

DAYLIGHT VS SUNLIGHT: TECHNOLOGICAL DESIGN STRATEGIES

Introduction

Solar radiation control, in its two light and thermal components, through the transparent envelope is one of the most complex design elements, especially in the Mediterranean countries. The sun-building relationship is conflicting and needs to be studied in detail; the considerations related to natural lighting and its effects on energy requirements for lighting and visual comfort anyway cannot be done ignoring the ability of the building in order to use the so-called "solar gain", which is one of the relevant principles of bioclimatic architecture, not only to optimize energy benefits in the winter, but also to save consumption in the summer.

The transparent component plays the role to manage the complexity of such a relationship, implementing a mediation among conflicting needs (fig. 01). Thus it becomes more and more a multifunctional element that plays a strategic role in evaluating the energy quality of a building. In the summer, in climatic conditions such as those ones existing in the Mediterranean area, solar inputs can represent even 70-80% of overall energy requirements, and in this period of the year, transparent components represent the most critical point of the building envelope. The lack of control on these supplies is translated not only into high primary energy consumption for air conditioning in the summer, but it also affects comfort conditions negatively [1]. In this context, it is necessary to individualize appropriate design control parameters for the transparent envelope, in order to optimize the relationship among building, thermal radiation and light.

Natural lighting, energy requirements and visual comfort

Natural light, in its direct and diffused components, represents a very important design element for both energy consumption savings for lighting and comfort.

Energy performance test related to energy requirements for lighting (EP_{li} , $kWh/m^2/year$) was made compulsory for non-residential intended use, thanks to DM 26/06/2015 - Minimum requirements.

The technical reference standard for the calculation of energy performance for artificial lighting is UNI EN 15193[2], which has introduced a procedure based on LENI, a numeric indicator that considers not only the system installation (installed power and effective hours of use) and its management and control, but also the potential contribution given by the presence of natural light [3].

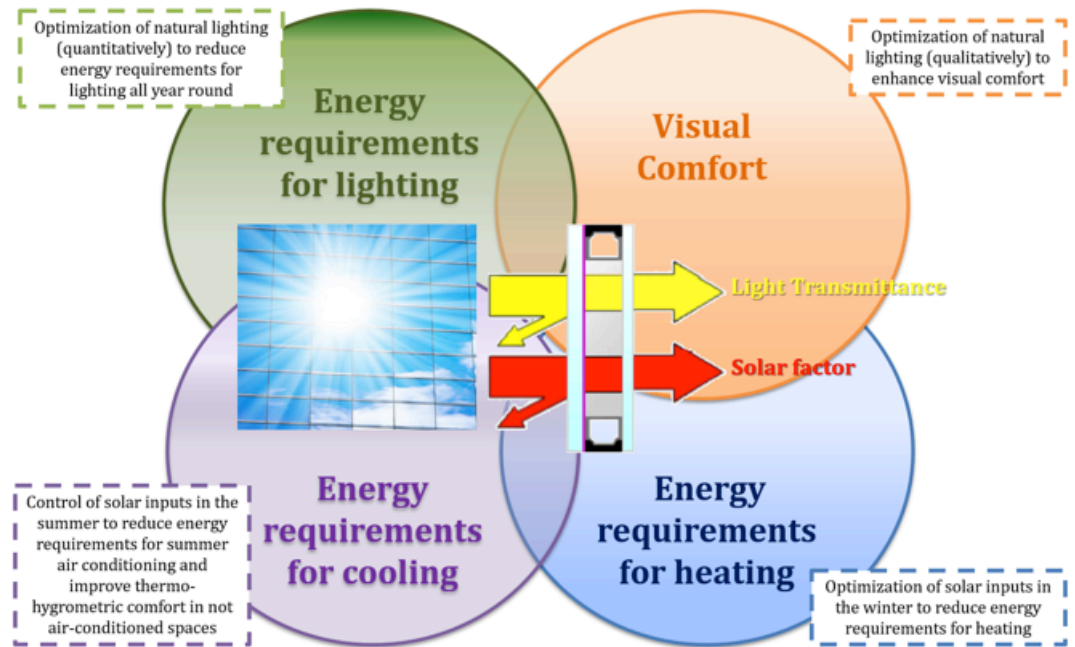


Fig. 1 - Relationship between transparent building envelope, energy requirements and comfort.

