

di

VALENTINA PALCO,

Dal 2019 è PhD in Architettura e Territorio presso il Dipartimento dArTe dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

ALBERTO DE CAPUA,

Architetto, dal 2004 Professore di II fascia, nel SSD ICAR 12 Tecnologia dell'Architettura, presso il Dipartimento Architettura e Territorio dell'Università Mediterranea di Reggio Calabria.

VERSIONE ARTICOLO ONLINE
FAST FIND AR1805

Argomento trattato da:

**LA QUALITÀ AMBIENTALE
NELLA RIQUALIFICAZIONE
EDILIZIA**



DISPONIBILE SU LTSHOP:
ltshop.legislazionetecnica.it



ARCHITETTURA TECNICA

STRATEGIE DI INTERVENTO PER LA MITIGAZIONE DEI RISCHI CAUSATI DALL'INQUINAMENTO INDOOR.

In questo articolo viene affrontato il tema dell'indoor air quality fornendo dei suggerimenti tecnologici e tecnici che mirano a mitigare i rischi a cui gli occupanti vengono esposti, se circoscritti dentro ambienti confinati. Nello specifico saranno approfonditi i vari aspetti del comfort (interno, termico e visivo); il discomfort; la qualità dell'aria interna; e le strategie raffrescamento attivo e passivo.

1. STRATEGIE DI INTERVENTO E SOLUZIONI TECNICHE PER LA MITIGAZIONE DEI RISCHI

Se si considera il tempo di permanenza all'interno di ambienti confinati, che nelle società sviluppate arriva al 90% del tempo di vita, si può ritenere che proprio all'interno delle case, degli uffici, dei locali pubblici, siamo esposti a una miscela di inquinanti di diverso tipo, che possono incidere sul benessere o sulla salute delle persone con la manifestazione di alcune sintomatologie di malessere e, in alcuni casi, di vere e proprie patologie¹ e poiché i valori di emissione decrescono con il passar degli anni, l'inquinamento indoor degli edifici è un problema che riguarda principalmente i nuovi edifici². Le cause sono sempre ascrivibili alla scarsa ventilazione, alla mancanza di igiene (colonie batteriche, funghi e muffe) e alla presenza di materiali che possono rilasciare sostanze dannose.

Il problema non è solo legato ai prodotti bensì alla più globale qualità progettuale e costruttiva: all'innovazione dei prodotti non è mai corrisposto un adeguamento disciplinare e professionale tecnico-scientifico degli architetti e della strumentazione informativa.

Prevenire fenomeni di inquinamento degli ambienti confinati significa, soprattutto, riappropriarsi di tecniche costruttive e di conoscenze tecnologiche relative al corretto impiego dei materiali da costruzione che sono state progressivamente perdute.

Il controllo della qualità dell'aria investe, quindi, tutti gli aspetti e le fasi del processo edilizio: riguarda l'adozione di specifici riferimenti normativi, la scelta dei materiali da costruzione, la scelta degli impianti più idonei, l'adozione di strategie di controllo e di gestione che garantiscano il mantenimento della qualità pianificata.

E gli interrogativi da porsi per affrontarne il controllo sono i seguenti:

- quali sono le sostanze sospette presenti nell'aria interna?
- Con quale concentrazione si presentano?
- Qual è il rischio effettivo per la salute?
- Quali sono le fonti emittenti?
- Con quale presenza e intensità si presentano?
- Qual è il rischio espositivo per gli utenti?
- Quali indicazioni normative ne possono derivare?
- Quali criteri cautelativi possono essere adottati in sede progettuale?
- Quali sono i problemi o le opportunità in sede produttiva e costruttiva?

La qualità dell'aria che si respira all'interno degli ambienti confinati può, quindi, essere un utile indicatore della qualità globale del progetto e della costruzione e diventare un misuratore delle scelte tecniche. Ma dire ciò non basta: una grande responsabilità per la qualità dell'aria interna riguarda i comportamenti e le abitudini di chi utilizza gli ambienti, come pure una parte di responsabilità è da attribuire a chi costruisce l'edificio e a chi lo gestisce e lo mantiene.

Una corretta diagnosi dei diversi effetti sulla salute e sulla qualità dell'ambiente richiede considerazioni su tre differenti variabili:

- 1) effetti direttamente legati all'ambiente (esposizione alle sostanze inquinanti);
- 2) effetti indirettamente legati all'ambiente (grado di soddisfacimento degli utenti alle condizioni termiche);
- 3) effetti non legati all'ambiente (stress e altri fattori psicosociali) che interagiscono aggravando i sintomi da SBS³.

Con l'obiettivo generale di prevenire fenomeni di inquinamento, è ormai necessario guidare e controllare gli interventi di recupero edilizio nel rispetto delle esigenze generali di abitabilità, riappropriandosi di tecniche costruttive, conoscenze tecnologiche relative al corretto impiego dei materiali da costruzione ormai perdute, di strategie e di soluzioni tecniche atte a garantire condizioni di comfort. La complessità della nuova tematica comporta inevitabilmente la ridefinizione degli *"strumenti di progetto"*.

Le prescrizioni tecniche formulate sotto forma di requisiti sono in sostanza richieste di prestazioni riferite all'organismo edilizio nel suo insieme – o a sue parti spaziali o tecnologiche – strutturate sulla base delle specifiche esigenze dell'utenza. Tali requisiti, appartenenti alla classe *"Igiene, salute e ambiente"*, sono stati raggruppati sulla base del loro livello di coerenza (requisiti cogenti e requisiti raccomandati) e riguardano parametri che, seppur dotati di specificità locale (caratteristiche geologiche, ambientali, climatiche di un determinato sito), sono riferibili anche ad aspetti generali e sono controllabili attraverso discipline quali la fisiologia e la fisica tecnica.

