



CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

# Efficienza Energetica negli Impianti Elettrici

**Dott. Ing. Pietro Antonio SCARPINO**

Docente di Macchine Elettriche alla Scuola di Ingegneria - Università di Firenze

Libero Professionista



Regione Toscana



Università di Firenze



Università di Pisa



Confindustria Firenze



Confederazione Nazionale dell'Artigianato e della Piccola e Media Impresa  
CNA Toscana



Comune di Firenze



Camera di Commercio Firenze

## Direttiva Europea 2010/31/UE

- ***L'indicatore di prestazione energetica deve essere presente già nell'offerta economica***
- ***Tutti gli edifici nuovi dovranno essere a bassissimo consumo a partire dal 2020***
- ***Deve essere obbligatorio un sistema di verifica dei certificati energetici***
- ***Obbligatori requisiti di prestazione energetica anche per impianti e componenti***

## Progettazione di Efficienza Energetica degli Impianti Elettrici "Ecoprogettazione"

- ***UNI EN 15232 (ottobre 2007): Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici***
- ***UNI EN 15193 (marzo 2008): Requisiti energetici per l'illuminazione***

# Progettazione di Efficienza Energetica degli Impianti Elettrici "Ecoprogettazione"

$$\text{Energia} = \text{Potenza} \times \text{tempo}$$

*il Risparmio Energetico deve essere un parametro progettuale*

## *Strutturazione dell'impianto:*

- 1) Ottimizzazione del dimensionamento;*
- 2) Uso di apparecchiatura e componenti ad alta efficienza energetica*

## ➤ *Esercizio dell'impianto*

- 1) Controlli manuali e automatici (BAC);*
- 2) Gestione Tecnica TBM;*

# Norma UNI EN 15232

**NORMA  
EUROPEA**

**Prestazione energetica degli edifici  
Incidenza dell'automazione, della regolazione e della  
gestione tecnica degli edifici**

**UNI EN 15232**

FEBBRAIO 2012

Energy performance of buildings  
Impact of Building Automation, Controls and Building Management

La norma specifica:

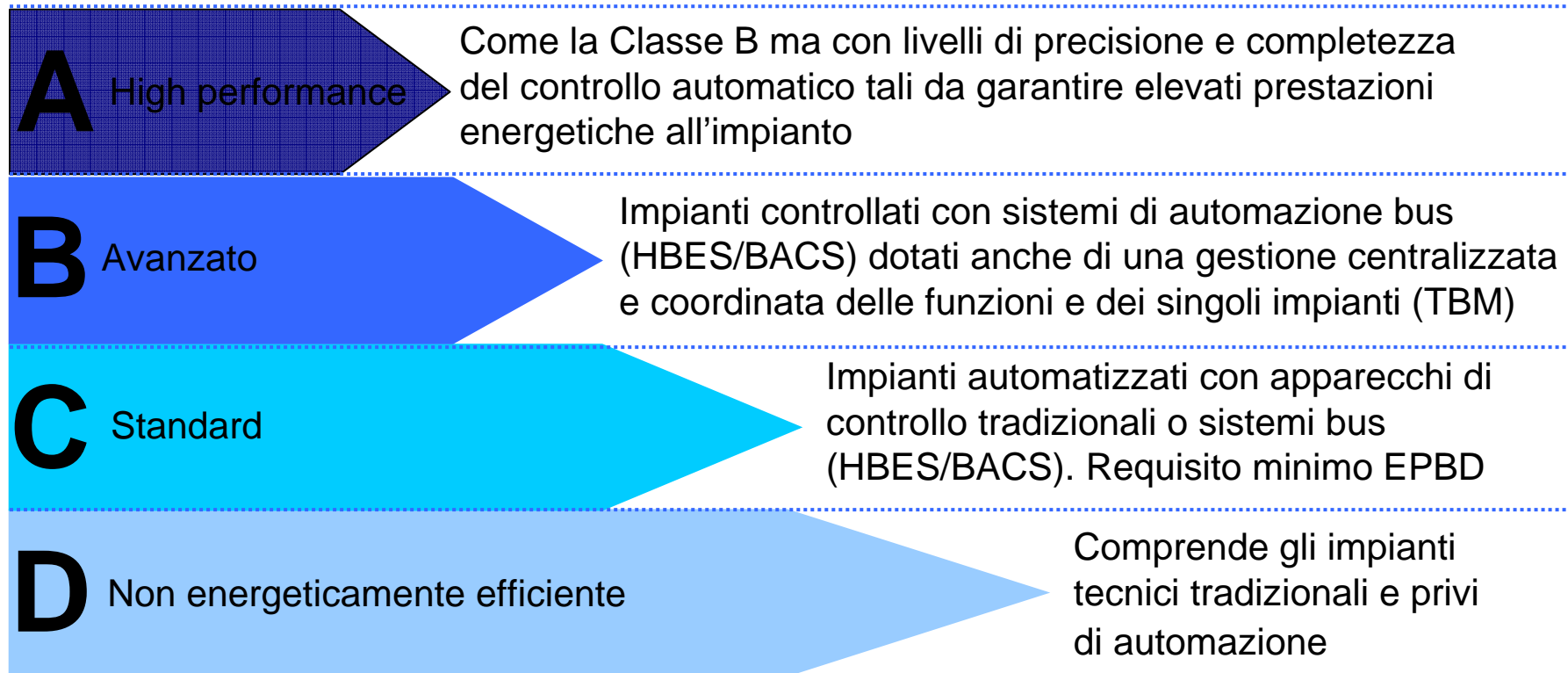
- una lista strutturata delle funzioni di regolazione, automazione e gestione tecnica degli edifici che hanno un'incidenza sulla prestazione energetica degli stessi;
- un metodo per definire i requisiti minimi da applicare per la regolazione, l'automazione e la gestione tecnica degli edifici di diversa complessità;
- un metodo semplificato per arrivare ad una prima stima dell'impatto di queste funzioni su edifici rappresentativi;
- i metodi dettagliati per valutare l'incidenza di queste funzioni su un determinato edificio.

## Progettazione di Efficienza Energetica degli Impianti Elettrici "Ecoprogettazione"

***La norma UNI EN 15232 definisce una lista strutturata delle funzioni di regolazione e automazione BAC e gestione tecnica degli edifici TBM che hanno un'incidenza sulla prestazione energetica degli stessi.***

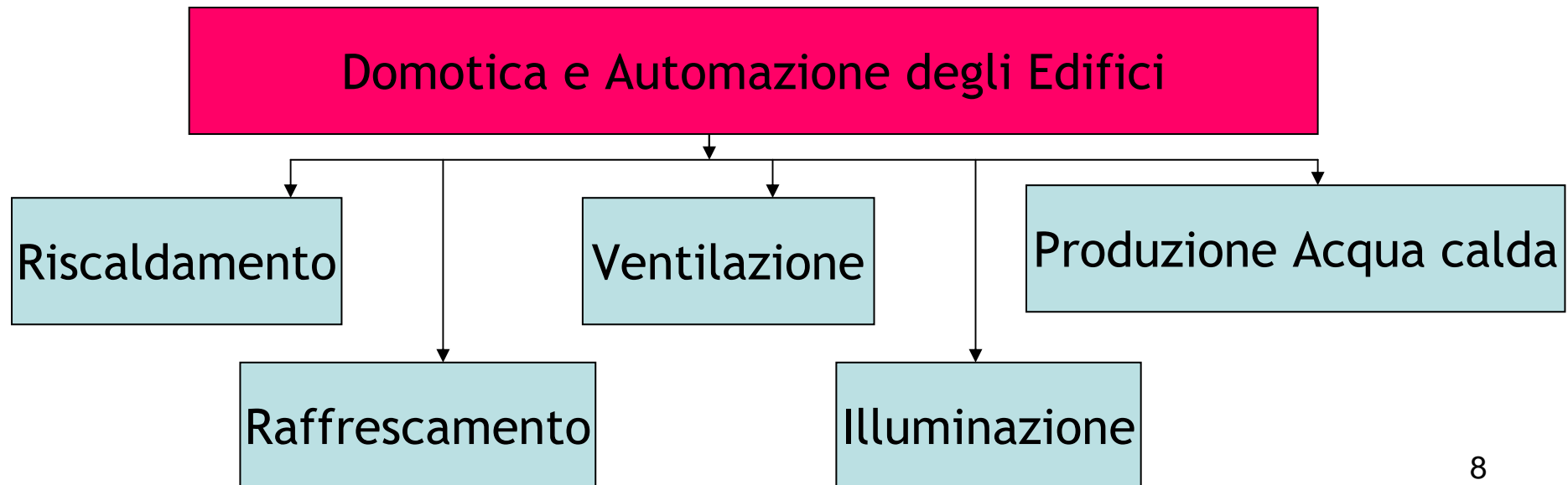
# Classi di Efficienza Energetica – UNI EN 15232

- La norma EN15232 definisce quattro diverse classi di efficienza energetica per la classificazione dei sistemi di automazione di edificio, valide sia per le applicazioni di tipo residenziale sia per le applicazioni di tipo non-residenziale



## Riduzione dei consumi negli edifici

La Norma Europea **UNI EN15232** “*Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici*” pone in evidenza come l’inserimento negli edifici (residenziale e terziario) di Sistemi di Controllo ed Automazione comporta una **riduzione dei consumi energetici** in generale e principalmente dei più importanti:





## Norma UNI EN 15232: Valutazione del fabbisogno energetico di un edificio

- Metodi dettagliati:
  - Metodo diretto;
  - Metodo basato sul modo di funzionamento;
  - Metodo basato sul tempo di funzionamento;
  - Metodo basato sulla temperatura del locale;
  - Metodo dei coefficienti di correzione;
- Metodo dei fattori di efficienza (BAC efficiency factors)

## L'efficienza di gestione dei sistemi tecnologici di edificio si traduce in risparmio energetico e miglioramento dell'ambiente

Riscaldamento / Raffrescamento in Edifici non Residenziali								
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES				Risparmio adottando le Classi B e A al posto di C o D			
	D	C	B	A	Risparmio B/C	Risparmio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D
	Senza automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza				
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	20%	47%	30%	54%
Sale di lettura	1,24	1,00	0,75	0,50	25%	40%	50%	60%
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	12%	27%	20%	33%
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	9%	31%	14%	34%
Hotel	1,31	1,00	0,75	0,68	25%	43%	32%	48%
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	23%	37%	32%	45%
Negozi / Grossisti	1,56	1,00	0,73	0,60	27%	53%	40%	62%
Riscaldamento / Raffrescamento in Edifici Residenziali								
Case monofamiliari Appartamenti in condominio Atri residenziali	1,10	1,00	0,88	0,81	12%	20%	19%	26%

# Fattori di efficienza sul consumo di energia elettrica negli edifici

Energia Elettrica in Edifici non residenziali								
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC/HBES				Risparmio applicando le Classi B e A al posto di C o D			
	D	C	B	A	Risparmio B/C	Risparmio B/D	Risparmio A/C	Risparmio A/D
	Senza automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta Efficienza				
Uffici	1,10	1,00	0,80	0,70	20%	27%	30%	36%
Sale di lettura	1,06	1,00	0,75	0,50	25%	29%	50%	53%
Scuole	1,07	1,00	0,88	0,80	12%	18%	20%	25%
Ospedali	1,05	1,00	0,91	0,86	9%	13%	14%	18%
Hotel	1,07	1,00	0,85	0,68	15%	21%	32%	36%
Ristoranti	1,04	1,00	0,77	0,68	23%	26%	32%	35%
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,73	0,60	27%	32%	40%	44%
Energia Elettrica in Edifici Residenziali								
Case monofamiliari	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	8%	15%
Appartamenti in condominio								
Atri residenziali								

La colonna denominata :

Risparmio B/C indica il risparmio percentuale ottenuto adottando la Classe B invece della C

Risparmio B/D indica il risparmio percentuale ottenuto adottando la Classe B invece della D

Risparmio A/C indica il risparmio percentuale ottenuto adottando la Classe A invece della C

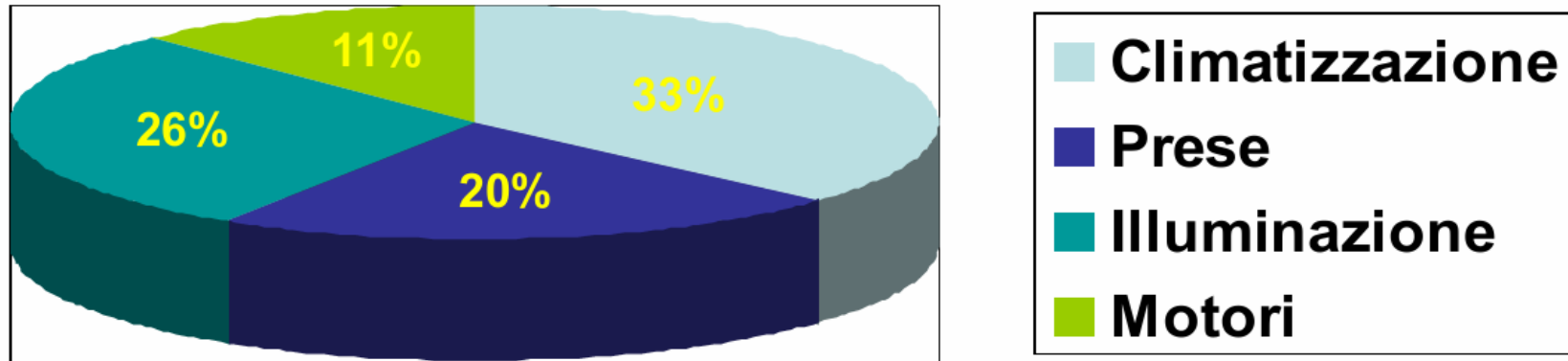
Risparmio A/D indica il risparmio percentuale ottenuto adottando la Classe A invece della D

# Condizioni al contorno per Uffici

Uffici		Classe di efficienza BAC			
		D	C	B	A
Riscaldamento	T set-point	22,5 °C	22/15 °C	21/15 °C	21/15 °C
	Tempo	00-24	05-21	06-20	06-19
Condizionamento	T set-point	22,5 °C	23 °C	23°C	$T=f(T_{amb})$
	Tempo	00-24	05-21	06-20	06-19
Illuminazione	Potenza	13 W/m <sup>2</sup>	13 W/m <sup>2</sup>	13 W/m <sup>2</sup>	13 W/m <sup>2</sup>
	Tempo	07-18	07-18	07-18	07-18
Apporti	Persone	13,3 m <sup>2</sup> /p	13,3 m <sup>2</sup> /p	13,3 m <sup>2</sup> /p	13,3 m <sup>2</sup> /p
	Attrezzature	10 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>
Ventilazione	Cambio aria	-	-	-	-
Solare	Fattore ombreggiamento	0,3 manuale	0,5 manuale	0,7 (200W/m <sup>2</sup> )	0,7 (130W/m <sup>2</sup> )
Profilo utilizzazione	Giorni lavorativi/weekend	5/2	5/2	5/2	5/2

## Consumi Energetici anno 2012

L'illuminazione rappresenta oltre un quarto dei consumi



**Pari a circa 24,6 TWh**

# Norma UNI EN 15193

NORMA  
EUROPEA

**Prestazione energetica degli edifici**  
**Requisiti energetici per illuminazione**

**UNI EN 15193**

MARZO 2008

Energy performance of buildings  
Energy requirements for lighting

Versione italiana  
del febbraio 2011

La norma specifica la metodologia di calcolo del consumo energetico degli impianti di illuminazione in interni di edifici e definisce un indicatore numerico dei requisiti energetici per l'illuminazione da utilizzare per la certificazione energetica. Essa può essere usata sia per gli edifici esistenti, sia per gli edifici nuovi o in ristrutturazione.

