

ILLUMINAZIONE EFFICIENTE NELLE PICCOLE IMPRESE



svizzera energia

Il nostro impegno : il nostro futuro.

INDICE

- 3 Meno elettricità per una migliore luce
- 4 Illuminare e vedere
- 5 I tre modi per generare luce
- 8 Etichetta energia per lampade
- 9 Informazioni sulla confezione
- 10 Sostituire le lampade
- 12 Lampade e apparecchi di illuminazione
- 13 Valutazione dell'illuminazione di uno spazio
- 14 Illuminare gli spazi in modo efficiente

Editore

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia UFE

www.svizzeraenergia.ch

S.A.F.E., Associazione Svizzera per l'efficienza energetica

www.energieeffizienz.ch

Team di progetto

Concetto e contenuti: Stefan Gasser, Zurigo

Impostazione: Martina Wyss, Basilea

Edizione luglio 2015

Meno elettricità per una migliore luce

In Svizzera si spendono circa 10 miliardi all'anno per l'elettricità. Il 15 per cento del consumo di elettricità è imputabile all'illuminazione. Con la nuova tecnologia a LED e una regolazione ottimale della luce è possibile risparmiare il 50 per cento dell'elettricità a scopo d'illuminazione.

Dalla scoperta delle lampade a risparmio è noto che grazie all'impiego di fonti luminose più efficienti è possibile risparmiare buona parte dell'elettricità per l'illuminazione. Ora, con l'avvento della tecnologia a LED, è in corso una vera e propria rivoluzione nel campo dell'illuminazione artificiale. Il potenziale di risparmio dei LED è infatti ancora più elevato e riguarda l'illuminazione delle case e dei commerci come anche quella dell'industria ed esterna. Considerando che grazie a una regolazione intelligente della luce è possibile ottenere un ulteriore risparmio di elettricità, si può azzardare l'affermazione che il 50 per cento dell'elettricità utilizzata per l'illuminazione potrebbe essere risparmiato – senza compromettere il comfort. A livello svizzero ciò corrisponderebbe a 4500 gigawattora, pari al consumo di elettricità di 1 milione di economie domestiche.

La presente guida si rivolge a tutte le persone che desiderano un'illuminazione più efficiente nella propria piccola impresa. Fornisce informazioni di base in merito alla luce, alle differenti fonti luminose e in particolare all'illuminazione a LED. Indica a cosa è necessario prestare attenzione quando si desidera sostituire un'inefficiente lampada alogena con una a LED. La guida illustra l'illuminazione di tipici spazi amministrativi, di ristorazione o artigianali e mette a disposizione degli strumenti per

una semplice valutazione energetica e tecnica dell'illuminazione.

Tra tutti gli sforzi per risparmiare energia non si può naturalmente tralasciare che l'illuminazione è responsabile della maggior parte delle nostre percezioni sensoriali e che per questo motivo anche la sua qualità riveste un ruolo importante. L'aver una buona e al contempo efficiente illuminazione non è tuttavia una contraddizione. In particolare con l'ultima generazione di lampade e apparecchi d'illuminazione a LED di alta qualità non si riscontra più una riduzione della qualità della luce rispetto alla luce alogena tradizionale. Un importante consiglio all'acquisto di una lampada o di un apparecchio d'illuminazione a LED: tenete la vostra mano sotto il fascio di luce del LED e valutate la resa cromatica della vostra pelle. Vi piace il colore della pelle della vostra mano?

Lo sviluppo della tecnologia a LED è ben lungi dall'essere concluso. Con gli OLED (LED organici) dovrebbe in pochi anni essere possibile produrre luce in materiali sottili, flessibili e di grande superficie e avere così pareti e soffitti luminosi.

Illuminare e vedere

Più del 90% delle nostre percezioni avvengono attraverso l'occhio.
Per riconoscere ciò che ci circonda e orientarci necessitiamo di luce.

Dal profilo della fisica la luce è un'onda elettromagnetica paragonabile a un'onda radio, ma con una frequenza molto maggiore. La luce bianca è costituita da luce di differenti colori, come quelli visibili nell'arcobaleno o attraverso un prisma. La direzione della luce che incontra una goccia di pioggia nell'aria viene deviata. Dal momento che i differenti colori vengono deviati in modo diverso, si forma l'intero spettro della luce bianca, a partire dal rosso sino all'arancione, al giallo, al verde, al blu e al viola – sempre nel medesimo ordine.

Le capacità di vedere e percepire dell'occhio umano sono enormi. Con il bulbo oculare, molto più piccolo di un buon foto obiettivo, l'occhio, grazie anche a un centro di calcolo grande pochi centimetri quadrati, può creare immagini nel cervello, la cui qualità è di gran lunga superiore a quella delle migliori fotocamere. La banda di luminosità che l'occhio può elaborare va da molto scuro a molto chiaro – in un rapporto di 1 su 1 milione. In caso di luna piena a terra si misura un'intensità luminosa di soli 0,2 lux mentre in pieno sole si arriva sino a 100'000 lux. L'uomo è in grado di orientarsi bene in entrambe le situazioni. L'elevata capacità di adattamento dell'occhio umano ha un significato anche per il risparmio energetico nell'illuminazione: se in un ufficio sono ad esempio presenti troppi apparecchi d'illuminazione o la luce è troppo chiara, l'occhio semplicemente vi si adatta, il consumo di elettricità a 1000 lux è tuttavia il doppio di quello a 500 lux. Un corretto dimensionamento dell'illuminazione permette quindi di risparmiare molta energia.

La luce è più dell'illuminazione. La luce ha un effetto biologico sull'uomo e può attivare, motivare, rilassare o calmare. Può ad esempio ridurre la depressione invernale, regolare il ritmo del sonno o aumentare le capacità di prestazione.



I tre modi per generare la luce

Vi sono tre principi per generare la luce e ogni fonte luminosa esistente sul mercato può essere assegnata a uno di questi tre metodi:



Radianti termici
tutte le lampade a incandescenza e alogene



Lampade a scarica
tubi fluorescenti, lampade a risparmio, lampade da stadio e dell'illuminazione stradale



Diodi luminosi
lampade a LED

Nelle lampade a incandescenza e alogene la luce è generata riscaldando un filo di metallo. Solo dal 3 al 7 per cento dell'elettricità fornita viene trasformata in luce, il resto è calore residuo. Il principio della lampada a incandescenza è correlato a quello del sole o del fuoco; la qualità della luce viene pertanto percepita come molto piacevole. Dopo il divieto di vendita delle classiche lampade a incandescenza, è subentrata la lampada alogena, che è una loro versione ottimizzata.

La fonte luminosa più diffusa appartenente alla categoria delle «lampade a scarica» è il tubo fluorescente, il cosiddetto «tubo al neon» – che tuttavia non contiene neon, motivo per cui la definizione è sbagliata. La produzione della luce nella lampada fluorescente corrisponde di principio al fenomeno di un temporale. I singoli fulmini vengono tuttavia generati così

velocemente, da non poter essere percepiti dall'occhio. In questa tipologia di lampada viene trasformata in luce il 25 per cento circa dell'elettricità fornita. La lampada a risparmio è un tubo fluorescente in miniatura.

