

## PROGETTAZIONE PARAMETRICA PER LA VALUTAZIONE DELLE ADDIZIONI DI FACCIATA NEGLI EDIFICI ESISTENTI

*Parametric design evaluation of user orientated pre-fab modules for the façade addition in existing buildings*

Anastasia Fotopoulou\*, Annarita Ferrante\*

\* Dipartimento di Architettura – Università di Bologna (Bologna, Italia)  
anastasia.fotopoulo2@unibo.it – annarita.ferrante@unibo.it

**Keywords:** Parametric design, pre-fab modules, façade additions, user orientated façade envelopes

### Riassunto

Questo contributo descrive alcune potenzialità delle modellazioni parametriche applicate alla trasformazione degli involucri edilizi; in particolare, tale trasformazione si riferisce alle addizioni volumetriche ottenute attraverso l'impiego di nuove strutture poste sulle facciate degli edifici costruiti in struttura intelaiata in conglomerato cementizio armato. La modifica di tali fabbricati attraverso strutture esterne consente un incremento degli spazi abitativi secondo soluzioni modulari selezionabili in base alle diverse esigenze.

Per aumentare l'impatto e la scala della strategia promossa dal

progetto, le diverse configurazioni geometriche e spaziali sono state studiate e modellate parametricamente in modo da verificarne la possibile iterazione in diversi casi. Le soluzioni modulari (denominate GET) sono configurabili come una stanza in più, un balcone o una serra e le diverse opzioni variano al variare delle possibili risultanze in termini di capacità strutturale, adattabilità rispetto alle condizioni geometriche dell'esistente, comportamento energetico, risultato formale.

Tale sistema è oggetto di studio all'interno del progetto di ricerca Pro-GET-onE, finanziato nell'ambito delle "Innovation Action" del programma Europeo H2020.

### Abstract

*This paper describes some potentialities of the parametric modeling applied to the transformation of building envelopes; in particular, this transformation refers to the volumetric additions brought about by new structures placed on the facades of the existing buildings framed in reinforced concrete structure.*

*These façade additions are meant to improve the energy, structural and functional performance renovation strategy based. The research is included in the EU H2020 project Pro-GET-onE, which proposes the transformation of the building envelope with external structures to increase the living space and the attractiveness of the building with modular façade solutions that can be selected according to the needs and expectations of users. These modules can in fact be configurable as an extra room, a balcony and a solar greenhouse. To increase the possible iteration of the strategy, the research has implemented hypotheses of possible geometric and spatial configuration through a parametric approach to evaluate their applicability to structures with different structural, geometric and architectural characteristics; the same verification tool is also used to extend the range of more convincing and attractive figurative solutions.*

## Introduzione

L'Europa con il 75% del patrimonio edilizio con scarse prestazioni in termini di efficienza energetica e il 35% degli edifici con più di 50 anni [1], ha identificato gli edifici esistenti come uno degli ambiti più importanti per la riduzione dei consumi energetici. Gli interventi architettonici e le scelte tecnologiche di involucro possono ridurre tali consumi in maniera significativa, fino a percentuali prossime al 60% [2], portando l'esistente a prestazioni nZEB (edificio a consumo energetico quasi nullo) [3, 4].

In tale contesto, il progetto di ricerca Pro-GET-onE ha messo a punto una tecnologia costruttiva implementabile sull'involucro edilizio (denominata GET) che oltre a cercare di raggiungere gli obiettivi prestazionali legati all'efficienza energetica, tenta di fornire una risposta all'esigenza di aumentare significativamente la configurazione formale, il ciclo di vita e il valore commerciale dell'edificio. Il campo di applicazione di questo sistema è quello relativo agli edifici non vincolati e costruiti a partire dagli anni '60. La modifica di tali fabbricati attraverso strutture esterne consente un incremento degli spazi abitativi secondo soluzioni modulari selezionabili in base alle diverse esigenze.

Per aumentare l'impatto e la scala della strategia promossa da Pro-GET-onE, le diverse configurazioni geometriche e spaziali sono state studiate e modellate parametricamente in modo da verificarne la possibile reiterazione in diversi casi.