Alla luce di tali considerazioni, in questo capitolo viene affrontato il tema dell'indoor air quality fornendo dei suggerimenti tecnologici e tecnici che mirano a mitigare i rischi a cui gli occupanti vengono esposti, se circoscritti dentro ambienti confinati. Nello specifico saranno approfonditi i vari aspetti del comfort (interno, termico e visivo);

il discomfort; la qualità dell'aria interna; e le strategie raffrescamento attivo e passivo facendo riferimento ad alcuni casi studio.

1.1 LE STRATEGIE D'INTERVENTO

1.1.1 Il comfort interno

La ricerca del comfort è un'azione umana fondamentale che si sviluppa ai fini della sopravvivenza. Il comportamento di ricerca del benessere degli esseri umani ha portato già l'uomo primitivo ad utilizzare la stabilità termica del terreno per sopravvivere ai climi più estremi⁴.

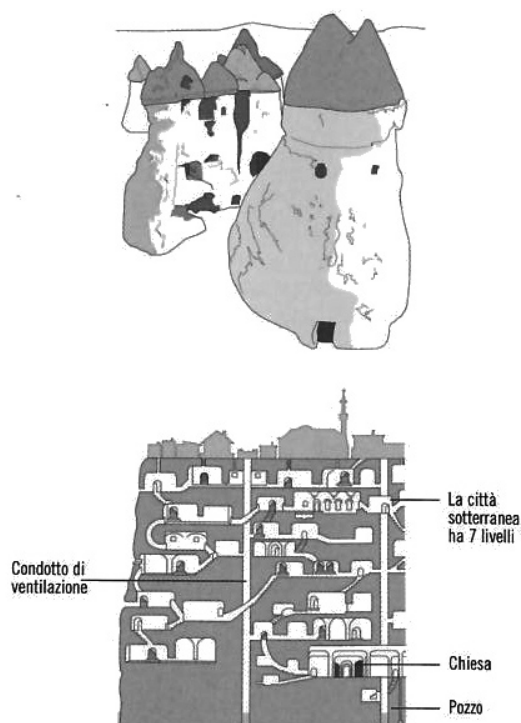
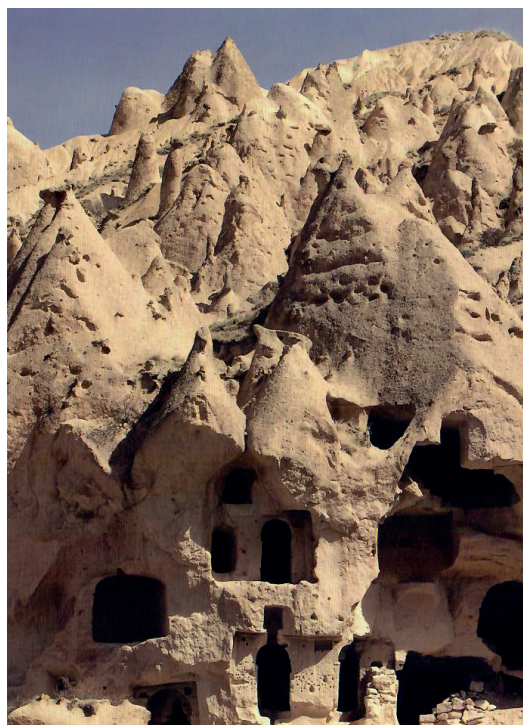


Figura 1. Caverne abitate in Cappadocia. Fonte: J. May, A. Reid (a cura di), *Architettura senza architetti. Guida alle costruzioni spontanee di tutto il mondo*, Rizzoli, Milano 2010.

La domanda che sempre più spesso i progettisti si pongono è se sia sufficiente trascorrere del tempo più o meno lungo in spazi confinati a temperature pari a 21 °C perché vengano garantite le condizioni minime di comfort.

1.1.2 Il comfort termico

Il comfort termico è connesso al bilanciamento tra il calore prodotto dal corpo attraverso il metabolismo e il calore perso dal corpo, relazionato alla temperatura dell'ambiente circostante. Nella fattispecie (Figura 2) il 20% del calore corporeo viene disperso attraverso l'evaporazione, il 35% per convezione e il 45% per radiazione, i cui parametri ambientali per il controllo sono: umidità relativa, temperatura dell'aria, temperatura media radiante.

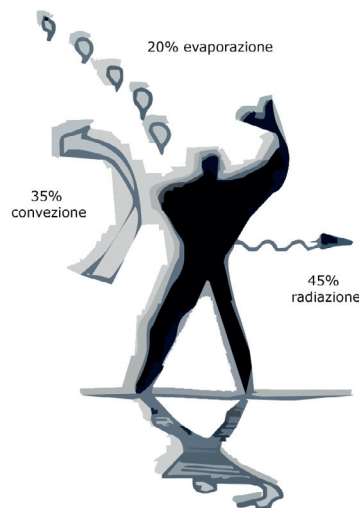


Figura 2. Perdita di calore umano in condizioni di riposo.

Si può affermare che il comfort termico è quella condizione dell'uomo di soddisfazione nei riguardi dell'ambiente termico. L'uomo considera infatti un ambiente termicamente confortevole se in esso non avverte nessun tipo di disagio termico. Vengono pertanto esposti alcuni accorgimenti:

- 1) evitare di riscaldare eccessivamente gli spazi in relazione agli occupanti;
- 2) evitare la perdita di calore radiante locale e le correnti d'aria in prossimità di superfici vetrate ampie, facendo attenzione alla disposizione degli ambienti e all'arredo interno, all'uso di vetrate multiple e al posizionamento intelligente dei radiatori;



Figura 3. La perdita di calore radiante e le correnti di aria fredda possono causare discomfort termico.

