



La grande finestra italiana

CHE COS'È E COME REALIZZARE
IL COMFORT ABITATIVO

a cura di PASQUALE CASCIELLO

La realizzazione o la ristrutturazione della propria casa costituisce un momento molto importante e coinvolge considerazioni in termini economici presenti e futuri, ma anche scelte di impiego di risorse naturali, di impatto ambientale, nonché di futuri benefici in termini di comfort.

Tutti aspirano ad avere una casa confortevole, ma ancora oggi molte abitazioni non lo sono, malgrado l'aumentata sensibilità verso il risparmio energetico e l'esistenza di tutta una serie di norme, leggi ed agevolazioni fiscali. Questo, probabilmente, è dovuto alla mancata conoscenza degli elementi che creano il "comfort abitativo" o alla falsa idea che un edificio confortevole sia anche un edificio costoso da realizzare. In questa dispensa tecnica, spieghiamo cosa intendiamo per comfort abitativo e quali possono essere gli elementi che ne impediscono la realizzazione.

"Comfort" è una parola oggi molto usata: ma che cosa si intende esattamente per comfort? L'enciclopedia Treccani, ci dà questa definizione della parola comfort: *"Comodità, agio, e in particolare, con significato concreto, le comodità materiali, il complesso di impianti, installazioni e arredi accessori, occorrenti a rendere agevole e organizzata la vita quotidiana"*.

Alla parola comfort è strettamente associata quella di benessere. La parola "benessere", il cui senso nel passato coincideva essenzialmente con la salute fisica, oggi ha man mano assunto un significato sempre più ampio, arrivando a coinvolgere tutti gli aspetti dell'essere umano (*fisico, emotivo, mentale, sociale, e spirituale*). Abitare in una casa confortevole significa risparmiare energia senza rinunciare ad un elevato benessere, qualunque sia la stagione. Se ci si pensa, l'uomo moderno trascorre la maggior parte del proprio tempo in ambienti chiusi e questo dovrebbe spingere a progettare e costruire ambienti interni di valore, che evitano possibili disagi alle persone che vi soggiornano senza arrecare danno alla salute. Il benessere generale dell'uomo all'interno di una stanza dipende da numerosi fattori che in parte possono essere regolati con un'attenta progettazione, e vanno dai fattori termici ed igrometrici (*temperatura e umidità dell'aria, velocità dell'aria, temperatura media radiante, abbigliamento, attività fisica*), ai fattori biofisici (*campi elettromagnetici, qualità dell'aria*), ai fattori acustici (*rumori provenienti da stanze attigue, impianti o dall'esterno*) e ai fattori ottici (*luce naturale, luce artificiale, colori*). A questi si aggiungono dei fattori che l'uomo non può influenzare e che incidono sul benessere: l'età, la salute, la

costituzione fisica e le condizioni atmosferiche e climatiche

IL COMFORT ABITATIVO

Ma vediamo, nello specifico, cosa si intende precisamente e quali sono le caratteristiche che compongono il comfort abitativo. Innanzitutto il comfort termico: quando si parla di temperatura, si parla in realtà della temperatura operante, che rappresenta un valore che tiene conto in modo pesato sia della temperatura dell'aria, sia della temperatura delle superfici. Una persona all'interno di un'ambiente scambia, infatti, calore per convezione, per spostamento di masse di aria (*scambio legato alla temperatura dell'aria*) e per irraggiamento, per mezzo di onde elettromagnetiche (*la cui entità dipende dalla temperatura superficiale dei corpi*).

In secondo luogo il comfort acustico: in termini generali possiamo definire il *comfort* acustico come la condizione in cui un soggetto non sia disturbato nella sua attività dalla presenza di altri suoni e non subisca danni all'apparato uditivo provocati da una esposizione più o meno prolungata a fonti di rumore.

In ultima analisi il comfort visivo: il *comfort* visivo che si ha in un interno dipende dall'illuminazione. La luce migliore è quella naturale, perché riproduce i colori fedelmente, giova al benessere psicofisico delle persone ed è gratuita. Un'inadeguata illuminazione causa invece sensazioni di malessere generale e stanca gli occhi.

Parametri di valutazione del comfort abitativo

Ma come vengono analizzati e quantificati i parametri per la valutazione del comfort abitativo? Importanti criteri di valutazione del benessere termigrometrico vengono suggeriti da due norme europee e una norma statunitense. La prima è la UNI EN ISO 7730, norma che illustra i metodi per diagnosticare le sensazioni termiche generali ed il grado di discomfort degli individui all'interno di ambienti moderati, ovvero in condizioni ambientali favorevole all'uomo. La seconda è la UNI EN 15251, norma che determina i valori negli ambienti interni, attraverso la qualità dell'aria interna, dell'ambiente termico, dell'illuminazione e dell'acustica. L'ultima è la ANSI/ASHRAE Standard 55, norma che determina le condizioni in cui una specifica percentuale di utenti valuta le condizioni ambientali dello spazio occupato accettabili. L'obiettivo è quello di identificare la combinazione tra il fattore termico ambientale e le sensazioni personali

dell'utenza, determinando il giusto equilibrio per garantire il comfort delle persone che occupano lo spazio. Oggi stiamo assistendo ad una vera e propria rivoluzione nel modo di costruire le nostre abitazioni. Uno dei fattori di questa rivoluzione consiste nella smaterializzazione dell'involucro edilizio da opaco in trasparente. Il vetro, che un tempo era considerato un semplice tamponamento della finestra, ha assunto oggi, insieme alla finestra, un ruolo di primaria importanza. Il vetro costituisce circa il 90% di tutto il vano finestra ed ha delle prestazioni talmente elevate che, se individuate e utilizzate in maniera adeguata, si possono risolvere anche problemi insperati, sia di comfort abitativo sia di rispetto di norme e di leggi vigenti molto severe.

IL COMFORT TERMICO

Il comfort termico (*o termo-igrometrico*) può essere definito come una sensazione di benessere fisico e mentale, una condizione di soddisfazione nei confronti dell'ambiente circostante e coincide con lo stato in cui non si sente né caldo né freddo. Per sentirsi in uno stato di benessere termico all'interno di una stanza, bisogna continuamente bilanciare il calore e l'umidità prodotte dal proprio corpo con le quantità scambiate con l'ambiente circostante. Poiché il corpo umano è un organismo che lavora ad una temperatura pressoché costante prossima ai 37°C, se la temperatura dell'aria all'interno di una stanza è bassa, aumentano gli scambi per irraggiamento e convezione, con conseguente sensazione di freddo. Invece, se la temperatura è elevata, aumentano gli scambi per evaporazione attraverso la pelle e quindi si suda. Per raggiungere uno stato climatico confortevole negli ambienti interni, il bilancio termico fra il proprio corpo e l'ambiente circostante deve essere equilibrato, ossia non si devono verificare condizioni di stress termico. I fattori che determinano il comfort termico in una stanza sono la temperatura media superficiale (*o temperatura media radiante*), la temperatura dell'aria, l'umidità relativa dell'aria e la velocità dell'aria. A questi bisogna aggiungere il tipo di attività fisica svolta e l'abbigliamento.

