



RAPPORTI TECNICI INGV

‘Fragile Home’,
uno strumento educational
per visualizzare una casa
“prima” e “dopo” un terremoto



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

475

Direttore Responsabile

Valeria DE PAOLA

Editor in Chief

Milena MORETTI (editorinchief.collane-editoriali@ingv.it)

Editorial Board

Laura ALFONSI (laura.alfonsi@ingv.it)
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)
Simona CARANNANTE (simona.carannante@ingv.it)
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)
Luca COCCHI (luca.cocchi@ingv.it)
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)
Luigi CUCCI (luigi.cucci@ingv.it)
Lorenzo CUGLIARI (lorenzo.cugliari@ingv.it)
Alessia DI CAPRIO (alessia.dicaprio@ingv.it)
Roberto DI MARTINO (roberto.dimartino@ingv.it)
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)
Domenico DORONZO (domenico.doronzo@ingv.it)
Filippo GRECO (filippo.greco@ingv.it)
Alessandro IAROCCI (alessandro.iarocci@ingv.it)
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)
Daniele MELINI (daniele.melini@ingv.it)
Anna NARDI (anna.nardi@ingv.it)
Lucia NARDONE (lucia.nardone@ingv.it)
Marco OLIVIERI (marco.olivieri@ingv.it)
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)
Pierangelo ROMANO (pierangelo.romano@ingv.it)
Maurizio SOLDANI (maurizio.soldani@ingv.it)
Sara STOPPONI (sara.stopponi@ingv.it)
Umberto TAMMARO (umberto.tammaro@ingv.it)
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)
Stefano URBINI (stefano.urbini@ingv.it)

Segreteria di Redazione e Produzione

Francesca DI STEFANO - Coordinatore
Rossella CELI
Robert MIGLIAZZA
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Patrizia PANTANI
redazione.cen@ingv.it

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia | Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

RAPPORTI TECNICI INGV

‘Fragile Home’, uno strumento educational per visualizzare una casa “prima” e “dopo” un terremoto

‘Fragile Home’, an educational tool to visualize a house “before” and “after” an earthquake

Concetta Felli¹, Filippo Altavilla¹, Giorgio Capasso¹, Loredana Napoli¹, Paolo Cosenza¹ e Valeria De Paola^{2,*}

¹INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Palermo

²INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Napoli - Osservatorio Vesuviano

*Corresponding author

Accettato 10 ottobre 2023 | Accepted 10 October 2023

Come citare | How to cite Felli C., Altavilla F., Capasso G., Napoli L., Cosenza P. e De Paola V., (2023). ‘Fragile Home’, uno strumento educational per visualizzare una casa “prima” e “dopo” un terremoto. Rapp. Tec. INGV, 475: 1-40, <https://doi.org/10.13127/rpt/475>

In copertina | Facciata laterale dell’edificio post evento sismico. Particolare | Cover | Side facade of the building after the seismic event. Detail

475

INDICE

Riassunto	7
<i>Abstract</i>	7
Introduzione	7
1. La costruzione dell'edificio	8
1.1 Le fasi di realizzazione e i materiali utilizzati	8
1.2 Progettazione e realizzazione della base	9
1.3 progettazione, realizzazione e posizionamento delle pareti perimetrali, delle pareti divisorie e dei ripiani interni	10
1.4 Progettazione e realizzazione delle porte finestre e dei balconi	11
1.5 Progettazione, realizzazione e montaggio del tetto	13
1.6 Realizzazione e montaggio delle scale interne	14
1.7 Realizzazione e montaggio del pannello posteriore	15
1.8 Realizzazione e montaggio dell'impianto di illuminazione	15
1.9 Impianto acustico della casa	16
1.10 Impianto meccanico per simulare il movimento della casa	16
2. La costruzione degli arredi	18
2.1 Fasi di progettazione	18
2.2 Realizzazione dei mobili e accessori	18
2.3 Mobili e accessori dei due ambienti cucina	20
2.3.1 Accessori della cucina	22
2.4 Mobili e accessori dei due ambienti camera letto matrimoniale	24
2.4.1 Accessori delle camere da letto matrimoniali	26
2.5 Mobili e accessori dei due ambienti stanza dei bambini	27
2.5.1 Accessori della camera dei bambini	30
2.6 Mobili e accessori dei due ambienti bagno	31
3. Conclusioni	34
Bibliografia	36

Riassunto

Il territorio italiano è particolarmente esposto al rischio sismico. Nel 2021, infatti, la Rete Sismica nazionale ha registrato 16.095, in media 44 terremoti al giorno. I terremoti, quindi, rappresentano un rischio importantissimo sia per le abitazioni che - per storia architettonica e per tecniche costruttive - risultano fragili sia per le comunità sociali e le economie locali che vengono travolte dalle conseguenze.

'Fragile Home' rappresenta una casa, su più livelli, esposta allo scuotimento di una scossa sismica. In essa sono rappresentati gli ambienti tipici di una casa tradizionale come si presentano "prima" di un terremoto e "dopo" i danni provocati dall'evento sismico. Le pareti, le strutture architettoniche e gli arredi della parte "dopo" sono rovinati sotto gli effetti dei crolli tipici di una abitazione costruita senza tecniche antisismiche.

Questo lavoro, ideato per essere presentato ad un pubblico di bambini di età scolare, vuole essere uno stimolo per costruire la consapevolezza delle nuove generazioni sulla fragilità delle strutture che viviamo anche se esse, concettualmente, rappresentano la nostra sicurezza, il nostro "tetto sicuro".

Abstract

The Italian territory is particularly exposed to seismic risk. In 2021, in fact, the National Seismic Network recorded 16,095, an average of 44 earthquakes per day. Earthquakes, therefore, represent a very important risk both for homes that - due to their architectural history and construction techniques - are fragile and for the social communities and local economies that are overwhelmed by the consequences.

'Fragile Home' represents a house, on several levels, exposed to the shaking of a seismic tremor. It represents the typical rooms of a traditional house as they appear 'before' an earthquake and 'after' the damage caused by the seismic event. The walls, architectural structures and furnishings of the 'after' part are damaged under the effects of the collapse typical of a house built without earthquake-proof techniques.

This work, designed to be presented to an audience of school-age children, is intended as a stimulus to build the awareness of the new generations on the fragility of the structures we live in, even though they conceptually represent our safety, our 'safe roof'.

Keywords Terremoto; Casa; Resilienza | Earthquake; Home; Fragile.

Introduzione

Il modellino di 'Fragile Home' (Casa Fragile) vuole rappresentare uno strumento di divulgazione visual per i bambini dai 6 ai 12 anni (Figura 1). Con esso si vuole raggiungere un duplice scopo: far "vedere" dal vivo cosa può succedere alle abitazioni "dopo" un evento sismico e, conseguentemente, porre al centro della loro attenzione di futuri cittadini la consapevolezza che la costruzione di edifici sicuri e resilienti ai terremoti (e agli eventi naturali in generale) è indispensabile per evitare danni e vittime. A tal scopo, in 'Fragile Home' si suggeriscono semplici azioni, come l'ancoraggio degli arredi alle pareti, che possono essere fondamentali per evitare che le persone subiscano lesioni dalle cadute di oggetti pesanti siti nelle stesse abitazioni.