- 3) negli edifici con aria condizionata, considerare il posizionamento delle griglie di aspirazione a getto esterno d'aria affinché sia fornita una buona distribuzione d'aria senza correnti locali;
- 4) evitare di riscaldare gli spazi esposti a radiazione solare, e utilizzare bensì sistemi di ombreggiamento, ventilazione e controllo termostatico locale;
- 5) evitare il surriscaldamento locale degli occupanti dovuto alla luce solare diretta (effetto serra) e utilizzare pertanto sistemi di oscuramento mobile (potrebbe esserci un conflitto tra il surriscaldamento locale e il desiderio di massimizzare i benefici termici e di illuminazione diurna della radiazione solare).

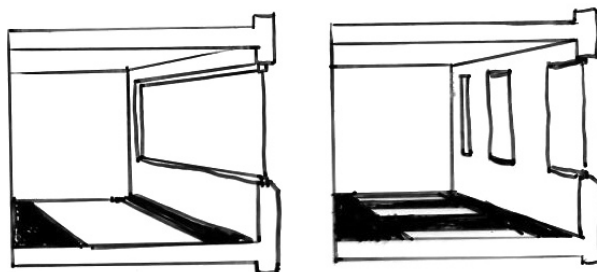


Figura 4. Vetrate continue non danno opportunità di evitare il sole diretto; vetrate poste a distanza l'una dall'altra offrono invece zone d'ombra.

1.1.3 La qualità dell'aria interna

La qualità dell'aria interna è sempre stata al centro della progettazione architettonica. In effetti, gli architetti dell'epoca vittoriana hanno affrontato tale problematica in maniera molto precisa e attenta, facendo sì che le strategie connesse al miglioramento della qualità dell'aria interna diventassero un vero e proprio “vocabolario” per la progettazione bioclimatica, basti pensare a: camini solari, torri del vento, cupole, griglie di ventilazione (Figura 5).

A questo riguardo si possono ricordare i seguenti obiettivi strategici:

- 1) bilanciare i conflitti tra qualità dell'aria (alti flussi di ventilazione) e risparmio energetico (bassi flussi di ventilazione);
- 2) facilitare il recupero del calore attraverso sistemi passivi;
- 3) fare un uso intelligente delle aperture considerando le temperature stagionali;
- 4) quando si fornisce una ventilazione naturale assicurarsi, nelle condizioni invernali, di provocare correnti locali e conseguenti abbassamenti repentini di temperatura, attraverso una progettazione appropriata delle aperture;
- 5) favorire la ventilazione naturale (evitando che questa entri in conflitto con le esigenze del risparmio energetico).



Figura 5. Elementi per la ventilazione naturale adoperati nell'architettura vittoriana.

1.1.4 Il comfort visivo

È d'uso comune pensare che le prestazioni visive siano rapportate al livello di illuminazione dello spazio abitato. L'esposizione prolungata alla luce naturale, ad esempio, provoca problemi di affaticamento della vista e relativo disagio degli occupanti. Uno dei fattori che determina il comfort visivo è l'illuminazione artificiale erogata in maniera proporzionale all'illuminazione diurna. Il progettista, poi, deve essere consapevole del fatto che ci sono altri parametri che influenzano il comfort visivo tra cui:

- la libertà del riverbero;
- la libertà dei riflessi sulle schermature;
- la resa dei colori in caso di illuminazione artificiale.

Inoltre, sia l'illuminazione naturale diurna sia l'illuminazione artificiale hanno un ruolo importante nell'espressione della progettazione architettonica degli spazi interni, e possono influire entrambe sul benessere degli occupanti.

Normalmente le aperture esterne hanno una doppia funzione: ovvero fornire la luce diurna (illuminazione) e favorire la vista verso l'esterno. Questo ha un impatto positivo sugli occupanti. Di seguito alcune strategie:

- a) gli spazi di lavoro è bene che siano illuminati dalla luce naturale per la maggior parte del tempo;
- b) è necessario fornire un'illuminazione sufficiente per consentire agli occupanti di svolgere le loro mansioni in comodità;
- c) le aperture vetrate di modeste dimensioni facilitano l'attraversamento solare per cui è necessaria una progettazione dettagliata che includa elementi riflettenti onde evitare la luce solare diretta ed il conseguente rischio di abbagliamento;
- d) l'illuminazione artificiale dovrebbe avere un bagliore basso ed una buona resa cromatica, specialmente nelle aree in cui gli occupanti trascorrono lunghi periodi;
- e) sia l'illuminazione naturale che quella artificiale dovrebbero essere progettate a seconda delle azioni svolte dagli occupanti degli spazi.

1.1.5 Surriscaldamento e discomfort

Gli edifici pubblici, che ospitano luoghi di lavoro, tendono ad essere densamente occupati e ad avere guadagni di calore a carico di apparecchiature elettroniche e/o illuminazione artificiale. In generale, il rapporto area/volume per questa tipologia di spazi è inferiore rispetto agli edifici ad uso domestico, e ciò significa minore perdita di dispersione di involucro. Essendo questi spazi occupati prevalentemente durante il giorno, ovvero quando la temperatura dell'aria è più elevata, è più probabile che vi siano apporti solari altrettanto elevati. Questi fattori si traducono in surriscaldamento che porta gli occupanti a vivere in situazioni di discomfort.

