

PROGRAMMA PRIN PNRR 2022 - BANDO PRIN PNRR 2022 Decreto Direttoriale n. 1409
n. 1409 del 14-9-2022

TITOLO DEL PROGETTO: Experimental-numerical multi-parametric protocol to assess the risk for the human settlements, buildings, and infrastructures with respect to natural disasters using an inspection-made database, improved identification strategy, and parametrization on building technology, zoning, structural health monitoring data, and simplified calculation results - P2022Y9ZJ2

CODICE CUP: E53D23017590001

Budget DIST: 66.177,00 €

Responsabile di Unità Locale: Prof. Mariano Modano

Altre Unità di Ricerca coinvolte nel progetto: Università degli studi della Campania "Luigi Vanvitelli"

Descrizione progetto

Il progetto di ricerca ha avuto come obiettivo principale lo sviluppo di metodologie integrate, rapide e scalabili per la valutazione e il monitoraggio della vulnerabilità di edifici e infrastrutture esposti a pericoli naturali, con particolare riferimento a terremoti, frane e colate detritiche. L'impostazione scientifica del progetto si fonda sull'integrazione tra indagini in situ, classificazione strutturale, modellazione numerica semplificata, analisi limite agli elementi finiti e sistemi di Structural Health Monitoring, con l'obiettivo di costruire strumenti operativi di supporto alla valutazione del rischio, alla pianificazione urbana e alla definizione di strategie di mitigazione. Le attività sono state condotte da due unità di ricerca con competenze complementari: l'Università della Campania "Luigi Vanvitelli", maggiormente orientata alla meccanica computazionale, ai metodi di analisi limite, alla valutazione della vulnerabilità e ai sistemi di monitoraggio strutturale, e l'Università degli Studi di Napoli Federico II, specializzata nell'identificazione strutturale, nella modellazione numerica di edifici e infrastrutture e nelle metodologie di analisi del rischio. Il percorso di ricerca si è sviluppato in modo progressivo, partendo dalla raccolta e organizzazione di dati relativi al costruito esistente e ad eventi calamitosi pregressi, attraverso attività di revisione della letteratura, rilievi preliminari, indagini sperimentali e monitoraggio, fino alla costruzione di una banca dati strutturata delle caratteristiche geometriche, meccaniche e tipologiche degli edifici. Su tale base sono state identificate morfo-tipologie rappresentative, cioè classi strutturali ricorrenti capaci di sintetizzare il comportamento del patrimonio edilizio in funzione di parametri chiave. Successivamente, il progetto ha sviluppato e calibrato una procedura numerica semplificata basata sulla procedura FELA Finite Element Limit Analysis, finalizzata alla valutazione della capacità strutturale e della vulnerabilità mediante analisi parametriche. Tali analisi hanno permesso di costruire curve di capacità, indicatori di vulnerabilità, abachi e dataset organizzati, utilizzabili anche in applicazioni territoriali su larga scala. Una parte significativa del lavoro ha riguardato la

gestione e l'interpretazione dei grandi volumi di dati prodotti dalle simulazioni numeriche e dalle attività di monitoraggio: per questo motivo, nelle fasi più avanzate, la metodologia è stata rafforzata mediante l'introduzione di tecniche di Intelligenza Artificiale, utili per migliorare il processamento dei dati, il riconoscimento di pattern strutturali, la classificazione automatizzata delle tipologie edilizie e la capacità predittiva dei modelli di vulnerabilità. L'approccio proposto è stato poi validato su casi studio reali, con l'obiettivo di verificarne robustezza, trasferibilità e applicabilità a contesti territoriali concreti. In questa prospettiva, uno dei risultati più rilevanti è rappresentato dalla definizione di un protocollo di microzonazione e di un protocollo per la classificazione del rischio, capace di tradurre i risultati della modellazione e della classificazione strutturale in strumenti di supporto decisionale per tecnici, amministrazioni e soggetti coinvolti nella gestione della sicurezza del costruito. Il progetto ha inoltre mantenuto coerenza con i principi DNSH, pari opportunità e inclusione generazionale, privilegiando metodologie non invasive, simulazioni numeriche, analisi dati e disseminazione scientifica dei risultati attraverso pubblicazioni e conferenze. Tra gli esiti già prodotti rientrano lavori sulla valutazione rapida della vulnerabilità sismica di edifici in calcestruzzo armato e contributi presentati nell'ambito di conferenze internazionali, tra cui attività collegate all'uso di eXplainable Artificial Intelligence per la stima del carico limite strutturale. Le criticità principali affrontate hanno riguardato l'incertezza e l'incompletezza dei dati disponibili sugli edifici esistenti, l'elevata variabilità delle tipologie strutturali e l'onere computazionale associato alle analisi parametriche; tali criticità sono state gestite mediante modelli semplificati ma rappresentativi, procedure numeriche più efficienti e tecniche avanzate di classificazione e filtraggio dei dati. Nel complesso, il progetto ha prodotto un quadro metodologico coerente che collega meccanica computazionale, monitoraggio strutturale, analisi del rischio, Intelligenza Artificiale e strumenti digitali territoriali, ponendo le basi per sviluppi futuri orientati alla generazione di digitaltwins, all'integrazione di tecniche di imaging avanzato, all'automazione della ricostruzione geometrico-strutturale degli edifici e al miglioramento delle prestazioni computazionali dei modelli. Il risultato finale è quindi un framework operativo capace di supportare valutazioni rapide, affidabili e riproducibili della vulnerabilità strutturale, con ricadute dirette sulla prevenzione dei disastri, sulla resilienza urbana e sulla sicurezza del patrimonio costruito.