

Progettare con la luce

Orientarsi con l'informazione: il progetto SOLARIA

testo di/text by Federica Giuliani, Jurji Filieri

federica.giuliani@unitus.it - jurji.filieri@unitus.it / University of Tuscia, Italy

Designing with light. Finding your way with information: the SOLARIA project.

Introduction

Daylight has always been a crucial element in architectural design. Its value in defining spatial quality is an essential part of conscious design, capable of creating environments that meet aesthetic, functional and psychophysical needs. Today, however, policies for adapting to climate change and promoting environmental sustainability require not only that the relationship between daylight and architecture be enhanced but, above all, that its lighting effects be intentionally controlled through targeted and systematic use. All this falls within the scope of daylighting design (Baker & Steemers, 2014). This design approach involves a careful and conscious study of lighting phenomena, focusing on three interconnected and fundamental aspects: energy saving (Comité Européen de Normalisation, 2017; Lo Verso & Pellegrino, 2019), visual comfort (Society of Light and Lighting, 2014; Boyce, 2014) and health related to the non-visual effects of light on the human circadian rhythm (Figueiro et al., 2019; Altomonte, 2008; Rea & Figueiro, 2018; Busatto et al., 2020). Confirming its importance, standard EN 17037, *Daylighting in Buildings* (European Committee for Standardisation, 2018), is the first harmonised European standard dedicated entirely to the design and assessment of daylight in buildings. The standard provides a unified techni-

Introduzione

La luce naturale rappresenta da sempre uno degli elementi imprescindibili della progettazione architettonica. Il suo valore nella definizione della qualità spaziale è parte essenziale di una progettazione consapevole, in grado di creare ambienti che rispondano a esigenze estetiche, funzionali e psicofisiche. Oggi però le politiche di adattamento ai cambiamenti climatici e di sostenibilità ambientale stanno richiedendo non soltanto di valorizzare il rapporto luce naturale-architettura, ma soprattutto di governarne intenzionalmente gli effetti luminosi attraverso un uso mirato e sistemico. Tutto questo ricade nel *daylighting design* (Baker & Steemers, 2014). Tale approccio progettuale implica uno studio attento e consapevole dei fenomeni luminosi intervenendo su tre aspetti interconnessi e fondamentali: il risparmio energetico (Comité Européen de Normalisation, 2017; Lo Verso & Pellegrino, 2019), il comfort visivo (Society of Light and Lighting, 2014; Boyce, 2014) e la salute legata agli effetti non visivi della luce sul ritmo circadiano umano (Figueiro et al., 2019; Altomonte, 2008; Rea & Figueiro, 2018; Busatto et al., 2020). A conferma della sua importanza, la norma EN 17037, *Daylighting in Buildings* (Comité Européen de Normalisation, 2018), rappresenta il primo standard armonizzato a livello europeo dedicato interamente alla progettazione e valutazione della luce naturale negli edifici. La norma fornisce un quadro tecnico unitario per definire livelli minimi e ottimali di illuminazione diurna, vista verso l'esterno, accesso alla luce solare diretta e controllo dell'abbagliamento. Tuttavia, nonostante le evidenze positive sul ruolo strategico della luce naturale per architettura e ambiente, permane una profonda lacuna conoscitiva da parte dei progettisti. Numerosi studi evidenziano come le pratiche progettuali si basino ancora prevalentemente su regole empiriche e sull'esperienza, relegando l'uso di strumenti valutativi avanzati alle fasi più avanzate del progetto (Reinhart & Fitz, 2006; Galasiu & Reinhart, 2008). La diffusione dell'approccio *Climate-Based Daylight Modelling* (CBDM), che permette un'analisi più accurata della luce su base simulativa, è ancora poco consolidata (Brembilla, (2020). Inoltre, anche rispetto all'integrazione tra luce naturale e artificiale mediante sistemi intelligenti (sensori di presenza, dimmer, ecc.), perdura una scarsa conoscenza e mancano dati affidabili sulle reali prestazioni energetiche (Dubois et al., 2015; Bellia et al., 2016; Beccali et al., 2018). A questo quadro si aggiungono i risultati del progetto DAYKE (*Daylighting Knowledge in Europe*), che ha evidenziato un livello di preparazione estremamente basso sulle tematiche del *daylighting* tra gli studenti delle facoltà di architettura e ingegneria in Europa (Giuliani et al., 2021; Lo Verso et al., 2021; Giuliani et al., 2022). Si delinea quindi da un lato un interesse crescente per il *daylighting design* ma dall'altro lato, le conoscenze specialistiche non stanno crescendo di pari passo. Ciò ha stimolato la nascita di iniziative internazionali orientate a colmare il

