



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



Analisi dei consumi energetici e individuazione IPE per il settore immobiliare ad uso Ufficio

Milano (MI), 12 novembre 2024



Arch. Christian Ferrante - Laboratorio Efficienza Energetica nei Servizi Economici - DUEE-SPS-ESE
Email: christian.ferrante@enea.it

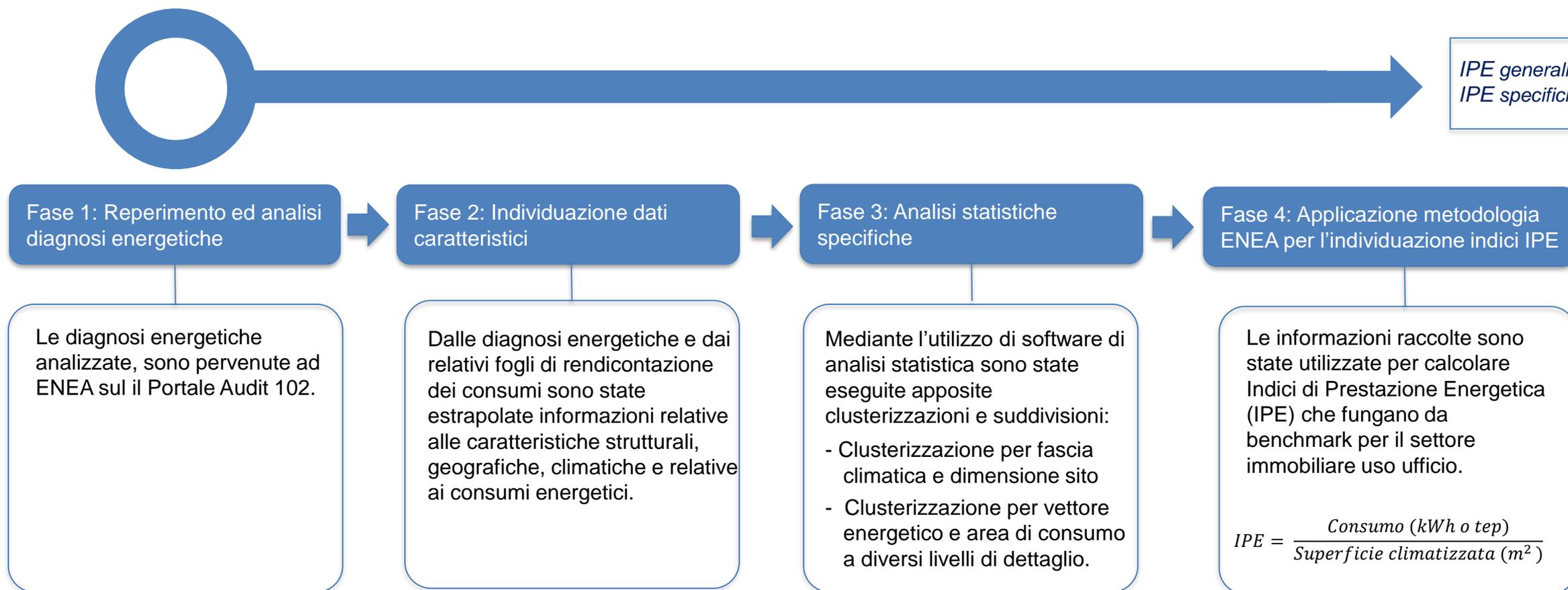


1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Individuazione obiettivo e specifica delle fasi di analisi

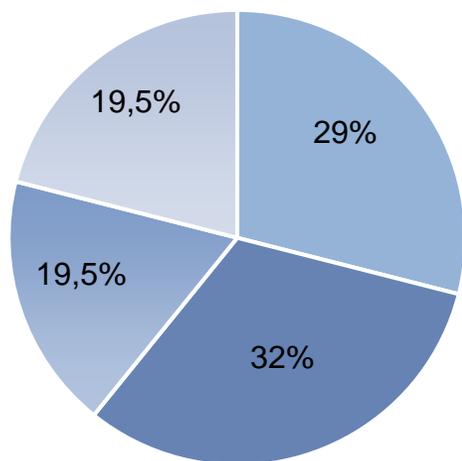
Obiettivo: Individuare indici di prestazione energetica di riferimento nel settore immobiliare uso ufficio per stabilire un quadro di riferimento utile per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica



Analisi generale del campione

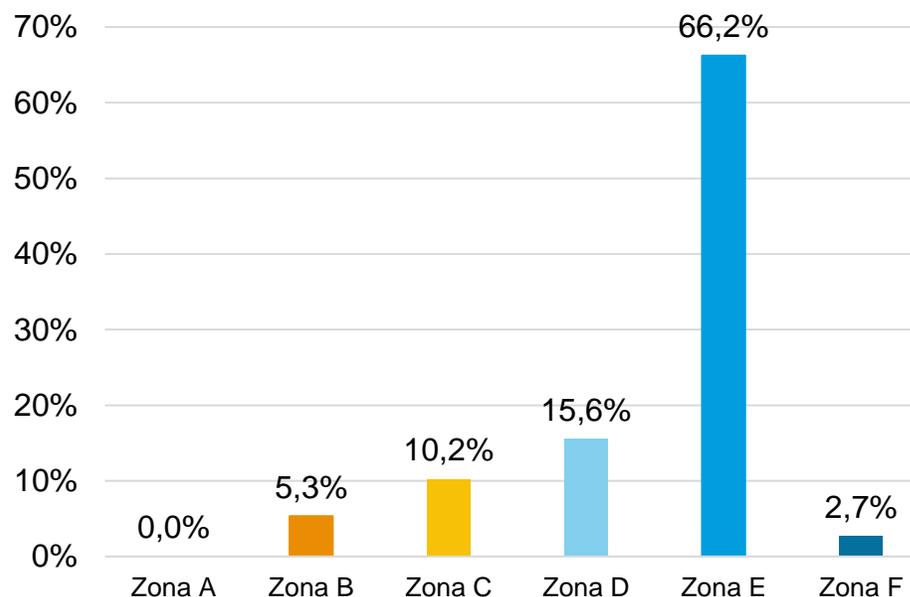
- Distribuzione Geografica

La distribuzione territoriale dei siti analizzati da ENEA, mostra come il 60% fa riferimento a siti localizzati nel Nord Italia, mentre il restante 40% a siti localizzati nel Centro e Sud Italia. Considerando la distribuzione per fascia climatica, la zona climatica più rappresentata è quella E con il 66%, in quanto tra le più estese e all'interno della quale ricadono alcune delle aree con la maggiore densità di immobili uso uffici, seguono le zone D e C con rispettivamente il 16% ed il 10%.



