ARCHIVIO ISTITUZIONALE
DELLA RICERCA

Alma Mater Studiorum Università di Bologna
Archivio istituzionale della ricerca

Efficienza Energetica, Sicurezza Sismica e Dimensione Sociale nelle Addizioni di Facciata

This is the final peer-reviewed author's accepted manuscript (postprint) of the following publication:

Published Version:
Annarita Ferrante, A.F. (2018). Efficienza Energetica, Sicurezza Sismica e Dimensione Sociale nelle Addizioni di Facciata.

Availability:
This version is available at: https://hdl.handle.net/11585/670883 since: 2019-10-01

Published:

DOI: http://doi.org/

Terms of use:

Some rights reserved. The terms and conditions for the reuse of this version of the manuscript are specified in the publishing policy. For all terms of use and more information see the publisher's website.

This item was downloaded from IRIS Università di Bologna (https://cris.unibo.it/).
When citing, please refer to the published version.

(Article begins on next page)

07 September 2026

EFFICIENZA ENERGETICA, SICUREZZA SISMICA E DIMENSIONE SOCIALE NELLE ADDIZIONI DI FACCIATA

SAFE, ENERGY EFFICIENT AND USER-ORIENTATED FACADE ADDITIONS

Annarita Ferrante*, Anastasia Fotopoulou*, Lorenzo Badini*, Giorgia Predari*, Giovanni Mochi*, Giovanni Semprini*, Riccardo Gulli*, Margarita Assimakopoulos, Dimitra Papadaki****

*Università degli Studi di Bologna - Bologna, Italia.

** National & Kapodistrian University of Athens – Atene, Grecia.

Abstract Il contributo analizza alcune soluzioni progettuali in un caso di studio del progetto europeo Pro-GET-onE (Horizon 2020 G.A. n. 723747), il cui obiettivo è quello di individuare un sistema di facciata per il miglioramento energetico, sismico ed architettonico. Tale sistema ambisce a configurarsi come il risultato di una integrazione tra struttura, estensioni spaziali, involucro e tecnologie impiantistiche integrate (GETs), finalizzate a raggiungere prestazioni energetiche eccellenti, fino ad avvicinarsi al consumo quasi zero (nZEB). Tali addizioni volumetriche sono studiate e categorizzate secondo un abaco di soluzioni diverse e personalizzabili (balconi, serre ed extra-room) in ragione delle diverse esigenze dell'utenza. Il sistema di facciata è stato analizzato sotto il profilo energetico attraverso simulazioni implementate con il software EnergyPlus v8.4. I risultati della prestazione energetica, del comfort, della qualità dell'aria, degli aspetti acustici e di illuminazione sono determinanti nel caso di una estensione di facciata come quella proposta dal sistema; in tale prospettiva, il contributo costituisce il punto di partenza per il confronto dei vari scenari di addizione, concentrandosi sulla riduzione dei carichi termici in regime estivo e invernale. Sotto il profilo strutturale, sono state effettuate modellazioni tramite software di calcolo agli elementi finiti SAP2000 v19.2.0 per le analisi dinamiche e statiche, al fine di valutare l'aumento di rigidezza conferito dalla struttura esterna. I risultati dimostrano un incremento della capacità in termini di accelerazione di collasso a discapito di una riduzione di duttilità da imputare allo stesso sistema irrigidente.

Abstract This research work investigates different numerical energy models of a typical building pilot case included in the Horizon H2020 project, Pro-GET-onE (Horizon 2020 G.A. n. 723747). The aim is to demonstrate the attractiveness of a safe renovation strategy based on new façade additions combining inteGrated Efficient Technologies- (GETs). As a whole, the research project proposes the highest transformation of the existing building's shell with external strengthening structures, which generate energy efficient buffer zones and at the same time increase the

building's volume (with balconies, sunspaces and extra rooms, according to users' needs or expectations). The building model is defined by using the building energy simulation software, EnergyPlus v8.4, with the graphical definition of the geometry, dimensions and positions of the thermal envelope. The results of the aforementioned analysis are taken as a starting point for the comparison of various GET scenarios. In particular, different GET-systems, with different types of prefabricated walls, are taken into account. In this way, it is possible to evaluate the different hypothesized solutions, taking into account several outputs such as energy performance, comfort, space, lighting aspects, indoor air quality and acoustic aspects. From the structural point of view, a modelled analysis was performed using finite element calculation software SAP2000 v19.2.0 for dynamic and static analysis, in order to evaluate the increase in stiffness given by the external structure. The results demonstrate an increase in terms of acceleration of collapse despite a reduction in terms of ductility for the same irrigation system.

