

*L'EVOLUZIONE DELLE TECNOLOGIE ILLUMINOTECNICHE.
COSA CI RISERVA IL FUTURO*



LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

Da più di 130 anni quotidianamente viviamo 24 ore al giorno in ambienti chiusi, illuminati da luci artificiali. Anche gli ambienti esterni vengono illuminati per scopi decorativi o utili.

*Sin dalle origini, l'uomo dipendeva dalla luce, dapprima dalla **luce naturale del sole**, successivamente, ha scoperto il fuoco, che, oltre al calore, emette **luce artificiale**.*

*La **luce artificiale** ha alterato i ritmi della vita sociale ed economica delle città.*

L'oscurità della strada era la condizione ideale per

- ***malaffari ;***
- ***le violenze ;***
- ***reati che i cittadini erano costretti a subire.***

Pertanto al tramontare del sole le porte delle città erano serrate e le famiglie rincasavano dopo una giornata di lavoro.

LAMPADE AD OLIO E GRASSO GRECHE E ROMANE





LA CANDELA : ILLUMINAZIONE DELLE CASE



- Le prime prove storiche dell'uso delle candele vere e proprie risalgono all'VIII secolo.
- Fino al 1850 per la realizzazione delle candele si utilizzavano la cera d'api o grasso animale.
- Successivamente vengono utilizzati anche la paraffina e la stearina.
- Prima della diffusione dell'elettricità, le candele erano una comune fonte di illuminazione, a fianco della lampada ad olio.
- Grazie alla disponibilità locale e al costo dei materiali, per molti secoli, fino al diciannovesimo, le candele furono più comuni nel Nord Europa, mentre le lampade ad olio erano più diffuse nell'Europa mediterranea.

- L'illuminazione artificiale negli ambienti chiusi derivava dal costo della materia prima tanto che solo i riti liturgici e i lampadari dell'élite aristocratica erano dotati della pregiata cera;
 - La luce artificiale rappresentava perciò simbolicamente e materialmente il potere sociale di coloro che potevano permettersela.



Tale connotazione è ben evidenziata dalle cronache settecentesche delle pompose feste aristocratiche

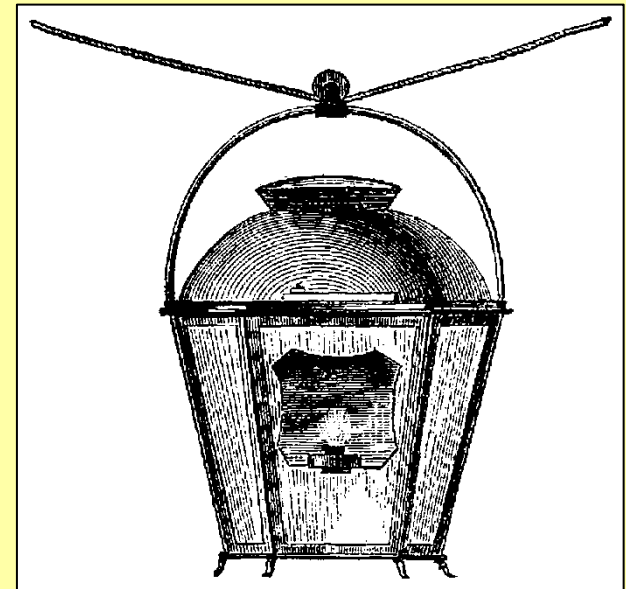


Fino al XVII secolo la pavimentazione e l'illuminazione delle strade erano delegate ai cittadini:

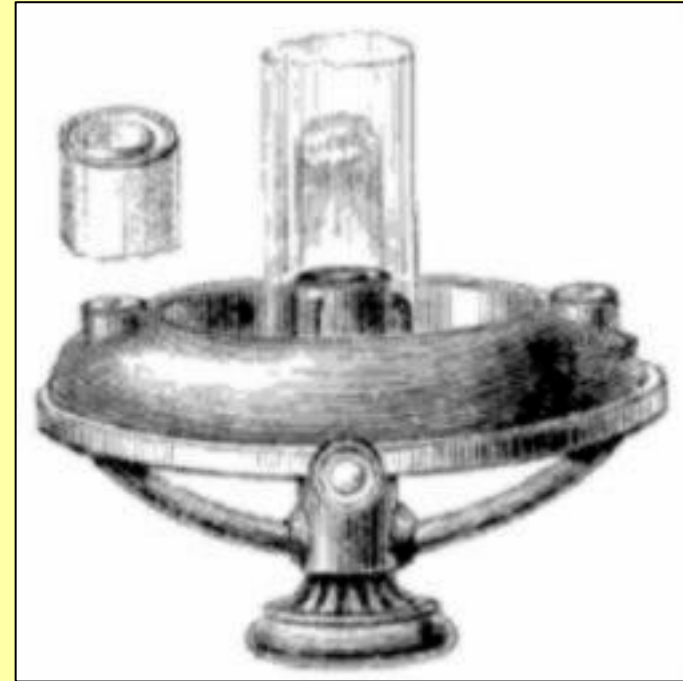
***In alcune capitali europee, ai cittadini era imposto di posizionare un lume
alla porta della propria abitazione***