- Nord - est
- Nord - ovest
- Centro
- Mezzogiorno e Isole

Percentuale distribuzione per fascia climatica



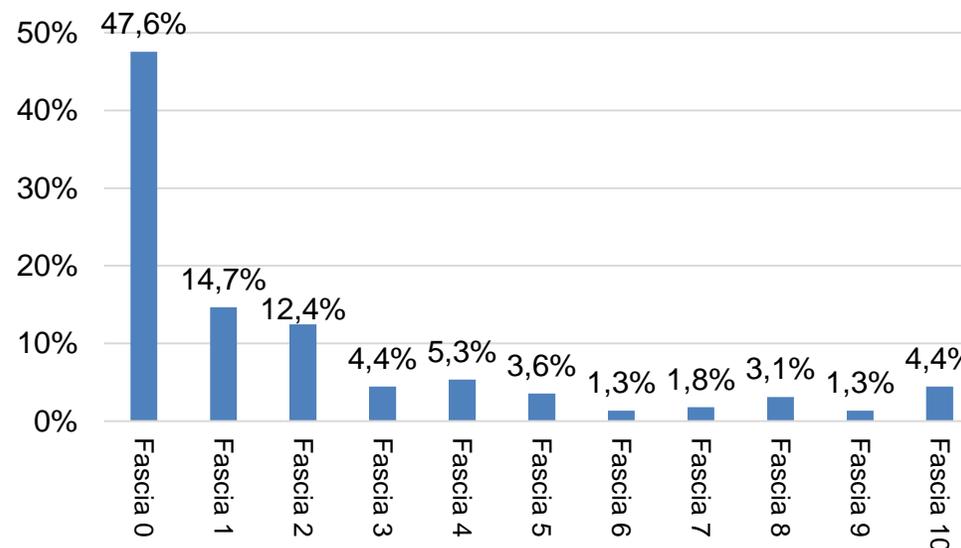
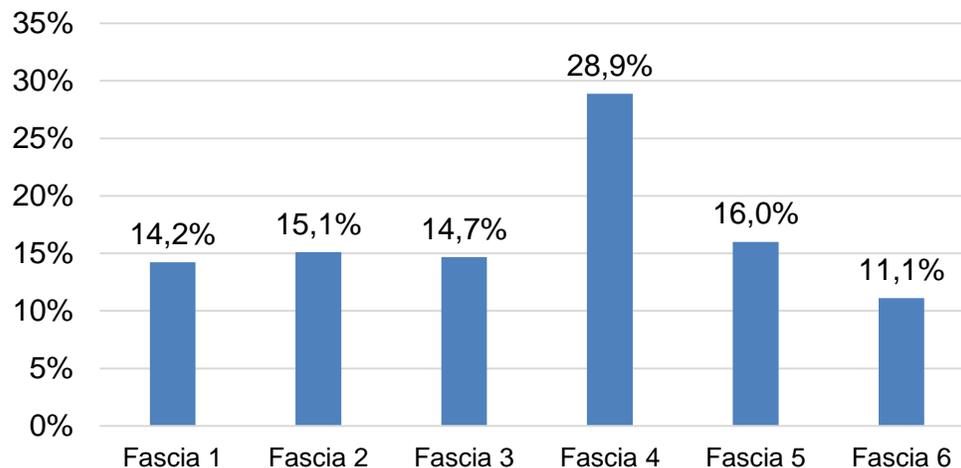
- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D
- Zona E
- Zona F

Analisi generale del campione

- Ripartizione per dimensione e consumi totali

Distribuzione per fascia di grandezza	
Fascia 1	< 400 m ²
Fascia 2	400 - 1.000 m ²
Fascia 3	1.001 - 3.000 m ²
Fascia 4	3.001 - 10.000 m ²
Fascia 5	10.001 - 20.000 m ²
Fascia 6	> 20.000 m ²

Distribuzione per fascia di consumo	
Fascia 0	< 100 tep
Fascia 1	100 - 199 tep
Fascia 2	200 - 299 tep
Fascia 3	300 - 399 tep
Fascia 4	400 - 499 tep
Fascia 5	500 - 599 tep
Fascia 6	600 - 699 tep
Fascia 7	700 - 799 tep
Fascia 8	800 - 899 tep
Fascia 9	900 - 1000 tep
Fascia 10	> 1000 tep



Per quanto riguarda la dimensione, il maggior numero dei siti analizzati ha una dimensione compresa tra 3.001 e 10.000 m² (circa il 30%). Considerando invece i consumi, circa il 50% dei siti ha un consumo inferiore ai 100 tep e circa il 30% dei siti ha un consumo compreso tra i 101 ed i 300 tep.