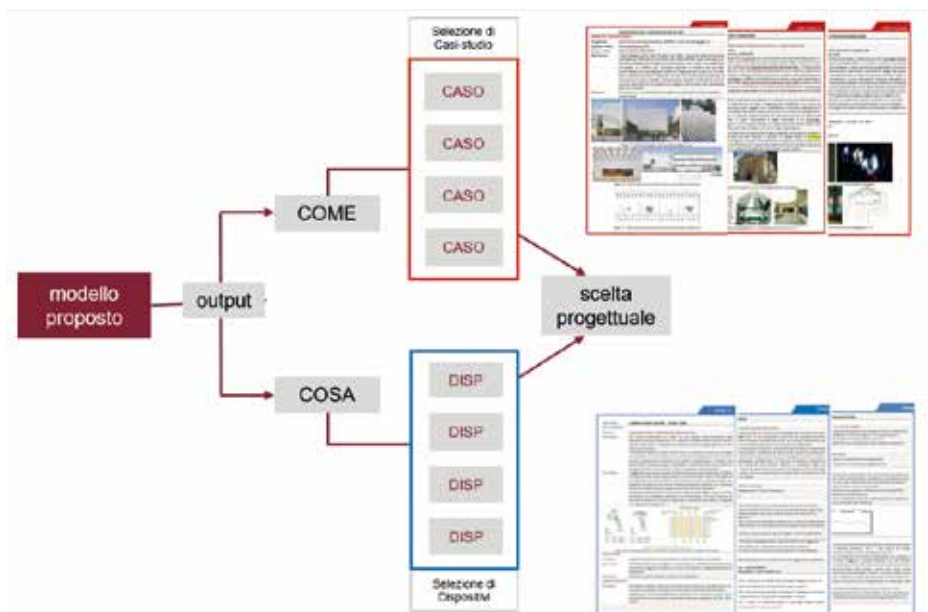
cal framework for defining minimum and optimal levels of daylighting, views to the outside, access to direct sunlight and glare control. However, despite the positive evidence on the strategic role of daylight in architecture and the environment, a profound knowledge gap remains among designers. Numerous studies indicate that design practices are still primarily based on empirical rules and experience, relegating the use of advanced assessment tools to later stages of the project (Reinhart & Fitz, 2006; Galasiu & Reinhart, 2008). The adoption of the Climate-Based Daylight Modelling (CBDM) approach, which enables a more accurate analysis of light on a simulation basis, remains relatively underdeveloped (Brembilla, 2020). Furthermore, even regarding the integration of natural and artificial light through intelligent systems (presence sensors, dimmers, etc.), there remains a lack of knowledge and reliable data on actual energy performance (Dubois et al., 2015; Bellia et al., 2016; Beccali et al., 2018). This picture is further enhanced by the results of the DAYKE (Daylighting Knowledge in Europe) project, which revealed an extremely low level of preparation for daylighting issues among architecture and engineering students in Europe (Giuliani et al., 2021; Lo Verso et al., 2021; Giuliani et al., 2022). On the one hand, there is a growing interest in daylighting design, but on the other hand, specialist knowledge is not growing at the same pace. This has stimulated the emergence of international initiatives aimed at bridging the gap between research, teaching and practice. Projects such as NLITED (New Level of Integrated TEchniques for Daylighting Education) are helping to structure accessible and up-to-date educational content that promotes a new culture of daylighting in the training of designers (Gentile et al., 2022; Nesi, 2009). However, it remains essential to consider how daylighting design can be integrated into architectural practice, moving beyond the tendency to verify standards or performance requirements and towards a more holistic approach that can accompany, inspire, and guide choices, helping to define the spatial, environmental, and perceptual quality of architecture.

What information is needed for the conscious use of daylight in architectural design?

Contemporary architectural design is increasingly moving towards informed design models, in which design decisions are supported by technical data, simulations and performance metrics (Morabito, 2004; Marrone & Morabito, 2008). Daylighting design also fits into this logic, presenting itself as a discipline based on quantitative and predictive approaches. However, it is

Schema del modello SOLARIA: da una richiesta progettuale, il sistema genera due output informativi - strategie spaziali (COME) tramite casi studio e dispositivi tecnici (COSA) tramite schede descrittive - per supportare scelte progettuali consapevoli con riferimenti qualitativi e operativi

/ SOLARIA model outline: based on a design request, the system generates two types of information — spatial strategies (HOW) through case studies and technical devices (WHAT) through descriptive sheets — to support informed design choices with qualitative and operational references



divario tra ricerca, didattica e pratica. Progetti come NLITED (*New Level of Integrated TEchniques for Daylighting Education*) stanno contribuendo a strutturare contenuti educativi accessibili e aggiornati, capaci di promuovere una nuova cultura del *daylighting* nella formazione dei progettisti (Gentile et al., 2022; Nesi, 2009). Rimane però una riflessione importante su come il *daylighting design* possa essere integrato nella pratica della progettazione architettonica superando la tendenza alla verifica di standard o requisiti prestazionali, ma di orientarsi verso un approccio più olistico che possa accompagnare, ispirare e orientare le scelte, contribuendo a definire la qualità spaziale, ambientale e percettiva dell'architettura.

Quali informazioni per un uso consapevole della luce naturale nella progettazione architettonica?

La progettazione architettonica contemporanea tende sempre più a orientarsi verso modelli di progettazione informata, in cui le decisioni progettuali sono supportate da dati tecnici, simulazioni e metriche prestazionali (Morabito, 2004; Marrone & Morabito, 2008). Anche il *daylighting design* si inserisce in questa logica, proponendosi come disciplina fondata su approcci quantitativi e predittivi. Tuttavia, proprio in questo ambito, emerge con forza un dilemma progettuale fondamentale: come conciliare l'uso dell'informazione tecnica con una reale consapevolezza progettuale della luce naturale, soprattutto in quelle fasi preliminari dove si determinano le condizioni di accesso, orientamento e distribuzione della luce all'interno dello spazio architettonico. Sebbene progettare con l'informazione rappresenti una scelta oggi improrogabile — poiché permette di controllare l'efficienza e la qualità ambientale — non è sufficiente, da sola, a garantire un progetto significativo dal punto di vista percettivo, simbolico e spaziale. Come sottolineato da Marrone e Morabito (Wurman, 1991), l'informazione tecnica va selezionata, organizzata e interpretata criticamente per trasformarsi in progetto: se non mediata da un pensiero progettuale contestuale e creativo, essa rischia di generare soluzioni meccaniche, tecnocratiche e standardizzate. Nel *daylighting design* un approccio basato esclusivamente su dati numerici può portare a verificare soglie di conformità luminosa senza comprendere appieno l'interazione tra luce, spazio e percezione. La progettazione finisce così per limitarsi a “misurare” la luce, senza realmente “progettarla”. Si crea una frattura tra conoscenza tecnica e progettuale, proprio nel momento in cui le scelte relative alla luce naturale — soprattutto in fase preliminare — sono determinanti per l'identità, il comfort e la sostenibilità dell'intero edificio. Questo dilemma è ulteriormente complicato dalla sovrabbondanza di dati che caratterizza la pratica progettuale contemporanea. La *information overload* (Giuliani et al., 2025) indica una condizione in cui l'eccesso di informazioni può generare ansia cognitiva, paralisi decisionale e incapacità di operare scelte progettuali realmente consapevoli. Nell'ambito specifico del *daylighting*, questa condizione si manifesta in vari modi: da un lato, attraverso l'accumulo di simulazioni, normative e standard prestazionali, che non sempre si traducono in strumenti realmente efficaci per orientare le decisioni

