

IT/SLO

COMUNICATO STAMPA

11/09/2020

Udine, Pavia di Udine, Italia

Stato di avanzamento delle attività di Progetto 1° semestre

L'area del Programma comprende 5 province italiane (Trieste, Udine, Pordenone, Gorizia e Venezia) e 5 regioni statistiche slovene (Primorsko-notranjska, Osrednjeslovenska, Gorenjska, Obalno-kraška e Goriška) - Fig. 1a. Dall'osservazione della mappa di rischio sismico euro-mediterraneo (2013 Euro-Mediterranean Seismic Hazard Model - ESHM13)¹, l'area del Programma è diffusamente interessata da sismicità moderata ed elevata - Fig. 1b. La protezione sismica degli edifici, per la salvaguardia delle persone, delle strutture e dei contenuti, è quindi un problema comune nell'area del Programma. Il progetto CONSTRRAIN si focalizza in particolare sugli edifici esistenti in muratura, maggiormente vulnerabili nei confronti dell'azione sismica. Il progetto è basato sulla sinergia di competenze nel campo del settore produttivo (4 aziende coinvolte) e della ricerca (2 enti di ricerca coinvolti) per promuovere l'innovazione nell'ambito degli interventi di consolidamento strutturale e diffondere le conoscenze ed esperienze acquisite per aumentare il know-how e la competitività degli operatori nel settore dell'edilizia.

TISKOVNO SPOROČILO

11/09/2020

Udine, Pavia di Udine, Italia

Stanje projektnih aktivnosti 1. semester

Območje programa vključuje 5 italijanskih provinc (Trst, Udine, Pordenone, Gorica in Benetke) ter 5 slovenskih statističnih regij (Primorsko-notranjska, Osrednjeslovenska, Gorenjska, Obalno-kraška in Goriška) - slika 1a. Glede na ESHM13 model1 (angl. 2013 Euro-Mediterranean Seismic Hazard Model)¹ sodi navedeno območje v srednje oziroma visoko potresno ogroženo (slika 1b), posledično pa potresna odpornost zgradb v tem območju predstavlja pomemben faktor varnosti tako za ljudi kot objekte v tem območju. Projekt CONSTRRAIN se v glavnem osredotoča na obstoječe zidane konstrukcije, ki so najbolj pogoste in potresno najbolj ogrožene.

Projekt temelji na sinergiji znanja proizvodnih oziroma storitvenih (4 podjetja) ter raziskovalnih (2 raziskovalni inštituciji) gospodarskih subjektov. Osnovni cilj projekta je vzpodbujati inovacije na področju potresnega ojačanja oziroma rekonstrukcije ter distribucija znanja, najnovejših dognanj in izkušenj na področju ojačanja konstrukcij in zagotavljanja konkurenčnosti izvajalcev.

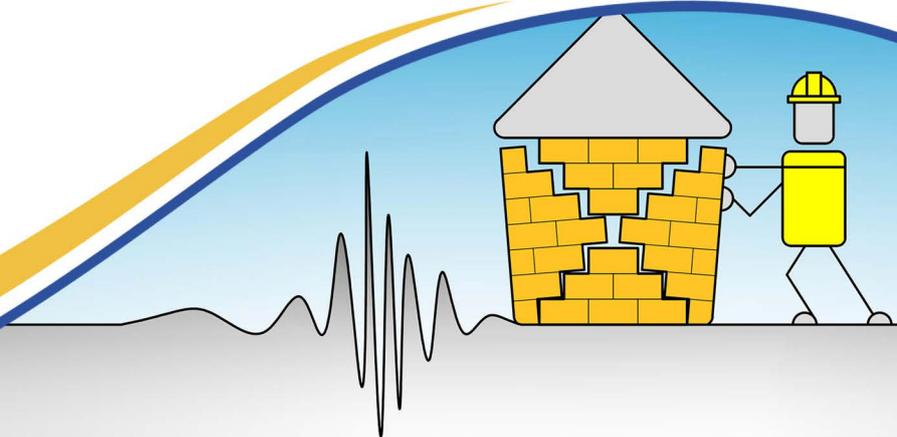


Fig. 1. L'area del Programma (a) e un estratto dalla mappa di rischio sismico ESHM13 (b) (<https://www.ita-slo.eu/it/programma/area-programma>) (<http://www.efehr.org/en/Documentation/specific-hazard-models/europe/overview/>)

