



# Scheda informativa

13 dicembre 2023

---

## Lampadine a LED

### Compendio

Le lampadine a LED sono adatte per l'illuminazione ad alta efficienza energetica di interni ed esterni. Per motivi tecnici, le lampadine a LED non sono in grado di produrre luce bianca, ma emettono componenti di luce gialla e blu, che insieme danno luce bianca. Poiché a partire da una determinata intensità e durata dell'esposizione la luce blu rappresenta un rischio per la retina dell'occhio, è stato fissato un valore limite, il quale viene raggiunto, secondo l'intensità, dopo un'esposizione più o meno prolungata.

Le lampadine sono suddivise in gruppi di rischio: quelle del gruppo «esente» sono esenti da rischi anche in caso di utilizzo per un tempo illimitato; quelle dei gruppi 1 e 2 sono esenti da rischi in caso di tempi di utilizzo limitati, mentre quelle del gruppo 3 comportano rischi elevati già dopo tempi di utilizzo brevissimi.

Se usate correttamente, le lampadine a LED in commercio non rappresentano alcun rischio per la salute, nemmeno per i gruppi sensibili come bambini o persone con cristallini molto trasparenti o artificiali, o prive di cristallino.

### Informazioni utili per un utilizzo corretto delle lampadine a LED

- In linea generale, tenere almeno 20 cm di distanza dalle lampadine a LED.
- Utilizzare le lampadine a LED del gruppo «esente» nelle situazioni in cui gli occhi sono esposti per molto tempo alla luce diretta. Di questo gruppo fanno parte soprattutto i LED a forma di lampadina a incandescenza con superficie opaca e attacco a vite, i tubi a LED, e le lampade a filamento LED di colore bianco caldo a forma di lampadina a incandescenza con bulbo in vetro trasparente.
- Per le abitazioni sono adatte anche le lampadine a LED del gruppo 1, che non comportano alcun rischio per gli occhi se le persone non le guardano



direttamente per un tempo prolungato. A questo gruppo di rischio appartengono prevalentemente i faretti a LED e in parte le lampade da tavolo.

- Non utilizzare lampadine a LED dei gruppi 2 o 3 in ambito privato, dato che basta una brevissima esposizione diretta degli occhi per riportare danni acuti. Il gruppo di rischio 2 o 3 è indicato sulla confezione.
- Nel limite del possibile, montare i lampadari, le lampade da tavolo e da lettura e le abat-jour con chip LED a vista in modo che quest'ultimo non sia direttamente visibile. Le lampadine opache riducono possibili abbagliamenti.
- Nei locali in cui le persone si trattengono a lungo durante le ore serali prima di coricarsi, utilizzare lampadine a LED di colore bianco caldo con temperature di colore di circa 3000 Kelvin. Le temperature di colore sono indicate sulle lampadine. Le lampadine a luce bianca fredda con temperature superiori ai 4000 Kelvin sono meno adatte a spazi simili, dato che la componente blu della luce ha una funzione attivante sull'organismo e influisce sul sonno e su altri processi fisiologici.
- Alcuni prodotti a LED e in parte anche le lampadine a LED dimmerate possono sfarfallare. Non è chiaro se ciò rappresenta un rischio per le persone che soffrono di mal di testa, emicrania o epilessia. Per questa ragione, per i luoghi in cui le persone si trattengono per periodi prolungati vanno utilizzate lampadine a LED prive di sfarfallio o non dimmerate. L'eventuale sfarfallio del LED può essere facilmente accertato sullo schermo di uno smartphone o di una fotocamera digitale, mettendo a fuoco il LED acceso da una distanza ravvicinata: se sullo schermo appaiono delle strisce, il LED sfarfalla.
- Essendo ampiamente inferiori al valore limite stabilito per evitare rischi per la salute, i campi elettromagnetici generati dalle componenti elettroniche durante il funzionamento dei LED non presentano alcun pericolo in questo senso.

## Informazioni dettagliate

### Introduzione alle lampadine a LED bianche

#### Struttura

Le lampadine a LED (dall'inglese Light Emitting Diode) sono di norma costituite da uno o più diodi luminosi. Il cuore di ogni diodo è un chip composto di due semiconduttori, che emana luce quando è attraversato da una corrente elettrica. La combinazione dei materiali utilizzati per i semiconduttori determina la lunghezza d'onda della luce emessa, la quale presenta uno spettro a banda stretta, con un colore caratteristico. I colori possibili con gli odierni materiali si situano nella gamma di emissioni ultraviolette, visibili o infrarosse. Le lampadine a LED non possono produrre luce bianca direttamente, ma soltanto come miscela di diversi colori. Le lampadine a LED sono disponibili in diversi formati, come per esempio:

- LED a forma di lampadina a incandescenza con attacco a vite e bulbo in vetro opaco;
- LED a forma di lampadina a incandescenza con attacco a vite e bulbo in vetro trasparente;
- faretto con vetro opaco;
- faretto con vetro trasparente;
- LED tubolare in sostituzione di un tubo fluorescente;
- riflettore;
- lampada da tavolo;
- faretto da giardino;
- striscia LED;
- lampadina a LED a forma cilindrica;
- faretto da terra;
- lampada a filamento LED con bulbo in vetro trasparente, in cui numerosi LED sono collegati ai filamenti per riprodurre la classica lampadina a incandescenza.

Poiché i diodi LED funzionano a bassa tensione, le lampadine contengono un trasformatore elettronico che riduce la tensione e aumenta la frequenza. I trasformatori e gli altri componenti conduttori di elettricità generano campi elettromagnetici misurabili nelle immediate vicinanze delle lampadine a LED.