Le soluzioni modulari (denominate GET) sono configurabili come una stanza in più, un balcone o una serra e le diverse opzioni variano al variare delle possibili risultanze in termini di capacità strutturale, adattabilità rispetto alle condizioni geometriche dell'esistente,

comportamento energetico, risultato formale.

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. Per aumentare la possibile reiterazione della strategia, la ricerca ha implementato le ipotesi di possibile configurazione geometrica e spaziale attraverso l'uso di strumenti di simulazione con l'approccio parametrico (utilizzando i programmi Rhinoceros e Grasshopper [5]), al fine di valutarne l'applicabilità a diverse strutture esistenti e con diverse caratteristiche strutturali, geometriche ed architettoniche; lo stesso strumento di verifica è inoltre utilizzato per ampliare la gamma delle possibili opzioni in risposta alle esigenze degli utenti.

## Il sistema GET

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 prefabbricate, scelte ed ottimizzate per i diversi casi in una prospettiva "user-orientated" (con aggiunta di balconi, logge, serre in base alle potenziali diverse esigenze degli utenti).

Le addizioni possono essere 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. Questo sistema tecnologico è infatti concepito per adattarsi nel tempo ai cambiamenti formali o tecnici, alle mutevoli necessità degli utenti o a nuovi standard abitativi. Per questo motivo lo

studio si è concentrato sulle tecnologie di prefabbricazione a secco, prevalentemente lignee e metalliche, le più idonee a garantire la velocità dell'intervento nelle fasi di costruzione, manutenzione e trasformazione. Uno fra i benefici sostanziali è dato dalla possibilità di ristrutturare l'edificio senza la necessità di ricollocare gli abitanti durante i lavori.

Addizione e modularità sono dunque gli aspetti caratterizzanti del sistema proposto e garantiscono l'efficacia di un recupero integrato ed adattabile, rispondente ai vari cambiamenti nel tempo.

### Configurazione dell'ABACO

La modularità del sistema proposto si esprime attraverso un abaco che costituisce un repertorio aperto ai professionisti e ai principali attori (proprietari e inquilini) per la selezione delle possibili configurazioni.

Attraverso il processo parametrico sono state analizzate le varie possibilità per la selezione di ogni tipo di soluzione spaziale: balcone, serra solare, ampliamento stanza esistente.

Il processo parametrico consente di interconnettere e integrare numerose opzioni: partendo dalla selezione del materiale, dei colori, dal costo del prodotto e da altri eventuali parametri (come il comportamento energetico risultante nella specifica configurazione), la visualizzazione virtuale delle soluzioni selezionate viene messa a disposizione dell'utente così da guidarlo verso la scelta finale (Fig. 1 e Fig. 2).

### Development of the architectural and technological modifications

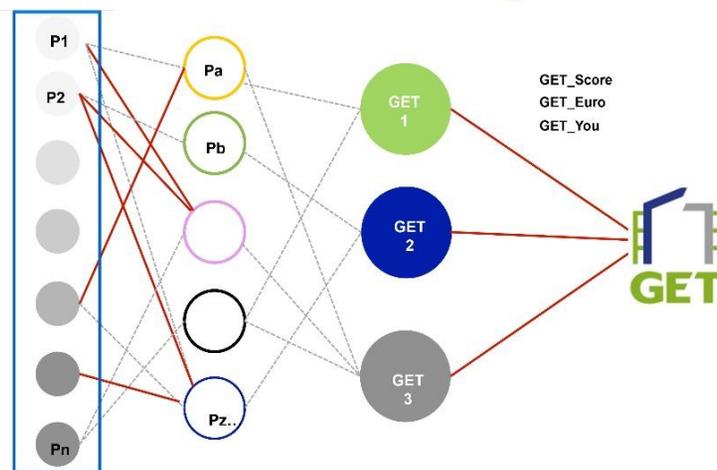


Fig. 1 Diagramma esplicativo della connessione fra i vari parametri possibili e il processo di selezione del GET

Tutti i parametri architettonici in questa fase sono stati tradotti in un file excel utilizzato come data base e di seguito elaborati con Rhino e Grasshopper per avere un risultato complessivo delle possibili combinazioni.