La norma fornisce anche i riferimenti su cui basare i valori limiti di energia previsti per l'illuminazione. Inoltre fornisce una metodologia per il calcolo dell'energia istantanea consumata per l'illuminazione per la stima dell'efficienza energetica globale dell'edificio. Sono escluse le potenze parassite non incluse negli apparecchi.

## Norma UNI EN 15193

- La norma specifica la metodologia di calcolo del consumo energetico degli impianti di illuminazione in interni di edifici e definisce un indicatore numerico dei requisiti energetici (LENI) per l'illuminazione da utilizzare per la certificazione energetica.
- Essa può essere usata sia per gli edifici esistenti, sia per gli edifici nuovi o in ristrutturazione
- La norma fornisce anche i riferimenti su cui basare i valori limite di energia previsti per l'illuminazione
- Inoltre fornisce una metodologia per il calcolo dell'energia istantanea consumata per l'illuminazione per la stima dell'efficienza energetica globale dell'edificio.

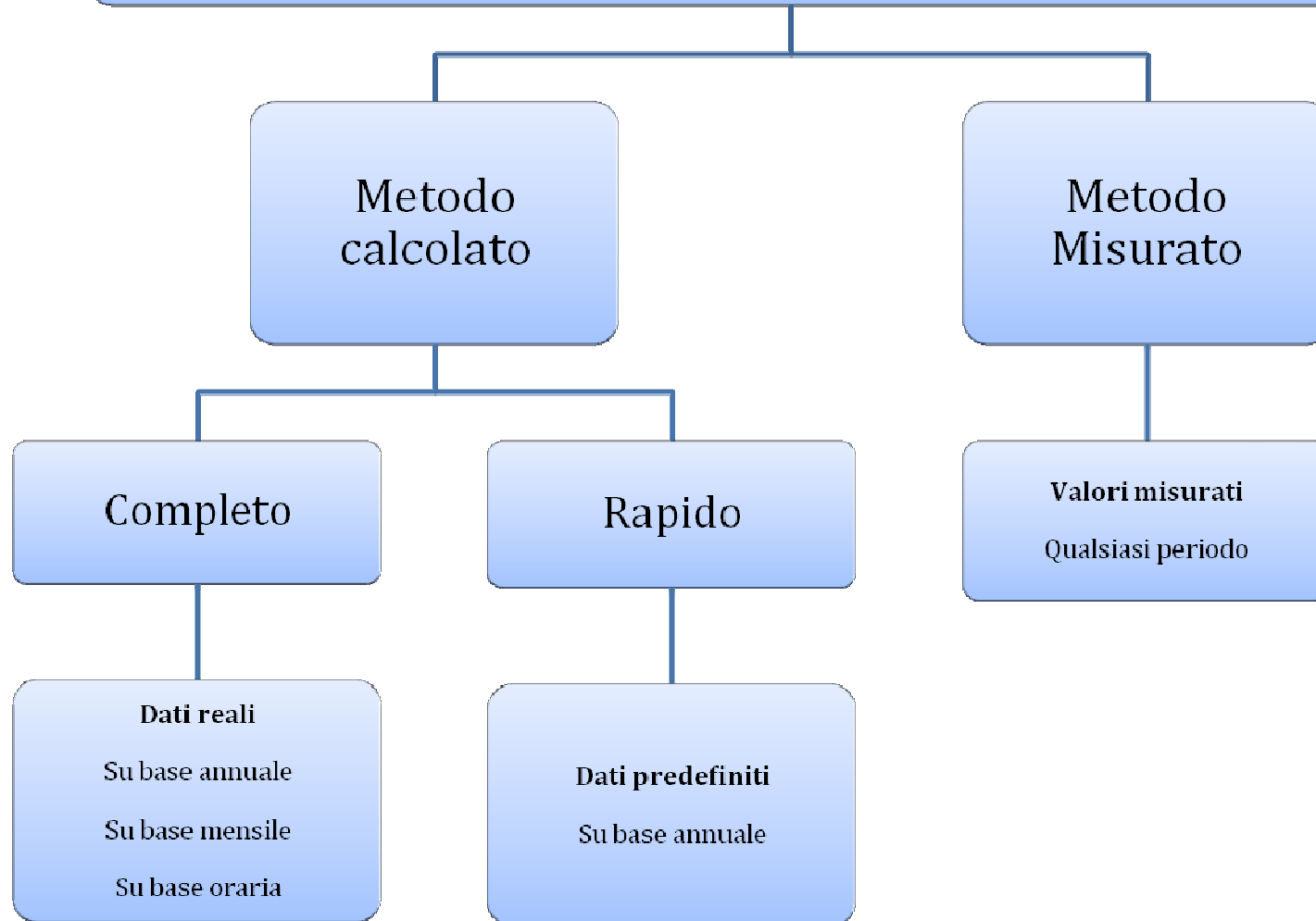
## Controllo automatizzato dell'impianto di illuminazione – UNI EN 15193

Tiene conto essenzialmente di tre fattori:

- tempo (periodo della giornata);
- livello di occupazione dei locali;
- livello di illuminamento richiesto.



# Valutazione del fabbisogno energetico totale per l'illuminazione artificiale secondo la UNI EN 15193



# LENI

Lighting Energy Numeric Indicator

$$\text{LENI} = W / A \quad [ \text{kWh} / \text{m}^2\text{anno} ]$$

dove:

$W$  = Energia totale annuale per l'illuminazione [ kWh / anno ]

$A$  = Area utile totale dell'edificio [ m<sup>2</sup> ].

$$W = W_L + W_P \quad [ \text{kWh} / \text{anno} ]$$

dove:

$W_L$  = Energia luminosa consumata in un anno(compresi gli alimentatori) [ kWh ]

$W_P$  = Energia parassita dissipata in un anno dai dispositivi di controllo dei sistemi di regolazione e caricamento delle lampade di sicurezza [ kWh ].

$W_L = \text{Energia Luminosa Consumata in un anno}$

$$W_L = \frac{P_n F_c F_0 (t_D F_D + t_N)}{1000} \quad [ \text{kWh / anno} ]$$

dove:

$P_n$  = Potenza installata di tutti gli apparecchi illuminanti della zona compresi gli alimentatori [ kWh ];

$F_c$  = “*Fattore d’illuminamento costante*” tiene conto di un controllo che regola la max potenza erogabile per evitare che con lampade nuove si determini un illuminamento superiore al necessario;

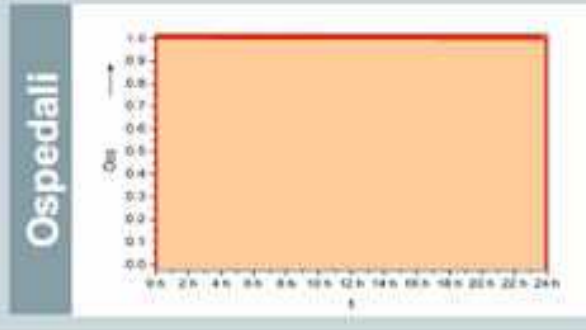
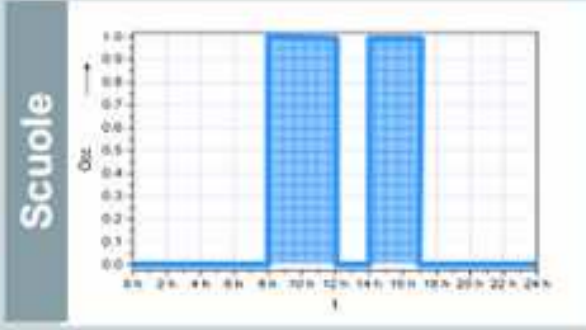
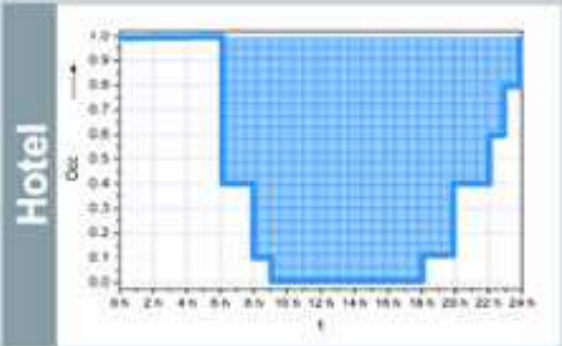
$F_0$  = “*Fattore di dipendenza dall’occupazione*” tiene conto di un controllo luce sensibile alla occupazione dei locali;

$F_D$  = “*Fattore di dipendenza dalla luce diurna*” che tiene conto di un controllo luce sensibile alla presenza di luce diurna;

$t_D$  = Tempo di funzionamento diurno [ h ];

$t_N$  = Tempo di funzionamento notturno [ h ].

# Profili di Occupazione dei Locali



Profili di utilizzo secondo EN 15217

## Fattore di Illuminamento Costante [Fc]

Rapporto tra la potenza media assorbita nell'intervallo di tempo di un ciclo di manutenzione e la potenza installata per alimentare gli apparecchi di illuminazione.

$$W_L = \frac{P_n F_c F_0 (t_D F_D + t_N)}{1000} \quad [ \text{kWh / anno} ]$$

$$F_c = \frac{1 + MF}{2}$$

MF = fattore di decadimento del flusso luminoso delle lampade

**Il risparmio che si può ottenere utilizzando il controllo per l'illuminamento costante è pari a  $1 - F_c$  riferito a tutto il tempo di esercizio  $t_D + t_N$ ; tale risparmio secondo quanto proposto dalla norma UNI EN 15193 risulta pari al 10%**

## Fattore di dipendenza dall'Occupazione [Fo]

$$W_L = \frac{P_n F_c F_0 (t_D F_D + t_N)}{1000} \quad [\text{kWh / anno}]$$

$F_0 = 1$  se l'illuminazione è controllata centralmente  
oppure in gruppi per aree maggiori di 30 m<sup>2</sup>

$$F_0 = 1 - F_A \frac{1 - F_{OC}}{0,2} \quad \text{se } 0,0 \leq F_A \leq 0,2$$

$$F_0 = F_{OC} + 0,2 - F_A \quad \text{se } 0,2 \leq F_A \leq 0,9$$

$$F_0 = (7 - 10F_{OC})(F_A - 1) \quad \text{se } 0,9 \leq F_A \leq 1,0$$

**Il risparmio ottenibile con il controllo di presenza è pari a  $1 - F_0$  riferito a tutto il tempo di esercizio  $t_D + t_N$**

# Fattore di Presenza [ $F_A$ ]

$F_0 = 1$  se l'illuminazione è controllata centralmente  
oppure in gruppi per aree maggiori di 30 m<sup>2</sup>

$$F_0 = 1 - F_A \frac{1 - F_{OC}}{0,2} \quad \text{se } 0,0 \leq F_A \leq 0,2$$

$$F_0 = F_{OC} + 0,2 - F_A \quad \text{se } 0,2 \leq F_A \leq 0,9$$

$$F_0 = (7 - 10F_{OC})(F_A - 1) \quad \text{se } 0,9 \leq F_A \leq 1,0$$

**Tabella 3 - Valori di  $F_A$  per alcune tipologie di locali in un edificio uffici**

Tipo di edificio	Tipo di stanza	$F_A$
	Ufficio 1 persona	0,4
	Ufficio 2-6 persone	0,3
	Open space con densità > 6 persone/30m <sup>2</sup>	0
	Open space con densità > 6 persone/10m <sup>2</sup>	0,2
	Corridoi	0,4
	Entrate, hall	0
Uffici	Showroom	0,6
	Bathroom	0,9
	Rest room	0,5
	Storage room / CED	0,9
	Locali tecnologici	0,98
	Fotocopie	0,5
	Sale conferenze	0,5
	Archivi	0,98