#### Proprietà delle emissioni

##### Proprietà spettrali e temperature di colore

Le lampadine a LED con una luce percepita come bianca, in linea di principio sono composte di LED che emettono luce blu o viola. Per ottenere una luce bianca, sul lato interno della capsula trasparente dei LED è applicato uno strato di una o più sostanze colorate fluorescenti. Le molecole di questo strato assorbono una parte della luce viola o blu, caricandosi così per breve tempo di energia che, secondo il tipo di strato, rilasciano sotto forma di luce giallo-rossa. Le componenti giallo-rosse e viola-blu stimolano sulla retina dell'occhio i fotorecettori del blu, del verde e del rosso, dando così alle persone un'impressione di luce bianca, che, secondo la miscela dei singoli colori, può avere un carattere freddo (luce bianca tendente al blu) o caldo (luce bianca tendente al giallo). Il colore delle lampadine è definito dalla sua temperatura, che per il bianco caldo si situa attorno ai 3000 Kelvin e per il bianco freddo tra i 4000 e gli 8000 Kelvin.

Secondo il tipo di costruzione o la modalità di funzionamento, i trasformatori elettronici alimentano i diodi luminosi con una corrente di intensità variabile. Di riflesso, anche l'intensità della luce emessa è intermittente (il cosiddetto sfarfallio).

#### Conseguenze sulla salute delle lampadine a LED bianche

Le proprietà delle emissioni delle lampadine a LED bianche sono molteplici. Esistono diversi possibili meccanismi con cui le emissioni dei LED possono influire sulla salute, che di seguito sono descritti e valutati singolarmente.

## **Raggi ultravioletti**

### Conseguenze sulla salute

I raggi ultravioletti (UV) sono molto ricchi di energia. A dosi eccessive provocano gravi danni agli occhi e alla pelle, anche se i due organi reagiscono con diversa sensibilità. Dell'occhio sono colpiti in particolare la cornea e il cristallino, che assorbono la maggior parte dei raggi UV. Soprattutto nei bambini e negli adolescenti, una parte dei raggi UVA può raggiungere la retina. Ai raggi UV sono sensibili anche le persone con malattie della pelle, che possono essere scatenate da piccole dosi di tali raggi.

### Valori limite

A protezione della pelle e degli occhi, la Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) ha definito specifici valori limite per i raggi ultravioletti (ICNIRP 2004). I limiti stabiliti per la pelle sono volti a evitare arrossamenti, quelli per gli occhi a prevenire infiammazioni della cornea o la cataratta.

### Intensità dei raggi ultravioletti dei LED

I raggi UV emessi dai LED sono stati misurati su incarico dell'istituto generale austriaco per l'assicurazione contro gli infortuni Allgemeine Unfallversicherungsanstalt AUVA (Buberl et al. 2011) (Schulmeister et al. 2011; Buberl et al. 2011). I risultati dimostrano che i raggi UV degli odierni LED sono considerevolmente inferiori ai valori limite.

### Valutazione delle conseguenze sulla salute

Le lampadine a LED emettono pochissimi raggi UV, la salute di pelle e occhi non è minacciata. Per questa ragione sono un dispositivo di illuminazione adatto per le persone sensibili ai raggi UV.

## **Luce visibile**

### Conseguenze sulla salute

Secondo l'età, la luce visibile finisce più o meno direttamente sulla retina. Se è di forte intensità, la retina, gli altri tessuti e i fotorecettori dell'occhio vengono illuminati eccessivamente, dando origine a processi termici e fotochimici che danneggiano in modo grave e irreversibile l'occhio, e culminano nella perdita parziale o totale della vista.

Con le lampadine a LED in commercio per uso comune, i danni termici alla retina sono improbabili, ma quelli fotochimici dovuti alla componente di luce blu ad alta energia non possono essere esclusi in partenza (Anses 2010). Una quota eccessiva di luce blu – il cosiddetto rischio da luce blu (in inglese blue light hazard) – può essere pericolosa per la popolazione in generale e in particolare per i bambini e le persone operate di cataratta, i cui cristallini sono molto trasparenti o non filtrano la luce blu oppure, in casi rari, sono assenti. I danni fotochimici possono inoltre insorgere in seguito alla reazione della luce blu con le sostanze presenti nell'occhio, come la lipofusina, che con l'età si accumulano nell'organo visivo (Behar-Cohen et al. 2011).

### Valori limite e norme

Per evitare rischi acuti da raggi visibili e infrarossi, l'ICNIRP ha raccomandato valori limite (ICNIRP 2013) riguardanti anche l'esposizione alla luce blu. Il valore limite per quest'ultima limita la luce blu che colpisce la retina ed è inteso a prevenire rischi acuti per la salute. In base alle conoscenze scientifiche attuali, non è possibile dire se questo valore eviti anche eventuali effetti sulla salute di un'esposizione cronica alla luce blu per tutta la vita (Shang et al. 2014).

Il valore limite è basato sulla quantità di raggi che nel 50 per cento degli occhi esaminati aveva già provocato danni visibili alla retina. Questo valore ha le proprietà di una dose, quindi del prodotto dell'irradiazione moltiplicata per la durata dell'esposizione. Ciò significa che per esposizioni molto lunghe la radiazione che colpisce la retina deve essere debole, mentre può essere più forte se l'esposizione è molto breve. Il valore limite per il rischio da luce blu distingue due casi: 1) occhi

normali con cristallini e 2) occhi sensibili alla luce blu, come quelli di bambini o persone che non hanno il cristallino o ne hanno uno artificiale molto trasparente dopo essere stati operati di cataratta.

