensioni pari a 2 cm. La struttura portante, costituita da pareti strutturali in c.a. orientate lungo il lato corto dell'edifico, presenta una pianta rettangolare di dimensioni 19.76×10.90 m^2 ai primi cinque piani e 19.76×12.50 m^2 ai restanti piani. L'altezza di interpiano è pari a 2.65 m per il primo impalcato e a 2.95 m per gli altri. L'altezza complessiva del fabbricato è di 23.30 m.

Il fabbricato comprende complessivamente 17 alloggi. L'accesso agli alloggi ad ogni piano è consentito dal vano scala/ascensore.

L'edificio è destinato all'uso residenziale e circa l'80 % degli alloggi risulta abitato.

5.1.2 Caratteristiche Strutturali

La struttura portante, costituita da pareti strutturali in c.a. orientate lungo il lato corto dell'edifico. Queste si estendono per tutta l'altezza dell'edificio e presentano uno spessore costante di 14 cm. La loro lunghezza, non è costante lungo l'altezza; ai primi 5 piani misurano 10.90 m, mentre negli ultimi 3 piani 12.50 m. I setti di estremità non presentano aperture. Nella direzione principale sono presenti le pareti minori del vano scala e del nucleo ascensore. La disposizione delle pareti in pianta crea un'asimmetria in entrambe le direzioni, pertanto l'edificio può essere considerato non regolare in pianta. L'edifico, inoltre, è anche irregolare in altezza.

I solai sono caratterizzati da un'altezza strutturale di 19 cm e presentano la direzione di orditura parallela alla direzione longitudinale dell'edificio. Alle estremità le pareti sono collegate tra loro per mezzo di cordoli di dimensioni 30×19 cm^2. Pertanto, vista l'orditura monodirezionale, la presenza di cordoli perimetrali, nonché il peso contenuto (200 kg/m^2), come indicato nella relazione tecnica del progetto originale, si ipotizza che il solaio sia di tipo alleggerito con getto collaborante, anche se non esplicitamente indicato nelle tavole progettuali.

Il vano scale, delimitato da due pareti strutturali in c.a. è largo 2.80 m ed è costituito da due rampe di larghezza pari a 1.20 m. La scala è realizzata da una soletta rampante.

5.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Lo stato di conservazione della struttura è discreto. A seguito del rilievo, non sono stati rilevati gravi problemi di tipo strutturale legati al livello di conservazione dell'opera. Durante l'ispezione sono state osservate:

- Alcune lesioni, in particolare all'ultimo piano in una parete di estremità in corrispondenza del giunto strutturale e nel vano scala in corrispondenza del solaio di copertura;
- Espulsione del copriferro e conseguente corrosione delle barre d'armatura in corrispondenza della porzione esterna di alcune pareti al piano terreno;
- Scrostamento alla base dei parapetti dei balconi;
- Alcune macchie di umidità (e in alcuni casi presenza di muffe);

5.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 11 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Non risulta disponibile alcuna informazione utile a classificare il suolo, quindi i parametri indipendenti sono forniti per una triplice classificazione di terreno (A, B, C). La categoria topografica T_1 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.0).

Tabella 11. Parametri Indipendenti

Suolo Tipo		
	a_g	0.167 g
	F_0	2.448
	T_c*	0.321 s
A	S_S	1.000
	C_C	1.000
B	S_S	1.200
	C_C	1.380
C	S_S	1.454
	C_C	1.527
	S_T	1.000
	q	1.000

5.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura a setti in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in zona sismica classificata, l'edificio è da collocare nella classe di vulnerabilità D della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato progettato (Braga et al. 1982).

Gli elementi di vulnerabilità rilevati nel corso del sopralluogo sono:

- La variazione della dimensione delle pareti che ai piani alti è maggiore che a quelli bassi;
- Spessore delle pareti ridotto e pari a 14 cm;
- Organismo strutturale molto più resistente nella direzione corta che in quella lunga, ove la resistenza è garantita dai nuclei del vano scala e ascensore e dalla resistenza fuori piano delle pareti. Tale caratteristica non rappresenta necessariamente una vulnerabilità dell'edificio, ma sicuramente una cattiva gestione delle risorse di rigidezza e resistenza.
- La ridotta distanza di separazione degli edifici attraverso un giunto di 2 cm potrebbe causare fenomeni di martellamento.

Questi elementi, il fatto che le normative di progettazione dell'epoca hanno standard inferiori a quelle attualmente in vigore e l'elevato indice di occupazione (circa 80%) dell'edificio incrementano la vulnerabilità e l'esposizione dell'edificio collocandolo, in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità media. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 12.