Slika 1. Območje programa (a) in izsek iz zemljevida potresne ogroženosti (ESHM13) (b) (<https://www.ita-slo.eu/sl/program/programsko-obmocje>) (<http://www.efehr.org/en/Documentation/specific-hazard-models/europe/overview/>)

¹Il modello di rischio sismico euro-mediterraneo (2013 Euro-Mediterranean Seismic Hazard Model - ESHM13) è il risultato di una valutazione probabilistica del rischio sismico effettuata per la regione euromediterranea. ESHM13 è stato sviluppato nell'ambito del progetto SHARE (<http://www.share-eu.org/node/61.html>), finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro (7° PQ).

¹ Euro-Mediterranean Seismic Hazard Model (ESHM13) je rezultat probabilističnih študij potresne ogroženosti, izvedenih za Euro-Mediterransko območje. ESHM13 je bil izdelan v okviru projekta SHARE (<http://www.share-eu.org/node/61.html>), finančno podprtega s strani EU v okviru sedmega okvirnega raziskovalnega programa (FP7).



Da una prima valutazione fatta sulla consistenza del patrimonio edilizio, risulta che circa il 57%² degli edifici residenziali nelle 5 province italiane e circa il 50%³ nelle 5 regioni statistiche slovene incluse nell'area del Progetto è in muratura. Di questi, la maggior parte (il 70% circa) risulta costruita prima degli anni Ottanta.

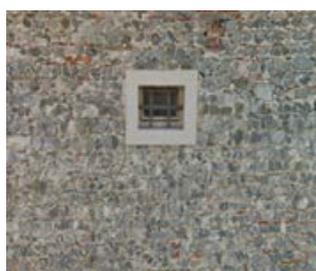
Sulla base dell'esperienza di lungo corso dei partner nel settore delle costruzioni, nell'area del Programma si possono individuare tre principali categorie di tipologie di muratura ricorrenti (Fig. 2):

- Edifici in muratura di pietra o ciottoli (tipici degli edifici tradizionali delle aree montane/carsiche o nei pressi di zone fluviali), con uno spessore tipico di 400-450 mm (+100-150 mm ogni 2 piani). Nella maggior parte dei casi, la pezzatura delle pietre e la tessitura muraria determinano una muratura a due o più paramenti;
- Edifici in muratura di mattoni pieni (tipici in edifici tradizionali nelle zone di pianura e costiere), con spessore tipico 250-380 mm (+120 mm ogni 2 piani). Talvolta si incontrano anche pareti a doppio paramento (paramenti affiancati ma non collegati o con intercapedine interposta);
- Edifici in muratura di mattoni forati (epoca di costruzione principalmente dopo il 1950), con spessore tipico 250-380 mm (+120 mm ogni 2 piani). Anche in questo caso si possono trovare pareti a doppio paramento con intercapedine.

Glede na prvo evaluacijo konsistentnosti kulturne dediščine stavb izhaja, da je približno 57%² stavb v petih italijanskih provincinah in približno 50%³ v petih slovenskih statističnih regijah, ki so vključene v program zidanih, pri čemer jih je večina zgrajenih pred letom 1980 (70%).