Particularly, the dependence Factor on natural light, which influences the calculation of LENI, is a function of the amount of natural light entering the space considered and the type of control for the integration of natural light-artificial light. The amount of natural light depends in turn on geometrical characteristics of the space considered and openings outwards, presence of any external obstacle and characteristics of transparent components (mainly the percentage of light transmission value).

The standard identifies four classes of light penetration, ranging from the presence of negligible light or soft light to strong penetration, which are assigned in relation to the Daylight Factor, a synthetic and adimensional size expressing the relationship between lighting that occurs at a point of a space by the effect of windows, etc. and lighting that at the same moment occurs on a flat surface and placed on the roof, so that the celestial sphere can be seen without any direct solar irradiation.

In order to evaluate the lighting of a whole space, without limiting it to the lighting evaluation of an only point of the space considered, the standard uses another parameter, mediated on multiple measurements of the interior space, that is the average daylight factor FLDm. Visual comfort is also influenced by the average daylight factor, that's why DM. 5/7/75 [4] imposed a minimum value to be satisfied for residential buildings equal to 2%. UNI 10840 [5] standard related to

school buildings has introduced higher minimum values reaching 5% for Nursery schools. The average daylight factor is directly proportional to:

- the area of the window openings, excluding the frame;
- the glass Light Transmittance in the visible area;
- the window factor (which is conditioned by the presence of external objects and obstacles) and its reduction factor.

Instead, FLDm is inversely proportional to:

- the overall area of the various elements delimiting the space (walls, floors, ceilings, furniture, furnishings, etc.);
- lighting reflector coefficients of the surfaces delimiting the space.

Therefore, the design choices related to the size of transparent components are very important; they should be made in relation to the characteristics of the space to be lighted and the choice of the glass type.

In order to evaluate the performance of a transparent surface in comparison with entering luminous flux, the most significant parameter is LT (%) Light Transmittance, which represents the ratio between the luminous flux transmitted through the glazing and the incident luminous flux. This parameter must be computed in accordance with the standard EN 410 [6].

Aims	Design control parameters
Reduce energy requirements for lighting: Reducing the use of artificial lighting by maximizing FLDM	Orientation of openings Presence of external objects and obstacles Area of window openings Characteristics of the spaces to be lighted Light Transmittance (higher than 0,6)
Visual Comfort: Optimization of natural lighting (qualitatively)	Daylight Factor $\geq 2\%$ Area of window openings $\geq 1/8$ of floor surface
Reduce energy requirements for heating: Exploiting free gains in the winter	Orientation of openings (South is preferred) Area of window openings Solar factor (high)
Reduce energy requirements for cooling: Controlling solar supply in the summer	Orientation of openings Area of window openings Reduction factor for shadow Solar factor (low without any shielding) Total solar energy transmittance

Tab. 1 – Design control parameters for transparent building envelope.

Solar radiation and thermal energy requirements for heating and cooling: evaluation parameters

Solar direct radiation is also important for the energy balance of the building, both in the winter and in the summer. With reference to the calculation method for thermal energy requirements included in UNI/TS 11300-1 [7], energy requirements for heating and cooling of the building, $Q_{H,nd}$ (in the winter) and $Q_{C,nd}$ (in the summer), are calculated monthly, on the basis of a different budget equation in relation to the heating and cooling season.

The ideal thermal energy requirements for heating $Q_{H,nd}$ represents the energy required to keep the designed temperature (fixed by law at 20°C) in the heated spaces and it is calculated for each space of the building and for each month as:

$$Q_{H,nd} = Q_{c,tr} + Q_{c,ve} - H_{gn} Q_{int} + Q_{solW}$$

The ideal thermal energy requirements for cooling:

$$Q_{C,nd} = Q_{int} + Q_{solW} - c_{ls} Q_{c,tr} + Q_{c,ve}$$

Whereas:

$Q_{c,tr}$ and $Q_{c,ve}$ are pre-transmission and ventilation thermal exchanges

Q_{int} and Q_{solW} are free (thermal and solar) supplies

c_{ls} is the utilization factor of thermal inputs,

H_{gn} is the utilization factor of thermal dispersions.