Tabella 12. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Alto
Classe di Vulnerabilità	D
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Intermedio
PGA su suolo rigido	0.167 g
Tipologia terreno	A-B-C
Grado di pericolosità	Medio/Alto

5.4 Interventi di Miglioramento

Sulla base delle considerazioni fatte al punto 1.4 della presente relazione sono stati individuati alcuni possibili interventi di miglioramento. Di seguito vengono riportati possibili interventi per il caso studio in esame.

5.4.1 Interventi Locali

Gli interventi locali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Ammaloramento delle strutture

  I possibili interventi locali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Iniezioni delle lesioni con resine epossidiche;
  2. Ripristino del copriferro e trattamento delle armature.

5.4.2 Interventi Globali

Gli interventi globali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Variazione della dimensione delle pareti che ai piani alti è maggiore che a quelli più bassi

  Un possibile intervento globale per questo elemento di vulnerabilità è:

  1. Inserimento di controventi metallici;
  2. Inserimento di setti controventanti in cemento armato.

6 Relazione Ispezione - Provincia di L'Aquila (AQ)

6.1 Caratterizzazione dell'opera

6.1.1 Descrizione Generale

Gli edifici oggetto di studio sono situati a Sulmona in provincia di L'Aquila (AQ) e sono in gestione all'ATER L'Aquila. Gli edifici sono realizzati attraverso una struttura portante in cemento armato (c.a.) e sono stati realizzati nel 1983. Il progetto dell'opera è stato eseguito coerentemente con i Decreti Ministeriali dell'epoca.

Il complesso strutturale è costituito da due edifici separati. L'edificio A di 5 piani fuori terra ha due accessi e due scale indipendenti, mentre l'edificio B è costituito da un'unica scala di 6 piani fuori terra. I due edifici sono suddivisi da un giunto tecnico di 20 cm di ampiezza. Ad ogni scala sono presenti due appartamenti per piano mentre al piano terra degli edifici sono presenti i garage e le cantine. In totale, il complesso è costituito da ventisei appartamenti più i garage.

L'altezza interpiano di ciascun fabbricato è pari a 3.0 m mentre la quota del primo impalcato è di 3.2 m. I balconi sono in spessore di solaio. L'edificio A (5 piani) ha un'altezza totale di 15.20 m e dimensioni in pianta di 38.40×10.20 m^2 per una superficie totale di 391.68 m^2. L'edificio B (6 piani) ha un'altezza totale di 18.20 m e dimensioni in pianta di 19.40×10.20 m^2 per una superficie totale di 197.88 m^2.

L'edificio è destinato all'uso residenziale e risulta completamente abitato.

6.1.2 Caratteristiche Strutturali

Le fondazioni dell'edificio sono a travi continue a T rovescia poste su un sottofondo a -1.5 m dal piano campagna: l'altezza totale delle travi è di 1.2 m e la base è di 1.0 m. La fondazione è realizzata con un calcestruzzo R_{ck} = 25 MPa e un acciaio FeB38k.

I pilastri di spigolo e quelli centrali hanno rispettivamente sezioni di 30×50 cm^2 e 30×60 cm^2 mentre i pilastri perimetrali intermedi e in corrispondenza delle rientranze in pianta hanno rispettivamente sezioni di 20×130 cm^2 e 30×130 cm^2. I pilastri del primo e del secondo interpiano sono stati realizzati con un calcestruzzo R_{ck} = 30 MPa, mentre per quelli degli interpiani successivi, con un calcestruzzo R_{ck} = 25 MPa. Per tutti i pilastri è stato utilizzato l'acciaio FeB38k. La percentuale di armatura utilizzata nei pilastri è variabile e diminuisce all'aumentare del numero del piano: si va da un massimo del 2% di armatura per alcuni pilastri 30×60 cm^2 del piano terra (primo interpiano), fino ad arrivare allo 0.35% di armatura per i pilastri dell'ultimo piano (sesto interpiano) dell'edificio più alto.

I solai sono orientati in direzione longitudinale rispetto alla disposizione dell'edificio, di conseguenza le travi principali sono disposte in direzione trasversale. I solai sono misti con travetti in c.a.p. e laterizi con uno spessore di 16+4 cm; il calcestruzzo è un R_{ck} = 25 MPa e l'acciaio utilizzato è l'FeB38k.

Complessivamente sono presenti tre vani scala, ciascuno con un vano ascensore che si estende oltre il livello della copertura.