In passato gli edifici di grandi dimensioni (ad uso pubblico) erano progettati con altezze importanti di interpiano, pertanto il surriscaldamento era ovviato dall'utilizzo di grandi aperture per la ventilazione naturale che favorivano la luce naturale diurna rispetto a quella artificiale. Un tempo gli edifici si costruivano per essere termicamente massicci, fungendo da dissipatori di calore, mantenendo una temperatura media interna di 21 °C per circa 24 ore; al contrario, molti edifici moderni hanno pianta libera con soffitti bassi, le cui superfici esterne sono ampiamente vetrate e costruite con materiali e rivestimenti leggeri. Tuttavia sono stati eliminati molti degli elementi propri degli edifici tradizionali che contribuivano a fornire un discreto comfort interno, pertanto il surriscaldamento degli spazi occupati interni può essere risolto solamente con l'ausilio di apparecchiature meccaniche che però porta ad un consumo energetico molto elevato. Il punto di equilibrio tra il comfort interno ed il contenimento energetico diventa oggi quasi impercettibile se non inesistente. Esistono però delle strategie che possono essere intraprese: ad esempio, evitare il raffreddamento meccanico preferendo la ventilazione naturale canalizzata. Laddove questa strategia non sia attuabile, la seconda strategia prevede l'utilizzo di sistemi di ombreggiamento esterno (ad esempio, alberature a foglie caduche) che favoriscono l'illuminazione naturale invernale ed il raffrescamento estivo dovuto alla schermatura solare.

In un edificio che non ha sistemi meccanici di aria condizionata, le condizioni di comfort possono essere raggiunte attraverso l'utilizzo di metodi passivi.

1.1.6 Riduzione del carico di riscaldamento

I principali apporti di calore che generano surriscaldamento con conseguente necessità di raffreddamento possono essere classificati come segue:

- apporti solari esterni (riscaldamento per conduzione);
- apporti solari interni (irraggiamento solare);
- apporti dovuti a conduzione (scambi termici tra aria calda interna ed aria fredda esterna);
- carico di ventilazione (scambio termico tra aria calda viziata sostituita con aria fredda);
- apporto dovuto alle luci artificiali;
- apporti interni dovuti alle attrezzature e agli occupanti.

La riduzione del carico di riscaldamento all'origine risulta essere sempre la migliore strategia. Tuttavia gli apporti di risulta (residuali) possono essere dissipati dalla ventilazione, a condizione che la temperatura dell'aria esterna sia inferiore alla temperatura dell'aria interna.

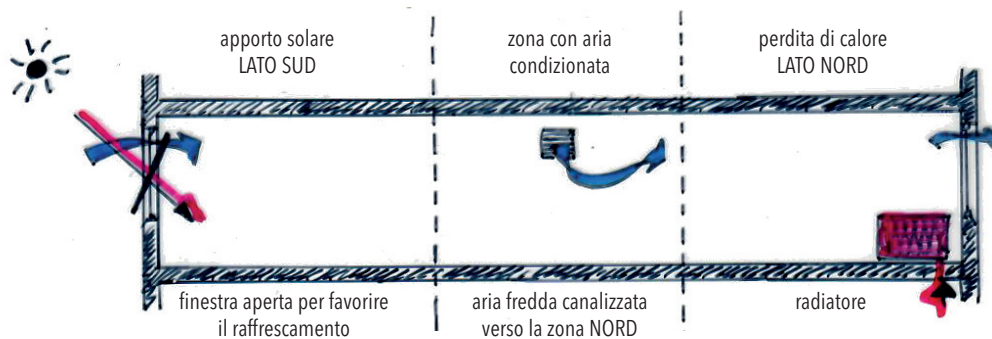


Figura 6. Riscaldamento e raffreddamento simultanei causati dall'apertura delle finestre in un edificio ibrido.

1.1.7 Ombreggiamento e orientamento dell'edificio (riduzione degli apporti solari)

I guadagni solari esterni sono gli apporti dovuti all'energia solare che viene assorbita dall'esterno verso l'interno dell'edificio riscaldando l'involucro; il calore viene così trasmesso all'interno dello spazio abitato. Tra le strategie possibili per ridurre i carichi o gli apporti solari esterni minimizzando l'utilizzo dei sistemi meccanici di riduzione del consumo energetico si evidenziano:

- utilizzo di vegetazione per favorire l'ombreggiatura esterna (pareti est-ovest);
- utilizzo di tetti verdi;
- posizionamento dell'edificio in maniera adeguata, prediligendo l'esposizione est-ovest;
- utilizzo di finiture esterne di colore chiaro per il clima caldo (superfici riflettenti); viceversa, preferire pareti scure captanti esposte a sud per gli edifici ubicati in climi freddi facilitando così la captazione solare ed il conseguente riscaldamento dello spazio interno per irraggiamento;
- utilizzo di torri di ventilazione inserite nelle cavità degli edifici (corpi scala);
- utilizzo di involucri massivi (pesanti) che ritardano il riscaldamento interno dovuto all'apporto solare; questo valore può essere eliminato dalla giusta progettazione della ventilazione interna incrociata, tuttavia l'obiettivo dell'involucro massivo è quello di non dissipare la temperatura interna dello spazio abitato.

1.1.8 Apporti solari interni e qualità dell'aria

Affinché vengano rispettati dei livelli qualitativamente alti di comfort interno è necessario avere il controllo progettuale delle aperture vetrate esterne. Le facciate vetrate principali dovrebbero innanzitutto essere rivolte privilegiando le pareti a est-ovest, inoltre bisognerebbe evitare (o ridurre al minimo) le aperture vetrate a nord per contenere le dispersioni termiche e l'ingresso di aria molto fredda (soprattutto durante la stagione invernale) e controllare quelle esposte a sud evitando di innescare fenomeni di "effetto serra" negli ambienti retrostanti, soprattutto d'estate. Si interviene posizionando un adeguato sistema di ombreggiamento esterno il cui obiettivo è quello di ridurre la quantità di radiazione solare.

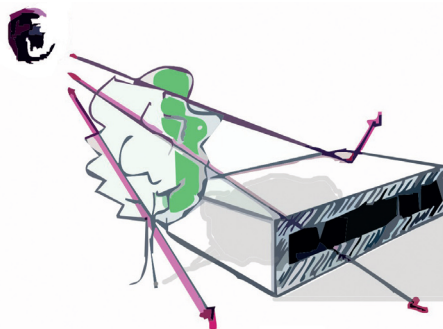


Figura 7. Ombreggiamento dato dalla vegetazione e dalla finitura di colore chiaro delle superfici.