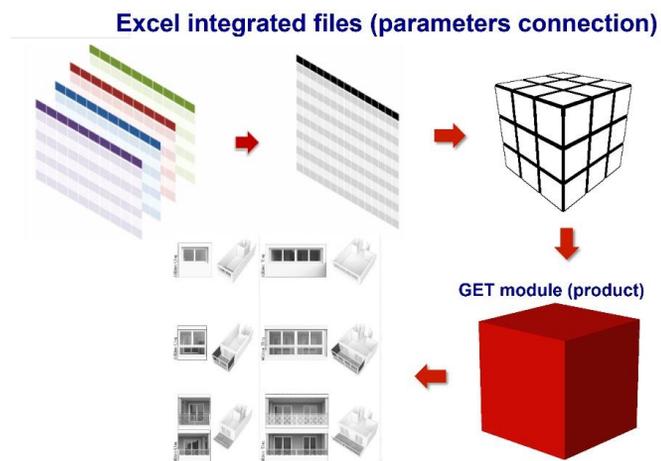


Fig. 2 Il processo di elaborazione dei vari parametri per la configurazione delle opzioni possibili (balcone, serra, spazio aggiuntivo e relative associazioni come le diverse finiture)

### Logica dell'algoritmo

L'algoritmo implementato in Grasshopper permette di generare le configurazioni eseguibili del prospetto e dei volumi, evidenziandone gli aspetti di adattabilità e variabilità.

Per ottenere questo risultato è necessario che il controllo del progetto avvenga attraverso le singole componenti, e che queste siano legate a parametri che ne regolano l'aspetto dimensionale; per quanto riguarda invece l'aspetto compositivo, il controllo avviene per gruppi di elementi,

detti moduli.

L'algoritmo parte con la definizione di una griglia di riferimento associata a unità modulari e a 3 parametri fondamentali attraverso i quali è gestita l'adattabilità del progetto: altezza, profondità e lunghezza.

Collegare le unità alla griglia permette di ridurre il flusso di dati in quanto le singole componenti vengono organizzate facendo riferimento ad una sola unità, che viene messa in relazione alla griglia secondo i criteri scelti dal progettista.

Per gestire le componenti in maniera più fluida, tali componenti si dividono in fisse e mobili; nello specifico, le prime sono quelle che costituiscono il telaio in acciaio del sistema GET, ovvero i tiranti, i pilastri, le travi trasversali e longitudinali, il pacchetto solaio e il marcapiano; le seconde definiscono le diverse configurazioni (serra solare, balcone, ecc.).

Se quelle fisse vengono definite in relazione alle dimensioni di riferimento e posizionate all'interno delle unità modulari, per le componenti mobili la definizione ed il posizionamento non è sufficiente perché devono esprimere la variabilità del progetto, quindi devono essere capaci di spostarsi all'interno della griglia in tempi successivi, generando tutte le possibili configurazioni.

Per poter realizzare ciò, la griglia viene tradotta in una matrice che permette di legare i criteri di scelta con l'associazione degli elementi alla stessa griglia. Come precedentemente detto, si parte con la creazione della griglia a cui i vari componenti fanno riferimento, e successivamente si genera la griglia di punti, dettata dal numero di piani e campate nel quale l'edificio è scomponibile.

In parallelo si realizzano le unità modulari che vengono associate alla griglia (Fig. 3).

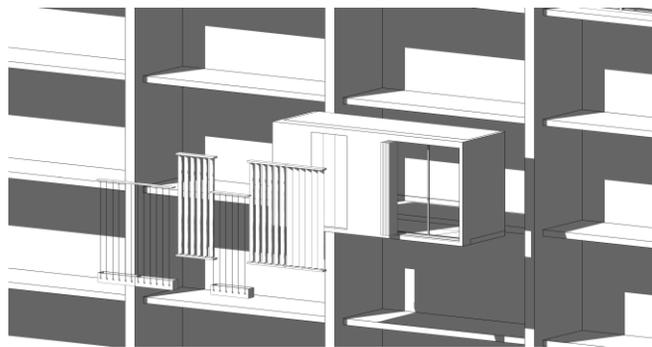


Fig.3 Le unità modulari del GET

Il risultato ottenuto è dato da un insieme di celle che viene tradotto in una matrice, così da poter definire per ogni cella una posizione e utilizzarla per associare una specifica soluzione (balcone, serra, spazio aggiuntivo), come illustrato nelle figure 4 e 5.

A seguire si lega la matrice di riferimento ad una lista di dati contenente l'organizzazione dei moduli, che può essere ottenuta secondo differenti criteri di scelta. In questo caso sono riportati tre di questi criteri: scelta del progettista, scelta casuale e scelta in base alla migliore prestazione bio-climatica (Fig.6).

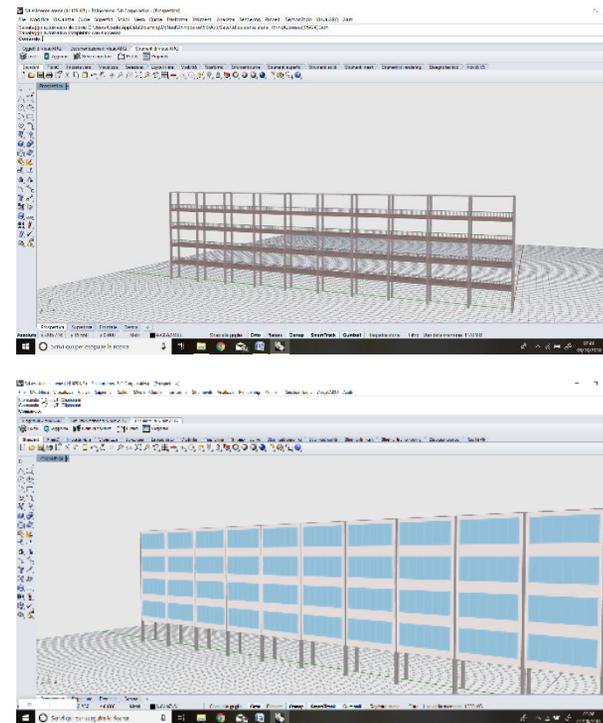


Fig. 4 e 5. I parametri tradotti ed elaborati con Grasshopper. L'esoscheletro viene tradotto in una griglia nella quale verranno inserite le unità modulari del GET

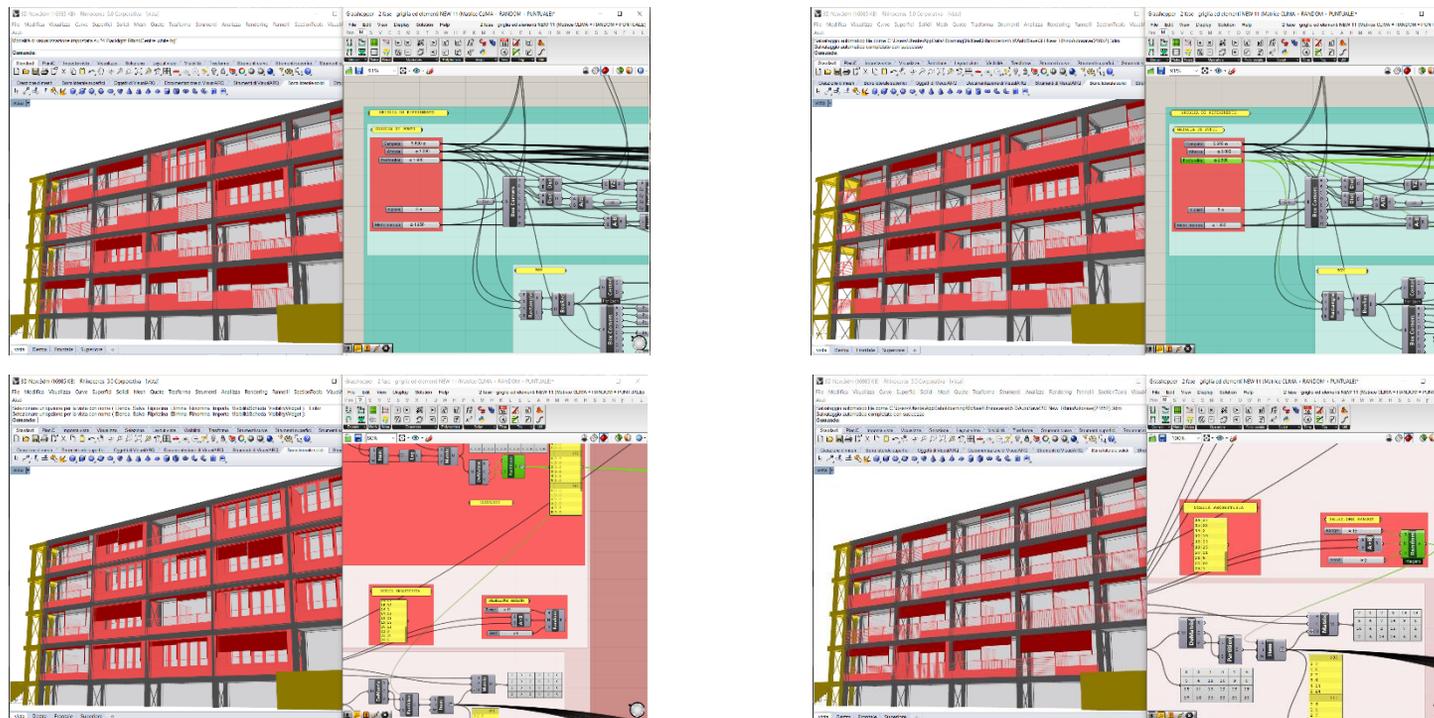


Fig. 6 Differenti configurazioni del sistema tecnologico secondo diversi criteri di scelta (disegni di Beatrice Battistini)

## Conclusioni

Il sistema tecnologico individuato si inserisce all'interno di un progetto di ricerca che mira a raggiungere l'obiettivo strategico della mobilitazione degli investimenti per il rinnovamento degli edifici esistenti.

Il sistema proposto, nel tentativo di combinare le diverse componenti tecnologiche finalizzate al miglioramento energetico, strutturale e architettonico, individua un nuovo possibile paradigma nella pratica del recupero degli edifici moderni e post-moderni in conglomerato cementizio armato.

Nonostante l'architettura non sia data dalla sola addizione di moduli, elementi o funzioni, è opinione degli autori che l'integrazione delle diverse esigenze poste dagli attori del processo edilizio possa aiutare gli stessi ad intraprendere in modo proattivo la strada della rigenerazione energetica e del rinnovamento architettonico degli edifici esistenti.

Le varie soluzioni di facciata, studiate e raggruppate in un abaco con diverse configurazioni di base, cui corrispondono una vasta serie di materiali e tecnologie, possono e devono essere ricondotte ad un quadro di soluzioni specifico rispetto all'edificio esistente e al suo contesto di riferimento ambientale.

In tale prospettiva è evidente che le opzioni e le trasformazioni possibili, essendo legate alle caratteristiche specifiche del luogo, delle unità abitative, oltre che alle strutture esistenti, coinvolgono in primis il progettista quale attore privilegiato nella guida dell'utente finale verso selezioni fattibili, coerenti e compatibili con l'ambiente costruito.

La trasposizione dell'abaco nel linguaggio parametrico permette la comprensione e la visualizzazione delle soluzioni ed esalta l'adattabilità del "GET system", consentendo soluzioni più convincenti e in linea con

l'idea di fornire al settore della riqualificazione la generazione di modelli di intervento più attraenti e competitivi.

## 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 Maggio 2019)
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 Maggio 2019)
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 Maggio 2019)
5. <https://www.rhino3d.com/>, Robert McNeel & Associates