Il vano ascensore è anch'esso in cemento armato, ha pareti di 20 cm di spessore e poggia su una soletta di 40 cm di spessore, armata con una maglia 30×30 cm^2 superiore e inferiore di barre Ø16 di acciaio FeB38k. Come per i pilastri, la quantità di armatura verticale diminuisce al crescere dei piani: si parte con un doppio strato interno ed esterno di armatura, cioè 1+1Ø16 ogni 10 cm per il piano terra per poi diventare 1+1Ø16 ogni 12 cm per il primo piano e 1+1Ø12 ogni 20 cm per i piani successivi.

6.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Lo stato di conservazione della struttura è buono. A seguito del rilievo, non sono stati rilevati gravi problemi di tipo strutturale legati al livello di conservazione dell'opera. Sono presenti solo alcune fessure fisiologiche al piano terra tra i pilastri d'angolo di lato 60 cm e i pannelli di tamponatura e alcune infiltrazioni di umidità negli appartamenti dell'ultimo piano provenienti dalla copertura.

6.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 13 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo B e la categoria topografica T_1 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.0).

Tabella 13. Parametri Indipendenti

a_g	0.256 g
F_0	2.363
T_c*	0.346 s
S_S	1.158
C_C	1.360
S_T	1.000
q	1.000

6.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura a telaio e nuclei (corrispondenti ai vani ascensori) in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in zona sismica classificata, l'edificio è da collocare nella classe di vulnerabilità D della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato progettato (Braga et al. 1982).

Gli elementi di vulnerabilità rilevati nel corso del sopralluogo sono:

- La presenza di larghe aperture (ingressi dei garage) sul lato lungo degli edifici potrebbero concorrere alla formazione di un piano debole.

L'edifico presenta un buono stato di conservazione, è stato progettato in zona sismica classificata e risulta regolare in pianta e in elevazione. Nonostante la completa occupazione dell'edificio ne incrementi l'esposizione, la bassa vulnerabilità consente di collocare l'edificio in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità bassa. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in

Tabella **14**.

Tabella 14. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Alto
Classe di Vulnerabilità	D
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Basso
PGA su suolo rigido	0.256 g
Tipologia terreno	B
Grado di pericolosità	Alto

7 Relazione Ispezione - Provincia di Napoli (NA)

7.1 Caratterizzazione dell'opera

7.1.1 Descrizione Generale

L'edificio oggetto di studio si trova nel comune di Napoli (NA) ed è in gestione all'IACP Napoli. L'edificio è stato realizzato con una struttura a telaio in cemento armato (c.a.) ed è stato realizzato nel 1978 circa.

Il complesso ispezionato è costituito da un unico corpo di fabbrica costituito da 10 piani, compreso il piano terra e la copertura. L'edificio è composto da un vano scala che collega tre appartamenti per piano, per un totale di ventiquattro alloggi. Dal primo al settimo piano, due dei tre appartamenti presenti su ciascun livello hanno uguale dimensione mentre il terzo è leggermente più grande. Dal piano ottavo, invece, tutti gli appartamenti diventano di uguali dimensioni.

L'edificio è destinato all'uso residenziale e risulta completamente abitato.

7.1.2 Caratteristiche Strutturali

Il profilo terreno di fondazione è costituito essenzialmente da banchi più o meno potenti di lapilli e pozzolane. La composizione granulometrica di tali terre e assimilabile a quella di una 'sabbia con ghiaia' poco addensata e quindi suscettibile di notevoli assestamenti sotto l'azione di carichi esterni. La fondazioni è stata realizzata su pali di diametro Ø500, collegati tra loro per mezzo di plinti posti ad una profondità di -1.50 m dal piano campagna.

La struttura presenta un sistema costruttivo a telaio in c.a.. I pilastri prestano rastremature lungo tutta l'altezza dell'edificio, ad eccezione di un pilastro d'angolo che si ferma al penultimo piano della struttura per effetto di una riduzione di superficie. Le tamponature dell'edificio si sviluppano dal piano primo al piano ultimo, escludendo il piano terra. La struttura non rispetta quindi i principi di regolarità in altezza.

Le travi perimetrali sono per lo più estradossate, mentre quelle interne sono state realizzate a spessore per motivi di tipo architettonico. In corrispondenza di luci di solaio elevate sono presenti cordoli rompitratta per limitarne l'inflessione sotto l'effetto dei carichi statici. L'armatura del solaio è in latero-cemento gettato in opera con spessore pari a 0.29 m ad eccezione delle zone ribassate dove si riduce a 0.24 m.