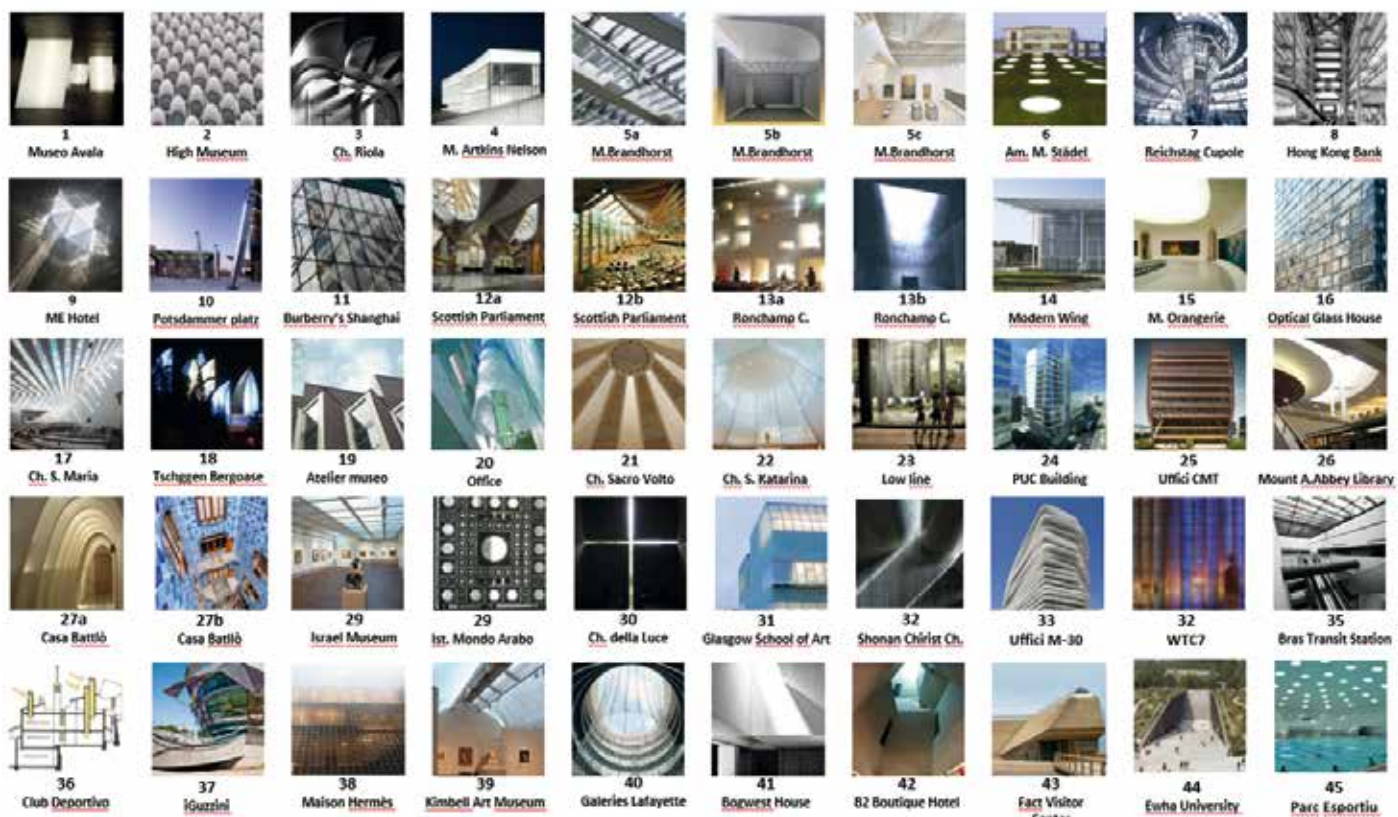
sotto/below: Esempi di casi studio del repertorio "COME" di SOLARIA: una griglia eterogenea di progetti internazionali che mostrano strategie per il controllo della luce naturale tramite soluzioni architettoniche mirate (tagli, filtri, orientamenti, dispositivi, relazioni spaziali). La varietà tipologica e geografica offre una base com-

parativa utile al progettista. Ogni caso è documentato da una scheda che ne sintetizza contesto, strategia luminosa ed effetti spaziali / Case study examples from SOLARIA's "COME" repertoire: a diverse range of international projects showcasing strategies for controlling natural light through targeted architectural solutions (cuts, filters, orienta-

tions, devices, spatial relationships). The typological and geographical variety provides a useful basis for comparison for designers. Each case is documented by a file summarising the context, lighting strategy and spatial effects

precisely in this area that a fundamental design dilemma emerges: how to reconcile the use of technical information with genuine design awareness of daylight, especially in the preliminary stages where the conditions for access, orientation, and distribution of light within the architectural space are determined. Although designing with information is now an unavoidable choice, as it allows for the control of efficiency and environmental quality, it is not sufficient on its own to guarantee a project that is meaningful from a perceptual, symbolic and spatial point of view. As pointed out by Marrone and Morabito (Wurman, 1991), technical information must be selected, organised, and critically interpreted in order to be transformed into a design. If not mediated by contextual and creative design thinking, it risks generating mechanical, technocratic, and standardised solutions. In daylighting design, an approach based exclusively on numerical data can lead to the verification of lighting compliance thresholds without fully understanding the interaction between light, space and perception. The design thus ends up being limited to "measuring" light without actually "designing" it. A gap is created between technical and design knowledge, precisely at a time when choices relating to daylight — especially in the preliminary phase — are crucial for the identity, comfort and sustainabil-

