

# L'illuminazione nei luoghi di lavoro: un percorso tra aspetti tecnici e dimensione emotiva

---

Ilaria Oberti e Rita Somma

*Illuminazione nei luoghi di lavoro: un rischio da valutare per la tutela della salute e della sicurezza, ma anche da considerarsi nella più ampia visione strategica per garantire buone prestazioni. Dal Testo Unico Sicurezza (D. Lgs. 81/2008) alle norme tecniche, tante le informazioni tra cui districarsi. Il contributo si propone di inquadrare la tematica, a partire dal riferimento normativo UNI EN 12464-1:2021, puntando l'attenzione sui requisiti fondamentali da considerare per gestire le sorgenti luminose, naturali o artificiali, negli ambienti di lavoro interni fino all'approccio Human Centric Lighting.*

## Inquadrando la questione

Il fattore illuminazione nei luoghi di lavoro, così come d'altronde negli altri ambiti di vita, si risolve spesso in termini di valutazione quantitativa misurata in *lux*, per garantire, all'interno della cornice normativa, un livello di illuminamento, naturale o artificiale, che deve consentire agli esseri umani di percepire adeguatamente, mediante la vista, il mondo che li circonda, di orientarsi, svolgere attività, interagire con l'ambiente. Ma, per garantire un'illuminazione adeguata e appropriata, l'approccio strategico non può però certamente fermarsi qui: per la buona pratica di illuminazione è essenziale che siano soddisfatte tutte le esigenze, quantitative e qualitative. La questione è infatti molto più complessa, poiché gli effetti dell'illuminazione sono più sfumati: la luce influenza l'umore, le emozioni e lo stato d'allerta mentale delle persone. Inoltre, può anche sostenere e regolare i ritmi circadiani ed influire sullo stato fisiologico e psicologico.

L'adeguatezza dell'impianto di illuminazione finale progettato, installato e messo in funzione si misura dunque sia in termini tecnici (caratteristiche fisiche della luce – caratteristiche ottiche dell'ambiente) che umani (caratteristiche fisiologiche del sistema visivo – caratteristiche psicologiche e sociali degli esseri umani, anche in rapporto alla peculiarità della popolazione di utenti di riferimento), da considerarsi in interazione tra loro. La luce, infatti, è una grandezza particolare, perché la sua definizione e la sua misura dipendono non solo da quantità fisiche oggettive, ma anche dal meccanismo visivo dell'essere umano, con la sua variabilità soggettiva ed intra-individuale, nel corso delle diverse fasi della vita.

L'approccio progettuale non può, dunque, prescindere dall'analisi dell'interazione

AMBIENTE ILLUMINATO - ATTIVITA' - PERSONA

andando a costituire un altro tassello importante dell'impianto prevenzionistico, parte vulnerabile o, al contrario, parte strategica. Un'illuminazione adeguata ed appropriata, infatti, permette alle persone di svolgere in modo efficace, accurato e sicuro i compiti visivi, tra cui quelli svolti per un periodo prolungato di tempo e di natura ripetitiva.

Il paradigma interpretativo deve quindi guardare oltre il contenitore vuoto, rapportandosi con le esigenze del lavoro ed alla qualità della prestazione visiva, in equilibrio tra loro, per garantire benessere visivo e prestazione visiva affidabile, interrelando:

- AMBIENTE (distribuzione delle luminanze, illuminamento, abbagliamento, direzione della luce, resa dei colori, colore apparente della luce, sfarfallamento, etc.);
- COMPITO VISIVO (Il livello di visibilità e comfort richiesti in un'ampia gamma di posti di lavoro dipende anche dal tipo e dalla durata dell'attività: luminanza, contrasto, dimensione, forma e aspetto dell'oggetti, colore, movimento e tempo di visione, posizione dell'immagine sulla retina);
- PERSONA (capacità visive, visus motilità oculare, senso cromatico).