## Fattore di Occupazione [Foc]

<b>Tabella 2 - Valori di <math>F_{0C}</math> in funzione del tipo di controllo</b>	
<b>Sistemi di controllo che non presentano un sensore di occupazione</b>	$F_{0C}$
accensione e spegnimento manuale	1,00
accensione e spegnimento manuale con sistema generale automatico di spegnimento	0,95
<b>Sistemi di controllo che presentano un sensore di occupazione</b>	$F_{0C}$
accensione automatica e spegnimento in dimming	0,95
accensione e spegnimento automatico	0,90
accensione manuale e spegnimento in dimming	0,90
accensione manuale e spegnimento automatico	0,80



# Norma UNI EN 15193

**Tabella 4 - Tabella riepilogativa del fattore  $F_0$  in funzione del tipo di controllo e del fattore di assenza**

Fattore di assenza $F_A$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
<b>Fattore di occupazione <math>F_0</math> per sistemi di controllo che non presentano un sensore di occupazione</b>											
accensione e spegnimento manuale (Man ON/OFF in figura 2)	1,00	1,00	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,00
accensione e spegnimento manuale con sistema generale automatico di spegnimento (Man ON+OFF gen in figura 2)	1,00	0,97	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,25	0,00
<b>Fattore di occupazione <math>F_0</math> per sistemi di controllo che presentano un sensore di occupazione</b>											
accensione automatica e spegnimento in dimming	1,00	0,97	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,25	0,00
accensione e spegnimento automatico (Auto ON/OFF in figura 2)	1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,30	0,20	0,00
accensione manuale e spegnimento in dimming	1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,30	0,20	0,00
accensione manuale e spegnimento automatico (Man ON Auto OFF in figura 2)	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,30	0,20	0,10	0,00

# Tempi di funzionamento diurno e notturno

**Tabella 1** - Ore diurne  $t_D$  e notturne  $t_N$  di riferimento di funzionamento delle attività per alcune tipologie di edifici, utili per il calcolo dell'indice LENI

Tipo di edificio	Ore di funzionamento delle attività all'interno dell'edificio per anno Valori di riferimento		
	$t_D$	$t_N$	$t_D + t_N$
Uffici	2250	250	2500
Scuole ed università	1800	200	2000
Ospedali	3000	2000	5000
Hotel	3000	2000	5000
Ristoranti	1250	1250	2500
Sport	2000	2000	4000
Commerciale	3000	2000	5000
Produzione industriale	2500	1500	4000

# Stima della predisposizione del locale a recepire la luce diurna

- $D_C$**  = fattore di luce diurna, stima della predisposizione del locale a recepire luce diurna;
- D** = fattore di classificazione luce diurna che tiene conto della finestratura.

Tabella 7 - Disponibilità della luce diurna		
$D_C$	D	Penetrazione di luce naturale
$D_C \geq 6\%$	$D \geq 3\%$	Forte
$6\% > D_C \geq 4\%$	$3\% > D \geq 2\%$	Media
$4\% > D_C \geq 2\%$	$2\% > D \geq 1\%$	Debole
$D_C < 2\%$	$D < 1\%$	Nessuna

$$D_C = (4,13 + 20I_T - 1,36I_{DE}) I_0$$

dove:

- $I_T = A_C / A_D$  indice di trasparenza; rapporto tra area lorda delle aperture della facciata  $A_C$  e area del piano di lavoro orizzontale che riceve la luce diurna  $A_D$  ;
- $I_{DE} = a_D / (h_{Li} - h_{Ta})$  indice di profondità pari al rapporto tra profondità della zona investita da luce diurna e altezza della sommità della finestra rispetto al piano di lavoro;
- $I_0$  = esprime l'effetto di ostruzione che limita l'ingresso della luce diurna (in assenza di ostruzioni  $I_0 = 1$ )

# Fattore di classificazione della luce diurna che tiene conto della finestratura [D]

$$I_0 = I_{0,0B} I_{0,0V} I_{0,0VF} I_{0,0CA} I_{0,0GDF}$$

dove:

- $I_{0,0B}$  = fattore per ostruzioni lineari
- $I_{0,0V}$  = fattore per sporgenze
- $I_{0,0VF}$  = fattore per alette verticali
- $I_{0,0CA}$  = fattore per cortili
- $I_{0,0GDF}$  = fattore per doppie facciate vetrate

$$D = D_C \tau k_1 k_2 k_3$$

dove:

- $\tau$  = coefficiente emisferico di trasmissione diretta del sistema vetrato, Tabella 8
- $k_1$  = fattore di telaio della finestra, tipico =0,7
- $k_2$  = fattore di pulizia del vetro. tipico =0,8
- $k_3$  = fattore di incidenza della luce, tipico =0,85

# UNI EN 15193

**Tabella 8 - Coefficiente emisferico  $\tau_{D65,SNA}$  di trasmissione diretta del sistema vetrato**

Tipo di finestratura	Coefficiente emisferico di trasmissione diretta del sistema vetrato $\tau$ (coefficiente di trasmissione di luce visibile, visual transmittance VT)	Coefficiente di trasmissione del calore solare (solar heat gain SHSG)
Vetro semplice chiaro	0,90	0,86
Vetro semplice schermo solare	0,68	0,73
Vetro doppio chiaro	0,81	0,76
Vetro doppio schermo solare	0,61	0,63
Vetro doppio a performance controllata (argon-krypton filled)	0,75 0,80 0,70	0,70 0,60 0,40
Vetro triplo a performance controllata (argon krypton filled)	0,65 0,56	0,50 0,33

The diagram shows a vertical blue line representing a glass pane. A red arrow points downwards and to the right, labeled 'SHSG Coefficiente di trasmissione del calore solare'. A yellow arrow points downwards and to the right, labeled ' $\tau$ , VT Coefficiente di trasmissione di luce visibile'.

# Fattore di dipendenza dalla luce diurna [ $F_D$ ]

$$F_D = 1 - (F_{D,S} F_{D,C})$$

dove:

$F_{D,S}$  = Fattore di disponibilità luce diurna;  
 $F_{D,C}$  = Fattore di controllo di luce diurna  
 (valori di  $F_{D,C}$  in Tabella 5).

$$F_{D,S} = a + b Y_{\text{sito}}$$

dove: a e b = valori in Tabella 6 in funzione della  
 disponibilità di luce;  
 $Y_{\text{sito}}$  = latitudine del sito dell'edificio.

**Tabella 5** - Fattore di controllo della luce diurna in funzione del tipo di controllo manuale o automatico e della disponibilità di luce weak (debole), medium (media) e strong (forte)

$F_{D,C}$  in funzione della penetrazione di luce naturale

Sistema di controllo	Debole	Media	Forte
Manuale	0,20	0,30	0,40
Automatico	0,75	0,77	0,85

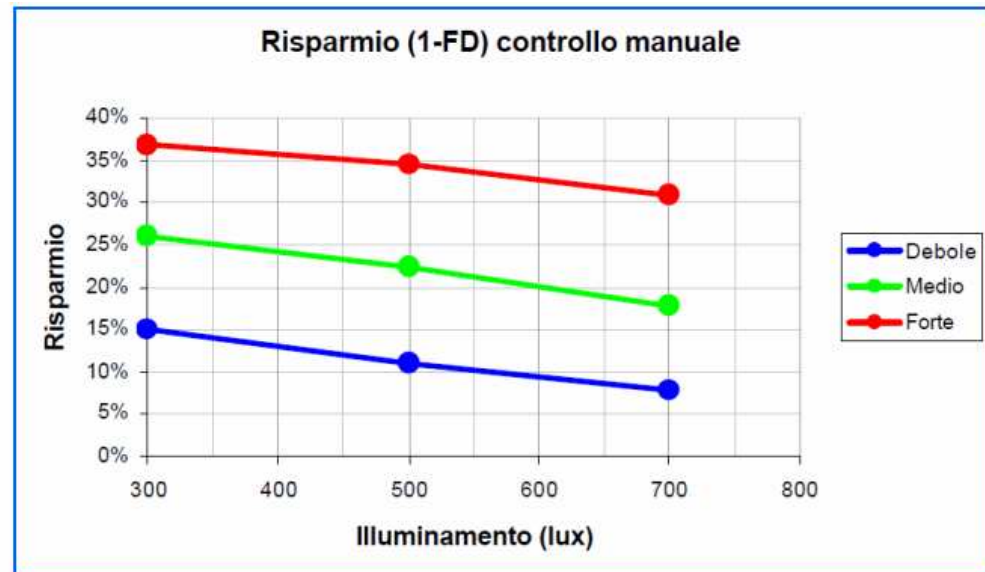
**Tabella 6** - Valori di a e b in funzione del valore di illuminamento e della disponibilità della luce diurna per il calcolo di  $F_{D,S}$

Illuminamento medio di progetto [lux]	Penetrazione di luce naturale	a	b
300	debole	1,2425	-0,0117
	media	1,3097	-0,0106
	forte	1,2904	-0,0088
500	debole	0,9432	-0,0094
	media	1,2425	-0,0117
	forte	1,3220	-0,0111
750	debole	0,6692	-0,0067
	media	1,0054	-0,0098
	forte	1,2812	-0,0121

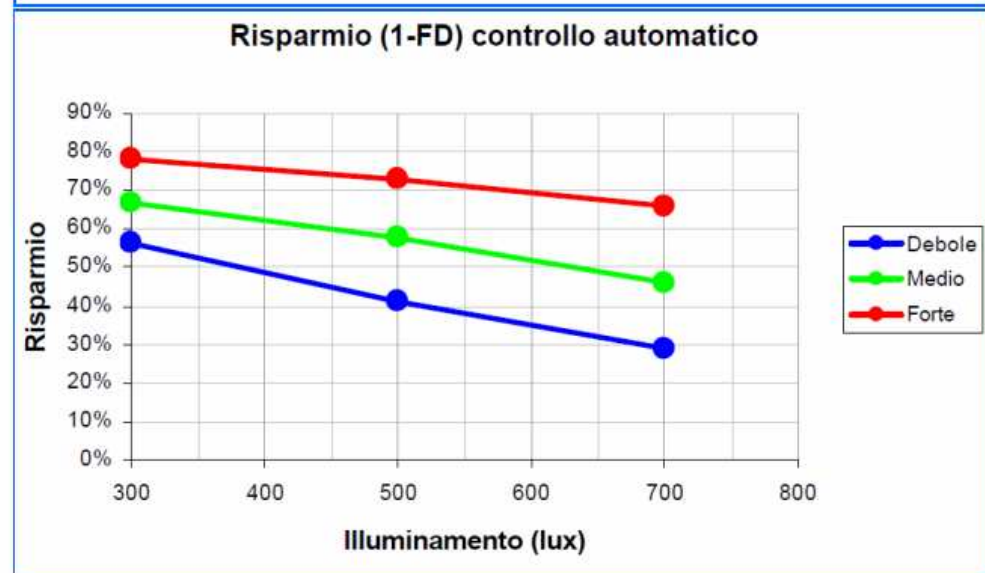
# Fattore di dipendenza dalla luce diurna [ $F_D$ ]

Risparmio energetico con :

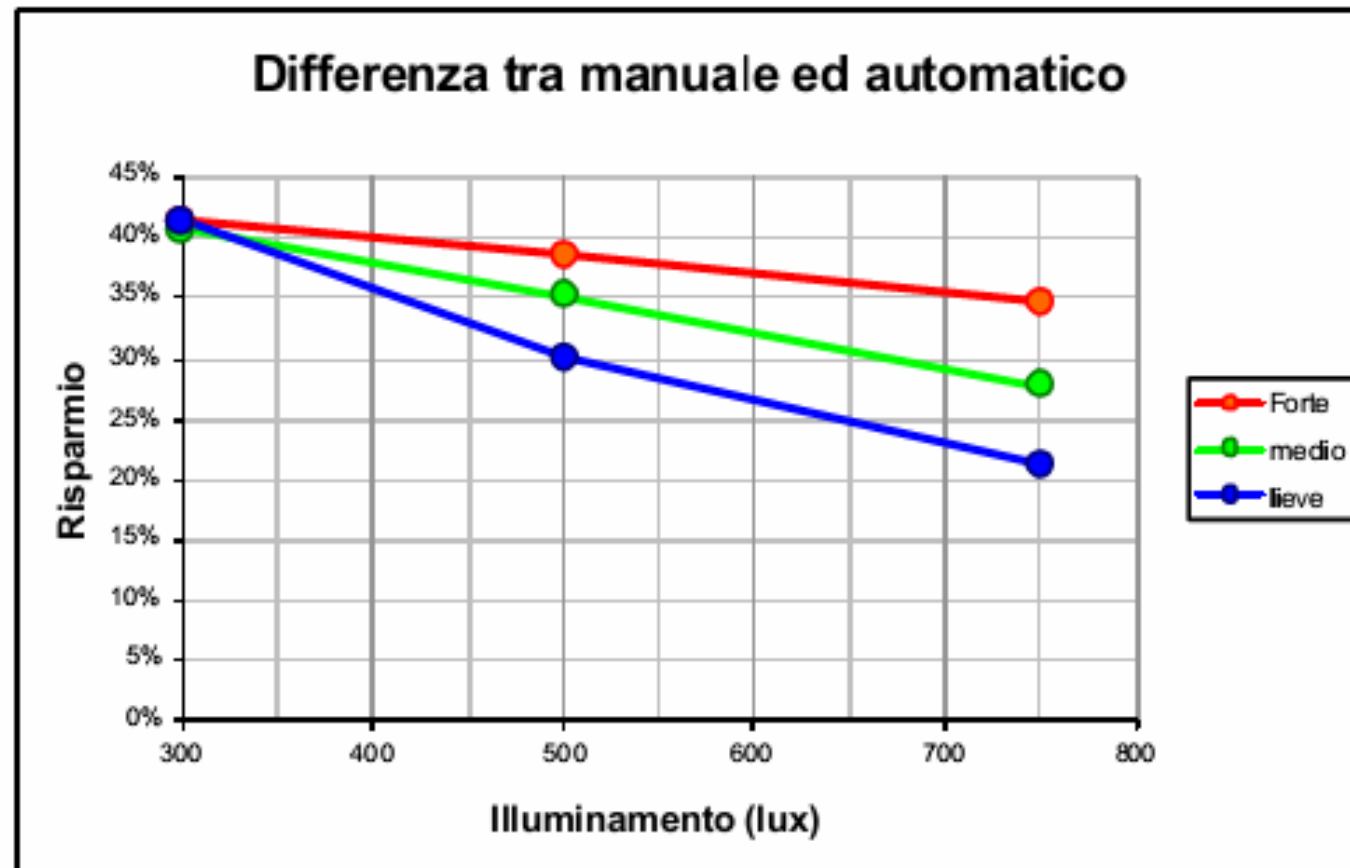
- controlli manuali (grafico a)



