



*Ministero dell'Istruzione,
dell'Università e della Ricerca*



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE

*Dottorato di Ricerca in Ingegneria civile, edile-architettura,
ambientale e del territorio*

XXIX Ciclo (2015-2016)

Curriculum in: Ingegneria delle Strutture, Recupero edilizio ed Urbano

ABSTRACT

**OTTIMIZZAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI
ESISTENTI: LO SVILUPPO DI SCHERMATURE SOLARI
INTELLIGENTI E INNOVATIVE IN TECNOLOGIA
TENSEGRITY**

Maria Chiara Cimmino

Il Tutor

Prof. Arch. Enrico Sicignano

Il Coordinatore

Prof. Ciro Faella

Il Co-Tutor

Prof. Ing. Fernando Fraternali

ABSTRACT

L'impatto ambientale della progettazione, costruzione ed esercizio degli edifici è enorme: in Europa gli edifici sono responsabili, direttamente o indirettamente, di circa il 40% del consumo di energia primaria complessiva e di circa il 36% delle emissioni totali di CO₂ (COM(2008) 772 final COMMUNICATION FROM THE COMMISSION Energy efficiency). Un progetto realizzato con criteri di sostenibilità ambientale può minimizzare o eliminare del tutto gli impatti ambientali negativi e consente di ridurre i costi operativi, aumentare il valore dell'immobile nel mercato e la produttività degli utenti finali.

La ricerca si riallaccia al filone di studi internazionali sul tema degli involucri di facciata evoluti e degli edifici intelligenti, focalizzando l'attenzione sulle tematiche legate al settore tecnologico Ambiente-Energia e Costruzione. L'obiettivo fondamentale dello studio è la progettazione di nuovi componenti tecnologici Tensegrity di facciata altamente innovativi tramite la valutazione degli aspetti legati al design e alle problematiche di carattere tecnologico. Attualmente l'involucro è ormai svincolato dalla struttura portante dell'edificio ed è diventato un elemento di chiusura chiamato a regolare prevalentemente i flussi energetici legati al passaggio di calore, alla trasmissione della luce per un'adeguata illuminazione degli ambienti interni. Un passo avanti nella progettazione dell'involucro sono i sistemi di Automazione (BACS/HBES) che hanno la funzione di

massimizzare l'efficienza energetica degli impianti dell'edificio in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti e variabili scenari di utilizzo e occupazione dei singoli ambienti dell'edificio stesso, fornendo nel contempo i massimi livelli di comfort, sicurezza e qualità. Un particolare elemento di facciata che può essere collegato all'impianto di gestione centralizzato dell'edificio (BMS - Building Management System), sono le *schermature solari* che limitano i carichi termici estivi; tramite sensori di radiazione solare, le componenti di facciata si orientano automaticamente seguendo l'andamento delle condizioni esterne, permettendo, quindi, di avere una riduzione dell'apporto solare quando la radiazione è incidente, ma garantendo allo stesso tempo alla luce naturale di diffondersi all'interno dell'ambiente.

Per la realizzazione di schermi solari innovativi si è pensato di adottare il paradigma progettuale Tensegrity. I punti di forza di queste strutture sono la leggerezza e la possibilità di ottenere forme architettoniche complesse che prefigurano nuovi scenari architettonici. Queste strutture sono leggere e facilmente pieghevoli, meccanismo possibile semplicemente controllando l'allungamento di un numero limitato di stringhe.

La ricerca ha visto l'elaborazione di un approccio progettuale che ha prodotto due componenti di facciata aventi origine dalla stessa struttura geometrica, differenziandosi per i due diversi meccanismi di attivazione. Il primo progetto di componente, *Blinking Sail Solar Façade System*, prevede una geometria romboidale costituita da 5 nodi, 6 barre e 2 cavi. L'attuazione avviene tramite il controllo dell'allungamento dei due cavi verticali che permettono al componente di chiudersi uscendo dal piano di facciata. La schermatura così progettata può essere utilizzata come

collettore sia di energia solare che di energia eolica, nel primo caso applicando le celle solari e nel secondo sfruttando l'allungamento indotto dal vento nei cavi.

Il secondo progetto di componente è il *Fun Fish solar Façade System*. Prendendo spunto dalla natura, si è pensato ad un componente di facciata che avesse caratteristiche strutturali simili alle scaglie dei pesci. La singola scaglia è stata pensata come un ventaglio, in modo da poter cambiare la configurazione del pannello da aperto a chiuso, rendendo il sistema adattivo. Inoltre sulle stecche dei ventagli è possibile porre dei pannelli solari di ultima generazione. Il modello prevede una struttura caratterizzata da 5 nodi, 4 barre e 4 cavi.

Attraverso l'impostazione delle matrici statiche caratterizzanti i due differenti design e l'utilizzo di codici di calcolo ad hoc (Tensop3 – codice Matlab) per applicare l'algoritmo di minimizzazione della massa, si è ottimizzato il sistema strutturale tensegrity ottenendo la soluzione che garantisca la minor massa possibile, al fine di rendere effettivamente ed economicamente vantaggiosa la scelta di una facciata Tensegrity. In particolare si è elaborato un procedimento di predimensionamento della struttura, in modo da ottenere dei valori di input per il programma di calcolo che portassero a dei risultati fisici sufficientemente vicini alla realtà, in particolare alle esigenze costruttive dell'oggetto.

L'utilizzo della tecnologia Tensegrity permette di controllare e gestire luce e calore garantendo un clima ottimale e conferendo un'immagine architettonica significativa unica e variabile, ottenendo sistemi di facciata leggeri e facilmente movimentabili con un bassissimo impiego di energia, per altro reperibile dai pannelli solari applicati sui componenti.