In tale ottica, anche il Decreto Legislativo 81/08 e smi impone la progettazione di luoghi di lavoro che consentano un'illuminazione (naturale o artificiale) adeguata a salvaguardare la sicurezza, la salute ed il benessere dei lavoratori. Ma come orientarsi verso questo approccio progettuale e valutativo? Un aiuto importante sui valori di riferimento per i criteri illuminotecnici e gli specifici requisiti arriva dalle norme tecniche, in particolare:

- UNI EN 12464-1:2021 (Illuminazione per luoghi di lavoro – Parte 1: posti di lavoro in interni)<sup>1</sup>
- UNI EN 12464-2:2021 (Illuminazione per luoghi di lavoro – Parte 2: posti di lavoro in esterno)
- UNI EN 1838 e UNI EN 13032-3 (Illuminazione di emergenza)
- UNI 11165: 2005 (Valutazione dell'abbagliamento molesto con il metodo UGR)
- UNI 10840: 2007 (Locali scolastici: Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale)
- UNI EN 17037: 2019 (Luce diurna degli edifici)

Un supporto è fornito anche dalle:

- EN 12193 Light and lighting - Sports lighting
- EN 12665 Light and lighting - Basic terms and criteria for specifying lighting requirements
- EN 60601-2-41:20091 Medical electrical equipment - Part 2-41: Particular requirements for basic safety and essential performance of surgical luminaires and luminaires for diagnosis
- EN ISO 9680 Dentistry - Operating lights (ISO 9680)
- ISO 3864-1 Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Part 1: Design principles for safety signs and safety markings
- ISO/CIE TS 22012 Light and lighting - Maintenance factor determination - Way of working

Riferimenti orientativi al fattore luce si trovano anche nel WELL Building Standard, strumento per la promozione della salute e del benessere negli edifici e negli spazi interni a livello globale, attraverso concetti fondamentali basati su tre caratteristiche principali: comportamento, funzionamento e progettazione.

Questo contributo ha l'obiettivo principale di inquadrare il tema dell'illuminazione nei luoghi di lavoro interni con specifica attenzione sugli aspetti normativi. Inoltre, si propone di offrire sollecitazioni per favorire l'accrescimento della consapevolezza sul tema.

## **UNI EN 12464-1: Illuminazione per luoghi di lavoro – posti di lavoro in interni**

Per l'illuminazione nei luoghi di lavoro – posti di lavoro in interni la principale norma tecnica di riferimento è la UNI EN 12464-1:2021 (sviluppata dalla sua prima revisione EN 12464-1:2011). Lo standard specifica i requisiti di illuminazione per persone in posti di lavoro in interni, che corrispondono alle esigenze di comfort visivo e di prestazione visiva di persone aventi capacità oftalmiche (visive) normali o corrette. Sono considerati tutti i compiti visivi abituali, inclusi quelli che comportano l'utilizzo di attrezzature munite di videotermini.

La norma detta i criteri e le considerazioni per la progettazione illuminotecnica, definendone i requisiti per le aree del compito, le aree di attività, la brillantezza del locale e dello spazio per le zone di circolazione all'interno di edifici, per gli spazi comuni, la logistica e magazzini ma anche per svariate attività industriali e artigianali, uffici, vendita al dettaglio, luoghi pubblici, edifici scolastici, locali per la cura della salute, trasporti. Vengono altresì declinate le procedure di verifica rispetto all'assunzione progettuale e riportate appendici informative su specifici requisiti:

- Appendice A - Pratica raccomandata riguardante l'implementazione del metodo tabellare dell'UGR (Unified Glare Rating) per situazioni "atipiche".
- Appendice B - Informazioni aggiuntive sugli effetti visivi e non visivi (anidolici che non formano immagini) della luce
- Appendice C - Considerazioni per la progettazione illuminotecnica – esempi
- appendice D - Trasporti, installazioni ferroviarie
- appendice E - Deviazioni A

Nel documento tecnico è dato un ampio riconoscimento alle esigenze illuminotecniche visive e non visive, declinate in termini di quantità e qualità dell'illuminazione per la maggior parte dei posti di lavoro, anche in ottica di usabilità, evidenziando la migliore pratica generalmente riconosciuta per garantire un'illuminazione di buona qualità efficiente ed efficace. In particolare, vengono individuate tre esigenze umane fondamentali da soddisfare:

---

<sup>1</sup> Norma europea EN 12464-1 (edizione agosto 2021) Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, versione italiana del novembre 2022 (ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale il 23 settembre 2021).

- *comfort visivo*, quando i lavoratori hanno una sensazione di benessere; indirettamente questo contribuisce anche a ottenere alti livelli di produttività e una più alta qualità del lavoro;
- *prestazione visiva*, quando i lavoratori sono in grado di svolgere i loro compiti visivi anche in circostanze difficili e per periodi di tempo più lunghi;
- *sicurezza*, quando l'applicazione delle soluzioni di illuminazione proposte può soddisfare, in linea generale, l'esigenza di tutela della sicurezza e la salute delle persone presenti sul luogo di lavoro.

Questo paradigma interpretativo viene tradotto in requisiti e parametri illuminotecnici ed altri criteri per gestire le sorgenti luminose, naturali o artificiali (elettriche o miste), negli ambienti di lavoro interni e nelle zone connesse, che orientano verso ottimali soluzioni di illuminazione seppur con l'intento manifesto di non voler limitare la libertà di sperimentare nuove tecniche o l'utilizzo di attrezzature innovative.

## Requisiti da considerare

La norma tecnica individua i seguenti criteri che determinano l'ambiente luminoso in relazione all'illuminazione artificiale e a quella naturale:

- distribuzione della luminanza;
- illuminamento;
- abbagliamento;
- direzionalità della luce, illuminazione nello spazio interno;
- resa dei colori e aspetto cromatico della luce;
- sfarfallio;
- variabilità della luce (livelli e colore della luce).

A questi vanno aggiunti altri parametri ergonomici visivi che influenzano la prestazione visiva, come:

- le proprietà intrinseche del compito (dimensioni, forma, posizione, colore e riflettanza di dettaglio e sfondo);
- la capacità oftalmica della persona (acuità visiva, percezione di profondità, percezione cromatica) - (vedere CIE 227 - Per chi ha un difetto alla vista, per esempio chi è sensibile all'abbagliamento, ha difetti di campo visivo, adattamento e ridotta visione di contrasto e colore all'oscuramento, la protezione dall'abbagliamento e la resa dei colori sono fattori particolarmente importanti di cui tenere conto).

### ■ Distribuzione di luminanza

La distribuzione della luminanza nel campo visivo controlla il livello di adattamento degli occhi che a sua volta influenza la visibilità del compito.

Una luminanza di adattamento ben bilanciata è necessaria per aumentare:

- l'acuità visiva, cioè nitidezza della visione);
- la sensibilità al contrasto;
- l'efficienza delle funzioni oculari, quali accomodamento, convergenza, contrazione pupillare, movimenti oculari, ecc.

La distribuzione della luminanza nel campo visivo influisce anche sul comfort visivo. Conseguentemente si dovrebbe evitare quanto segue:

- luminanze e contrasti di luminanza troppo elevati che possono causare abbagliamento;
- variazione di luminanza troppo elevata che provoca fatica a causa del costante riadattamento degli occhi;
- luminanze e contrasti di luminanza troppo bassi che danno luogo a un ambiente di lavoro monotono e non stimolante.

Per creare una distribuzione della luminanza ben bilanciata, si devono prendere in considerazione le luminanze di tutte le superfici. Esse sono determinate dal fattore di riflessione delle superfici e dal loro illuminamento. I requisiti di brillantezza e riflettanze delle superfici interne, illuminamenti sulle pareti e sul soffitto, sono più complessi a causa della loro dipendenza dalle specifiche caratteristiche dei materiali e dalle posizioni di osservazione, come esposte dalla norma.

## ■ Illuminamento

Per i requisiti di illuminamento bisogna considerare le aree dei compiti e delle attività, l'area immediatamente circostante e di sfondo, le pareti, il soffitto e gli oggetti nello spazio. L'illuminamento e la sua distribuzione sull'area di lavoro e sull'area immediatamente circostante hanno un grande impatto su quanto velocemente, in sicurezza e comodamente una persona percepisce ed esegue il compito visivo.

La norma indica i valori d'illuminamento per soddisfare le esigenze di comfort e di prestazione visivi, circoscrivendo il rapporto tra l'illuminamento minimo e l'illuminamento medio su una superficie nell'area del compito, nell'area immediatamente circostante e sull'area di fondo<sup>2</sup>, definendone i valori di uniformità, che deve essere declinato tenendo conto dei seguenti fattori:

- aspetti psico-fisiologici come il comfort visivo e il benessere;
- requisiti per i compiti visivi;
- ergonomia visiva;
- esperienza pratica;
- contributo alla sicurezza funzionale.

## ■ Abbagliamento

L'abbagliamento è la sensazione sgradevole prodotta da aree brillanti all'interno del campo visivo, come superfici illuminate, parti degli apparecchi di illuminazione, finestre e/o lucernari. L'abbagliamento deve essere limitato per evitare errori, fatica e incidenti.

L'abbagliamento può essere sperimentato come abbagliamento molesto (discomfort glare) o abbagliamento debilitante (disability glare). L'abbagliamento deve essere evitato:

1. schermando la sorgente luminosa e/o limitando la luminanza delle superfici luminose;
2. limitando l'abbagliamento molesto.

La norma definisce la limitazione della luminanza degli apparecchi di illuminazione, i livelli e le misure per evitare abbagliamento molesto da luce diurna, molesto da luce elettrica e le riflessioni velanti e di abbagliamento riflesso (l'abbagliamento causato da riflessi in superfici speculari è generalmente noto come riflessioni velanti o abbagliamento riflesso).

## ■ Illuminazione nello spazio interno

Oltre all'illuminazione delle aree del compito e di attività, bisogna considerare anche il volume di spazio occupato da persone. L'illuminazione è necessaria per mettere in evidenza oggetti, rivelare la tessitura e migliorare l'aspetto delle persone nello spazio. In tale ambito la norma descrive le condizioni in termini di "illuminamento cilindrico medio", "modellato" e "illuminazione direzionale".

## ■ Aspetti cromatici

Le qualità cromatiche di una lampada vanno considerate in termini di aspetto cromatico della luce e sue capacità di resa dei colori, considerati separatamente.

## ■ Sfarfallio ed effetti stroboscopici

I sistemi di illuminazione dovrebbero essere progettati in modo da evitare gli effetti negativi dello sfarfallio e dell'effetto stroboscopico in tutto il campo di regolazione del flusso luminoso (ciò comprende le sorgenti luminose e le unità di alimentazione).

---

<sup>2</sup> A titolo esemplificativo: ■ Nell'area del compito, l'uniformità dell'illuminamento ( $U_0$ ) non deve essere inferiore ai valori minimi di uniformità indicati dalla norma ■ Nell'area immediatamente circostante deve essere  $U_0 \geq 0,40$  ■ Sull'area di fondo deve essere  $U_0 \geq 0,10$ . ■ L'uniformità per pareti e soffitto deve essere  $U_0 \geq 0,10$

Lo sfarfallio e l'effetto stroboscopico (denominati anche artefatti temporali della luce - TLA) possono comportare effetti indesiderati come la diminuzione del comfort visivo e la diminuzione della prestazione del compito e possono indurre effetti fisiologici come fatica e cefalee.

Gli effetti stroboscopici possono comportare situazioni di pericolo dovute alla modifica della percezione del movimento di macchinari dotati di moto rotatorio o alternativo.

#### ■ **Illuminazione delle postazioni di lavoro con attrezzature munite di videotermini (DSE)**

Per l'illuminazione delle postazioni di lavoro con attrezzature munite di videotermini (DSE) i requisiti di appropriatezza sono declinati in termini di lettura dello schermo, lettura del testo stampato, scrittura su carta, lavoro alla tastiera. Attenzione puntata a riflessioni di brillantezza, abbagliamento debilitante e abbagliamento molesto, bilanciamento e luminanza della parete di sfondo dovrebbe essere bilanciata rispetto alla brillantezza dello schermo.

Oltre ai requisiti di illuminamento e le raccomandazioni la norma cristallizza due aspetti fondamentali:

#### ■ **Adeguabilità del sistema di illuminazione**

Un impianto di illuminazione può essere adeguato mediante regolazione e/o controllo, rispetto alle effettive esigenze degli utenti. La regolazione aumenta o diminuisce il flusso luminoso erogato, per esempio in termini di variazione della temperatura di colore o scene di illuminazione diverse secondo la fornitura di luce diurna.

#### ■ **Manutenzione ed efficienza energetica**

Lo schema di illuminazione deve considerare il fattore di manutenzione. E' necessario redigere un programma di manutenzione preventiva (non solo a guasto) per includere, per esempio, la frequenza di sostituzione delle sorgenti luminose, gli intervalli di pulizia del locale e degli apparecchi di illuminazione.

Ovviamente non mancano i riferimenti alla sostenibilità e all'efficienza dal punto di vista energetico, di certo aspetti importanti, ma che si ritengono non centrali per l'approfondimento del tema qui trattato.

## **Illuminazione e approccio Human Centric Lighting**

Le norme, e nello specifico quella appena analizzata, costituiscono un efficace supporto al progettista per la corretta progettazione e gestione dell'illuminazione degli ambienti interni. Tuttavia è bene sottolineare che non è sufficiente progettare per permettere all'utente di "vedere bene": è necessario andare oltre gli aspetti tecnici considerando anche gli aspetti emotivi, percettivi e biologici delle persone.

L'illuminazione non ha solo l'obiettivo di creare condizioni ottimali di visibilità e di sicurezza, ma ha impatto sul senso della vista, il quale ci permette l'orientamento nello spazio e di regolare i movimenti intenzionali, ha influenza sull'orologio biologico o ritmo circadiano, sulla percezione delle emozioni, sulla salute mentale e sulla produttività. L'approccio Human Centric Lighting (HCL), ampiamente supportato da evidenze scientifiche, lo raccomanda da tempo, collocando il fattore luce a totale servizio delle persone e insegnando a vivere all'interno degli ambienti confinati in armonia con il ritmo della natura. Fra le varie definizioni del concetto di HCL, il più completo risulta essere quello che sottolinea come l'illuminazione antropocentrica è in grado di supportare la salute, il benessere e le capacità prestazionali delle persone in modo puntuale e a lungo termine, attraverso una progettazione olistica che prende in considerazione gli effetti visivi, emotivi e biologici della luce.

Tale approccio si è diffuso nel secondo decennio degli anni Duemila, ma le sue radici affondano negli anni Cinquanta del secolo scorso, con gli studi di Richard Kelly, lighting designer americano che ha intuito come fosse importante includere il fattore del benessere nella progettazione dell'illuminazione degli spazi. Per affrontare in modo specifico il progetto della luce, egli ha provveduto a distinguere tre tipi di illuminazione: la "luce per vedere", la "luce per osservare" e la "luce da guardare", associando il tipo di illuminazione alle attività da svolgere. Un ventennio dopo, lo studioso e lighting designer William M.C. Lam, uno dei più convinti sostenitori della progettazione illuminotecnica orientata alla qualità, ha individuato una serie di criteri per descrivere i requisiti richiesti a un sistema di illuminazione. Lam ha distinto due gruppi principali di criteri, fondati sui "bisogni legati all'attività", cioè quelli derivanti dallo svolgimento di attività all'interno di un ambiente specifico, e sui "bisogni biologici", che comprendono le esigenze

psicologiche/emotive poste da un ambiente visivo e sono applicabili in ogni contesto. Mentre i bisogni di attività derivano da un coinvolgimento consapevole con l'ambiente circostante e sono finalizzati alla funzionalità dell'ambiente visivo, i bisogni biologici riguardano in gran parte esigenze inconsce, fondamentali per valutare una situazione dal punto di vista emotivo. Essi riguardano la percezione di benessere in un ambiente visivo. Lam, inoltre, ha sempre sostenuto l'importanza della sincronizzazione dell'illuminazione degli ambienti interni con le condizioni diurne e notturne per supportare il buon funzionamento dell'orologio biologico della persona.

La presa di coscienza della necessità di indagare il rapporto fra la luce e gli effetti emotivi e biologici risale a metà del secolo scorso, con i primi riscontri scientifici che dimostrarono l'influenza della luce sul ritmo circadiano. Studi successivi hanno permesso di comprendere e descrivere l'attività di alcuni fotoricettori che non solo permettono all'occhio umano di vedere, ma anche di sincronizzare l'orologio biologico in funzione della luce. In tempi più recenti, e precisamente nel 2017, gli studi scientifici che hanno permesso di chiarire completamente i meccanismi che controllano i ritmi circadiani, svelando come piante e animali, compresi gli esseri umani, ma pure organismi unicellulari, si adattano al ritmo giorno/notte, hanno avuto il prestigioso riconoscimento del Nobel per la fisiologia e medicina. Queste evidenze scientifiche sugli effetti della luce, hanno spinto la Commissione Internazionale sull'Illuminazione (CIE) a inserire nella seconda edizione del vocabolario dell'illuminazione (CIE S 017:2020 ILV: International Lighting Vocabulary, 2nd edition) il termine "luce integrativa", intendendo l'illuminazione che integra effetti visivi e non visivi e che produce benefici fisiologici e/o psicologici sull'uomo.

Ilaria Oberti

Rita Somma