Keywords: energy efficiency; seismic retrofit; user orientated; façade additions

1. Introduzione

In Europa, il 75% del patrimonio edilizio ha prestazioni in termini di efficienza energetica molto basse, mentre il 35% degli edifici ha più di 50 anni [1]. Pertanto, la ristrutturazione di edifici esistenti ha un alto potenziale in termini di risparmio energetico. I soli interventi architettonici e le scelte tecnologiche di involucro possono ridurre "passivamente" i consumi energetici di un edificio in maniera significativa, fino a percentuali prossime al 50% [2], arrivando a prestazioni nZEB (edificio a consumo energetico quasi nullo) [3, 4]. In tale contesto, l'obiettivo del progetto di ricerca Pro-GET-onE (Pro-GET-onE Horizon 2020 I.A., G.A. No. 723747) è l'ottenimento di elevati standard in termini di sostenibilità socio-economica, fabbisogno energetico e sicurezza sismica; il progetto cerca di raggiungere tale obiettivo attraverso un sistema (denominato GET) implementabile sull'involucro edilizio ed in grado di aumentare significativamente il valore commerciale, il ciclo di vita dell'edificio, l'attrattiva da parte degli utenti coinvolti nella scelta di nuove soluzioni funzionali e personalizzate.
Dal punto di vista del rinforzo strutturale, a fronte di una attenta valutazione della vulnerabilità di un edificio, occorre procedere con la scelta e l'adozione di interventi di rinforzo in grado di permettere alla struttura di sopportare l'azione sismica propria del sito. Tale scelta dipende da numerosi fattori, tra cui invasività, costo, comportamento globale e criticità proprie della struttura, obiettivi che possono essere conseguiti grazie al posizionamento di nuove strutture di rinforzo all'esterno della costruzione esistente (esoscheletri in acciaio), come avvenuto in alcuni interventi di recente sperimentazione. Tra questi, val la pena qui riportare il caso della riqualificazione degli edifici per uffici e magazzino della fabbrica Magneti Marelli a Crevalcore –Italia– realizzate da Teleios Srl

[5, 6], e il rinforzo sismico del complesso che ospita il Dipartimento di Ingegneria Rurale e Topografica della A.U.TH., a Salonicco, in Grecia [7].
Obiettivo del progetto di ricerca Pro-GET-onE è quello di combinare il rinforzo strutturale con l'esplorazione dell'esoscheletro come supporto per il miglioramento energetico e per l'estensione spaziale delle superfici esistenti secondo una dimensione orientata all'utenza e al mercato.

2. Il sistema GET

Il sistema GET ha dunque il duplice obiettivo di ampliare le superfici di servizio degli alloggi esistenti e di migliorarne il comportamento energetico. Le simulazioni energetiche implementate nel progetto hanno dimostrato che il nuovo involucro con serre solari, apribili in estate, può ridurre il consumo di energia fino al 75% nella stagione invernale; l'assetto variabile di un tale sistema vetrato consente anche la riduzione degli apporti solari e l'aumento della ventilazione naturale anche in regime estivo, riducendo a circa il 35% il consumo di energia per raffrescamento. Sono state eseguite simulazioni in diverse zone climatiche dal nord Europa a nell'area del Mediterraneo, raggiungendo prestazioni prossime allo nZEB [8] mediante l'applicazione di un rivestimento termico tradizionale combinato con la ventilazione meccanica controllata (VMC). Molti riferimenti in letteratura hanno confermato questa potenziale riduzione di energia [3]. In Fotopoulou et al. [4], ad esempio, è stato valutato il comportamento una singola unità residenziale considerando svariate opzioni, sia individualmente che in combinazione, per il miglioramento energetico. Lo studio è stato eseguito per tre diverse zone climatiche (Atene, Riga, Bologna) e ha dimostrato un consistente risparmio energetico sia durante il periodo invernale che nel periodo estivo.
Uno fra i limiti principali negli interventi di riqualificazione energetica ed architettonica è la difficile integrazione tra tecnologie e funzionalità differenti. Per superare questa barriera e cercare un nuovo paradigma finalizzato alla maggiore attrattività economica e sociale, come già sopra accennato, il progetto di ricerca prevede l'utilizzo di un sistema modulare composto da componenti prefabbricati, scelti ed ottimizzati per i diversi casi in una prospettiva *user-orientated* (con aggiunta di balconi, logge, serre in base alle potenziali diverse esigenze degli utenti). L'integrazione del sistema si concentrerà sull'interfaccia tra le diverse componenti allo scopo di garantire prestazioni in base ai requisiti di progetto. Le soluzioni di addizione saranno implementate in modo da garantire una discreta flessibilità del sistema, da poter essere inter-cambiabili e adattate in funzione delle diverse condizioni climatiche, del contesto urbano, e delle scelte degli abitanti. La Fig. 1 mostra lo sviluppo dell'abaco architettonico rispetto possibili soluzioni di trasformazione incrementale (dall'alto in basso, balcone, serra, extra-room).