The utilization factor expresses the ability of the building to exploit the inputs and depends on both the thermal inertia of the envelope and inputs/losses ratio.

Within the budget equations, the term Q_{solW} represents the thermal inputs themselves, due to the solar radiation passing through the transparent surfaces.

As it is easy to guess from reading the budget equations that solar inputs through glasses represent an important contribution which, in the winter, should be exploited to the maximum to compensate the losses for transmission and ventilation with the aim of reducing thermal energy requirements for heating. In the summer, however, when the outdoor air temperature is higher than the indoor one, this contribution becomes a thermal load that is added to the thermal flux entering for transmission and ventilation.

In order to calculate the solar thermal flux, to be inserted within the equation, three factors are needed to be multiplied:

- the shadow reduction factor, related to outside elements for the effective solar capture area;
- Effective solar capture area, with a datum of orientation and an angle of inclination on a horizontal plane, in the space or environment considered;
- Monthly average solar irradiance, with a datum of orientation and an angle of inclination on a horizontal plane.

The effective solar capture area, which represents an essential design element for both the energy quality of the building and comfort, is in turn dependent on the reduction factor of solar inputs related to the use of mobile shielding, total projected area of the glazing component (window compartment), total solar energy transmittance of the window, when the solar shielding is not used. Particularly total solar transmittance, which can also be referred to as g solar factor (%), is the most used parameter to express the energy performance of the glass compared with the solar irradiation.

It is an adimensional size individualizing the ratio between the total solar energy flux passing through the transparent surface and the incident flux on it.

The solar gain produced within the building through the transparent surfaces depends on:

- solar radiation normally available in the considered spaces,
- orientation of the collecting areas,
- permanent and mobile shadow
- dimensions and characteristics of transparent surfaces.

The design of these elements should, therefore, be aimed to minimize the annual thermal energy requirements of the buildings [8].

Legislative constraints and design strategies for the transparent envelope

Considering what has been said, it is easy to understand why the relationship between transparency and architecture has always been a conflicting one.

An energetically sustainable design of the transparent envelope should always come from a

careful preliminary analysis of several factors influencing on energy performance and comfort in different periods of the year, and should be aimed at achieving the following goals (fig. 01):

- optimization of natural lighting (quantitatively) to reduce energy requirements for lighting all year round;
- optimization of natural lighting (qualitatively) to enhance visual comfort;
- optimization of solar inputs in the winter to reduce energy requirements for heating;
- control of solar inputs in the summer to reduce energy requirements for summer air conditioning and improve thermo-hygrometric comfort in not air-conditioned spaces.

About the laws and standards related to the energy performance of buildings, there has been a gradual evolution that from the test of the only winter energy performance has come to the evaluation of the overall energy performance, that considers all energy uses of the building, and therefore summer air conditioning and lighting (for non-residential intended use), too. Since Directive 2002/91/EC (Energy Performance for Building Directive), which first focused attention on consumption savings, due to summer air conditioning in the Mediterranean countries, some obligations to control solar radiation through glazed surfaces have been introduced in the Italian legislation for transposition.

D.Lgs. 311/06 had imposed obligation of external shielding system and, subsequently, D.P.R. n.59/09 imposed the use of glazed windows with a g solar factor $\leq 50\%$ in cases when the designer demonstrated the technical and/or economic non-convenience of external shielding systems. Attention was focused only on thermal performance and not on lighting one.

D.M. 26/06/2015 Minimum requirements, implemented by Law 90/2013, which establishes the design constraints for nearly zero Energy Building, introduced a new parameter to evaluate the performance of the "window system". It is g_{gl+sh} total solar energy transmittance factor, which evaluates the combined performance of the glass with the possible mobile shielding system, calculated in July, when solar shielding is used, provided that, as specified by UNI / TS 11300-1 technical specification, they are applied firmly with the building envelope and not freely assembled and dismantled by the user.