La norma europea sulle lampade (EN 62471) fissa il valore limite per il rischio da luce blu in un gruppo esente (da rischi) e in tre diversi gruppi di rischio. Una lampadina con la sua radiazione data è attribuita a un gruppo di rischio in base alla durata di esposizione a partire dalla quale viene raggiunto il valore limite. La norma distingue tra lampadine che per via della loro ridotta emissione non rappresentano un rischio nemmeno in caso di esposizione illimitata e lampadine che a causa dell'intensità della loro emissione sono innocue soltanto in caso di utilizzo limitato o molto breve. Questi gruppi sono definiti come segue:

- gruppo esente: esente da rischi anche per esposizioni della retina superiori ai 10 000 secondi (166,6 minuti);
- gruppo di rischio 1: esente da rischi per esposizioni tra 100 e 10 000 secondi («rischio basso»);
- gruppo di rischio 2: esente da rischi per esposizioni tra 0,25 e 100 secondi («rischio moderato»);
- gruppo di rischio 3: non esente da rischi nemmeno per esposizioni molto brevi («rischio elevato»).

I gruppi di rischio definiscono solo in linea di massima il potenziale di danneggiamento, poiché le durate di esposizione ammesse all'interno di un gruppo coprono un intervallo ampio. Più significativa per la valutazione di una lampadina è la durata di esposizione della retina con la quale non è più rispettato il valore limite.

In base alle raccomandazioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC), le lampadine che non rientrano nel gruppo esente dovrebbero essere provviste di una specifica informazione e delle istruzioni per l'uso del fabbricante. Le lampadine dei gruppi di rischio 2 e 3 dovrebbero inoltre presentare le debite avvertenze sulla confezione o in un foglietto illustrativo (IEC TR 62471-2) (IEC TR 62778).

#### Rischio da luce blu

Su mandato dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP) e dell'Ufficio federale dell'energia (UFE), l'Istituto federale di metrologia (METAS) ha misurato i valori di una selezione di lampadine a LED di diverse forme in commercio nel 2015 (Rinderer e Thalmann 2015). Lo studio ha determinato la durata massima dell'esposizione a partire dalla quale viene superato il valore limite per il rischio da luce blu.

Lo studio ha messo a confronto 28 tipi diversi di lampadine, esaminando per ciascun tipo tre esemplari, otto diverse lampade da tavolo e sei diverse lampade a filamento.

Secondo la norma europea sulle lampade, le lampadine per uso domestico devono essere misurate alla distanza a cui risulta un'intensità luminosa di 500 Lux. Dato che può portare a distanze che non coincidono con tutte le situazioni reali ipotizzabili (p.es. lampade vicine al suolo alla portata di bambini piccoli), questa indicazione è stata modificata e la distanza di misurazione è stata fissata a 20, rispettivamente 10 cm. 20 cm è la distanza a partire da cui un adulto vede nitidamente un oggetto, 10 cm è l'equivalente per un bambino (Duane 1908). È stata inoltre effettuata la distinzione tra i due casi già citati: 1) occhi con cristallini e sensibilità normale alla luce blu e 2) occhi senza cristallino o con cristallino molto trasparente ed elevata sensibilità alla luce blu. Le durate massime di esposizione per le diverse forme di LED in funzione della distanza e della sensibilità alla luce blu sono riepilogate nella tabella 1.

Forma del LED	Distanza lampadina-occhio				Gruppo di rischio (GR)
	10 cm		20 cm		
	Sensibilità dell'occhio alla luce blu				
	Normale	Elevata	Normale	Elevata	
Forma di lampadina a incandescenza, attacco a vite, opaca	412 / >500	404 / >500	431 / >500	424 / >500	Gruppo esente
Forma di lampadina a incandescenza, attacco a vite, trasparente	53 / >500	49 / >500	76 / >500	71 / >500	GR1 / Gruppo esente
Faretto opaco	1.5 / 9	1.4 / 8.5	1.5 / 14.6	1.5 / 13.8	GR2 / GR1
Faretto trasparente	5.2 / >500	5 / >500	5.6 / >500	5.4 / >500	GR1 / Gruppo esente
Forma tubolare in sostituzione di un tubo fluorescente	338 / >500	321 / >500	>500	>500	Gruppo esente
Riflettore	2.7 / 258	2.6 / 243	2.9 / 320	2.7 / 301	GR1 / Gruppo esente
Lampada da tavolo	1.8 / 368	1.7 / 353	2 / >500	1.8 / >500	GR1 / Gruppo esente
Faretto da giardino	4 / >500	3.8 / >500	14.7 / >500	13.3 / >500	GR1 / Gruppo esente
Striscia, forma cilindrica, faretto da terra	>500	480 / >500	>500	>500	Gruppo esente
Lampada a filamento			>166,6	>166,6	Gruppo esente

Tabella 1: durata dell'esposizione in minuti superata la quale il rischio da luce blu in caso di esposizione diretta al LED è possibile. Per ogni forma sono indicati i prodotti a LED con la durata di esposizione più breve e più lunga alle distanze di 10 cm e 20 cm.