Tra le strategie principali messe in campo per ridurre l'impatto solare sull'edificio si considerano:

- 1) sistemi di ombreggiamento interno/esterno;

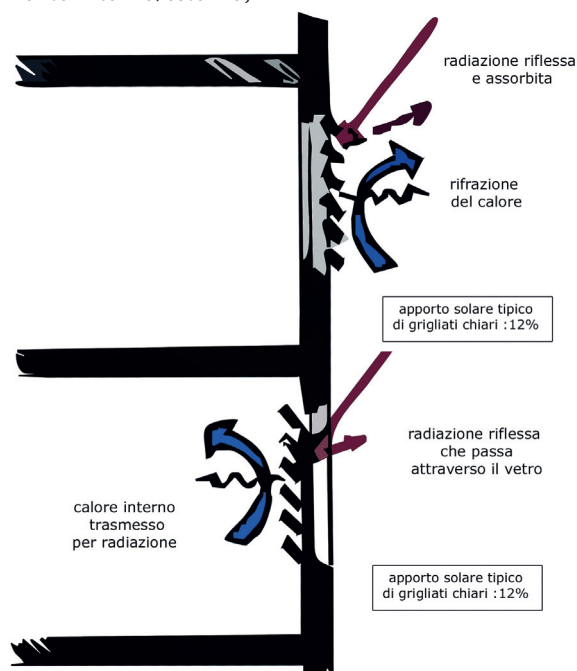


Figura 8. Sistemi di ombreggiamento.

- 2) utilizzo di pensiline fisse poste all'esterno delle aperture nella parte superiore;
- 3) le tipologie dei dispositivi di ombreggiamento sono differenti e favoriscono unitamente la ventilazione e la visibilità.

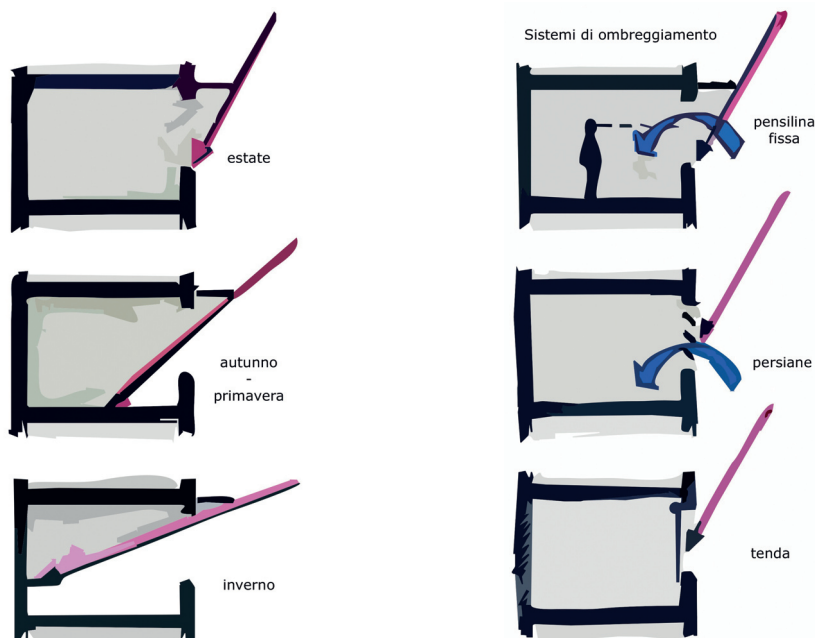


Figura 9. Differenti tipologie di oscuramento.

L'utilizzo di vetri oscurati o riflettenti non è consigliato come strategia di ombreggiamento. La maggior parte di questi materiali riduce la luce diurna di un fattore uguale o maggiore al loro coefficiente di schermatura termica; tali materiali non offrono dunque alcun vantaggio rispetto all'utilizzo di superfici vetrate più piccole.

1.1.9 Strategie di raffrescamento

La ventilazione naturale è la strategia migliore per favorire raffrescamento agli spazi interni surriscaldati e garantire comfort interno per gli occupanti. Fin dall'antichità soprattutto le popolazioni persiane utilizzavano questa tecnica architettonica per ovviare agli sbalzi termici elevati tra giorno e notte (Figura 10)⁵.



Figura 10. Esempi di torri del vento (Iran) e particolare dell'interno di una torre.

Per illustrare l'utilità e l'importanza della ventilazione si prende in esame un edificio in quattro differenti condizioni o casi (Figura 11).