Always with the aim of reducing consumptions due to summer air conditioning, the D.M. introduced an important legislative requirement to verify the capacity of the transparent envelope to control entering solar radiation in the summer, relative to the equivalent summer solar area per unit area ($A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$).

$A_{sol,est}$ equivalent summer area of the building is the total of the equivalent summer areas of each k glass component:

$$A_{sol,est} = \sum k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - FF) \times A_{wp} \times F_{sol,est} [m^2]$$

whereas:

$F_{sh,ob}$: shadow reduction factor related to external elements for the effective solar capture area, reported in July;

g_{gl+sh} : total solar energy transmittance

of the window calculated in July, when solar shielding is used;
FF: fraction of the area relative to the frame, ratio between the projected area of the frame and the total projected area of the window component;
 $A_{w,p}$: total projected area of the glazing component (window compartment);

$F_{sol,est}$: correction factor for incident irradiation, obtained as a ratio between average irradiance in July, in the space and exposure considered, and annual average irradiance of Rome on a horizontal plane.

For new buildings and important first level renovations, the equivalent summer solar area per unit area must be lower or equal to 0,030 for residential buildings and lower or equal to 0,040 for all other buildings.

For important second level renovations and for energy rehabilitations, it is necessary to verify that for the transparent technical closures delimiting the air-conditioned volume outwards with orientation from East to West and South, the value of the total solar transmission factor of the window component, when solar shielding is used $g_{gl+sh} \leq 0.35$.

Beyond the legislative constraints, for the overall energy quality of the building, as well as thermal and visual comfort, it is always necessary to individualize the technological solutions that can give higher benefits annually.

As it is clear from the previous paragraphs, the elements that must be considered (tab. 1) are various and, above all, strongly interrelated among them and dependent on climatic conditions, context and aims intended to be achieved, also on the basis of intended use and occupancy of the building.

The approach to be followed varies considerably even in relation to the type of intervention on the built.

For new buildings it is always better to start from a correct orientation and dimension of transparent surfaces. Moreover, using a shielding, if well-designed, can play a decisive role in overall energy efficiency annually, reducing solar inputs in the summer, without penalizing thermal gains in the winter.

For energy rehabilitation of existing buildings, the elements on which it is possible to intervene are limited. In these cases, the characteristics of the glazed surface become the essential element to optimize a starting situation that is usually already defined.

Especially in historical contexts, where architectural constraints strongly affect the rehabilitation design of the goods, the transparent component sometimes represents the only element through which improving energy performance, by a mediation between conservation and innovation.

The choice of "glass" element becomes crucial (fig. 01) and must be made considering all the design elements already defined, without forgetting that the performance of the transparent component must ensure adequate thermal and possibly even acoustic insulation (conforming to D.M. 26/06/2015) anyway, and without neglecting safety aspects.

So the choice of both solar and light Transmittance must be made in relation to other design choices, outdoor climatic conditions and intended use, by evaluating the influence that they

determine on both thermal energy requirements for heating and cooling, and energy requirements for lighting and visual comfort.

REFERENCES

- [1] CANNAVIELLO M., *Prestazioni dell'involucro in regime estivo: criteri per la riqualificazione energetica*, Alinea Editrice, Firenze 2010, pp. 27-34, 52-59.
- [2] UNI EN 15193:2008 - *Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione*.
- [3] BELLIA L. *La valutazione dei consumi energetici per l'illuminazione: il LENI e la UNI EN 15193*, in Cannaviello M., Violano A. (a cura di) "Certificazione e qualità energetica degli edifici", Franco Angeli, Milano 2012.
- [4] Decreto ministeriale Sanità 5 luglio 1975, Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione.
- [5] UNI 10840: 2007 - *Luce e illuminazione - Locali scolastici - Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale*.
- [6] UNI EN 410:2000 *Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate*.
- [7] UNI/TS 11300 - 1 *Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione del fabbisogno di energia dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*.
- [8] VIOLANO A., VERDE F. (2013), *A transparent choice*, In: Gambardella C. (a cura di), Heritage, Architecture, LanDesign. Focus on Conservation, Regeneration, Innovation, Atti del XI Forum Internazionale di Studi Internazionale: Le Vie dei Mercanti, Capri, 13-15 Giugno 2013, La scuola di Pitagora editrice (ISBN: 978-88-6542-290-8; pagg 1176-1182).

ILLUMINAZIONE NATURALE vs CONTROLLO SOLARE: STRATEGIE DEL PROGETTO TECNOLOGICO

Introduzione

Il controllo della radiazione solare, nelle sue due componenti luminosa e termica, attraverso l'involucro trasparente rappresenta uno degli elementi progettuali più complessi soprattutto nei paesi di area mediterranea. il rapporto sole-edificio è conflittuale e deve essere studiato nel dettaglio; le considerazioni legate all'illuminazione naturale e alle ricadute sul fabbisogno energetico per l'illuminazione e sul comfort visivo non possono essere fatte senza considerare la capacità dell'edificio di utilizzare i cosiddetti "guadagni solari" che è uno dei principi fondamentali dell'architettura bioclimatica, non solo per ottimizzare i benefici energetici nella stagione invernale, ma anche affinché non costituisca un aggravio di consumi in quella estiva. Al componente trasparente è demandato il ruolo di gestire la complessità di questo rapporto, attuando una mediazione tra esigenze contrastanti (fig. 01). Esso si configura quindi, sempre di più, come un elemento multifunzionale che assume un ruolo strategico nella valutazione della qualità energetica di un edificio. Nella stagione estiva, in condizioni climatiche come quelle dell'area mediterranea, gli apporti solari possono rappresentare anche il 70-80% del fabbisogno energetico complessivo, e proprio in tale periodo dell'anno i componenti trasparenti rappresentano il punto più critico dell'involucro edilizio. Il mancato controllo di questi apporti si traduce non solo in elevati consumi di energia primaria per la climatizzazione estiva, ma influisce negativamente anche sulle condizioni di comfort [1]. In questo contesto è quanto mai necessario individuare opportuni parametri di controllo progettuale per il involucro trasparente, allo scopo di ottimizzare il rapporto tra edificio, radiazione termica e luce.

Illuminazione naturale, fabbisogno energetico e comfort visivo

La luce naturale nelle sue due componenti, diretta e diffusa, rappresenta un elemento progettuale

importantissimo, sia ai fini del contenimento dei consumi energetici per l'illuminazione, sia ai fini del comfort. Il D.M. 26/06/2015 - *Requisiti minimi*, ha reso obbligatoria, per destinazioni d'uso diverse da quella residenziale, anche la verifica delle prestazioni energetiche relative al fabbisogno energetico per l'illuminazione (EP_{ill} , kWh/m²anno). La norma tecnica di riferimento per il calcolo della prestazione energetica per l'illuminazione artificiale è la UNI EN 15193 [2], che introduce una procedura basta sul LENI, un indicatore numerico che tiene conto non solo dell'installazione impiantistica (potenze installate e effettive ore di utilizzo) e della sua gestione e controllo, ma anche del potenziale contributo apportato dalla presenza di luce naturale [3]. In particolare il Fattore di dipendenza della luce naturale, che influisce sul calcolo del LENI, è funzione della quantità di luce naturale entrante nella zona considerata e del tipo di controllo per l'integrazione luce naturale-luce artificiale.

La quantità di luce naturale dipende a sua volta dalle caratteristiche geometriche dell'area considerata e delle aperture verso l'esterno, dalla presenza di eventuali ostruzioni esterne e dalle caratteristiche dei componenti trasparenti (principalmente la percentuale di trasmissione luminosa).

La norma individua quattro classi di penetrazione della luce, che vanno dalla presenza di luce nulla o trascurabile alla penetrazione forte, che sono assegnati in relazione al Fattore di luce diurna una grandezza sintetica e adimensionale che esprime il rapporto tra l'illuminamento che si ha in un punto di un ambiente per effetto di finestre etc. e l'illuminamento che nel medesimo istante si ha su una superficie piana e posta sulla copertura in modo da vedere tutta la volta celeste ma senza irraggiamento solare diretto.

Per valutare l'illuminazione di un intero locale, senza limitarla alla valutazione dell'illuminazione di un unico punto del locale, la normativa utilizza un altro parametro mediato su più punti di misura dell'ambiente interno e cioè il Fattore medio di luce diurna FLDm.

Anche il comfort visivo è condizionato dal Fattore medio di luce diurna, e proprio per questa ragione il D.M. 5/7/75 [4] ha imposto un valore minimo da soddisfare, per gli edifici residenziali, pari al 2%.

La norma UNI 10840 [5], relativa all'edilizia scolastica introduce valori minimi più elevati che raggiungono il 5% per gli Asili nido.

Il Fattore medio di luce diurna è direttamente proporzionale:

- all'area delle aperture finestrate, escluso il telaio;
- al fattore di trasmissione luminosa del vetro nel campo del visibile;
- al fattore finestra (che è condizionato dalla presenza di oggetti esterni ed ostruzioni) ed al suo fattore di riduzione.

Il FLDm è invece inversamente proporzionale:

- all'area complessiva dei diversi elementi che che delimitano l'ambiente (pareti, pavimenti, soffitti, arredi, complementi d'arredo, ecc.);
- ai coefficienti di riflessione luminosa delle superfici che delimitano l'ambiente.

Sono molto importanti dunque le scelte progettuali inerenti il dimensionamento dei componenti trasparenti, che andrebbero fatte in relazione alle caratteristiche degli ambienti da illuminare, e la scelta del tipo di vetro.

Per valutare le prestazioni di una superficie trasparente rispetto al flusso luminoso entrante il parametro più significativo è la trasmissione luminosa TL (%), che rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso trasmesso attraverso la vetrata e il flusso luminoso incidente. Tale parametro, deve essere calcolato in conformità alla norma EN 410 [6].

Radiazione solare e fabbisogno di energia termica: parametri di valutazione

La radiazione solare in ingresso, tuttavia, rappresenta una voce importante anche all'interno del bilancio energetico termico dell'edificio, sia nella stagione invernale che in quella estiva.

Con riferimento al metodo di calcolo del fabbisogno di energia termica contenuto nella Specifica Tecnica UNI/TS 11300-1 [7], la domanda di energia per climatizzazione, $Q_{H,nd}$ (in Inverno) e $Q_{C,nd}$ (in Estate) dell'edificio, è calcolata, su base mensile, in base a un'equazione di bilancio diversa in relazione alla stagione di riscaldamento e di raffrescamento:

Il Fabbisogno ideale di energia termica per riscaldamento $Q_{H,nd}$, rappresenta l'energia richiesta per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto (fissata per legge a 20 °C), e si calcola, per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, come:

$$Q_{H,nd} = Q_{c,tr} + Q_{c,ve} - H_{gn} Q_{int} + Q_{solW}$$

Il Fabbisogno ideale di energia termica per raffrescamento:

$$Q_{C,nd} = Q_{int} + Q_{solW} - c_{ls} Q_{c,tr} + Q_{c,ve}$$

Dove:

$Q_{c,tr}$ e $Q_{c,ve}$ sono gli scambi termici pre trasmissione e ventilazione

Q_{int} e Q_{solW} sono gli apporti gratuiti (termici e solari)
 c_{ls} è il fattore di utilizzazione degli apporti termici,
 H_{gn} è il fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche.

Il fattore di utilizzazione esprime la capacità dell'edificio di sfruttare gli apporti e dipende dall'inerzia termica dell'involucro, e dal rapporto apporti/perdite.

All'interno delle equazioni di bilancio, il termine Q_{solW} rappresenta proprio gli apporti termici dovuti alla radiazione solare che attraversa le superfici trasparenti. Come è facile intuire dalla lettura delle equazioni di bilancio, gli apporti solari attraverso i vetri

rappresentano un contributo importante, che nella stagione invernale dovrebbe essere sfruttato al massimo per compensare le perdite per trasmissione e ventilazione con l'obiettivo di ridurre il fabbisogno di energia termica per riscaldamento. Nella stagione estiva però, quando la temperatura dell'aria esterna è superiore a quella interna, questo contributo si trasforma in un carico termico che si va ad aggiungere al flusso termico entrante per trasmissione e ventilazione.

Per calcolare il flusso termico di origine solare, da inserire all'interno dell'equazione, è necessario moltiplicare tre fattori:

- il fattore di riduzione per ombreggiatura, relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva;
- l'area di captazione solare effettiva, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato;
- l'irradianza solare media mensile, con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale.

L'area di captazione solare effettiva, che rappresenta un elemento progettuale di fondamentale importanza sia per la qualità energetica dell'edificio che per il comfort, dipende a sua volta dal fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili, dall'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra) e dalla trasmittanza di energia solare totale della finestra quando la schermatura solare non è utilizzata.

In particolare la trasmittanza di energia solare totale, che può essere indicata anche come fattore solare (g) (%), è il parametro più utilizzato per esprimere le prestazioni energetiche del vetro rispetto all'irraggiamento solare. E'

una grandezza adimensionale che individua il rapporto tra il flusso totale di energia solare che attraversa la superficie trasparente ed il flusso incidente sullo stesso. I guadagni solari che si generano all'interno dell'edificio attraverso le superfici trasparenti dipendono:

- dalla radiazione solare normalmente disponibile nella località in esame,
- dall'orientamento delle aree di collezione,
- dagli ombreggiamenti fissi (permanenti) e mobili
- dalle dimensioni e dalle caratteristiche delle superfici trasparenti.

La progettazione di questi elementi dovrebbe essere dunque finalizzata a minimizzare il fabbisogno annuale di energia termica dell'edifici [8].

Vincoli legislativi e strategie progettuali per l'involucro trasparente

Alla luce di quanto detto è facile intuire perché la relazione tra trasparenza ed architettura si configura, da sempre, come un rapporto conflittuale.

Una progettazione energeticamente sostenibile dell'involucro trasparente, dovrebbe sempre scaturire da un'attenta analisi preliminare dei molteplici fattori che influiscono sulle prestazioni energetiche e sul comfort nei diversi periodi dell'anno, e dovrebbe essere finalizzata ad raggiungere i seguenti obiettivi (fig. 01):

- ottimizzazione dell'illuminazione naturale (in termini quantitativi) per ridurre il fabbisogno energetico per l'illuminazione;
- ottimizzazione dell'illuminazione naturale (in termini qualitativi) per migliorare il comfort visivo;
- ottimizzazione degli apporti solari nella stagione invernale per ridurre il fabbisogno energetico per riscaldamento;
- controllo degli apporti solari nella stagione estiva per ridurre il fabbisogno energetico per climatizzazione estiva e migliorare il comfort termoigrometrico negli ambienti non climatizzati.

Per quanto attiene il quadro legislativo e normativo relativo alle prestazioni energetiche degli edifici, si è registrata una graduale evoluzione che dalla verifica della sola prestazione energetica invernale, è arrivata alla valutazione della prestazione energetica globale, che tiene conto cioè di tutti gli usi energetici dell'edificio, e quindi anche della climatizzazione estiva e dell'illuminazione (per destinazioni d'uso diverse dal residenziale). A partire dalla Direttiva 2002/91/CE (Energy Performance of Building Directive), che ha posto per prima l'attenzione sulla riduzione dei consumi dovuti alla climatizzazione estiva nei paesi di area mediterranea, sono stati introdotti, nel quadro legislativo italiano di recepimento, degli obblighi relativi al controllo della radiazione solare attraverso le superfici vetrate.

Il D.Lgs 311/06 aveva imposto l'obbligo di sistemi schermanti esterni e, successivamente, il D.P.R. n.59/09 nei casi in cui il progettista dimostrava la non convenienza tecnica e/o economica di sistemi schermanti esterni, imponeva l'utilizzo di vetrate con fattore solare $g \leq 50$ %. L'attenzione era, quindi, rivolta unicamente alla prestazione termica e non all'illuminazione.

Il D.M. 26/06/2015 Requisiti minimi, attuativo della legge 90/2013, che stabilisce i vincoli progettuali per l'Edificio ad Energia quasi zero, ha introdotto un nuovo parametro per valutare le prestazioni del "sistema finestra". Si tratta del fattore di trasmittanza di energia solare totale g_{gl+sh} , che valuta la prestazione congiunta del vetro e dell'eventuale sistema di schermatura mobile, calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata, purché, come precisato dalla specifica tecnica UNI/TS 11300-1 le schermature siano applicate in modo solidale con l'involucro edilizio e non liberamente montabili e smontabili dall'utente.

Sempre nell'ottica di contenere i consumi dovuti alla climatizzazione estiva, lo stesso D.M. ha introdotto un requisito legislativo importante per verificare la capacità dell'involucro trasparente di controllare la radiazione solare entrante nella stagione estiva, relativo all'area solare equivalente estiva per unità di superficie ($A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$).

L'area equivalente estiva $A_{sol,est}$ dell'edificio è la sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k:

$$A_{sol,est} = \sum k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - FF) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} [m^2]$$

dove:

$F_{sh,ob}$: fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva, riferito al mese di luglio;

g_{gl+sh} : trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;

FF: frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$: area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);

$F_{sol,est}$: fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

Per gli interventi di nuova costruzione e per le ristrutturazioni importanti di primo livello l'area solare equivalente estiva per unità di superficie deve risultare minore o uguale a 0,030, per gli edifici ad uso residenziale e minore o uguale a 0,040 per tutti gli altri edifici. Per le ristrutturazioni importanti di secondo livello e per le riqualificazioni energetiche invece è necessario verificare che per le chiusure tecniche trasparenti delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno con orientamento da Est a Ovest e a Sud, il valore del fattore di trasmissione solare totale della componente finestrata, quando la schermatura solare è utilizzata $g_{gl+sh} \leq 0.35$. Al di là dei vincoli legislativi, ai fini della qualità energetica complessiva dell'edificio, nonché del comfort termico e visivo, è opportuno sempre individuare le soluzioni tecnologiche che consentano di ottenere i maggiori benefici su base annuale.

Gli elementi di cui tenere conto sono molteplici e soprattutto sono fortemente interrelati tra loro e dipendenti dalle condizioni climatiche, dal contesto, nonché dagli obiettivi che si intende raggiungere, anche in funzione della destinazione d'uso e delle modalità di occupazione dell'edificio.

L'approccio da seguire varia notevolmente anche in relazione al tipo di intervento sul costruito.

Per la nuova edilizia è sempre opportuno partire da un corretto orientamento e dimensionamento delle superfici trasparenti. Inoltre l'utilizzo di schermature, se ben progettate, può giocare un ruolo determinante ai fini dell'efficienza energetica complessiva su base annuale, consentendo di ridurre gli apporti solari nella stagione estiva, senza penalizzare i guadagni termici in quella invernale.

Per la riqualificazione energetica degli edifici esistenti invece, gli elementi sui quali è possibile intervenire sono alquanto limitati. In questi casi, le caratteristiche della superficie vetrata diventano l'elemento fondamentale per ottimizzare una situazione di partenza che in genere risulta già definita.

Soprattutto nei contesti storici, dove i vincoli architettonici condizionano fortemente il progetto di recupero del bene, il componente trasparente rappresenta talvolta l'unico elemento attraverso il quale migliorare la

performance energetica, attraverso una mediazione tra conservazione e innovazione.

Le scelte dell'elemento "vetro" diventa allora cruciale (fig. 01) e deve essere fatta alla luce di tutti gli elementi progettuali già definiti, senza dimenticare che le prestazioni del componente trasparente devono comunque garantire un adeguato isolamento termico (conforme al D.M. 26/06/2015), ed eventualmente anche acustico, e senza tralasciare gli aspetti relativi alla sicurezza.

La scelta del fattore solare e del fattore di trasmissione luminosa devono quindi essere effettuati in relazione alle altre scelte progettuali, alle condizioni climatiche esterne, e alla destinazione d'uso, valutando l'influenza che determinano sui fabbisogni di energia termica per riscaldamento e per raffrescamento, sul fabbisogno energetico per l'illuminazione e sul comfort visivo.