progettuali; dall'altro, per l'assenza di strumenti capaci di trasformare queste informazioni in strategie spaziali coerenti e integrate, in grado di includere anche la dimensione percettiva, simbolica e culturale della luce. A ciò si aggiunge una crescente tendenza alla standardizzazione delle risposte progettuali, che rischia di produrre ambienti omologati, privi di articolazione luminosa e insensibili al contesto. La luce naturale, in questo scenario, viene spesso trattata come una semplice variabile tecnica da ottimizzare, piuttosto che come una materia viva e compositiva da governare fin dalle prime fasi del progetto. Per superare questi limiti, è necessario affiancare alla dimensione quantitativa dell'informazione un approccio che sappia integrare diversi livelli di conoscenza. Occorrono, infatti, riferimenti qualitativi tratti da esempi progettuali efficaci, in grado di mostrare come la luce naturale possa modellare lo spazio, influenzare la percezione e contribuire al benessere. Servono inoltre informazioni tecniche contestuali, relative a dispositivi per la captazione e modulazione della luce, valutati in base ai vincoli architettonici e alla compatibilità con le specifiche esigenze progettuali. Infine, è fondamentale disporre di analisi qualitative capaci di restituire una visione più complessa dell'effetto della luce sugli spazi, considerando la sua relazione con i materiali, le dinamiche temporali e la percezione ambientale. Oggi la vera sfida risiede nella selezione e nella gestione critica del tipo di informazione necessaria: un uso non controllato dei dati tecnici rischia di generare soluzioni standardizzate, tecnocratiche e prive di reale consapevolezza progettuale, compromettendo proprio gli obiettivi qualitativi, percettivi e ambientali che il *daylighting design* dovrebbe garantire (Marrone & Morabito, 2008; Giuliani et al., 2025). In questo scenario si colloca il progetto SOLARIA (Sistema Operativo di supporto alle scelte progettuali per LA progettazione ARchitettonica basata sull'Intelligenza Artificiale), che propone di incrementare il sapere progettuale attraverso uno strumento critico, operativo e ispirativo, capace di restituire centralità alla luce naturale e stimolare un design più sostenibile e umano-centrico. Nei paragrafi successivi saranno analizzate le tipologie di informazione necessarie per un *daylighting design* consapevole, le criticità attuali, e il contributo metodologico e operativo che SOLARIA può offrire in questo ambito (Cama et al., 2007). A differenza degli strumenti attualmente più diffusi nel campo del *daylighting design* — come *ClimateStudio*, *DIVA for Rhino* o *LightSolve* (Santos et al., 2022; Jakubiec & Reinhart, 2011; Andersen et al., 2008; Andersen et al., 2013) — focalizzati su simulazioni prestazionali e processi quantitativi, SOLARIA si configura come uno strumento non deterministico e ispirazionale. Il suo obiettivo è accompagnare



Scheda caso studio “COME” – Museo Archeologico di Álava. Parte del repertorio SOLARIA, la scheda mostra come il museo di Vitoria-Gasteiz integra la luce naturale con soluzioni architettoniche mirate, adattandola alle funzioni spaziali. Contiene descrizione dell'edificio, strategie luminose,

dispositivi, effetti percettivi e riferimenti. L'obiettivo è offrire una sintesi utile e trasferibile per il daylighting design / Case study sheet “HOW” – Archaeological Museum of Álava. Part of the SOLARIA repertoire, the sheet shows how the museum in Vitoria-Gasteiz integrates natural light with targeted

architectural solutions, adapting it to the spatial functions. It contains a description of the building, lighting strategies, devices, perceptual effects and references. The aim is to provide a valuable and transferable summary for daylighting design

ity of the entire building. This dilemma is further complicated by the overabundance of data that characterises contemporary design practice. Information overload (Giuliani et al., 2025) refers to a condition in which an excess of information can generate cognitive anxiety, decision paralysis and an inability to make truly informed design choices. In the specific field of daylighting, this condition manifests itself in various ways: on the one hand, through the accumulation of simulations, regulations and performance standards, which do not always translate into truly effective tools for guiding design decisions; on the other hand, through the absence of tools capable of transforming this information into coherent and integrated spatial strategies that also include the perceptual, symbolic and cultural dimensions of light. Added to this is a growing trend towards standardisation of design responses, which risks producing homogenised environments that lack light articulation and are insensitive to their context. In this scenario, daylight is often treated as a simple technical variable to be optimised rather than as a living, compositional material to be managed from the earliest stages of the project. To overcome these limitations, the quantitative dimension of information must be accompanied by an approach that integrates different levels of knowledge. Qualitative references are needed from effective design examples that demonstrate how daylight can shape space, influence perception, and contribute to overall well-being. Contextual technical information is also required for devices that capture and modulate light, evaluated based on architectural constraints and compatibility with specific design requirements. Finally, it is essential to have qualitative analyses capable of providing a more complex view of the effect of light on spaces, considering its relationship with materials, temporal dynamics and environmental perception. Today, the real challenge lies in the selection and critical management of the type of information required: uncontrolled use of technical data risks generating standardised, technocratic solutions that lack real design awareness, compromising the very qualitative, perceptual and environmental objectives that daylighting design should guarantee (Marrone & Morabito, 2008; Giuliani et al., 2025). This is the context for the SOLARIA project (Operating System to support design choices for Architectural design based on Artificial Intelligence), which aims to enhance design knowledge through a critical, operational, and inspirational tool capable of restoring the central role of daylight and stimulating more sustainable and human-centric design. The following paragraphs will analyse the types of



il processo progettuale attraverso un sistema di raccomandazione basato su *Natural Language Processing* (NLP) e *Case-Based Reasoning* (CBR), fondato su una doppia banca dati (COME/COSA) che fornisce riferimenti progettuali e tecnologici selezionati. Questa impostazione rende possibile una fruizione più narrativa e riflessiva delle informazioni tecniche, valorizzando la luce naturale come leva progettuale in chiave sostenibile, e colmando il divario tra conoscenza teorica, simulazione e intuizione progettuale.

Il progetto SOLARIA

SOLARIA nasce con l'obiettivo di colmare le lacune emerse nella pratica del *daylighting design* contemporaneo. In particolare, si propone di offrire uno strumento di supporto decisionale (*Decision Support System*, DSS) capace di orientare i progettisti nella selezione critica di strategie e dispositivi per una migliore integrazione della luce naturale nelle fasi preliminari della progettazione. A differenza dei tradizionali software di simulazione o dei database tecnici, SOLARIA adotta un approccio basato sull'informazione qualitativa e sull'ispirazione progettuale. Il sistema non fornisce calcoli prestazionali né simulazioni numeriche, ma organizza il sapere progettuale in forma strutturata, restituendo al progettista un insieme di riferimenti utili, contestuali e attivabili nel ragionamento creativo. La metodologia si ispira all'*Evidence-Based Design* (EBD) e del *Case-Based Reasoning* (CBR): l'idea è che decisioni migliori possano essere prese sulla base di evidenze raccolte da progetti precedenti e adattate criticamente al caso specifico (Morabito et al., 2010; Morabito et al., 2013). Il sistema restituisce due tipi di informazioni progettuali:

- COME intervenire (Database delle strategie): raccoglie esempi di strategie spaziali e architettoniche per il potenziamento della luce naturale, tratti da casi studio reali e significativi.
- COSA utilizzare (Database dei dispositivi): cataloga soluzioni tecniche, dispositivi di trasporto e modulazione della luce (come tubi solari, *light shelves*, specchi solari), fornendo indicazioni operative sul loro impiego e integrazione nei progetti.