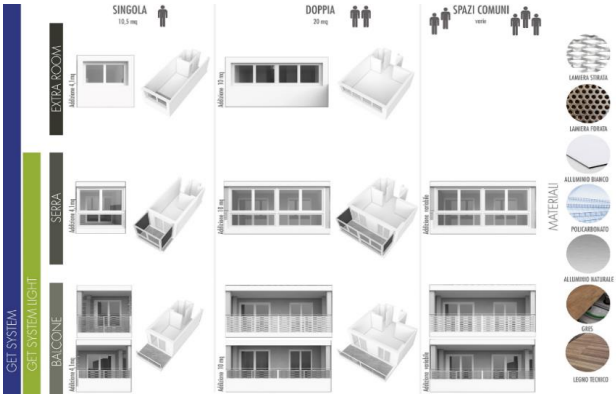

Fig. 1. Scenario di sviluppo dell'abaco di soluzioni architettoniche: loggia, serra e extra-room.

Per quanto riguarda l'edificio oggetto di studio, sono state studiate diverse soluzioni architettoniche corrispondenti a diverse unità addizionali, suddivise in tre tipologie funzionali: loggia, serra ed extra-room. La Fig. 2 mostra una possibile variazione funzionale ed architettonica dell'aggiunta volumetrica esterna di facciata.

Fig. 2. Prospettiva del possibile intervento sul caso di Atene.

Al fine di orientare al meglio le proposte di progetto, sia in termini generali, sia per edifici specifici, le soluzioni da sviluppare saranno calibrate sulla prospettiva degli utenti in funzione delle loro esigenze. Queste cambiano in base a diversi aspetti, come il profilo degli inquilini (numero di persone del nucleo familiare, età, lavoro, livello di istruzione, livello economico, ecc.) ed il livello di soddisfazione dell'unità abitativa (dimensione, numero di camere da letto, balcone, comfort interno, ecc.). Le potenziali soluzioni architettoniche, categorizzate attraverso un catalogo (abaco), saranno considerate come funzionali alle diverse esigenze dell'utenza e al costo delle soluzioni, nell'obiettivo di combinare l'utilizzo di energie rinnovabili e tecnologie di chiusura dell'involucro che

assicurino uno specifico risultato architettonico, la soddisfazione dell'utente, la qualità estetica e la funzionalità dell'edificio.

3. Miglioramento energetico nelle diverse configurazioni d'abaco

Per verificare il comportamento energetico delle diverse soluzioni sono stati considerati gli effetti dei tre diversi scenari sull'intero edificio: un primo scenario considera l'estensione di tutte le stanze esistenti con la soluzione extra-room (GET 1); il secondo scenario le stanze sono tutte ampliate con una serra (GET 2); il terzo scenario prevede il solo isolamento dell'edifico e la presenza del balcone (GET 3). Sono state effettuate simulazioni relative alle diverse configurazioni di facciata, riportate nella Tab. 1. *(D.3.2b. Report of results of assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics according to EN 15251).*
Per quanto riguarda il carico termico estivo (raffreddamento), l'estensione del locale esistente (GET 1) ha determinato una riduzione del 15%, mentre l'uso della serra ha aumentato il carico estivo del 35% rispetto allo stato iniziale. Infine, lo scenario che prevede il balcone ha prodotto un risparmio del 40%. Risultati simili sono stati raggiunti anche per quanto riguarda il carico termico invernale (riscaldamento), dove l'addizione del balcone ha consentito una riduzione del 41% del consumo iniziale, mentre gli scenari "extra-room" e serra hanno ridotto il carico di riscaldamento del 30% e del 25% rispettivamente. Per quanto riguarda l'illuminazione naturale, come era logico aspettarsi, tutti gli scenari previsti dal GET hanno ridotto il fattore di luce diurna nell'edificio, ad eccezione della serra, poiché prevede un aumento della porzione finestrata interna.