Il collegamento ai vari piani e garantito da un vano ascensore posto circa centralmente in pianta e da una scala a soletta rampante, realizzata in posizione più decentrata.

7.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Lo stato di conservazione della struttura è buono. A seguito del rilievo, non sono stati rilevati gravi problemi di tipo strutturale legati al livello di conservazione dell'opera pur non essendo mai stato sottoposto ad alcun intervento di miglioramento strutturale. L'unico intervento di cui e stato oggetto e stato quello di manutenzione straordinaria che ha visto la realizzazione di un cappotto sulle facciate esterne.

7.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 15 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo D e la categoria topografica T_2 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.2).

Tabella 15. Parametri Indipendenti

a_g	0.168 g
F_0	2.378
T_c*	0.340 s
S_S	1.800
C_C	2.145
S_T	1.200
q	1.000

7.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura a telai in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in un periodo in cui il comune di Napoli non era classificato come sismico, l'edificio si colloca nella classe di vulnerabilità C2 della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato non progettato (Braga et al. 1982).

Gli elementi di vulnerabilità rilevati nel corso del sopralluogo sono:

- L'irregolare distribuzione delle rigidezze lungo l'altezza;
- Assenza delle tamponature al primo interpiano che, in caso di sisma, guiderebbero l'edificio ad attivare un meccanismo di collasso di piano con notevole richiesta di duttilità sulle colonne del primo interpiano;

Questi elementi, il fatto che le normative di progettazione dell'epoca hanno standard inferiori a quelle attualmente in vigore e l'elevato indice di occupazione dell'edificio che risulta interamente abitato incrementano la vulnerabilità e l'esposizione dell'edificio collocandolo, in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità media. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 16.

Tabella 16. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Alto
Classe di Vulnerabilità	C2
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Medio
PGA su suolo rigido	0.168 g
Tipologia terreno	D
Grado di pericolosità	Alto

7.4 Interventi di Miglioramento

Sulla base delle considerazioni fatte al punto 1.4 della presente relazione sono stati individuati alcuni possibili interventi di miglioramento. Di seguito vengono riportati possibili interventi per il caso studio in esame.

7.4.1 Interventi Globali

Gli interventi globali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Assenza delle tamponature al primo interpiano

  I possibili interventi globali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Inserimento di controventi metallici dissipativi;
  2. Inserimento di controventi metallici.

8 Relazione Ispezione - Provincia di Potenza (PZ)

8.1 Caratterizzazione dell'opera

8.1.1 Descrizione Generale

Gli edifici oggetto di studio sono situati a S. Angelo Le Fratte in provincia di Potenza (PZ) e sono in gestione all'ATER Potenza. Gli edifici sono realizzati attraverso una struttura a telaio in cemento armato (c.a.) e sono stati realizzati metà degli anni '70.

Il complesso ispezionato è composto da tre edifici (A, B, C) di 4 piani fuori terra. Ogni edificio è costituito da sette appartamenti a quota sfalsata di 1.5 m e garage interrato o al piano terra. I garage della palazzina A e C sono a quota -1.50 m, mentre quello della palazzina B è a piano campagna.

Gli edifici sono destinati all'uso residenziale e risulta inabitati da circa 15 anni.

8.1.2 Caratteristiche Strutturali

I tre edifici in c.a. presentano identica conformazione planimetrica e caratteristiche strutturali. L'altezza di interpiano è circa pari a 3.00 m, i solai sono in latero-cemento a travetti monodirezionali. Le travi sono in spessore di solaio, eccezione fatta per una trave di spina di altezza pari a circa 50 cm. I pilastri hanno una dimensione costante pari a circa 50 cm. Gli alloggi sono collegati mediante un vano scala interno e ogni fabbricato presenta balconi realizzati in spessore di solaio. La copertura, realizzata in cemento armato su cordolo, è classificabile come pesante.

8.1.3 Stato di conservazione dell'opera

La struttura è caratterizzata da uno stato avanzato di degrado legato al mancato utilizzo degli ultimi 15 anni. Un avanzato livello di deterioramento è stato osservato nelle componenti strutturali e non-strutturali, a causa principalmente di infiltrazioni e mancati interventi di manutenzione, adeguamento e/o miglioramento.

8.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 17 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo B e la categoria topografica T_2 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.2).