Temperatura dell'aria media radiante

La temperatura che si percepisce all'interno di una stanza dipende non solo dalla temperatura dell'aria interna ma anche dalle temperature delle superfici che delimitano lo spazio in cui ci si trova. A loro volta,

le temperature superficiali di muri, soffitti, pavimenti, finestre, il cui valore medio ponderato viene definito temperatura media radiante, dipendono dalla temperatura esterna, dal valore di trasmittanza termica U dell'elemento costruttivo e dalla temperatura dell'aria interna. Se queste temperature sono basse rispetto alla temperatura dell'aria, come succede in inverno in un edificio non isolato, si ha una spiacevole sensazione di freddo, anche se la temperatura dell'aria supera i 20°C. Questo perché l'elevata differenza di temperatura tra il corpo e le superfici circostanti causa un rapido trasferimento di calore per irraggiamento dal corpo verso le superfici fredde. Per questo, le temperature superficiali di una stanza non dovrebbero mai variare più di 2-3°C. rispetto alla temperatura dell'aria interna.

Umidità dell'aria

Il benessere ambientale è fortemente condizionato non solo dalla temperatura ma anche dalla umidità dell'aria. Una parte dello scambio termico del corpo umano avviene per cessione di calore ed umidità attraverso la pelle. Se fra i 18 e i 22°C di temperatura dell'aria l'influsso dell'umidità sul benessere è comunque relativo, quando le temperature sono più elevate, l'influenza si fa più significativa. Un'umidità dell'aria troppo elevata ostacola la traspirazione, e quindi lo scambio termico fra il proprio corpo e l'ambiente, creando una situazione di forte disagio. Più alta è la temperatura, maggiore è il contenuto di umidità che l'aria può contenere. Se a 20°C si crea una condizione di malessere con un'umidità relativa dell'80%, a 25°C basta un'umidità relativa del 58% per avere lo stesso effetto, e a 30°C solo del 45%. Ma anche umidità relative molto basse, inferiori al 35%, possono originare situazioni di disagio. L'aria povera di umidità incrementa il movimento delle polveri che può risultare particolarmente fastidioso per chi soffre di asma o allergie. Inoltre un'aria poco umida provoca fastidi e secchezza delle vie respiratorie.

Velocità dell'aria

Se la temperatura dell'aria è inferiore alla temperatura ottimale di comfort, un incremento anche minimo della velocità dell'aria crea un movimento che viene percepito come corrente fredda e può provocare una maggiore dispersione di calore del proprio corpo verso l'ambiente. Infatti, negli spazi interni si è più sensibili ai moti d'aria ed agli spifferi, soprattutto

se la temperatura di questa aria in movimento è inferiore a quella dell'aria circolante. Per controllare e ridurre la velocità dell'aria bisogna garantire la tenuta all'aria dell'involucro, evitare superfici fredde troppo grandi, come ampie finestre poco isolate e ridurre l'altezza delle stanze.

Condizioni per il benessere termico

La zona di benessere varia da persona a persona, anche in funzione dell'età, del sesso, delle capacità di adattamento, delle abitudini e del metabolismo. In linea generale viene individuata quando la temperatura dell'aria è compresa fra i 18°C ed i 23°C e l'umidità dell'aria fra il 40% ed il 60%. Allo stesso modo si deve riscontrare una differenza tra la media delle temperature superficiali di pareti, pavimento, soffitto, (*temperatura media radiante*) e la temperatura dell'aria inferiore ai 2°C. Per ottenere questo bisogna isolare bene i muri perimetrali e il tetto e installare infissi termoisolanti. Altro fattore è che la temperatura del pavimento compresa tra i 19°C e i 25°C, che l'oscillazione delle temperature verticali (dal pavimento all'altezza della testa) non deve essere superiore ai 2°C, con temperature superficiali il più possibili omogenee fra loro e che la velocità aria deve essere inferiore ai 0.2 m/s. Importante per il comfort termico è anche un corretto abbigliamento. Infatti, se si indossa un abbigliamento troppo pesante si può percepire fino a 4°C in più, mentre con un abbigliamento leggero fino a 4°C in meno.

IL COMFORT TERMICO IN INVERNO

Durante l'inverno, si fa spesso ricorso a un uso massiccio dei sistemi di riscaldamento, per innalzare le temperature dell'aria interna. Questo comporta, però, un'elevata incidenza a livello economico e ambientale sul consumo energetico. Bisogna, perciò, mettere in atto tutte le strategie possibili per ridurre gli sprechi, senza svantaggi per il proprio comfort. È possibile ottenere questo innalzando opportunamente le temperature superficiali interne e isolando bene tutte le superfici dell'involucro. Infatti, se le temperature superficiali dell'involucro sono basse a causa di un cattivo isolamento, quando in inverno vogliamo ottenere un buon livello di comfort termico, si è costretti ad alzare la temperatura dell'aria. Ma se, invece, le temperature superficiali dell'involucro sono elevate grazie ad un buon isolamento e ad un riscaldamento a parete o a pavimento, si può, allora,

abbassare la temperatura dell'aria, mantenendo comunque un clima confortevole. Diminuire la temperatura dell'aria significa non solo un risparmio di energia per il riscaldamento del 5-6%, ma anche un aumento del benessere fisico e un abbassamento dei rischi di condensa e formazione di muffe. Ma, soprattutto, di particolare importanza per un buon comfort termico nel periodo freddo è l'installazione di serramenti isolanti. Infatti, le temperature superficiali interne dei vetri sono generalmente le più problematiche. Avvicinandosi ad una finestra poco isolata è inevitabile avvertire una sensazione di freddo, legata ad una maggiore cessione di calore per irraggiamento da parte del corpo.

Un tempo, questa sensazione di disagio, negli edifici ad alto consumo energetico veniva in parte ridotta installando, in prossimità delle finestre, superfici radianti di una certa dimensione, che però portavano inevitabilmente a perdite energetiche maggiori. Oggi, in una casa confortevole questo problema viene facilmente risolto con l'inserimento di serramenti isolanti a triplo vetro che garantiscono, anche con condizioni di temperatura esterna molto bassa, delle temperature superficiali interne prossime ai 18°C. Sarà così possibile intrattenersi anche in prossimità di grandi superfici vetrate senza il fastidio di correnti fredde e senza la necessità di corpi riscaldanti ad alto consumo sotto la finestra.

IL COMFORT TERMICO IN ESTATE

L'energia solare, che in inverno è gradevole e preziosa per limitare i consumi energetici, d'estate può diventare fonte di disagio, perché causa un surriscaldamento all'interno delle abitazioni e una generale sensazione di malessere. Temperature troppo elevate all'interno delle abitazioni o dei luoghi di lavoro possono provocare problemi di concentrazione, spossatezza ed influiscono negativamente sul riposo notturno.

Tutti cercano un microclima confortevole all'interno degli ambienti in cui sono e la soluzione più semplice è quella di ricorrere a un impianto di aria condizionata. Ma forse non tutti sanno che, ridurre di un grado la temperatura interna con un sistema tradizionale di climatizzazione richiede un impiego di energia molto più elevato che aumentare di un grado la temperatura quando fa freddo. Questi maggiori consumi di energia durante il periodo estivo influiscono,

logicamente, non solo sulla bolletta, ma vanno ad incidere sul riscaldamento globale del pianeta, con tutte le conseguenze dannose che ne derivano.