	Extra-room	Serra	Balcone
Carichi termici invernali	-15%	35%	-40%
Carichi termici estivi	-30%	-25%	-41%
Luce diurna [%]	-33%	37%	-42%
Spazio utile	21%	17%	0%

Tabella 1. Risultati ottenuti da Pro-GET-one D3.2b, su diverse configurazioni di facciata. *I valori si riferiscono all'area totale dell'edificio, pari a circa 3350 m^2 lordi e 2585 m^2 sono netti.*

Per quanto riguarda i risparmi energetici ottenuti dalla riduzione del carico termico, lo scenario del balcone sembra essere il più efficace; tuttavia, l'estensione del balcone, se non associato all'aumento delle superfici finestrate esistenti, come nel caso della serra, ridurrebbe la luce in entrata del 42%. Sono in corso ulteriori studi per verificare l'effetto dell'illuminazione naturale nelle diverse configurazioni e determinare la soluzione ottimale per le prestazioni illuminotecniche ed energetiche.

4. Miglioramento sismico tramite esoscheletro in acciaio

Il miglioramento prestazionale dal punto di vista strutturale mediante applicazione dell'esoscheletro esterno in acciaio è stato valutato su un caso di studio, lo studentato di Atene, caso pilota del progetto. Nello studio del sistema strutturale metallico da adottare in abbinamento alla struttura esistente in calcestruzzo armato sono perseguibili due diverse possibili strategie: l'incremento di resistenza che prevede l'applicazione di una struttura rigida, tale da influire sulle capacità resistenti dei telai in calcestruzzo armato aumentando la capacità globale della struttura o l'incremento della dissipazione, che prevede la realizzazione di una nuova struttura esterna relativamente indipendente e adeguatamente connessa all'edificio esistente. Lo schema strutturale, in questo caso, concentra in posizioni strategiche gli elementi dissipativi tali da consentire la dispersione dell'energia generata dall'azione sismica.
Le analisi condotte in questa fase vogliono dimostrare l'incidenza dovuta all'applicazione della struttura GET, utilizzando come strategia l'incremento di resistenza, privilegiata rispetto all'utilizzo dei dissipatori per il loro elevato costo e le maggiori difficoltà computazionali. L'edificio oggetto di studio risulta essere una porzione del complesso dello studentato, separata da un giunto sismico e considerata isolata, come raffigurato in Fig. 3.

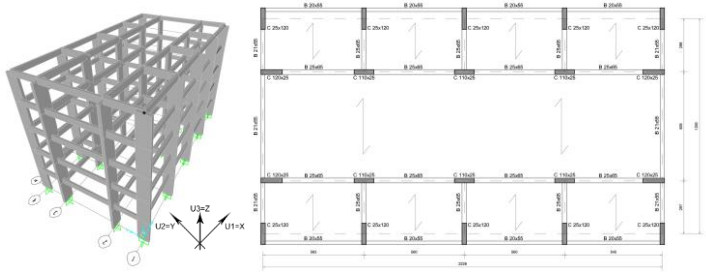

Fig. 3. Modello agli elementi finiti (sulla sinistra) e pianta strutturale del piano tipo (sulla destra) del caso di studio basato sullo studentato di Atene.

Sulla base di questo schema sono state assunte le informazioni necessarie alla definizione del modello (caratteristiche dei materiali, armature e carichi) considerando le caratteristiche ricorrenti delle costruzioni realizzate in Grecia con struttura in calcestruzzo armato degli anni '70/'80. La struttura esistente è composta da cinque impalcati di 2,80 m fuori terra ciascuno, comprensivi di copertura piana, con una dimensione in pianta complessiva di 22,30x12 m. Gli orizzontamenti sono solette in calcestruzzo che possono essere assunte come infinitamente rigide. Il calcestruzzo è stato assunto della classe C20/25 e l'acciaio a barre lisce FeB32k con prestazioni inferiori agli standard attuali. Gli elementi verticali resistenti sono dei setti di 1,20x0,25 m collegati da travi in entrambe le direzioni, a meno della campata centrale in cui l'unico elemento di collega-

