

IT/EN

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 CONSTRAIN 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.

PRESS RELEASE

11/09/2020

Udine, Pavia di Udine, Italy

Progress of Project activities 1st semester

The Program area includes 5 Italian provinces (Trieste, Udine, Pordenone, Gorizia and Venice) and 5 Slovenian statistical regions (Primorsko-notranjska, Osrednjeslovenska, Gorenjska, Obalno-kraška and Goriška) - Fig. 1a. Based on the 2013 Euro-Mediterranean Seismic Hazard Model (ESHM13)¹, the Program area is widely interested by moderate and high seismicity - Fig. 1b. The seismic protection of buildings, for the safety of people, structures and contents, is therefore a common issue in the Program area. The CONSTRAIN project focuses in particular on existing masonry buildings, most exposed to the seismic risk. The project is based on the synergy of skills in the field of production (4 companies involved) and research (2 research institutes involved) to promote innovation in the field of interventions for structural consolidation and to spread the acquired knowledge and experience to strengthen the know-how and the competitiveness of operators in the construction sector.

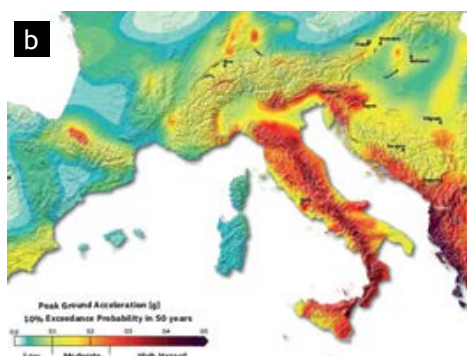
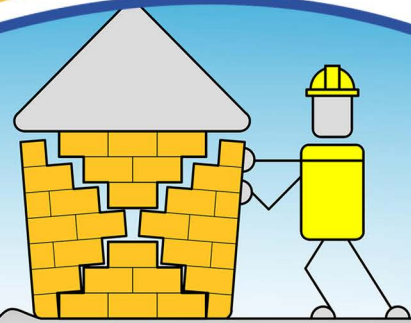


Fig. 1. L'area del Programma (a) e un estratto dalla mappa di rischio sismico ESHM13 (b) (<https://www.ita-slo.eu/it/programma/area-programma>) (<http://www.efehr.org/en/Documentation/specific-hazard-models/europe/overview/>)

Fig. 1. The Program area (a) and an extract from the ESHM13 seismic hazard map (b) (<https://www.ita-slo.eu/sl/program/programsko-območje>) (<http://www.efehr.org/en/Documentation/specific-hazard-models/europe/overview/>)

¹ Il 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 The 2013 Euro-Mediterranean Seismic Hazard Model (ESHM13) is the result of a probabilistic seismic hazard assessment carried out for the Euro-Mediterranean region. ESHM13 was developed within the SHARE Project (<http://www.share-eu.org/node/61.html>), founded by European Union under the Seventh Framework Programme for Research (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.

From a first evaluation on the consistency of the building heritage, it emerged that about 57%² of the residential buildings in the 5 Italian provinces and about 50%³ in the 5 Slovenian statistical regions included in the Program area are made of masonry, of which most were built before the 1980s (about 70%).

Based on the long-time experience of the partners in the building sector, three main categories of recurrent masonry typologies in the Program area can be recognized (Fig. 2):

- Stone masonry buildings, both rubblestone and cobblestones (typical in traditional buildings of mountain/karst or river areas), with typical thickness 400-450 mm (+100-150 mm every 2 storeys). In most cases, considering the stones size and the wall texture, multiple-wythe walls occur (two or more layers);
- Solid brick masonry buildings (typical in traditional buildings of plain and coastal areas), with typical thickness 250-380 mm (+120 mm every 2 storeys). Sometimes, double wythe walls (adjacent but not connected or with an interposed cavity) are found;
- Hollow brick masonry buildings (age of construction mainly after 1950), with typical thickness 250-380 mm (+120 mm every 2 storeys). Also in this case double-wythe walls with interposed cavity are found.



a

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

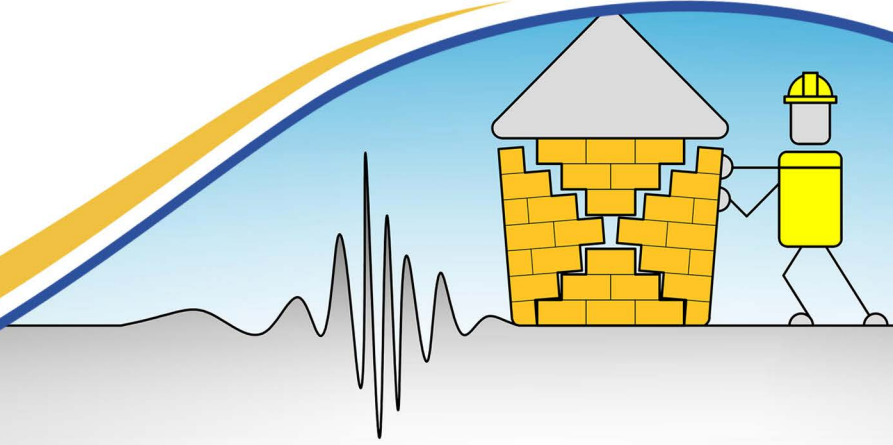
Fig. 2 Recurrent masonry typologies in the Program area: stone (a), solid bricks (b) and hollow bricks (b).

b

c

² Source/Fonte: Istat 2001

³ Sources/Fonti: 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.

The study on intervention strategies adopted in the building market to reduce the seismic vulnerability of existing masonry buildings is performed in conjunction among all the partners and allows to evaluate and compare the effectiveness and the efficiency of the different solutions.

The main intervention techniques analyzed concern:

- Traditional intervention techniques (Fig. 3a): grout injection, steel reinforced cement coatings, artificial diatones, steel ties (rods and plates), masonry local reconstruction;
- Modern intervention techniques (Fig. 3b): FRP (Fiber Reinforced Polymers), FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), CRM (Composite Reinforced Mortar), SRG (Steel Reinforced Grout), structural repointing with steel strands.

The strength and weaknesses of these techniques are analyzed and discussed by the partners based on their experience.



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

Fig. 3 Interventions for the enhancement of existing masonry performances: some traditional (a) and modern (b) techniques.

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.

Referring to local interventions, the study is focusing on the application on eccentric ties (Fig. 4a) at the story level and on the reconstruction of top ring beams in reinforced masonry (Fig. 4b). The partners are jointly defining and analyzing the details of the tests typologies and setups, also with the support of preliminary analytical and numerical evaluations. In particular, for interventions with eccentric ties, both traditional steel elements and composite elements based on carbon fibers are considered. For the reconstruction of ring beams, attention is mainly addressed to the introduction in the mortar bed joints, of composite meshes based on glass fibers.



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

Fig. 4 Application on eccentric ties at the story level (a) and reconstruction of top ring beams in reinforced masonry (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.

Referring to diffuse interventions, the attention focuses on the innovative CRM strengthening technique (Composite Reinforced Mortar) which consists in the application, on the wall surface, of a 30 mm thick mortar coating reinforced with composite glass fiber based GFRP meshes (Glass Fiber-Reinforced Polymer) connected to the wall through GFRP connectors injected in the masonry. The coupling of modern fiber-based, non-corrosive materials with inorganic matrices (mortar layers) has shown to accomplish the best fitting with the historical masonry, considering the good adhesive properties to rough surfaces, the chemical and mechanical compatibility with the existing materials, the durability of the matrices (UV ray, fire...) and the easiness of installation. All the partners are conjunctly planning and designing a wide experimental campaign to assess the effectiveness of CRM to improve the seismic performances of masonry walls. In particular, the main purpose is to investigate of the effectiveness of the CRM strengthening technique when it is applied on one side of the wall.

In fact, they are aware of the building market needs, increasingly oriented towards rapid and optimized interventions. With the aim to evaluate the behavior of CRM reinforced masonry subjected to seismic actions, some types of experimental tests have been identified, in order to analyze and compare the response of unreinforced and reinforced walls stressed both by in-plane and out-of-plane actions. The partners are defining and analyzing the details of the types of tests and test setups and of the samples geometries and materials (Fig. 3), also with the support of preliminary analytical and numerical evaluations.

