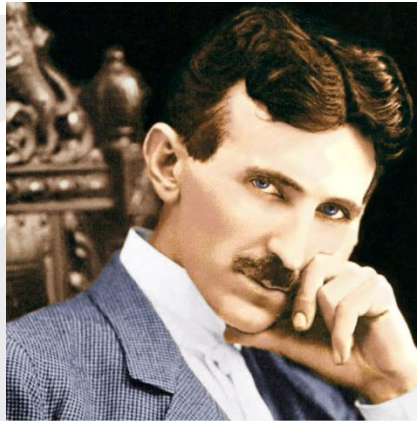




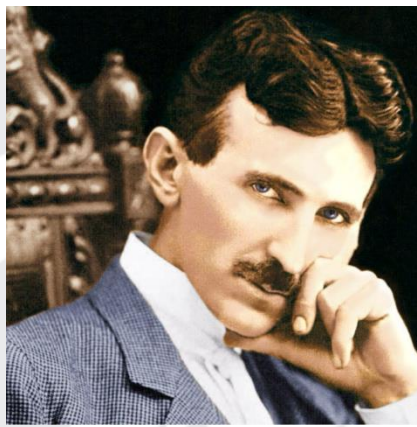
Le lampade ad induzione:
il segreto meglio conservato dell'industria

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING



Nel 1890 Nikola Tesla dimostrò la possibilità di generare la ionizzazione di gas fluorescenti senza l'uso di elettrodi, quindi senza scarica.

Il 23 Giugno 1891 gli venne riconosciuto il brevetto USA 454.622 riferito a questo sistema di trasferimento energetico che deve essere considerato una forma “precoce” di moderna lampada ad induzione.



Nel 1929, in un articolo pubblicato dal “The World” Nikola Tesla dichiara:

"Sicuramente, il mio sistema è più importante della lampada a incandescenza che, anche se è uno dei più conosciuti dispositivi d'illuminazione elettrica, è certamente non il migliore. Anche se notevolmente migliorata attraverso (innovazioni) chimiche e metallurgiche, tuttavia l'abilità degli artigiani è ancora inefficiente e il filamento abbagliante emette raggi offensivi e responsabili di milioni di teste calve, inoltre fa venire gli occhi arrossati. A mio avviso, presto sarà sostituita da un tubo vuoto senza elettrodi che ho fatto uscire 38 anni fa, una lampada molto più economica che produce una luce di indescrivibile bellezza e morbidezza."

La durata nel tempo

La durata di una lampada a INDUZIONE MAGNETICA, non avendo elettrodi e altri punti critici, è dell'ordine delle 100.000 ore, corrispondente a oltre 25 anni d'esercizio.

Per evidenziare maggiormente quali siano i valori di cui parliamo, vediamo una tabella comparativa delle durate dei sistemi con lampade normalmente utilizzate in commercio.

La durata nel tempo

TIPO DI LAMPADA	DURATA IN ORE
Induzione	60.000-100.000
Led	35.000-50.000
Sodio Alta Pressione	24.000
Ioduri metallici	6.000-12.000
Tubi al neon	8.000
Mercurio Alta Pressione	6.000
Incandescenza	1.000

Il decadimento

Per decadimento s'intende la perdita di luminosità di una lampada con il trascorrere del tempo.

E' un dato che non va confuso con la durata effettiva della lampada; possiamo avere una durata discreta che tuttavia perde metà della luminosità dopo poche ore di funzionamento.

In questo caso avremo una lampada, comunque accesa, che emette però meno luce del previsto.

Il decadimento

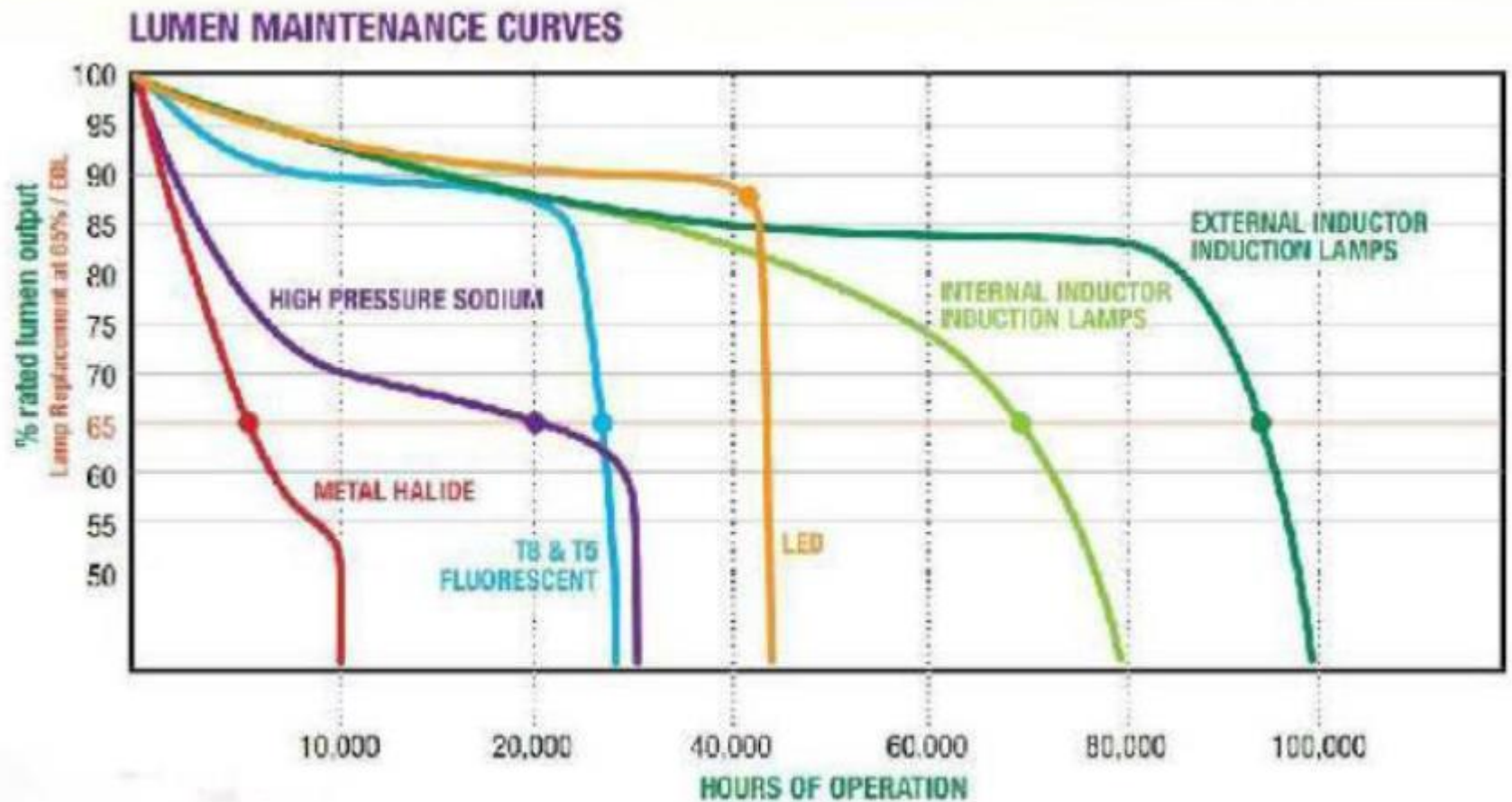
Nei progetti illuminotecnici per compensare il decadimento delle lampade (e quello delle caratteristiche fotometriche degli apparecchi di illuminazione) si considera *il coefficiente di invecchiamento (o di conservazione)*: per garantire a regime i lux previsti dalla norma siamo costretti a installare una potenza maggiore, e dunque un valore di illuminamento maggiore, nel periodo iniziale (avremo così molta luce con le lampade nuove)!