Tabella 17. Parametri Indipendenti

a_g	0.248 g
F_0	2.292
T_c*	0.365 s
S_S	1.172
C_C	1.346
S_T	1.200
q	1.000

8.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura a telaio in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in zona sismica classificata, l'edificio dovrebbe essere collocato nella classe di vulnerabilità D della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato progettato (Braga et al. 1982). Tuttavia, considerando la normativa di riferimento al tempo della progettazione degli edifici, che presentava standard molto diversi da quelle oggi in vigore, e lo stato di ammaloramento delle strutture, l'edificio può essere declassato alla classe di vulnerabilità C2 corrispondente al cemento armato non simicamente progettato.

Elementi di vulnerabilità rilevati nel corso del sopralluogo sono:

- L'ammaloramento delle strutture, soprattutto dei balconi in cui si osserva il degrado del calcestruzzo e delle barre di armatura;
- La presenza di una copertura pesante e spingente per la quale il cordolo superiore potrebbe essere inadeguato;
- La presenza di impalcati sfalsati che compromette l'effetto diaframma dell'impalcato per la distribuzione del carico sismico sulle strutture verticali.

Questi elementi, il fatto che le normative di progettazione dell'epoca hanno standard inferiori a quelle attualmente in vigore e l'elevato stato di degrado delle strutture incrementano la vulnerabilità dell'edificio collocandolo. Tuttavia, essendo l'edifico disabitato la bassa esposizione fa si che in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità bassa. Nell'ipotesi di utilizzo dell'edificio, il livello di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento è elevato. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 18.

Tabella 18. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Basso
Classe di Vulnerabilità	C2
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Intermedio
PGA su suolo rigido	0.248 g
Tipologia terreno	B
Grado di pericolosità	Alto

8.4 Interventi di Miglioramento

Sulla base delle considerazioni fatte al punto 1.4 della presente relazione sono stati individuati alcuni possibili interventi di miglioramento. Di seguito vengono riportati possibili interventi per il caso studio in esame.

8.4.1 Interventi Locali

Gli interventi locali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Ammaloramento delle strutture

  I possibili interventi locali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Iniezioni delle lesioni con resine epossidiche;
  2. Ripristino del copriferro e trattamento delle armature.

- Presenza di una copertura pesante e spingente per la quale il cordolo superiore potrebbe essere inadeguato

  Un possibile intervento locale per questo elemento di vulnerabilità è:

  1. Rinforzo del cordolo.

8.4.2 Interventi Globali

Gli interventi globali suggeriti per il caso studio e descritti nel punto 1.4 della presente relazione riguardano i seguenti elementi di vulnerabilità:

- Presenza di impalcati sfalsati che compromette l'effetto diaframma dell'impalcato per la distribuzione del carico sismico sulle strutture verticali.

  I possibili interventi globali per questo elemento di vulnerabilità sono:

  1. Inserimento di controventi metallici dissipativi;
  2. Inserimento di controventi metallici.

9 Relazione Ispezione - Provincia di Siracusa (SR)

9.1 Caratterizzazione dell'opera

9.1.1 Descrizione Generale

Gli edifici oggetto di studio sono situati in località Palazzo nel comune di Siracusa (SR) e sono in gestione all'IACP Siracusa. Gli edifici sono realizzati attraverso una struttura a telaio e dalle pareti dei vani scala in cemento armato (c.a.). L'intero complesso edilizio è stato progettato nel 1978 ed i lavori sono stati ultimati nel 1981.

L'edificio ispezionato fa parte di un complesso di tre edifici gemelli composto a loro volta da sei corpi aventi altezza differente. Ogni corpo dell'edificio è composto da un vano scala centrale che serve due appartamenti per piano tranne all'ultimo piano.

L'ispezione ha riguardato un corpo di uno dei tre edifici gemelli. Il corpo ispezionato si eleva per 5 piani alla destra del vano scala e per 6 piani alla sinistra del vano scala e non vi è la presenza di piani interrati. Il complesso è stato oggetto di un intervento nel 1992. In particolare, a seguito del terremoto di Carlentini del 1990 (che interesso una gran parte della Sicilia sud-orientale) si decise di tamponare il portico passante al piano terra dell'edificio in modo da creare nuovi alloggi per gli sfollati. Ad oggi, il corpo B è composto da tredici appartamenti uguali, due per piano fino al quinto piano, al sesto invece vi è un solo appartamento alla sinistra del vano scala.

L'edificio è destinato all'uso residenziale e risulta completamente abitato.