Il cuore operativo del DSS è alimentato da algoritmi di intelligenza artificiale non-generativa, che guida il progettista attraverso un'interfaccia a *query*. Le *query* rappresentano il punto di ingresso: l'utente descrive il proprio contesto progettuale in termini spaziali, funzionali, ambientali o vincolistici. Il funzionamento di SOLARIA si fonda quindi sull'interazione tra le esigenze progettuali espresse dall'utente e l'estrazione di informazioni rilevanti dai database. In questo modo, SOLARIA intende restituire centralità al *daylighting design* nella pratica progettuale, offrendo uno strumento concreto per superare la frammentazione delle informazioni e supportare scelte progettuali più consapevoli, contestuali e innovative.

SOLARIA come supporto alle scelte progettuali

Nel panorama degli strumenti digitali per l'architettura, SOLARIA si posiziona come uno strumento a supporto del pensiero progettuale, piuttosto che in sua sostituzione. Il sistema non nasce come piattaforma di verifica, né come software di simulazione, ma come ambiente informativo pensato per aumentare la capacità decisionale del progettista, accompagnandolo in una fase decisiva del processo: quella in cui si definiscono i fondamenti spaziali, compositivi e ambientali del progetto. La caratteristica principale di SOLARIA è l'uso dell'intelligenza artificiale *human-center*, aumentativa,

sotto/below: Classificazione dei dispositivi nel repertorio "COSA". Lo schema classifica i dispositivi per la luce naturale secondo il principio fisico prevalente (riflessione, rifrazione, fibra ottica). Ogni categoria comprende elementi tecnici illustrati in sezione e con etichetta. La classificazione aiuta

a selezionare soluzioni adatte al contesto progettuale, facilitando l'esplorazione nel daylighting design / Classification of devices in the 'WHAT' catalogue. The diagram classifies natural lighting devices according to the prevailing physical principle (reflection, refraction, fibre optics). Each category

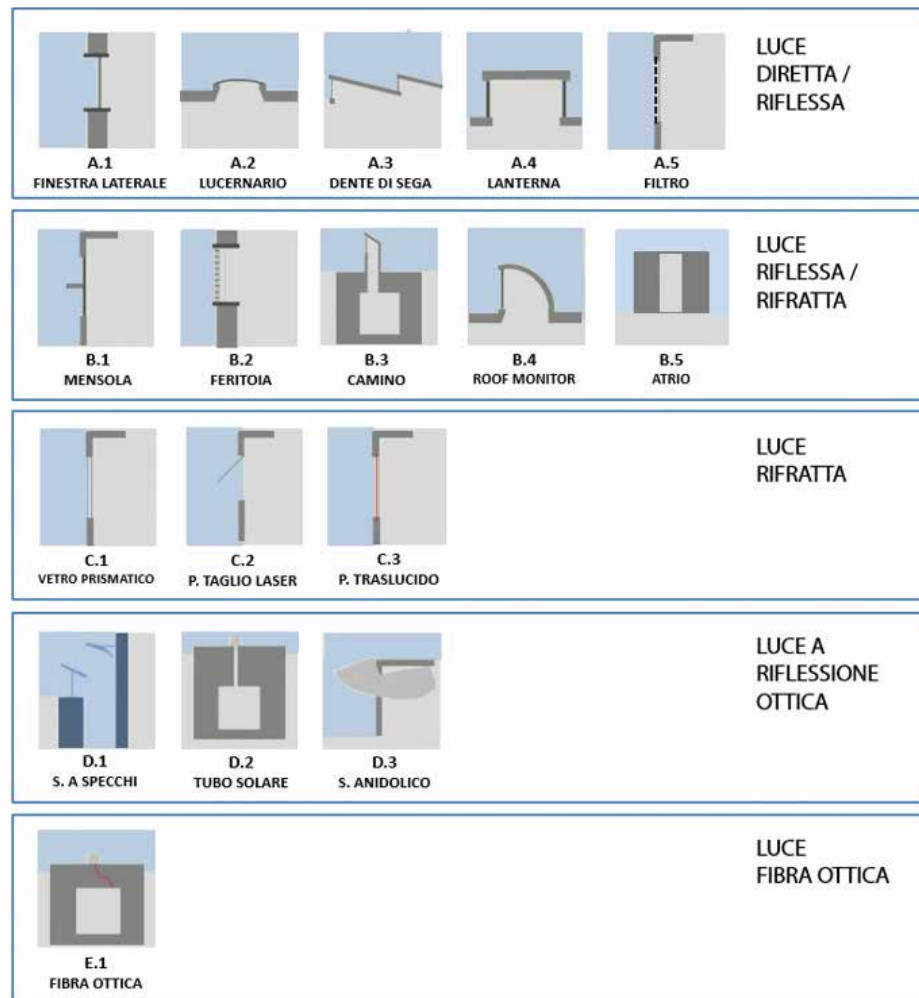
includes technical elements illustrated in a section and labelled. The classification helps to select solutions suitable for the design context, facilitating exploration in daylighting design

information necessary for conscious daylighting design, the current critical issues, and the methodological and operational contribution that SOLARIA can offer in this field (Cama et al., 2007). Unlike the tools currently most widely used in the field of daylighting design – such as ClimateStudio, DIVA for Rhino or LightSolve (Santos et al., 2022; Jakubiec & Reinhart, 2011; Andersen et al., 2008; Andersen et al., 2013) – which focus on performance simulations and quantitative processes, SOLARIA is a non-deterministic and inspirational tool. Its goal is to accompany the design process through a recommendation system based on Natural Language Processing (NLP) and Case-Based Reasoning (CBR), founded on a dual database (HOW/WHAT) that provides selected design and technological references. This approach enables a more narrative and reflective use of technical information, highlighting daylight as a sustainable design lever and bridging the gap between theoretical knowledge, simulation, and design intuition.