- controlli automatici (grafico b)

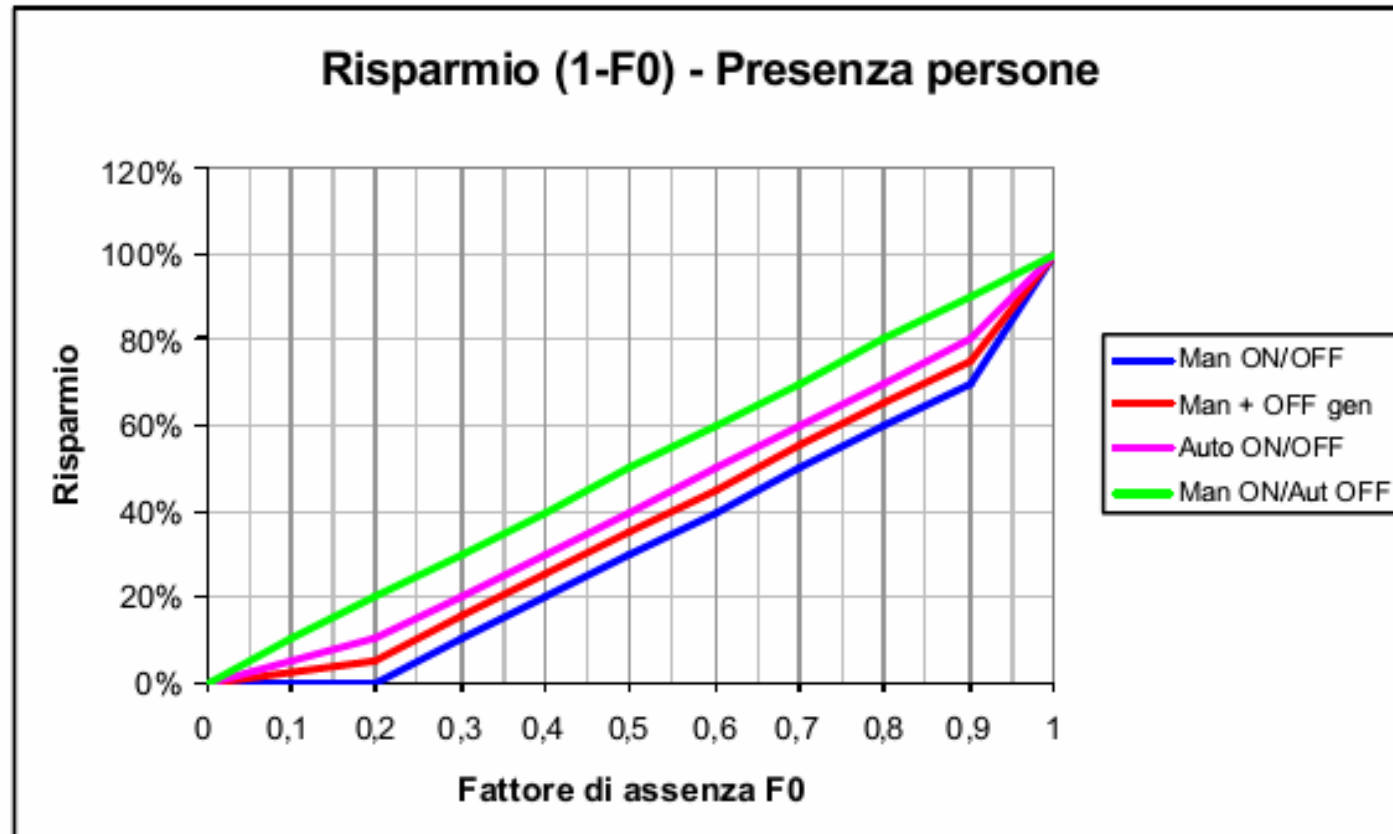


# Fattore di dipendenza dalla luce diurna [ $F_D$ ]





# Controllo di presenza [ $F_0$ ]

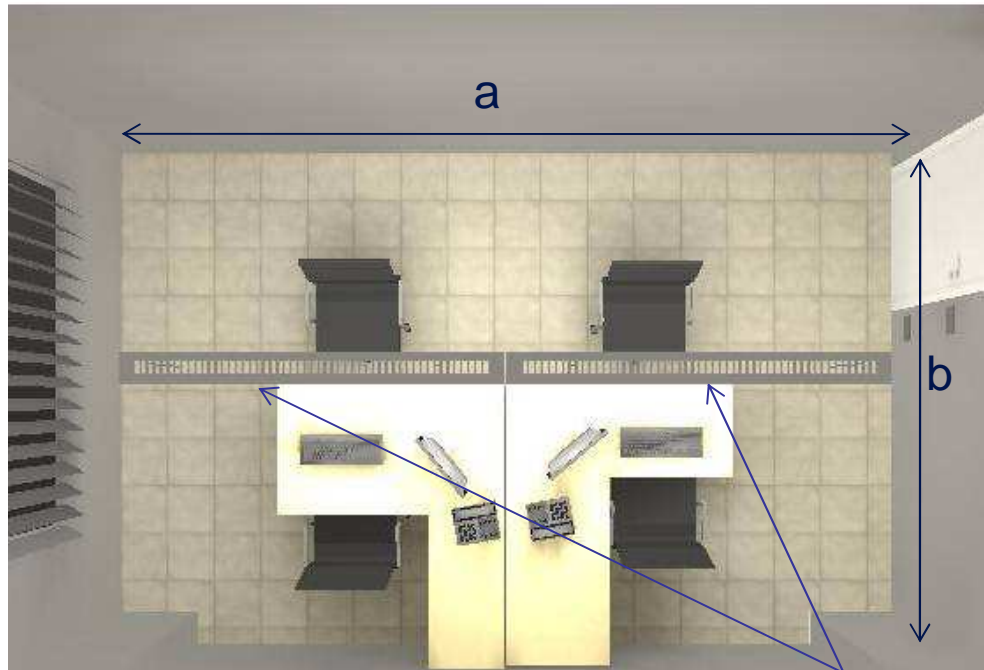


*Controllo per illuminamento costante  $F_c$*

$$1-F_c=10\%$$

## Qualche esempio numerico

- Esempio numerico per Ufficio Tipo 2 postazioni



### Dimensione locale

a: 5m b: 3m

### Dimensione finestra

1,2m x 1,4m

### Valore illuminamento

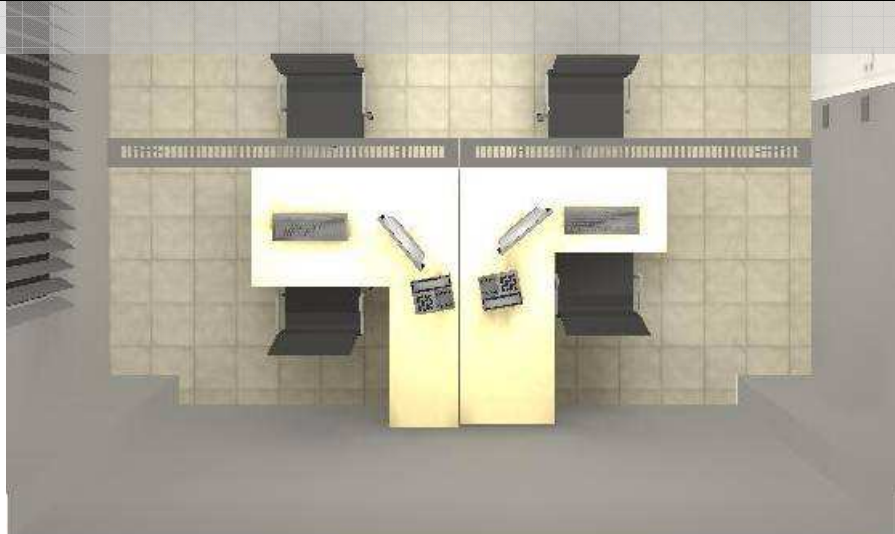
richiesto: 300Lux

$$LENI = \frac{P_{DCO} \cdot F_{DD} \cdot (t_{DD} + t_N)}{1000 \cdot A}$$

MINI LIGHT AIR modulo dark-VDU  
up/down con cablaggio elettronico  
lampada 1x35W T16 G5



Fattore di assenza	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
<b>Fattore di occupazione F<sub>0</sub> per sistemi di controllo che non presentano un sensore di occupazione</b>											
accensione e spegnimento manuale	1,00	1,00	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30	0,00
accensione e spegnimento manuale con sistema generale automatico di spegnimento	1,00	0,97	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,25	0,00
<b>Fattore di occupazione F<sub>0</sub> per sistemi di controllo che presentano un sensore di occupazione</b>											
accensione automatica e spegnimento in dimming	1,00	0,97	0,95	0,85	0,75	0,65	0,55	0,45	0,35	0,25	0,00
accensione e spegnimento automatico	1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,30	0,20	0,00
accensione manuale e spegnimento in dimming	1,00	0,95	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,30	0,20	0,00
accensione manuale e spegnimento automatico	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,50	0,30	0,20	0,10	0,00



Valori del fattore F<sub>0</sub> in funzione del tipo di controllo e della percentuale di ore di assenza della persona che occupa il locale

$$LENI = \frac{P_D \cdot F_{CO} \cdot (t_D \cdot F_D + t_N)}{1000 \cdot A}$$

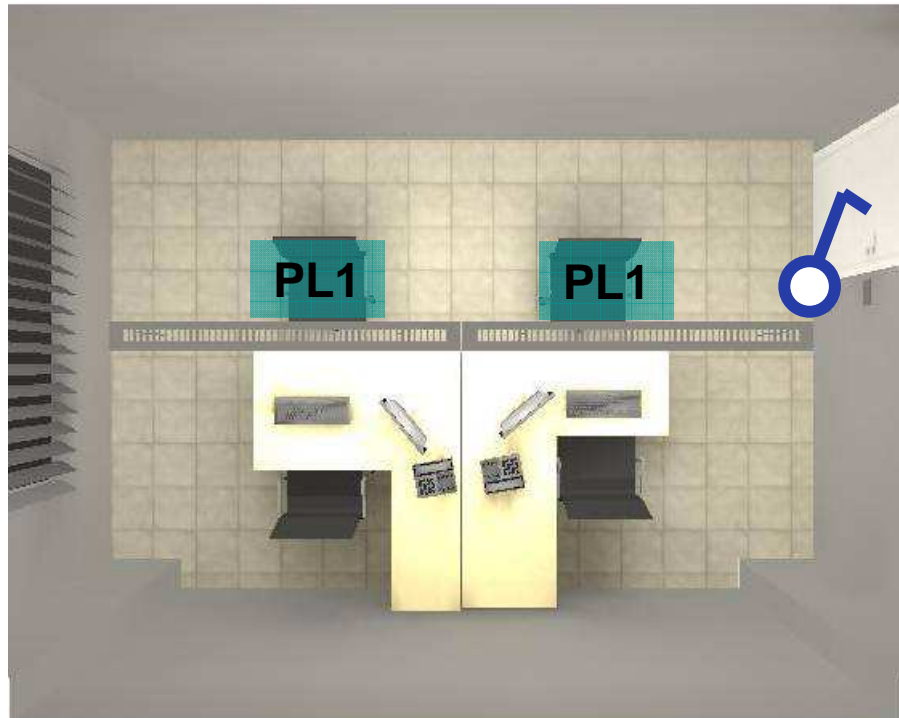
		Latitudine			Sud (39.00°N)			Centro (42.00°N)			Nord (45.00°N)		
Tipo di controllo	Disponibilità di luce naturale	Debole	Media	Forte	Debole	Media	Forte	Debole	Media	Forte	Debole	Media	Forte
	Illuminamento di progetto (lux)												
Manuale	300	0,843	0,731	0,621	0,850	0,741	0,632	0,857	0,750	0,642			
	500	0,885	0,764	0,643	0,890	0,775	0,656	0,896	0,785	0,669			
	750	0,918	0,813	0,676	0,922	0,822	0,691	0,926	0,831	0,705			
Automatico	300	0,410	0,310	0,195	0,437	0,334	0,217	0,463	0,359	0,240			
	500	0,568	0,395	0,241	0,589	0,422	0,269	0,610	0,449	0,297			
	750	0,694	0,520	0,312	0,709	0,543	0,343	0,724	0,565	0,374			



Valori del fattore  $F_D$  in funzione del tipo di controllo, della latitudine, della disponibilità di luce naturale e dell'illuminamento di progetto

$$LENI = \frac{P_{DCO} \cdot F_D \cdot (t_{D(F_D)} + t_N)}{1000 \cdot A}$$

# Caso 0: Unità di comando PL1



## UNICO COMANDO – PL1

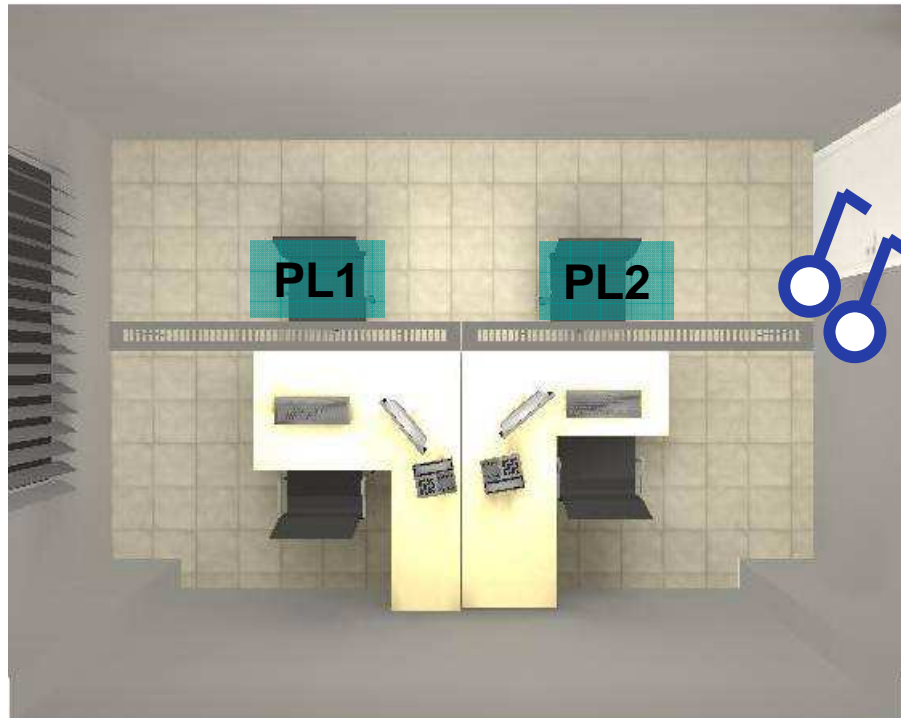
Presence control	MANUALE
Flux control	NO
A	15 mq
tD	2.250 h
tN	250 h
PD	78 W
FC	1
FD	1
FO	0,9

$$LENI = \frac{P_D F_C F_O (t_D F_D + t_N)}{1000 \cdot A}$$



**11,7 kWh/m2 anno**

# Caso 1: Unità di comando PL1 e PL2



## DOPPIO COMANDO – PL1 PL2

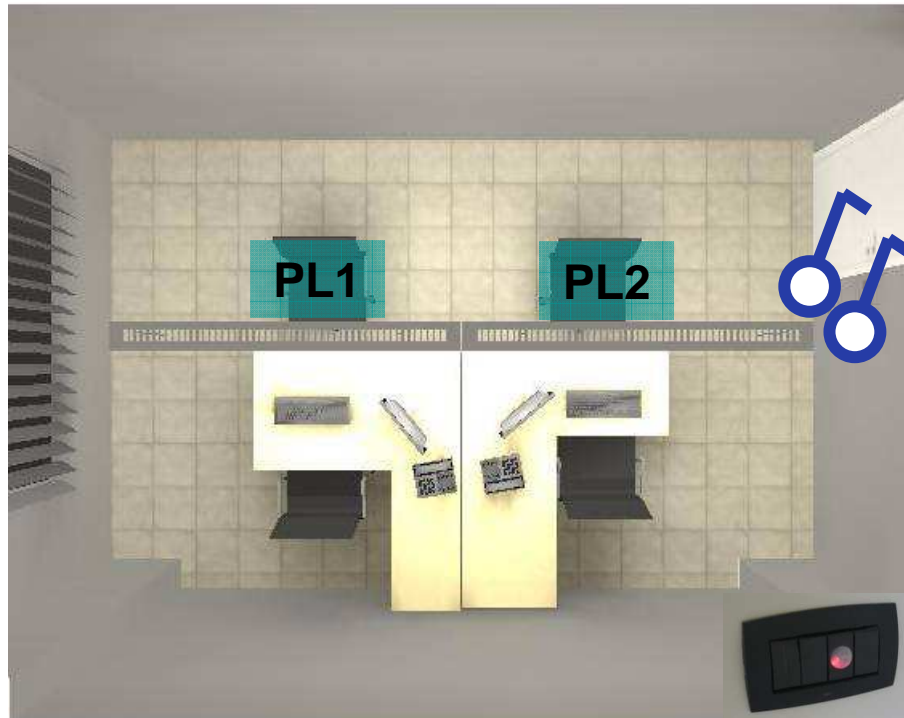
Presence control	MANUA LE
Flux control	MANUA LE
A	15 mq
tD	2.250 h
tN	250 h
PD	78 W
FC	1
FD	0,7
FO	0,9

$$\text{LENI} = \frac{P_D F_C F_O (t_D F_D + t_N)}{1000 \cdot A}$$



**8,5 kWh/m2 anno**

## Caso 2: Doppio comando PL1 e PL2



### DOPPIO COMANDO – PL1 PL2

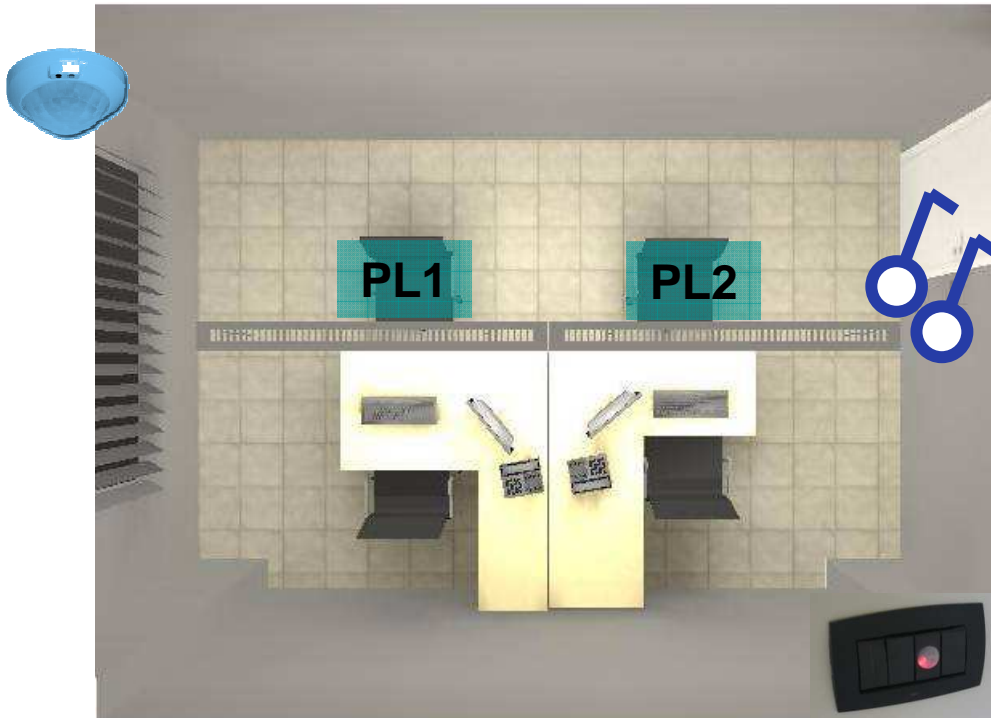
Presence control	AUT
Flux control	MAN
A	15 mq
tD	2.250 h
tN	250 h
PD	78 W
FC	1
FD	0,7
FO	0,7

$$\text{LENI} = \frac{P_D F_C F_O (t_D F_D + t_N)}{1000 \cdot A}$$



**6,6 kWh/m2 anno**

## Caso 3: Doppio comando PL1 e PL2



### DOPPIO COMANDO – PL1 PL2

Presence control	AUT
Flux control	AUT
A	15 mq
tD	2.250 h
tN	250 h
PD	78 W
FC	1
FD	0,3
FO	0,7

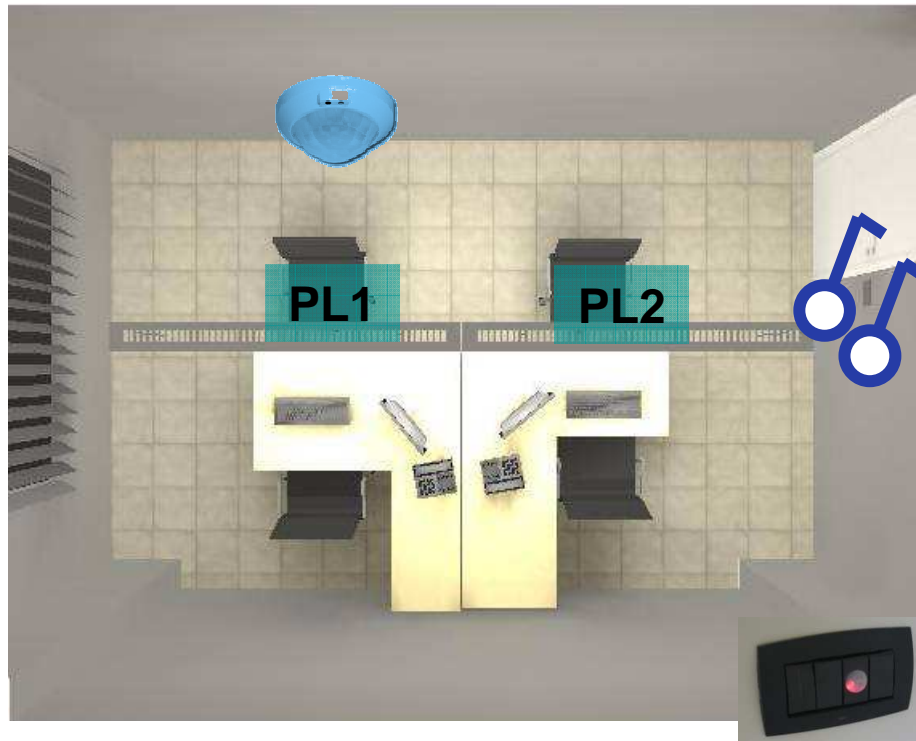
$$\text{LENI} = \frac{P_D F_C F_O (t_D F_D + t_N)}{1000 \cdot A}$$



**3,4 kWh/m2 anno**



## Caso 4: Doppio comando PL1 e PL2



### DOPPIO COMANDO – PL1 PL2

Presence control	AUT
Flux control	AUT
A	15 mq
tD	2.250 h
tN	250 h
PD	78 W
FC	0,9
FD	0,3
FO	0,7

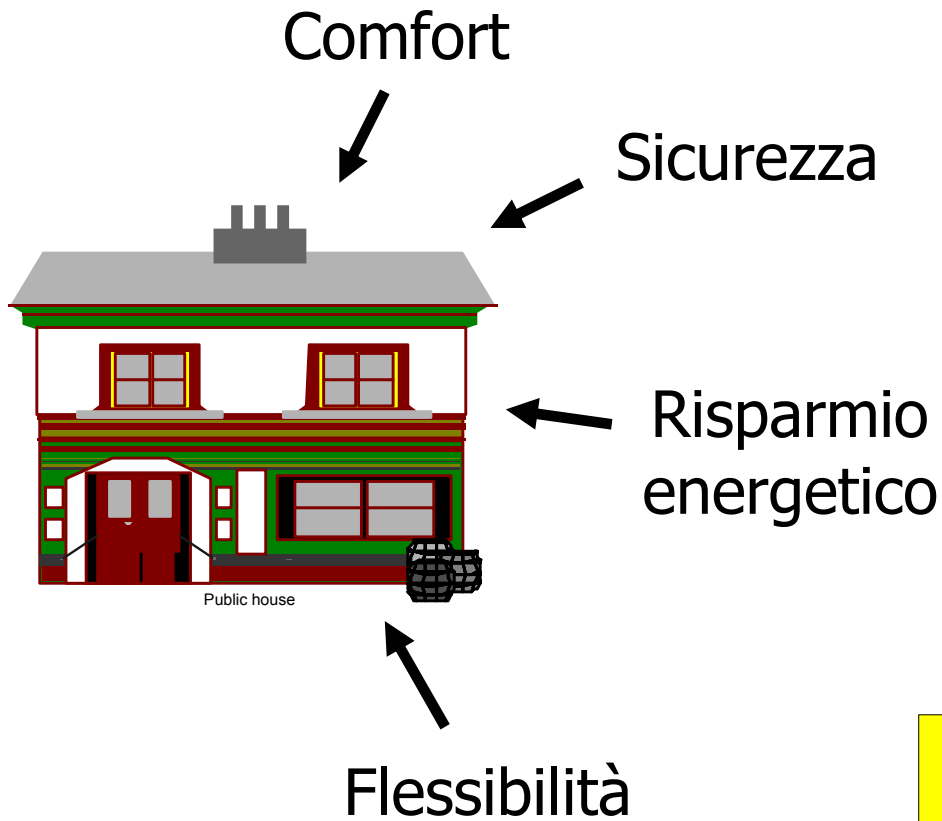
$$\text{LENI} = \frac{P_D F_C F_O (t_D F_D + t_N)}{1000 \cdot A}$$

3 kWh/m2 anno

## Confronto tra i Casi considerati

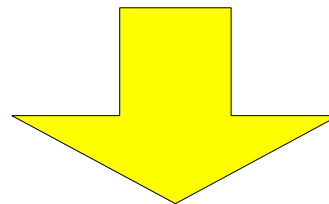
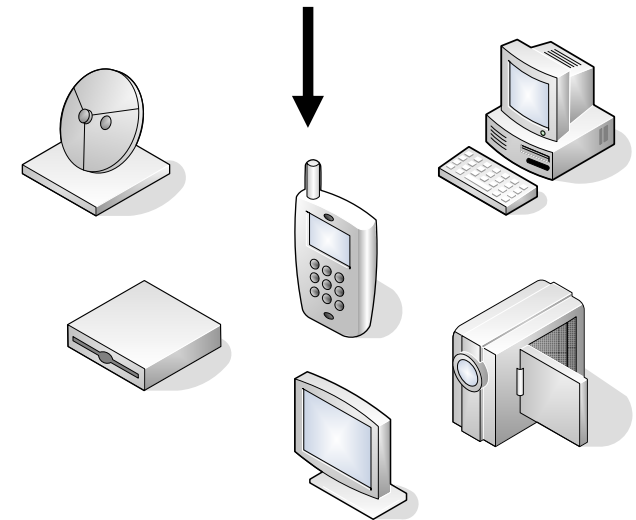
		CASO 0	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4
<b>A</b>	<b>[m2]</b>	15	15	15	15	15
<b>t<sub>n</sub></b>	<b>[h]</b>	250	250	250	250	250
<b>t<sub>d</sub></b>	<b>[h]</b>	2.250	2.250	2.250	2.250	2.250
<b>P<sub>D</sub></b>		78	78	78	78	78
<b>F<sub>C</sub></b>		1	1	1	1	0,9
<b>F<sub>D</sub></b>		1	0,7	0,7	0,3	0,3
<b>F<sub>O</sub></b>		0,9	0,9	0,7	0,7	0,7
<b>LENI</b>	<b>[kWh/m2 anno]</b>	11,7	8,5	6,6	3,4	3,0

# Cosa si chiede ad una abitazione?



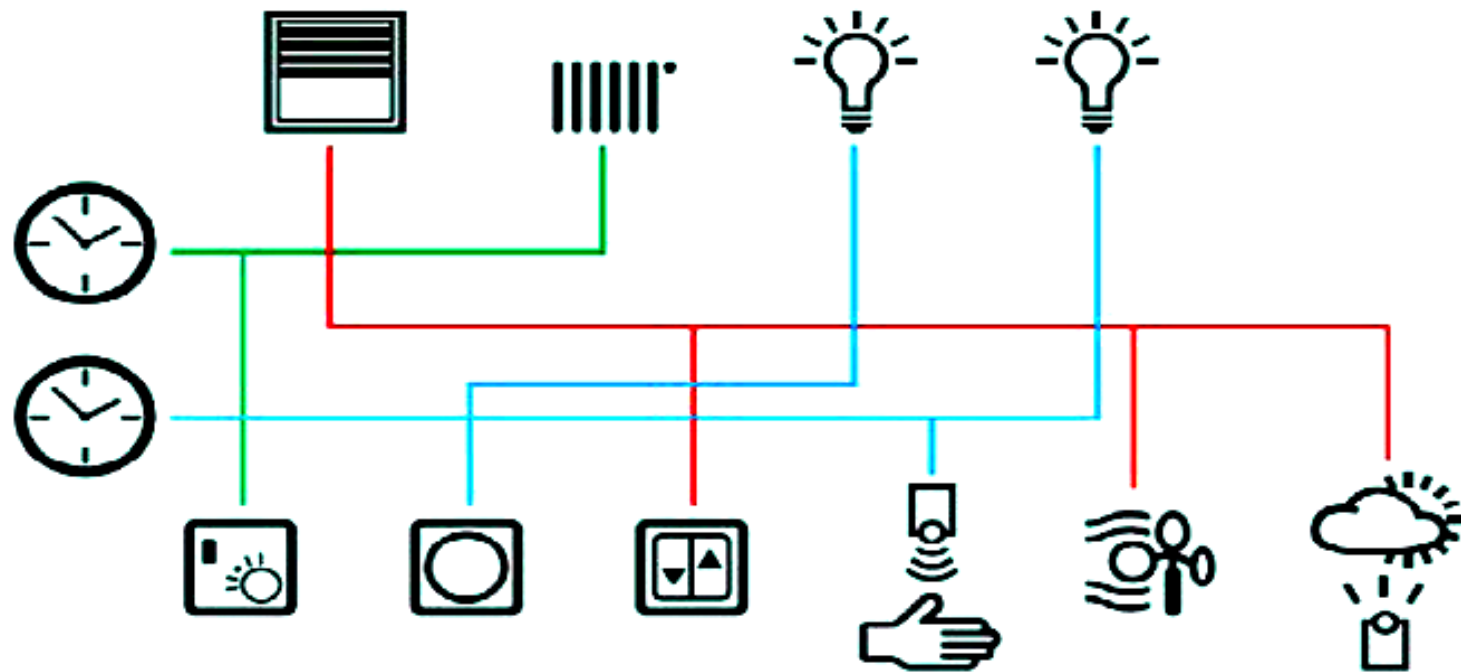
sviluppo della  
microelettronica e  
dell'informatica

+



Inadeguatezza dell'impiantistica tradizionale

## COLLEGAMENTI IMPIANTO TRADIZIONALE

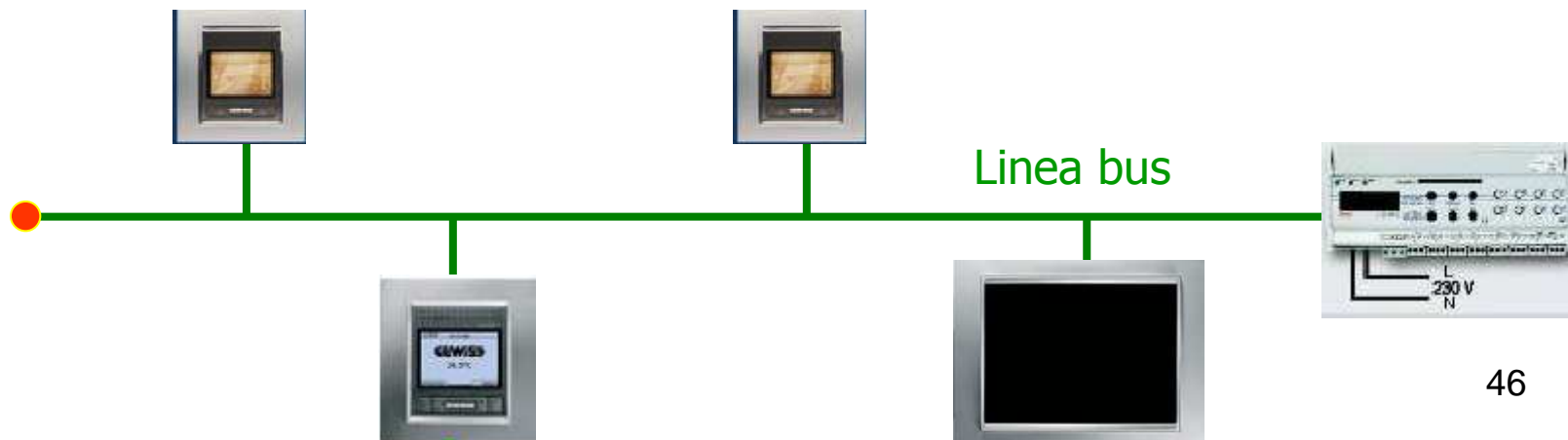


## LIMITI DELL'IMPIANTO TRADIZIONALE

- Ciascun componente è un'unità autonoma che richiede collegamenti dedicati per l'alimentazione, il comando ed il controllo
- Eventuali estensioni o modifiche dell'impianto richiedono sempre un intervento fisico sui circuiti elettrici
- L'integrazione dei diversi impianti (illuminazione, climatizzazione, antintrusione, ecc) comporta un'elevata complessità circuitale
- Non è possibile l'interfacciamento con l'ambiente esterno (telegestione, telelavoro, telemedicina)

## SISTEMI DOMOTICI

- A partire dagli anni 80 le principali aziende del settore elettrotecnico hanno cominciato a sviluppare i primi sistemi per l'automazione delle abitazioni.
- Cosa s'intende con il termine "bus" ?
  - ✓ Si tratta di una linea, alimentata da rete SELV (Safety Extra Low Voltage), che collega più dispositivi intelligenti, in grado di comunicare tra loro e di svolgere funzioni diverse.



# SISTEMI DOMOTICI

I componenti principali

**Sensori e dispositivi di comando**

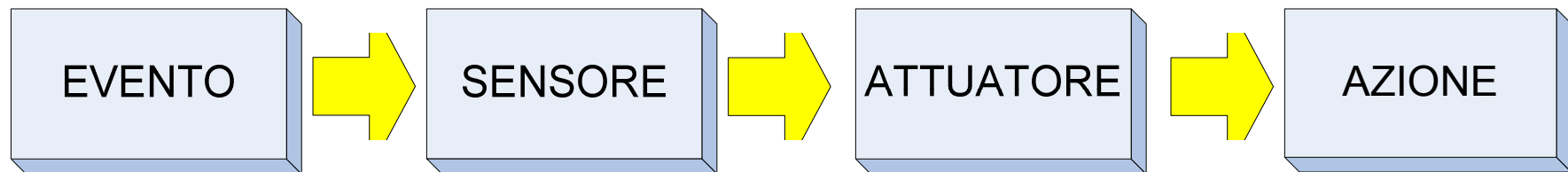


raccolgono informazioni e impartiscono comandi ai dispositivi che realizzano l'interfaccia di potenza con i carichi

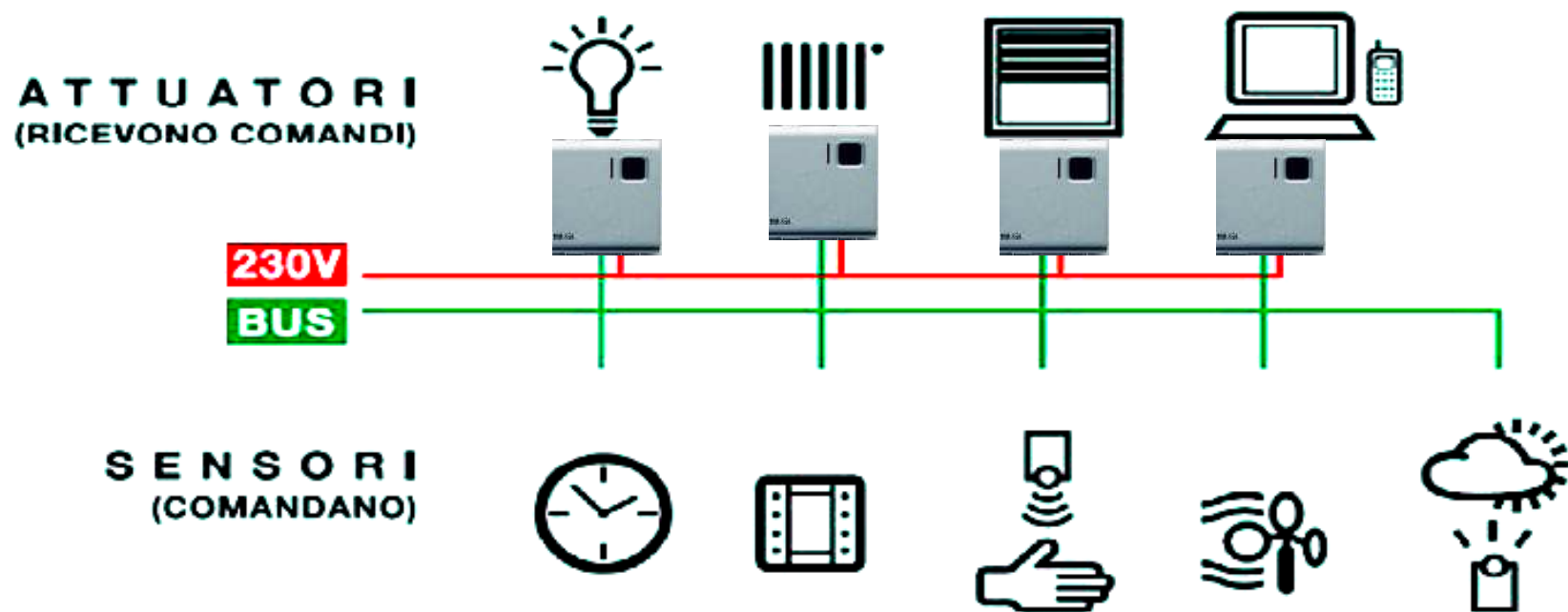
**Attuatori**



componenti di potenza in grado di inserire e/o disinserire un carico alimentato a tensione di rete (230/400 Vc.a.)



## COLLEGAMENTI IMPIANTO DOMOTICO

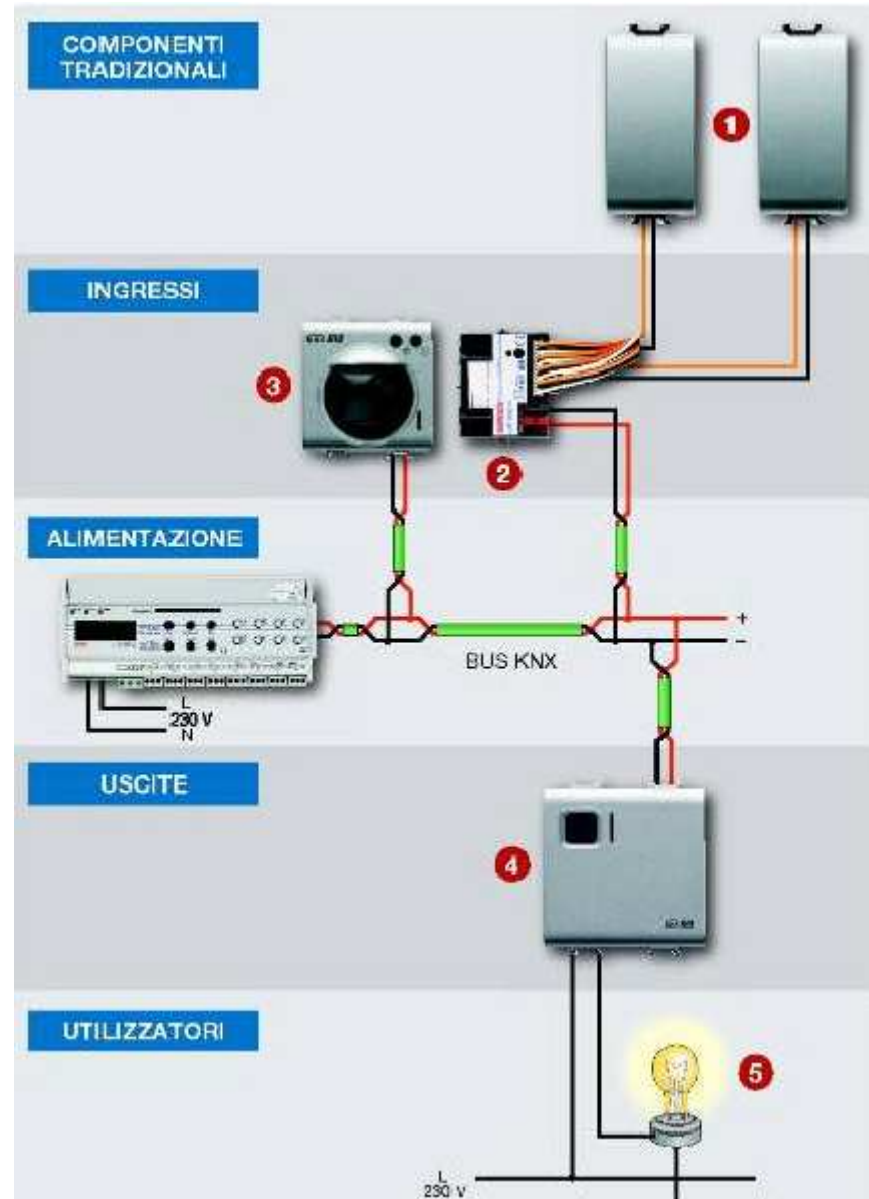




# Collegamento dei Comandi



**ACCENSIONE LUCI AUTOMATICA**

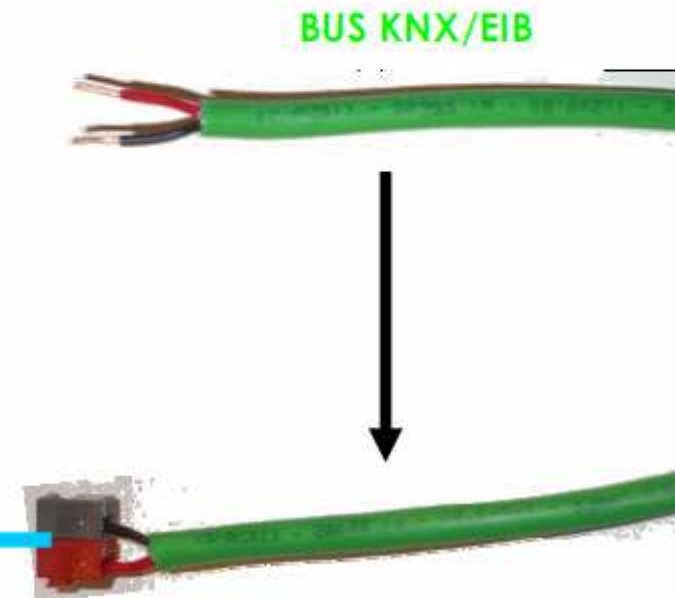


## Collegamento dei Comandi

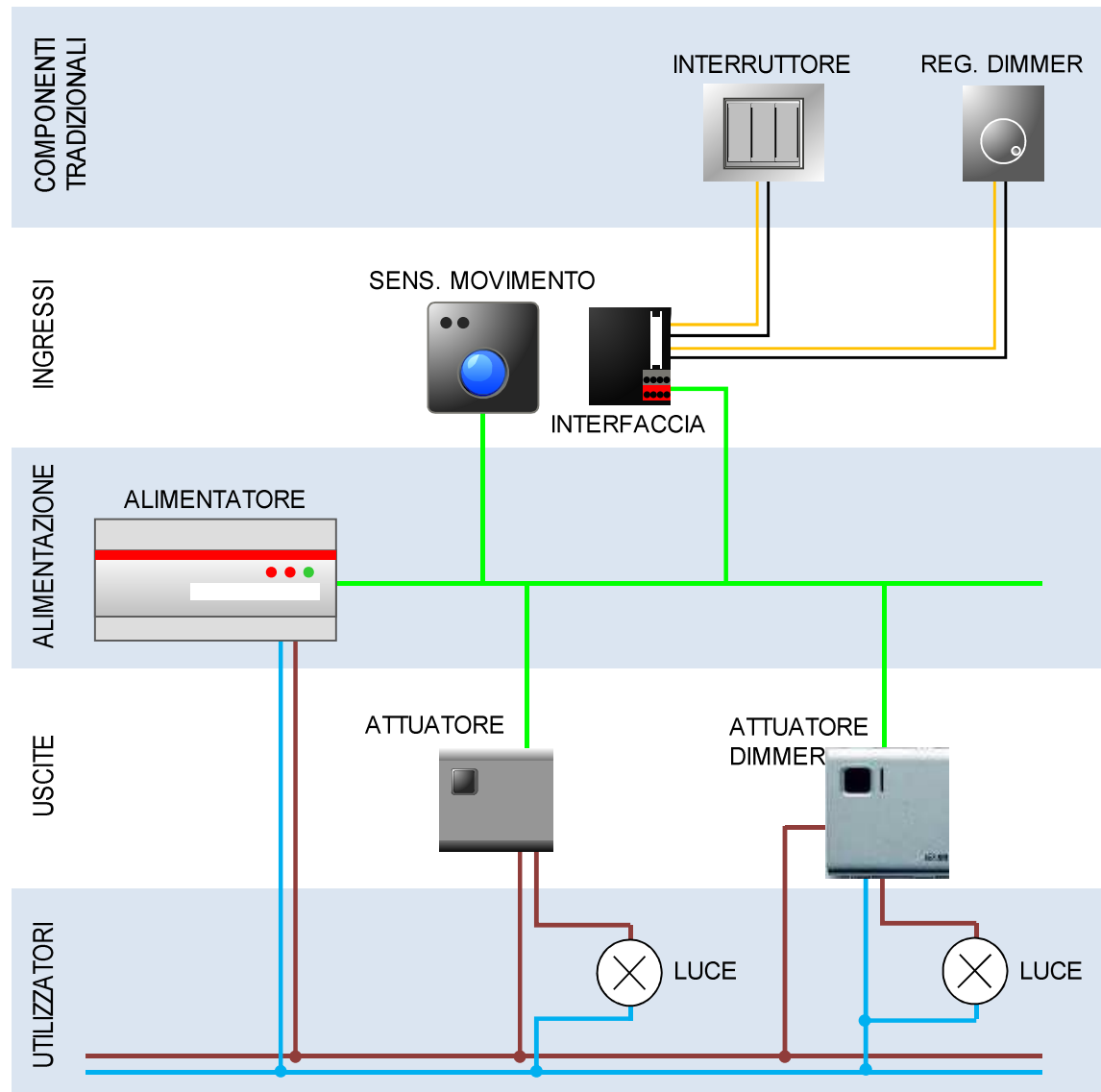


Il cavo BUS collega tutti i dispositivi parallelo.

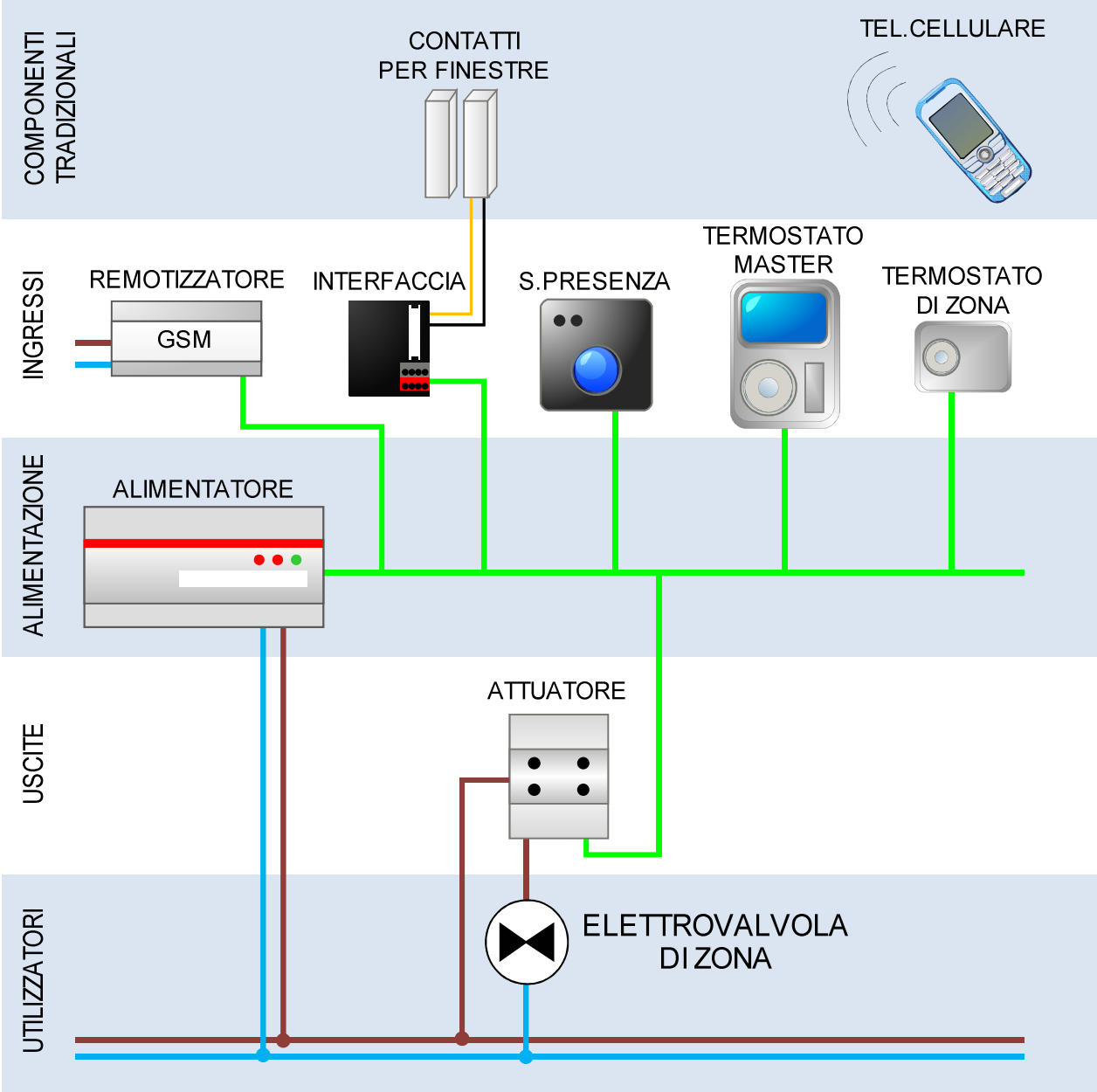
Esempio di collegamento di un punto di comando.



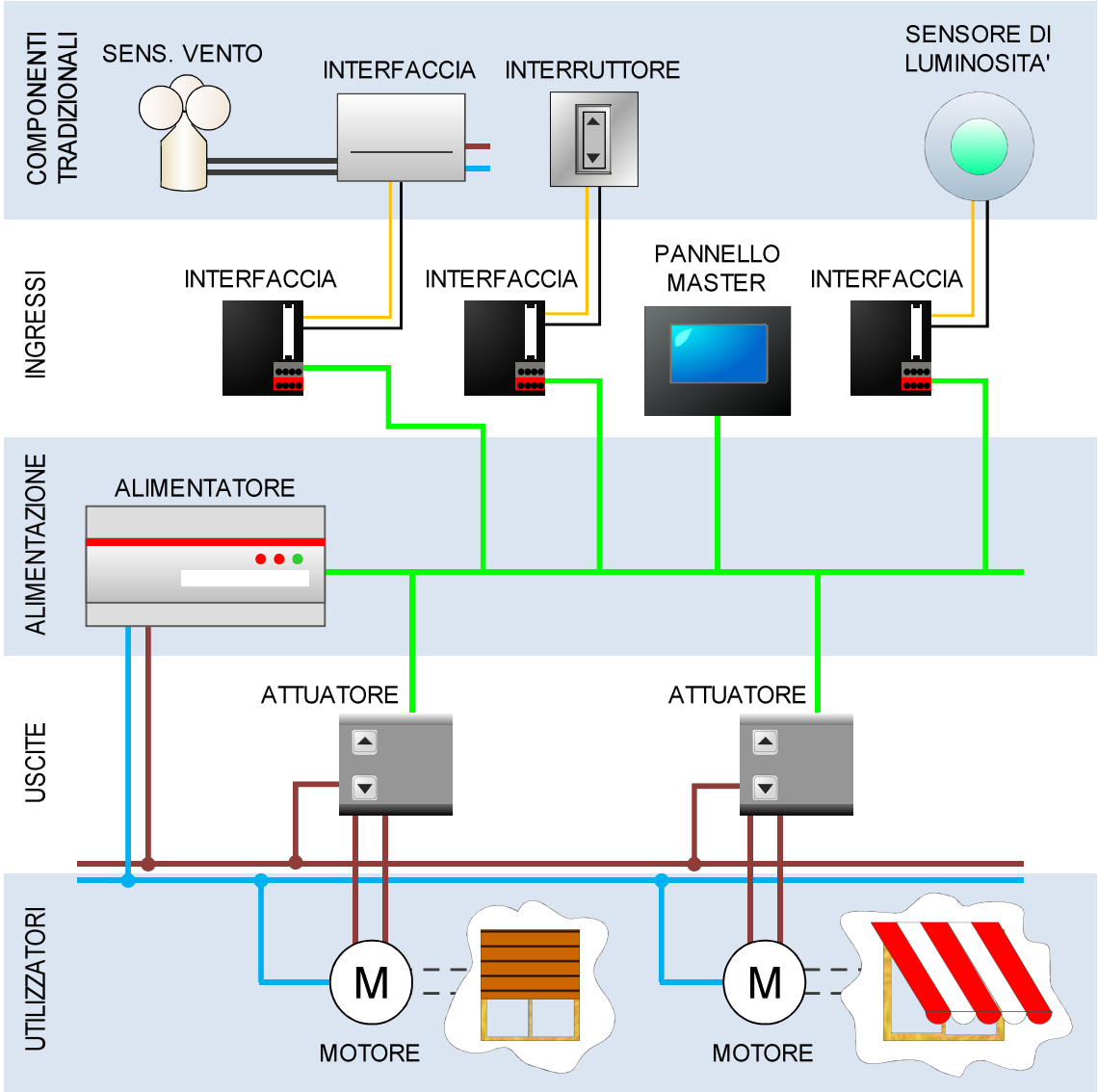
# Illuminazione



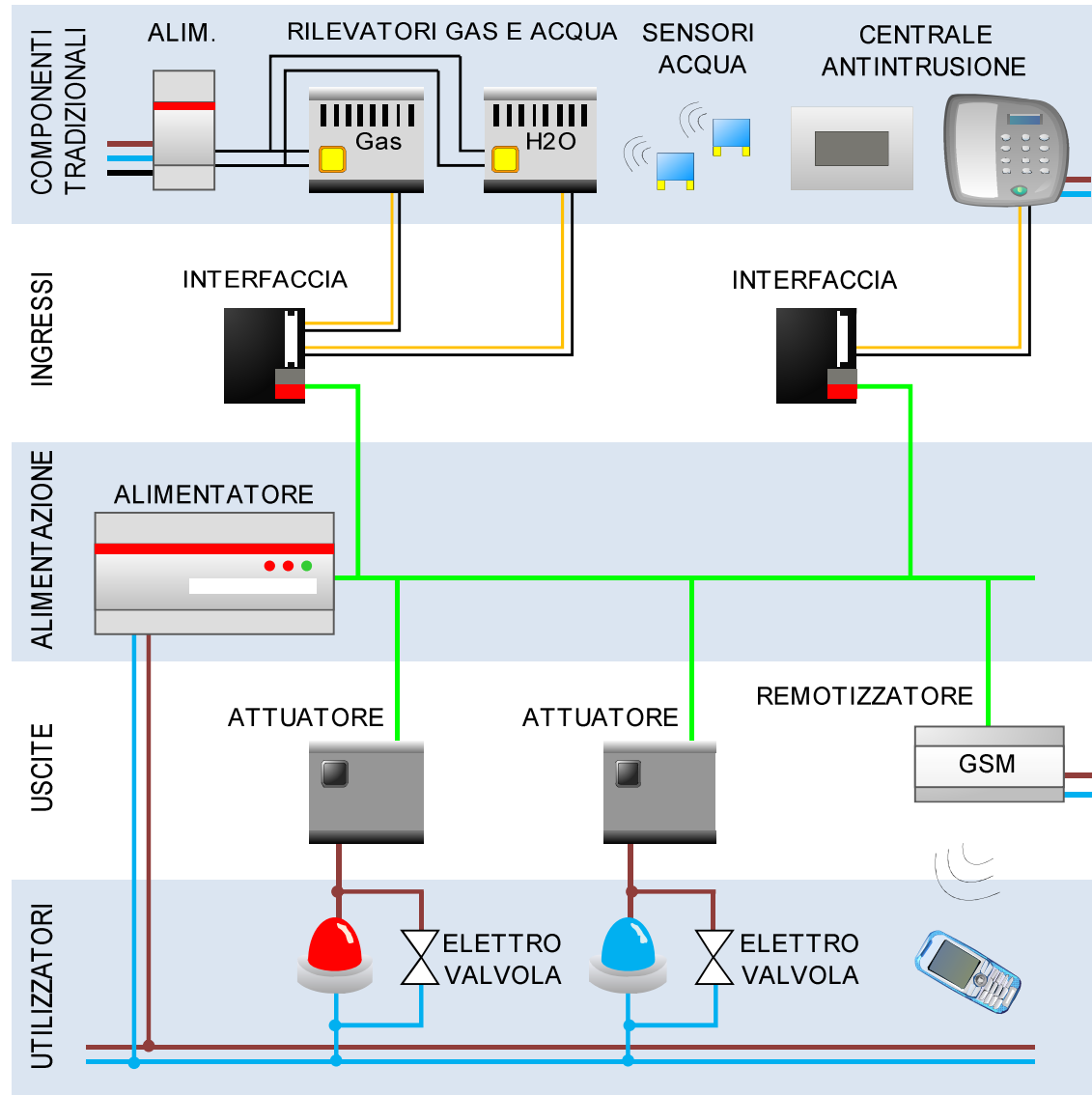
# Termoregolazione



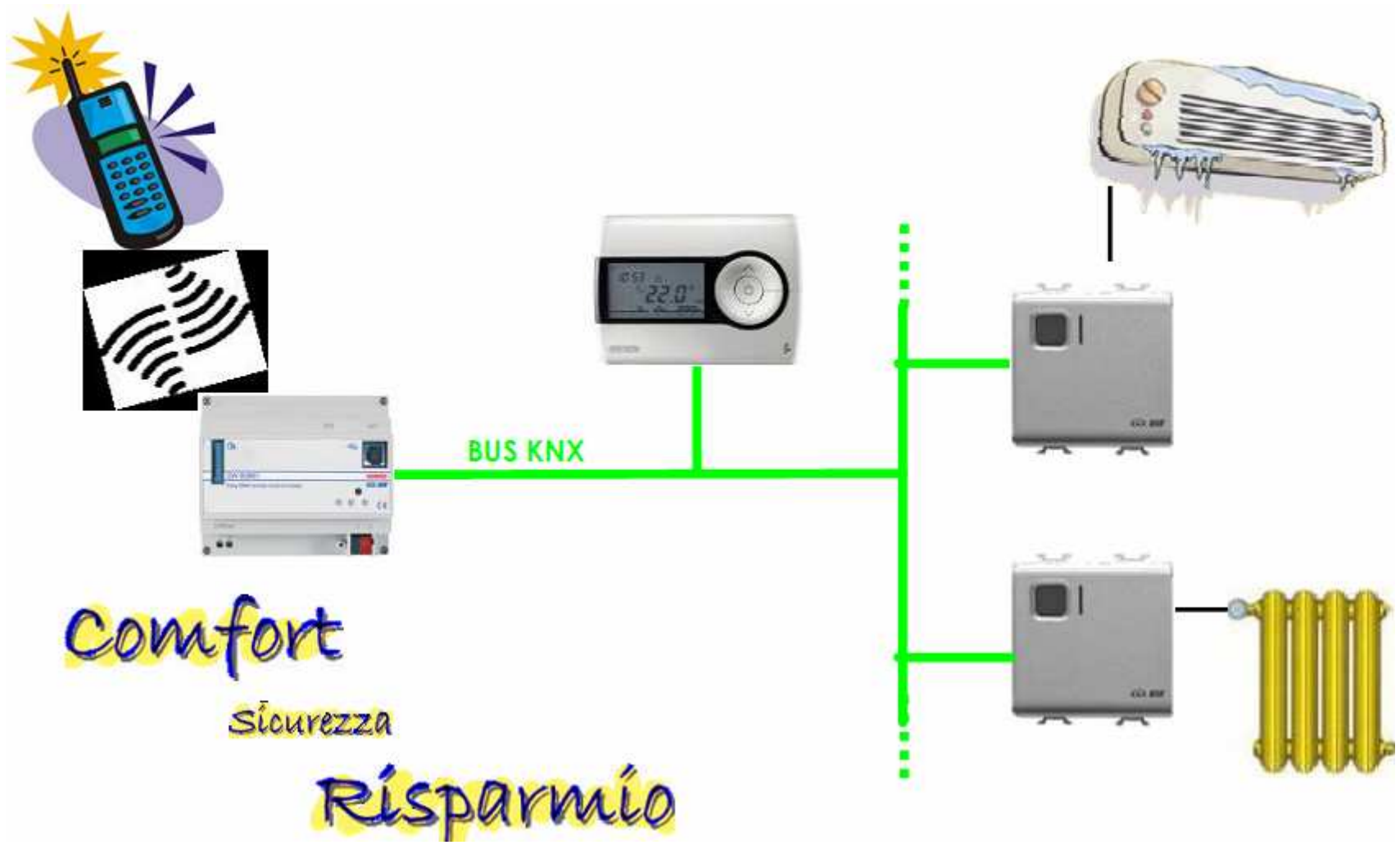
# Automatismi Tapparelle



# Antifurto e allarme gas e acqua



# Remotizzazione Climatizzazione



# Elettrodomestici ad alta efficienza energetica

<b>Elettrodomestico</b>	<b>Consumi massimi (apparecchi tradizionali) (kWh/anno)</b>	<b>Consumi minimi (apparecchi ad alta efficienza) (kWh/anno)</b>
<b>Frigorifero</b>	560	320
<b>Congelatore</b>	520	300
<b>Illuminazione</b>	420	84
<b>Lavatrice</b>	570	360
<b>Lavastoviglie</b>	672	504
<b>Forno elettrico</b>	156	78
<b>Forno Microonde</b>	0	39
<b>Televisore funzionamento</b>	130	130
<b>Televisore stand-by</b>	105	0
<b>Videoregistratore funzionamento</b>	55	55
<b>Videoregistratore stand-by</b>	110	0
<b>Computer</b>	160	160
<b>Hi-Fi funzionamento</b>	20	20
<b>Hi-Fi stand-by</b>	60	0
<b>Altri apparecchi</b>	423	265
<b>TOTALE</b>	<b>3961</b>	<b>2315</b>



# Elettrodomestici ad alta efficienza energetica

*Consumi elettrici di una famiglia tipo (Fonte: Elaborazione dati ENEA).*

Adottando gli interventi sopra elencati, il consumo energetico annuo passa da 3.961 kWh a 2.315 kWh con una riduzione del 41,5%.

Il confronto tra i due casi è stato fatto mantenendo costanti le ore di impiego delle apparecchiature elettriche.

# In ambito Industriale e Terziario

## Trasformatori MT/BT in olio

**Classi di perdita EN 50464-1 perdite a vuoto ( $U_n \leq 24KV$ )**

Sn (kVA)	Perdite a vuoto (W)				Vcc (%)
	D0	C0	B0	A0	
50	145	125	110	90	4
100	260	210	180	145	
160	375	300	260	210	
250	530	425	360	300	
315	630	520	440	360	
400	750	610	520	430	
500	880	720	610	510	
630	1030	860	730	600	
630	940	800	680	560	
800	1150	930	800	650	
1000	1400	1100	940	770	6
1250	1750	1350	1150	950	
1600	2200	1700	1450	1200	
2000	2700	2100	1800	1450	
2500	3200	2500	2150	1750	

**Classi di perdita EN 50464-1 perdite dovute al carico ( $U_n \leq 24KV$ )**

Sn (kVA)	Perdite dovute al carico (W)			Vcc (%)
	Ck	BK	Ak	
50	1100	875	750	4
100	1750	1475	1250	
160	2350	2000	1700	
250	3250	2750	2350	
315	3900	3250	2800	
400	4600	3850	3250	
500	5500	4600	3900	
630	6500	5400	4600	
630	6750	5600	4800	
800	8400	7000	6000	
1000	10500	9000	7600	6
1250	13500	11000	9500	
1600	17000	14000	12000	
2000	21000	18000	15000	
2500	26500	22000	18500	

## In ambito Industriale e Terziario

# Trasformatori MT/BT a secco

Tab. 5 Classi di perdita definite dalla EN 50541-1 (trasformatori a secco  $U_m$  17,5 e 24 kV).

Vcc	SN (kVA)	Ak (W)	Bk (W)	A0 (W)	B0 (W)	C0 (W)	D0 (W)
4%	100	1350	1750	330	360	400	600
	160	1800	2500	450	490	580	870
	250	2700	3450	640	660	800	1100
	400	3800	4900	850	970	1100	1450
	630	5300	6900	1250	1270	1600	2000
6%	100	1800	2050	280	340	460	
	160	2600	2900	400	480	650	
	250	3400	3800	520	650	880	
	400	4500	5500	750	940	1200	
	630	7100	7600	1100	1250	1650	
	800	8000	9400	1300	1500	2000	
	1000	9000	11000	1550	1800	2300	
	1250	11000	13000	1800	2100	2800	
	1600	13000	16000	2200	2400	3100	
	2000	16000	18000	2600	3000	4000	
	2500	19000	23000	3100	3600	5000	
	3150	22000	28000	3800	4300	6000	

## In ambito Industriale e Terziario

# Motori elettrici e azionamenti

Misure di risparmio energetico	Risparmi tipici
<b>Descrizione intervento</b>	
Impiego di motori alta efficienza (EEM)	2-8%
Corretto dimensionamento	1-3%
Riparazione motori alta efficienza (EEMR)	0,5-2%
Utilizzo di azionamenti a velocità variabile (VSD)	10-50%
Utilizzo di trasmissioni alta efficienza/riduttori	2-10%
Controllo della qualità della potenza fornita	0,5-3%
<b>Funzionamento e manutenzione del sistema</b>	
Lubrificazione, riparazioni, messa a punto delle macchine	1-5%



CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

***Grazie per l'attenzione***

*Pietro Antonio Scarpino*