9.1.2 Caratteristiche Strutturali

Le fondazioni dell'edificio sono composte da plinti isolati in c.a. senza travi di collegamento. La relazione geologica/geotecnica ha evidenziato nell'area d'interesse un terreno con tre stratificazioni litologiche: terreno vegetale di copertura fino 1,8 m di profondità; calcari detritico organogeni pleistocenici fino a 20 m di profondità e calcari compatti miocenici. I calcari detritico organogeni pleistocenici sono quelli su cui si sono andate a posare le fondazioni dell'edificio. Dai sondaggi effettuati all'interno della relazione viene evidenziato che il terreno ha buone caratteristiche meccaniche ed è in grado di sopportare carichi unitari anche superiori a 4/5 kg/cm^2.

La struttura portante è composta da telai e dalle pareti del vano scala in c.a. ordinario R_{ck} = 25 kg/cm^2 e da solai in latero-cemento con uno spessore di 22 cm (18+4). La copertura è composta da un tetto piano realizzato con un solaio in latero-cemento con uno spessore di 22 cm. I corpi che compongono i vari edifici sono separati attraverso giunti di dilatazione di 5 cm.

Le strutture di tutti i suoi corpi dell'edificio ED2 non hanno mai subito interventi di ristrutturazione o di miglioramento sismico. Gli unici interventi effettuati su questo stabile sono stati quelli di 'chiusura' del portico passante nel 1992 come descritto in precedenza e una manutenzione straordinaria nel 2010 finalizzata al rifacimento della facciata e dei balconi.

9.1.3 Stato di conservazione dell'opera

Lo stato di conservazione della struttura è buono. A seguito del rilievo, non sono stati rilevati gravi problemi di tipo strutturale legati al livello di conservazione dell'opera.

9.2 Input Sismico atteso (T_R=475 anni)

Al fine di quantificare l'intensità sismica agente sull'edificio oggetto di studio, Tabella 19 riporta i parametri indipendenti necessari alla determinazione dello spettro elastico allo stato limite di vita (SLV) considerando una vita nominale (V_N) di 50 anni ed un coefficiente d'uso (cu) pari a 1 calcolati in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008). Il terreno è stato identificato come suolo di tipo A e la categoria topografica T_1 essendo la struttura sita in una zona pianeggiante (coefficiente di amplificazione S_T = 1.0).

Tabella 19. Parametri Indipendenti

a_g	0.214 g
F_0	2.269
T_c*	0.420 s
S_S	1.000
C_C	1.000
S_T	1.000
q	1.000

9.3 Considerazioni sulla vulnerabilità e priorità di intervento

L'edificio presenta una struttura a telaio e setti in cemento armato. Sulla base della tipologia e per il fatto di essere stato progettato in zona sismica classificata, l'edificio è collocabile nella classe di vulnerabilità D della scala MSK (Medvedev-Sponheuer-Karnik) corrispondente al cemento armato progettato (Braga et al. 1982).

Nel corso del sopralluogo non sono stati rilevati elementi di vulnerabilità.

L'intervento legato alle esigenze alloggiative del 1992 ha ridotto la vulnerabilità legata alla presenza di un piano debole, oggi per l'appunto tamponato, che fa si che la distribuzione delle rigidezze l'ungo l'altezza sia regolare. Condizioni che possono sovvertire questo parere sulla bassa vulnerabilità sono legate ad errori esecutivi che però non sono evidenti dal sopralluogo speditivo.

Nonostante l'elevata l'esposizione a seguito della completa occupazione dell'edificio la bassa vulnerabilità consente di collocare l'edificio, in termini di priorità per verifiche di dettaglio ed intervento, a livello di priorità bassa. I parametri caratteristici del rischio sismico dell'edificio in oggetto sono riassunti in Tabella 20

Tabella 20. Parametri Caratteristici del Rischio Sismico

Livello abitativo/Grado di esposizione	Alto
Classe di Vulnerabilità	D
Grado di influenza degli elementi strutturali sulla vulnerabilità dell'edificio	Basso
PGA su suolo rigido	0.214 g
Tipologia terreno	A
Grado di pericolosità	Alto

10 Sintesi Risultati

Tabella 21 sintetizza i risultati delle ispezioni riportando le caratteristiche principali degli edifici quali: tipologia strutturale, anno di costruzione, numero di piani, eventuali interventi effettuati, stato di conservazione ed eventuali terremoti subiti dalla struttura. Attraverso tali informazioni, insieme agli elementi di vulnerabilità delle strutture riportati in Tabella 22 è possibile definire la vulnerabilità della struttura nella scala MSK.