mento tra i setti è la soletta. Le armature sono state definite ed imputate mediante progetto simulato con metodo delle tensioni ammissibili.
L'azione sismica è stata valutata tramite spettri di risposta elastici di riferimento per le analisi non lineari definiti come stabilito nell'Eurocodice 8 [9] con accelerazioni di ancoraggio legate alla zona sismica di Atene: LS DL di 0,067g, LS SD di 0,16g e 0,212g per lo stato limite NC.
Nella valutazione della vulnerabilità dello stato di fatto sono state eseguite l'analisi modale, l'analisi lineare dinamica con spettro di risposta e l'analisi statica non lineare, quest'ultima nelle due direzioni principali dell'edificio.
Dall'analisi modale si evince che il modo di vibrare principale è quello in direzione trasversale Y (U2), con una percentuale di massa attivata del 75,1% e un periodo di 0,536s. Dalle analisi lineari dinamiche sono stati estrapolati gli spostamenti massimi che allo stato limite di danno corrispondono in sommità a 2 cm in direzioni longitudinale (X) e 2,6 cm nella traversale (Y). Infine, utilizzando una distribuzione di forze laterali proporzionali alle masse di piano sono state determinate le curve di capacità della struttura nelle due direzioni. Identificando gli step nel quale si oltrepassano gli stati limite è stato possibile ricavare il taglio di capacità che ha permesso l'identificazione dell'accelerazione al suolo di collasso (PGA). La domanda con cui effettuare il confronto è invece ricavata dagli spettri elastici di risposta in termini di accelerazione in funzione del periodo proprio della struttura. Sono quindi presentati nella Tab. 2 i risultati riguardanti lo stato di fatto della struttura analizzata.

Stato Limite	PGA_D – X	PGA_C – X	C/D	PGA_D – Y	PGA_C – Y	C/D
SLD – LS DL	0,076 g	0,103 g	**1,36**	0,076 g	0,073 g	**0,96**
SLV – LS SD	0,184 g	0,111 g	**0,60**	0,184 g	0,075 g	**0,41**
SLC – LS NC	0,244 g	0,111 g	**0,46**	0,244 g	0,076 g	**0,31**

Tabella 2. PGA di collasso relative agli stati limite considerati in entrambe le direzioni principali. Sono riportati anche i rapporti di capacità rispetto alla domanda. LS – limit state; DL – damage limitation; SD – significant damage; NC – near collapse.

Si può notare che l'edificio ha una discreta prestazione contro le azioni orizzontali, mostrando una maggiore vulnerabilità nella direzione trasversale dove la resistenza è assicurata per un sisma pari al 41% di quello di progetto (in riferimento allo SLV). Il sistema GET è progettato per conseguire un aumento di rigidezza della struttura e quindi di capacità al collasso. La struttura metallica di progetto è costituita da un telaio in acciaio per ogni piano, con controventi in direzione trasversale, collegato al telaio esistente in cemento armato in corrispondenza dei nodi trave-colonna. Questi telai sono collegati in direzione longitudinale con ulteriori travi incernierate per creare lo spazio adito ad ospitare le addizioni volumetriche. Il profilo di connessione tra le due strutture è considerato rigido[1]. È stata studiata l'applicazione della struttura sull'intero perimetro del piano esi-

[1] Nel modello è stato impiegato acciaio da carpenteria S275 con le seguenti sezioni: HEA 300 per i pilastri, HEA 200 per le travi trasversali, IPE 160 per le travi longitudinali, ϕ76,1x3,2 per i controventi

stente in modo da garantire un rafforzamento in entrambe le direzioni, come mostrato in Fig. 4.

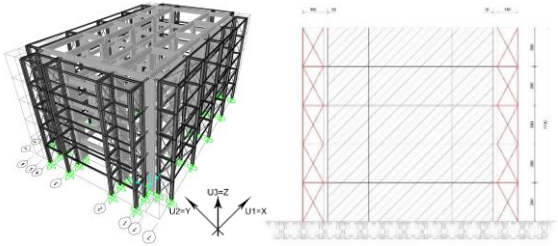

Fig. 4. Modello agli elementi finiti dell'edificio con la nuova struttura (sulla sinistra) e schema geometrico in sezione dell'applicazione della struttura (sulla destra).