Poiché lo studio è basato soltanto su un campione dei LED in commercio, non si possono trarre conclusioni di validità generale, ma è comunque possibile ricavare alcune indicazioni sul rischio da luce blu, rispettivamente sulle relative durate di esposizione:

- la maggior parte dei LED misurati rientra nel gruppo esente o nel gruppo di rischio 1;
- i LED a forma di lampadina a incandescenza opaco e tubolari soddisfano i requisiti del gruppo esente. Il rischio da luce blu è possibile solo a partire da 400 minuti di esposizione, nella maggior parte dei casi persino da 500 minuti. Anche le lampade a filamento LED rientrano nel gruppo esente;
- le altre forme, come faretto o LED con riflettore integrato, figurano nel gruppo esente, nel gruppo di rischio 1 e in un caso nel gruppo di rischio 2, secondo il prodotto;
- per le lampade da tavolo, che possono essere posizionate molto vicine agli occhi, il rischio da luce blu può insorgere sia dopo breve tempo, sia dopo lungo tempo, secondo il modello;
- con i LED del gruppo di rischio 1, il rischio da luce blu è possibile già dopo circa due minuti. Con i LED del gruppo di rischio 2 questo tempo si riduce a 90 secondi;
- rispetto alla distanza di 20 cm tra il LED e gli occhi, quella di 10 cm può ridurre la durata di esposizione a partire dalla quale è possibile un rischio da luce blu. Tuttavia per le lampade con durata di esposizione breve questo effetto non è marcato;

## Scheda informativa - Lampadine a LED

- sugli occhi sensibili alla luce blu senza cristallino o con cristallino molto trasparente, i rischi da luce blu si manifestano tendenzialmente dopo tempi di esposizione inferiori, ma la differenza rispetto agli occhi normali non è marcata;
- le durate di esposizione per il rischio da luce blu non dipendono sistematicamente dalla temperatura di colore del LED, né dalla sua potenza (figura 1, figura 2).

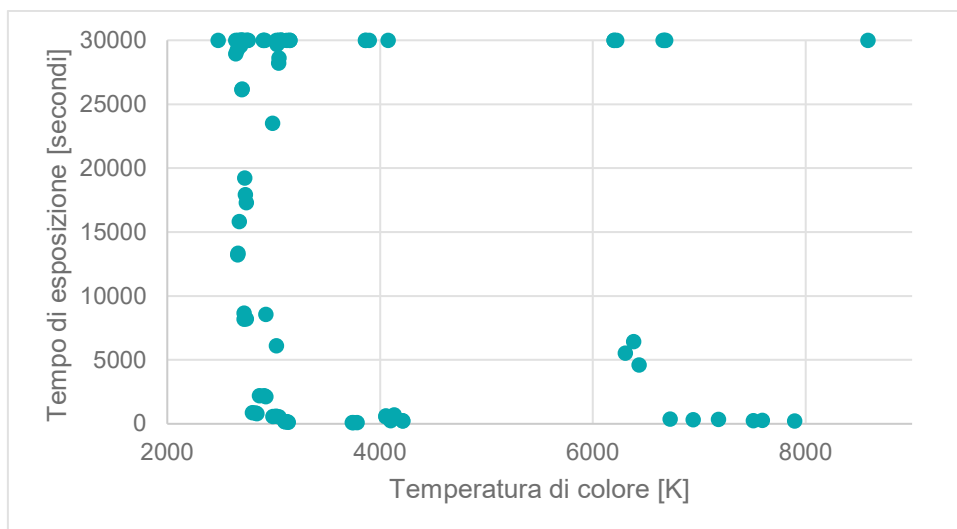


Figura 1: durata di esposizione fino al raggiungimento del valore limite per il rischio da luce blu in funzione della temperatura di colore (40 LED diversi).

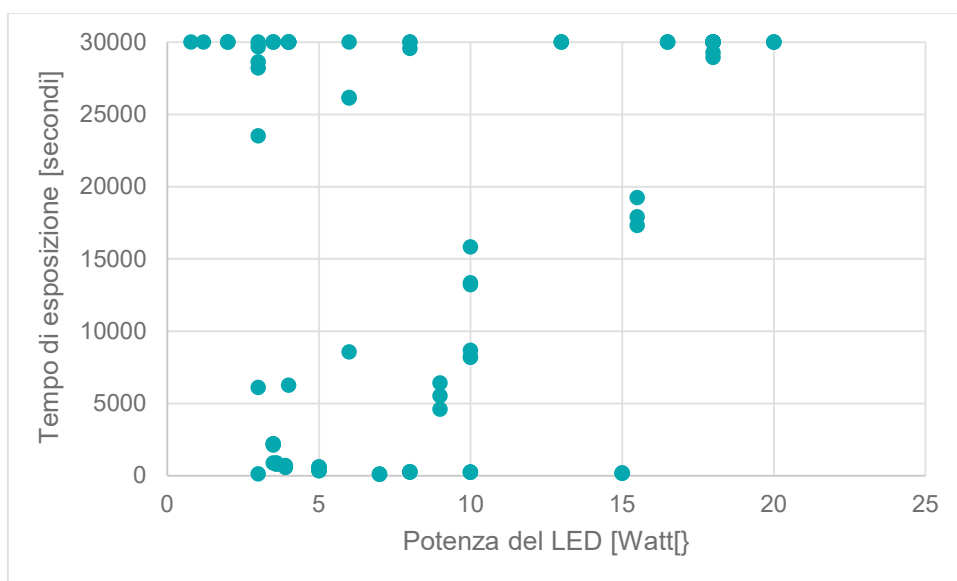


Figura 2: durata di esposizione fino al raggiungimento del valore limite per il rischio da luce blu in funzione della potenza (42 LED diversi).