Na podlagi dolgoletnih izkušenj vključenih partnerjev lahko definiramo tri osnovne tipologije zidanih stavb v obravnavanem geografskem območju (slika 2):

- Na podlagi dolgoletnih izkušenj vključenih partnerjev lahko definiramo tri osnovne tipologije zidanih stavb v obravnavanem geografskem območju (slika 2):
- Kamnite zidane stavbe iz drobljenega oziroma naravnega kamna (tipično tradicionalni objekti v hribovitih predelih oziroma v okolici rek) s tipično debelino sten 400-450 mm (+100-150 mm vsako drugo nadstropje). V večini primerov so stene dvo ali več slojne.
- Opečne stavbe iz polne opeke (tradicionalne stavbe na številnih področjih) z debelino sten med 250-380 mm (+120 mm vsako 2 nadstropje). Včasih se pojavljajo dvoslojne, običajno nepovezane stene.
- Opečne stavbe iz votlakov (grajene običajno po letu 1950) z debelino sten med 250-380 mm (+120 mm vsako 2 nadstropje). Včasih se pojavljajo dvoslojne, običajno nepovezane stene.



a

Fig. 2 Tipologie murarie ricorrenti nell'area del Programma: pietra (a) mattoni pieni (b) e mattoni forati (c).

Slika 2 Tipične tipologije zidanih stavb v geografskem območju programa: kamnite (a), zidane iz polne opeke (b) in zidane iz votlakov (c).

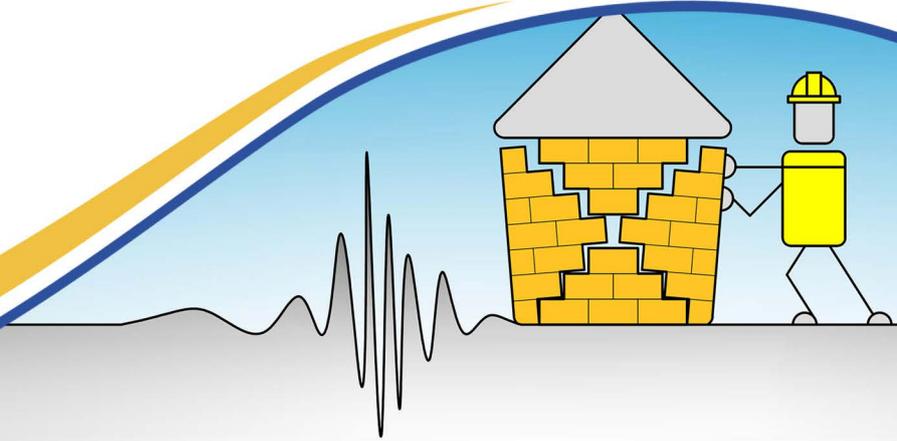


b



c

² Fonte/Vir: Istat 2001 - ³ Fonti/Vir: GURS baza nepremičnin, Centralni register prebivalcev



Lo studio sulle strategie di intervento per ridurre la vulnerabilità sismica degli edifici esistenti in muratura, utilizzate nel mercato dell'edilizia, viene intrapreso in maniera condivisa tra i partner e permette di valutare e confrontare l'efficacia e l'efficienza delle diverse soluzioni.

Le principali tecniche di intervento analizzate riguardano:

- Tecniche di intervento tradizionali (Fig. 3a): iniezioni di malta, intonaco armato con reti metalliche e malta cementizia, diatoni artificiali, tiranti metallici (barre e piatti), ricostruzione locale in muratura;
- Tecniche di intervento moderne (Fig. 3b): FRP (Fiber Reinforced Polymers), FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), CRM (Composite Reinforced Mortar), SRG (Steel Reinforced Grout), ristilatura armata dei giunti con trefoli metallici.

I partner hanno analizzato e discusso, in base alla loro esperienza, i punti di forza e di debolezza di queste tecniche.

Študija načinov oziroma principov potresenega ojačanja zidanih konstrukcij, ki se trenutno pojavljajo na tržišču, se izvaja z vsemi partnerji s ciljem primerjati učinkovitost posameznih obstoječih rešitev.

Med osnovne tehnike sodijo:

- Tradicionalne tehnike (slika 3a): injektiranje, armirano betonski ometi, umetni ojačitveni trakovi (jekleni trakovi oziroma plošče), lokalna zidarska popravila,
- Moderne tehnike (Slika 3b): FRP (Fiber Reinforced Polymers), FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), CRM (Composite Reinforced Mortar), SRG (Steel Reinforced Grout), konstrukcijsko ojačanje z mrežami in tkaninami.