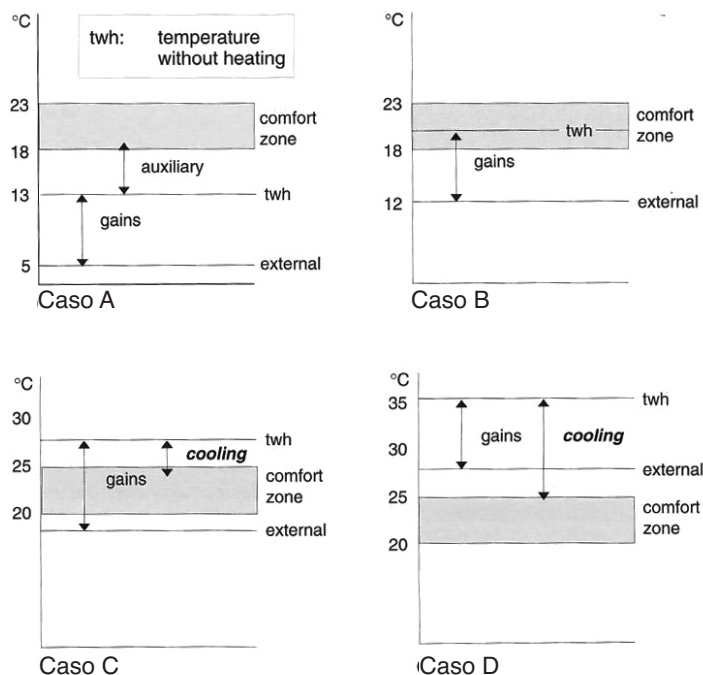
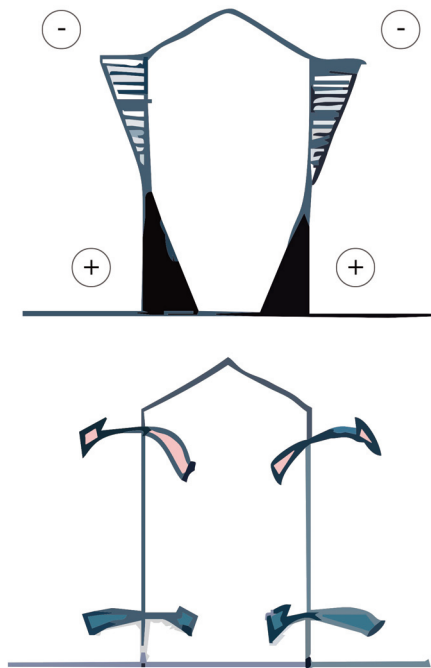


Figura 11. Potenziale di raffreddamento della ventilazione in relazione alla temperatura interna ed esterna degli ambienti. Fonte: K. Steemers, N. Baker (eds.), *Energy and Environment in Architecture: a Technical Design Guide*, Taylor & Francis Group, London 1998, pag. 35.

- Caso A. La temperatura interna è sotto la soglia di comfort (21 °C) tipica delle condizioni invernali. Nella maggior parte dei casi questa differenza termica sarà bilanciata dalla radiazione solare esterna (in condizioni di soleggiamento), la temperatura rimanente sarà compensata invece dal sistema di riscaldamento ausiliario. In questa situazione la velocità di ventilazione dovrebbe essere minima per mantenere un'adeguata qualità dell'aria interna; questo, chiaramente, dipenderà dalla densità di occupazione o dal flusso di inquinanti interni come fumi o vapore acqueo. Pertanto, aumentando il carico di ventilazione oltre la soglia minima, aumenterà il carico di riscaldamento.
- Caso B. In condizioni meno fredde, con la temperatura interna sempre inferiore rispetto allo standard di comfort, il sistema di riscaldamento ausiliario non è più necessario, essendo sufficienti gli apporti di calore interno prodotti dagli occupanti e dalla radiazione solare esterna. Si verifica così una condizione di equilibrio termico. Tassi di ventilazione più elevati potrebbero causare una temperatura interna che scende sotto la soglia di comfort creando così una richiesta maggiore di riscaldamento.
- Caso C. In condizioni più calde, la temperatura interna potrebbe essere ancora di più inferiore rispetto alla soglia massima di comfort. In questa situazione l'incremento della ventilazione tenderà ad eliminare il calore accumulato. La ventilazione passiva può essere indotta dall'apertura delle finestre per un periodo di tempo limitato.
- Caso D. In condizioni di caldo eccessivo, quando cioè la temperatura esterna è molto superiore al limite massimo di comfort, la ventilazione naturale non migliorerà le condizioni di comfort interno, quindi questa dovrebbe essere ridotta al minimo. In tali situazioni, l'unica alternativa al raffreddamento meccanico è progettare superfici maggiormente esposte a radiazione solare, provvedendo ad interporre sistemi di facciata ventilata che possono essere raffreddati attraverso i flussi di ventilazione notturna.

1.1.9.1 Raffrescamento passivo (soluzioni tecniche per la riduzione dei carichi termici)

L'utilizzo del moto d'aria come “*pozzo termico*” favorisce una buona ventilazione naturale. Tale “*galleggiabilità termica*” genera una differenza di pressione verticale che dipende dalla differenza di temperatura media tra il “*camino di vento*” e la temperatura esterna. La differenza di densità tra l'aria esterna e quella interna favorisce la fuoriuscita di aria calda dalle aperture poste in copertura e l'introduzione di aria fredda, che scorrerà verso il basso.



Il problema della “*galleggiabilità termica*” per conduzione si riscontra durante la stagione invernale quando si verificano maggiori sbalzi termici. Infatti gli edifici molto alti situati nei climi freddi sono soggetti a sbalzi di pressione

notevoli. Diventa fondamentale in fase progettuale quindi, rendersi conto che la differenza di temperatura dalla quale dipende la differenza di pressione (i flussi d'aria) è la temperatura media interna del camino di vento.

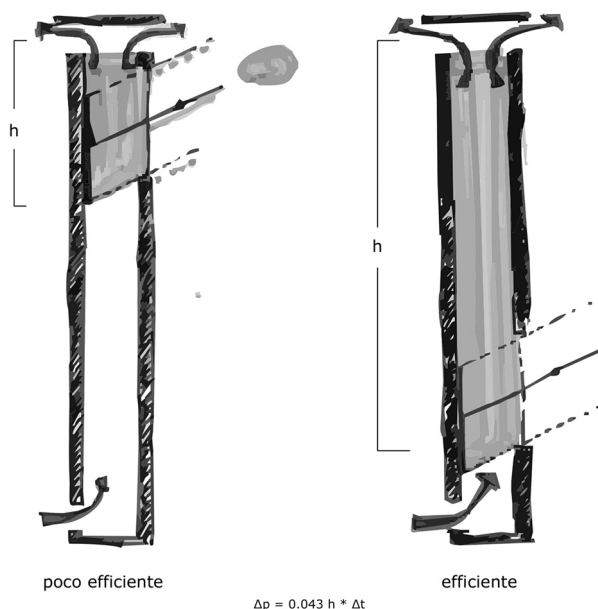


Figura 12. La buona funzionalità dell'effetto camino dipende dall'incremento medio della temperatura sull'intera altezza della torre. Riscaldare solamente la parte superiore ha poco effetto, il riscaldamento (o apporto solare) dovrebbe avvenire il più in basso possibile.