### Valutazione delle conseguenze sulla salute

In base alle conoscenze attuali, la luce blu dei LED non rappresenta alcun pericolo per la salute degli occhi, nemmeno per i bambini e le persone senza cristallino o con un cristallino molto trasparente. La prudenza è comunque d'obbligo quando il LED è utilizzato a breve distanza dall'occhio. Dato che l'odierna classificazione copre solo grossolanamente il rischio per la salute da luce blu, in questo caso si raccomanda di usare lampadine o tubi a LED del gruppo esente. Gli effetti a lungo termine della luce blu dei LED non possono essere valutati.

## Raggi infrarossi

La componente infrarossa delle odierne lampadine a LED si situa sotto i valori limite per i raggi infrarossi, non sussiste quindi alcun pericolo per la salute di occhi e pelle (Anses 2010).

## Ritmi biologici

### Effetti della luce blu sui ritmi circadiani

Molti processi fisiologici dell'essere umano si svolgono secondo un modello temporale prestabilito o sono soggetti a ritmi di 24 ore (circadiani), comandati essenzialmente dal cosiddetto «orologio interno» localizzato nel cervello. Dato che non è impostata su un ritmo fisso, questa funzione cerebrale viene risincronizzata ogni giorno con l'aiuto della componente blu della luce diurna che, a partire dal mattino, colpisce la retina dell'occhio. La luce blu viene assorbita dai neuroni della retina sensibili alla luce, i fotorecettori, e trasformata in impulsi nervosi trasmessi all'orologio interno nel cervello. In base a questi impulsi, l'orologio interno definisce la produzione di ormoni, come la melatonina o il cortisolo, il funzionamento del sistema immunitario, la temperatura corporea, il ritmo sonno/veglia, l'efficienza mentale e numerosi altri processi (CIE 2009).

La luce blu, molto presente nella luce diurna, ha un effetto attivante sull'organismo al mattino e durante il giorno. La sera o di notte, questo effetto attivante può invece avere conseguenze indesiderate, dato che trasmette all'organismo informazioni per la fase diurna, sebbene questo si trovi nella fase notturna, interferendo così con i processi che lo preparano al sonno o che si svolgono durante il sonno. La veglia e l'attenzione, per esempio, sono rafforzate e la sintesi della melatonina è ridotta, causando difficoltà ad addormentarsi. Simili effetti si manifestano già a partire da intensità luminose di pochi Lux, come ad esempio negli appartamenti scarsamente illuminati (Chellappa et al. 2011). Oltre a questi effetti acuti, i risultati scientifici mostrano sempre più che i ritmi fisiologici disturbati possono essere all'origine di gravi danni alla salute a lungo termine, come tumori o sovrappeso (IARC 2010).

Poiché secondo la temperatura di colore le lampadine a LED contengono una componente più o meno importante di luce blu, ne sono stati definiti gli effetti sui ritmi circadiani.

### Valori limite e norme

Attualmente non sono pubblicati valori limite per gli effetti della luce visibile sui ritmi circadiani. L'unica norma che si occupa dell'argomento definisce lo spettro di effetto circadiano della luce visibile per poter confrontare tra loro le proprietà circadiane di diverse fonti luminose (DIN SPEC 5031-100). Come grandezza si utilizza il fattore di effetto circadiano, il quale descrive il rapporto tra la quota di radiazione con effetto sui ritmi circadiani e quella visibile a occhio nudo (Bellia et al. 2014; Bellia e Seraceni 2014). Un fattore di effetto circadiano pari a 1 equivale all'incirca alla luce diurna all'aperto con il cielo nuvoloso. Un valore inferiore significa che la sorgente luminosa ha meno caratteristiche attivanti sull'organismo rispetto alla luce diurna. I fattori delle lampadine precedenti a incandescenza o di quelle a basso consumo energetico a luce bianca calda si aggirano ad esempio attorno allo 0,4 (Gall e Bieske 2004).

Lo studio eseguito su mandato dell'UFSP e dell'UFE ha rilevato i fattori di effetto circadiano dei LED (figura 3). Ne è emerso che i LED con temperature di colore di 3000 Kelvin presentano fattori più o meno equivalenti a quelli delle lampadine precedenti a incandescenza e di quelle a basso consumo energetico a luce bianca calda. A temperature di colore di 6000 Kelvin e oltre, si manifestano fattori di effetto circadiano equivalenti alla luce diurna.