Dopo aver ultimato il modello inserendo i carichi di progetto, i vincoli e le cerniere plastiche relative alla struttura in acciaio sono state eseguite le analisi svolte precedentemente per lo stato di fatto. L'analisi modale in seguito all'applicazione dell'esoscheletro mostra che il modo di vibrare principale in direzione Y (U2) trasversale, mantiene una percentuale di massa attivata intorno al 75,7% con un periodo ridotto a 0,488s. Gli spostamenti massimi allo SLD corrispondono in sommità a 1,5 cm in direzioni longitudinale (X) e 1,6 cm nella traversale (Y) presentando una riduzione rispettivamente del 23% e del 40% circa. Infine, utilizzando le stesse impostazioni usate in precedenza, sono state ricalcolate le curve di capacità della struttura ed è stato possibile ricavare i nuovi valori di taglio per la determinazione dei valori di PGA. Viene riportato, nella Tab. 3, il confronto prima e dopo l'applicazione del sistema GET.

Stato Limite	PGA_D – X	PGA_C – X		C/D	PGA_D – Y	PGA_C – Y		C/D
		Prima	Dopo			Prima	Dopo	
SLD – LS DL	0,076 g	0,103 g	0,170 g	**2,24**	0,076 g	0,073 g	0,158 g	**2,08**
SLV – LS SD	0,184 g	0,111 g	0,200 g	**1,09**	0,184 g	0,075 g	0,200 g	**1,09**
SLC – LS NC	0,244 g	0,111 g	0,200 g	**0,82**	0,244 g	0,076 g	0,200 g	**0,82**

Tabella 3. PGA di collasso relative agli stati limite considerati in entrambe le direzioni principali confrontando i valori di capacità prima e dopo l'applicazione del sistema GET. Sono riportati anche i rapporti di capacità rispetto alla domanda dello stato di progetto.

Possiamo notare un aumento sostanziale dell'accelerazione di collasso della struttura rispetto al valore della domanda che rimane costante in quanto i periodi dei modi di vibrare cadono sempre nella porzione di spettro ad accelerazione costante. Il rinforzo garantito dalla struttura in acciaio è significativo e consente il raggiungimento del valore richiesto dalla domanda, allo stato limite di SLV. In Fig. 5 sono riportate le curve di capacità ottenute.

concentrici verticali, ϕ30x2,9 per i controventi concentrici orizzontali e ϕ193,7x4,5 per i tubolari di connessione tra le due strutture

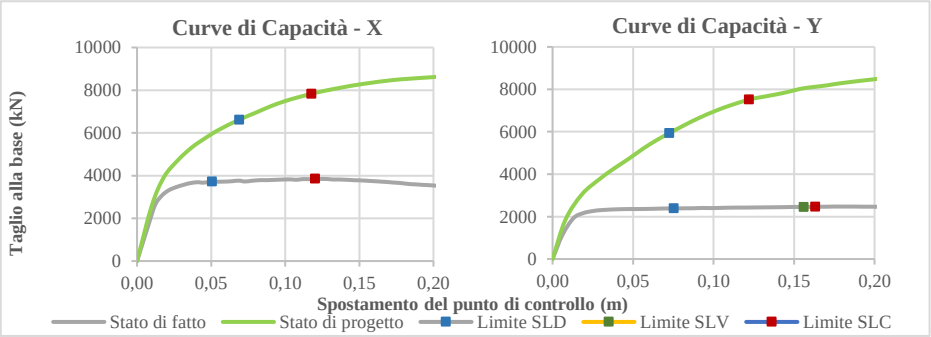

Fig. 5. Curve di capacità della struttura nelle due direzioni prima e dopo l'applicazione del sistema GET. Sono indicati nella curva i punti in cui si oltrepassa lo stato limite considerato.

Il miglioramento della capacità della struttura deve essere accompagnato da una rigorosa verifica di domanda/ capacità (D/C) in termini di spostamento, eseguita, in questo caso, con il metodo del *target displacement* descritto sia nell'Eurocodice 8 [9] che nella circolare delle norme tecniche italiane [10]. Come già menzionato in precedenza l'aumento di rigidezza comporta infatti una riduzione della duttilità globale della struttura comportando un incremento dei valori di D/C che si attesta intorno al 15-20%. Ne consegue la necessità di monitorare gli spostamenti in parallelo agli incrementi di capacità in termini di accelerazione.

5. Conclusioni

Nel complesso, le addizioni di facciata possono essere utilizzate per intervenire su diversi aspetti nel miglioramento degli edifici. Contribuiscono naturalmente ad aumentare la superficie utile complessiva, ma possono al tempo stesso raggiungere obiettivi di rendimento energetico in quanto diverse configurazioni possono ridurre il carico termico necessario in estate e in inverno. Il tentativo di combinare – in una soluzione prefabbricata e personalizzata – componenti per il miglioramento energetico e strutturale nello stesso prodotto, Pro-GET-onE intende fornire un nuovo possibile paradigma nella pratica del recupero degli edifici moderni. Questa tecnologia altamente innovativa ed efficace potrebbe contribuire a rilanciare il settore della riqualificazione e promuoverne l'applicazione a scala Europea. Le soluzioni studiate mirano a consentire la creazione di condizioni tali da generare schemi attraenti di autofinanziamento a sostegno di profondi interventi di ristrutturazione; infatti, il sistema GET rappresenta una possibile soluzione standardizzata con una strategia replicabile, specialmente per i paesi mediterranei dell'UE (ad alta sismicità) e di tutte le aree a sismicità indotta (es. Olanda), come illustrato nelle mappe di pericolosità sismica del progetto SHARE [11]. È opinione degli autori che questa strategia possa convincere utenti, abitanti delle città ed investitori nella rigenerazione energetica e nel rinnovamento architettonico degli edifici esistenti. Il progetto di ricerca mira a garantire il corretto sfruttamento di una conoscenza di base per raggiungere l'obiettivo strategico europeo di mobilitazione degli investimenti sul rinnovamento energetico degli edifici esistenti, in virtù di una riduzione globale dei consumi.

6. Acknowledgements

Questo contributo è parte del progetto Pro-GET-onE che ha ricevuto finanziamenti dal programma dell'Unione Europea, Horizon 2020 Innovation action, grant agreement No. 723747.

Bibliografia

1. Dati disponibili online: https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings (ultimo accesso il 10 Luglio 2018)
2. E. Eliopoulou, E. Mantziou, Architectural Energy Retrofit (AER): An alternative building's deep energy retrofit strategy, Energy and Buildings 150 (2017) 239–252
3. Hilliaho, K.; Mäkitalo, E.; Lahdensivu, J. Energy saving potential of glazed space: Sensitivity analysis. Energy Build. 2015, 99, 87–97. Disponibile online: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.016 (ultimo accesso il 10 Luglio 2018)
4. Fotopoulou, A.; Semprini, G.; Cattani, E.; Schihin, Y.; Weyer, J.; Gulli, R.; Ferrante, A. Deep Renovation in Existing Residential Buildings through Façade Additions. A Case Study in a Typical Residential Building of the 70's, 2008. Disponibile online: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.01.056 (ultimo accesso il 10 Luglio 2018)
5. Inarcos, I segni della ricostruzione post terremoto maggio 2012: l'adeguamento sismico della palazzina uffici nello stabilimento Magneti Marelli di Crevalcore, Inarcos, Ingegneri Architetti Costruttori. marzo 2014, pp. 53–62. Disponibile online: http://www.teleios-ing.it/UserFiles/File/FRANCESCHINI/Articolo-Inarcos738_Ricostruzione%20terremoto%202012_Franceschini-Semproli-Secci.pdf (ultimo accesso il 10 Luglio 2018)
6. Materiale fornito da Teleios S.r.l., via Salvatore Quasimodo, 44 40013 Castel Maggiore [BO]. Disponibile online: www.teleios-ing.it (ultimo accesso il 10 Luglio 2018)
7. Avramidis, I.; Mistakidis, E.; Morfidis, K. Seismic Strengthening of the Building of the Rural and Surveying Engineering Department of A.U.TH. Through External Steel Structure. Disponibile online: http://eeme.ntua.gr/proceedings/7th/130.pdf (ultimo accesso il 10 Luglio 2018)
8. Public workshop on innovative financing for energy efficiency and renewable 28/04/2015, Brussels, Executive Agency for SMEs
9. The European Union Per Regulation 305/2011, Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC, EN 1998-1: 2004
10. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
11. SHARE Project. Disponibile online: http://www.share-eu.org/(ultimo accesso il 10 Luglio 2018).