The SOLARIA project

SOLARIA was created to fill the gaps that have emerged in contemporary daylighting design practice. In particular, it aims to provide a decision support tool (Decision Support System, DSS) that guides designers in the critical selection of strategies and devices for better integration of daylight during the preliminary design stages. Unlike traditional simulation software or technical databases, SOLARIA adopts an approach based on qualitative information and design inspiration. The system does not provide performance calculations or numerical simulations. However, it organises design knowledge in a structured form, providing the designer with a set of useful, contextual references that can be activated in the creative process. The methodology is inspired by Evidence-Based Design (EBD) and Case-Based Reasoning (CBR), where the idea is that better decisions can be made by gathering evidence from previous projects and critically adapting it to the specific case (Morabito et al., 2010, 2013). The system provides two types of design information:

- HOW to intervene (Strategy Database): collects examples of spatial and architectural strategies for enhancing daylight, taken from genuine and significant case studies.
- WHAT to use (Device Database): catalogues technical solutions, transport and light modulation devices (such as solar tubes, light shelves, and solar mirrors), providing operational guidance on their use and integration into projects.



non generativa. A differenza degli strumenti di AI generativa, che tendono a produrre contenuti nuovi su base automatica, SOLARIA impiega l'intelligenza artificiale per estrarre, filtrare, connettere e rendere attivabili informazioni esistenti. Grazie a un sistema basato su *Natural Language Processing* (NLP) e tecniche di *machine learning* supervisionato, l'utente può esprimere una domanda progettuale complessa e ricevere una risposta che non costituisce una soluzione definitiva, ma un insieme di riferimenti strutturati — selezionati con coerenza e rilevanza rispetto al contesto descritto (Cama et al., 2007). Questa impostazione riflette un cambiamento di paradigma: non si tratta di automatizzare la scelta, ma di restituire densità informativa e orientamento critico in un momento in cui il progettista è chiamato a prendere decisioni strategiche rispetto alla luce naturale. L'*output* del sistema — basato su due nuclei informativi distinti ma complementari, il "COME" (strategie progettuali) e il "COSA" (dispositivi e tecnologie) — costituisce una base di partenza per un processo di riflessione autonoma del progettista, in cui l'esperienza, la sensibilità e il contesto specifico assumono un ruolo decisivo. La strategicità di SOLARIA risiede proprio nella sua capacità di operare come mediatore tra due livelli di sapere: da un lato, l'evidenza costruita attraverso progetti già realizzati e catalogati (logica dell'*Evidence-Based Design*); dall'altro, l'adattabilità dei contenuti rispetto a problemi nuovi e situati (logica del *Case-Based Reasoning*). Questo consente al progettista di muoversi in un territorio complesso come quello del *daylighting design*, senza cadere nella standardizzazione né nell'approccio puramente prestazionale. SOLARIA agisce quindi come catalizzatore di saperi progettuali. La sua utilità non va misurata in termini di precisione numerica o di output ottimizzato, ma nella sua capacità di attivare riflessioni, connessioni e scelte informate in un ambito che richiede equilibrio tra tecnica, percezione e cultura progettuale. In tal senso, il sistema si pone come uno strumento strategico, in grado di sostenere il *daylighting design* non solo come disciplina tecnica, ma come parte viva del progetto architettonico, radicata nel contesto e aperta alla sperimentazione.

Esempio di scheda "COSA" – Camino solare (Light Chimney). La scheda descrive funzionamento, prestazioni e usi del camino solare per diffondere luce naturale. Strutturata in sezioni (descrizione, principio, prestazioni, pro e contro, consigli, casi studio), offre

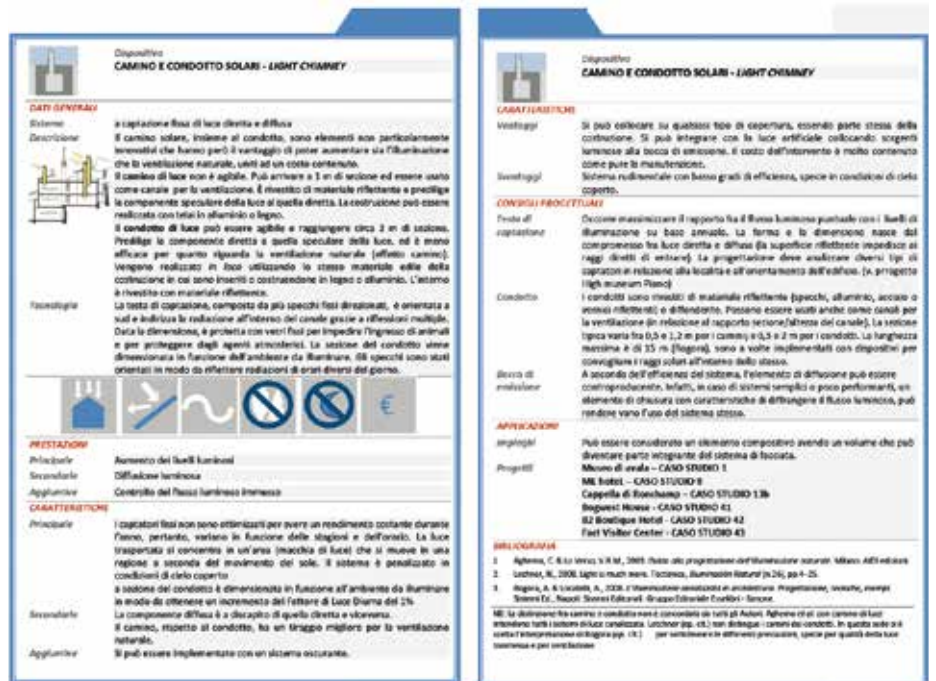
uno strumento sintetico per valutare e integrare il dispositivo nel daylighting design / Example of a "WHAT" sheet – Solar chimney (Light Chimney). The sheet describes the operation, performance and uses of the solar chimney for diffusing natural light. Struc-

tured into sections (description, principle, performance, pros and cons, recommendations, case studies), it provides a concise tool for evaluating and integrating the device into daylighting design.