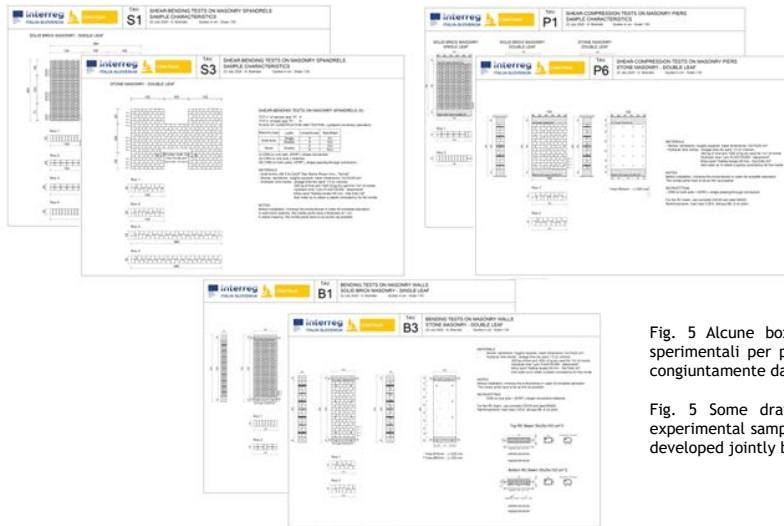
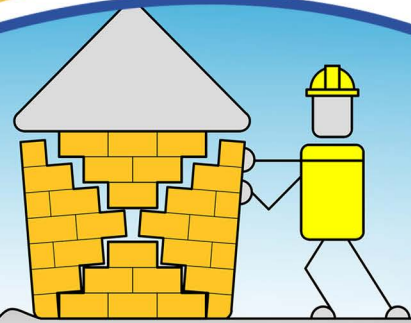


Fig. 5 Alcune bozze dei disegni esecutivi dei campioni sperimentali per prove nel piano e fuori piano, elaborate congiuntamente dai partner.

Fig. 5 Some drafts of the executive drawings of the experimental samples for in-plane and out-of-plane testing, developed jointly by the partners.

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.

For a more realistic evaluation of the effect of the analyzed intervention techniques on the global performances of a whole building, a first case study is identified. The characteristics of this "pilot building" (Fig. 6a) have been identified on the basis of an in-depth analysis of the state of the art, considering configurations already analyzed in depth in the literature, to allow comparisons. Preliminary numerical analyzes are carried out (Fig. 6b), on both refined numerical models (3D models with smear cracking) and simplified models ("Equivalent frame models" with lumped plasticity); parametric analytical evaluations are performed in parallel to analyze the masonry walls response under seismic action, before and after the reinforcement intervention.

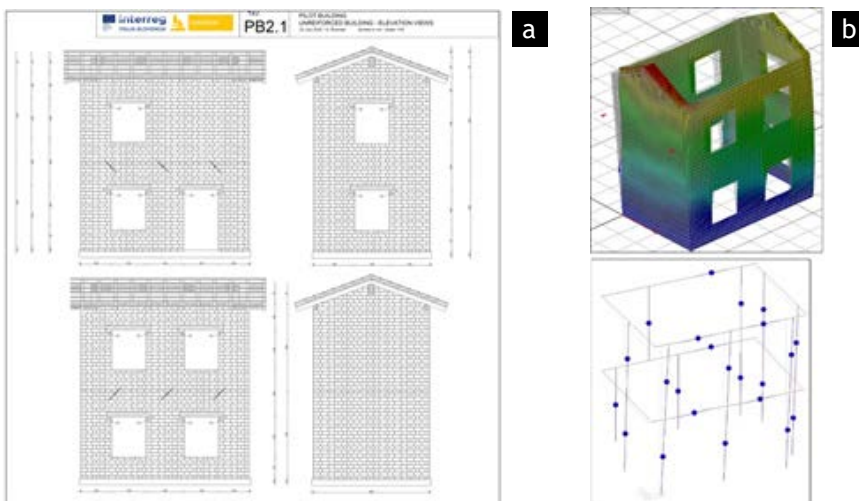


Fig. 6 Edificio pilota: alcune bozze dei disegni con definizione delle principali caratteristiche (a) e modelli numerici preliminari (b).

Fig. 6 Pilot building: some drafts of the drawings, with definition of the main characteristics (a) and preliminary numerical models (b).