Il funzionamento del camino del vento (Figure 12 e 13) è guidato dalla spinta termica generata dalla differenza di pressione che si ha tra l'aria interna allo spazio abitato e lo spazio esterno. Con funzione simile a quella finora detta si citano anche i “condotti d'aria a pavimento” (Figura 14), che favoriscono la ventilazione trasversale e garantiscono un continuo ricambio d'aria (nella condizione in cui le griglie di aerazione sono aperte). In assenza di vento queste però perdono la loro funzione, diversamente dai “camini del vento”, il cui funzionamento resta invariato anche in assenza di correnti ventose (Figura 15); quest'ultima tipologia infatti viene utilizzata soprattutto in edifici tropicali (Figura 16).

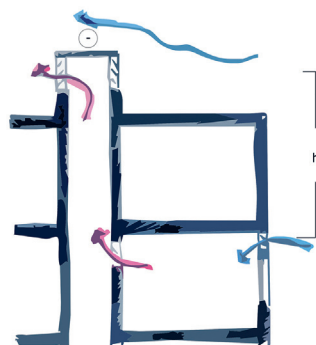


Figura 13. Estrazione d'aria doppia per spinta termica



Figura 14. Condotta d'aria multipla a solaio

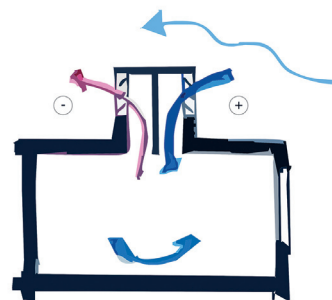


Figura 15. Estrazione d'aria singola

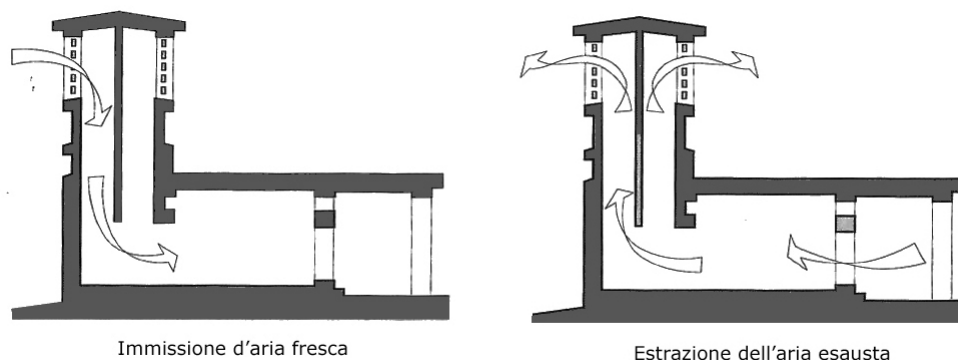


Figura 16. Torre del vento tipica delle popolazioni iraniane.

1.1.9.2 Configurazioni possibili delle aperture esterne

Le configurazioni possibili delle aperture esterne inserite in facciata per garantire la ventilazione naturale sono molteplici. Se ne illustrano tre tipologie base:

- apertura su un lato;
- apertura doppia su un lato;
- apertura singola su due lati opposti (ventilazione trasversale).

Quest'ultima tipologia è molto efficace per la differenza di pressione generata dal vento con uno spazio di penetralità utile di 9 m (o almeno tre volte l'altezza dell'interpiano). È utile sempre tener presente che il calore (così come gli inquinanti concentrati nell'aria saturata) si propaga maggiormente quando l'aria si sposta dall'ingresso dell'apertura fino all'uscita.

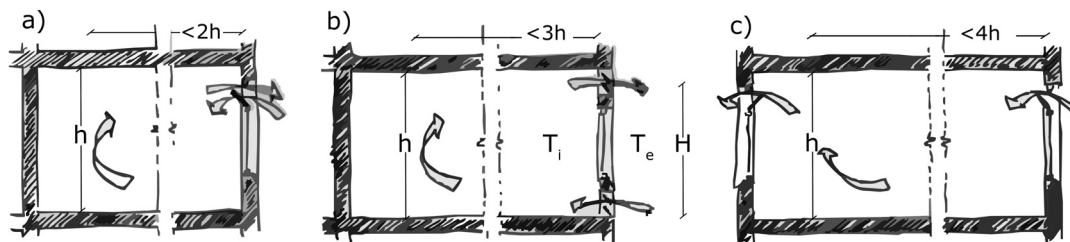


Figura 17. Differenti tipologie di aperture esterne.

- profondità utile per la ventilazione con unica sorgente su un lato;
- profondità utile per la ventilazione con doppia sorgente su un lato con $H > 0.5 h$;
- profondità per ventilazione incrociata.

1.1.9.3 Ventilazione notturna

Il comfort interno degli edifici è in stretta relazione con la ventilazione naturale, inoltre se la temperatura media dell'edificio è maggiore della temperatura media dell'ambiente esterno, è importante che i fattori ambientali esterni interagiscano o, meglio, siano pensati in accordo con quelli interni. Ciò è fondamentale durante i periodi di caldo estivo, di contro, potrebbe causare temperature interne troppo basse all'inizio di un periodo di occupazione. È importante che di notte la ventilazione raffreddi l'edificio e che quest'ultimo sia abbastanza grande da contenere l'effetto di raffreddamento fino a quando l'edificio non sarà occupato durante il giorno successivo; è anche importante che gli occupanti non siano isolati dalla massa raffreddata. Potrebbe essere vantaggioso, pertanto, progettare i percorsi di ventilazione d'aria notturna in modo differente rispetto a quelli diurni, per garantire il massimo raffreddamento dell'aria.