The operational heart of the DSS is powered by non-generative artificial intelligence algorithms, which guide the designer through a query interface. Queries are the entry point: the user describes their design context in terms of spatial, functional, environmental, or constraint aspects. SOLARIA's operation is, therefore, based on the interaction between the design requirements expressed by the user and the extraction of relevant information from databases. In this way, SOLARIA aims to restore the central role of daylighting design in design practice, offering a concrete tool to overcome the fragmentation of information and support more informed, contextual and innovative design choices.

SOLARIA as a support for design choices

In the landscape of digital tools for architecture, SOLARIA is positioned as a tool to support design thinking rather than replace it. The system was not created as a verification platform or simulation software but as an information environment designed to enhance the decision-making capacity of the designer, accompanying them in a crucial phase of the process: the one in which the spatial, compositional, and environmental foundations of the project are defined. The main feature of SOLARIA is its use of human-centred, augmentative, non-generative artificial intelligence. Unlike generative AI tools, which tend to produce new content automatically, SOLARIA uses artificial intelligence to extract, filter, connect and activate existing information. Thanks to a system based on Natural Language Processing (NLP) and supervised machine learning techniques, the user can express a complex design question and receive a response that is not a definitive solution but a set of structured references — selected with consistency and relevance to the context described (Cama et al., 2007). This approach reflects a paradigm shift: it is not about automating choice but about restoring information density and critical orientation at a time when designers are called upon to make strategic decisions regarding daylight. The output of the system — based on two distinct but complementary cores of information, the "HOW" (design strategies) and the "WHAT" (devices and technologies) — constitutes a starting point for a process of independent reflection by the designer, in which experience, sensitivity and the specific context play a decisive role. The strategic nature of SOLARIA lies precisely in its ability to act as a mediator between two levels of knowledge: on the one hand, the evidence built up through projects that have already been completed and catalogued (evidence-based design logic); on



Conclusioni

Nonostante la luce naturale sia da tempo riconosciuta come componente fondamentale dell'architettura, nella pratica corrente continua a essere trattata più come un vincolo da controllare che come una risorsa progettuale da valorizzare. SOLARIA nasce a partire da questa discrepanza, con l'obiettivo di restituire alla luce un ruolo strutturante nel processo progettuale e di rafforzare la capacità critica dei progettisti, soprattutto in quelle fasi iniziali in cui si definiscono le condizioni spaziali, ambientali e compositive del progetto. Il contributo di SOLARIA non si esaurisce nella capacità di fornire informazioni tecniche o riferimenti progettuali, ma si misura nella possibilità di attivare un modo diverso di leggere e trattare la luce. Attraverso un sistema informativo basato su AI non-generativa e su logiche *evidence-* e *case-based*, il progetto stimola un'interazione riflessiva con la materia luminosa, sostenendo il progettista nell'orientamento tra strategie, dispositivi e contesti d'uso. Ciò che il sistema restituisce non è una soluzione, ma un terreno di possibilità su cui esercitare il giudizio progettuale. In questo senso, il valore di SOLARIA sta nella sua capacità di strutturare la complessità: non riducendola, ma rendendola leggibile, navigabile, e trasformabile in decisione progettuale. Una decisione che, nel campo del *daylighting*, non può prescindere da una visione che tenga insieme tecnica, percezione, uso e qualità dello spazio. Progettare con la luce oggi significa, più che mai, progettare con l'informazione. Ma con un'informazione che sia selezionata, contestualizzata e resa attiva — e che, soprattutto, non perda di vista la dimensione spaziale, ambientale e culturale della progettazione architettonica. SOLARIA si propone come uno strumento per accompagnare questo processo, contribuendo a una cultura della luce più consapevole, situata e capace di generare qualità.

the other, the adaptability of content to new and specific problems (case-based reasoning logic). This allows the designer to navigate the complex territory of daylighting design without falling into standardisation or a purely performance-based approach. SOLARIA, therefore, acts as a catalyst for design knowledge. Its usefulness should not be measured in terms of numerical accuracy or optimised output but in its ability to stimulate reflection, connections, and informed choices in a field that requires a balance between technology, perception, and design culture. In this sense, the system serves as a strategic tool, capable of supporting daylighting design not only as a technical discipline but also as a living part of the architectural project, rooted in its context and open to experimentation.

Conclusions

Although daylight has long been recognised as a fundamental component of architecture, in current practice, it continues to be treated more as a constraint to be controlled than as a design resource to be exploited. SOLARIA was born out of this discrepancy to restore light to its structuring role in the design process and strengthen the critical capacity of designers, especially in the initial stages when the spatial, environmental and compositional conditions of the project are defined. SOLARIA's contribution is not limited to providing technical information or design references but lies in its ability to activate a different way of reading and treating light. Through an information system based on non-generative AI and evidence- and case-based logic, the project stimulates a reflective interaction with the luminous material, supporting the designer in navigating strategies, devices and contexts of use. What the system provides is not a solution but a field of possibilities on which to exercise design judgment. In this sense, the value of SOLARIA lies in its ability to structure complexity: not by reducing it, but by making it readable, navigable and transformable into design decisions. In the field of daylighting, such decisions cannot be made without a vision that brings together technology, perception, use and quality of space. Designing with light today means, more than ever, designing with information. However, with information that is selected, contextualised and made active — and, above all, that does not lose sight of the spatial, environmental and cultural dimensions of architectural design. SOLARIA is a tool to support this process, contributing to a more conscious and situated culture of light that is capable of generating quality.