Il decadimento

Il decadimento della resa luminosa di una lampada a
INDUZIONE MAGNETICA è pari al 20% in 90.000 ore di
servizio (1 anno = 8.760 ore).

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING

Livello di decadimento tra i sistemi di illuminazione più diffusi



I punti di forza delle lampade a induzione

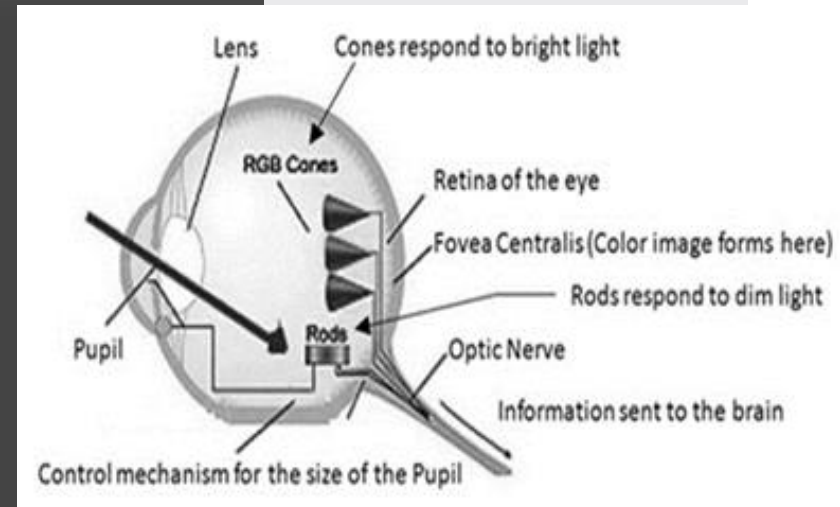
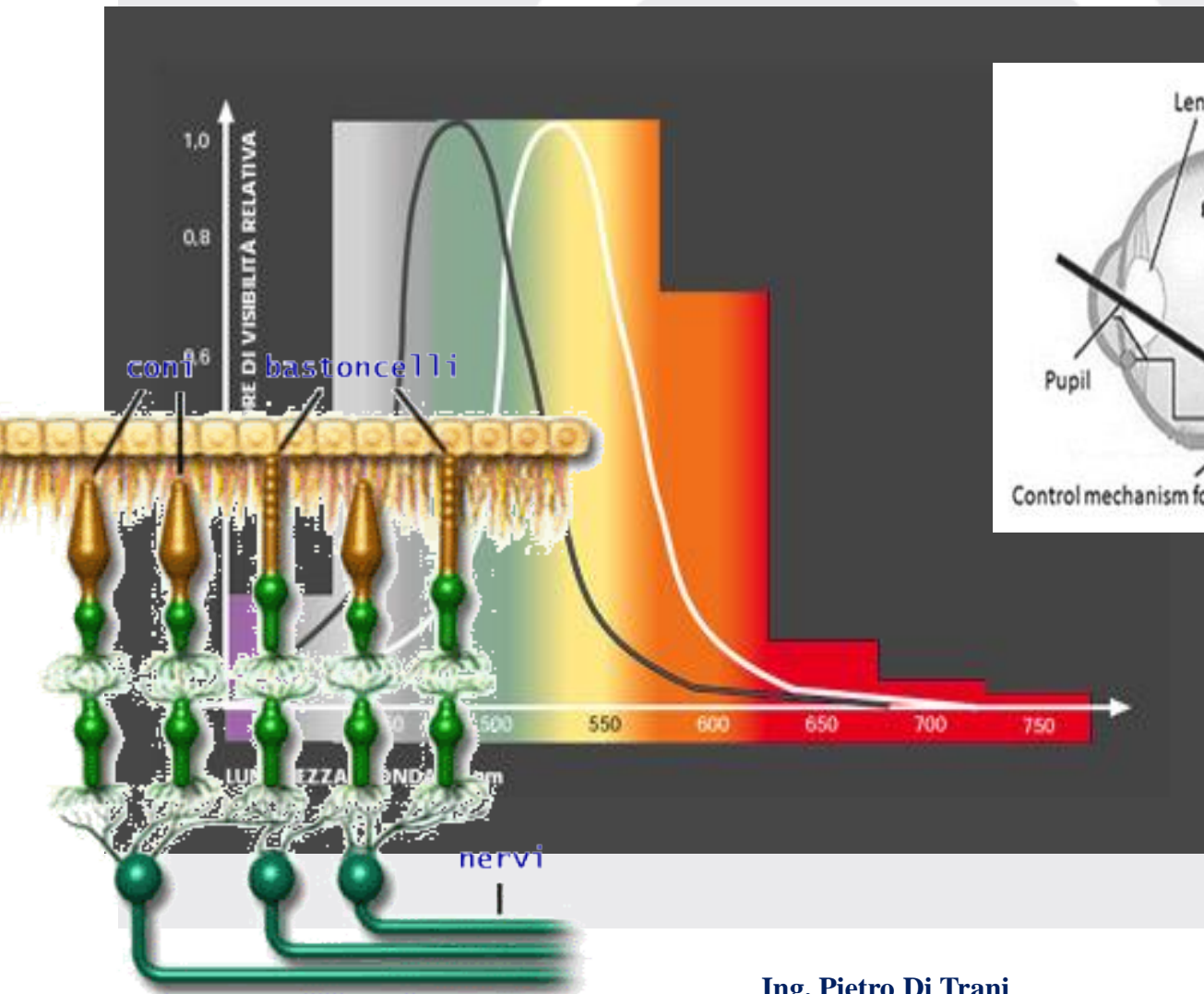
1. Efficienza luminosa
2. Resa cromatica
3. Temperatura di colore della radiazione luminosa: da 2700 a 6500 K
4. Resistenza alle vibrazioni
5. Accensione e riaccensione immediata
6. Assenza di sfarfallio
7. Temperatura di funzionamento: da -30 a +60 °C
8. Assenza di abbagliamento
9. Assenza di mercurio liquido
10. Possibilità di retrofitting su lampade e lampioni esistenti
11. Bassissimi costi per la manutenzione
12. Bassa temperatura di funzionamento

