

L'ILLUMINAZIONE STRADALE

E L'IMPATTO SUL TERRITORIO, SULLA SALUTE E SULL'AMBIENTE

**TECNOLOGIA LED O TECNOLOGIA A INDUZIONE MAGNETICA?
L'IMPORTANZA DI SELEZIONARE LA CORRETTA TECNOLOGIA DI ILLUMINAZIONE**

Le strade attraversano diverse aree, siano esse aree periferiche, urbane o in prossimità di aree tutelate.

L'illuminazione delle strade ha sicuramente un impatto sull'ambiente circostante, ed andrebbe pianificato molto attentamente per evitare impatti negativi sul territorio, sulla salute e sull'ambiente. Negli ultimi anni sono in aumento le problematiche e le proteste legate a un'errata illuminazione stradale. Venticinque anni fa Los Angeles subì un lungo blackout a causa di un forte terremoto. L'intera città fu spinta nell'oscurità. Il servizio di chiamata d'emergenza 911 fu inondato di chiamate di residenti in panico che riportavano di "una gigantesca nuvola argentea" che stava sommergendo il cielo. Sconosciuta ai chiamanti, stavano vedendo per la prima volta la Via Lattea, la galassia che contiene il nostro sistema solare. Alcuni di questi

cittadini, infatti, non avevano mai visto un cielo notturno libero da inquinamento luminoso.

L'80% della popolazione mondiale e il 99% di quella statunitense ed europea vive sotto a un cielo inquinato da luci artificiali. La Via Lattea, dichiarata dall'Unesco patrimonio dell'umanità, è invisibile a oltre un terzo dell'umanità, incluso il 60% degli Europei e l'80% dei Nord Americani. Ma la notizia peggiore riguarda l'Italia, che risulta essere il Paese sviluppato con la percentuale più elevata di territorio inquinato dalla luce artificiale a livello mondiale. Otto Italiani su dieci non possono vedere il cielo stellato incontaminato.

Ogni ambiente andrebbe accuratamente studiato per valutare quale tipologia e tecnologia di illuminazione sia la più appropriata, tenendo in considerazione i molteplici aspetti che condizionano la luce, i pedoni, i conducenti e l'ambiente/il territorio nel quale viene installata.

Le strade attraversano diverse aree, tra le quali anche aree protette, siano esse per tipologie di piante e animali o paesaggio nel suo complesso. Le aree protette necessitano, generalmente, di minor luce o di un tipo di luce che non dia fastidio alla tipologia di animali e piante da tutelare (in questi casi generalmente si dovrebbe scegliere un tipo di lunghezza d'onda che minimizza l'attrazione delle specie tutelate e l'impatto su di esse). Un tipo di luce errata può avere impatti molto pesanti per l'intero ecosistema, con aumento/riduzione di insetti, animali e piante e tutto questo non solo nelle aree protette.

Il centro urbano o storico necessita di una luce che sia adeguata al tipo di strada o alla tipicità e stile del centro urbano, ai materiali utilizzati per le pareti e i viali; necessita inoltre di una maggiore attenzione alla salute dei pedoni che potrebbero avere abbagliamento ed effetti indesiderati, specie bambini ed anziani, senza dimenticare i residenti che non devono avere fastidiose intrusioni di luce.



1. L'illuminazione di un centro storico con retrofit LED



2A e 2B. L'inquinamento luminoso a Milano è triplicato in seguito all'installazione dei LED in centro: nel 2012 (2A) e nel 2015 (2B)

Ultimamente sono noti i casi di proteste nei centri storici - giusto per citarne alcuni: Roma e Piacenza - dove lanterne storico-decorative sono state rimpiazzate o modificate da nuove lanterne a LED. Oltre a denaturare la piacevole e caratteristica atmosfera dei centri storici, con una luce spot fredda e abbagliante che altera i colori, i rilievi e le dimensioni degli edifici, viene aumentato l'inquinamento luminoso, dato che i raggi della tecnologia LED sono monodirezionali e tendono a rimbalzare in atmosfera ed essere più visibili.

Clamoroso il caso di Milano dove l'inquinamento atmosferico è triplicato in seguito alla sostituzione con i LED avvenuta nel 2015 (Figure 2A e 2B).

"La luce prodotta dalle lampade delle armature stradali a LED, anche se diretta unicamente verso la zona da illuminare, lungo il suo percorso (che può essere più o meno lungo a seconda dell'altezza del palo su cui è installata) incontra molecole e particelle atmosferiche che la riflettono verso l'emisfero superiore producendo un alone luminoso al di sopra della sorgente stessa, che si può propagare anche a grandi distanze [...]" (Fonte ISPRA).

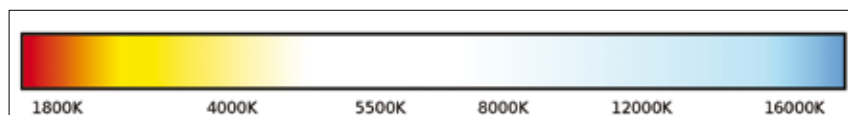
LA SCELTA DELLA TECNOLOGIA PIÙ ADEGUATA È FONDAMENTALE

Ad oggi le tecnologie più utilizzate sono state lampade ai vapori di sodio e lampade a ioduri metallici, entrambe caratterizzate da alti consumi, rapido decadimento del lumen e breve durata di vita. Queste sono via via rimpiazzate da nuove tecnologie come il LED e dalle lampade ad induzione. Di seguito alcune considerazioni in merito alle due tecnologie.

Negli ultimi anni, in seguito all'installazione dei LED per l'illuminazione stradale, sono stati riscontrati diversi problemi, partendo dal forte abbagliamento e dall'inquinamento luminoso con le lampade con CCT > 4.000 K (la maggior parte delle lampade installate fino ad ora e in corso di installazione in diverse strade). Il Correlated Color Temperature o CCT è l'indice di temperatura colore, ovvero la tonalità di colore che viene emessa dal corpo luminoso (per semplicità "luce calda" una tonalità giallo/arancione tra i 2.000 e 3.000 K "luce fredda" tra i 5.500 e i 6.500 K). In seguito a proteste di cittadini e Associazioni, supportate da ricerche scientifiche, si sono susseguite diverse normative e richieste di abbassare il CCT sotto i 4.000 K per arrivare ora a normative locali, nazionali ed internazionali che richiedono un CCT < 3.000 K, per poi sicuramente nei prossimi anni richiedere ulteriori modifiche. Nel frattempo sono stati già installati milioni di lampade LED nel mondo e cosa succederà a queste? Saranno improvvisamente di nuovo rimpiazzate creando rifiuti e danni alla collettività, come successo con le lampade CFL.

Come detto in precedenza la tecnologia LED aumenta l'inquinamento luminoso; questo succede anche a basse temperature colore come dimostra lo studio "LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature" di S.M. Pawson e M.K.F. Bader su "Ecological Applications", 24(7), 2014, pp. 1561-1568 2014 by the Ecological Society of America.

Inoltre, le lampade LED con CCT basso perdono parecchio della conclamata efficienza (che in campo reale è comunque più bassa delle prove di laboratorio, unita anche alla perdita di efficienza con aggiunta di lenti direzionali), con basso CRI (Indice di Resa Cromatica) che si abbassa intorno a Ra70 e quindi con scarsa visibilità, sempre lasciando i problemi di disuniformità,



3. Lo spettro cromatico corrispondente alle varie temperature di colore (CCT)

abbagliamento e sensibilità a temperature e sbalzi di tensione, tutto a discapito del comfort visivo e della sicurezza stradale, oltre che per l'ambiente. Quindi con tutti questi aspetti da tenere in considerazione, non viene più giustificato un cambio di tecnologia precedente con tecnologia LED.

Tra l'altro, un ulteriore problema che sta venendo a galla è un'altra modalità di guasto precoce del LED che si verifica sotto forma di Color Shift (variazione del colore), il quale comporta un cambiamento significativo nell'output spettrale di una sorgente luminosa, determinando un cambiamento nella temperatura del colore e nelle proprietà di resa del colore. La variazione del colore può verificarsi temporaneamente a causa di condizioni operative o permanentemente a seguito di modifiche fisiche ai LED. Questo può provocare ulteriori gravi problemi e danni alla retina, oltre che aumentare l'inquinamento luminoso.

Riguardo alla tecnologia a induzione magnetica, essa si sta adottando sempre di più grazie ai benefici in termini di resa, performance e durata, oltre che per comfort visivo. L'induzione magnetica, inventata da Tesla nel 1890, è una lampada fluorescente senza elettrodi, e si basa sui principi fondamentali dell'in-

duzione elettromagnetica e della scarica dei gas per creare il flusso luminoso. Il comfort visivo rappresenta un valore fondamentale ed influenza la capacità di un individuo di percepire piccoli dettagli a una data distanza; dipende da una combinazione di parametri fisici: illuminazione, luminanza e luminosità, spettro visivo e rischio di abbagliamento.

L'illuminazione a induzione, essendo nativamente diffusa, rende possibile la perfetta illuminazione di tutti gli spazi con pochi corpi luce, senza abbagliamento e senza creare zone d'ombra, facilitando la visione anche tra gli ostacoli.

Nel caso dell'induzione l'emissione di fotoni è studiata per coprire un range di frequenze il più completo possibile, simile a quello percettibile dall'occhio umano ottenendo un'emissione che colpisce piani sia orizzontali che verticali, "riempiendo" di fatto la zona da illuminare in modo decisamente più diffuso e più uniforme, e con un alto indice di resa cromatica.

La tecnologia a induzione è classificata in Gruppo di Rischio Esente e, pertanto, non causa alcun problema agli occhi ed alla pelle, tantomeno alla salute umana, dando agli utenti il corretto comfort visivo, senza alcun abbagliamento, fattore



4. Esempio di potenziale Color Shift nella tecnologia LED

molto importante sia per tutela degli occhi che per la sicurezza stradale ed ambientale. In merito all'inquinamento luminoso l'emissione dell'induzione, proprio perché "luce diffusa" (e non "lineare" come LED), il flusso si allarga anche nelle zone limitrofe all'area da illuminare. Fondamentalmente tutti i fotoni che riempiono l'ambiente circostante sono fotoni che non vanno verso lo spazio. Anche a voler guardare il caso peggiorativo l'induzione con CCT a 6.500 K (fredda) ha dei picchi di radiazione verde e rossa, pertanto non sopprime la produzione di melatonina.

Le lampade a induzione AGE possono essere quindi utilizzate senza problemi sulle strade con diverse temperature colore, prediligendo magari la luce fredda per le aree dove porre maggiore attenzione (gallerie e strade principali), e la luce calda per i centri urbani o specifica luce per aree protette. In entrambi i casi, questo tipo di illuminazione non causa problemi di inquinamento luminoso né problemi alla salute.

Un altro aspetto importante per l'ambiente è la lunghissima durata, dato che l'induzione ha una durata reale (e non ipotetica) di circa 90.000-110.000 ore, con meno sostituzioni di lampade, quindi meno rifiuti.

TECNOLOGIA	LED	INDUZIONE MAGNETICA
Durata sorgente luminosa	50.000-100.000 ore (Ta 25 °C)	70.000 - 110.000 ore (Ta -30 °C e +60 °C)
Durata driver	10.000-23.000 ore	50.000-70.000 con un'eccellenza fino a 300.000 ore
Durata sorgente luminosa dimmerata	Diminuisce in percentuale all'uso dimmer e favorisce il Flickering	Può aumentare in percentuale all'uso dimmer
Consumo con dimmer	Il consumo non è lineare: 50% riduzione luce = 20-25% riduzione consumo	Lineare: 50% riduzione luce = 50% riduzione consumi
Problemi con frequenti accensioni/riaccensioni	Sì	No
Flickering	Presente	Assente
Abbagliamento	Presente: disabilitante e molesto	Assente
Rischio fotobiologico (IEC 62471)	Rischio RG1-3	RG0 - Esente
Impatto temperatura ambiente	Sì, se si discosta dai 25 °C Ta diminuisce durata di vita	Nessun problema tra i -30 °C e +60 °C Ta
Cambio temp. colore	Temperatura colore instabile, tende a cambiare nel tempo (Color Shift)	Irrilevante sia ad alte che a basse temperature
Inquinamento luminoso	Molto forte anche a temperature colore < 4.000 K	Trascurabile anche a temp. colore > 4.000 K
Sostituzione parti in caso malfunzionamento	Quasi sempre va sostituito l'intero corpo luminoso, aumentando i costi di manutenzione e volumi rifiuti	Possono essere sostituite anche solo parti quali bulbo e/o ballast (questo anche in previsione di futuri upgrade delle tecnologie di controllo dinamico)
Altre note	Soffre sbalzi tensione, polvere e alte temperature	Nessun problema con sbalzi tensione, polvere ed alte temperature

5. Il confronto tra le varie tecnologie

Ci sono poi produttori di elevata qualità, come induzione AGE, che sono riusciti a portare la durata del ballast elettronico fino a 330.000 ore (circa 80 anni di illuminazione pubblica): ciò significa un impatto sull'ambiente nullo anche perché, a fine vita, tutti i materiali sono completamente riciclabili. Mentre con i LED la durata reale si attesta tra le 20.000 e 30.000 ore e, in caso di guasto, generalmente bisogna sostituire la fixture completa.

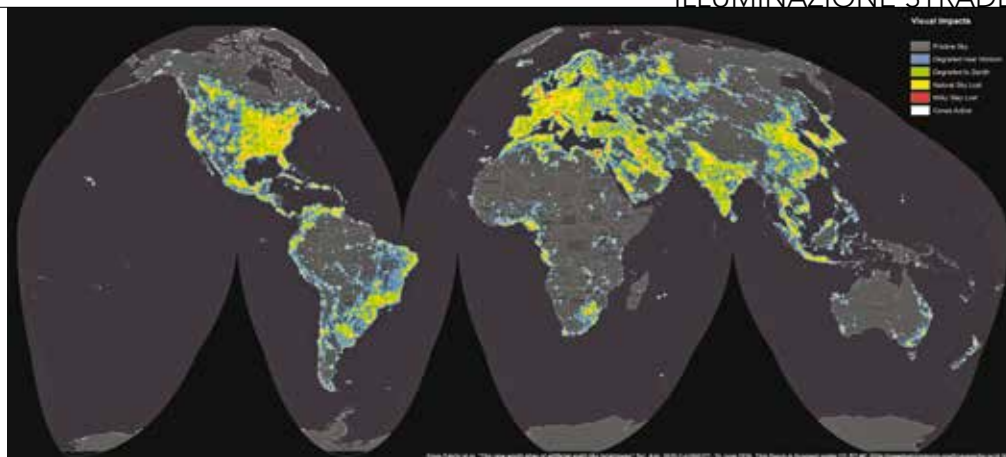
Considerato quanto finora illustrato, dal punto di vista tecnico, la tecnologia ad induzione di alta qualità risulta sicuramente vincente rispetto alle principali tecnologie di illuminazione stradale, grazie ad una durata effettivamente lunga, alla affidabilità, alla flessibilità in diverse condizioni e temperature e grazie al tipo di luce diffusa, oltre al basso consumo effettivo, alla ridotta manutenzione e ad altri non meno importanti aspetti tecnici. Dal punto di vista di rispetto dell'ambiente, l'induzione è la scelta ottimale e la più ecologica, così come dal punto di vista della tutela della salute, creando comfort visivo e risultando esente nelle categorie di Gruppo di Rischio Fotobiologico.

Come con altri fattori di cambiamento globale, il continente è in una congiuntura importante per garantire che la sua traiettoria economica non comprometta la sua salute umana ed ambientale. L'efficientamento e la corretta scelta dell'illuminazione sono tra gli aspetti fondamentali per raggiungere e trovare l'equilibrio oramai necessario e non più rinviabile tra economia e sostenibilità.

UN CASO STUDIO: LA SOSTITUZIONE DI UNA LANTERNA PASTORALE CON LAMPADA AD INDUZIONE

Un comune in provincia di Bergamo ha ravveduto la necessità di sostituire nel centro storico le lampade SAP 146 W, con consumo effettivo di 180 W, con un kit lampada e ballast KBCL060C di 2.200 K ad alta visibilità e consumo effettivo di 54 W. Il lavoro è consistito nel rimpiazzo dell'illuminazione esterna esistente per risparmiare energia, ridurre i costi di manutenzione, mantenere un alto flusso luminoso, avere accensione e riaccensione istantanee, senza sfarfallio, senza abbagliamento, mantenendo la medesima diffusione e senza modificare la lanterna storico-decorativa.

Con l'induzione AGE, il Comune ha ottenuto eccezionali risultati di illuminazione con 70% di risparmio energetico, maggior flusso luminoso (+10%) e con una visibilità straordinaria con un indice



6. La rappresentazione dell'inquinamento luminoso a livello globale

Cri molto elevato per un CCT di 2.200 K (Ra 82), oltre il 90% di riduzione dei costi di manutenzione, dato che il bulbo ha vita utile fino a 110.000 ore (26 anni) e il ballast fino a 330.000 ore (78 anni), nessun abbagliamento né sfarfallio, e rispetto dell'ambiente, senza modificare l'aspetto e l'atmosfera precedente, tipica del posto, e limitando il più possibile l'inquinamento luminoso. Allo stesso tempo si limita la creazione di rifiuto, grazie sia allo sfruttamento della lanterna esistente, sia all'utilizzo di una tecnologia come l'induzione AGE capace di durare così a lungo. ■

⁽¹⁾ *Ingegnere, Executive Director della AGE International, AGE Advanced Green Economy Group*

L'inquinamento luminoso

L'inquinamento luminoso è un'alterazione dei livelli di luce naturalmente presenti nell'ambiente notturno. Questa alterazione provoca danni di diversa natura: ambientali, scientifici, culturali ed economici. Ha un impatto sulla visibilità del cielo notturno, degli astri e quindi ha influenza sul rapporto tra l'uomo e l'Universo.

Tra i danni ambientali si possono elencare: difficoltà o perdita di orientamento in diverse specie animali (uccelli migratori, tartarughe marine, falene notturne, chiroteri, ma anche specie acquatiche in prossimità della costa marina e lacustre), alterazione del fotoperiodo in alcune piante, alterazione dei ritmi circadiani nelle piante, negli animali e nell'uomo (ad esempio la produzione della melatonina viene bloccata già con bassissimi livelli di luce).

Recentemente (2001) è stato scoperto un nuovo fotorecettore che non contribuisce al meccanismo della visione, ma regola il nostro orologio biologico. Il picco di sensibilità di questo sensore è nella parte blu dello spettro visibile. Per questo le lampade con una forte componente di questo colore (come i LED) sono quelle che possono alterare maggiormente i nostri ritmi circadiani. La ghiandola pineale produce serotonina di giorno e melatonina di notte. Un ritmo circadiano ben sincronizzato è fondamentale per l'equilibrio psicofisico, altrimenti si rischia di avere effetti negativi sulla salute, quali: depressione, tumori, diabete, obesità, depressione del sistema immunitario.



7.