Combinando le informazioni relative alla vulnerabilità con quelle dell'esposizione, espressa in termini di livello di occupazione, e alla pericolosità del sito, espressa sinteticamente attraverso l'accelerazione di picco al suolo con un tempo di ritorno T_R = 475 anni è possibile identificare gli edifici dove le verifiche di dettaglio ed eventuali interventi sono prioritari.

In Tabella 23 si definisce un ranking degli edifici in base alla priorità per verifiche di dettaglio ed intervento. L'ordine delle priorità di intervento nell'ipotesi di completa occupazione di tutti gli edifici, nell'ottica di una previsione futura, è riportato in Tabella 24.

Tabella 21. Sintesi ispezioni

Ente	Città	n. edifici	Tipologia	Anno Costr.	n. piani	Anno Interventi	Interventi	Stato Conservazione	Terremoti	**MSK**	**Livello di occupazione [%]**	**a_g [g]**	**Priorità interventi**
ATER TREVISO	Conegliano (TV)	2	Struttura parzialmente prefabbricata in c.a.	1981	4	***	***	Buono - No fessurazioni	***	D → C2	100	0.227	Medio/Elevata
ACER BOLOGNA	Bologna (BO)	1	Muratura portante & Setti in c.a.	1924 (1996)	5	> 1996	Recupero e introduzione setti e vani ascensore	Buono - A seguito degli interventi	Emilia 2012	C1	20	0.166	Bassa
CASA SPA FIRENZE	Firenze (FI)	1	Struttura a telaio in c.a.	1981	7	***	***	Discreto - Distacco copriferro e degrado delle barre nei balconi e colonne al piano terra	***	C2	100	0.131	Medio/Elevata
ATER UMBRIA	Terni (TR)	1	Struttura a setti in c.a.	1980	7	***	***	Discreto - Distacco copriferro e degrado delle barre	***	D	80	0.167	Media
ATER L'AQUILA	Sulmona (AQ)	2	Struttura a telaio e nuclei in c.a.	1983	5	***	***	Buono - No lesioni	L'Aquila 2009	D	100	0.256	Bassa
IACP NAPOLI	Napoli (NA)	1	Struttura a telaio in c.a.	1978 circa	10	***	Introduzione Cappotto	Buono - No lesioni	Irpinia 1980	C2	100	0.168	Media
ATER POTENZA	Potenza (PZ)	3	Struttura a telaio in c.a.	1975	4	***	***	Evidente stato di degrado - Non utilizzo	***	D → C2	0	0.248	NC
IACP SIRACUSA	Siracusa (SR)	***	Struttura a telaio e setti in c.a.	1981	5	1992	Tamponature al primo interpiano	Buono - No lesioni	****	D	100	0.214	Bassa

Tabella 22. Elementi di Vulnerabilità

Ente	Città	Tipologia	Anno Costr.	Elementi di Vulnerabilità
ATER TREVISO	Conegliano (TV)	Struttura parzialmente prefabbricata in c.a.	1981	1) Minore rigidezza al primo interpiano a seguito della presenza di pilastri di dimensione 70×20 cm2 molto debolmente armati al posto delle pareti prefabbricate; 2) Struttura pannelli prefabbricati generalmente caratterizzata da carenze a livello delle connessioni; 3) Connessione in semplice appoggio e non monolitica degli elementi prefabbricati dell'impalcato con quelli verticali.
ACER BOLOGNA	Bologna (BO)	Muratura portante & Setti in c.a.	1924 (1996)	***
CASA SPA FIRENZE	Firenze (FI)	Struttura a telaio in c.a.	1981	1) Assenza delle tamponature al piano terra (Piloties); 2) Degrado delle colonne al piano terra; 3) Incremento delle sezioni dei pilastri tra il piano terra e il piano primo; 4) Presenza di travi a spessore.
ATER UMBRIA	Terni (TR)	Struttura a setti in c.a.	1980	1) Variazione della dimensione delle pareti che ai piani alti è maggiore che a quelli bassi; 2) Spessore delle pareti ridotto e pari a 14 cm.
ATER L'AQUILA	Sulmona (AQ)	Struttura a telaio e nuclei in c.a.	1983	Larghe aperture al piano terra sul lato lungo degli edifici che potrebbero concorrere alla formazione di un piano debole.
IACP NAPOLI	Napoli (NA)	Struttura a telaio in c.a.	1978 circa	1) Irregolarità in altezza; 2) Assenza delle tamponature al primo interpiano che, in caso di sisma, guiderebbero l'edificio ad attivare un meccanismo di collasso di piano.
ATER POTENZA	Potenza (PZ)	Struttura a telaio in c.a.	1975	1) Ammaloramento delle strutture, soprattutto dei balconi in cui si osserva degrado del calcestruzzo e delle armature; 2) Presenza di una copertura pesante e spingente per la quale il cordolo superiore potrebbe essere inadeguato; 3) Presenza di impalcati sfalsati che compromette l'effetto diaframma dell'impalcato per la distribuzione del carico sismico sulle strutture verticali.
IACP SIRACUSA	Siracusa (SR)	Struttura a telaio e setti in c.a.	1981	***