Come ridurre il surriscaldamento e l'impiego di condizionatori

Per capire come risparmiare sulla bolletta e salvaguardare l'ambiente, bisogna capire cosa si intende per surriscaldamento. Il termine surriscaldamento indica un innalzamento significativo della temperatura dell'aria all'interno degli ambienti attraverso l'irraggiamento solare, che porta ad una situazione poco confortevole. Questa condizione di *discomfort* è già percepita a partire dai 27°C di giorno ed i 25°C di notte, ma può oscillare molto soprattutto in funzione dell'umidità relativa dell'aria che, se elevata, crea disagio anche a temperature più basse.

Per ridurre il surriscaldamento negli spazi interni e quindi evitare l'utilizzo di condizionatori, si possono attuare già in fase di progettazione efficaci strategie, che mirino, in primo luogo, a bloccare o ridurre l'ingresso dei raggi del sole durante i periodi più caldi. Infatti, minori sono gli apporti solari, minore sarà il carico termico da rimuovere e risulterà più efficace anche il raffrescamento naturale mediante ventilazione. Si può ridurre l'energia termica in ingresso in fase di progettazione quando si progetta con attenzione la quantità e l'inclinazione delle superfici vetrate nei diversi orientamenti, si sceglie opportunamente il tipo di vetro in base al fattore solare *g*, si prevede un ombreggiamento delle finestre nel periodo estivo mediante schermature mobili o fisse.

Orientamento, dimensioni e inclinazioni delle superfici vetrate

Nelle finestre orientate ad est e soprattutto ad ovest, i raggi del sole penetrano quasi perpendicolarmente, con un grande apporto, quindi, di calore. Per questo è importante ridurre le dimensioni delle finestre in questi orientamenti. Invece, sulle vetrate a sud i raggi arrivano più inclinati e quindi c'è una riflessione maggiore e un minor carico termico. In ogni caso tutte le aperture, anche quelle orientate a sud, devono avere la possibilità di essere adeguatamente schermate. Anche l'inclinazione dei vetri è di fondamentale importanza nel determinare la quantità di energia in ingresso. Infatti, una finestra su una copertura inclinata, ad esempio, riceve il doppio di energia rispetto ad una superficie vetrata verticale nella stessa direzione e con medesime dimensioni.

Ombreggiamento

Durante il periodo invernale, l'ingresso dei raggi solari attraverso le finestre viene percepito come un piacevole beneficio, mentre diventa uno svantaggio in estate quando, invece, è necessario bloccare l'ingresso delle radiazioni solari. Per questo devono essere previsti sistemi di schermatura o ombreggiamento efficaci solo nel periodo caldo come le schermature mobili (*che vanno collocate possibilmente sul lato esterno del serramento, perché la posizione esterna è fino a tre volte più efficace di una schermatura posizionata all'interno*), gli elementi fissi propri della costruzione (*balconi, pensiline o schermature orizzontali fisse*) e gli elementi naturali come alberi, meglio se a foglia caduca, che permettono il soleggiamento nel periodo invernale.

Per le vetrate orientate a est e ovest, dove gli apporti solari durante l'estate sono alti, è necessario prevedere una efficace ombreggiatura con schermature verticali direzionabili. Ma, qualunque sia il sistema di ombreggiamento adottato, bisogna sempre avere cura di non compromettere i livelli di illuminazione degli ambienti interni.

Massa d'accumulo interna

Oltre alla schermatura dai raggi del sole in ingresso, ci sono anche altri fattori da considerare per evitare il surriscaldamento estivo. Il più importante è la costruzione di un edificio con una sufficiente massa d'accumulo interna in grado di stabilizzare i picchi di temperatura. L'accumulo termico rappresenta la capacità dei materiali di assorbire il calore, di accumularlo per un certo periodo di tempo e di restituirlo all'ambiente circostante quando questo si è raffreddato. La capacità di accumulo delle strutture dipende dalla capacità termica massica, dalla conduttività termica e dalla densità o massa volumica.

La capacità termica massiva o calore specifico è definita come la quantità di energia termica necessaria per aumentare di 1 K la temperatura di un kg di un determinato materiale. L'unità di misura è il J/kgK o il Wh/kgK. Il prodotto della capacità termica massica per la massa volumica di un materiale viene definito capacità termica. L'unità di misura è il J/K o Wh/k. Più il valore è elevato maggiore è la capacità di un materiale di accumulare l'energia termica. L'effettiva capacità di accumulo termico interno dipende dalla profondità massima di penetrazione dell'energia termica negli elementi di accumulo come solai, pareti esterne o divisori. Nel corso delle 24 ore tale profon-

dità non supera in genere gli 8-10 cm. Questo significa che, anche superando questo limite, misurato a partire dall'interno, non c'è nessun significativo aumento della capacità di accumulo termico della struttura. Per questo lo spessore effettivo sfruttabile per l'accumulo termico e quindi la massa efficace sono gli stessi per una muratura di 40 cm ed una di 25. Per poter sfruttare appieno la capacità di accumulo di una parete o di un pavimento, è importante inoltre non coprire la massa con rivestimenti leggeri, come ad esempio controsoffitti, tappeti, pavimenti galleggianti e mantenere l'isolamento termico sul lato esterno.

Un buon isolamento esterno permette di ridurre anche in estate la trasmissione di calore per conduzione e mantenere le superfici interne più fredde, migliorandone la capacità di accumulo. Le murature massicce in laterizio ed i solai in calcestruzzo hanno una capacità termica elevata, hanno quindi più possibilità di smorzare i picchi di temperatura rispetto a strutture leggere a telai in legno e cartongesso. Durante il giorno accumulano il calore in ingresso dalle finestre o prodotto all'interno dell'edificio e lo immagazzinano nella struttura, limitando così l'innalzamento della temperatura dell'aria all'interno delle stanze. Nelle ore notturne quando le temperature calano restituiscono lentamente il calore accumulato all'ambiente circostante. La capacità di accumulo è positiva anche nel periodo freddo, pur non incidendo sulle perdite energetiche: essa permette infatti di sfruttare meglio gli apporti solari, distribuendo nel corso della giornata il calore da essi ottenuto ed evitando così picchi di surriscaldamento.

Sfasamento ed attenuazione

Una misura importante per la protezione termica estiva è anche la capacità di sfasamento ed attenuazione dell'onda termica degli elementi costruttivi che limitano l'involucro. In genere, le strutture in laterizio o calcestruzzo garantiscono già un sufficiente sfasamento ed attenuazione, mentre il problema è più sentito nelle strutture leggere e nelle coperture in legno. Le coperture, in particolare, sono l'elemento dell'involucro più sollecitato nel periodo estivo, quando è colpita quasi perpendicolarmente dai raggi solari e può raggiungere temperature superficiali esterne anche oltre i 70 °C. Un ritardo temporale ed uno smorzamento dell'ampiezza dell'onda termica nel passaggio dall'esterno all'interno attraverso l'elemento costruttivo, si può ottenere nelle strutture leggere inserendo materiali isolanti con alta capacità

termica massica, alta densità e bassi valori di conduttività termica, in grado di garantire uno sfasamento di almeno 10-12 ore. In questo modo il calore viene rilasciato all'interno dell'edificio con sufficiente ritardo e con valori di temperatura nettamente inferiori rispetto alla temperatura di picco esterna e può essere adeguatamente smaltito tramite la ventilazione serale e notturna. Nelle strutture leggere e soprattutto nei tetti in legno sono quindi sempre consigliabili materiali isolanti naturali di origine vegetale ad alta capacità termica come la fibra di legno, il sughero, la cellulosa ecc. rispetto a materiali isolanti sintetici come il polistirolo ecc.