I progettisti prediligono la ventilazione notturna canalizzandola dentro delle cavità pensate negli elementi della

struttura (solai, coperture, facciate). In Figura 18 si evidenziano diverse opzioni di ventilazione. La ventilazione notturna, in un sistema “ideale”, sarebbe guidata dalle forze (correnti) naturali. Si fa riferimento all'esempio dell'edificio BRE e all'applicazione delle torri del vento poste in facciata (si rimanda al caso studio illustrato a seguire).

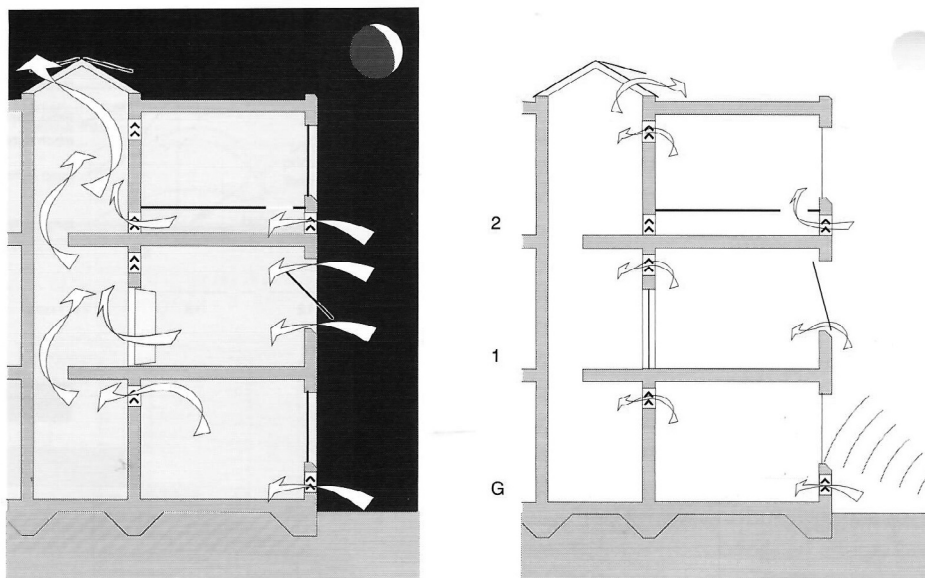


Figura 18. Percorsi dei flussi d'aria per la ventilazione notturna e diurna.

NOTE

- ¹ J. Melius, K. Wallingford, R. Keenlyside, "Indoor air quality - the NIOSH experience. Evaluating office environmental problems", in Annals of American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati 1984; C. W. Armstrong, P. C. Sherertz, G. C. Llewellyn, "Sick Building Syndrome traced to excessive total suspended particulates (TSP)", in The human equation: health and comfort, Proceedings of the ASHRAE/SOEH Conference IAQ 89, April 17/20, San Diego (Cal.) 1989, pagg. 3-7.
- ² G. L. Wilfert, J. K. Young, J. W. Buck, Residential indoor air pollutants, U.S. Department of Energy, Bonneville Power Administration 1986; G. S. Rajhans, P. Eng, "Finding of the Ontario Inter-Ministerial Committee on Indoor Air Quality", in The human equation: health and comfort, cit., pagg. 195-223.
- ³ A. Hedge, "Sick Building Syndrome: is it an environmental or a psychosocial phenomenon?", in AA.VV., Healthy Indoor Air '94, Atti del convegno di Anacapri (NA), 6-8 ottobre 1994, pagg. 9-21. Questo studio si riferisce agli uffici.
- ⁴ Nella regione della Cappadocia, nell'Anatolia centrale (Turchia), si trovano gli esempi più spettacolari di casa-caverna e abitazioni sotterranee di tutto il mondo. Tipiche di questa regione sono le strutture geologiche naturali note come "camini delle fate" (in turco: "peri bacalari"). Questi enormi pinnacoli di roccia più tenera, erosa dagli elementi, sormontati da una cupola di roccia più dura, sono abitati da secoli: alcuni ospitano case a cinque piani con stanze, scale e finestre scavate a mano nella morbida roccia. In moltissimi villaggi della Cappadocia, le case più antiche sono in parte edifici ed in parte grotte. In inverno la famiglia si ritira nelle stanze scavate nella roccia, che sono più calde, e d'estate si sposta negli edifici annessi.
- ⁵ In Iran già nel 3000 a.C. le case erano costruite con muri molto spessi, in modo da creare di giorno un forte accumulo termico nelle pareti, il cui calore era ceduto poi nelle ore più fresche della notte. Ulteriori accorgimenti che venivano adottati nelle costruzioni del tempo erano, tra gli altri, l'apertura degli edifici quasi esclusivamente verso i cortili interni, prevalentemente piantumati in modo da evitare la radiazione solare dei muri, e l'uso della cupola, per cui l'aria calda tende a spostarsi nella parte alta della stessa rinfrescando così le zone "basse" abitate. Anche le torri del vento (chiamate "badgir" in lingua farsi) sono una soluzione architettonica usata nell'antica Persia per sfruttare l'energia eolica e il principio di convezione al fine di mitigare il caldo estivo tramite la ventilazione e il raffrescamento passivo degli ambienti interni, rendendo quindi le abitazioni più vivibili e confortevoli. Le torri del vento rappresentano tutt'oggi i sistemi di raffrescamento passivo fra i più sofisticati al mondo.