



POLITECNICO  
DI TORINO

# Tesi meritoria

---

Corso di Laurea Magistrale (LM-4)  
Architettura per il progetto sostenibile

*Abstract*

**Analisi energetica e multi-criteri per identificare le  
strategie di retrofit tra i campus universitari:  
applicazione al caso studio del PoliTo**

*Relatore*

Stefano Paolo Corgnati  
Marta Carla Bottero  
Cristina Becchio

*Candidato*

Cecilia Ciccarelli

Dicembre 2017

L'obiettivo di questa tesi è la valutazione di otto scenari di retrofit (alternative), secondo quattro aree di specializzazione (criteri): ambientale, economico, tecnologico e sociale. Questi scenari risultano dalla composizione di otto strategie di retrofit, pubblicati nel ISCN-GULF [17] report, appartenenti alla dimensione "Energy and buildings". L'obiettivo finale è il ranking delle alternative che tiene in considerazione il parere soggettivo di quattro esperti, rappresentanti delle quattro aree di specializzazione, per identificare le priorità di intervento.

Le analisi e l'identificazione di ranking sono state condotte eseguendo due analisi:

- *Analisi energetica:* utilizzo del Software per Audit Energetici Semplificati (SEAS), per valutare i consumi (energetici e teleriscaldamento)
- *Analisi socio economica:* attraverso l'impiego di un'Analisi Multi-Criteri (MCDA), per valutare le alternative per mezzo di benefici generati, in particolare nove.

Anzitutto, viene eseguita la diagnosi dell'edificio, costruendo un modello in SEAS (pre-intervento) in modo da individuarne i consumi energetici (elettrici e di teleriscaldamento).

Poi le misure di retrofit vengono simulate all'interno del software per individuare i consumi energetici post-intervento e, quindi, i risparmi di energia primaria, criterio che verrà poi valutato all'interno dell'analisi MCDA.

Successivamente viene eseguita l'Analisi Multi-Criteri, attraverso il metodo Technique for Order Preference by Similarity (TOPSIS). L'analisi prevede dapprima la valutazione delle otto strategie di retrofit e poi delle otto alternative. I prodotti finali di questa analisi saranno due ranking che individueranno le migliori soluzioni su cui investire in modo prioritario.

La sede principale del Politecnico di Torino, situata in Corso Duca degli Abruzzi, è composta da cinque edifici minori; uno di questi (TO\_CEN 03 con codifica Archibus), in particolare quello che ospita l'androne di ingresso, il rettorato e gli uffici amministrativi, diventa il caso studio di questa tesi. Per questo motivo, la tesi si pone l'obiettivo di specificare dei ranking per capire quali siano le misure più efficaci e quelle meno opportune, in modo da comunicare al Politecnico come implementarle e quali effetti potrebbero generare. Le strategie di retrofit presentate nel report dell'ISCN e, valutate in questa tesi sono:

- *EB\_1: Installazione di un impianto fotovoltaico*
- *EB\_2: Progetto PoliSAVE mirato al risparmio energetico*
- *EB\_4: Sostituzione delle lampade obsolete con LED*
- *EB\_5: HTeleriscaldamento per la produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS)*
- *EB\_6: Promozione di una "Casa dell'acqua"*
- *EB\_9: Sostituzione degli infissi con tipologie a elevata efficienza energetica*

- *EB\_12: Promozione della campagna “M’illumino di meno”*
- *EB\_13: Variazione della temperatura di set-point, da 20 °C a 19 °C, durante il periodo invernale.*

Il primo step, nel capitolo 4, inizia con la raccolta dei dati relativi al caso studio, la consultazione delle piante architettoniche e dei dati tecnici dell’involucro.

Il secondo step, nel medesimo capitolo, è la simulazione energetica dell’edificio oggetto di studio attraverso il software SEAS.

Il terzo step, nel capitolo 5, è la descrizione delle misure di retrofit da analizzare.

Il quarto step, nel capitolo 6, è l’analisi MCDA attraverso l’impiego del metodo TOPSIS con la

descrizione delle misure di retrofit e dei criteri con i quali condurre l’analisi e formulare un ranking.

Il quinto step, nel capitolo 7, è l’Analisi Multi-Criteri delle otto alternative che risultano dalla composizione di tre misure di retrofit per volta. I criteri utilizzati per valutare le alternative, suddivisi in sotto-criteri, appartengono a quattro aree di specializzazione: ambientale, economica, tecnologica e sociale. Due tipologie di ranking sono il prodotto finale di questa tesi: il primo che tiene in considerazione le misure di retrofit e il secondo le alternative. Dai risultati si evince la persistenza nei ranking delle medesime soluzioni, considerate migliori, per tutti gli esperti coinvolti. L’alternativa migliore è data dalla composizione di tre misure:

- *EB\_4: Sostituzione delle lampade obsolete con LED*
- *EB\_9: Sostituzione degli infissi con tipologie a elevata efficienza energetica*
- *EB\_13: Variazione della temperatura di set-point, da 20 °C a 19 °C, durante il periodo invernale.*

Questa alternativa è la risultante di due tecnologie, EB\_4 e EB\_9, che producono consistenti risultati in termini di diminuzione di consumi primari e di risparmi energetici.

Un altro sviluppo potrebbe essere l’impiego di un’Analisi Multi-Criteri per valutare le altre misure di retrofit individuate dalle altre dimensioni che il Politecnico intende perseguire.