Prednosti in slabosti posameznih tehnik analizirajo posamezni partnerji na podlagi njihovih bogatih izkušenj.



Fig. 3 Interventi per il miglioramento delle prestazioni della muratura esistente: alcune tecniche tradizionali (a) e moderne (b).

Slika 3: Tehnike ojačitve zidanih stavb: tradicionalne (a) in moderne (b) tehnike.

Per quanto riguarda interventi di tipo locale, si sta approfondendo lo studio sull'applicazione di catene eccentriche a livello di piano (Fig. 4a) e sulla ricostruzione di cordoli sommitali in muratura armata (Fig. 4b). I partner stanno congiuntamente definendo e analizzando i dettagli delle tipologie e dei setup di prova, anche con il supporto di valutazioni analitiche e numeriche preliminari. In particolare, per gli interventi con catene, si stanno prendendo in considerazione sia elementi tradizionali metallici che elementi compositi a base di fibre di carbonio. Per la ricostruzione di cordoli sommitali in muratura armata l'attenzione si focalizza principalmente sull'inserimento, nei giunti orizzontali di malta, di reti in materiale composito a base di fibre di vetro.

Z oziroma na pogosto uporabljene lokalne posege se projekt osredotoča na aplikacijo ojačitvenih trakov (slika 4a) v višini etaže oziroma rekonstrukcije/ojačitve medetažnih nosilnih elementov (slika 4b). Partnerji vzajemno definirajo in analizirajo posamezne detajle testnih tipologij na podlagi predhodnih analitičnih in numeričnih študij. V primeru ojačitvenih trakov obravnavamo tako kompozitne kot karbonske trakove, medtem ko v primeru ojačanja medetažnih nosilnih elementov najpogosteje analiziramo ojačitve na bazi cementa in kompozitne mreže s steklenimi vlakni.

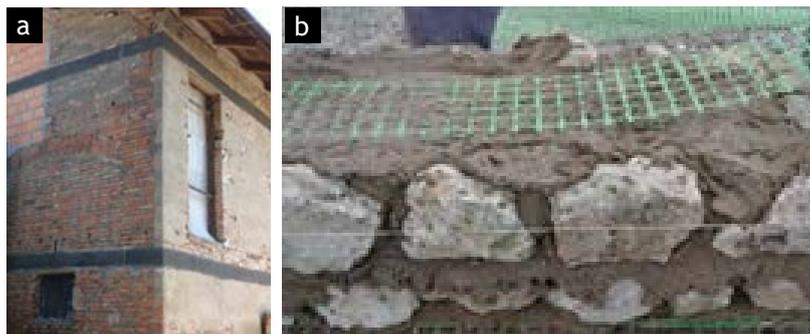
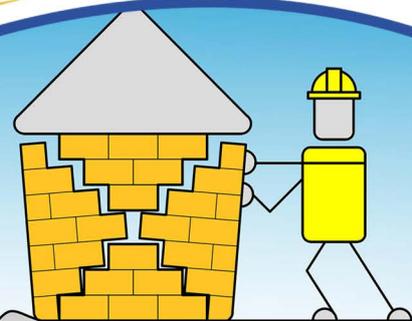


Fig. 4 Applicazione di catene eccentriche a livello di piano (a) e ricostruzione di cordoli sommitali in muratura armata (b).

Slika 4. Aplikacija trakov v območju medetaž (a) in rekonstrukcija zgornjih con armiranega zidovja (b).

Per quanto riguarda interventi di tipo diffuso, l'attenzione si focalizza in particolare su una tecnica innovativa denominata CRM (Composite Reinforced Mortar) che prevede l'applicazione, sulla superficie muraria, di uno strato di intonaco di 30 mm di spessore, rinforzato con reti in materiale composito a base di fibre di vetro GFRP (Glass Fiber-Reinforced Polymer) collegate alla muratura mediante connettori in GFRP iniettati. Si è visto che l'accoppiamento di moderni materiali non corrosivi a base di fibre con matrici inorganiche (malta) è una soluzione che ben si presta all'applicazione sulla muratura storica, considerando la buona adesione su superfici irregolari, la compatibilità chimica e meccanica con i materiali esistenti, la durabilità delle matrici inorganiche (ai raggi UV, al fuoco ...) e facilità di installazione.

Tutti i partner, congiuntamente, stanno pianificando e progettando un'ampia campagna sperimentale per valutare l'efficacia del CRM nel migliorare le prestazioni sismiche delle pareti in muratura. Si vuole, soprattutto, studiare l'efficacia della tecnica CRM quando viene applicata su un solo lato della parete. Tutti i partner sono infatti consapevoli delle esigenze del mercato edilizio, sempre più orientato verso interventi rapidi e ottimizzati. Per valutare il comportamento della muratura rinforzata sollecitata dalle azioni sismiche sono state individuate alcune tipologie di prova per poter analizzare e confrontare le risposte di pareti non rinforzate e rinforzate sollecitate sia da azioni nel proprio piano che da azioni fuori piano. I partner stanno definendo e analizzando i dettagli delle tipologie e dei setup di prova, delle geometrie dei campioni e dei materiali da utilizzare (Fig. 3) anche con il supporto di valutazioni analitiche e numeriche preliminari.

Z ozirom na naraščajoče posege se projekt osredotoča na uporabo inovativnih CRM (Composite Reinforced Mortar) tehnik ojačanja. V praksi se omenjena tehnika izvaja z nanosom 30 mm debelega, z GFRP mrežami (Glass Fiber-Reinforced Polymer) armiranega ometa, na ustrezen način pritrjenega na predmetni zid. Uporaba modernih, z vlakni ojačanih, korozijsko odpornih anorganskih materialov kaže najboljšo kompatibilnost s starimi zidanimi konstrukcijami v smislu adhezivnih lastnosti, kemijske in mehanske kompatibilnosti z obstoječimi materiali, trajnostjo (UV žarki, požar) in enostavnostjo izvedbe.

Vsi partnerji sodelujemo pri obsežnem eksperimentalnem delu s ciljem ugotoviti učinkovitost CRM materialov za izboljšanje potresnih lastnosti zidanih stavb, pri čemer je posebna pozornost usmerjena na analizo učinkovitosti tega načina ojačanja zgolj iz ene strani zidu. Ob tem se zavedamo zahtev trga, povezanih s hitro in optimalno intervencijo. Razvite so bile različne eksperimentalne procedure s ciljem ugotoviti obnašanje s CRM ometi ojačanih zidanih konstrukcij pri potresu, predvsem v smislu študije vpliva teh ojačitev pri nanosu obtežbe v in izven ravnine posameznih elementov. Partnerji definiramo in preizkušamo različne detajle pri izvedbi teh testov v smislu uporabe različnih procedur, opreme ter geometrije in materialov testnih preskušancev (Slika 3). Pri tem ustrezno upoštevamo rezultate predhodnih numeričnih in analitičnih študij.