Allo stesso scopo, sono state introdotte delle sagome umane che simulano alcuni comportamenti corretti da intraprendere durante una scossa di terremoto.

Il processo di progettazione e realizzazione del modellino è durato circa sei mesi e si è concretizzato grazie alla disponibilità della Sezione di Palermo dell'INGV, al tempo diretta da Francesco Italiano, con il lavoro di miniatura svolto dal team di specialisti del Laboratorio di Meccanica e con il contributo di idee e attività di altri colleghi della Sezione siciliana.

Per la realizzazione di 'Fragile Home' si è scelto di utilizzare, per lo più, materiali di riciclo anche per dimostrare ai bambini che con risorse semplici e facilmente reperibili è possibile costruire progetti articolati.

La plastica, il legno, il cartone e i tessuti sono materiali che si possono recuperare e, riutilizzandoli con le tecniche di riciclo creativo, possono dar vita a nuovi oggetti.

Creatività, manualità, pazienza, esperienza personali e tecniche di riciclo creativo sono stati gli elementi fondamentali per la creazione della struttura della casa, del mobiliario interno e degli accessori in miniatura. Inoltre, l'uso di materiali di riciclo ha permesso di abbattere i costi di realizzazione, di dare nuovo valore agli oggetti e, non di ultima importanza, ridurre l'impatto ambientale.

Idea di partenza per la progettazione e la realizzazione di 'Fragile Home' è stata la volontà di riutilizzare i tanti sacchetti avanzati di cunei tenditela, ovvero i sostegni trasversali aggiunti gratuitamente all'acquisto di una tela pronta per pittura che servono per dare stabilità al telaio (Figura 2). Quindi, con un po' di fantasia e i giusti materiali di scarto, si è dato inizio alla prima 'Fragile Home' dell'INGV.

Figura 1 Fragile Home.

Figure 1 Fragile Home.



Figura 2 Cuneo tenditela per la stabilità della tela per pittura.

Figure 2 Tensioning wedge for canvas stability.



1. La costruzione dell'edificio

1.1 Le fasi di realizzazione e i materiali utilizzati

La costruzione dell'edificio di 'Fragile Home' è stata il risultato di diverse fasi di progettazione ed esecuzione con materiali e strumenti già presenti nel Laboratorio di Meccanica della Sezione di Palermo. Esse possono essere così schematizzate:

- progettazione e realizzazione della base;
- progettazione, realizzazione e posizionamento delle pareti perimetrali, delle pareti divisorie interne e dei ripiani;

- c. progettazione e realizzazione delle cornici per le porte finestre e dei balconi;
- d. progettazione, realizzazione e montaggio del pannello centrale e dei due pannelli del tetto;
- e. realizzazione e montaggio delle scale interne;
- f. realizzazione e montaggio del pannello posteriore;
- g. realizzazione e montaggio dell'impianto di illuminazione;
- h. realizzazione e montaggio dell'impianto acustico;
- i. realizzazione e montaggio dell'impianto meccanico.

I materiali acquisiti per la sua realizzazione sono rappresentati in Tabella 1:

Materiali				
Nastro adesivo in carta	Colori acrilici	Cartone da imballaggio	Spugna nera espansa per protezione imballaggio	Primer vernice
				
Fogli di legno balsa	Para spifferi adesivo per finestre	Pannelli isolanti in polistirene espanso	Piastrine metalliche con chiodo a testa quadrata larga	Puntine da disegno a tre punte
				
Ruote in nylon con supporto piroettante e freno in acciaio zincato	Telaio rettangolare per la base in acciaio	Foglio di plexiglass trasparente	Viti a croce	Carta adesiva nera
				

Tabella 1 Materiali per la costruzione dell'edificio di 'Fragile Home'.

Table 1 Materials for the construction of the 'Fragile Home' building.

1.2 Progettazione e realizzazione della base

Per la base è stata scelta una soluzione rettangolare giacché offriva all'intera struttura un piano di stabilità e, al contempo, una migliore gestione logistica nel posizionamento e nel trasporto. La base della struttura è stata realizzata con un pannello isolante in polistirene espanso (Figura 3).

Essa è poggiata su una cornice realizzata con barre in acciaio saldate.

Il lato superiore della base, che costituisce il pavimento del primo piano della casa, è stato verniciato internamente a riquadri di colore marrone rosato con fughe nere (per simulare il disegno delle piastrelle del pavimento) ed esternamente in verde (per simulare un'area giardino). Nella parte sottostante sono state fissate quattro ruote in nylon con supporto piroettante e con freno in acciaio zincato per consentirne il movimento sia durante la "scossa di terremoto" sia per il trasporto (Figura 4).

Figura 3 Base della casa e della struttura portante.
Figure 3 House foundation and supporting structure.



Figura 4 Particolari della base esterna della casa: a) area giardino della casa b) ruote piroettanti sottostanti la base.
Figure 4 Details of the house exterior base: a) garden area of the house b) pivoting wheels underneath the base.

1.3 Progettazione, realizzazione e posizionamento delle pareti perimetrali, delle pareti divisorie e dei ripiani interni

Le pareti divisorie interne sono state realizzate con i pannelli isolanti in polistirene espanso di misura 125cm x 60cm x 4cm, verniciati con primer e colori in acrilico (Figura 5).

Analogamente, anche i tre ripiani sono stati realizzati con pannelli isolanti in polistirene espanso e, come il piano terra, i ripiani del primo, secondo e terzo piano sono stati verniciati sul lato superiore (pavimento delle stanze) volendo riprodurre un gioco di piastrelle a quadri. Sono stati, inoltre, riprodotti i battiscopa dei pavimenti utilizzando lunghe fasce di cartone marrone (Figura 6).

Con delle piastrine metalliche con chiodo a testa quadrata larga, realizzate appositamente dal Laboratorio di Meccanica, sono state assemblate le pareti e i ripiani tra loro al fine di incastrare con precisione tutti i pannelli in polistirene.



Figura 5 Pareti e ripiani.
Figure 5 Walls and shelves.



Figura 6 Pavimentazione e battiscopa.
Figure 6 Flooring and skirting.

1.4 Progettazione e realizzazione delle porte finestre e dei balconi

Su entrambi i lati di 'Fragile Home' (lato sinistro e destro rispetto alla visuale frontale) sono stati realizzati, per ogni piano, dei vani nella parete per riprodurre dei balconi, due per ogni piano, per un totale di sei porte finestre e balconi (Figura 7).

Tutti i piani della casa sono comunicanti con rampe di scale che terminano con vani di apertura nei rispettivi pavimenti.