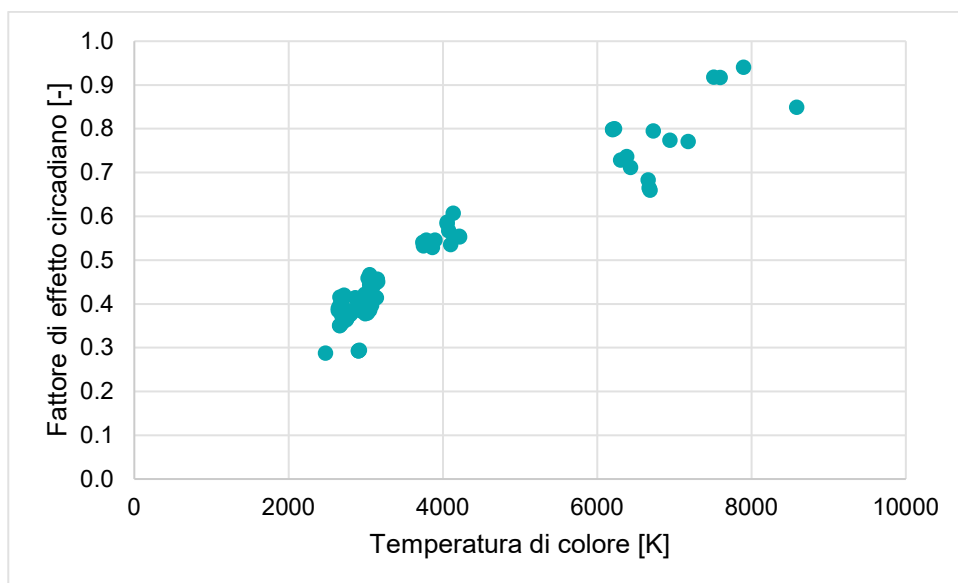


Figura 3: effetti circadiani delle lampadine a LED: fattore di effetto circadiano (rapporto della componente con effetto circadiano di una fonte luminosa rispetto alla componente visibile) in funzione della temperatura di colore (34 LED diversi).

#### Valutazione delle conseguenze sulla salute

Secondo la quantità di luce blu emessa e il loro utilizzo, i LED possono influire sui ritmi circadiani. Un metro di valutazione è la temperatura di colore indicata sulle confezioni delle lampadine: i LED con temperature di colore di 3000 Kelvin hanno proprietà simili a quelle delle lampadine precedenti a incandescenza o delle lampadine a basso consumo energetico a luce bianca calda, e sono adatti all'illuminazione di locali in cui le persone si trattengono per periodi prolungati la sera prima di andare a dormire. I LED a luce bianca fredda o bianca bluastra con temperature di colore di 4000-8000 Kelvin si prestano per l'illuminazione di locali in cui le persone si trattengono di giorno e svolgono attività. Le temperature di colore sono indicate sui LED (Commissione europea 2012)

#### **Sfarfallio**

La luce emessa dai LED può sfarfallare se la corrente che vi passa non è costante nel tempo. La causa del cosiddetto sfarfallio risiede nella corrente alternata della rete di distribuzione, che a 50 Hertz cambia direzione 50 volte al secondo e quindi ampiezza 100 volte al secondo. Se i trasformatori elettronici delle lampadine a LED non equilibrano questi cambiamenti, anche la luce prodotta dal chip non è costante. Lo sfarfallio può però insorgere anche con il ricorso ai dimmer. Capita così che venga amplificato lo sfarfallio già presente allo stato non dimmerato o che vengano creati nuovi sfarfallii in lampadine a LED che non sfarfallavano (Poplawski e Miller 2013; Kitsinelis et al. 2012).

#### Meccanismo d'azione

La maggior parte delle persone può riconoscere a occhio nudo oscillazioni di luce fino a una frequenza di 60 Hertz. Gli sfarfallii con frequenze di 100 Hertz e superiori, tipici delle lampadine a LED, non sono più percepiti a livello conscio, ma la retina può rilevarli fino a 200 Hertz.

Sulle possibili conseguenze dello sfarfallio sulla salute le poche informazioni disponibili provengono essenzialmente da studi condotti sui tubi fluorescenti con starter convenzionali. Lo sfarfallio può avere effetti sia immediati sia a lungo termine. Quelli immediati toccano in particolare le persone affette da epilessia fotosensibile, che sono a rischio quando la frequenza dello sfarfallio si situa tra i 3 e i 70 Hertz. Le esposizioni a lungo termine possono portare a mal di testa, emicrania, dolore agli occhi, disturbi della prestazione visiva, distrazione o minore efficienza (Wilkins et al. 2010; Karanovic et al. 2011; Shepherd 2010). In generale, gli sfarfallii di fonti luminose di grande superficie, come le lampadine opache, disturbano più di quelli provenienti da piccole fonti puntiformi, poiché colpiscono una parte maggiore della retina.

### Valori limite

Attualmente non esistono valori limite vincolanti per lo sfarfallio. Lo sfarfallio di una lampada è indicato con «percentuale di sfarfallio» o «indice di sfarfallio» (Poplawski e Miller 2013).

Un valore percentuale di 0 significa che una lampada non sfarfalla e che emana luce costante, un valore percentuale di 100 significa che l'intensità della luce passa periodicamente dal massimo all'oscurità e viceversa. Lo sfarfallio dei LED non è dichiarato dai produttori e non è indicato sulla confezione.

### Intensità dello sfarfallio dei LED

Lo studio eseguito su mandato dell'UFSP e dell'UFE dimostra che lo sfarfallio dei LED attualmente in commercio è prettamente legato al prodotto e non dipende né dal produttore né dalla forma. Possono presentare un forte sfarfallio le lampade a LED tendenzialmente utilizzate vicino agli occhi, come determinate lampade da tavolo. I LED in commercio presentano percentuali di sfarfallio che variano tra valori inferiori al 5 per cento per i dispositivi che ne sono privi al 100 per cento per quelli con sfarfallio intenso. Hanno fatto eccezione le sei lampade a filamento, tutte esenti da sfarfallio.

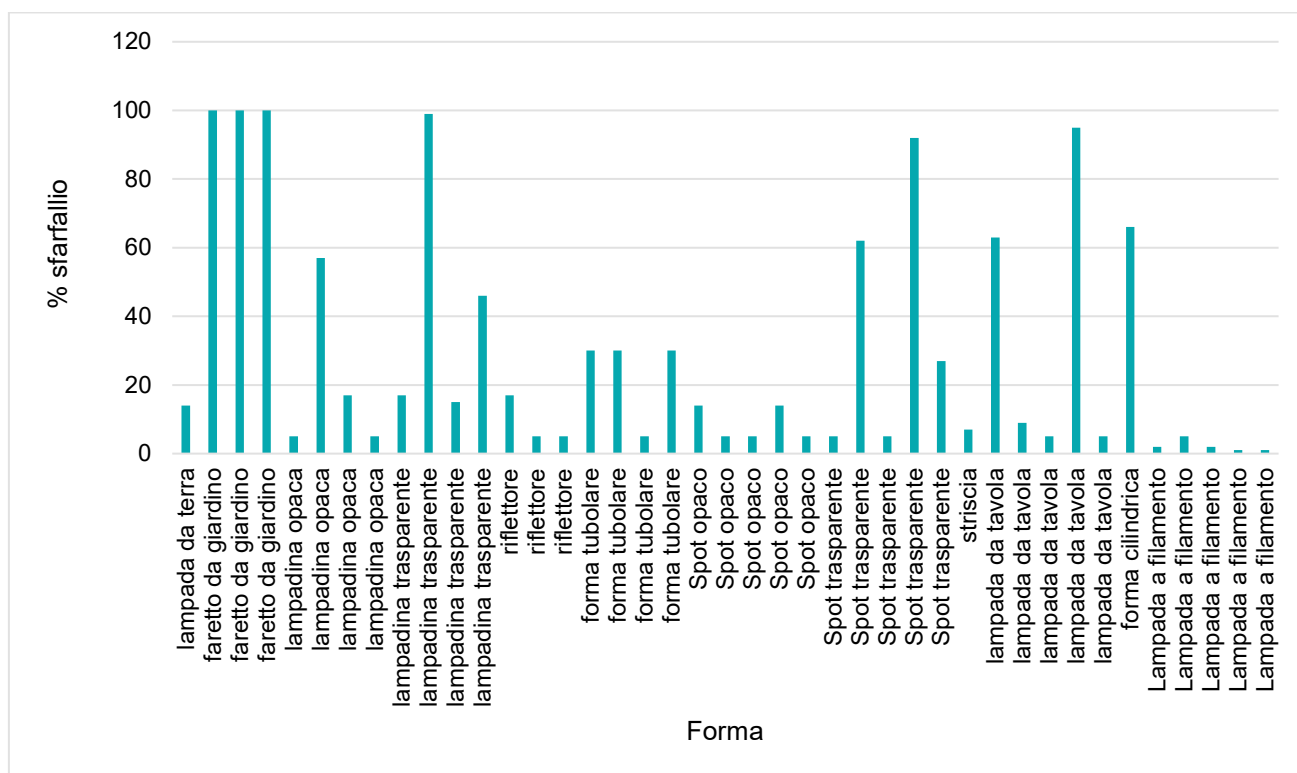


Figura 4: sfarfallio dei LED (42 LED diversi).

### Valutazione delle conseguenze sulla salute

Secondo la fabbricazione, i LED possono emettere una luce priva di sfarfallio o con uno sfarfallio molto intenso. Al momento non è possibile valutare se ciò rappresenti un rischio per la salute (SCENIHR 2012). A titolo preventivo si raccomanda di

- utilizzare LED privi di sfarfallio per illuminare i luoghi in cui le persone si trattengono per periodi prolungati. L'eventuale sfarfallio delle lampade a LED può essere accertato sullo schermo di uno smartphone o di una fotocamera digitale, mettendo a fuoco la lampada accesa da una distanza ravvicinata: se sullo schermo appaiono delle strisce, il LED sfarfalla;
- rinunciare al dimmeraggio dei LED nei luoghi in cui si trattengono persone che soffrono di epilessia, emicrania o mal di testa.

## Disciplinamento giuridico e normazione

Essendo prodotti a bassa tensione, le lampadine a LED devono essere conformi ai requisiti dell'ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione (RS 734.26). Questi prodotti non devono mettere in pericolo né le persone né le cose e possono essere immessi in commercio soltanto se sono conformi ai requisiti principali sulla sicurezza e sulla protezione della salute sanciti dalla direttiva (UE) «bassa tensione». I requisiti principali sono specificati nelle norme europee. I campi elettromagnetici delle apparecchiature di illuminazione sono disciplinati sia nella norma CEI 62493 della Commissione Elettrotecnica Internazionale sia nella norma EN 62493:2010 di identico tenore dell'UE e della Svizzera. Quanto ai campi magnetici ed elettrici, i valori ammessi corrispondono alla raccomandazione del Consiglio europeo relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici (Consiglio europeo 1999). La radiazione ottica ammessa è definita nella norma europea EN 62471:2008 ed è basata sulle raccomandazioni in materia di valore limite di radiazioni visibili e infrarosse non coerenti della Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP 2013).

I fabbricanti sono direttamente responsabili della conformità dei loro apparecchi. In Svizzera non esiste un controllo completo del mercato. L'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte ([www.est.admin.ch](http://www.est.admin.ch)) verifica il rispetto delle disposizioni mediante controlli a campione sugli apparecchi già in commercio.

## Bibliografia

- Anses (2010): Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED).
- Behar-Cohen, F.; Martinsons, C.; Vienot, F.; Zisis, G.; Barlier-Salsi, A.; Cesarini, J. P. et al. (2011): Light-emitting diodes (LED) for domestic lighting: any risks for the eye? In: Prog.Retin.Eye Res. 30 (4), pagg. 239-257.
- Bellia, L.; Pedace, A.; Barbato, G. (2014): Indoor artificial lighting: Prediction of the circadian effects of different spectral power distributions. In: Lighting Research and Technology 46 (6), pagg. 650-660.
- Bellia, L.; Seraceni, M. (2014): A proposal for a simplified model to evaluate the circadian effects of light sources. In: Lighting Research and Technology 46, pagg. 493-505.
- Buberl, A.; Schulmeister, K.; Weber, M.; Kitz, E.; Brusl, H. (2011): Report Nr. 55b Optische Strahlung Ultraviolett-Strahlungsemission von Beleuchtung Datenkatalog Report 55b. Hg. v. AUVA. Disponibile online all'indirizzo <http://www.auva.at/portal27/portal/auvaportal/content/contentWindow?contentid=10008.544771&action=b&cacheability=PAGE&version=1391167515>.
- Chellappa, S. L.; Gordijn, M. C.; Cajochen, C. (2011): Can light make us bright? Effects of light on cognition and sleep. In: Prog.Brain Res. 190, pagg. 119-133.
- CEI 62493:2009 Valutazione di un'installazione di illuminazione quanto all'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici
- CIE (2009): Ocular lighting effects on human physiology and behaviour. Technical report. Vienna: CIE Central Bureau (CIE technical report, 158).
- Commissione europea (2012): Regolamento (UE) n. 1194/2012 della Commissione, del 12 dicembre 2012, recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature Testo rilevante ai fini del SEE. In: Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 342/1.
- Consiglio dell'Unione europea (1999): Raccomandazione del Consiglio del 12 luglio 1999, relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE). Gazzetta ufficiale delle Comunità europee L 199/59
- DIN SPEC 5031-100, 2015: Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik - Teil 100: Über das Auge vermittelte, melanopische Wirkung des Lichts auf den Menschen - Größen, Formelzeichen und Wirkungsspektren.

- Duane, A. (1908): An attempt to determine the normal range of accommodation at various ages, being a revision of Donder's experiments. In: Trans.Am Ophthalmol.Soc. 11 (Pt 3), pagg. 634-641.
- EN 62471:2008 - Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampade.
- EN 62493:2010 Valutazione di un'installazione di illuminazione quanto all'esposizione delle persone ai campi elettromagnetici
- Gall, D.; Bieske, K. (Hg.) (2004): Definition and measurement of circadian radiometric quantities. Non-visual effects, proceedings of the CIE symposium '04, 30 September - 2 October 2004, University of Music and Performing Arts, Vienna, Austria. Vienna, Austria: Commission internationale de l'eclairage (CIE, x027).
- IARC (2010): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans VOLUME 98 Painting, Firefighting, and Shiftwork.
- ICNIRP (2004): Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths Between 180 nm and 400 nm (Incoherent Optical Radiation) 35 343. In: Health Physics 87 (2), pagg. 171-186.
- ICNIRP (2013): ICNIRP GUIDELINES ON LIMITS OF EXPOSURE TO INCOHERENT VISIBLE AND INFRARED RADIATION. In: Health physics 105 (1), pagg. 74-96.
- IEC TR 62471-2:2009 Photobiological safety of lamps and lamp systems - Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety
- IEC TR 62778:2014 Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires.
- Karanovic, Olivera; Thabet, Michel; Wilson, Hugh R.; Wilkinson, Frances (2011): Detection and discrimination of flicker contrast in migraine. In: Cephalalgia: an international journal of headache 31 (6), pagg. 723-736.
- Kitsinelis, S.; Zisis, G.; Arexis, Lydie (2012): A study on the flicker of commercial lamps. In: Light and Engineering 20 (3), pag. 25.
- Poplawski, M. E.; Miller, N. M. (2013): Flicker in Solid-State Lighting: Measurement Techniques, and Proposed Reporting and Application Criteria. CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light", Paris, France: April 15/16, 2013.
- Rinderer, F.; Thalmann, R. (2015): Untersuchung der Blaulichtgefährdung von LED-Lampen und - Leuchten. Hg. v. METAS. Wabern (116-02688).
- SCENIHR (2012): Health Effects of Artificial Light. [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenih\\_r\\_o\\_035.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenih_r_o_035.pdf)
- Schulmeister, K.; Buberl, A.; Weber, M.; Brusl, H.; Kitz, E. (2011): Band 55a Optische Strahlung: UV-Strahlungsemission von Beleuchtungsquellen - Endbericht. Hg. v. AUVA. Disponibile online all'indirizzo <https://www.sozialversicherung.at/portal27/portal/auvaporial/content/contentWindow?viewmode=content&action=2&contentid=10007.672892>.
- Shang, Y. M.; Wang, G. S.; Sliney, D. H.; Yang, C. H.; Lee, L. L. (2014): White light-emitting diodes (LEDs) at domestic lighting levels and retinal injury in a rat model. In: Environ.Health Perspect. 122 (3), pagg. 269-276.
- Shepherd, Alex J. (2010): Visual Stimuli, Light and Lighting are Common Triggers of Migraine and Headache. In: J. Light & Vis. Env. 34 (2), pagg. 94-100.
- Wilkins, A. J.; Veitch, J. A.; Lehmann, B. (2010): LED lighting flicker and potential health concerns: IEEE standard PAR1789 update. Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), 2010 IEEE.

### Per eventuali informazioni:

Ufficio federale della sanità pubblica UFSP, Divisione Radioprotezione, Sezione Radiazioni non ionizzanti e dosimetria, Schwarzenburgstrasse 157, CH-3003 Berna, [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch)