

POLITECNICO DI TORINO  
II FACOLTA' DI ARCHITETTURA  
Corso di Laurea Magistrale in Architettura  
**Tesi meritevoli di pubblicazione**

---

**L'efficienza energetica nell'ambiente costruito brasiliano – strategie di retrofit per un albergo a Goiânia**

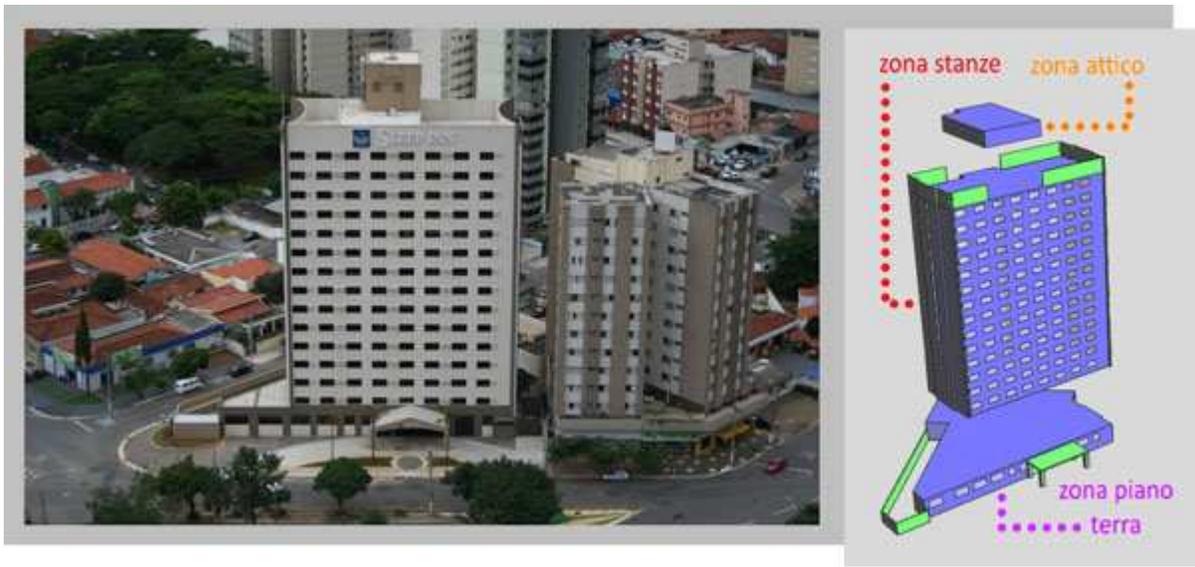
di Eduardo Cademartori

Relatore: Guglielmina Mutani

Correlatori: Paolo Oliaro, Jan Hensen, Daniel Costola, Cláudia Amorim

La questione energetica è un argomento di estrema rilevanza nella società contemporanea, la quale usa come unità morfologica la città ed edifici ad alto consumo energetico. Cambiare questa criticità è uno degli obiettivi dello sviluppo sostenibile, pensiero che si è sviluppato maggiormente negli ultimi decenni a causa di diverse questioni politiche, economiche ed ambientali. In Brasile la formulazione di politiche energetiche per l'ambiente costruito è stata indotta da un'importante crisi di fornimento di energia avvenuta nel 2001, seguita da un lungo periodo di razionamenti. La suddetta crisi non potrebbe essere risolta soltanto con un aumento dell'offerta ma anche con un adeguato mezzo di promozione dell'efficienza negli usi finali di energia.

L'edilizia alberghiera è una tipologia di grande potenziale di risparmio attraverso l'utilizzo di diverse strategie passive per creare condizioni di comfort ambientale e la generazione locale di energia rinnovabile. Una maggior coscienza energetica nella progettazione alberghiera in Brasile è stata raggiunta grazie a grandi eventi internazionali – quali i mondiali di calcio nel 2014 e le olimpiadi nel 2016 – che il Brasile ospiterà. E' stato avviato un programma governativo di finanziamento per la costruzione e ristrutturazione di alberghi ad alta efficienza energetica in Brasile, secondo cui il raggiungimento della classe A tramite il *Protocollo Brasiliano di Valutazione Energetica degli Edifici* è il requisito minimo per accedere a questo incentivo.



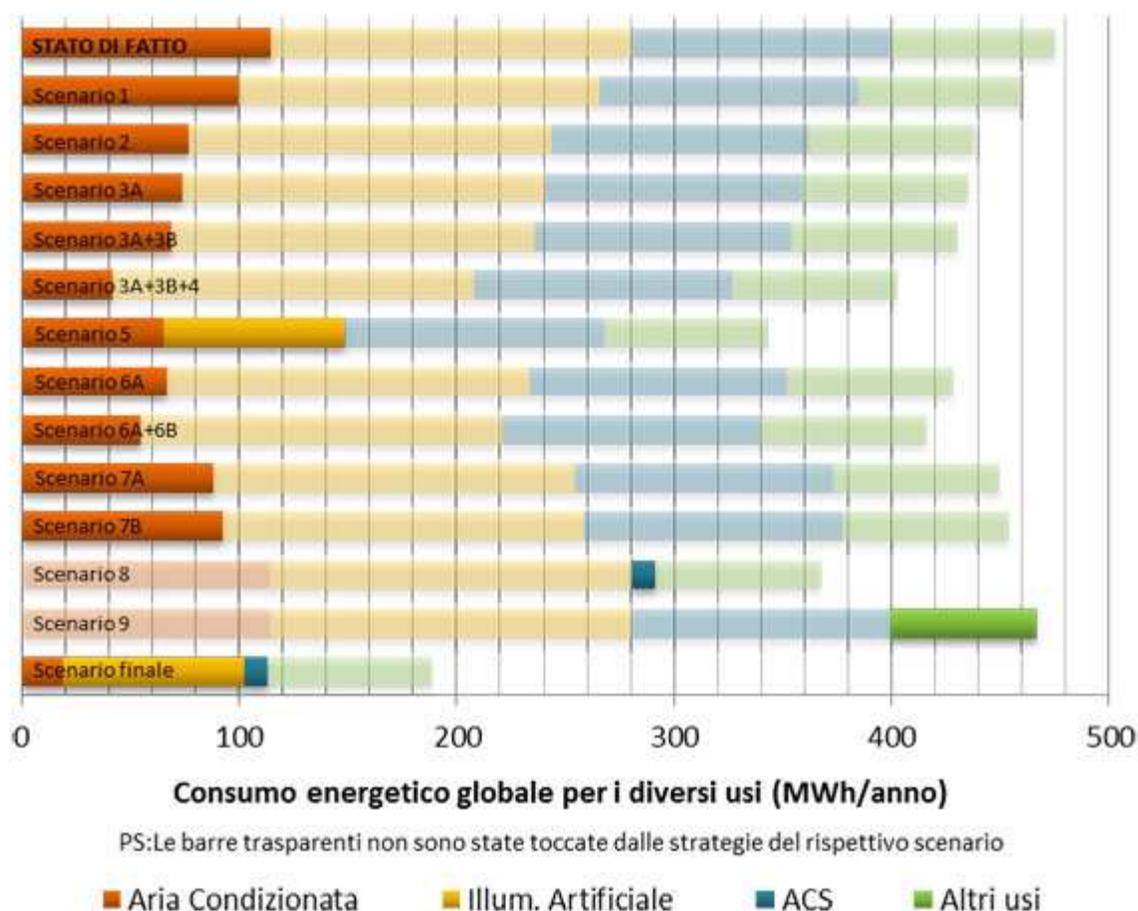
*Foto della facciata sudest dell'albergo analizzato e lo schema di divisione dell'edificio in zone*

In questo modo si analizza come caso studio un albergo a Goiânia, metropoli del centro-ovest brasiliano. L'edificio di 16 piani possiede 196 camere e varie aree comuni che raggiungono circa i 8040mq. Attraverso le proprietà fisiche dei componenti dell'edificio, le sue caratteristiche tecniche ed operative, sono state realizzate delle simulazioni energetiche sul suo stato attuale tramite il software IES <VE>. Dal consumo elettrico annuale ricavato tramite documenti è stato possibile calibrare il modello affinché si potesse verificare il comportamento energetico reale dell'edificio.

Dai risultati ricavati sono state individuate le criticità energetiche dell'edificio: gli apporti termici interni sono piuttosto elevati, dato l'alto livello di occupazione dell'edificio e dell'uso di illuminazione artificiale. Anche gli apporti solari attraverso l'involucro sono notevoli e la temperatura di setpoint per il raffrescamento, ipotizzata come 24°C, porta un carico esagerato ai singoli condizionatori d'aria presenti nell'edificio. Inoltre l'involucro dell'albergo ha ottenuto l'etichetta di classe C per la prestazione energetica, dati gli alti valori di trasmittanza termica e del coefficiente di assorbimento solare delle coperture.

In questo modo sono stati proposti degli scenari indipendenti per la riduzione del consumo energetico globale dell'edificio. Nei due primi scenari si propone l'ombreggiamento delle superfici vetrate in due modi diversi e nello scenario 3 si propone la ridefinizione delle temperature di setpoint dell'aria condizionata e la correzione del tasso di ricambio d'aria negli ambienti interni dell'albergo. Nello scenario 4, prevedendo una centralizzazione dell'impianto di condizionamento d'aria, si ha un aumento del suo coefficiente di prestazione (COP) da 3,0 a 5,0. Per lo scenario 5 un'ipotetica riduzione dell'energia assorbita dal sistema di illuminazione artificiale è stata applicata per ridurre gli apporti interni dell'edificio.

Lo scenario 6 riguarda la riduzione del coefficiente di assorbimento solare dell'involucro opaco e del fattore solare delle sue superfici vetrate. Per raggiungere la classe A di prestazione energetica, l'isolamento termico e il cambio di colore dei tetti dell'albergo sono stati simulati nello scenario 7. Gli scenari 8 e 9 riguardano l'integrazione di fonti rinnovabili di energia nell'edificio attraverso pannelli solari termici e pannelli fotovoltaici, rispettivamente. In ultima analisi è stato proposto uno scenario associando le strategie di prestazione più interessanti presentate negli scenari precedenti.



Si nota dal grafico che gli interventi hanno avuto un'attuazione eterogenea sul consumo energetico dell'edificio, mostrando però la scala di risparmio di ogni strategia sul conto dell'energia. L'albergo nel suo stato di fatto ha un consumo di energia di circa €50.000,00 l'anno e nello scenario ottimale il risparmio sarebbe superiore a €30.000,00.

Scenario	Consumo annuale (MWh/year)	Risparmio annuale (MWh/year)	Costo annuale (conto energia)	Risparmio economico	Risparmio %
Stato di Fatto	475,04	-	€ 51.181,12	-	-
Scenario 1	460,13	14,91	€ 49.574,71	€ 1.606,41	3,1%
Scenario 2	437,73	37,31	€ 47.161,32	€ 4.019,80	7,9%
Scenario 3A	434,97	40,07	€ 46.863,95	€ 4.317,17	8,4%
Scenario 3A+3B	429,88	45,16	€ 46.315,55	€ 4.865,57	9,5%
Scenario 3A+3B+4	402,34	72,7	€ 43.348,37	€ 7.832,75	15,3%
Scenario 5	343,22	131,82	€ 36.978,75	€ 14.202,37	27,7%
Scenario 6A	427,9	47,14	€ 46.102,22	€ 5.078,89	9,9%
Scenario 6A+6B	415,43	59,61	€ 44.758,70	€ 6.422,42	12,5%
Scenario 7A	448,91	26,13	€ 48.365,86	€ 2.815,26	5,5%
Scenario 7B	453,24	21,8	€ 48.832,37	€ 2.348,75	4,6%
Scenario 8	366,97	108,07	€ 39.537,59	€ 11.643,53	22,7%
Scenario 9	466,44	8,6	€ 50.254,55	€ 926,57	1,8%
Scenario Finale	188,66	286,38	€ 20.326,35	€ 30.854,77	60,3%

*Tabella riassuntiva degli scenari proposti (riduzione del consumo energetico e dei suoi costi)*

Con questo lavoro si ha l'obiettivo di incentivare l'emergenza dell'efficienza energetica nell'ambiente costruito brasiliano, dando dei riferimenti quantitativi relativi ai risparmi ottenuti con l'utilizzo di diverse strategie di retrofit su un'edificio esistente.

**Per accedere alla tesi completa:**

Parte 1:

[https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=explorer&chrome=true&srcid=0ByMtnMHtS5xTYjYyNTUyOTUtNmU0ZS00OTIjLWl0ZTItNTQ5NzQ3ZWJhZjFi&hl=en\\_US](https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=explorer&chrome=true&srcid=0ByMtnMHtS5xTYjYyNTUyOTUtNmU0ZS00OTIjLWl0ZTItNTQ5NzQ3ZWJhZjFi&hl=en_US)

Parte 2:

[https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=explorer&chrome=true&srcid=0ByMtnMHtS5xTODFkYTY4MTItZDNkZi00ODc3LWl0ZTItZjVjOTVjNWZhYjEy&hl=en\\_US](https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=explorer&chrome=true&srcid=0ByMtnMHtS5xTODFkYTY4MTItZDNkZi00ODc3LWl0ZTItZjVjOTVjNWZhYjEy&hl=en_US)

Per ulteriori informazioni, e-mail:

Eduardo Cademartori: [eduardo.cademartori@asp-poli.it](mailto:eduardo.cademartori@asp-poli.it)