I parapetti dei balconi, verniciati di colore bordeaux, sono stati realizzati con i pannelli isolanti in polistirene espanso e i corrimani con para spifferi adesivi (Figura 8). Gli infissi, invece, sono stati realizzati con fogli di plexiglass trasparente, verniciati di colore grigio sui lati per riprodurre le porte. Per la migliore verosimiglianza agli arredi reali, ciascuna porta ha un pomello realizzato con viti a croce (Figura 9).

Nei balconi del lato "terremotato" della casa, le parti centrali dei fogli di plexiglass sono state tagliate per rappresentare i vetri rotti a seguito della scossa di terremoto (Figure 10-11-12-13).



Figura 7 Particolare della struttura con le aperture per le finestre e le scale.
Figure 7 Detail of the structure with openings for windows and stairs.

Figura 8 Balconi.
Figure 8 Balconies.



Figura 9 Particolari degli infissi.
Figure 9 Details of balcony windows.



Figura 10 Particolare dei balconi lato destro “dopo”
l’evento sismico.
Figure 10 Detail of the balconies on the right-hand side
after the earthquake.



Figura 11 Lesioni delle pareti.
Figure 11 Wall damages.





Figura 12 Vetri in frantumi.
Figure 12 Damage to window glass.



Figura 13 Facciata laterale dell'edificio post evento sismico con caduta di laterizi.
Figure 13 Side facade of the building after the seismic event with falling bricks.

1.5 Progettazione, realizzazione e montaggio del tetto

Per il tetto di 'Fragile Home' si è scelta la soluzione a sella (tetto spiovente) che, con la sua forma triangolare, rappresenta la soluzione più tipica nell'immaginario dei bambini.

Anche il tetto, come la struttura portante, è stato realizzato in polistirene espanso.

Per la realizzazione del tetto si è, innanzitutto, posizionato il pannello della base del triangolo a copertura del piano più alto della casa. Con altri due pannelli posizionati obliquamente, si è creato il tetto a sella con sporgenze sui bordi esterni di sinistra e di destra (Figura 14).

Il tetto è stato verniciato con il colore bordeaux, colore tipico delle tegole e dei tetti a spiovente nell'immaginario comune.

Nella parte superiore è stato realizzato e montato un simil pannello fotovoltaico (Figura 15) giacché si è voluta rappresentare anche l'ecosostenibilità della casa. Per far ciò, su un foglio di legno balsa è stata poggiata della carta adesiva nera e, su di essa, sono stati disegnati a mano i

riquadri tipici dei pannelli fotovoltaici. Il tutto è stato ricoperto con un foglio di plexiglass trasparente e incorniciato con fasce in alluminio (Figura 16), per la maggiore verosimiglianza con i reali pannelli.



Figura 14 Tetto a sella.
Figure 14 Saddle roof.



Figura 15 Realizzazione dei pannelli fotovoltaici.
Figure 15 Construction of photovoltaic panels.



Figura 16 Tetto con i pannelli fotovoltaici.
Figure 16 Roof with photovoltaic panels.

1.6 Realizzazione e montaggio delle scale interne

'Fragile Home' è stata concepita come una casa unica, dove sui diversi livelli sono ubicate le diverse zone di abitabilità. Pertanto, per consentire il passaggio da una zona ad un'altra, si è resa

necessaria la realizzazione di scale interne interpiano aprendo dei vani simmetrici. Sono state, quindi, realizzate le strutture delle tre scale utilizzando spugna nera espansa e posizionandole tra un vano e l'altro obliquamente rispetto al piano. Per ogni vano scala è stato, inoltre, realizzato un parapetto che insiste sul piano inferiore di appoggio della scala. I parapetti sono stati realizzati utilizzando del cartone, dipinto con il colore grigio, e su di essi sono stati montati dei corrimani realizzati in spugna adesiva (Figura 17).



Figura 17 a) Scala interna **b)** Scala e parapetto a protezione del vano scala.
Figure 17 a) Interior staircase **b)** Staircase and parapet protecting the stairwell.

1.7 Realizzazione e montaggio del pannello posteriore

Il lato posteriore di 'Fragile Home' è stato chiuso con un pannello in cartone. Per realizzarlo sono stati utilizzati alcuni cartoni di riciclo uniti tra loro da graffette metalliche e scotch. Il pannello unico così composto è stato poi fissato alla parte posteriore della struttura con chiodi metallici. Nella parte centrale, lungo la linea verticale, è stata fissata una canalina di plastica bianca per fili elettrici atta a nascondere i cavi dell'impianto d'illuminazione descritto in seguito (Figura 18).



Figura 18 Pannello posteriore con canalina proteggi fili.
Figure 18 Back panel with wire protection duct.

1.8 Realizzazione e montaggio dell'impianto di illuminazione

Nella realizzazione del progetto 'Fragile Home' si è deciso di dotare la casa di un impianto d'illuminazione che servisse, oltretutto, a evidenziare le differenze della casa "prima" dell'evento sismico e "dopo" l'evento stesso. Infatti, mentre la parte sinistra della casa "prima" è ben illuminata in tutti gli ambienti, la parte destra che rappresenta il "dopo" l'evento sismico è

totalmente buia.

Per l'impianto, anche questo realizzato in economia, sono stati utilizzati (Figura 19):

- alcune strisce luminose rigide a LED;
- un alimentatore 12V 2A 24W per supportare piccoli dispositivi elettronici;
- un interruttore unipolare.



Figura 19 a) Striscia luminosa a led b) Alimentatore dell'impianto c) Interruttore unipolare.

Figure 19 a) LED light strip b) System power supply c) Single-pole switch.

1.9 Impianto acustico della casa

'Fragile Home' è dotata di un mini Speaker Bluetooth con porta USB. Nella fase di rappresentazione di un terremoto si è voluto che i bambini ascoltassero i suoni che, solitamente, si accompagnano ad un evento sismico in un abitato, in particolare vetri che si frantumano e urla delle persone in panico. Il suono è salvato su una pendrive che si collega agli speaker (Figura 20).

Figura 20 Speaker Bluetooth.

Figure 20 Speaker Bluetooth.



1.10 Impianto meccanico per simulare il movimento della casa

Alla base di 'Fragile Home' è stato installato un impianto meccanico per generare uno scuotimento indotto al passaggio delle onde sismiche. L'impianto è basato su un meccanismo in grado di trasmettere alla casa un movimento lineare alternato (Figura 21). A tale scopo è stato realizzato un manovellismo motorizzato a bassa tensione, composto da un motore 12 Volt 500 mA motoridotto, collegato assialmente ad un disco rotante o puleggia. Su questo disco è stata imbullonata una piccola asta (biella) il cui foro è situato radialmente. Il tal modo si è trasformato il moto rotativo del motore in moto lineare alternato attraverso un sistema detto

'biella-manovella' (Figura 22).

Il sistema è montato su una base in metallo opportunamente zavorrata, completa di carter di protezione, pulsante rosso di accensione e sistema di alimentazione 220 V (Figura 23).

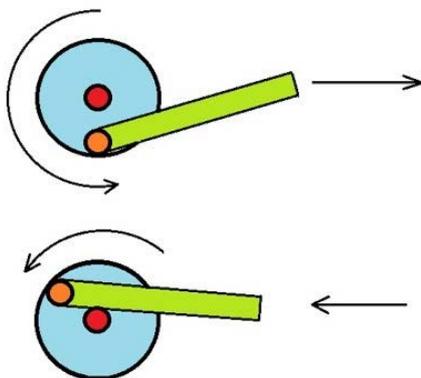


Figura 21 Schema biella/manovella.

Figure 21 Connecting rod/crank diagram.



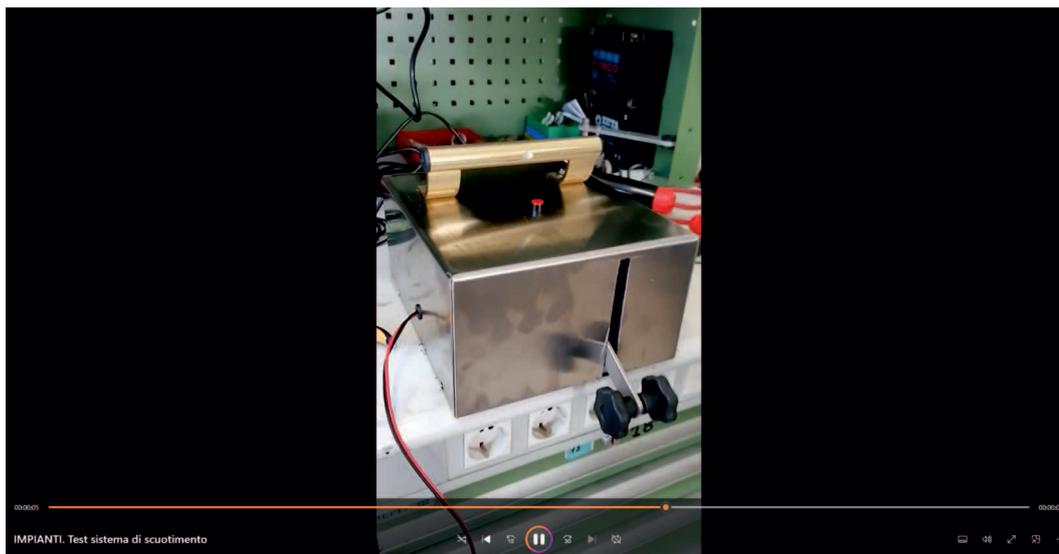
Figura 22 Sistema biella/manovella.

Figure 22 Connecting rod/crank system.



Figura 23 Base in metallo.

Figure 23 Metal base.



Video 1 Impianti. Test del sistema di scuotimento.
Video 1 Implants. Shaking system testing.

2. La costruzione degli arredi

2.1 Fasi di progettazione

‘Fragile Home’ è stata pensata per rappresentare una casa realistica completa di arredi di uso comune. Quindi sono stati progettati e costruiti gli arredi in miniatura per tutti gli ambienti comunemente esistenti in una casa.

Giacché ‘Fragile Home’ è una casa simmetrica tra la parte “prima” e la parte “dopo” il terremoto, gli arredi sono stati riprodotti identicamente per entrambe le stanze. Sono state, quindi, arredate otto stanze (quattro “prima” e quattro “dopo”) progettando gli arredi per:

- n. 2 ambienti cucina
- n. 2 ambienti bagno
- n. 2 ambienti camera da letto matrimoniale
- n. 2 ambienti camera dei bambini

Le stanze del “prima” del terremoto conservano arredi integri e perfettamente sistemati nell’ambiente di riferimento.

Le stanze del “dopo” il terremoto, invece, presentano gli identici arredi ma rotti o rovinati a seguito degli effetti dell’evento sismico sulla stabilità dell’edificio.

L’evidenza tra il “prima” e il “dopo” è così di massimo impatto.

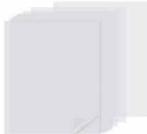
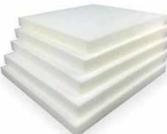
2.2 Realizzazione dei mobili e accessori

Per realizzare tutti gli arredi, costituiti da mobili e accessori, sono stati utilizzati utensili di uso comune quali forbici, taglierino, tronchese, pistola per colla a caldo e seghetto (Tabella 2) e materiali facilmente reperibili, di riciclo o di valore economico modesto (Tabella 3).

Strumenti				
Forbici	Taglierino	Tronchese	Pistola per colla a caldo	Seghetto
				

Tabella 2 Attrezzi utilizzati.

Table 2 Used tools.

Materiali				
Corda juta	Bastoncini rettangolari di legno naturale	Bastoncini rotondi di legno naturale	Bastoncini di legno colorati	Fogli da carta lucida A4
				
Carta alluminio da cucina	Tappo in polipropilene (PP) per bottiglia in plastica (PE), rettangolare a collo largo	Mollette per bucato in legno naturale	Fogli di gomma con e senza brillantini	Cunei tenditela
				
Spugna bianca espansa per protezione imballaggio	Scatoline di cartone quadrate	Fondo bombato in acciaio inox a saldare	Dadi ciechi esagonali con testa a cupola in acciaio inox	Filo di alluminio modellabile
				

Panetto di pasta per modellare bianco	Graffette	Tubo di cartone del rotolone di carta	Corda di plastica azzurra	Tubo portamonete
				
Stoffa di raso rossa e gialla	Mattone rosso faccia a vista liscio	Mattone bianco faccia a vista bianco liscio	Telo PVC trasparente	Nastro adesivo di carta
				

Tabella 3 Materiali utilizzati.

Table 3 Used materials.

I mobili in miniatura del “prima” e del “dopo” terremoto sono stati realizzati tutti a mano, ritagliando su misura, assemblando e incollando i materiali precedentemente descritti. Fondamentale per avere un confronto credibile è stato il rispetto, fin dove possibile, della simmetria dei ripiani, dei colori dei mobili e dell’arredamento degli ambienti del “prima” e del “dopo” il terremoto.

2.3 Mobili e accessori dei due ambienti cucina

Nelle due cucine, poste nel piano più alto di ‘Fragile Home’, sono presenti:

- n. 4+4 sedie cd. “paesane” in legno per cucina, con sedute impagliate, in quattro colori diversi (Figura 24).

Per costruire le sedie sono stati utilizzati:

- bastoncini rettangolari di legno naturale per lo schienale e le gambe;
- bastoncini di legno colorati per la seduta;
- corda juta per l’impagliatura del quadrato-seduta.