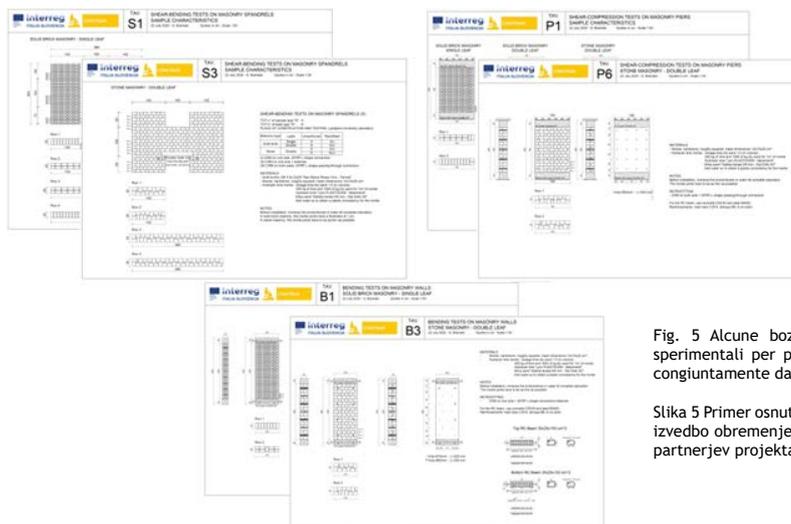


Fig. 5 Alcune bozze dei disegni esecutivi dei campioni sperimentali per prove nel piano e fuori piano, elaborate congiuntamente dai partner

Slika 5 Primer osnutka skic eksperimentalnih preskušancev za izvedbo obremenjevanja v in izven ravnine, razvitih s strani partnerjev projekta

Per un riscontro quanto più realistico dell'effetto delle tecniche di intervento in analisi sulle prestazioni globali di un intero edificio, è stato individuato un primo caso studio. Le caratteristiche di questo "edificio pilota" (Fig. 6a) sono state individuate sulla base di un'approfondita analisi dello stato dell'arte, prendendo in considerazione configurazioni già analizzate approfonditamente in letteratura, per agevolare così il confronto. Vengono intraprese delle analisi numeriche preliminari, sia su modelli numerici (Fig. 6b) raffinati (modelli 3D a fessurazione diffusa) che semplificati ("Modelli a telaio equivalente" a plasticizzazione concentrata) e sono in parallelo state condotte delle valutazioni analitiche parametriche per analizzare la risposta delle pareti sotto l'azione sismica prima e dopo l'intervento di rinforzo.

Za realnejšo analizo učinka posameznih ojačitvenih posegov na celotno stavbo je bil definiran prvi testni primer, t.i. "pilotna stavba (slika 6a)". Lastnosti tega objekta so bile določene na podlagi podrobne analize trenutnega stanja stroke, pri čemer so bile za lažjo primerjavo z rezultati iz literature izbrane lastnosti stavbe, opisane v literaturi. Izvedene so prve, preliminarne numerične analize (slika 6b). Dodatno so bile izvedene paramaterične analitične študije obnašanja zidanih zidov pri potresni obtežbi, in sicer pred in po izvedenem ojačanju.

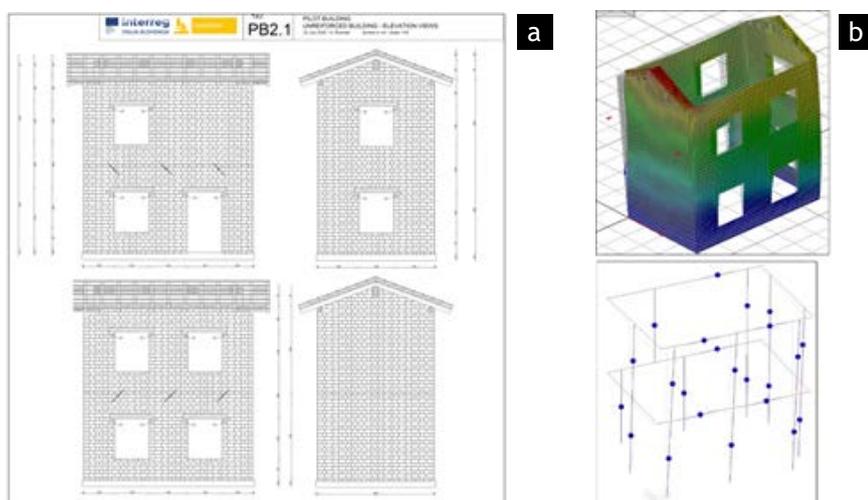


Fig. 6 Edificio pilota: alcune bozze dei disegni con definizione delle principali caratteristiche (a) e modelli numerici preliminari (b).

Slika 6 Pilotna stavba: primer osnutka skic z definicijo osnovnih lastnosti (a) in preliminarni numerični modeli (b).