Tabella 23. Ranking priorità di intervento

	Ente	Città	Tipologia	Anno Costr.	n. piani	MSK	Livello di occupazione [%]	a_g [g]	Priorità interventi
1	**ATER TREVISO**	Conegliano (TV)	Struttura parzialmente prefabbricata in c.a.	1981	4	D → C2	100	0.227	Medio/Elevata
2	**CASA SPA FIRENZE**	Firenze (FI)	Struttura a telaio in c.a.	1981	7	C2	100	0.131	Medio/Elevata
3	**IACP NAPOLI**	Napoli (NA)	Struttura a telaio in c.a.	1978 circa	10	C2	100	0.168	Media
4	**ATER UMBRIA**	Terni (TR)	Struttura a setti in c.a.	1980	7	D	80	0.167	Media
5	**ATER L'AQUILA**	Sulmona (AQ)	Struttura a telaio e nuclei in c.a.	1983	5	D	100	0.256	Bassa
6	**IACP SIRACUSA**	Siracusa (SR)	Struttura a telaio e setti in c.a.	1981	5	D	100	0.214	Bassa
7	**ACER BOLOGNA**	Bologna (BO)	Muratura portante & Setti in c.a.	1924 (1996)	5	C1	20	0.166	Bassa
8	**ATER POTENZA**	Potenza (PZ)	Struttura a telaio in c.a.	1975	4	D → C2	0	0.248	NC

Tabella 24. Ranking priorità di intervento nell'ipotesi di completa occupazione di tutti gli edifici

	Ente	Città	Tipologia	Anno Costr.	n. piani	MSK	Livello di occupazione [%]	a_g [g]	Priorità interventi
1	**ATER POTENZA**	Potenza (PZ)	Struttura a telaio in c.a.	1975	4	D → C2	100	0.248	Elevato
2	**ATER TREVISO**	Conegliano (TV)	Struttura parzialmente prefabbricata in c.a.	1981	4	D → C2	100	0.227	Medio/Elevata
3	**CASA SPA FIRENZE**	Firenze (FI)	Struttura a telaio in c.a.	1981	7	C2	100	0.131	Medio/Elevata
4	**IACP NAPOLI**	Napoli (NA)	Struttura a telaio in c.a.	1978 circa	10	C2	100	0.168	Media
5	**ATER UMBRIA**	Terni (TR)	Struttura a setti in c.a.	1980	7	D	100	0.167	Media
6	**ATER L'AQUILA**	Sulmona (AQ)	Struttura a telaio e nuclei in c.a.	1983	5	D	100	0.256	Bassa
7	**IACP SIRACUSA**	Siracusa (SR)	Struttura a telaio e setti in c.a.	1981	5	D	100	0.214	Bassa
8	**ACER BOLOGNA**	Bologna (BO)	Muratura portante & Setti in c.a.	1924 (1996)	5	C1	100	0.166	Bassa

11 Riferimenti Bibliografici

Braga F., Dolce M., Liberatore D. (1982), "A statistical Study on damage buildings and an ensuing review of the M.S.K. – 76 scale", Atti del 7 ECEE, Atene.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione i responsabili degli ex IACP che hanno messo a disposizione i casi studio per tale ricerca: Davide Severin (ATER Treviso); Germano Severini (ACER Bologna); Leonardo Bencini (CASA SPA Firenze); Alessandro Mazzei (ATER Umbria); Piergiulio Virgilio (ATER L'Aquila); Luigi Ghezzi (IACP Napoli); Pierluigi Arcieri (ATER Potenza); Carmelo Uccello (IACP Siracusa).

Un sentito ringraziamento per la collaborazione va allo staff di Eucentre che si è occupato delle ispezioni e della redazione delle relazioni per i singoli edifici. In particolare si ringraziano: l'Ing. Fabio Germagnoli, l'Ing. Barbara Borzi, l'Ing. Antonella di Meo e l'Ing. Roberto Nascimbene.