LED sta per «diodo che emette luce» ed è un elemento dell'elettronica. Il principio di funzionamento è simile a quello di una cella solare, il processo è tuttavia inverso. Mentre in una cella solare la luce incidente su un semiconduttore di silicio viene trasformata in luce, i LED o diodi luminosi producono luce alimentando con elettricità un semiconduttore. Nel prossimo futuro l'illuminazione a LED sarà la più importante fonte di luce.

Vantaggi e svantaggi dei tre tipi di fonte luminosa

Nella tabella sono elencati i criteri principali, gli indicatori tecnici e la loro valutazione per le tre tipologie di lampada.

	LAMPADA ALOGENA	LAMPADA A RISPARMIO	LAMPADA A LED
Efficienza energetica	bassa 15–20 lumen per watt	elevata 40–60 lumen per watt	molto elevata da 60 a più di 100 lm/W
Durata di vita	breve 2'000 ore	lunga 6'000–15'000 ore	molto lunga 10'000–50'000
Accensioni/Spengimenti	molto buona > 500'000	pessima sino a molto buona 3'000–500'000	sufficiente sino a molto buona 10'000–500'000
Tempo di accensione sino alla luminosità massima	molto buono accensione istantanea	insufficiente 20–180 sec.	molto buono accensione istantanea
Resa cromatica	molto buona 100	buona 80	da buona a molto buona 80–95
Dimmerabilità	si, tutte le lampade	poche	molte
Quota di energia grigia*	molto bassa ca. 2%	bassa max. 10%	bassa max. 10%
Smaltimento	rifiuti domestici	rifiuti speciali ritiro in negozio	rifiuti elettrici ritiro in negozio
Prezzo di acquisto	2 CHF	ca. 10 CHF	da 10 a 50 CHF
Costi per 6'000 ore di funzionamento	60 CHF	15 CHF	10 CHF

* *Energia grigia = Energia per la produzione e lo smaltimento*

La nascita delle lampade a LED

Lo sviluppo dei LED trova le proprie origini negli anni '60. Allora queste piccole lampadine rosse non erano particolarmente efficienti e vennero impiegate, tra le altre cose, per i primi schermi digitali degli orologi. Solo dopo decenni di sviluppo tecnologico si è arrivati a produrre anche altri colori: LED gialli, poi verdi e infine blu. Con l'arrivo, negli anni '90, dei LED blu è diventato finalmente possibile produrre anche luce bianca. All'inizio la qualità di questa luce bianca non era tuttavia molto elevata, nello spettro dei colori dei LED misti mancavano infatti molte tonalità di colore intermedie. Invece di produrre luce bianca mischiando i colori di base, si è cominciato a convertire la luce blu dei LED in luce bianca rivestendola con fosforo. Negli anni successivi la tecnologia di rivestimento è stata costantemente migliora-

ta; al contempo è stato possibile estrarre una maggiore quantità di luce dai LED.

In quasi nessun altro settore tecnologico un prodotto ha tenuto tanto quanto la lampadina a incandescenza, che Thomas Edison ha immesso sul mercato nel 1880. La tecnica dei LED sta rivoluzionando l'illuminazione e il processo di sostituzione sarà probabilmente simile al passaggio dalla macchina da scrivere al computer o dal vinile al compact disc. Il cambiamento dalla lampada a incandescenza a quella a LED è inoltre accelerato dalle disposizioni legislative, che hanno vietato la lampada a incandescenza tradizionale.

I molteplici vantaggi dei LED

Accanto all'efficienza energetica i LED hanno altre caratteristiche che li distinguono:

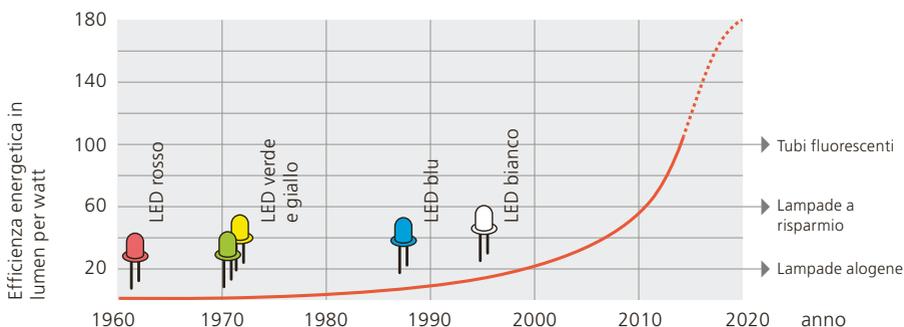
- Il fascio luminoso dei LED è praticamente privo di luce ultravioletta e infrarossi. Per questo motivo sin da subito – malgrado gli allora elevati prezzi di acquisto – sono stati installati in musei e negozi di alimentari. Il processo di invecchiamento dei colori dei quadri e delle merci fresche è notevolmente ridotto sotto la luce dei LED, i quadri sbiadiscono meno e i salumi restano freschi più a lungo. In caso di ammodernamento dell'illuminazione nei supermercati i LED sono diventati uno standard.
- Con i LED ogni apparecchio d'illuminazione può avere una particolare sfumatura di bianco, da caldo a freddo. È quindi possibile risparmiarsi l'acquisto di costosi e inefficienti filtri e si possono facilmente impostare differenti effetti d'illuminazione. Nei negozi di vendita, per presentare le merci in modo ottimale, vengono spesso impiegati LED a colore variabile.
- Gli apparecchi d'illuminazione a LED possono essere di dimensioni molto piccole e quindi montati quasi ovunque. La luce può essere direzionata in modo molto preciso,

aspetto ad esempio molto utile nell'illuminazione stradale, per evitare la dispersione di luce sulle facciate di abitazioni. La strada è illuminata e le persone che desiderano dormire non sono disturbate.

- La luminosità dei LED può essere adeguata perfettamente e senza dispersioni: la lampada a stelo da ufficio emette così esattamente tanta luce quanta è necessaria e si può evitare un sovradimensionamento.

I LED hanno almeno un grande svantaggio. Grazie alle molteplici possibilità di impiego, in particolare per quanto concerne l'installazione anche in spazi di dimensioni molto ridotte, e all'elevata efficienza, è stato possibile portare la luce anche in molti dei luoghi dove prima non c'era: negli armadi, in nicchie, sui corrimano delle scale o su intere facciate – i LED vengono installati ovunque. Una parte del guadagno in efficienza dovuto ai LED viene quindi perso attraverso i nuovi utilizzi dell'illuminazione – un effetto rebound che si può osservare anche in relazione ad altri apparecchi. Le televisioni moderne sono ad esempio molto più efficienti dei vecchi modelli – ma anche molto più grandi e necessitano quindi di molta energia.

SVILUPPO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA E DEI COLORI DEI LED



Etichetta energia per le lampade

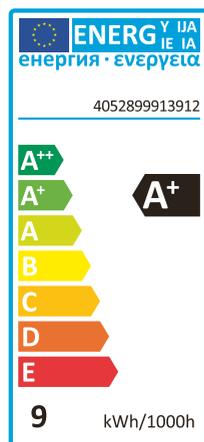
In Europa e in Svizzera le lampade devono essere dotate di un'etichetta energia. Questa dà informazioni in merito al consumo energetico e all'efficienza energetica della lampada.

Sette frecce colorate rappresentano le classi di efficienza: la freccia in verde scuro indica la classe con il minore consumo energetico, la freccia in rosso quella con il consumo maggiore. La freccia nera sul lato destro dell'etichetta indica la classe della lampada considerata. Da inizio 2013 sulla nuova etichetta energia la lettera A++ rappresenta la classe di efficienza migliore, E quella peggiore.

L'efficienza energetica di una lampada indica la relazione fra la quantità di luce emessa (flusso luminoso in lumen) e la potenza elettrica fornita in watt. Maggiore è questo valore, più efficiente è la lampada risp. minore il suo consumo. La tabella mostra delle lampade tipiche che emettono la medesima quantità di luce

ma sono caratterizzate da una potenza assorbita risp. da un grado di efficienza energetica differenti. La lampada a LED è sino a 10 volte più efficiente di una lampada a incandescenza, che dal 2013 non può più essere venduta.

La legge prevede che dal 2018 potranno essere vendute esclusivamente lampade con una classe di efficienza pari almeno alla B. Le lampade per le quali non esisterà un'alternativa economica, saranno esentate da tale divieto. Tra queste eccezioni vi sono le lampade alogene a tubo, che vengono impiegate in molte lampade a stelo che irradiano la luce in modo indiretto e per le quali, entro il 2018, non sarà ancora disponibile una soluzione a LED economicamente sostenibile.



Classe	Tipologia di lampade	Potenza in watt	Efficienza energetica in lumen per watt
A++	Lampada a LED	7	114
A+	Lampada a LED e fluorescente	11	73
A	Lampada a risparmio e fluorescente	15	53
B	Lampada alogena ottima	40	20
C	Lampada alogena buona	50	16
D	Lampada alogena standard	60	13
E	Lampada a incandescenza (vietata)	maggiore di 60	minore di 13

Flusso luminoso della lampada qui indicata: 800 lumen

Informazioni sulla confezione

Accanto all'etichetta energia, sulla confezione delle lampade devono essere fornite altre indicazioni, utili al momento dell'acquisto:

1 Potenza assorbita (watt)

Potenza elettrica fornita dalla presa di corrente. La varietà di nuove lampade di differente efficienza, non permette di definire una certa quantità di luce in funzione della potenza.

2 Flusso luminoso (lumen)

Quantità di luce diffusa da una lampada nello spazio. Il flusso luminoso è la grandezza base che consente di paragonare la luminosità delle lampade.

3 Durata di vita (ore)

Età di vita media attesa sino al non funzionamento della lampada.

4 Temperatura di colore (Kelvin)

Nelle lampade a LED e a risparmio si distingue fra bianco caldo (temperatura di colore tra 2700 e 3000 Kelvin), bianco neutro (4000 Kelvin) e bianco da luce diurna (6500 Kelvin).

5 Contenuto di mercurio (milligrammi)

Le lampade a risparmio hanno una bassa quantità di mercurio. Le lampade a LED e alogene ne sono prive.

6 Resa cromatica Ra

La qualità della luce in relazione all'autenticità dei colori illuminati. Un valore Ra di 80 indica una buona luce. Le lampade a LED di alta qualità arrivano sino a 85 – 90, per le lampade alogene un valore di 100 è ottimale.

7 Dimmerabilità

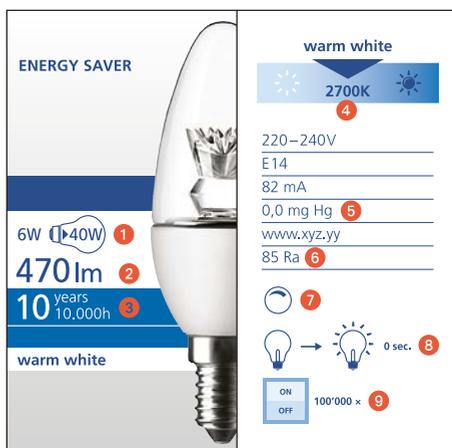
Le lampade alogene sono sempre dimmerabili. Le lampade a LED che lo consentono sono indicate come tali.

8 Tempo di accensione (secondi)

Tempo necessario al raggiungimento dell'intensità luminosa massima. Nelle lampade a risparmio questo tempo può essere di differenti minuti, le lampade a LED e alogene si accendono subito.

9 Resistenza ai cicli di accensione e spegnimento

Numero delle accensioni e degli spegnimenti possibili sino al non funzionamento della lampada. Valori molto buoni sono superiori a 100'000. In caso di utilizzo intenso, valori bassi pari a circa 5000 possono ridurre sensibilmente la durata di vita indicata.



Paragonate i numeri con i valori sulla confezione

Sostituire le lampade

Con il divieto per le lampade a incandescenza, i prezzi delle lampade alogene sono per lo più scesi a un livello standard. A lungo termine il maggior costo per l'acquisto di una lampada a LED è tuttavia ripagato dall'elevato risparmio di energia elettrica. Sostituendo una lampada alogena con una fonte luminosa più efficiente si hanno tre differenti casi:

LAMPADA CLASSICA

1 Una **lampada alogena di forma classica a pera** può essere sostituita sia con una lampada a risparmio sia con una a LED. Tutte le lampade hanno di regola un cosiddetto attacco Edison con un diametro da 27 o 14 millimetri (E27 o E14). Dal profilo della qualità della luce e dell'efficienza energetica le lampade a LED sono di gran lunga superiori a quelle al risparmio, al momento sono tuttavia più care e non disponibili in tutte le potenze.



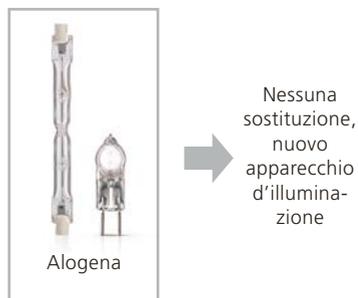
SPOT

2 La sostituzione di uno **spot alogeno** è sensata solo se avviene con una lampada a LED. Vi sono modelli per 230 e per 12 Volt. I piccoli spot da 230 Volt hanno di regola l'attacco GU10 (distanza fra le spine 10 millimetri), quelli più grandi l'attacco Edison E27. Anche gli spot alogeni da 12 Volt (attacco GU 5.3 = 5.3 millimetri di distanza fra le spine) possono essere sostituiti con i corrispettivi spot a LED.



LAMPADA A SPINA

3 Per **lampade alogene a spina** non esiste al momento alcuna alternativa a LED. Per motivi tecnici anche nel prossimo futuro non sarà disponibile un rispettivo prodotto sostituto. Se si desidera una lampada a stelo efficiente è quindi necessario comprare un nuovo apparecchio d'illuminazione appositamente concepito per la tecnologia a LED. Esistono già molteplici apparecchi d'illuminazione con LED integrati, che diffondono una grande quantità di luce.



Il grande punto interrogativo davanti agli scaffali

L'enorme offerta di lampade esposta negli scaffali rappresenta, per la maggior parte dei clienti, una vera e propria sfida. Accanto alla decisione sul tipo di fonte luminosa (alogeno, a risparmio, a LED) si pone la domanda sulla potenza necessaria per raggiungere una certa luminosità con un determinato tipo di lampada. La tabella mostra che le potenze si differenziano notevolmente a dipendenza del tipo di lampada e che il flusso luminoso è determinante nella scelta. È così possibile produrre una quantità di luce pari a 806 lumen con una

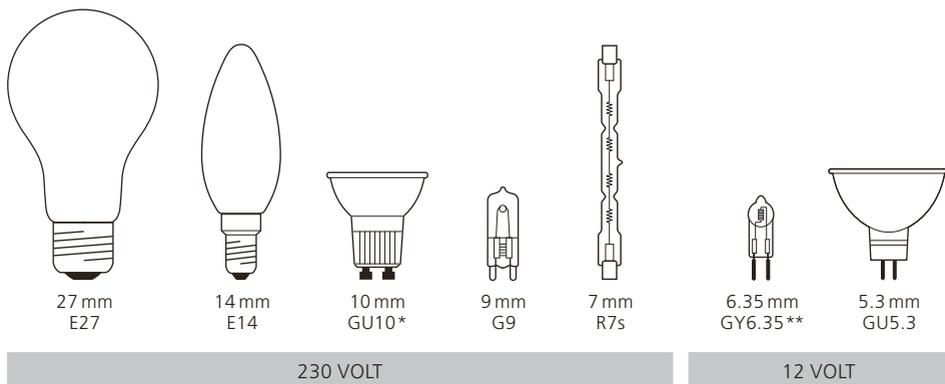
lampada a incandescenza da 60 watt, con una alogena da 48 watt, con una a risparmio da 12 watt o con una a LED da 8 watt. A dipendenza del fabbricante e dello stato della tecnica, le lampade a LED hanno inoltre un rapporto differente tra la potenza di allacciamento elettrica e il flusso luminoso. Gli ormai conosciuti valori di potenza in watt validi per le lampade a incandescenza non sono standardizzati per le nuove tipologie di lampada e ci si deve spesso decidere per una lampada più o meno luminosa. Ideale è basarsi sul flusso luminoso o sul valore in lumen.

Flusso luminoso*	Lampada a incandescenza	Alogena	Lampada a risparmio	LED
1521 lm	100 W	80 W	20 W	da 15 a 20 W
1055 lm	75 W	60 W	15 W	da 10 a 15 W
806 lm	60 W	48 W	12 W	da 8 a 12 W
470 lm	40 W	32 W	8 W	da 6 a 8 W
249 lm	25 W	20 W	5 W	da 3 a 5 W
136 lm	15 W	12 W	3 W	da 2 a 3 W
Risparmio		- 20 %	- 80 %	da - 80 a - 90 %

* Flussi luminosi di riferimento per lampade a LED

A dipendenza della tipologia di lampada vi sono differenti attacchi. Queste possono inoltre avere differenti forme. Le tipologie più

diffuse sono rappresentate nella figura sottostante, attacchi e forme possono presentare anche altre combinazioni.



* anche E27 e E14 ** piccole potenze, con attacco G4

Lampade e apparecchi di illuminazione

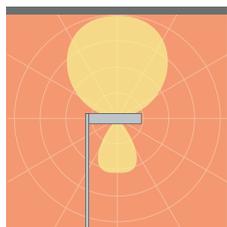
Nel linguaggio di tutti i giorni viene spesso utilizzata l'espressione «lampada» al posto del termine corretto di «apparecchio di illuminazione». Con apparecchio di illuminazione si intende l'insieme costituito da: lampada, corpo, riflettore e elettronica integrata. La lampada intesa come sorgente luminosa è chiamata in modo colloquiale anche «lampadina». Con l'entrata nell'era del LED le lampade sostituibili andranno sempre più a scomparire. I diodi luminosi diventano parte integrante dell'intero apparecchio di illuminazione. L'elevata durata di vita dei LED rende superflua la sostituzione della sorgente luminosa.

Si distinguono differenti tipi di apparecchi di illuminazione, utilizzati per scopi diversi. Il rif-

lettore dell'apparecchio di illuminazione fa in modo che la luce diffusa sia irraggiata nella direzione desiderata e che non abbagli. Per ogni apparecchio di illuminazione esiste una curva di distribuzione della luce (curva con la stessa intensità luminosa, analoga alle curve di livello di una carta topografica), dalla quale è possibile ricavare le proprietà di irraggiamento dell'apparecchio.

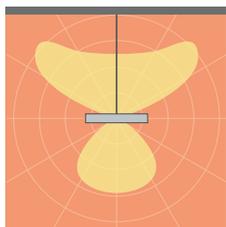
Come per le lampade, anche per gli apparecchi di illuminazione l'efficienza energetica nell'etichetta energia è espressa in lumen pro watt (lm/W), dove a partire da 70 lm/W l'efficienza è considerata buona e da 100 lm/W molto buona. I migliori apparecchi (certificati Minergie) si trovano su www.toplicht.ch.

TIPOLOGIA DELL'APPARECCHIO DI ILLUMINAZIONE CON CURVA DI DISTRIBUZIONE DELLA LUCE



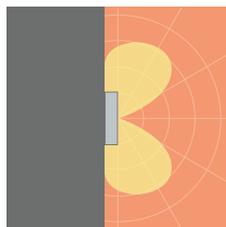
Lampada a stelo

60–100 W / 5000–12'000 lm*



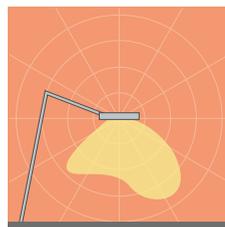
Lampadario

20–100 W / 1500–12'000 lm*



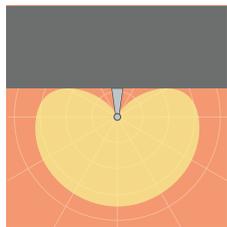
Applique

10–40 W / 700–4000 lm*



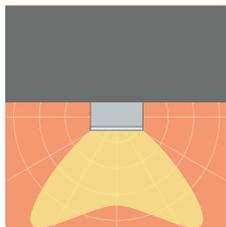
Lampada da tavolo

5–20 W / 350–2000 lm*



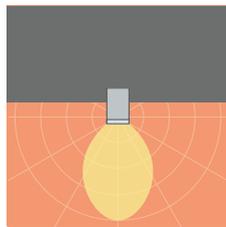
Barra luminosa

20–100 W / 1500–12'000 lm*



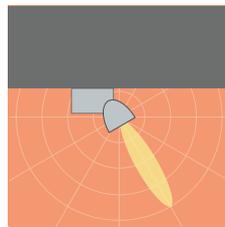
Plafoniere

20–100 W / 1500–12'000 lm*



Downlighter

10–40 W / 700–4000 lm*



Spot

4–30 W / 200–3000 lm*

* Range di potenza / Flusso luminoso

Valutazione dell'illuminazione di uno spazio

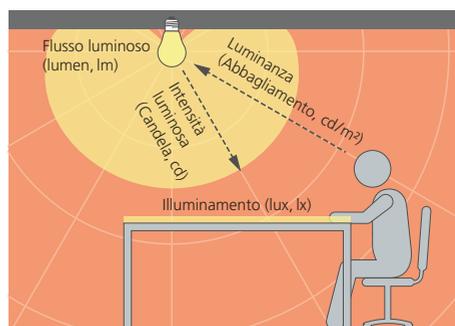
Le tre grandezze più importanti per la valutazione dell'illuminazione di uno spazio sono l'illuminamento, la potenza elettrica installata e l'abbagliamento.

L'**illuminamento** indica quanto deve essere illuminata una superficie (ad es. tavolo, pavimento oppure parete). A seconda del compito visivo l'illuminamento necessario è differente. Per la misurazione è utilizzato un luxmetro (lux = luce in latino). L'apparecchio viene messo in diversi posti del locale, sui tavoli oppure sul pavimento, con il sensore orientato verso il soffitto. La media delle diverse misurazioni fornisce l'illuminamento medio del locale.

La **potenza installata** è la somma di tutte le potenze elettriche delle lampade e degli apparecchi di illuminazione nel locale. Per la valutazione è di regola espressa come potenza specifica per metro quadrato di superficie (W/m^2). A seconda dell'illuminamento e del tipo di apparecchio di illuminazione utilizzato, per un locale ($36 m^2$ di superficie) illuminato normalmente risultano necessarie le potenze installate riportate nella tabella.

Per la valutazione dell'**abbagliamento** valgono i seguenti criteri:

- fonti luminose puntiformi (ad es. spot) devono essere disposte in maniera tale che il raggio di luce non appaia mai direttamente nel campo visivo delle persone nel locale.
- Per gli apparecchi di illuminazione con una protezione contro l'abbagliamento molto buona, l'osservatore in una posizione normale non ha mai un contatto visivo diretto con la fonte luminosa.
- Anche gli apparecchi con vetro smerigliato o con coperture prismatiche permettono un buon controllo dell'abbagliamento: maggiore è la superficie luminosa dell'apparecchio, minore è l'abbagliamento.



Rapporto tra l'illuminamento, i valori caratteristici dell'apparecchio di illuminazione e della lampada in lumen e in candele e l'abbagliamento.

Utilizzo	Illuminamento (lux)	Potenza installata (W/m^2)		
		LED	Fluorescente	Alogena
Boutique, shop	700	da 7 a 14	21	84
Ufficio, aula scolastica	500	da 5 a 10	15	60
Spazio artigianale, locale pausa	300	da 3 a 6	9	36
Ristorante, vano scala	200	da 2 a 4	6	24
Corridoio, WC, magazzino	100	da 1 a 2	3	12



Illuminare gli spazi in modo efficiente

Illuminazione negli uffici

Per una buona illuminazione degli uffici sono importanti i seguenti aspetti:

- Le superfici di lavoro dovrebbe avere un illuminamento minimo di 500 lux e la distribuzione della luce sulle scrivanie dovrebbe essere il più possibile omogenea. Al di fuori della scrivania sono sufficienti 300 lux.
- Gli apparecchi di illuminazione dovrebbero essere costruiti e posizionati in modo da evitare l'insorgere di fastidiosi abbagliamenti diretti sulla postazione di lavoro. Gli apparecchi di illuminazione senza protezione contro l'abbagliamento non sono adatti al lavoro da ufficio.
- Come base di calcolo per un'illuminazione efficiente negli uffici si può assumere un valore da 6 a 10 W/m² di superficie di base (a seconda del tipo di apparecchio di

illuminazione e della luminosità del locale). Un ufficio di 3 persone con una superficie di 36 m² necessita quindi di apparecchi di illuminazione con una potenza complessiva compresa tra i 216 e i 360 watt.

- La luminosità di pareti e mobilia ha un grande effetto sulla quantità di luce necessaria. Locali scuri (mobili scuri, calcestruzzo a vista, pareti colorate) necessitano il 50 per cento di luce artificiale in più rispetto ai locali chiari (mobili chiari, pareti e soffitto bianchi).

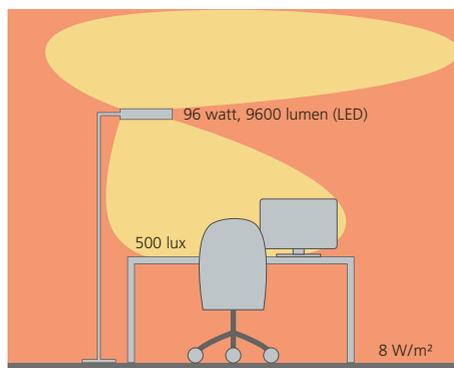
** Ipotesi per i valori illustrati nei grafici:*

- Dimensioni del locale: $L \times P \times A = 6 \times 6 \times 3$ metri
- Luminosità del locale media
- Esempi di valori caratteristici per buoni apparecchi di illuminazione a LED, valori reali possono divergere da quelli illustrati.

Tre tipiche possibilità di illuminazione per le postazioni di lavoro*

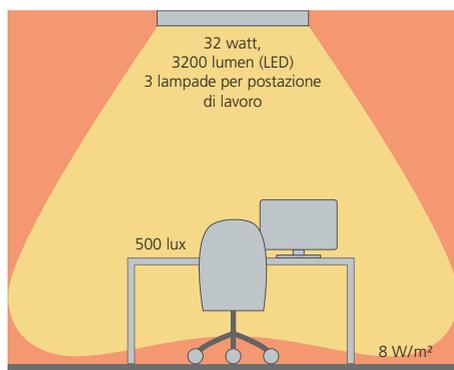
Lampade a stelo

Le lampade sono orientate in direzione della postazione di lavoro e a seconda della potenza e della mobilia possono illuminare da una a quattro postazioni. Un'efficiente lampada a stelo da ufficio per una postazione singola ha una potenza compresa tra 80 e 100 W. Molte lampade a stelo dispongono di sensori di luce integrati che accendono o spengono automaticamente la luce artificiale a seconda della presenza di persone rispettivamente che dimmerano la lampada in presenza di sufficiente luce naturale.



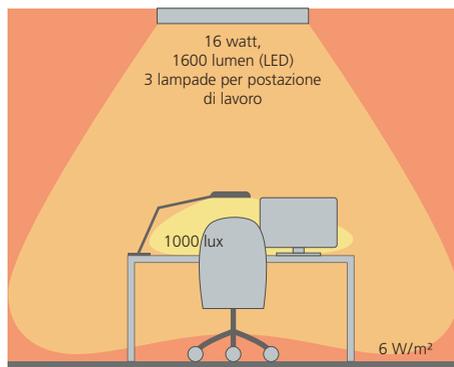
Plafoniere (o lampadari)

Gli apparecchi sono montati al soffitto in base a uno schema definito, indipendentemente dalle postazioni di lavoro. L'illuminamento è perlopiù distribuito in maniera uniforme in tutto lo spazio. A seconda della potenza delle lampade, della geometria del locale e della densità di occupazione sono necessari da uno a tre apparecchi di illuminazione per postazione di lavoro. Spesso sono inoltre montati dei rilevatori di presenza, che spengono automaticamente la luce artificiale in assenza di persone o in presenza di sufficiente luce naturale.



Lampade da tavolo e plafoniere

La combinazione di lampade da tavolo e plafoniere è una soluzione molto efficiente. Le plafoniere forniscono l'illuminazione di base di ca. 300 lux e le lampade da tavolo la necessaria luce supplementare sulla superficie di lavoro. La soluzione è ideale soprattutto per i dipendenti più anziani, poiché con le lampade da tavolo si direziona molta luce nel posto desiderato (1000 lux) con poca potenza. Una moderna lampada da tavolo a LED necessita solo da 10 a 15 W di potenza di allacciamento.





N5 Kochloft, Worb

Illuminazione nei ristoranti

Per l'illuminazione dei ristoranti è necessario prestare attenzione ai seguenti punti:

- L'illuminamento medio necessario è pari a 200 lux. Con apparecchi di illuminazione a LED è possibile raggiungere questa luminosità con 3 fino a 4 W/m² di superficie del ristorante. Con le tradizionali lampade alogene la potenza di allacciamento è più elevata di un fattore 5 fino a 10!
- Il criterio principale per l'illuminazione di un ristorante non è l'illuminamento medio ma l'illuminazione ottimale dei tavoli e l'atmosfera globale nel locale. È particolarmente importante che i clienti non siano abbagliati dall'illuminazione.
- L'esigenza di un'illuminazione ottimale dei tavoli e il posizionamento flessibile di quest'ultimi sono spesso in conflitto fra di

loro. Ideale sarebbe poter spostare insieme i tavoli e gli apparecchi di illuminazione.

- La trasformazione di un'illuminazione alogena convenzionale in una efficiente a LED si ammortizza velocemente: in un ristorante di 100 m² è possibile risparmiare velocemente più di 1000 franchi di costi di elettricità all'anno.

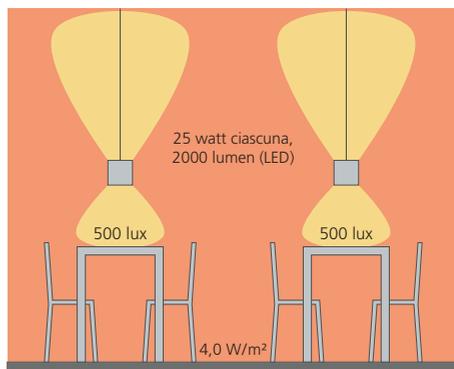
** Ipotesi per i valori illustrati nei grafici:*

- Dimensioni del locale: $L \times P \times A = 6 \times 6 \times 3$ metri
- Luminosità del locale media
- Esempi di valori caratteristici per buoni apparecchi di illuminazione a LED, valori reali possono divergere da quelli illustrati.

Tre tipiche possibilità di illuminazione per i ristoranti*

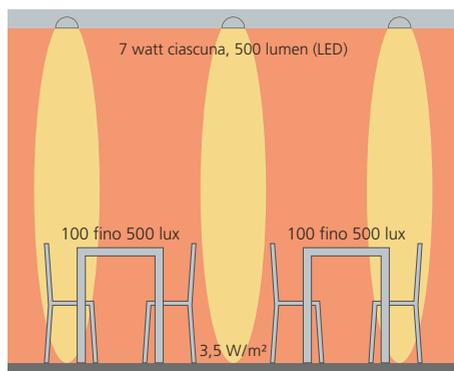
Lampadari

Ogni tavolo ha un proprio apparecchio di illuminazione ed è illuminato uniformemente, lo sfondo rimane perlopiù scuro. A seconda dell'irraggiamento (luce diretta o diretta-indiretta) si crea un effetto di luce differente. I lampadari devono essere appesi in maniera tale da non causare abbagliamenti e non impedire al contempo il contatto visivo con il vicino di tavolo (altezza di montaggio: 60 fino a 80 cm sopra il tavolo). Un apparecchio a LED con una potenza da 15 a 25 W (2000 lumen) illumina in modo ottimale un tavolo da 4 persone.



Spot da incasso a soffitto

Gli spot sono montati sul soffitto secondo uno specifico schema, indipendentemente dai tavoli. Questa soluzione di illuminazione diffusa permette un posizionamento flessibile dei tavoli. Dato che i singoli tavoli sono tuttavia illuminati in maniera differente, per i clienti (che «casualmente» si siedono nelle zone scure) l'installazione è piuttosto sfavorevole. Con 50 spot a LED di 7 W l'uno (500 lumen) è possibile illuminare con un valore medio di 200 lux un ristorante con una superficie di 100 m².



Plafoniere

È possibile ottenere un illuminamento uniforme e una disposizione flessibile dei tavoli con plafoniere ad irraggiamento ampio. L'impressione è quella di una luce che crea meno ambiente, aspetto non per forza negativo. Per una buona atmosfera con questa tipologia di lampada è determinante soprattutto l'architettura interna e meno la scelta dell'apparecchio di illuminazione. Con cinque apparecchi di illuminazione a LED da 70 W l'uno (5600 lumen) è possibile illuminare con circa 200 lux un ristorante con una superficie di 100 m².

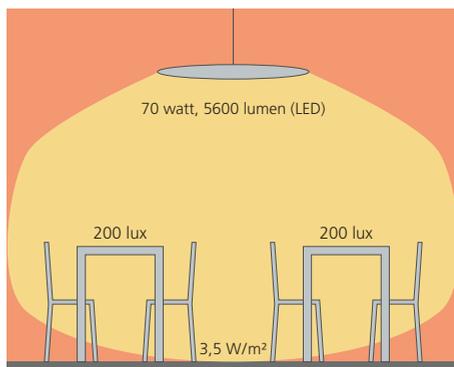




Foto: Micha Reichsteiner, Wörth

Eicher Holzwaren AG, Schwarzenegg

Illuminazione di spazi artigianali, capannoni e magazzini

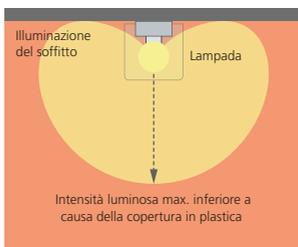
Per l'illuminazione di grandi spazi come, capannoni industriali e artigianali, magazzini, garage oppure semplicemente superfici commerciali, sono impiegati perlopiù plafoniere o lampadari. A seconda dell'utilizzo, gli apparecchi di illuminazione ad ampio irraggiamen-

to sono protetti da una copertura in materiale sintetico oppure sono muniti di un semplice apparecchio di illuminazione erano muniti per la maggior parte di tubi fluorescenti.

TRE TIPI DI PLAFONIERE CON CURVA DI DISTRIBUZIONE DELLA LUCE



Plafoniera ad ampio irraggiamento



Plafoniera chiusa



Plafoniera con riflettore

L'ammodernamento dell'illuminazione esistente con soluzioni a LED permette di risparmiare fino al 50 per cento dei costi energetici. In questo contesto si distinguono due procedimenti:

Sostituzione della sorgente luminosa

I tubi fluorescenti sono sostituiti con tubi a LED compatibili con lo stesso attacco dei tubi tradizionali (tipo «G13» per tubi con un diametro di 26 mm e tipo «G5» per tubi con un diametro di 16 mm). Per apparecchi di illuminazione vecchi con reattori convenzionali, oltre alla lampada bisogna sostituire anche lo starter. Per apparecchi di illuminazione con reattori elettrici in alcuni casi bisogna sostituire il reattore. In questo caso è necessaria una consulenza specialistica. La potenza di allacciamento dei tubi a LED è circa la metà di quella delle tradizionali lampade fluorescenti (ad es. 25 al posto di 58 watt) e di regola i tubi a LED emettono solamente nella metà inferiore dello spazio così da non disperdere inutilmente luce verso il soffitto.

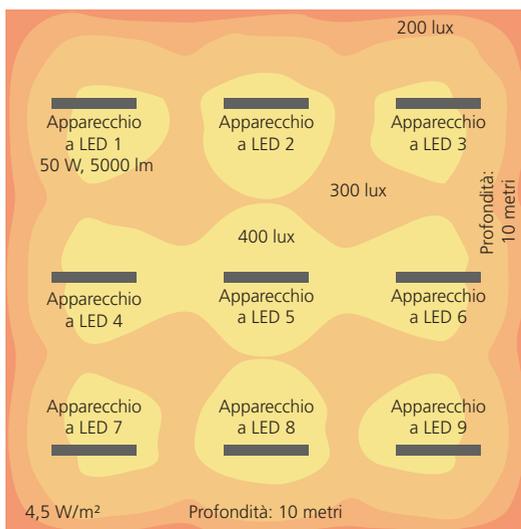
Sostituzione degli apparecchi di illuminazione

L'intero apparecchio di illuminazione è rimosso e allo stesso posto è installato un completo apparecchio a LED con LED integrati. Rispetto alla sostituzione della sorgente luminosa con tubi a LED, questa variante ha il vantaggio di essere migliore dal profilo del coordinamento tecnico e della stabilità strutturale. Ciò consente di avere un dispendio per la manutenzione inferiore. I costi di un nuovo apparecchio di illuminazione a LED sono maggiori rispetto alla sostituzione con tubi a LED, a lungo termine questa soluzione può essere tuttavia più redditizia.

Disposizione degli apparecchi di illuminazione nello spazio

Solitamente gli apparecchi sono montati a soffitto secondo uno schema simmetrico e equidistante. In questo modo si crea una distribuzione dell'illuminamento relativamente uniforme in tutto lo spazio (vedi proiezione orizzontale con curve Isolux). In prossimità delle pareti l'illuminamento diminuisce un po'. A seconda del posizionamento degli scaffali o dei macchinari sul pavimento si possono creare delle ombre, che rendono necessaria l'installazione aggiuntiva di apparecchi di illuminazione per postazioni di lavoro o per scaffali.

Per ottenere un illuminamento medio di 350 lux in uno spazio di 100m² e 3 m di altezza sono necessari nove efficienti apparecchi di illuminazione a LED da 50 watt ciascuno (risp. 5000 lumen). Ciò corrisponde a una potenza installata di circa 4,5 W/m². Per un illuminamento inferiore la potenza di allacciamento diminuisce proporzionalmente.



Proiezione orizzontale di uno spazio artigianale con apparecchi di illuminazione e curve Isolux.

Illuminazione delle superfici di circolazione

Oltre al corretto dimensionamento dell'illuminazione nelle superfici di utilizzo principale di un edificio (quindi uffici, ristoranti, officine, ecc.), anche la scelta del giusto tipo di installazione e in particolar modo la limitazione delle ore di funzionamento dell'illuminazione nelle superfici di circolazione (corridoi, vani scala, WC, ecc.) sono temi centrali. Questi impianti sono generalmente ancora in funzione quando nei locali non vi è più nessuno. Con timer e rilevatori di movimento è possibile ridurre le ore di funzionamento e quindi, in alcuni casi, il consumo di energia in modo massiccio.

Illuminazione del corridoio

Gli apparecchi sono di regola montati centralmente (ad es. downlighter con emissione verso il basso), al raccordo tra parete e soffitto (banda luminosa) o alla parete. L'illuminamento necessario di 100 lux sul pavimento è rag-

giunto con apparecchi a LED efficienti e una potenza installata di $2,5 \text{ W/m}^2$ di pavimento. Un corridoio di $10 \times 1,5$ metri necessita ad esempio di tre plafoniere o applique da 12 W ciascuna.

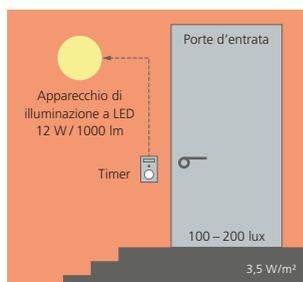
Illuminazione del vano scala

In un normale vano scala per ogni piano sono sufficienti due buoni apparecchi a LED di 12 W ciascuno per una buona illuminazione. La regolazione può avvenire tramite dei timer (per l'accensione manuale e lo spegnimento programmato, ad es. dopo due minuti) o dei rilevatori di movimento (accensione e spegnimento automatico in base alla presenza di persone). I rilevatori di movimento possono essere anche integrati direttamente nell'apparecchio – così da evitare il cablaggio dei sensori. Con una funzione collettiva si mettono in comunicazione tutti gli apparecchi soggetti a regolazione così una lampada al 1. piano «sa» quando qualcuno si trova al piano terra e quindi la luce si può accendere in anticipo.

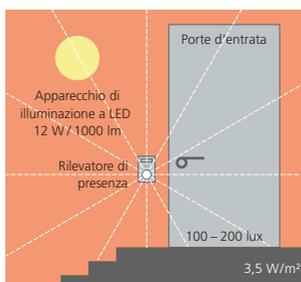


Proiezione orizzontale di un corridoio con apparecchi di illuminazione e curve Isolux

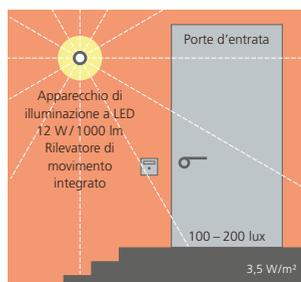
TRE VARIANTI DI REGOLAZIONE DELLA LUCE NEI VANI SCALA PORTE D'ENTRATA



Timer



Rilevatore di presenza vicino alla porta



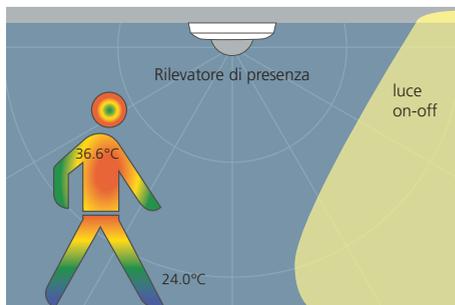
Rilevatore di presenza nell'apparecchio di illuminazione

Regolare o dimmerare la luce

Rilevatori di movimento

I rilevatori di presenza o di movimento accendono e spengono la luce in maniera automatica, a seconda della presenza o meno di persone.

In considerazione del loro modo di funzionamento, i regolatori sono anche chiamati Passiv-Infrarot-Sensoren (PIR). Questi funzionano come una semplice camera infrarossa e reagiscono al calore delle persone in movimento. Per poter distinguere le persone da altre fonti di calore (ad es. corpi riscaldanti o lampade), i sensori reagiscono esclusivamente quando l'immagine di calore cambia – ossia quando ad es. una persona si muove. I PIR sono installati sul soffitto, sulle pareti o in sostituzione all'interruttore della luce.



Principio di funzionamento di un rilevatore di presenza

Per evitare lo spegnimento troppo rapido dell'illuminazione, è programmato un tempo di funzionamento tipicamente di dieci minuti. Per apparecchi di illuminazione a LED e un preciso posizionamento dei sensori il tempo di funzionamento può essere ridotto fino a cinque minuti.

Per il montaggio è necessario prestare attenzione al fatto che i sensori «vedono» solamen-

te se c'è un «contatto visivo» diretto. Mobili, piante e pareti mobili ostacolano il campo di rilevamento dei sensori e limitano quindi il rilevamento di presenza.

La maggior parte dei rilevatori di presenza, oltre al rilevamento di persone, hanno in aggiunta un sensore della luce naturale che spegne la luce artificiale quando la luce naturale è sufficiente. È importante considerare che questo sensore della luce naturale è difficile da impostare e nella pratica spesso purtroppo funziona in modo non soddisfacente.

Dimmer

Di principio tutti i tipi di lampada sono dimmerabili (lampade alogene, a risparmio e a LED).

- Per le lampade alogene la dimmerazione funziona senza una linea di controllo aggiuntiva tramite cosiddetti dimmer a taglio di fase ascendente o discendente.
- Lampade a risparmio e fluorescenti necessitano di un cavo aggiuntivo che permette di regolare il necessario alimentatore elettrico dell'apparecchio di illuminazione. Generalmente si utilizzano i cosiddetti regolatori «DALI».
- Per la sostituzione con lampade a LED si distinguono due tipi: quelle che si possono gestire con i dimmer delle tradizionali lampade alogene e altre che non sono dimmerabili. Per le lampade a LED dimmerabili è necessario prestare attenzione al fatto che non tutti i dimmer funzionano con tutte le lampade a LED. I fornitori tengono delle liste nelle quali sono indicate le possibili combinazioni di lampade a LED e dimmer. All'acquisto di una lampada a LED dimmerabile è consigliabile porre come condizione il diritto di restituzione, nel caso in cui il dimmer installato non sia compatibile con la nuova lampada a LED.

Sostituzione dell'illuminazione nelle piccole imprese

Molti ristoranti, negozi e imprese commerciali sono tuttora illuminati con inefficienti spot alogeni. Spesso gli spazi presentano un basso utilizzo della luce naturale e l'illuminazione è in funzione tutto il giorno. Conseguentemente i costi per la sostituzione delle lampade difettose non sono trascurabili. Nonostante il maggior costo delle lampade a LED, la sostitu-

zione delle lampade alogene finora utilizzate con LED risulta molto redditizio per molte piccole imprese.

La seguente tabella mostra la redditività di una soluzione a LED sull'esempio di una sostituzione di spot alogeni convenzionali con spot a LED retrofit (lampade LED con filetto e attacco identici) in un ristorante.

CALCOLO DELLA REDDITIVITÀ PER LA SOSTITUZIONE DELL'ILLUMINAZIONE IN UN RISTORANTE

Dati generali	Lampada	Situazione attuale	Situazione ideale
		Spot alogeni	Spot a LED
	Potenza per lampada	50 watt	7 watt
	Flusso luminoso per lampada	400 lumen	400 lumen
	Prezzo d'acquisto per lampada	CHF 5.–	CHF 15.–
	Durata di vita della lampada	1 anno	15 anni
	Numero lampade (punti luce)	50	50
Costi energetici	Durata di funzionamento annua	3000 ore	3000 ore
	Consumo energetico annuo	7500 kWh	1050 kWh
	Prezzo medio elettricità	CHF 0.20 / kWh	CHF 0.20 / kWh
	Costo energetico annuo	CHF 1500.–	CHF 210.–
Costi lampade*		CHF 250.–	CHF 750.–
Costi totali		CHF 1750.–	CHF 960.–
Risparmio			5 Mesi

* una volta per le lampade a LED, annualmente per quelle alogene.

Il ristorante utilizzato come esempio ha una superficie di 100m² e circa 50 spot installati. Per un'illuminazione alogena tradizionale e una durata di funzionamento di 3000 ore risultano dei costi energetici annui per l'illuminazione di 1500 franchi. A questi si aggiungono i costi per la sostituzione con nuove lampade (per le lampade alogene circa una sostituzione all'anno) e il dispendio per la sostituzione. Sostituendo solamente gli spot alogeni con spot a LED, i costi energetici annui diminuiscono fino a 210 franchi. Sebbene l'investimento per

le lampade a LED sia circa tre volte maggiore rispetto a quelle alogene, l'investimento si ammortizza attraverso i costi energetici più bassi in meno di mezzo anno.

L'esempio di calcolo di cui sopra è applicabile a numerosi altri utilizzi come piccoli negozi e commerci (ad es. salone da parrucchiere). I loro gestori di regola non sono al corrente degli elevati costi energetici generati dalle loro lampade alogene e della redditività della sostituzione con LED estremamente vantaggiosa.

SvizzeraEnergia, Ufficio federale dell'energia
Mühlestrasse 4, 3063 Ittigen, Indirizzo postale: 3003 Bern
Telefono 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00
energieschweiz@bfe.admin.ch, www.svizzeraenergia.ch