References

- Altomonte, S. (2008). Daylight for energy savings and psycho-physiological well-being in sustainable built environments. *Journal of Sustainable Development*, 1(1), 3–16.
- Andersen, M., Gagne, J. M. L., & Kleindienst, S. (2013). Interactive expert support for early stage full-year daylighting design: A user's perspective on Lightsolve. *Automation in Construction*, 35, 338–352. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.014>
- Andersen, M., Kleindienst, S., Yi, L., Lee, J., Bodart, M., & Cutler, B. (2008). Informing daylighting design with the Lightsolve approach: Why and how. In *Proceedings of the 25th Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA)* (pp. 1–6). University College Dublin.
- Baker, N., & Steemers, K. (2014). *Daylight design of buildings*. Routledge.
- Beccali, M., Bonomolo, M., Ciulla, G., & Lo Brano, V. (2018). Assessment of indoor illuminance and study on best photosensors' position for design and commissioning of daylight linked control systems: A new method based on artificial neural networks. *Energy*, 154, 466–476.
- Bellia, L., Fragliasso, F., & Stefanizzi, E. (2016). Why are daylight-linked controls (DLCs) not so spread? A literature review. *Building and Environment*, 106, 301–312.
- Boyce, P. R. (2014). *Human factors in lighting* (3rd ed.). CRC Press.
- Brembilla, E. (2020). *Applicability of climate-based daylight modelling* (Doctoral dissertation, Loughborough University).
- Busatto, N., Dalla Mora, T., Peron, F., & Romagnoni, P. (2020). Application of different circadian lighting metrics in a health residence. *Journal of Daylighting*, 7, 13–24.
- Cama, R., Herbert, C. L., Mare, G. C., & Zimring, C. (2007). *Dublin Methodist Hospital: Applying evidence-based design in a race to revolutionise healthcare*. Healthcare Design.
- Comité Européen de Normalisation. (2017). *Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Specifications, Module M9*. Brussels: European Committee for Standardization.
- Comité Européen de Normalisation. (2018). *EN 17037:2018 – Daylight in buildings*. Brussels: European Committee for Standardization.
- Dubois, M.-C., Bisegna, F., Gentile, N., Knoop, M., Matusiak, B., Osterhaus, W., & Tetri, E. (2015). Retrofitting the electric lighting and daylighting systems to reduce energy use in buildings: A literature review. *Energy Research Journal*, 6, 25–41.
- Figueiro, M. G., Kalsher, M., Steverson, B. C., Heerwagen, J., Kampschroer, K., & Rea, M. S. (2019). Circadian-effective light and its impact on alertness in office workers. *Lighting Research & Technology*, 51(2), 171–183.
- Galasiu, A. D., & Reinhart, C. F. (2008). Current daylighting design practice: A survey. *Building Research & Information*, 36(2), 159–174.
- Gentile, N., Giuliani, F., Khanie, M. S., & Sokó, N. (2022). A shared curriculum for daylighting education to meet the educational needs of society. In *PLEA 2022 Santiago de Chile: Will Cities Survive?*. Santiago de Chile.
- Giuliani, F., Filieri, J., Zingoni, A., & Calabrò, G. (2025). AI-aided creativity for technological innovation and sustainability: Proof of concept of a digital platform to support decisions in the field of daylighting design. In F. Ricciardi, G. De Vita, & M. Presenza (Eds.), *Advanced Perspectives and Trends in Digital Transformation of Firms, Networks, and Society*, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-80692-6>
- Giuliani, F., Sokol, N., Lo Verso, V. R. M., & Caffaro, F. (2021). A study about daylighting knowledge and education in Europe: Results from the first phase of the DAYKE project. *Architectural Science Review*, 64(1–2), 169–181.
- Giuliani, F., Sokó, N., Gentile, N., Sarey Khanie, M., Lo Verso, V. R. M., & Caffaro, F. (2022). NLITED – New level of integrated techniques for daylighting education: Preliminary data on the use of an e-learning platform. In *Proceedings of LUX Europa 2022* (pp. 138–146). Prague, Czech Republic.
- Jakubiec, J. A., & Reinhart, C. F. (2011). DIVA 2.0: Integrating daylight and thermal simulations using Rhinoceros 3D, DAYSIM and EnergyPlus. *Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association*, 2202–2209. Sydney, Australia.
- Lo Verso, V. R. M., & Pellegrino, A. (2019). Energy saving generated through automatic lighting control systems according to the estimation method of the standard EN 15193-1. *Journal of Daylighting*, 6, 131–147.
- Lo Verso, V. R. M., Giuliani, F., Caffaro, F., Basile, F., Peron, F., Dalla Mora, T., Bellia, L., Fragliasso, F., Beccali, M., Bonomolo, M., Nocera, F., & Costanzo, V. (2021). Questionnaires and simulations to assess daylighting in Italian university classrooms for IEQ and energy issues. *Energy and Buildings*, 252, 111433.
- Marrone, P., & Morabito, G. (2008). *La tecnologia che serve agli architetti* (Vol. 1). Firenze: Alinea Editrice.
- Morabito, G. (2004). *Scienza e arte per progettare l'innovazione in architettura: saggio su un processo progettuale alla Leonardo da Vinci*. Torino: UTET Libreria.
- Morabito, G., Giuliani, F., Marrone, P., & Zacchei, V. (2010). Design training and education using an evolutionary process: Training experiences in technological design. In *Proceedings of the EAEE Conference* (pp. 439–452). Istanbul, Turkey.
- Morabito, G., Marrone, P., & Zacchei, V. (2013). Designing safer buildings: Towards evidence-based decisions. In *Proceedings of the CIB World Building Congress*.
- Nesi, A. (2009). *Progettare con l'informazione: Percorsi e gestione delle informazioni tecniche per la promozione e il controllo dell'innovazione nei materiali e nel progetto di Architettura*. Roma: Gangemi Editore.
- Rea, M. S., & Figueiro, M. G. (2018). Light as a circadian stimulus for architectural lighting. *Lighting Research & Technology*, 50(4), 497–510.
- Reinhart, C. F., & Fitz, A. (2006). Findings from a survey on the current use of daylight simulations in building design. *Energy and Buildings*, 38(7), 824–835.
- Santos, L., Caetano, I., Leitão, A., & Pereira, I. (2022). Uncertainty in daylight simulations of algorithmically generated complex shading screens. In D. Saelens, J. Laverge, W. Boydens, & L. Helsens (Eds.), *BS 2021 – Proceedings of Building Simulation 2021: 17th Conference of IBPSA* (pp. 2261–2268). International Building Performance Simulation Association.
- Society of Light and Lighting. (2014). *LG10: Daylighting — A guide for designers*. Watford, UK: Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE).
- Wurman, R. S. (1991). *L'ansia da informazione*. Milano: Leonardo Editore.