Mancavano, ad ogni modo, i mezzi tecnici adatti a illuminare grandi spazi aperti perché in sostanza fino al '700 l'illuminazione, sia pubblica sia privata, restò legata alle candele e ai lumi, rimasti sostanzialmente immutati per millenni.

- Però nella seconda metà del XVIII qualcosa iniziò a muoversi
- Una prima svolta si ebbe nel 1763 a Parigi, quando venne introdotto un **nuovo tipo di lanterna a riflettore** o *réverbère* (un termine che in francese sarebbe diventato sinonimo di lampione stradale). Al posto della candela conteneva una lampada ad olio provvista di molti stoppini e dotata di due riflettori: uno, semisferico e posto sopra la fiamma, proiettava la luce verso il basso, un altro, leggermente concavo, la orientava lateralmente.



- Il vero salto di qualità si ebbe con l'invenzione di **F. Amie Argand** che, fra il 1783 e il 1785, realizzò una lampada nella quale lo **stoppino era tubolare cavo**; alla fiamma arrivava molta più aria, la combustione era migliore e non si formava il fumo nero tipico di una cattiva combustione.
- La fiamma, la cui intensità poteva essere regolata a mezzo di un congegno in grado di allungare o accorciare lo stoppino, era racchiusa in un cilindro di vetro che la proteggeva e potenziava l'effetto camino.
- La lampada Argand produceva una luce più luminosa, più bianca e più ferma di tutte le lampade ad olio precedenti. Il combustibile poteva essere olio vegetale, oppure un olio minerale.



LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

I governi locali affidavano la pubblica illuminazione ad imprese private, stabilendo:

- *il combustibile da impiegarsi;*
- *gli orari d'accensione;*
- *le condizioni per la manutenzione.*

*Le città italiane si dotarono molto in ritardo dei **FANALI ARGAND** (a Milano solo nel 1818) a causa del loro elevato costo di manutenzione e della durata degli appalti in vigore. L'illuminazione ad olio con fanali Argand continuò ad essere utilizzata per tutto il XIX secolo*

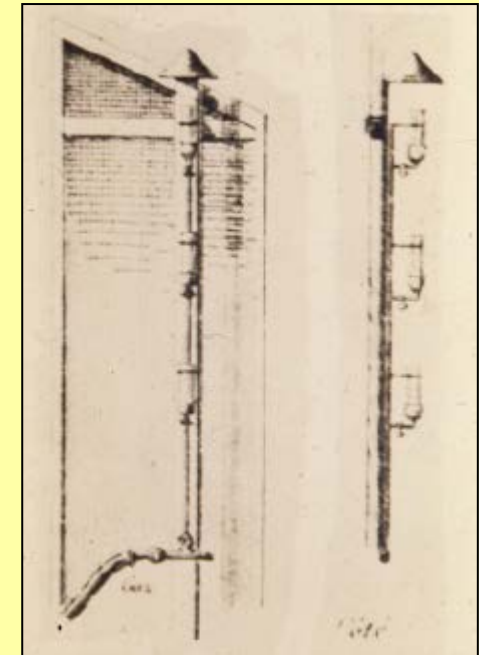
IL GASLUCE

- *A metà dell'800 si fece strada l'illuminazione a gas;*
- *Era noto come la combustione di alcuni fluidi aeriformi fosse accompagnata da un vivo sviluppo di luce e di calore;*
- *L'idea di applicare all'illuminazione i gas combustibili che si formano durante la decomposizione di certe sostanze organiche appartiene, al chimico francese Filippo Lebon;*
- *Egli riuscì ad ottenere gas infiammabile dalla distillazione del legno e ciò poteva servire tanto per il riscaldamento, quanto per illuminare;*
- *Gli studi dell'ingegnere transalpino vennero comunque ripresi in Inghilterra da W. Murdoch, il quale vi apportò una sostanziale modifica: il legno fu sostituito dal carbon fossile.*

LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

L'illuminazione pubblica nelle prime città illuminate a gas presentava forti contrasti: non era infrequente,svoltato l'angolo della via principale "gasificata",trovare un oscuro vicolo illuminato da lanterne ad olio.

Per tutto il XIX secolo le aree periferiche della città non furono interessate dalla rete del gas, e nemmeno dotate di una sufficiente quantità di fanali ad olio.

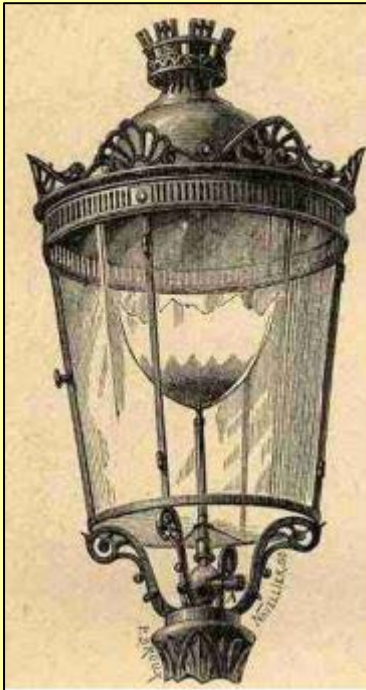


Montaggio verticale di lume a gas

Successivamente l'incremento nel commercio delle materie prime, la raffinazione di nuovi combustibili e la messa a punto di nuovi apparecchi per l'illuminazione: comportarono la diffusione dell'illuminazione artificiale nelle abitazioni delle classi meno abbienti e nelle strade minori

LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

L'illuminazione della città passava dai puntuali coni luminosi delle lanterne poste agli incroci e nei principali nodi della città a un'illuminazione più omogenea e diffusa.



*Le innovazioni tecnologiche hanno segnato il
passaggio dall'illuminazione
privata a servizio pubblico, in risposta alle esigenze
sociali di sicurezza,
decoro e comfort delle strade cittadine*

LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

Le prime città a dotarsi dei lampioni a gas in Italia furono Torino e Genova a metà del XIX secolo



Due lampioni affiancati in Piazza Carignano in Genova, fine XIX secolo





JAKUB SCHIKANEDER AMANTI



Notte stellata sul Rodano
1888, olio su tela, Musée d'Orsay (Parigi)

Palazzo Reale di Napoli : restauro dei lampioni d'epoca con alimentazione elettrica ed utilizzo vecchie tubazioni del gas come protezione dei cavi di alimentazione delle lampade elettriche



Conservatorio S. Pietro a Majella di Napoli

Restauro dei lampioni d'epoca alimentati a gas ed in disuso.

In collaborazione con Napoletana Gas sono stati restaurati e rialimentati a gas.

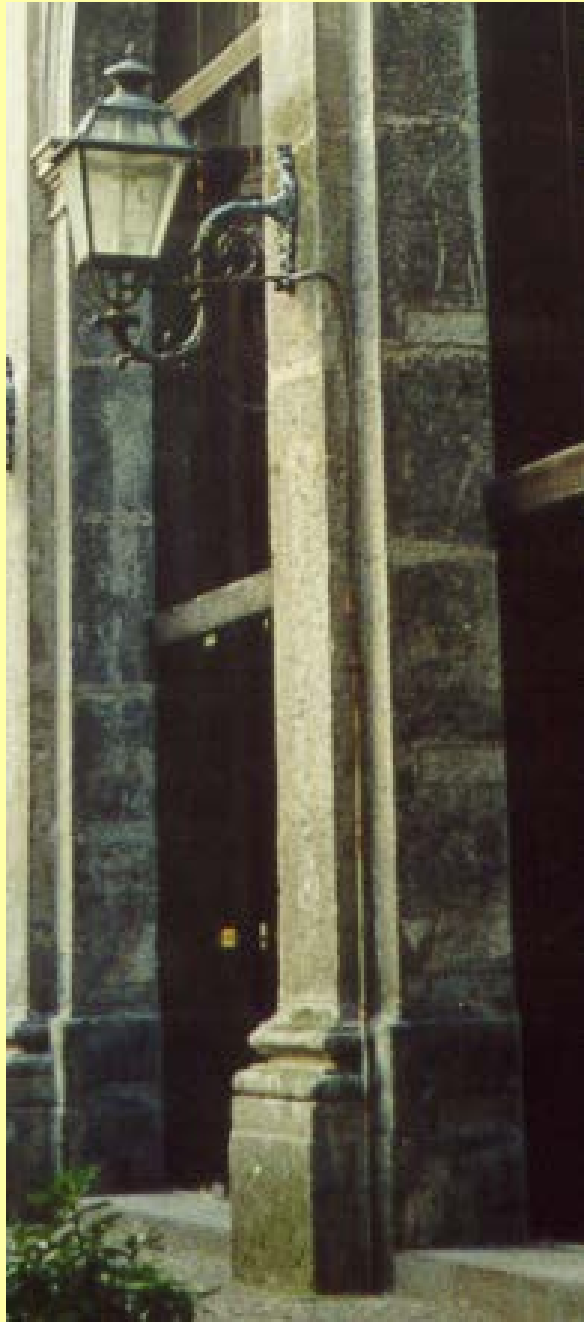
Vengono accesi solo in alcune particolari manifestazioni.



Restauro dei lampioni d'epoca alimentati a gas ed in disuso.

In collaborazione con Napoletana Gas sono stati restaurati e rialimentati a gas.

Vengono accesi solo in alcune particolari manifestazioni.



Conservatorio
S.Pietro a
Majella di
Napoli

Conservatorio S.Pietro a Majella di Napoli



Restauro dei lampioni d'epoca alimentati a gas ed in disuso (rialimentati a gas)

LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

La repulsione nei confronti di una rivoluzione tecnologica - che aveva in parte spodestato i cittadini del controllo e gestione della propria abitazione o città - non ebbe lunga durata:

l'avvento dell'illuminazione elettrica sgombrò il campo da ogni resistenza e si impose presto quale servizio pubblico imprescindibile.

INVENZIONI DI LAMPADE ELETTRICHE

*L'illuminazione elettrica iniziò nel 1814 con la **lampada ad arco** (invenzione di Humphry Davy)*

*Humphry Davy scoprì che era possibile produrre all'estremità di due carboni una luce brillante, facendo passare attraverso di essi una corrente elettrica, chiamata **luce ad arco**.*

*La **luce ad arco** cominciò ad essere utilizzata dopo la seconda metà dell'Ottocento, con le dinamo che generavano elettricità. Il suo utilizzo fu molto modesto: la sua luce era troppo violenta per l'illuminazione di case ed uffici.*



LA STORIA DELLA LUCE ELETTRICA

La prima lampadina ad incandescenza con un filamento di carbonio fu realizzata nel 1878 dall'inventore britannico, Sir Joseph Wilson Swan a Newcastle.

Sir Joseph Wilson Swan brevettò una lampada poco pratica: la sua combustione avveniva tramite un filamento di carbonio che emetteva gas, e che quindi copriva rapidamente l'interno del bulbo (senza parlare di quanta energia fosse necessaria per far funzionare la lampadina).

Il primo edificio pubblico a essere illuminato dalle lampadine ad incandescenza fu nel 1881 il Teatro Savoia (City of Westminster).



ILLUMINAZIONE ELETTRICA NELL' 800

Thomas Edison , nel 1879, brevettò una lampadina ad incandescenza dotata di un filamento sottile ad alta resistenza.

Edison rese incandescente un filo di cotone trattato con catrame, però molto fragile infatti, si rompeva spesso nel tentativo di farlo entrare nel vetro.

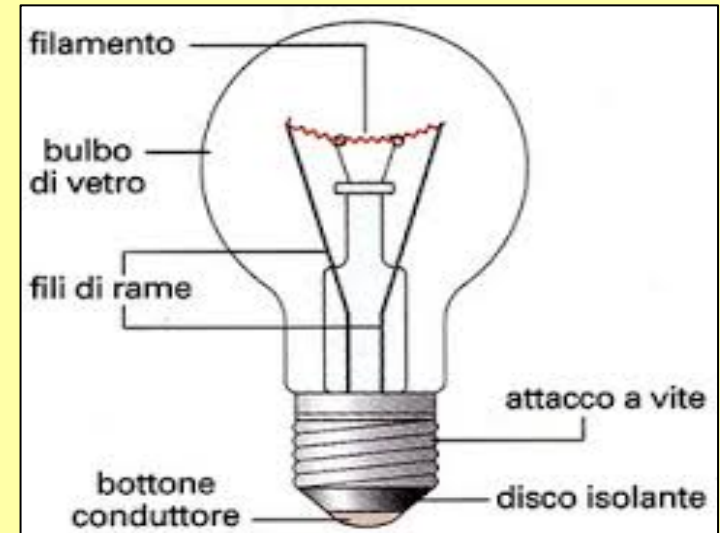
Il 21 ottobre 1879, insieme ai suoi collaboratori, Edison installò il filo collegato ad una dinamo. La notizia si diffuse in tutto il mondo, ma molti furono diffidenti. Così a Capodanno Edison invitò a Menlo Park centinaia di persone e dopo qualche secondo di attesa nel buio più denso si accesero migliaia di lampadine.



LAMPADE AD INCANDESCENZA TRADIZIONALI

Costituite da un bulbo di vetro dal quale viene tolta l'aria e sostituita con un gas inerte (Argon con piccole quantità di Azoto); al suo interno è presente un filamento in Tungsteno attraversato da corrente elettrica che diventa incandescente ed emette una certa quantità di luce (2700 K).

La luce avviene per effetto Joule, l'energia che attraversa il filamento di tungsteno produce un forte surriscaldamento dello stesso raggiungendo temperature tali da produrre delle componenti visibili sufficienti per illuminare.



GRANDEZZE LEGATE ALL'ILLUMINAZIONE

I parametri generali che caratterizzano una lampada sono:

- **Flusso luminoso** espresso in **Lumen (lm)** :

Esprime la quantità di energia luminosa emessa dalla lampada nell'unità di tempo

- **Potenza** espressa in **Watt (W)** :

Dà un'idea immediata della quantità di energia elettrica consumata dalla lampada nell'unità di tempo

- **Illuminamento** espresso in **Lux (lx)** :

Indica la quantità di flusso luminoso che colpisce un'unità di superficie

GRANDEZZE LEGATE ALL'ILLUMINAZIONE

- ***Intensità luminosa*** espressa in **Candele (cd)** :

Indica l'intensità della luce irradiata da una lampada in una determinata direzione

- ***Durata*** espressa in **ore (h)** :

Indica il numero di ore di funzionamento dopo il quale, in un determinato lotto e in ben definite condizioni di prova il 50 % delle lampade cessa di funzionare.

- ***Temperatura di colore*** espressa in **gradi Kelvin (°K)** :

Indica la tonalità della luce emessa da una lampada

GRANDEZZE LEGATE ALL'ILLUMINAZIONE

- **Indice di resa cromatica (Ra)** Valore numerico che **varia tra 0 e 100** :

Indica in che misura i colori percepiti sotto un'illuminazione artificiale si accostino ai colori reali. Quanto più tale indice si avvicina a 100 tanto più la sorgente luminosa consente l'apprezzamento delle sfumature di colore

- **Efficienza luminosa (lm/W)** :

Dà un'idea della quantità di energia elettrica assorbita trasformata in luce.

Rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso emesso dalla lampada (espresso in Lumen) e la potenza elettrica che l'alimenta (espressa in Watt). È un parametro molto importante ai fini della scelta della sorgente luminosa più adatta a risparmiare energia

EFFICIENZA ENERGETICA

L'efficienza energetica di un sistema rappresenta la **CAPACITA' DEL SISTEMA** stesso di **SFRUTTARE L'ENERGIA** che gli viene fornita per soddisfare il fabbisogno

MINORI CONSUMI = MAGGIORE EFFICIENZA

L'efficienza è dunque un rapporto e viene espresso da un numero che varia da 0 a 1

- 0 → Il sistema consuma tutta l'energia senza produrre alcun risultato

SPRECO TOTALE

- 1 → Tutta l'energia immessa si tramuta in risultato

EFFICIENZA TOTALE

Si può dunque concludere che:

***L'EFFICIENZA ENERGETICA E' LA CAPACITA' DI
UTILIZZARE L'ENERGIA NEL MODO MIGLIORE***

*Nel significato oggi consolidato essa indica quella serie di azioni di
programmazione, pianificazione, progettazione e realizzazione che
permettono*

A PARITA' DI SERVIZI OFFERTI

di

CONSUMARE MENO ENERGIA

PERCHE' RISPARMIARE ENERGIA ?

Perché gli sprechi e le perdite d'energia rappresentano una risorsa nascosta che l'efficienza energetica ci permette di usare in termini economici, ambientali e sociali

FARE “ EFFICIENZA ENERGETICA ” negli edifici significa:

- Nessuno spreco energetico
- Utilizzo di risorse rinnovabili

QUALI SONO LE PRINCIPALI AZIONI PER OTTENERLA ?

- Analizzare i consumi energetici nell'edificio
- Individuare le maggiori aree dove intervenire
- Studiare gli interventi da porre in atto utilizzando tutte le tecnologie che possono favorirli

INTERVENTI POSSIBILI E PIU' FREQUENTI

- Interventi sull'involucro edilizio
- Miglioramento caratteristiche componenti impianto di riscaldamento
 - Installazione di pompe di calore ad alta efficienza
 - **Utilizzo di lampade a basso consumo**
 - **Installazione di sistemi di regolazione**
 - Utilizzo di energie rinnovabili

RISPARMIO ENERGETICO CON L'ILLUMINAZIONE

Oggi, circa *l'80 %* dell'energia elettrica consumata nelle nostre case serve ad illuminare

Questi consumi possono essere *ridotti fino al 20 %* utilizzando lampade più efficienti e distribuendo meglio le sorgenti luminose

ILLUMINARE MEGLIO RIDUCENDO I CONSUMI DI ENERGIA

- Quale lampada scegliere
- Qual è l'ambiente da illuminare
- Quali attività vi si svolgono
- Per quante ore, in media, la lampada resterà accesa

LAMPADE AD INCANDESCENZA TRADIZIONALI

Caratteristiche Positive:

- Facilità di installazione (direttamente collegabili alla rete di alimentazione senza l'impiego né di reattori e né di starter);
- Emissione di luce “calda” e buona resa cromatica (valore max pari a 100),
- Riaccensione immediata;
- Flusso luminoso graduato con appositi “variatori”;
- Bassi costi al momento dell'acquisto;
- Smaltite tra i rifiuti indifferenziati (non contengono sostanze tossiche).

LAMPADE AD INCANDESCENZA TRADIZIONALI

Caratteristiche Negative:

- Bassissima efficienza luminosa (varia tra i 10-15 lm/W);
- Elevate emissioni di calore;
- Breve durata di vita (circa 1000 ore);
- Elevata sensibilità alle sovratensioni fino a bruciare;
- Elevati consumi, in particolare con l'invecchiamento emettono sempre meno luce pur consumando sempre la stessa quantità di energia;
- Impiego sconsigliato (a partire dal 2011 è stata vietata la commercializzazione).

LAMPADE AD INCANDESCENZA “ALOGENE”

Funzionano come quelle a incandescenza, ma presentano un piccolo bulbo di quarzo riempito con gas contenente Iodo, kripton o xeno che permette al filamento di raggiungere temperature più elevate fino a 3000 K senza pregiudicarne la durata.

Rispetto alle lampade tradizionali, nelle lampade alogene viene utilizzato il quarzo al posto del vetro, perché più resistente al calore e alla pressione del gas all'interno del bulbo.

A partire da settembre 2016 non sono più commercializzate



LAMPADE AD INCANDESCENZA "ALOGENE"

Caratteristiche Positive:

- Piccole dimensioni;
- Varietà di forme di potenze e di attacchi;
- Smaltite tra i rifiuti indifferenziati: non contengono sostanze pericolose;
- Durata media che va dalle 2000 alle 4000 ore;
- Efficienza luminosa del 15%, ovvero solo il 15% dell'energia consumata si traduce in luce;
- Emissione di luce "bianca" ed eccellente resa cromatica;
- Riaccensione immediata.

LAMPADE AD INCANDESCENZA “ALOGENE”

Caratteristiche Negative:

- Elevata emissione di calore e fragilità;
- Regolazione del flusso luminoso attraverso variatore (quelle a bassa tensione necessitano di un trasformatore);
- Illuminazione localizzata e decorativa.

Si suddividono in due famiglie:

- A bassissima tensione (è necessario un trasformatore per funzione)
 - A tensione di rete

LAMPADE AD INCANDESCENZA “ALOGENE” A TENSIONE DI RETE

- Funzionano a 230 Volt e non richiedono per il funzionamento la presenza di un trasformatore;
- Presentano attacco a vite di tipo Edison e possono essere utilizzate in sostituzione delle lampade ad incandescenza alogene;
- Hanno una durata di vita di circa 2000 ore;

LAMPADE AD INCANDESCENZA “ALOGENE” A BASSISSIMA TENSIONE

- Funzionano a 6-12-24 Volt e richiedono per il funzionamento la presenza di un trasformatore;
- Sono disponibili anche nella versione IRC (Infrared Coating), con un riflettore che riporta parte del calore sul bulbo stesso, ciò garantisce meno energia per avere il bulbo alla temperatura ideale di funzionamento;
- Rispetto alle lampade alogene tradizionali:
 - Consumano meno energia;
 - Disperdono meno calore;
 - Durano il doppio delle alogene tradizionali (dalle 4000 alle 5000 ore);
 - Hanno un flusso luminoso maggiore e costante nel tempo.

LAMPADE FLUORESCENTI



Appartenenti alla famiglia delle lampade a scarica in gas

Costituite da un tubo di vetro rivestito interamente da uno strato di speciali polveri fluorescenti, contenente mercurio a bassa pressione.

Si distinguono in:

- *Lampade fluorescenti tubolari*
- *Lampade fluorescenti compatte*

LAMPADE FLUORESCENTI TUBOLARI

Caratteristiche Positive:

- Elevata efficienza luminosa (50 lm/W);
- Durata di vita di circa 6.000 - 10.000 ore;
- Disponibili in diverse tonalità;
- Qualità della luce prodotta molto buona;
- Resa cromatica superiore a 80;
- Bassi costi di esercizio;
- Basso sviluppo di calore;
- Bassa luminanza.



LAMPADE FLUORESCENTI TUBOLARI

Caratteristiche Negative :

- Elevati costi iniziali;
- Elevata sensibilità alla temperatura;
- Accensioni e spegnimenti molto frequenti riducono sensibilmente il tempo di vita;
- Esistono nella versione con reattore integrato e non integrato all'interno della lampada, in particolare se il reattore è di tipo elettronico le lampade durano di più e hanno efficienza maggiore;
- Smaltite presso gli impianti comunali di raccolta differenziata o presso aziende autorizzate (contengono piccole quantità di mercurio).

LAMPADE FLUORESCENTI COMPATTE

Presentano un sottile tubo ripiegato o a tortiglione, in cui si innesca la ionizzazione di un gas che produce luminiscenza.

Caratteristiche Positive:

- Elevata efficienza luminosa (70-90 lm/W);
- Lunga durata di vita di circa 6000 - 10.000 ore);
- Disponibili in diverse tonalità;
- Qualità della luce prodotta molto buona;
- Resa cromatica superiore a 80 – 90 ;
- Bassi costi di esercizio;
- Basso sviluppo di calore e alimentazione 3 – 25 Watt.



LAMPADE FLUORESCENTI COMPATTE

Caratteristiche Negative :

- Elevati costi iniziali;
- Elevata sensibilità alla temperatura;
- Accensione e spegnimenti molto frequenti riducono sensibilmente il tempo di vita;
- Esistono nella versione con reattore integrato e non integrato all'interno della lampada, in particolare se il reattore è di tipo elettronico le lampade durano di più e hanno efficienza maggiore;
- Smaltite presso gli impianti comunali di raccolta differenziata o presso aziende autorizzate come “*rifiuti pericolosi*” (contengono piccole quantità di mercurio circa 5 mg).

I LED (Diodi che emettono luce)



*Light Emitting Diodes, ovvero **Diodi che emettono luce** sono impiegati nell'elettronica (telecomandi, segnalatori di stand-by)*

Costituiti da materiali semiconduttori (arseniuro di gallio, fosfuro di gallio, carburo di silicio, nitruro di gallio e indio) che attraversati da corrente elettrica emettono energia luminosa

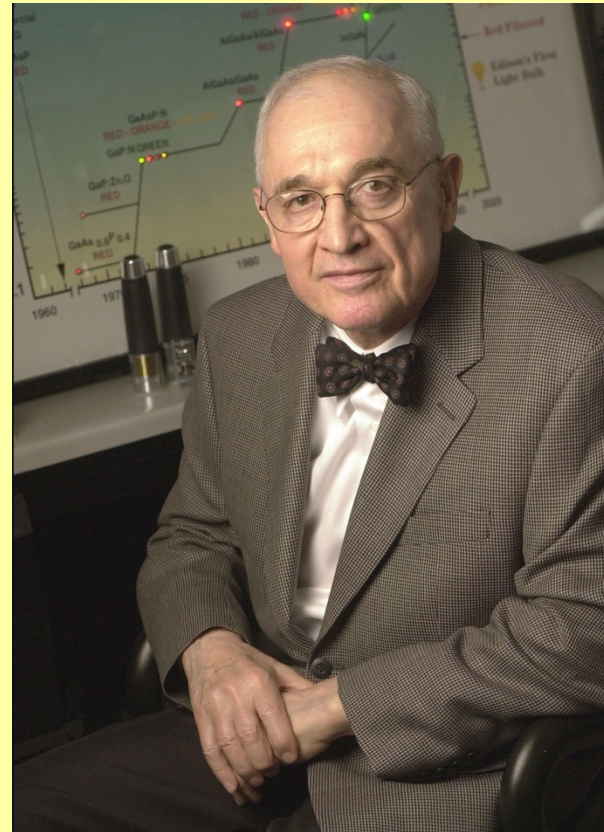
I LED sono componenti elettronici in grado di emettere una luce priva di infrarossi e ultravioletti al contatto con la corrente.

*Le caratteristiche principali sono : **risparmio, efficienza luminosa, durata, sostenibilità.***

I LED - Sviluppo della tecnologia

*Il primo Led è stato realizzato nel **1962 con il fisico Nick Holonyak.***

I primi Led erano solo di colore rosso e venivano utilizzati come indicatori nei circuiti elettrici e nei display.



I LED - Sviluppo della tecnologia

Nel 2014 i giapponesi **Isamu Akasaki** (85 anni) e **Hiroshi Amano** (55 anni), entrambi dell'università di Nagoya, e all'americano **Shuji Nakamura** (60 anni), ricevono il premio Nobel per l'invenzione dei **LED (Light Emitting Diode)**, i rivoluzionari dispositivi elettronici che sfruttano le proprietà ottiche di alcuni materiali per produrre la luce in modo più efficiente dal punto di vista energetico e rispettoso per l'ambiente.

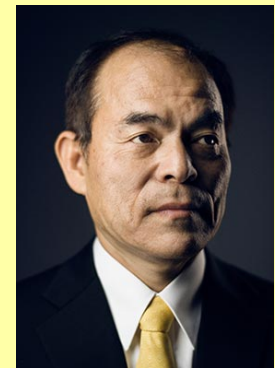
Come dichiarato dalla Fondazione Nobel, l'invenzione dei LED è stata premiata "nello spirito di Alfred Nobel, che mirava a riconoscere il valore delle scoperte in grado di dare **importanti benefici per l'umanità**."

L'impatto di questa tecnologia è confrontabile a quello della lampadina:

"come le lampade a bulbo hanno illuminato il ventesimo secolo, i Led saranno le luci del ventunesimo secolo", scrive la Fondazione Nobel.

L'invenzione dei Led blu risale all'inizio degli anni '90, quando Isamu Akasaki, Hiroshi Amano e Shuji Nakamura sono riusciti per la prima volta a generare un fascio di luce blu da materiali semiconduttori.

Fino ad allora esistevano soltanto Led a luce rossa e verde, ma da questi dispositivi non era possibile produrre luce bianca.



Tecnologia luminosa che fonde in un unico prodotto

- ✓ *Risparmio energetico circa 85%;*
- ✓ *Lunga durata, circa 15-17 anni;*
- ✓ *Accensione immediata;*
- ✓ *Senza contenuto di mercurio;*
- ✓ *NO “rifiuti tossici”.*

I LED

Sono estremamente piccoli = massima adattabilità ad ogni applicazione

Hanno la componente luminosa separata da quella termica = Possono essere utilizzati nelle zone sensibili al calore (reparti alimentari o cosmetici o applicazioni con spazi limitati)

Sono privi di emissioni di ultravioletti o infrarossi = adatti a molteplici applicazioni di uso specifico quali Musei o esposizioni di materiali pregiati

Permettono una riproduzione del colore migliore di altre tecnologie.

Ad esempio nell'illuminazione stradale, dove solitamente si utilizzano lampade al vapore di sodio di colore giallastro, il loro indice di riproduzione del colore è decisamente migliore

I LED

I principali vantaggi legati all'utilizzo dei Led :

- 1. La durata;*
- 2. L'assenza dei costi di manutenzione;*
- 3. L'elevato rendimento;*
- 4. Luce pulita, ovvero priva di componenti IR e UV;*
- 5. La flessibilità d'installazione del punto luce;*
- 6. Funzionamento a bassissima tensione, quindi in sicurezza;*
 - 7. Accensione a freddo fino a -40°C;*
 - 8. Insensibilità a umidità e vibrazioni;*
- 9. Durata non influenzata dal numero di accensioni/spegnimenti.*

Lo spettro luminoso dei Led varia in base alla tipologia. Se utilizzato per l'illuminazione, lo spettro può essere sfruttato anche al 100%.

Perché il Led è destinato ad un successo crescente?

- *Il rendimento delle lampade a LED cresce costantemente ed oggi, rispetto ad una lampada incandescenza (13 lm/Watt) raggiunge 160 lm/Watt*
- *La vita stimata è giunta a circa 50.000 ore (circa 17 anni)*
- *Il decadimento del flusso a fine vita è circa il 30%*
- *I prezzi sono calati negli ultimi due anni di circa il 30%*
- *Rientrano nelle attività meritevoli di detrazioni fiscali del 50%*
- *Nella illuminazione pubblica la percentuale di risparmio ottenibile varia tra il 50% e il 60%*

- I lampioni nelle notti dipinte – Emanuele Pulvirenti
- Luci per le città: l'illuminazione urbana in Italia nel XIX secolo-Angelo Landi
- Origini del sistema elettrico a Milano – Gian Luca Lapini
- Storia della luce – Lucilla Baroni & Margie Heyman
- Foto, illustrazioni, schemi da Internet di varie case costruttrici