Efficienza luminosa

Uno dei sistemi di rilevamento dell'efficienza di una fonte luminosa è la verifica della quantità di Lumen emessi in funzione dei Watt realmente consumati.

Tuttavia in funzione dello spettro emesso dalle differenti fonti luminose, il nostro occhio ha una percezione luminosa differente. Questo parametro è stato scientificamente denominato luminosità percepita o **Pupil-lumen (Plm)**.

Visione fotopica e visione scotopica



Efficienza luminosa

Il diagramma mostra la relativa efficienza luminosa a diverse lunghezze d'onda della luce visibile

Nell'occhio umano i coni hanno la massima efficienza a circa **550 nm**(nanometri) (luce verde), mentre l'efficienza dei **bastoncelli** è al suo picco a circa **510 nm** (luce blu-verde).

Normalmente l'efficienza luminosa viene calcolata sui valori misurati di **visione fotopica** considerando che la sensibilità dell'occhio umano varia a seconda delle condizioni di illuminazione (scarsa o normale).

Tale visione in condizione di scarsa luminosità è chiamata **visione scotopica** con un picco di lunghezza d'onda della sensibilità spostata verso lunghezze d'onda più corte rispetto alla visione in condizioni luminose.

Efficienza luminosa

L'occhio umano non è sensibile in maniera identica alle radiazioni comprese all'interno dell'intervallo 380-780 nm:

Nel caso di luminosità diurna, ovvero di elevata luminosità (visione fotopica), i valori di tale sensibilità possono essere rappresentati dalla funzione $V(\lambda)$ (indicata in bianco nello schema precedente) che misura l'efficienza visuale a varie lunghezze d'onda.

Per quanto riguarda la visione fotopica la sensibilità è molto grande nella zona del giallo-verde che corrisponde alla lunghezza d'onda di 555 nm (luce giallo-verde).

La curva è normalizzata al valore massimo di sensibilità che si ottiene in corrispondenza di tale lunghezza d'onda.

Questa funzione, basata su un campione di circa 200 persone, è stata internazionalmente accettata.

Efficienza luminosa

Una differente funzione $V'(\lambda)$ (indicata nello schema precedente in nero) misura l'efficienza dell'occhio in caso di un livello di luce inferiore tipico della visione notturna.

In queste condizioni (visione scotopica) il valore di 1 si ha per la lunghezza d'onda di 507 nm.

Lo spostamento del massimo della sensibilità è dovuto all'utilizzo, da parte dell'occhio, prima di coni e poi di bastoncelli.

I bastoncelli che lavorano in condizioni di bassa visibilità, vedono meglio il blu di quello che fanno i coni, i quali possono vedere luce profondamente rossa, luce che per i bastoncelli appare nera.

Se si hanno due pezzi di carta colorata rossa e blu, in condizioni di buona luminosità risulta più luminoso il pezzo rosso, passando all'oscurità l'effetto si inverte. La visione mesopica è la visione dovuta all'attività contemporanea dei bastoncelli e dei coni della retina. Si tratta del tipo di visione che si ha quando il livello di illuminazione è intermedio.

Flusso luminoso

Potenza radiante emessa da una sorgente pesata con la curva di visibilità per tenere conto della risposta dell'occhio umano e della composizione spettrale della radiazione. Si misura in *lumen* (lm).

▪ *Flusso monocromatico emesso alla generica lunghezza d'onda λ :*

$$\Phi = K \cdot v(\lambda) \cdot W(\lambda) \quad \text{con} \quad K = 683 \text{ lm/W}$$

▪ *Flusso monocromatico emesso per $\lambda = 555 \text{ nm}$* $v(\lambda = 555 \text{ nm}) = 1$

$$\Phi = K \cdot W(\lambda)$$

▪ *Flusso con distribuzione continua della potenza radiante tra λ_1 e λ_2 :*

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K \cdot v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda = K \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda$$

Campo di emissione esteso all'intero campo di visibilità (380 ÷ 780 nm):

$$\Phi = K \cdot \int_{380}^{780} v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda$$

Flusso luminoso

Potenza radiante emessa da una sorgente pesata con la curva di visibilità per tenere conto della risposta dell'occhio umano e della composizione spettrale della radiazione. Si misura in *lumen* (lm).

• *Flusso monocromatico emesso alla generica lunghezza d'onda λ :*

$$\Phi = K \cdot v(\lambda) \cdot W(\lambda) \quad \text{con} \quad K = 683 \text{ lm/W}$$

• *Flusso monocromatico emesso per $\lambda = 555 \text{ nm}$*

$$v(\lambda = 555 \text{ nm}) = 1$$

$$\Phi = K \cdot W(\lambda)$$

• *Flusso con distribuzione continua della potenza radiante tra λ_1 e λ_2 :*

$$\Phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} K \cdot v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda = K \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda$$

Campo di emissione esteso all'intero campo di visibilità (380 ÷ 780 nm):

$$\Phi = K \cdot \int_{380}^{780} v(\lambda) \cdot W(\lambda) \cdot d\lambda$$

Intensità luminosa

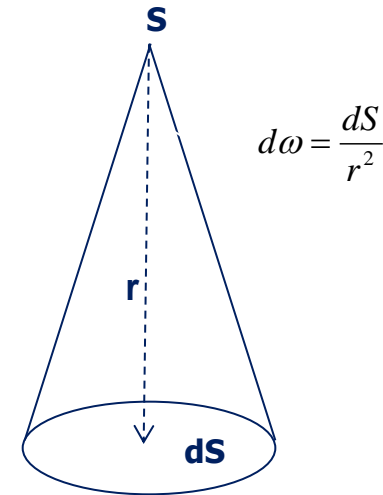
Determina la distribuzione spaziale del flusso luminoso nelle varie direzioni

Hp: sorgente puntiforme *Intensità luminosa'*: rapporto tra il flusso luminoso infinitesimo e l'angolo solido all'interno del quale tale flusso è contenuto nella generica direzione intorno alla sorgente stessa.

Detta anche *densità spaziale angolare* del flusso luminoso.

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Si misura in lm/sr = candele (cd)



E' utile per determinare le **direzioni in cui la sorgente emette in modo prevalente** ed individuare le superfici o porzioni di superfici illuminate in modo più accentuato

Radiante (rad): angolo piano al centro di una circonferenza sotteso da un arco di lunghezza pari al raggio
Steradiano (sr): angolo solido al centro di una sfera sotteso da una superficie di area pari a r^2

Calcolo del flusso emesso dalla sorgente **in funzione dell'intensità** luminosa:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \Rightarrow d\Phi = I \cdot d\omega \Rightarrow \Phi = \int_{\Omega} I \cdot d\omega$$

Emissione **nell'intero spazio che circonda la sorgente:**

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I \cdot d\omega$$

Intensità luminosa costante in tutte le direzioni
nell'intero spazio intorno alla sorgente:

$$\Phi = \int_0^{4\pi} I \cdot d\omega = I \cdot \int_0^{4\pi} d\omega = 4\pi \cdot I$$

Intensità luminosa costante in tutte le direzioni all'interno
dell'angolo solido Ω :

$$\Phi = I \cdot \Omega$$

Da cui:

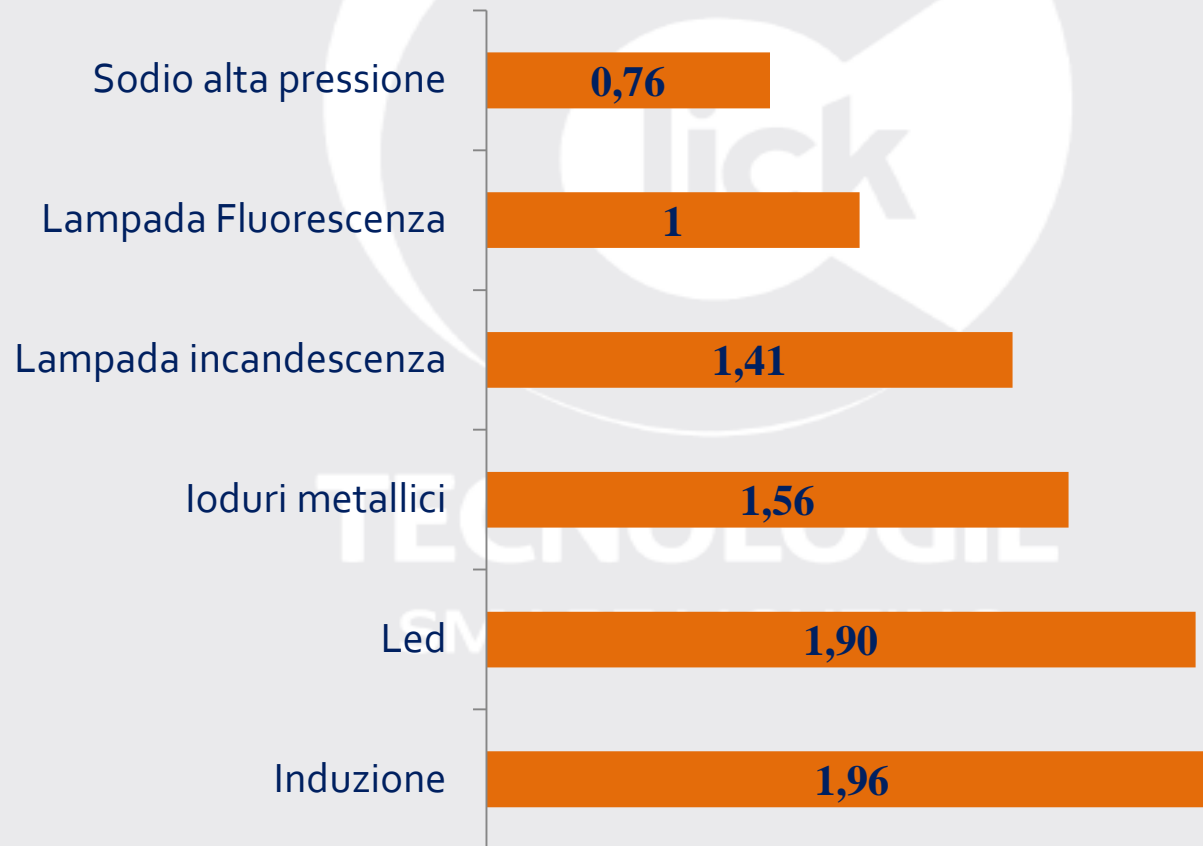
il *lumen* può essere definito come il *flusso luminoso emesso da una sorgente di intensità luminosa uniforme e unitaria in un angolo solido di 1 sr.*

Efficienza luminosa

Sorgente	Efficienza convenzionale lm/W	Fattore di correzione	Flusso luminoso di pupilla (Plm/W)
Lampada sodio bassa pressione	165	0.38	63
Tubo fluorescente 5000 K T5	104	1.83	190
tubo fluorescente 4100 K T8	90	1.62	145
Lampada ioduri metallici	85	1.49	126
Lampara ad induzione 5000 K	80	1.62	129
Lampada fluorescente trifosforo 5000 K	70	1.58	111
Lampada fluorescente trifosforo 3500 K	69	1.24	85
Lampada sodio A.P. 50 W	65	0.76	49
Lampada fluorescente 2900 K	65	0.98	64
Lampada fluorescente 6500 K	55	1.72	95
Lampada sodio A. P. 35 W	55	0.57	31
Lampada fluorescente 5000 K CRI 90	46	1.7	78
Lampada a vapori di mercurio A.P.	40	0.86	34
Lampada incandescente	15	1.26	19
Lampada alogena	22	1.32	29

Fattore di correzione S/P di alcune fonti luminose

Luminosità percepita



Fattore di correzione S/P di alcune fonti luminose

Luminosità percepita

Il fattore di correzione (**S/P**) aiuta a convertire i lumen tradizionali in lumen effettivi percepiti dall'occhio in condizioni e fornisce una stima più accurata della quantità di luce.

E' un indice che permette di quantificare la percezione della luminanza di una sorgente di luce in condizioni di visione scotopica.

(la luminanza è il rapporto tra l'intensità luminosa emessa in una certa direzione (in candele cd) e la dimensione della superficie emittente)

Efficienza luminosa

L'efficienza luminosa è data dal rapporto fra il flusso luminoso emesso e la potenza elettrica impegnata (lm/W) e indica quanta parte dell'energia elettrica consumata dall'apparato illuminante che si trasforma effettivamente in luce.

Efficienza luminosa

Tipo di lampada	Efficienza luminosa (Lm/W)	Efficienza luminosa visibile (Plm/W)
Ioduri metallici	75	68
Sodio A P	120	87
Sodio B P	200	80
Vapori di mercurio	50	43
CFL (Fluorescenti)	90	142
Led	100	115
Induzione	90	150

Efficienza luminosa

Nella tabella è evidente che la maggiore percezione luminosa delle LAMPADE a INDUZIONE migliora l'efficienza generale, permettendo a parità di risultato di impiegare lampade di potenza minore risparmiando sul consumo.

Accensione immediata

Le lampade a INDUZIONE hanno un tempo di accensione immediato erogando da subito circa il 90% della luce e, non richiedendo un tempo di raffreddamento, hanno un tempo di RIACCENSIONE immediato.

Possono quindi facilmente essere collegate a fotocellule o sensori di presenza, per migliorare le possibilità d'impiego sempre con l'obiettivo del massimo risparmio energetico.

Risparmio energetico

L'elevata efficienza permette di impiegare lampade con potenza inferiore mantenendo invariata la resa illuminotecnica.

Le lampade a induzione hanno inoltre la possibilità di regolazione del flusso luminoso.

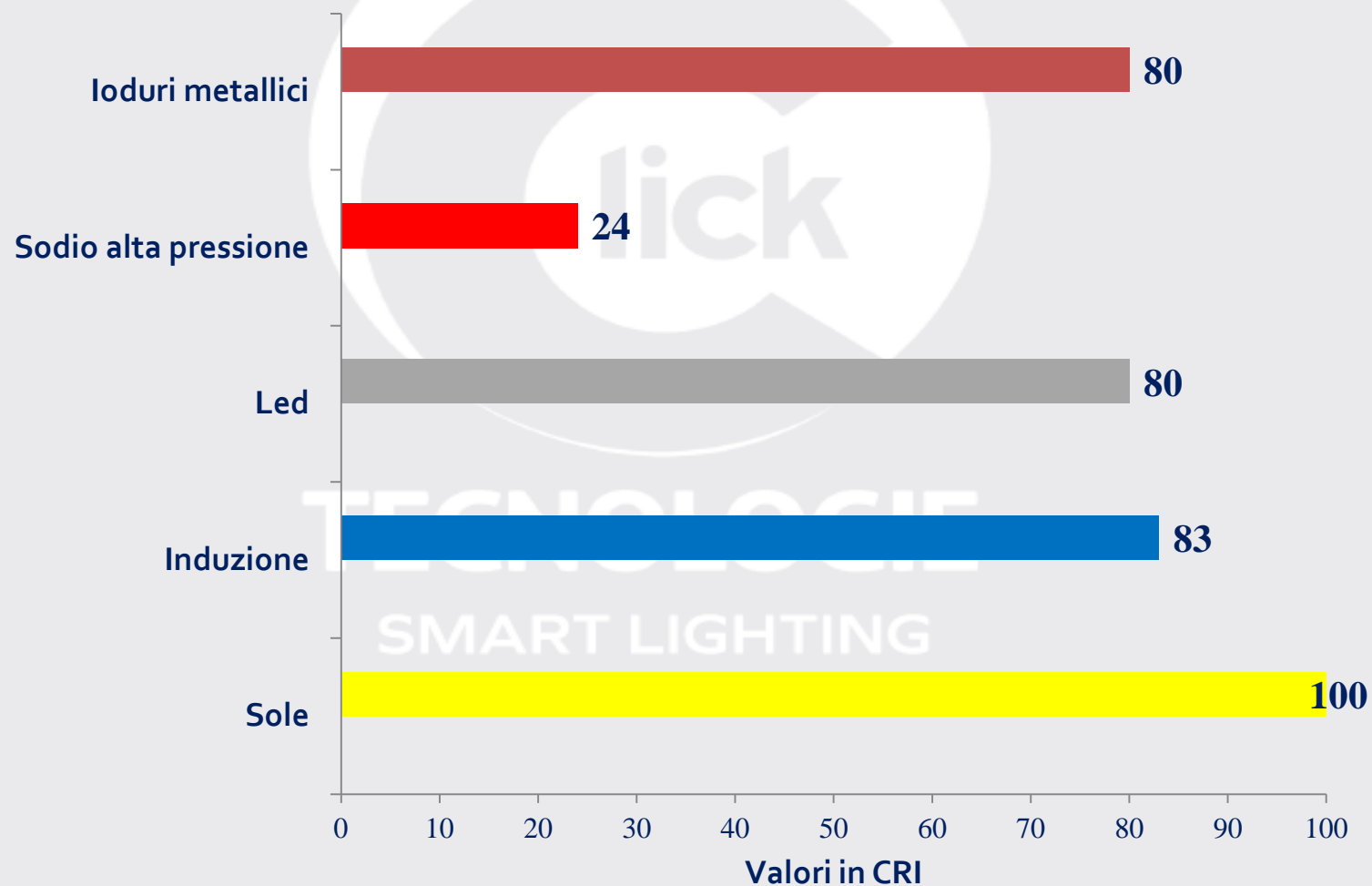
Resa cromatica

Riproduzione fedele dei colori: ≥ 80 CRI

La resa cromatica è la capacità di rendere fedelmente i colori. Questa caratteristica si esprime con un punteggio da 1 a 100 rispetto ad una sorgente come il sole.

L'elevata resa cromatica delle lampade a induzione, oltre a rappresentare un parametro significativo per la valutazione della qualità della luce e dell'ambiente illuminato, incide anche sui consumi energetici in quanto consente di ridurre di una classe la categoria di illuminotecnica di progetto.

Resa cromatica





Accensione immediata





Effetto stroboscopico sfarfallio della luce o rumore

Bassa temperatura

Eliminazione di rischi d'incendio ed esplosione

COMPARE THE SPECS

When compared to other common light sources, Induction's specifications clearly dominate the competition

	 INDUCTION	 LED	 METAL HALIDE	 HIGH PRESSURE SODIUM
LAMP LIFE HRS	100k	30k - 50k	10k - 15k	15k - 24k
LIGHTING EFFICIENCY Lm/Wt	65 - 90	90 - 120	60 - 110	60 - 120
CRI	> 80	> 70	> 70	> 20
S/P RATIO	1.46 - 2.25	1.96	1.49	0.62
COLOR TEMPERATURE	Full Range	Full Range	Limited Range	Limited Range
HOT RESTART	INSTANT	INSTANT	DELAY	DELAY
MERCURY	Low	N/A	Low - High	Low - Medium

Perché' le lampade ad induzione non si sono affermate immediatamente ?

1. La lunghissima durata ed efficienza
2. Il basso costo dell'energia
3. Le dimensioni notevoli (almeno originariamente)
4. L'avvento dei led

TECNOLOGIE
SMART LIGHTING

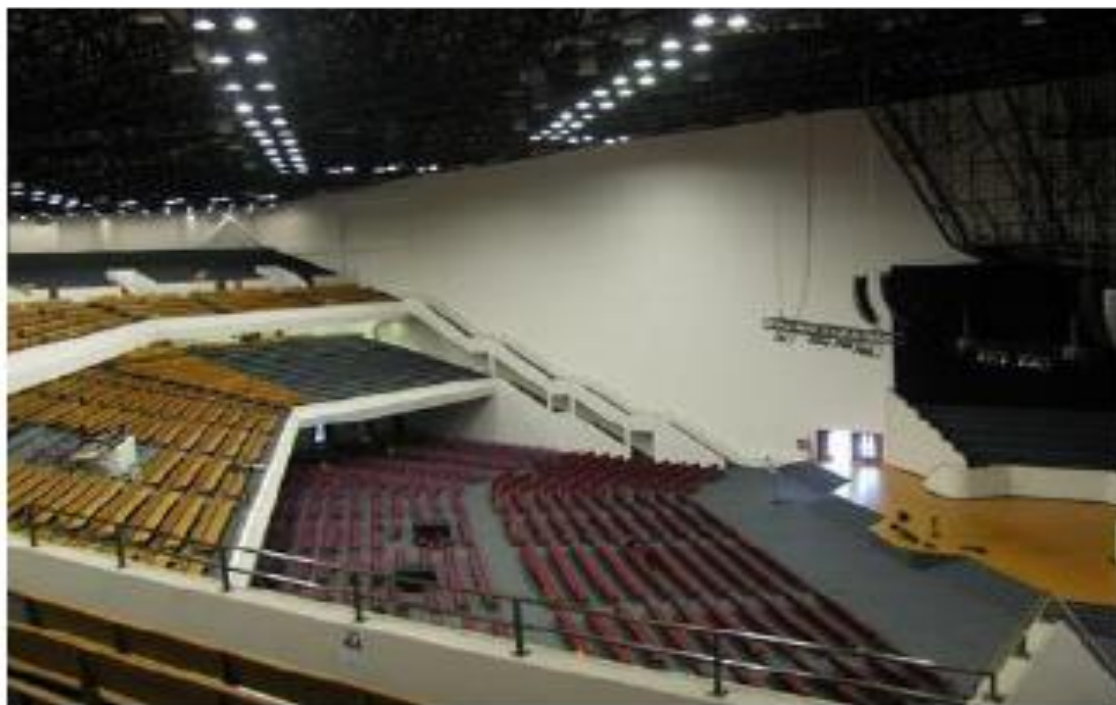
Alcune applicazioni nel mondo

Stazione di Shangai



Alcune applicazioni nel mondo

Teatro di S. Paolo (Brasile)



Alcune applicazioni nel mondo

Aeroporto di Dusseldorf



Alcune applicazioni nel mondo

Stazione Eurostar Belgio



Armatura stradale ad induzione in una città nordamericana



Alcune applicazioni nel mondo

Stabilimento Birra Peroni Bari

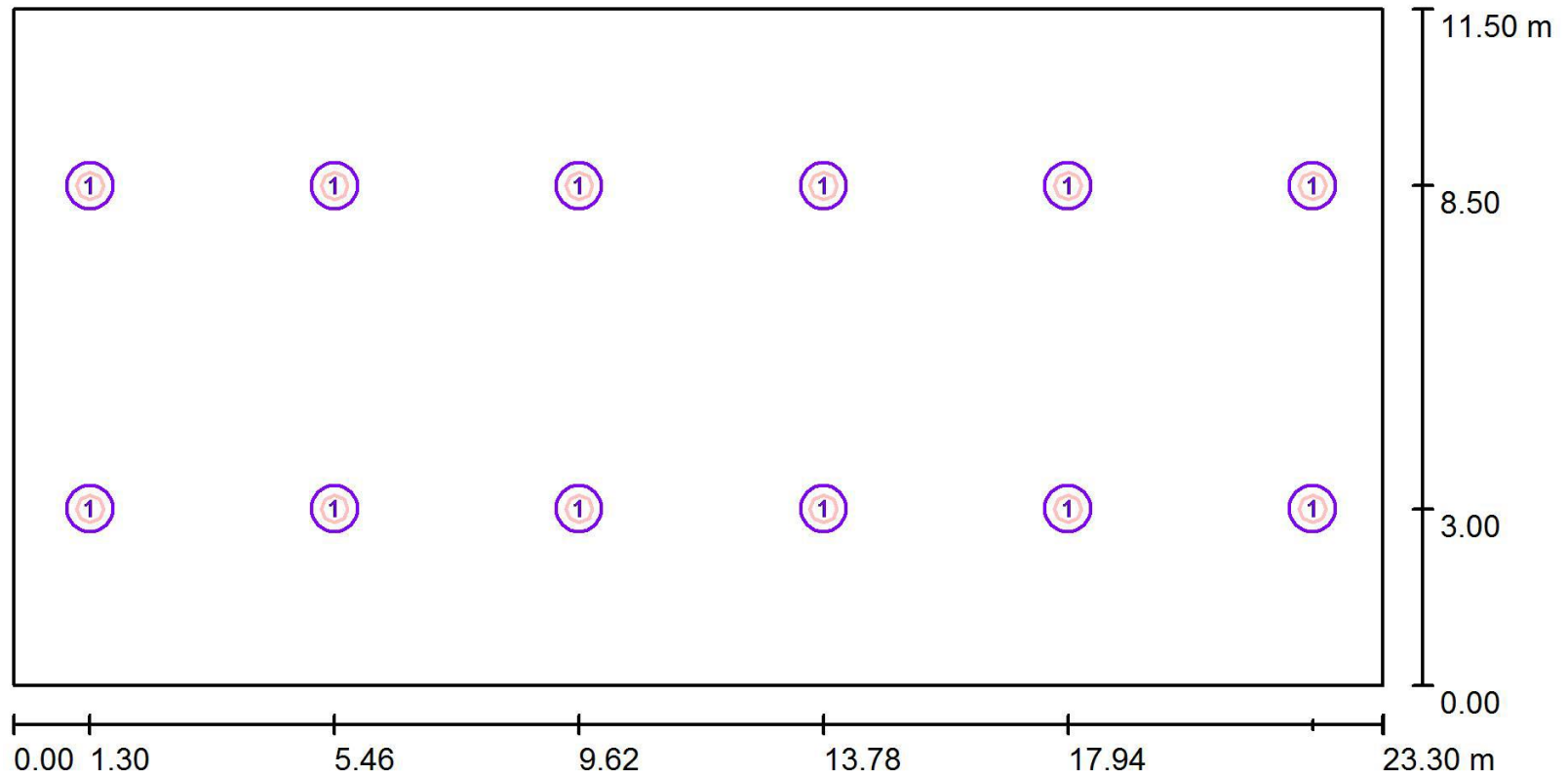


Alcune applicazioni nel mondo

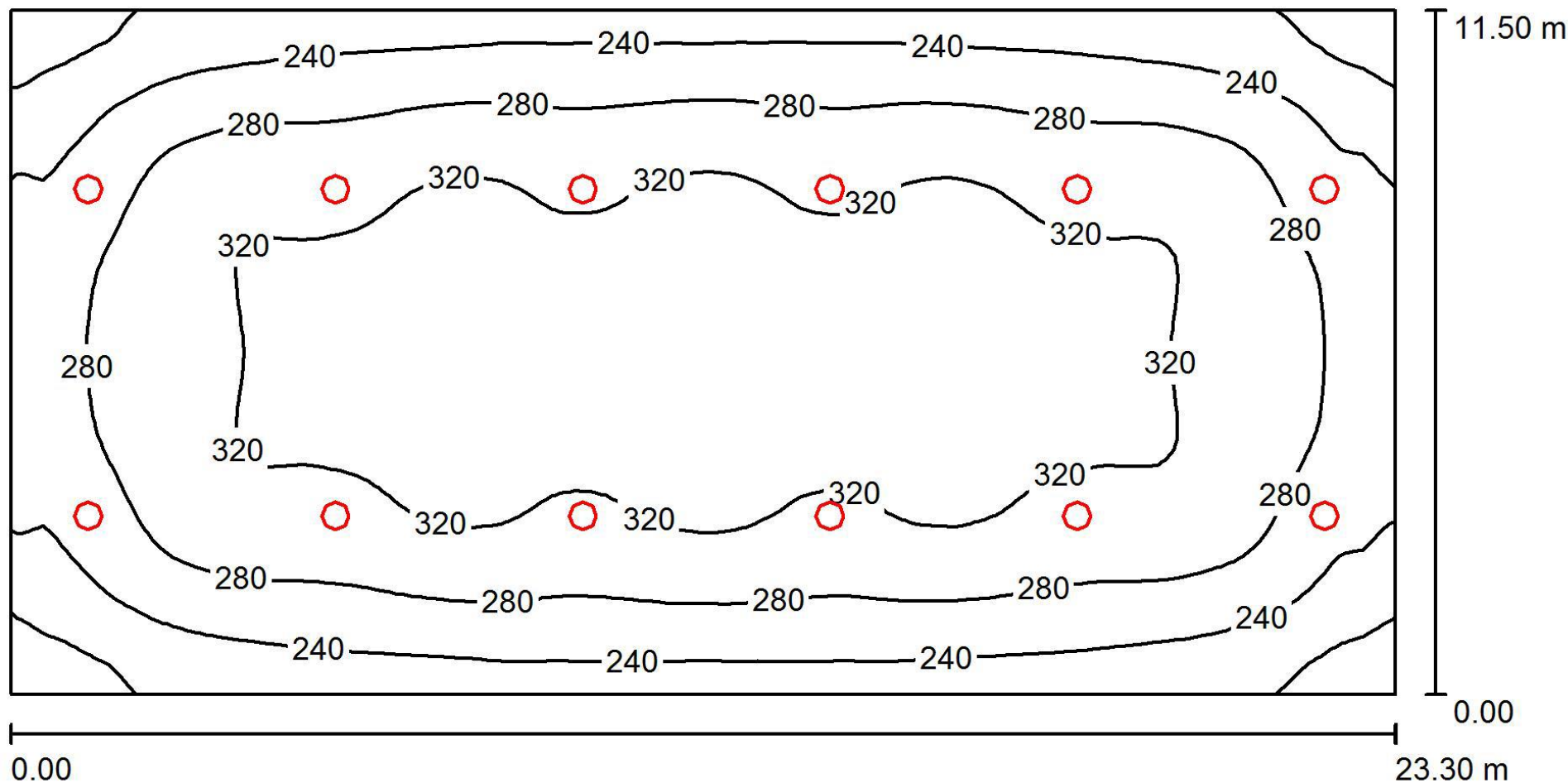
Ferrotranviaria Bari Nord



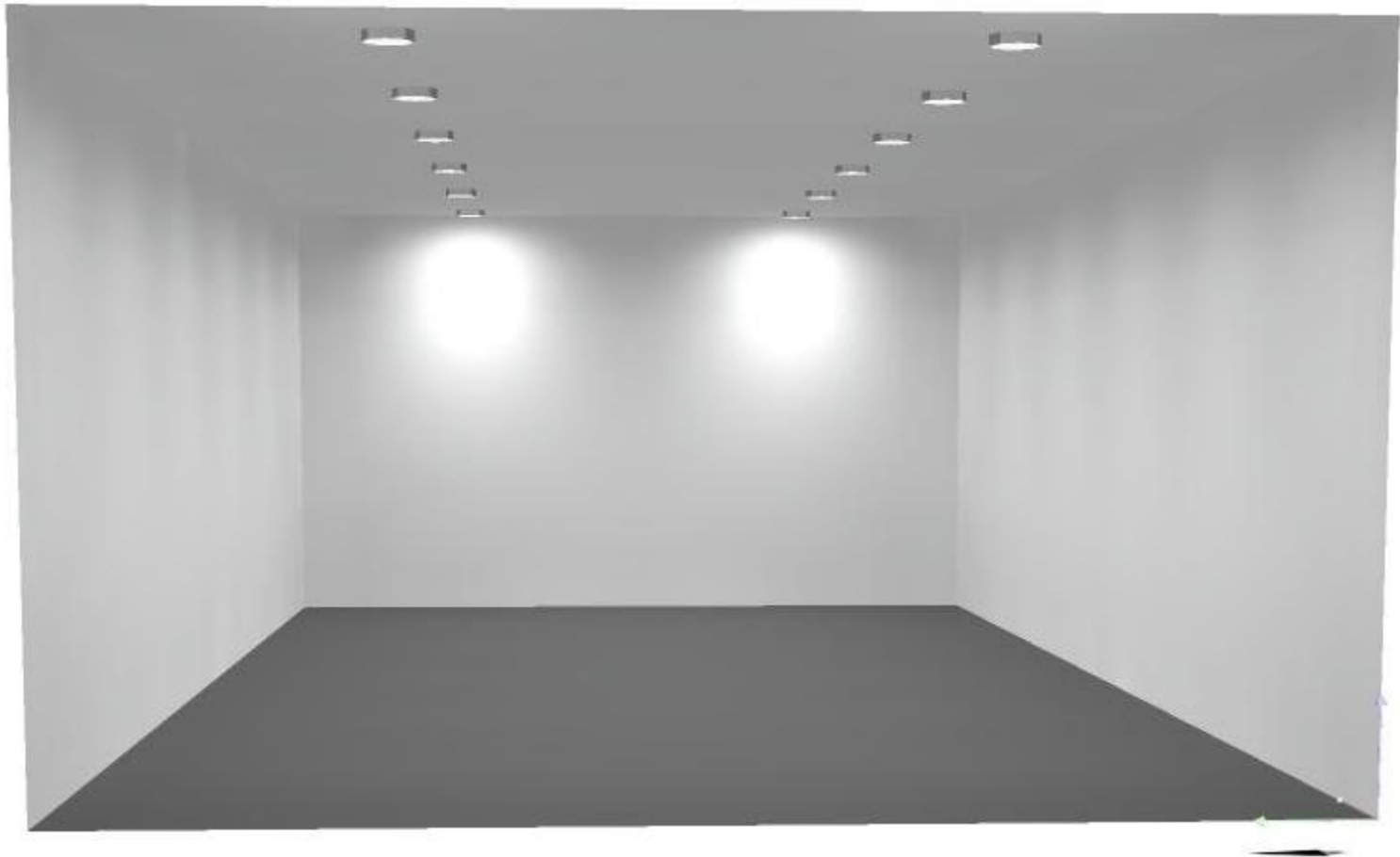
Progetto illuminotecnico di una palestra di una scuola di Torino



Progetto illuminotecnico di una palestra di una scuola di Torino

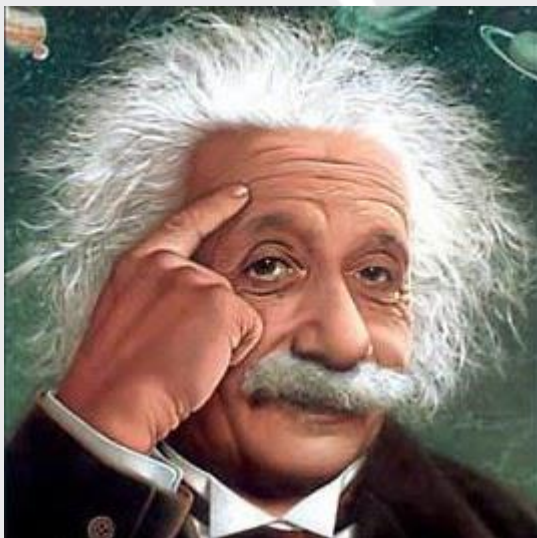


Progetto illuminotecnico di una palestra di una scuola di Torino



«La mente è come un paracadute :funziona quando si apre»

A. Einstein



Grazie a tutti

per l'attenzione