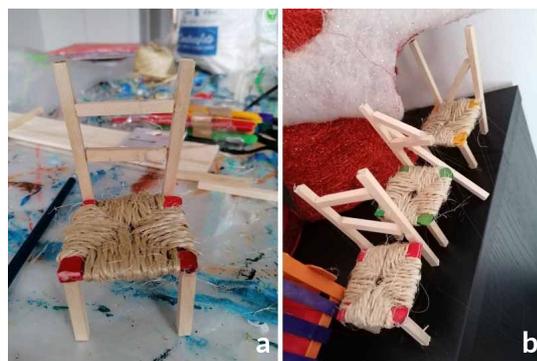


Figura 24 Sedia in legno a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
Figure 24 Wooden chair a) before the earthquake b) after the earthquake.

- n. 1+1 tavoli da cucina (Figura 25).

Per costruire i tavoli sono stati utilizzati:

- bastoncini rettangolari di legno naturale per le gambe;
- bastoncini di legno colorati per il piano;
- fogli di gomma con e senza brillantini per la base del piano.



Figura 25 Tavolo della cucina a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.

Figure 25 Kitchen table a) before the earthquake b) after the earthquake.

- n. 1+1 divani (Figura 26).

Per costruire i divani sono stati utilizzati:

- mollette per il bucato di legno per la seduta e i piedi del divano;
- bastoncini rettangolari di legno naturale per sorreggere lo schienale.



Figura 26 Divano a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.

Figure 26 Sofa a) before the earthquake b) after the earthquake.

- n. 1+1 cucine componibili lineari (Figura 27).

Per realizzare le cucine sono stati utilizzati:

- cunei tenditela per il frigorifero, il piano cottura, il top, i pensili, il forno e la cappa;
- bastoncini rettangolari di legno naturale per lo scheletro della struttura e per le maniglie;
- ritagli di compensato per altri parti della cucina;
- fondo bombato in acciaio inox a saldare per il lavello;
- filo di alluminio modellabile per il rubinetto;
- dadi ciechi esagonali con testa a cupola in acciaio inox per le manopole utili allo scambio d'acqua calda e fredda;
- spugna bianca espansa per stabilizzare la struttura.



Figura 27 Cucina a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
 Figure 27 Kitchen a) before the earthquake b) after the earthquake.

2.3.1 Accessori della cucina

Gli accessori presenti nelle cucine sono:

- n. 1+1 tappeti in juta realizzati a mano con telaio artigianale (Figura 28);



Figura 28 Tappeto della cucina.
 Figure 28 Kitchen carpet.

- n. 2+2 ceste in juta realizzate a mano (Figura 29);



Figura 29 Ceste in juta.
 Figure 29 Jute baskets.

- n. 2+2 quadri riproduzioni su stampa fotografica dei dipinti "Notte stellata" e "Girasoli" di Vincent van Gogh (Figura 30);

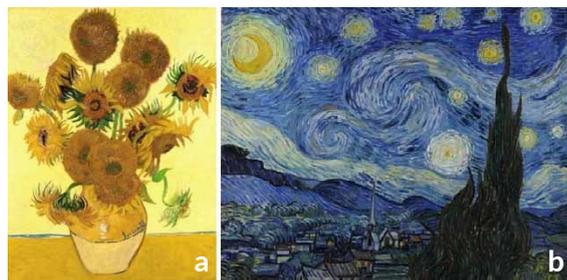


Figura 30 Quadri della cucina: a) "Girasoli" b) "Notte stellata".

Figure 30 Kitchen paintings: a) "Sunflowers" b) "Starry Night".

- n. 1+1 vassoi rettangolari come centro tavola, con brocca e bicchieri realizzati a mano utilizzando la pasta modellabile bianca (Figura 31).



Figura 31 Vassoio con brocca e bicchieri poggiato sul tavolo della cucina.

Figure 31 Tray with jug and glasses resting on the kitchen table.

Per indicare anche in 'Fragile Home' i semplici comportamenti da tenere durante un terremoto, sono state inserite delle sagome umane (anche di bambini) che simulano tali comportamenti (Figura 32 e Figura 33).

Il messaggio che si desidera far vedere è quello di doversi mettere subito al riparo presso un elemento strutturale dell'edificio, come ad esempio un vano in un muro portante o sotto una trave. Nel caso in cui ciò non fosse possibile, ci si può accovacciare sotto un tavolo per essere al riparo da oggetti in caduta come mobili, vetri, quadri e lampadari (Figura 34 e Figura 35).



Figura 32 Sagome di bambino (a sx) e adulto (a dx) prima del terremoto.

Figure 32 Silhouettes of child (left) and adult (right) before the earthquake.



Figura 33 Sagome di bambino (a sx) e adulto (a dx) dopo il terremoto.
Figure 33 Silhouettes of child (left) and adult (right) after the earthquake.



Figura 34 Cucina a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
Figure 34 Kitchen room a) before the earthquake b) after the earthquake.



Figura 35 Sagome rifugiate sotto il tavolo per proteggersi da cadute di oggetti e calcinacci.
Figure 35 Silhouettes sheltered under the table to protect against falling objects and rubble.

2.4 Mobili e accessori dei due ambienti camera letto matrimoniale

Nelle camere da letto matrimoniale, posta al secondo piano dall'alto, sono presenti i seguenti mobili:

- n. 1+1 letti matrimoniali (Figura 36 e Figura 37).
 I materiali utilizzati per realizzare i letti matrimoniali sono:
 - bastoncini di legno colorati per realizzare le testate del letto e i comodini in sospeso;
 - spugna bianca espansa per realizzare i materassi e i cuscini;
 - mollette per il bucato di legno per la struttura;
 - stoffa di raso per foderare i materassi e i cuscini.

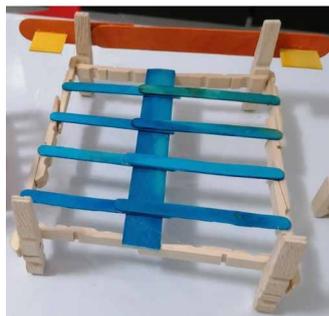


Figura 36 Struttura del letto matrimoniale.

Figure 36 Double bed structure.



Figura 37 Letto matrimoniale completato.

Figure 37 Completed double bed.

- n. 1+1 culle per neonati (Figura 38).
Per realizzare le culle sono stati utilizzati bastoncini di legno colorati per i piedi e per la struttura della culla.

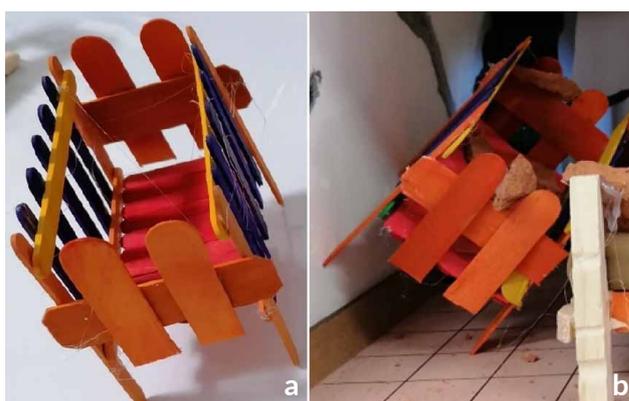


Figura 38 Culla per neonato a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.

Figure 38 Baby cot a) before the earthquake b) after the earthquake.

- n. 1+1 stender appendiabiti (Figura 39).
I materiali utilizzati per realizzare gli stender appendiabiti sono:
 - mollette di legno per la struttura;
 - graffette in metallo per le grucce.



Figura 39 Appendiabiti **a)** prima del terremoto **b)** dopo il terremoto.
Figure 39 Clothes stand **a)** before the earthquake **b)** after the earthquake.

2.4.1 Accessori delle camere da letto matrimoniali:

Gli accessori presenti nella camera da letto sono:

- n. 2+2 lampade da comodino con paralumi, realizzati con cartone marrone di tubo portamonete e base in legno (Figura 40).

Figura 40 Lampade da comodini.
Figure 40 Bedside lamps.



- n. 1+1 lenzuola matrimoniali e cuscini, cuciti a mano con scampoli di tessuto (Figura 41).

Figura 41 Particolare delle lenzuola matrimoniali.
Figure 41 Detail of double bed sheets.



Si è voluto evidenziare che la sollecitazione all'abitazione data dal terremoto, oltre che provocare danni all'edificio, può essere causa di eventi dannosi all'interno della stessa abitazione, a causa

dello scuotimento degli arredi (armadi, librerie, scaffali, ecc.) e delle suppellettili (quadri, lampadari, televisori, ecc.) che, se pesanti, possono ribaltarsi sulle persone se non ancorati stabilmente. È bene, dunque, conoscere delle semplici precauzioni necessarie per evitare quanto più possibile i pericoli cui ci esponiamo inconsapevolmente. Piccoli accorgimenti consentiranno di non ferirsi durante un sisma e di poter scappare di casa quando il movimento tellurico finirà. In 'Fragile Home', con un particolare nella camera da letto, l'armadio è stato fissato alla parete con chiodi da muro (Figura 42) per dare visibilità alla circostanza che un arredo fissato stabilmente non si ribalta sulle persone a seguito della scossa di terremoto (Figura 43).



Figura 42 Particolare dell'armadio fissato a parete con chiodi da muro a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.

Figure 42 Detail of the wardrobe fixed to the wall with wall nails a) before the earthquake b) after the earthquake.



Figura 43 Camera da letto matrimoniale a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.

Figure 43 Double bedroom a) before the earthquake b) after the earthquake.

2.5 Mobili e accessori dei due ambienti stanza dei bambini

Nella stanza dei bambini, posta al secondo piano, sono presenti i seguenti mobili:

- n. 2+2 letti singoli (Figura 44 e Figura 45).

I materiali utilizzati per realizzare i letti sono:

- bastoncini di legno colorati per realizzare le testate dei letti;
- bastoncini rotondi di legno naturale per realizzare le sponde dei letti;
- spugna bianca espansa per realizzare i materassi e i cuscini;
- mollette per il bucato di legno per la struttura;
- stoffa di raso per foderare i materassi e i cuscini.



Figura 44 Strutture dei letti singoli.
 Figure 44 Single bed structures.



Figura 45 Letti singoli completi.
 Figure 45 Complete single beds.

- n. 2+2 comodini (Figura 46 e Figura 47).
 I materiali utilizzati per realizzare i comodini sono:
 - scatoline di cartone quadrato per la struttura dei comodini;
 - cunei tenditela per rivestire i cassetti dei comodini;
 - bastoncini di legno colorati per realizzare alcuni particolari e le maniglie dei comodini.

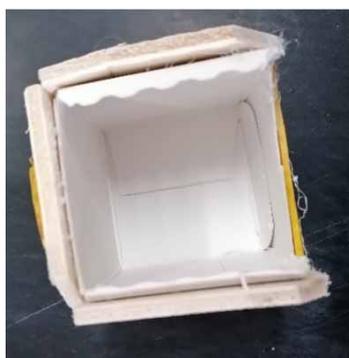


Figura 46 Particolare del comodino.
 Figure 46 Bedside table detail.

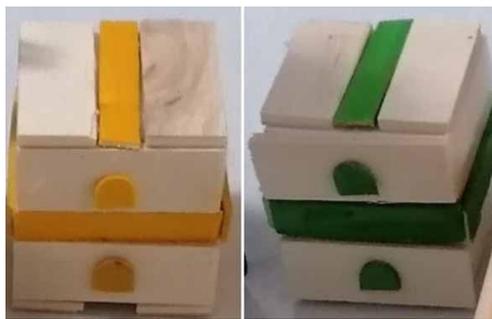


Figura 47 Comodini.
Figure 47 Bedside tables.

- n. 1+1 armadi ad un'anta apribile (Figura 48 e Figura 49).
I materiali utilizzati per realizzare gli armadi sono:
 - bastoncini di legno colorati per realizzare le ante degli armadi;
 - bastoncini rotondi di legno naturale per realizzare il tubo appendi abiti;
 - cunei tenditela per realizzare la base degli armadi;
 - ferretto delle mollette del bucato per realizzare le cerniere dell'anta degli armadi.



Figura 48 Armadio prima del terremoto.
Figure 48 Wardrobe before the earthquake.



Figura 49 Armadio distrutto post terremoto.
Figure 49 Destroyed post-earthquake wardrobe.

- n. 1+1 librerie con quattro ripiani (Figura 50).
I materiali utilizzati per realizzare le librerie sono:
 - bastoncini di legno colorati per realizzare la struttura;
 - mollette per il bucato di legno per realizzare i quattro ripiani.

Figura 50 Libreria a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
Figure 50 Library a) before the earthquake b) after the earthquake.



2.5.1 Accessori della camera dei bambini

Gli accessori presenti in camera dei bambini sono:

- n. 1+1 lampade da comodino con paralumi, realizzati in corda di plastica azzurra su tubo di cartone e base in legno colorato giallo/verde (Figura 51).

Figura 51 Lampada da comodino.
Figure 51 Bedside lamp.



- n. 2+2 lenzuola posto singolo e cuscini cuciti a mano con scampoli di tessuto (Figura 52).

Figura 52 Particolare delle lenzuola singole.
Figure 52 Detail of single sheets.



- n. 1+1 quadri riproduzioni su stampa fotografica di animali cartoon (Figura 53).



Figura 53 Quadro stanza bambini.
Figure 53 Children's room painting.

La camera da letto dei bambini completa di accessori prima e dopo il terremoto è raffigurata nella Figura 54.

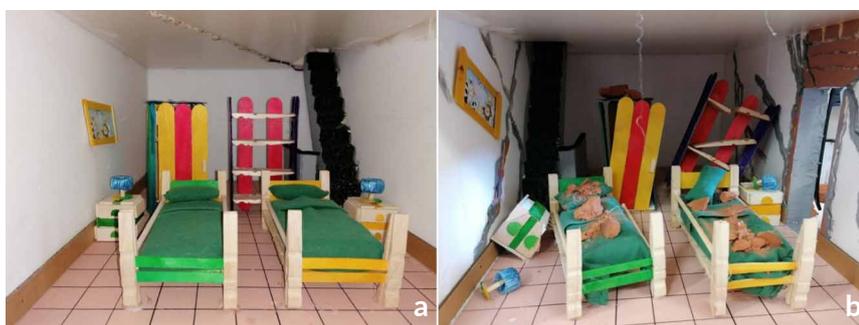


Figura 54 Camera bambini a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
Figure 54 Children's room a) before the earthquake b) after the earthquake.

2.6 Mobili e accessori dei due ambienti bagno

Nei bagni, posti al primo piano di 'Fragile Home', sono presenti i seguenti mobili:

- n. 1+1 mobili da bagno costituiti da lavabo con 4 ante e specchio (Figura 55 e Figura 56).
I materiali utilizzati per realizzare i mobili sono:
 - cunei tenditela per rivestire la struttura del mobile;
 - spugna bianca espansa per stabilizzare la struttura;
 - tappo rotondo in polipropilene (PP) per bottiglia in plastica (PE), rettangolare a collo largo, per realizzare il lavandino;
 - bastoncini rettangolari e rotondi di legno naturale per il rubinetto e le manopole per lo scambio d'acqua calda e fredda;
 - carta alluminio da cucina per realizzare lo specchio.



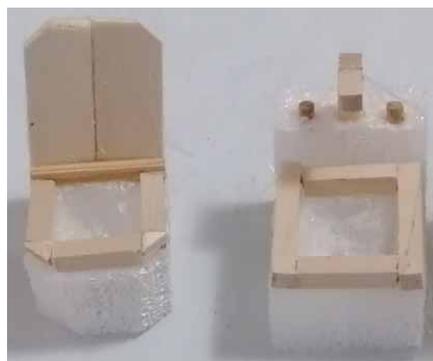
Figura 55 Mobile del bagno prima del terremoto.
Figure 55 Bathroom furniture before the earthquake.

Figura 56 Mobile del bagno distrutto dopo il terremoto.
Figure 56 Bathroom cabinet destroyed after earthquake.



- n. 1+1 coppie di sanitari, wc e bidet (Figura 57).
I materiali utilizzati per realizzare i sanitari sono:
 - spugna bianca espansa per la struttura dei sanitari;
 - bastoncini rettangolari e rotondi di legno naturale per il rubinetto e le manopole per lo scambio d'acqua calda e fredda del bidet;
 - cunei tenditela per il copriwater.

Figura 57 Sanitari del bagno.
Figure 57 Bathroom sanitaryware.



- n. 1+1 box doccia (Figura 58).
I materiali utilizzati per realizzare i box doccia sono:
 - fogli da carta lucida A4 trasparenti per il box doccia;
 - bastoncini rettangolari per la struttura, la colonna e il soffione doccia;
 - cunei tenditela per il tetto e piatto doccia;
 - mollette per il bucato di legno per la porta;
 - ferretto delle mollette per realizzare le cerniere dell'ante delle docce apribili.

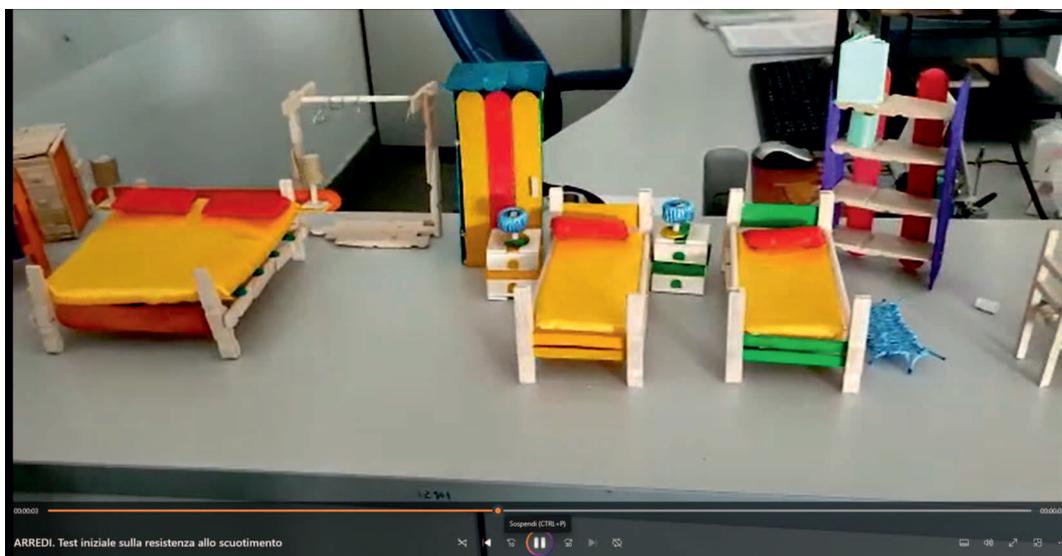
Figura 58 Box doccia a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
Figure 58 Shower box a) before the earthquake b) after the earthquake.



- n. 1+1 piantane porta scopino e carta igienica (Figura 59).
I materiali utilizzati per realizzare le piantane sono:
 - mollette per il bucato di legno per la colonna e la base;
 - bastoncini rettangolari per il manico dello scopino;
 - bastoncini rotondi per il porta carta igienica;
 - pasta modellabile bianca per realizzare la carta igienica e il porta scopino.



Figura 59 Piantana porta scopino.
Figure 59 Toilet brush stand.



Video 2 Arredi. Test iniziale sulla resistenza allo scuotimento.
Video 2 Furniture. Initial shake resistance test).

Anche in bagno si sono raffigurate sagome umane che mimano il comportamento da seguire in caso di evento sismico. Come si vede dalla Figura 60, la sagoma al verificarsi dell'evento si ripara sotto gli elementi strutturali dell'edificio, raffigurati dall'incrocio tra la trave e il pilastro (Figura 60b).



Figura 60 Ambiente bagno a) prima del terremoto b) dopo il terremoto.
 Figure 60 Bathroom a) before the earthquake b) after the earthquake.



Figura 61 Sagoma prima del terremoto (a sx) e accovacciata dopo il terremoto (a dx).
 Figure 61 Silhouette before the earthquake (left) and crouching after the earthquake (right).

3. Conclusioni

Quasi tutto il nostro paese è interessato dal rischio sismico, nelle sue varie declinazioni. Tuttavia, mentre per altri rischi naturali è possibile offrire una rappresentazione della causa del rischio (ad esempio i vulcani per il rischio vulcanico), per i terremoti è estremamente difficile far 'vedere' ai bambini il rischio connesso. Solo chi ne ha, purtroppo, una esperienza diretta conosce gli effetti e, a ritroso, il rischio.

'Fragile Home' (Figura 62) è stata progettata curando alcuni particolari che mettono in risalto gli effetti del terremoto: lesioni alle pareti, caduta dei mattoni rossi/bianchi, cornicioni rovinati, mobili ribaltati e distrutti dai mattoni, tessuti sporcati dalla caduta dei calcinacci e vetri in frantumi. È stata, infatti, costruita per offrire ai bambini una ricostruzione degli effetti, a volte devastanti, che può determinare una scossa sismica.

Far visualizzare un terremoto a una platea che non ne ha esperienza e conoscenza non è semplice: attraverso la riproduzione di una casa con oggetti comuni, familiari, i bambini possono percepire direttamente gli effetti del terremoto su una casa "non sicura", quindi 'fragile'.

Gli stessi arredi e accessori, duplicati con la massima cura negli esatti particolari, offrono il senso della fragilità di essi nonostante si consideri, a volte a torto, la propria casa il posto dove ci si ritiene più al sicuro. A tale scopo si sono rappresentate anche strutture architettoniche come i balconi per evidenziare ai bambini la pericolosità di affacciarsi durante una scossa di terremoto,

nonostante possa sembrare una via di fuga o una modalità per chiedere aiuto.

La speranza è che i bambini portino questa esperienza visiva nelle famiglie per sensibilizzare la necessaria attenzione che deve essere prestata dagli adulti nella costruzione di edifici resilienti agli eventi sismici.

Pertanto, se è vero che allo stato non possiamo prevedere gli eventi sismici e il tempo del loro verificarsi, è altrettanto vero che possiamo e dobbiamo difenderci dai terremoti: con la giusta conoscenza degli effetti e con la progettazione e costruzione di case seguendo le indicazioni delle normative antisismiche si possono salvaguardare le vite umane e le economie delle società.



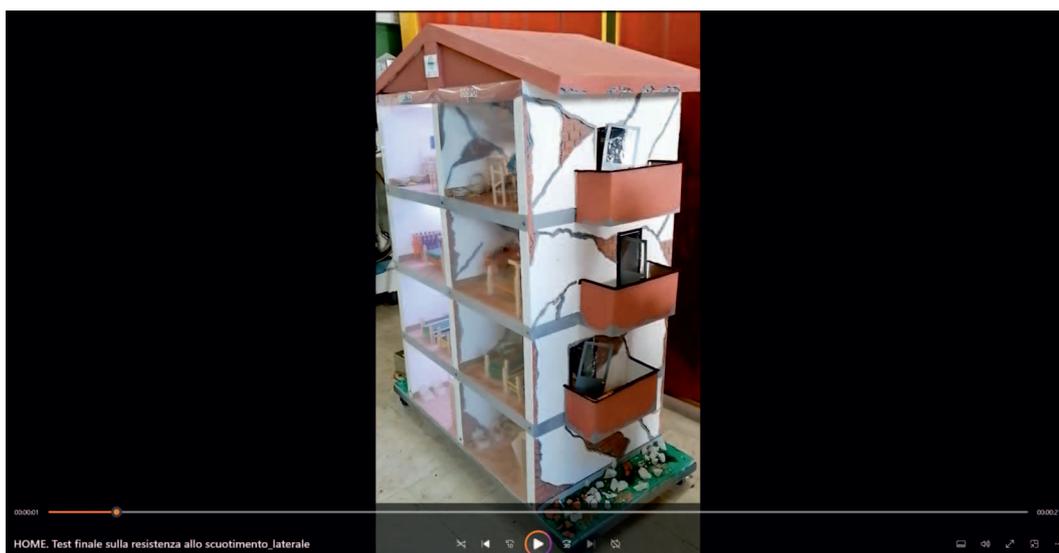
Figura 62 Fragile Home.

Figure 62 Fragile Home.

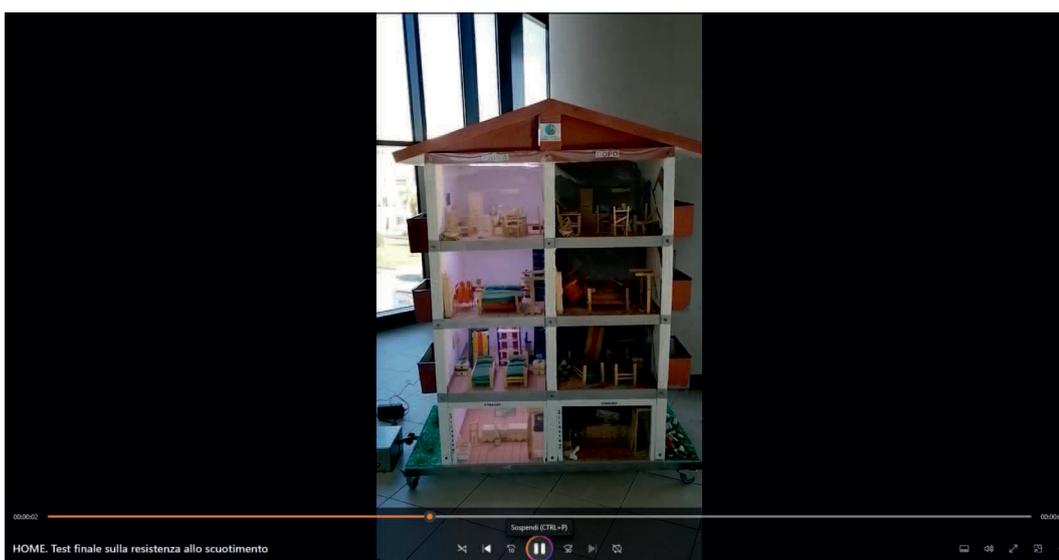


Video 3 Fragile Home. Test iniziale sulla resistenza allo scuotimento.

Video 3 Fragile Home. Initial shake resistance test.



Video 4 Fragile Home. Test finale sulla resistenza allo scuotimento (visione laterale).
Video 4 Fragile Home. Final test on resistance to shaking (side view).



Video 5 Fragile Home. Test finale alla resistenza allo scuotimento (visione frontale).
Video 5 Fragile Home. Final shaking resistance test (front view).

Bibliografia

INGVterremoti, (2020). *La sicurezza in casa in caso di terremoto*. YouTube INGVterremoti
<https://youtu.be/cMYf-w1Up68>

Dipartimento della Protezione Civile. *Rischio sismico*.
<https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico>

INGVterremoti, (2022). *Speciale 2021, un anno di terremoti*.
<https://ingvterremoti.com/2022/01/13/speciale-2021-un-anno-di-terremoti/>

Campagna “Io Non Rischio, Buone pratiche di protezione civile”. *Materiali Informativi*.
<https://iononrischio.protezionecivile.it/it/io-non-rischio/materiali-informativi>

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<https://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<https://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

https://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Coordinamento editoriale

Francesca DI STEFANO
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Progetto grafico

Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Impaginazione

Barbara ANGIONI
Patrizia PANTANI
Massimiliano CASCONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2023

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
tel. +39 06518601

www.ingv.it



Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA