

DESCRIZIONE TECNICA

Un sistema di illuminazione è composto principalmente da una sorgente luminosa, un apparecchio di illuminazione, componenti elettronici o di supporto, circuiti ausiliari unitamente ai dispositivi per la loro connessione al circuito di alimentazione e da eventuali dispositivi di controllo. Una sorgente di luce è in grado di emettere energia nello spettro del visibile 380-750nm. I parametri che caratterizzano le sorgenti sono: il flusso luminoso (Lumen -lm) che esprime la quantità di luce erogata per unità di tempo; l'efficienza luminosa (lm/W) che esprime il flusso per unità di potenza fornita; dimensione e forma; tempo di accensione e riaccensione; temperatura di colore e resa cromatica, durata (valutata su lotti omogenei di sorgenti). La sorgente è ospitata in un apparecchio di illuminazione (detto anche armatura) che ha la funzione di indirizzare con modalità definite il flusso luminoso. Gli apparecchi sono distinti in: apparecchi diffusori (per es. schermature traslucide), apparecchi rifrattori (per es. pannelli rifrattori a prismi conici) e apparecchi riflettori (per es. involucri riflettori che dirigono il flusso luminoso in un determinato angolo solido). Le tecnologie delle sorgenti di illuminazione possono riguardare sia ambienti interni che esterni. Di seguito sono descritte le sorgenti di illuminazione maggiormente diffuse sul mercato.

Illuminazione ambienti interni

Alogene

Le lampade alogene sono disponibili in una notevole varietà di forme e di potenze. Il funzionamento avviene tramite il passaggio di una corrente che attraversa un filamento, riscaldandolo. Le normative europee hanno messo al bando diverse lampade di questa tipologia: oggi è consentito solo l'utilizzo delle più efficienti in termini energetici.

Le lampade alogene si suddividono in due grandi famiglie:

- **lampade a bassissima tensione** (i faretti) da 6-12-24V, richiedono un trasformatore per il collegamento alla rete di 230V. Ne esistono di due tipi, le capsule senza riflettore e le lampade con riflettore. Queste ultime sono disponibili anche nella versione IRC (Indice Resa Cromatica) a risparmio di energia con un riflettore che riporta parte del calore sul bulbo stesso, riducendo l'energia per avere il bulbo alla temperatura ideale di funzionamento. Rispetto alle alogene tradizionali consumano meno energia, disperdono meno calore, durano di più, hanno un flusso luminoso maggiore e costante nel tempo. Utilizzo: luce localizzata, riaccensioni frequenti, utilizzo discontinuo, immediata disponibilità di luce.
- **lampade a tensione di rete** possono essere installate senza l'impiego di trasformatori. Sono disponibili in varie potenze nei modelli con attacco a vite tipo Edison, che possono essere usate in sostituzione delle tradizionali lampade ad incandescenza; lineari con doppio attacco, che devono essere usate in apparecchi di illuminazione dotati di vetro frontale; e con riflettore.

Queste lampade hanno una vita di circa 2000 ore.

Fluorescenti

Sono le lampade, lineari o circolari, più diffuse in Europa. Presentano un tubo con la sezione con diametro di 26 mm T8. Hanno sostituito completamente quelle con tubo di sezione con diametro 38 mm (T12) vecchio tipo. T8 sono le fonti di luce fluorescente più efficienti delle T12. Il funzionamento è basato su un passaggio di corrente che sollecita i gas ad emettere radiazioni nell'ultravioletto. Il materiale fluorescente emette a sua volta una radiazione visibile. Queste sorgenti utilizzano principalmente tre tecnologie di rivestimento:

- rivestite con monofosfati: gli alofosfati, usati per vari anni ma attualmente fuori mercato, presentano lo svantaggio che la buona resa cromatica va a scapito dell'efficienza. L'Indice di Resa Cromatica varia tra 50 e 75. Sono soggette ad invecchiamento che ne riduce l'efficienza nel tempo.
- rivestite con trifosforo: con questo tipo di fosfati, si ha una buona resa cromatica, legata ad un'alta efficienza; tuttavia, sono più costose di quelle ad alofosfati. L'Indice di Resa Cromatica varia tra 80 e 85.
- rivestite di fosforo polivalenti: hanno un'ottima resa cromatica, ma a scapito di una diminuzione dell'efficienza, rispetto alle lampade a trifosforo. L'Indice di Resa Cromatica è maggiore a 90.

Le lampade a trifosforo T8 sono adatte in zone dove è richiesta una buona resa cromatica (per esempio uffici). Le lampade a polifosfati, ad alto indice di resa cromatica, sono adatte per gallerie d'arte, musei, negozi, ecc. e in tutte le applicazioni dove è richiesta un'alta resa cromatica ma vanno utilizzate per lunghe accensioni e non con accensioni e spegnimenti frequenti. Devono essere smaltite in impianti di raccolta differenziata autorizzati in quanto contengono piccole quantità di mercurio. Hanno una durata di circa 18000 ore.

Compatte

Conosciute come "lampade a risparmio di energia" hanno dimensioni e tonalità di luce simili a quelle delle lampade ad incandescenza, ma un'efficienza luminosa e una durata di vita notevolmente superiori. Esistono nella versione con reattore integrato e non integrato all'interno della lampada. Il reattore può essere del tipo convenzionale o elettronico che è più efficiente. Le lampade fluorescenti compatte con reattore integrato possono sostituire direttamente le lampade ad incandescenza in quanto sono fornite di attacco a vite tipo Edison E27 o attacco Mignon E14. Il flusso luminoso è regolabile

solo per alcuni modelli specifici e con regolatori specifici.

Vanno smaltite in impianti di raccolta differenziata autorizzati, in quanto contengono piccole quantità di mercurio. Hanno una durata di 10000 ore.

Compatte integrate CFL

Sono lampade fluorescenti con il reattore incorporato, l'attacco di queste lampade può essere a baionetta o a vite, come le normali lampade ad incandescenza.

Paragonando questo tipo di lampade alle normali lampade al tungsteno, si può produrre la stessa intensità luminosa con una potenza di alimentazione di circa il 20-30%; inoltre queste lampade hanno una durata in vita di 8 volte maggiore. I costi di manutenzione sono quindi ridotti anche se presentano un costo iniziale più alto.

La resa cromatica di queste nuove lampade fluorescenti compatte integrate è migliorata notevolmente rispetto alle tecnologie precedenti e ormai non vengono più considerate lampade per un'illuminazione grezza. La loro temperatura di colore va da 2700 K (simile al bianco caldo dell'illuminazione ad incandescenza) a 4000 K (luce bianca neutra).

FLED (Diodi luminosi)

I LED, Light Emitting Diodes, ovvero "diodi che emettono luce". I diodi sono sofisticati elementi semiconduttori le cui caratteristiche variano a seconda dei materiali che li compongono e del tipo di costruzione. Lo strato semiconduttore attivo, cioè quello che emette una radiazione, si trova in mezzo ad altri due strati con carica rispettivamente positiva e negativa. La luce che fuoriesce è sempre colorata e varia in funzione del materiale. Oggi è possibile ottenere emissione di luce bianca con opportune tecnologie di rivestimento dei LED. I LED sono utilizzati per l'illuminazione di ambienti sia interni sia esterni. Trovano applicazione anche per le luci semaforiche, in quelle di posizione e stop delle automobili, nei display di informazione e nell'illuminazione decorativa di piazze, palazzi e monumenti. Consentono di risparmiare, a parità di luce emessa, fino all'80% di energia elettrica rispetto a una normale lampada a incandescenza e hanno un tempo di vita che può arrivare fino a 100.000 ore, contro le 10.000 di una lampada a fluorescenza, se non soggetti a surriscaldamento. Le lampade con circuito integrato sono state progettate per essere montate sui portalampade usati per le normali lampade ad incandescenza di uso comune. Il loro prezzo è calato notevolmente negli ultimi anni, rendendo queste lampade ancora più vantaggiose.

Illuminazione ambienti esterni

Gli apparecchi di illuminazione per esterni devono rispondere alle applicazioni per cui sono progettati, in particolare:

- Illuminazione stradale
- Illuminazione arredo urbano
- Illuminazione di impianti sportivi
- Illuminazione di gallerie e sottopassaggi

Non si farà riferimento a sorgenti dichiarati fuori mercato per es. quelle a vapori di mercurio.

Lampade a ioduri metallici

Contengono un bruciatore in cui si forma un arco di luce ultracompatto. Dalla composizione dei gas dipende la qualità di luce. Per l'accensione serve un dispositivo di innesco (starter) e la corrente deve essere limitata da un reattore. Per le lampade di potenze contenute sono disponibili vantaggiosi reattori elettronici (EVG).

In termini di qualità della luce, di efficienza e durata le lampade migliori sono quelle con bruciatore ceramico.

Lampade a vapori di sodio ad alta pressione

La scarica avviene in un bruciatore ceramico di forma allungata contenente vapori di sodio. Ne risulta una luce di colore giallastro, indicata solo per poche applicazioni. La versione di colore migliorato (SDW di Philips) genera invece una luce bianca di ottima qualità, tanto da essere usata spesso nell'illuminazione dei negozi.

L'accensione delle lampade richiede quasi sempre un dispositivo d'innesco (starter) e la corrente deve essere limitata da un reattore.

Lampade a vapori di sodio a bassa pressione

Sono costituite da un tubo di scarica a forma di U contenente sodio liquido in forma di goccioline in un'atmosfera di neon (gas di innesco). La scarica avviene inizialmente attraverso il neon e, dopo un tempo di circa 12 minuti, esclusivamente attraverso i vapori di sodio. Queste lampade emettono un colore di tonalità giallo-arancio. Vengono utilizzate nell'illuminazione di svincoli stradali, gallerie, impianti sportivi e illuminazione urbana.

NOTA: dal 2012 sono uscite dal mercato: le lampade al sodio ad alta pressione e le lampade ad alogenuri metallici meno performanti (E27, E40, e PGZ12).

Dal 2015 sono uscite le lampade al mercurio ad alta pressione (E27, E40 e PGZ12) e le lampade al sodio ad alta pressione per sostituzione diretta di lampade al mercurio ad alta pressione (E27, E40 e PGZ12) progettate per funzionare con alimentatori per HPM (mercurio ad alta pressione).

Nell'aprile 2017 usciranno le lampade ad alogenuri metallici che non soddisfano i requisiti minimi $\leq 405W$ (E27, E40 e PGZ12).

Lampade ad induzione

Sono sorgenti a forma di bulbo molto affidabili. Il funzionamento si basa sulla generazione di campi elettromagnetici alternati da parte di un' antenna al centro del bulbo (avvolgimento) alimentato da un generatore elettronico ad alta frequenza. L'innesco di accensione è dato dalla bobina che genera un campo magnetico all'interno del bulbo. L'assenza di componenti sollecitati dal transito della corrente elettrica assicura una durata molto lunga (circa 60.000 ore). Attualmente poco utilizzate, potrebbero, in considerazione dell'efficienza e dei minori costi di gestione, avere possibilità di sviluppo soprattutto per la sostituzione di quelle a vapori di mercurio in dismissione. Questa tecnologia è "concorrente" a quella dei LED per potenze di circa 80W- 150 W, per potenze superiori queste lampade risultano molto convenienti. Vengono utilizzate per l'illuminazione di stazioni, aeroporti, impianti sportivi, officine e capannoni industriali.

STATO DI AVANZAMENTO

Internazionale

Il consumo mondiale per l'illuminazione vale circa il 19% della produzione di energia elettrica. L'utilizzo di sorgenti ad alta efficienza si stima possa comportare una diminuzione dei consumi molto significativa al 2020. Nel 2005, i consumi globali per l'illuminazione ammontavano a circa 2.650 TWh [2]. Nel settore residenziale sono ancora in uso sorgenti ad incandescenza con filamento al tungsteno (GLS) e quelle alogene che rappresentano (dati 2010) circa l'84% del mercato degli Stati Uniti e circa il 72% di quello europeo dell'installato. Molti Paesi (per es. Australia, UE, Repubblica di Corea) hanno emanato leggi che hanno messo fuori commercio le sorgenti GLS e, la UE, quelle alogene poco efficienti. La chiave per accelerare il processo di sostituzione e uso di sorgenti efficienti è l'utilizzo di quelle ad alta efficienza offerte dal mercato con una vasta gamma di scelta. Tra queste, quelle delle sorgenti a LED rappresentano la tecnologia più importante per i settori residenziale, non residenziale, industria e infrastrutture, settori che registrano, secondo dati ENEA-CRESME, livelli di diffusione di circa il 46 %.

Nazionale

In Italia si registrano [1], per i singoli settori, i seguenti consumi di energia elettrica e per illuminazione:

Settori	Consumi elettrici (TWh)	Consumi, illuminazione (TWh)
Agricoltura	5,6	0,5
Industria	122,4	13,4
Residenziale	64,2	9,4
Terziario	98,9	27,5
Illuminazione Pubblica		6,2

Si stima che con interventi di efficienza energetica, nella PA, nell'industria e nel civile, e con l'utilizzo di tecnologie di illuminazione efficienti si potrebbero raggiungere riduzioni di consumo di circa il 30-40% rispetto ai consumi attuali.

TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

Il settore sta sviluppando ricerche per migliorare l'efficienza della tecnologia. Tali attività investono lo studio di nuove soluzioni mirate all'apparecchio nel suo insieme: corpo sorgente, componenti e corpo apparecchio.

In particolare, nel settore illuminazione ambienti interni, si sta sviluppando la tecnologia OLED (Organic LED), che presenta margini di sviluppo ancora più elevati rispetto ai LED e maggiore flessibilità di utilizzo. Le esperienze di laboratorio hanno permesso di ottenere performance energetiche sino a quasi 200 lumen/W rispetto ai circa 100 lumen/W di quelle a basso consumo.

L'innovazione riguarda anche sistemi ICT integrati di controllo e utilizzo dell'illuminazione. Uno degli ultimi esempi è il dual-inside che tramite smartphone permette il collegamento diretto con l'apparecchio luminoso.

Per il settore dell'illuminazione da esterno si prevede lo sviluppo di apparecchi che indirizzano meglio il flusso luminoso e i sistemi di controllo e gestione intelligenti.

Da tener presente che l'innovazione comporta anche un cambiamento nei comportamenti e nella conoscenza dei nuovi prodotti in sintesi: illuminiamo meglio e consumiamo meno.

RELAZIONI CON LE FONTI ENERGETICHE

La tecnologia utilizza esclusivamente energia elettrica da rete. Negli ultimi anni si stanno realizzando apparecchi con integrazione da fonte rinnovabile (PV) e, in tal senso, si stanno sviluppando nuove soluzioni che prevedono delle tecnologie per l'accumulo.

■ VERSATILITÀ (CAPACITÀ DI IMPATTARE SU PIÙ SETTORI)

La tecnologia impatta sempre più con i sistemi ICT e con quelli dei produttori dei componenti dei corpi illuminanti. In particolare, i sistemi ICT trovano soluzioni di integrazione nella gestione e controllo con ricadute significative anche nei costi per la manutenzione, dovute a prodotti con sempre maggiore qualità ed efficienza.

■ POTENZIALE DI DIFFUSIONE IN AMBITO NAZIONALE

Il settore dell'illuminazione artificiale ha un forte potenziale di applicazione e diffusione in tutti i settori (civile, industria, trasporti, agricoltura), nelle infrastrutture (gallerie, strade, piazze, ferrovie, aeroporti ecc.) e nel settore beni culturali. Ambiti che hanno una necessità comune, quella di illuminare, ma differenti esigenze e specificità che influenzano l'offerta di tecnologie sempre più "dedicate" alla domanda. A titolo indicativo facciamo tre esempi: per l'illuminazione stradale una tecnologia moderna di riflettori ad alta definizione oltre che illuminare in modo efficiente, aumentando la sicurezza della strada, dispone di soluzioni che frazionano la luce evitando il fenomeno dell'abbagliamento, può anche ospitare una sensoristica in grado di svolgere più funzioni tra cui il controllo del traffico, la sorveglianza, il risparmio energetico, il monitoraggio della qualità dell'aria; per i centri storici, molto presenti nel nostro territorio, nuove tecnologie offrono la possibilità di illuminare con diverse tonalità il contesto oltre che facilitare l'orientamento urbano e applicare soluzioni di design armonizzando gli apparecchi con le emergenze culturali presenti; per l'agricoltura in serra l'utilizzo delle sorgenti a LED possono favorire la crescita di prodotti ortofrutticoli, oltre i vantaggi derivanti dal risparmio energetico e quello di poter selezionare lunghezze d'onda in relazione al target della pianta. Da tener presente che la tecnologia è uno dei fattori che accompagnano il processo della Smart City.

■ IMPATTO E SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Dal punto di vista ambientale ci sono da considerare diversi aspetti. Le riduzioni dei consumi energetici possono variare in un range tra il 30% e oltre il 60% e le emissioni CO₂ possono raggiungere, per l'illuminazione stradale, riduzioni fino all'80% rispetto ad una illuminazione tradizionale.

Per gli impatti ambientali dovuti alle materie prime utilizzate e alla fase di dismissione, si evidenzia che per i LED gli impatti sono trascurabili in quanto queste sorgenti non contengono sostanze dannose e sono prive di filamenti. Per le sorgenti compatte vi sono criticità in quanto contengono piccole quantità di mercurio, sostanza inquinante ad alta pericolosità per l'uomo e l'ambiente, e devono essere smaltite in raccolte separate o nei centri autorizzati.

La tecnologia a LED, secondo recenti studi ancora in fase di approfondimenti, potrebbero avere impatti negativi per la retina, in caso di lunghe esposizioni a causa dell'emissione, relativamente elevata, nella banda del blu.

Da tener presente che anche l'illuminazione deve rispettare quanto prescritto nella legge sui Criteri Minimi Ambientali in vigore dal 17 febbraio 2017.

Emissioni CO₂/MWh

Un dato di riferimento sulle emissioni specifiche evitate è quello del parco termoelettrico nazionale di produzione di energia elettrica pari a 513gCO₂/kWh.

Emissioni CO₂/MWh evitate

La tecnologia concorre indirettamente alla riduzione della CO₂ tramite la riduzione dei consumi che ottiene per mezzo della riduzione dei consumi elettrici.

■ EFFICIENZA, TEMPO DI VITA E RENDIMENTO PREVISTI

Nella tabella sono indicati i valori medi tipici delle diverse sorgenti.

Tipo sorgente	Efficienza	Tempo di vita
	LUMEN/Watt	ore
Alogene	10-22	2000-4000
Fluorescenti	55-120	<u>10.000-24.000</u>
Fluorescenti compatte	70-90	<u>6.000-15.000</u>
Ioduri metallici	40-100	<u>6.000-20.000</u>
Vapori di Sodio AP	75-100	<u>12.000-20.000</u>
Vapori di sodio BP	125-200	<u>10.000-12.000</u>
Induzione Magnetica	80	60.000
LED	40-150	<u>12.000-50.000</u>

PAYBACK TECNOLOGICO, DI INVESTIMENTO E DI OPERATION AND MAINTENANCE PREVISTO

Il pay-back di investimento, vista la diminuzione dei prezzi dovuta alla sempre più grande diffusione di apparecchi ad alta efficienza, è nell'ordine dei 2-4 anni, in relazione alle tipologie di intervento e alle opere da realizzare.

Per quanto riguarda i costi di O&M, si possono ottenere significativi risparmi specialmente per quei sistemi integrati, come Smart Building. Ciò è dovuto alla maggiore efficienza e durata delle sorgenti, ad operazioni di sostituzione e/o manutenzione ottimizzati e ad efficienti modalità di gestione.

PRINCIPALI OSTACOLI ALLO SVILUPPO

I principali ostacoli che incontra la tecnologia riguardano:

- carenza di informazioni e dei potenziali benefici per l'utente finale
- diffidenza dell'utente nel decidere sul cambiamento di tecnologia, dovuto ai costi non solo delle sorgenti ma spesso di nuovi apparecchi e accessori
- necessità di investimenti per migliorare processi e innovazione prodotti
- formazione e competenze personale specializzato

POTENZIALITÀ DI SVILUPPO TECNOLOGICO IN AMBITO NAZIONALE

Il recente Regolamento 2015/1428/UE del febbraio 2016 sta accelerando la trasformazione del mercato degli apparecchi di illuminazione verso la tecnologia a LED. In questo panorama la capacità di innovazione e di fornire al mercato prodotti di qualità, a basso consumo e a basso impatto ambientale e integrabili con sistemi di ICT. Questi rappresentano i fattori su cui indirizzare lo sviluppo e integrare la tecnologia. Le nostre aziende sono, da questo punto di vista, un'eccellenza, ma dovranno essere in grado di investire risorse non solo in ricerca per le sorgenti luminose, vedi lo sviluppo LED OLED, ma soprattutto negli apparecchi con l'utilizzo di nuovi materiali e dispositivi, vedi per l'illuminazione pubblica i "pali intelligenti" per l'illuminazione esterna o gli apparecchi per l'illuminazione di beni culturali, illuminazione di gallerie ecc.

POTENZIALITÀ DI ESPORTAZIONE DELLA TECNOLOGIA

Il mercato, a livello internazionale, sta registrando una crescita delle vendite e installazioni di apparecchi ad alta efficienza molto interessante. Si stima, rispetto ai valori del 2010, un incremento superiore al 50% al 2020. Il trend tiene conto del fatto che ci sono ancora mercati in cui sono presenti sorgenti a bassa efficienza, circa il 72% dell'installato in Europa e 84% negli Stati Uniti (dato 2009), e che le sostituzioni di queste sorgenti dovranno avvenire per l'entrata in vigore di nuove leggi e per gli impegni di COP 21.

L'Italia è il sesto produttore mondiale e il quinto Paese esportatore ed è il principale esportatore europeo di apparecchi di illuminazione (44% esportazione oltre i confini europei nel 2015)[3].

Questa situazione porta a valutare, data la qualità tecnica e di design degli apparecchi prodotti in Italia, che ci sia un forte potenziale per esportare sui mercati internazionali i nostri prodotti.

POSSIBILI RICADUTE PER IL SISTEMA INDUSTRIALE, DEI TRASPORTI, RESIDENZIALE E NEL TERZIARIO

Le applicazioni della tecnologia impattano positivamente nei settori:

- civile (residenziale e non residenziale), con il miglioramento dell'efficienza energetica dei sistemi di illuminazione degli edifici e illuminazione pubblica e relativi consumi energetici ed emissioni di CO₂
- industriale, con incremento dell'efficienza e utilizzo ad integrazione con fonti rinnovabili
- trasporti con applicazioni nei veicoli (auto, bus, truck ecc.) di lampade a LED
- infrastrutture (gallerie, aeroporti, ferrovie ecc).

Gli interventi di efficienza energetica per l'illuminazione hanno impatti sulle emissioni in quanto riducono i consumi elettrici per la maggior efficienza della sorgente e dell'apparecchio. Gli impatti si riducono ulteriormente se il sistema di illuminazione è del tipo Smart ed è dimmerabile.

MAGGIORI ATTORI ITALIANI COINVOLTI

Utilizzo della tecnologia

I principali attori coinvolti nella filiera sono:

- Pubblica Amministrazione
- Settore terziario (Centri commerciali, alberghi, uffici, scuole, impianti sportivi ecc.)
- ESCO
- Settore residenziale
- Aziende produttrici di settore
- Architetti e progettisti
- Energy manager.

ECCELLENZE IN TERRITORIO NAZIONALE

ENEA: ricerca e sviluppo di sorgenti LED OLED. Efficienza illuminazione pubblica e negli edifici. Sostenibilità

Università (Bocconi, POLIMI, POLITO, Univ. Padova, La Sapienza Roma ecc.): sorgenti luminose – apparecchi illuminanti-
impatto ambientale

RSE: efficienza energetica illuminazione pubblica

CNR: dispositivi e sistemi di illuminazione

Parco Scientifico e Tecnologico GALILEO: ricerca e sperimentazione di prodotti e tecnologie innovative

Consorzio Luce in Veneto Scarl, raggruppa 46 aziende del settore illuminotecnica presenti nelle province di Treviso, Padova e Venezia; opera in tutta la filiera assemblaggio delle materie prime (vetro, minuterie metalliche, legno e ceramica), sviluppo nuove soluzioni tecnologiche e commercializzazione

iGuzzini illuminazione S.p.A.: efficienza corpi illuminazione

FDV GROUP S.p.A.: sistemi di controllo e gestione illuminazione.

BEST PRACTICES

- **Comune di Ravenna:** sostituzione con tecnologia LED dei 37.000 corpi luminosi di illuminazione esterna. Riduzione consumi del 50%
- **Comune di Pastena:** sostituzione con tecnologia LED della illuminazione pubblica e sistema Smart di controllo. Riduzione di 175tonn di CO₂
- **Comune di Torrcra (SA):** sostituzione con tecnologia LED di 700 corpi luminosi di illuminazione esterna. Riduzione consumi del 65%
- **Comune di Trebesing:** in Carinzia (Austria), impianto illuminazione locale con lampade ad energia solare (PV)
- **Palazzo del ghiaccio ad Althofen:** in Carinzia, sostituzione del vecchio impianto di illuminazione con nuovo impianto a LED. Riduzione consumi 53% .

Sviluppo della tecnologia

Molti sono gli attori della filiera che comprendono i produttori di sorgenti, di apparecchi e di sistemi di gestione e controllo intelligenti. Di seguito se ne fornisce un elenco non esaustivo:

- ABB
- ACEA
- ARTEMIDE
- ENEL
- ENGY
- FDV GROUP
- HONEYWELL
- I- Guzzini illuminazione
- OSRAM
- PHILIPS
- SCHNEIDER
- SIEMENS.

BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] TERNA –Consumi elettrici (2015)
- [2] ETSAB Energy technology Systems 2012
- [3] ASSIL Il mercato mondiale degli apparecchi per illuminazione: il posizionamento competitivo della industria italiana” a cura di CSIL - 2016
- [4] ENEA –pubblicazioni su efficienza energetica – illuminazione
- [5] ENEA LUMIERE L'efficienza Energetica al servizio dell'Illuminazione Pubblica -2015
- [6] ISPRA Illuminazione a LED e sostenibilità Ambientale -2014
- [7] IEA, 2015. Energy and Climate Change. World Energy Outlook Special Report.