Ventilazione e raffrescamento

Per sfruttare al meglio la capacità di accumulo interno di un edificio è necessario asportare il calore scaricato dalle masse d'accumulo a partire dalle ore serali, mediante un'efficace ventilazione notturna degli ambienti. Questa ventilazione può realizzarsi naturalmente sfruttando la pressione del vento o il cosiddetto effetto camino. Nel primo caso si sfrutta la ventilazione passante del vento, lasciando aperte più possibili preferibilmente su lati opposti (*sopravento e sottovento*) dell'edificio, per andare a "lavare" il più possibile tutte le superfici interne. Nel secondo caso si sfrutta invece il gradiente di temperatura che determina una densità dell'aria diversa fra parti basse ed alte dell'edificio.

Oltre alla corretta disposizione sia in pianta che in sezione delle aperture ed al loro dimensionamento, per un'efficace ventilazione va prevista anche la possibilità di regolare l'apertura in funzione del carico termico da smaltire e delle modalità di fruizione degli spazi. Quando per il raffrescamento si utilizzano esclusivamente la ventilazione naturale, la massa d'accumulo e l'ombreggiamento delle finestre durante le ore diurne, si parla di raffrescamento passivo o naturale. Il raffrescamento passivo è tanto più efficace quanto maggiore è l'escursione di temperatura esterna fra giorno e notte. Altre modalità di raffrescamento possono essere indicate come "raffrescamento ibrido", che prevede l'utilizzo di una ventilazione meccanica con fonti naturali di freddo come l'acqua di falda, il terreno, l'aria fresca notturna, in connessione con elementi di accumulo come i solai in calcestruzzo, e il "raffrescamento attivo", che utilizza macchine refrigeranti. Questa modalità va possibilmente evitata negli edifici residenziali per l'elevato consumo di energia

Migliorare il comfort estivo negli edifici esistenti

Anche negli edifici già esistenti è sempre valida la strategia di bloccare il calore prima che penetri nell'abitazione e innalzi le temperature. Per questo possono essere d'aiuto alcuni semplici accorgimenti come il lasciare chiuse le finestre durante il giorno e ventilare le stanze per molto tempo nelle ore notturne e l'utilizzare schermature solari esterne come tapparelle o veneziane interne, possibilmente di colore chiaro, da tenere abbassate durante il giorno. Utile anche usare ventilatori a bassi giri per movimentare l'aria, perché questo allevia la sensazione di caldo ed evitare di utilizzare climatizzatori compatti che consumano molta energia elettrica e preferire climatizzatori di nuova generazione a basso consumo. Inoltre, sarebbe bene scegliere sistemi a basso consumo e soprattutto spegnere gli apparecchi elettrici quando non vengono utilizzati

LA QUALITÀ DELL'ARIA

La qualità dell'aria è un fattore determinante per il benessere e la salute negli ambienti interni. La respirazione umana consuma l'ossigeno presente nell'aria aumentando la concentrazione di CO₂: contemporaneamente aumenta anche l'umidità, con la formazione di sostanze maleodoranti a cui si aggiungono eventuali sostanze nocive emesse dai materiali della costruzione, dagli arredi o causate dall'attività umana all'interno degli spazi chiusi. Se quest'aria viziata non viene ricambiata con una certa regolarità, si può andare incontro a spiacevoli conseguenze come riduzione della capacità di concentrazione, possibile insorgenza di sonno o mal di testa ed addirittura a vere e proprie malattie.

In situazioni di attività normale una persona necessita di un ricambio d'aria di almeno 30-40 m³ all'ora. Per una famiglia di 4 persone, presenti contemporaneamente in un edificio, si stima quindi un fabbisogno di circa 140 m³ all'ora. Il fabbisogno d'aria fresca non dipende però unicamente dal numero di persone all'interno dei locali ma anche dalle attività che vi si svolgono. Negli edifici residenziali il ricambio è fissato in rapporto al volume degli ambienti, con un tasso variabile da 0.4 a 0.7 volumi/ora. Questo significa che nel giro di un'ora va ricambiato dal 40% al 70% del volume d'aria presente nell'edificio. Questo può avvenire aprendo le finestre, meglio se interamente e per un breve periodo o, in modo più efficiente, mediante un sistema di ventilazione control-

lata. La ventilazione controllata con recupero di calore permette di ricambiare l'aria esausta in modo regolare, recuperando una parte del calore dall'aria in uscita. In questo modo si riducono le perdite di calore per ventilazione nel periodo freddo. Particolari filtri inseriti nell'impianto permettono inoltre di bloccare pollini e polvere in ingresso all'edificio. Un regolare ricambio d'aria permette non solo di diminuire la concentrazione di CO₂ e di umidità ma di allontanare o diluire eventuali concentrazioni di inquinanti da fonti interne presenti nell'aria.

Negli edifici moderni, in molti casi, la concentrazione di inquinanti negli ambienti interni è di gran lunga superiore rispetto ai valori rilevati all'esterno. Questo è il risultato di numerose concause quali ricambi d'aria non sufficienti per edifici che sono più ermetici che in passato, l'utilizzo di prodotti edilizi inquinanti, l'impiego di energia elettrica e tecnologie correlate e soluzioni tecniche non appropriate assieme all'utilizzo massiccio di prodotti chimici. È utile sottolineare che i contaminanti presenti all'interno degli edifici possono essere di origine chimica (*COV - composti organici volatili quali il monossido e biossido di carbonio, il biossido di azoto, il benzene, lo stirene, la formaldeide, gli isocianati ecc.*), biologica (*muffe, batteri, pollini, acari, funghi, ecc.*) e fisica (*gas radon, campi elettromagnetici*) e possono essere originati da numerose fonti quali le normali attività umane (*cucinare, fumare ecc.*), la presenza di persone, animali o piante, i materiali per la costruzione e per le finiture, i materiali di arredo e complementi (*tende, tappeti, tessuti*), i prodotti per la pulizia e per la manutenzione della casa, gli impianti di condizionamento, riscaldamento, ventilazione, umidificatori.

La presenza in alte concentrazioni e per lunghi periodi di questi inquinanti può dar origine ad esempio alla cosiddetta sindrome da edificio malato (*Sick Building Syndrome*), che si manifesta con malessere temporanei che in genere scompaiono quando si lascia l'edificio. Fra i più frequenti: irritazioni agli occhi, alle mucose o alla pelle, disturbi respiratori e malessere generale. Va ricordato come spesso gli effetti sulla salute degli inquinanti presenti nell'aria non siano immediatamente percepibili. Questo consente alle sostanze pericolose di agire indisturbate per anni, per poi manifestarsi all'improvviso con allergie, malesseri persistenti e nel peggiore dei casi come causa o concausa di malattie gravi come il cancro.

Provvedimenti

Per garantire un'elevata qualità dell'aria all'interno di una casa confortevole è quindi necessario evitare o prevenire le fonti di inquinamento scegliendo materiali, sia per la costruzione che per le finiture, che non siano dannosi per la salute ed ecologici. Inoltre, bisognerebbe assicurarsi che le scelte tecniche siano appropriate e realizzate in modo corretto per evitare ad esempio infiltrazioni di gas radon o formazione di muffa. È importante anche l'utilizzo, per le attività quotidiane, di prodotti non pericolosi per la salute, come il provvedere alla manutenzione e pulizia regolare degli impianti. Non per ultimo, bisognerebbe ricordarsi di ventilare in modo appropriato e regolare gli ambienti: questo può essere garantito in modo ottimale ed efficiente da un impianto di ventilazione controllata, con recupero di calore

L'ELETTROSMOG

Con il termine elettrosmog viene indicato l'inquinamento da campi elettromagnetici. Un tema molto sentito dalla popolazione a seguito soprattutto del proliferare di antenne per la telefonia mobile sui tetti degli edifici. In realtà l'uomo è stato da sempre avvolto da campi elettromagnetici. Con l'utilizzo di tecnologie sempre più sofisticate questi, però, sono andati aumentando nell'ultimo secolo in modo esponenziale; conseguentemente sono aumentate le preoccupazioni sui possibili effetti di tali campi sulla salute. I rischi di un'esposizione a campi elettromagnetici variano in ogni caso in modo significativo in funzione delle proprietà specifiche del campo in cui siamo immersi. Un campo elettrico variabile nel tempo genera un campo magnetico: se i due campi si propagano come un'unica unità si parla di campo elettromagnetico. Le variazioni del campo elettromagnetico producono onde elettromagnetiche che si propagano nello spazio e che vanno ad interferire con il nostro corpo, senza che noi possiamo percepirlo. Le onde elettromagnetiche, indicate anche come radiazioni elettromagnetiche, vengono differenziate in funzione della frequenza in due grandi ambiti: le radiazioni ionizzanti IR (*con frequenze superiori ai 100 milioni di GHz*) che hanno la proprietà di rompere i legami chimici delle molecole del nostro corpo o creare sostanze reattive con effetti importanti per la nostra salute come la possibile insorgenza di tumori. Le radiazioni ionizzanti sono, ad esempio, i raggi X, i raggi UV, i raggi Gamma. L'altro ambito comprende le radiazioni non ionizzanti NIR

(*con frequenze tra 0 e 100 milioni di GHz*) che, anche con un'intensità di campo elevata, non sono in grado di ionizzare le molecole del nostro corpo, ossia di staccare dalla loro struttura singoli elettroni, ma si limitano ad indurre un attrito e quindi produrre un riscaldamento.

Le radiazioni non ionizzanti si possono a loro volta suddividere in onde a frequenza estremamente bassa ELF - da 0 a 3.000 Hz - prodotte o da sorgenti esterne all'edificio (linee elettriche a bassa, media ed alta tensione e linee telefoniche), o da sorgenti interne all'edificio (apparecchiature e condutture elettriche, videoterminali, elettrodomestici). Alle basse frequenze (50 Hz), campo elettrico e campo magnetico possono essere considerate come due entità separate: una che determina le radiofrequenze RF - tra i 30 kHz e i 300 MHz - prodotte da antenne radiotelevisive, antenne per la telefonia mobile e telefonini, l'altra indica le microonde MR - tra i 300 MHz e i 300 GHz - e che sono prodotte dai forni a microonde. Radiofrequenze e microonde vengono indicate anche come radiazioni ad alta frequenza. L'effetto biologico e quindi le possibili ricadute sulla salute umana dei campi elettromagnetici, dipendono dall'intensità delle onde elettromagnetiche e dalla loro frequenza. Se per le radiazioni ionizzanti gli effetti sono ormai noti, molti degli effetti delle radiazioni non ionizzanti non sono ancora stati accertati con sicurezza e richiedono specifici approfondimenti.

Campi a frequenza estremamente bassa ELF

Il campo magnetico prodotto dagli elettrodomestici si esaurisce alla distanza di pochi centimetri dalla sorgente. I campi elettromagnetici generati da elettrodomestici mantengono invece la loro azione su distanze dell'ordine di decine di metri, interessando le abitazioni costruite sotto o in prossimità degli stessi. I possibili disturbi alla salute sono legati al fatto che questi campi elettromagnetici creano delle correnti elettriche che si sovrappongono a quelle naturali e disturbano il sistema nervoso centrale, con possibile insorgenza di insonnia, spossatezza, disturbi di concentrazione, sovraccitazione muscolare, vertigini, disturbi alla vista. Gli effetti a lungo termine non sono ancora dimostrati ma potrebbero essere simili a quelli ipotizzati per i campi ad alta frequenza.

Campi ad alta frequenza (radiofrequenza RF e microonde MR)

Le antenne radiotelevisive e per la telefonia mobile solitamente non emettono in uguale misura in tutte

le direzioni, ma hanno direzioni "privilegiate": il campo elettromagnetico generato non dipende quindi solo dalla distanza dall'antenna, ma anche dalla posizione rispetto alla direzione di massimo irraggiamento. Per quanto riguarda il microonde i campi elettromagnetici si formano nel caso di errato funzionamento o di deterioramento dei dispositivi di schermatura del forno. In ogni caso diventano di poca importanza già dopo pochi centimetri. I possibili disturbi alla salute sono legati all'aumento di temperatura delle molecole che vengono irradiate; gli effetti termici sono riconducibili a brevi esposizioni ma con alta intensità che si hanno in genere con l'uso dei telefonini. Gli effetti a lungo termine non sono invece legati alla sola variazione di temperatura e sono ancora in fase di studio: ad oggi non c'è nessuna evidenza che l'esposizione a lungo termine a campi ad alta frequenza sia causa di insorgenza di tumori e di disturbi neurovegetativi (es. *disturbi del sonno*). Non è in ogni caso certa l'assenza di rischi e per questo è sempre opportuno adottare limiti di cautela.

Per limitare possibili conseguenze sulla salute dovute all'esposizione a campi elettromagnetici, la prima e più efficace precauzione è quella di allontanare possibili sorgenti di inquinamento degli ambienti dove trascorriamo la maggior parte del nostro tempo.

In ogni caso vanno comunque sempre rispettate semplici precauzioni quali l'informarsi, prima dell'acquisto di un terreno o di un'abitazione, sulle eventuali fonti di elettrosmog presenti nelle vicinanze: riferirsi, se esiste, al catasto degli impianti di telefonia mobile, antenne televisive, reti elettriche ad alta tensione. È importante anche mantenere una distanza dalle reti elettriche ad alta tensione e dalle linee ferroviarie elettrificate di almeno 200 metri. Anche al momento dell'acquisto di un'apparecchiatura elettrica, bisognerebbe scegliere sempre modelli a bassa emissione e stare attenti a rispettare le distanze minime di sicurezza fra fonti domestiche di elettrosmog (*elettrodomestici, illuminazione, videoterminali, ecc.*). Ricordarsi anche di spegnere completamente (*non in stand-by*) gli apparecchi elettrici staccando la spina quando non sono utilizzati ed effettuare delle misurazioni strumentali periodiche dell'elettrosmog all'interno dell'abitazione soprattutto se dovessero insorgere disturbi alla salute.

Alcuni accorgimenti per la protezione dall'elettrosmog possono essere presi già in fase di progettazione e costruzione degli edifici. La protezione dai campi elettromagnetici esterni dipende, infatti, anche

dall'azione schermante dei materiali utilizzati nella costruzione. La radiazione elettromagnetica che incide su un elemento costruttivo viene infatti in parte riflessa, in parte assorbita ed in parte trasmessa verso l'interno: la percentuale di radiazione trasmessa dipende non solo dalla sua frequenza (*i campi magnetici a bassa frequenza sono molto difficili da schermare*) ma anche dai materiali utilizzati per l'involucro dell'edificio.

Fra i materiali comunemente utilizzati nella costruzione di una casa confortevole i più schermanti nei confronti dei campi elettromagnetici ad alta frequenza sono, per le finestre, i vetri a protezione solare (*vetri riflettenti*) ed i vetri termoisolanti con pellicola basso-emissiva. Per le pareti, oltre al materiale impiegato, è sempre necessario considerare anche gli spessori; una buona azione schermante è garantita ad esempio dal calcestruzzo alleggerito (*almeno 30 cm di spessore*) e dal laterizio forato (*almeno 36 cm*) e dalle strutture in terra-argilla. Infine, per il tetto, meglio manti in alluminio, rame o zinco, in grado di abbattere quasi completamente l'intensità dei campi magnetici rispetto a tegole in cemento o laterizio; una buona protezione dalle radiazioni elettromagnetiche è assicurata anche dal tetto verde

IL COMFORT ACUSTICO

Il comfort acustico è la sensazione psicofisica di benessere che si percepisce quando si svolge un'attività immersi in un campo sonoro. Il comfort acustico prevede l'assenza di disturbo e la buona ricezione del suono e dipende da un giusto isolamento acustico, elemento spesso trascurato nella progettazione degli spazi interni.

Per ottenere un buon comfort acustico bisogna ridurre qualsiasi rumore di fondo e avere nell'ambiente un sufficiente livello sonoro, che permetta la percezione ottimale delle onde sonore dirette e riflesse. Spesso, infatti il rumore proveniente dall'esterno, da abitazioni attigue ma anche dall'interno della stessa abitazione, può diventare fonte di disagio e fastidio per gli occupanti, in particolare quando disturba il sonno notturno o viola la privacy. Perciò, già nella fase progettuale di una casa confortevole devono essere presi precisi provvedimenti finalizzati a evitare che il suono esterno entri nell'edificio, o comunque a fare in modo che ne sia smorzata l'intensità ed evitare che all'interno dell'edificio il suono si propaghi con facilità da un ambiente all'al-

tro. Garantire il comfort acustico in una casa confortevole significa assicurare al suo interno una soglia di rumore tollerabile.

Il suono

Il suono, o rumore, è la sensazione prodotta sull'orecchio dalle vibrazioni di una fonte sonora. Queste vibrazioni mettono in movimento le particelle d'aria attigue alla fonte, che a loro volta, in conseguenza della variazione di pressione, fanno oscillare il timpano. Con il termine rumore si indicano in genere i suoni che presentano caratteristiche di fastidio o disturbo. L'intensità di un suono o di un rumore percepito dall'orecchio umano si definisce livello sonoro e si misura in dB (*decibel*). Il livello sonoro è definito su scala logaritmica: questo significa che un aumento di 10 dB corrisponde ad un'intensità di 10 volte superiore, un aumento di 20 dB ad un'intensità pari a 100 volte l'intensità di partenza. La propagazione del rumore dalla sorgente sonora all'orecchio all'interno di un edificio può avvenire secondo due modalità: la prima è il rumore aereo, che si propaga attraverso l'aria, la seconda è il rumore impattivo, che si origina da un contatto diretto fra corpi solidi.

Come isolare acusticamente la propria casa

Per garantire un buon fonoisolamento all'interno della casa e minimizzare la trasmissione del rumore sia di tipo aereo che di tipo impattivo bisognerebbe stare attenti ad alcuni semplici accorgimenti come il predisporre una corretta dislocazione delle stanze e delle finestre in funzione delle sorgenti di rumore esterne e l'organizzare gli spazi interni in modo da evitare disturbi fra ambienti adiacenti. Per esempio è consigliabile evitare stanze da letto adiacenti a scale o corridoi oppure a contatto con le installazioni dei bagni. Importante anche lo scegliere per pareti, solai, tetto, dei materiali e delle soluzioni costruttive che assicurino una sufficiente protezione dai rumori, possibilmente migliore rispetto ai limiti di legge.

IL COMFORT LUMINOSO

La luce naturale è la fonte luminosa che proviene dal sole e, in generale, dalla volta celeste. È sicuramente la migliore sorgente di luce, perché l'occhio umano si è adattato alla visione dell'illuminazione naturale da quando l'uomo è presente sulla terra. Inoltre, la luce naturale consente di ottenere notevoli risparmi energetici, perché riduce i consumi che derivano dall'utilizzo dell'illuminazione artificiale. Ma,

soprattutto, la luce naturale offre una sensazione di benessere e migliora la produttività in adulti e bambini. È infatti dimostrato che l'esposizione alla luce solare genera nei bambini e negli adulti notevoli benefici fisici e psicologici. E questo è molto importante in caso di studio e di lavoro. Il legame tra la luce del giorno e la produttività sul lavoro è stato esaminato in diversi studi. In particolare, una ricerca scientifica del 2012 ha rivelato che chi lavora in una stanza ben illuminata dal sole è molto più produttivo di chi, al contrario, svolge un'attività in uno spazio buio e poco illuminato e che un aumento della quantità di luce nelle aule migliora i risultati dei test degli alunni in matematica e logica fino al 15%. Una buona illuminazione all'interno di un'abitazione o di un luogo di lavoro diventa, quindi, un requisito essenziale per poter svolgere le attività quotidiane con velocità, facilità e precisione, a vantaggio del proprio benessere e della propria sicurezza.

Queste informazioni possono dare lo spunto per riorganizzare gli spazi domestici e sfruttare al meglio la luce naturale. Per assicurare un buon livello di comfort luminoso negli spazi interni bisogna utilizzare in maniera prioritaria la luce naturale e, solo quando questa non è sufficiente, integrarla con quella artificiale.

I vantaggi dell'illuminazione naturale

I vantaggi offerti dall'illuminazione naturale sono molteplici. Questo perché consente – *in primis* – una maggiore variabilità nel tempo sia del flusso luminoso che dei colori. Questo rende la luce naturale più viva e stimolante e permette al corpo umano di accordare i propri ritmi biologici allo scorrere del tempo e regola il ritmo sonno-veglia in base all'alternanza notte-giorno. Inoltre, i livelli luminosi sono più elevati, con una miglior qualità nella resa dei colori. È importante sottolineare che la luce del sole è un antidepressivo naturale. Vivere in una casa piena di luce permette di alzarsi la mattina pronti per affrontare la giornata con più capacità e impegno. La luce irradiata dal sole, inoltre, è gratuita e non inquina. Il suo utilizzo contribuisce non solo alla tutela dell'ambiente, ma anche alla riduzione dei costi della bolletta elettrica

La luce

Con il termine luce viene correntemente indicata la banda della radiazione elettromagnetica irradiata dal sole e visibile dall'occhio umano, che è compresa fra i 380 e i 780 nm (nanometri). Ogni lunghezza d'onda

compresa fra questi due valori viene recepita dal cervello come colore. La luce naturale è composta anche da una componente di infrarosso, percepibile dal corpo come calore, e da una componente di ultravioletto (*raggi UV A e UV B*), molto preziosa per la salute ma difficilmente percepibile, se non quando se ne subiscono le conseguenze dovute ad un'elevata esposizione e ci si scotta.

La luce naturale è costituita principalmente da radiazione diffusa, ossia dalle radiazioni riflesse dalla volta celeste. Vi è, anche, una parte più ridotta di radiazione diretta, la quale diminuisce con l'aumentare della nuvolosità.

Variabili che influiscono sul livello luminoso

Il livello di luminosità di una stanza dipende dalla disponibilità di energia luminosa (*influenzata dalla posizione geografica, dalle condizioni meteorologiche, dal periodo dell'anno, dall'ora del giorno e dalla presenza di ostacoli*) e dalle scelte progettuali che dipendono dalla dimensione, posizione e orientamento delle aperture, dal tipo di vetro e trasparenza Tv, dalla geometria delle stanze e il loro rapporto tra profondità e altezza, dalla riflettanza delle superfici interne, dalla riflettanza delle superfici esterne degli altri edifici e delle pavimentazioni, dalle schermature fisse o mobili

Progettare case confortevoli

Per permettere a tutti di sfruttare al meglio la luce naturale ed i suoi effetti benefici è importante che, già a livello di pianificazione urbana, siano operate delle scelte atte a garantire a tutti il diritto al sole. Localizzazione, orientamento e dimensione dei lotti, limiti di distanza fra gli edifici e loro configurazione planivolumetrica dovrebbero assicurare sempre l'imprescindibile diritto dell'uomo ad usufruire pienamente dell'energia solare ed accrescere così il benessere psicofisico negli ambienti interni.

Nella progettazione di una casa confortevole è necessario individuare già nelle prime fasi le soluzioni migliori per rendere disponibile la luce naturale all'interno dell'edificio il più a lungo possibile, e limitare conseguentemente l'utilizzo dell'illuminazione artificiale. L'illuminazione naturale dovrà in ogni caso essere studiata e progettata assieme alla luce artificiale in modo che le due soluzioni siano efficacemente integrate.

Il concetto di illuminazione naturale deve inoltre essere elaborato considerando anche gli aspetti energetici correlati, che variano a seconda delle stagioni

e delle aperture vetrate. Grandi aperture possono, ad esempio, garantire un ottimo comfort luminoso ed un risparmio di energia elettrica per l'illuminazione, ma potrebbero portare in estate a un peggioramento del comfort termoigrometrico e a un aumento dei consumi per il raffrescamento.

Per sfruttare al meglio la luce naturale

Ci sono diversi provvedimenti per poter sfruttare al meglio la luce naturale, con tutti gli innegabili vantaggi che abbiamo visto. Innanzitutto prevedere un'area vetrata che sia almeno il 10-12% dell'area di pavimento della stanza e optare per finestre che sviluppino in altezza (*per far arrivare la luce più in profondità e in modo più uniforme nelle stanze*) e non collocarle su due lati opposti della stanza perché aumentano la possibilità di abbagliamento aumentando la possibilità che si verifichino fenomeni di doppia ombra. Importante anche privilegiare vetri con alto fattore di trasmissione luminosa Tv e tenerli puliti con regolarità. Fattore importante è anche il preferire colori chiari per le superfici delle stanze così da aumentare la capacità di riflessione della luce. Se possibile, prevedere elementi di controllo della luce regolabili, per evitare il surriscaldamento estivo, proteggere dall'abbagliamento e far sì che la luce si diffonda in modo più omogeneo all'interno delle stanze, prevedere porte parzialmente vetrate o aperture vetrate nella parte alta delle pareti interne per convogliare la luce negli spazi più interni e poco illuminati dell'edificio. Per ultimo, perché cosa abbastanza ovvia per i progettisti, orientare le camere da letto verso est, cioè il punto in cui sorge il sole, così da creare una corretta alternanza di luce e buio e sincronizzare il ritmo "sonno-veglia".

Rapporti aeroilluminanti

Un valore molto importante per ottenere le autorizzazioni di abilità per un edificio, e che molto spesso viene ignorato, è il rapporto aeroilluminante. Di cosa si tratta? La legge vigente, e più nello specifico il Decreto Ministeriale del 5 luglio 1975, comma 2, articolo 5, dice che per ogni locale di un'abitazione l'ampiezza delle finestre deve garantire un valore medio di luce diurna che non sia inferiore al 2%, e in ogni caso che la superficie delle finestre non deve essere inferiore a 1/8 di quella del pavimento. I rapporti aeroilluminanti servono proprio a determinare la relazione tra la superficie delle aperture verso l'esterno e quella del pavimento di un locale. Questi rapporti

vengono definiti rapporti illuminanti se vengono considerate solo le superfici delle finestre, mentre si dicono rapporti aeranti se si valuta l'intera superficie apribile, cioè l'intera struttura compreso il telaio.

I rapporti aeroilluminanti sono quindi determinati dalla relazione tra superfici delle finestre e superfici dei pavimenti. Il loro calcolo si basa sui regolamenti comunali e i parametri da questi indicati possono variare da comune a comune. Uno dei valori più diffusi previsti dai vari regolamenti edilizi è di 1/8, ma può variare a seconda della tipologia e delle destinazioni d'uso dei locali. Se, infatti, per quelli abitabili il rapporto deve essere di 1/8, questo può arrivare a 1/10 per alcuni ambienti particolari come, per esempio, le mansarde o le cantine, mentre in casi particolari, quasi sempre per spazi commerciali, è concesso che non siano garantite illuminazione naturali, ma che questa sia fornita da dispositivi artificiali. Per essere considerato un valore valido, bisogna dividere, quindi, l'area della finestra per quella totale dell'ambiente, e il risultato dovrà dare un rapporto uguale o inferiore a 1/8.

Progettare l'illuminazione artificiale

La luce naturale può essere sostituita e integrata, nelle ore in cui non è disponibile, con un'illuminazione artificiale ben progettata e con fonti luminose di qualità. Anche questa dovrebbe essere preventivamente progettata valutando la qualità e l'intensità della luce in funzione delle attività che si svolgono nei diversi spazi, la distribuzione ottimale delle sorgenti luminose, l'uso di lampade efficienti con luce il più possibile simile alla luce naturale.

Bisogna tener presente che per avere sempre un buon comfort visivo negli ambienti interni è necessario garantire una quantità di luce sufficiente per le attività che vengono svolte all'interno di un ambiente. Ogni ambiente ed ogni attività, infatti, richiede livelli di illuminazione diversi. Il livello di illuminazione all'interno di una stanza dipende sia dalla quantità di luce che investe le superfici, sia dalle proprietà riflettenti delle superfici che vengono investite dalla luce. Una superficie bianca riflette fino all'85% della radiazione luminosa, un muro giallo fino al 65%, una superficie in legno chiaro fino al 50% che si riduce ad un 25% per una superficie in mattoni faccia-vista. Con una bassa riflessione il compito visivo diventa più difficile e quindi dovrà essere incrementata l'intensità luminosa.

Altra cosa a cui fare attenzione è l'assenza di fenomeni di abbagliamento. L'abbagliamento è un fenomeno che disturba la nostra visione e che si origina per la presenza nel campo visivo di superfici o punti molto luminosi rispetto a quelli a cui l'occhio è abituato. L'abbagliamento si può distinguere in abbagliamento diretto e riflesso. L'abbagliamento diretto è quello prodotto dalla vista diretta di una sorgente luminosa e in genere non permette di vedere praticamente nulla: può essere originato direttamente dal sole o da lampade non adatte o lampade ad irraggiamento libero. L'abbagliamento riflesso è un disturbo originato ad esempio da luce artificiale che va ad intercettare superfici specchianti o lucide. L'abbagliamento da luce artificiale si può ridurre mediante la giusta disposizione e scelta delle lampade. L'abbagliamento influisce sul nostro benessere ma anche sulle capacità visive ed è particolarmente disturbante quando si lavora al computer.

È importante anche ottenere una direzione della luce gradevole e con ombre non disturbanti. La posizione delle fonti luminose e la loro distribuzione definiscono la direzione della luce e la formazione di ombre. L'eccesso o la totale assenza di ombre può rendere difficile la visione di un oggetto anche se questo è ben illuminato. Per questo va studiata la direzione di luce più adatta per le diverse situazioni. Per chi scrive con la mano destra è ad esempio preferibile una luce proveniente da sinistra in alto. La luce in direzione perfettamente verticale illumina invece i piani orizzontali formando delle ombre sullo stesso piano che andrebbe invece illuminato al meglio. Se la luce arriva da due lati opposti si ha invece la formazione di una doppia ombra molto fastidiosa. Un'illuminazione diffusa non lascia percepire in modo preciso la forma ed i contorni degli oggetti e crea monotonia. Al contrario, luci puntuali con luce molto direzionata formano ombre profonde e nella zona d'ombra non è più possibile riconoscere alcunché.

È bene valutare, in fase di progettazione, anche un colore della luce appropriato: il tipo di colore della luce di una lampada è definito in base all'indice di resa cromatica (*Ra*) e in base alla temperatura di colore. L'indice di resa cromatica individua la capacità di una lampada di produrre radiazioni luminose in grado di far risaltare tutte le sfumature di colore di un oggetto irraggiato. Per riprodurre in modo veritiero tutti i colori la luce dovrebbe avere energia sufficiente in tutte le lunghezze d'onda. Le lampade sono classificate con indici di resa cromatica da 0 a 100, dove 100 rappresenta la resa migliore. La temperatura di

colore esprime la tonalità di una luce in rapporto con il colore della luce emessa da un corpo nero ad una certa temperatura. Per esempio, abbiamo la tonalità fredda (*oltre i 5.000 Kelvin - prevale il blu*), la tonalità bianca (*3.300-5.000 K*) e la tonalità calda (*sotto i 3.300 K - prevale il rosso*). In genere per l'illuminazione si preferisce una luce bianca calda (*2.000-4.000 K*) simile alla luce naturale e capace di rendere i colori in modo più naturale e di ottimizzare i contrasti.

Illuminazione artificiale ed efficienza energetica

L'illuminazione all'interno di un'abitazione, deve garantire un adeguato comfort visivo senza sprecare energia. Anche con un'illuminazione artificiale sono possibili concreti risparmi grazie alla maggior efficienza delle nuove lampade a risparmio energetico. Ma, molto spesso tali risparmi sono sopravvalutati. Infatti, in media solo l'1-2% del consumo di energia per la gestione di una casa è ascrivibile ai sistemi di illuminazione. Per questo, molto più significativa per la riduzione dei consumi di energia elettrica, è una maggior efficienza nell'utilizzo degli elettrodomestici. Le lampade sono quei dispositivi in grado di trasformare l'energia elettrica in flusso luminoso. L'efficienza luminosa di una lampada è definita come il rapporto fra flusso luminoso emesso e potenza elettrica assorbita. L'unità di misura è il lm/W.

In base al principio di funzionamento le lampade oggi normalmente utilizzate per l'illuminazione degli spazi abitativi si possono dividere in due grandi gruppi: le lampade ad incandescenza e le lampade a scarica elettrica in gas.

Lampade ad incandescenza

Nelle lampade ad incandescenza viene portato ad altissima temperatura un filamento metallico, che trasforma la maggior parte di energia elettrica prodotta in calore, e una minima parte in luce. Queste lampade hanno il vantaggio di offrire una tonalità di luce calda ed un'ottima resa dei colori, sono più economiche ma hanno una durata di vita relativamente breve

(circa 1.000 ore). Anche le lampade alogene hanno un'ottima resa dei colori ($Ra=100$) e una luce a tonalità calda e non necessitano di dispositivi ausiliari per l'accensione. Hanno un'efficienza luminosa superiori alle normali lampade ad incandescenza (*16/25 lumen/W*) ed una vita doppia (*2.000 ore*), ma hanno un costo decisamente più elevato ed una maggiore temperatura di funzionamento. Generalmente hanno un consumo energetico maggiore rispetto alle normali lampadine perché si utilizzano come illuminazione indiretta. Per questo sono da preferire lampade alogene ad alta efficienza (*lampade alogene a basso voltaggio con rivestimento all'infrarosso*) rispetto alle alogene tradizionali.

Lampade a scarica elettrica in gas

Nelle lampade elettriche a gas, si stimolano gli atomi di un gas o di una miscela di gas, a bassa o alta pressione (*sodio, mercurio, argon*), contenuti all'interno di un tubo di vetro o quarzo, per ottenere una conversione diretta dell'energia elettrica in energia luminosa. Di queste ce ne sono diversi tipi e vanno dalle lampade fluorescenti tubolari (*neon*), a quelle fluorescenti tubolari ad alta frequenza, alle fluorescenti compatte.

LED

Il LED (*ovvero Light Emitting Diode*), è un componente elettronico (*semiconduttore*) che emette luce quando è attraversato da corrente elettrica. I LED sono fonti di luce di piccole dimensioni, sono molto robusti e richiedono poca manutenzione. Non hanno componenti IR o UV, la qualità della luce è buona e la durata di vita può superare le 100.000 ore. Esistono prodotti molto efficienti che raggiungono prestazioni energetiche paragonabili a quelle delle lampade a basso consumo. Sono ancora molto costosi e per questo si utilizzano per ambiti specifici ma in futuro si prevede possano svolgere un grosso ruolo anche nell'illuminazione delle nostre case.

FONTE
La mia CasaClima – Progettare, costruire e abitare nel segno della sostenibilità
a cura di Norbert Lantschner
Edizioni Raetia



La grande finestra italiana



Pompeja è un marchio Casciello Bernardo srl
via Astolelle (III trav.), 10 – 80045 Pompei (NA) - tel. 081 863 03 51
info@pompeja.it – www.pompeja.it

segui su



the *Journal of Applied Behavior Analysis* (1974), and the *Journal of Experimental Psychology: Applied* (1975).

There are a number of reasons why the *Journal of Applied Behavior Analysis* is the most widely cited journal in the field of behavior analysis.

First, the journal has a long history of publishing high-quality research in the field of behavior analysis.

Second, the journal has a wide range of topics, including basic research, applied research, and clinical research.

Third, the journal has a high impact factor, which is a measure of the journal's influence in the field.

Finally, the journal has a high level of readability, which makes it accessible to a wide range of researchers and practitioners.

Overall, the *Journal of Applied Behavior Analysis* is a leading journal in the field of behavior analysis, and its high citation rate is a reflection of its quality and influence.

References

Journal of Applied Behavior Analysis (1974)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1975)

Journal of Behavior Analysis and Modification (1976)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1977)

Journal of Applied Behavior Analysis (1978)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1979)

Journal of Behavior Analysis and Modification (1980)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1981)

Journal of Applied Behavior Analysis (1982)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1983)

Journal of Behavior Analysis and Modification (1984)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1985)

Journal of Applied Behavior Analysis (1986)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1987)

Journal of Behavior Analysis and Modification (1988)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1989)

Journal of Applied Behavior Analysis (1990)

Journal of Experimental Psychology: Applied (1991)