



Sul comportamento termico in regime dinamico di edifici passivi: ruolo della configurazione architettonica e dell'involucro edilizio

Analisi numerica

Analisi sperimentale

Analisi climatica

1. Ottimizzazione dell'efficienza energetica degli edifici mediante modellazione dinamica

- Analisi termodinamica degli edifici al computer: creazione di modelli matematici atti a descrivere i processi di scambio termico attraverso l'involucro, con forzanti climatiche reali riferite alla città di Perugia.
- Implementazione dell'algoritmo nel codice di calcolo (*EnergyPlus*), per analizzare le prestazioni energetiche di edifici residenziali mediante approccio step-by-step.
- Approfondimento del ruolo di tecniche passive sul comportamento termodinamico di edifici residenziali per elaborare strategie progettuali atte ad ottimizzare il benessere ambientale indoor al variare della forzante climatica.
- Variabili: **configurazione architettonica** (forma, l'orientamento, ecc.), massa frontale, isolamento termico, sistemi di schermatura ecc. a parità di caratteristiche termiche in regime stazionario, superficie lorda in piante, superficie vetrata per ogni zona termica, regime occupazionale, tasso di ricambio d'aria.

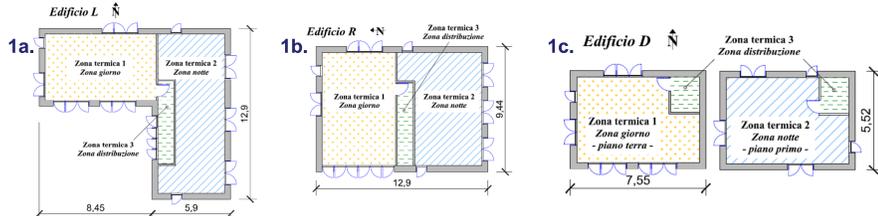
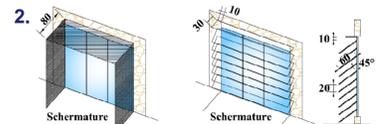


Figura 1 a-b-c. Schemi planimetrici dei tre edifici analizzati. Quote espresse in metri.

- Definizione degli edifici (Figura 1 a,b,c)
 - L: configurazione bioclimatica ad L (Edificio L)
 - R: struttura rettangolare con orientamento indifferente monopiano (Edificio R)
 - D: fabbricato su due piani dalla forma rettangolare (Edificio D)

Figura 2. Schematizzazione dei due sistemi di schermatura (fronte nord-sud e fronte est-ovest). Quote in centimetri.



- Parametri uniformi fra le tipologie: medesima estensione superficiale in pianta, equivalente rapporto S/V, stessa superficie trasparente per ciascuna zona termica.
- Progettazione dell'involucro: soluzione massiva (1) e soluzione leggera (2) a parità di trasmittanza termica in regime stazionario e proprietà ottico-energetiche della superficie esposta alla radiazione solare, per evitare fenomeni di surriscaldamento differenziale delle soluzioni tecniche causati da differenti valori di **albedo**.
- Caratterizzazione delle condizioni al contorno → analisi dei bilanci energetici → Definizioni delle strategie efficaci di ottimizzazione del comfort termico mediante tecniche di tipo passivo (Figura 7) → Abbattimento del carico termico con sistemi di schermatura (Figura 8).
- Definizione dei parametri di comfort atti a rappresentare correttamente la frequenza del verificarsi di condizioni di discomfort (N: numero delle ore di comfort rispetto al totale), e l'intensità delle deviazioni rispetto al range di benessere (Indice di Deviazione Termica IDT) dove:

$$J = \frac{\int_{D_1} [f(\tau) - T_{26}] d\tau + \int_{D_2} [T_{19} - f(\tau)] d\tau}{t_{stag}} \quad (1)$$

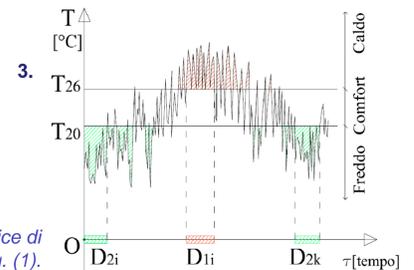
$$D_1 = \{ \tau \in [0, t_{stag}] : f(\tau) \geq T_{26} \} \quad (2)$$

$$D_2 = \{ \tau \in [0, t_{stag}] : f(\tau) \leq T_{19} \} \quad (3)$$

Indice di Deviazione Termica IDT

In cui τ è il tempo, $f(\tau)$ è l'andamento di temperatura rilevato, t_{stag} è il periodo stagionale valutato diminuito di D1 e D2, domini di integrazione. $T_{20} = 20^\circ\text{C}$ e $T_{26} = 26^\circ\text{C}$, limiti dell'intervallo di comfort di temperatura dell'aria interna

Figura 3. Rappresentazione schematica del significato dell'Indice di Deviazione Termica IDT definito in Eq. (1).



PRESTAZIONE TERMICA DEGLI EDIFICI IN REGIME ESTIVO

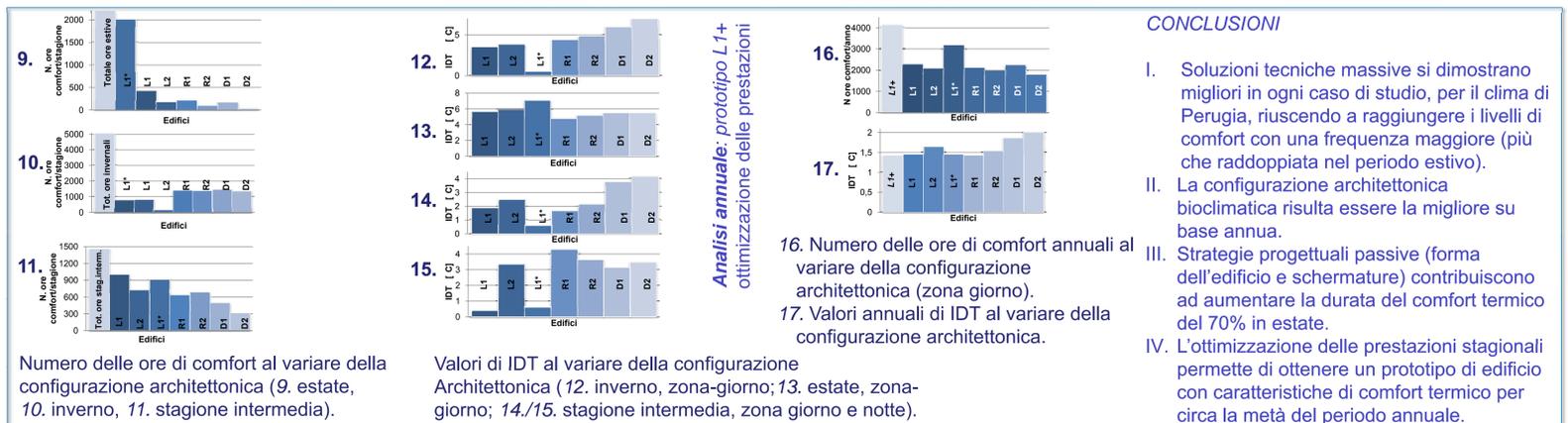


4. Profilo di temperatura giornaliero (21 luglio) delle zone giorno delle varie configurazioni architettoniche

5. Valori di picco giornaliero (21 luglio) della T_{aria} interna
6. Massimo gradiente termico giornaliero al variare della tipologia edilizia e della zona termica.

7. Analisi dei termini dei bilanci termici giornalieri (edifici L1,L2)
8. Valutazione dell'abbattimento del carico termico con i sistemi di schermatura → *Definizione della strategia progettuale*

ANALISI DEL COMPORTAMENTO TERMICO STAGIONALE ED ANNUALE



9. Numero delle ore di comfort al variare della configurazione architettonica (9. estate, 10. inverno, 11. stagione intermedia).

12. Valori di IDT al variare della configurazione Architettonica (12. inverno, zona-giorno; 13. estate, zona-giorno; 14/15. stagione intermedia, zona giorno e notte).

CONCLUSIONI

- Soluzioni tecniche massive si dimostrano migliori in ogni caso di studio, per il clima di Perugia, riuscendo a raggiungere i livelli di comfort con una frequenza maggiore (più che raddoppiata nel periodo estivo).
- La configurazione architettonica bioclimatica risulta essere la migliore su base annua.
- Strategie progettuali passive (forma dell'edificio e schermature) contribuiscono ad aumentare la durata del comfort termico del 70% in estate.
- L'ottimizzazione delle prestazioni stagionali permette di ottenere un prototipo di edificio con caratteristiche di comfort termico per circa la metà del periodo annuale.

2. In corso: analisi sperimentale - monitoraggio meteorologico e microclimatico

- Realizzazione di una campagna sperimentale per la validazione dei modelli di edifici proposti:
 - Monitoraggio climatico outdoor → Elaborazione di boundary conditions climatiche reali del sito
 - Modellazione al computer di edifici reali in cui è predisposto il monitoraggio microclimatico indoor

Focus: Progetto Albedo

- Valutazione sperimentale e numerica delle proprietà ottico-energetiche di Albedo degli involucri architettonici, tramite radiometri globali in copertura, per studiarne l'influenza sul comfort indoor.
- Realizzazione di superfici ad elevato albedo, testate in laboratorio con spettrofotometro e sfera integratrice, per l'eventuale riconoscimento dei corrispondenti crediti di carbonio.