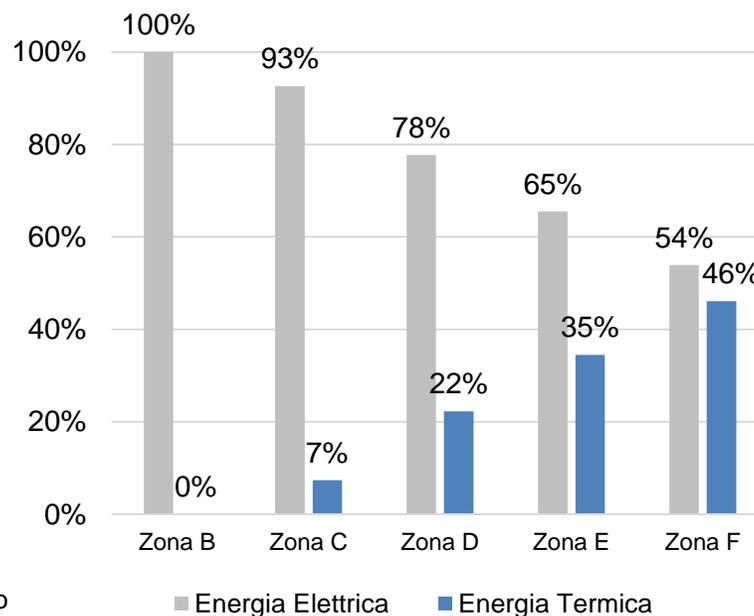
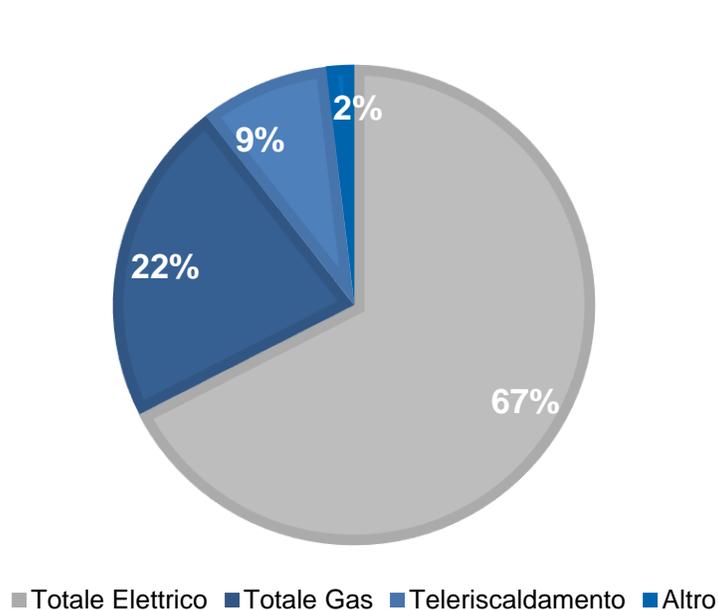
Percentuale distribuzione per fascia di grandezza e consumo

Analisi generale dei consumi

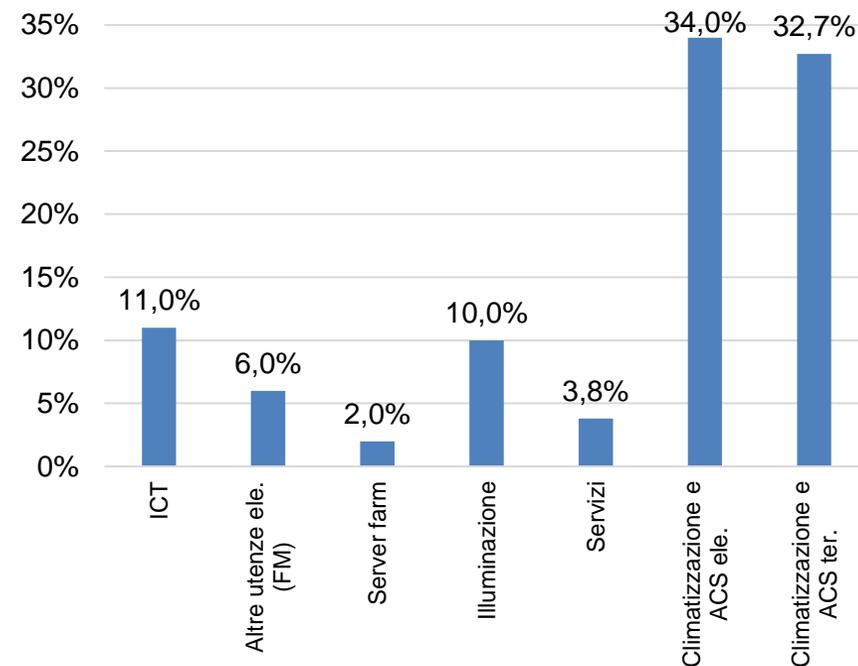
- Ripartizione consumi energetici per vettore e centri di consumo

Il campione è caratterizzato da un consumo legato maggiormente al vettore energetico elettrico (da rete o autoprodotta) e al gas naturale, a cui si aggiunge un moderato uso di altri vettori energetici (gasolio, GPL, biomassa e calore acquistato dall'esterno e proveniente da impianti di teleriscaldamento o da cogenerazione, etc.). Considerando la schematizzazione energetica aziendale, circa il 70% del consumo totale riguarda la climatizzazione degli ambienti e la produzione di ACS (34% attraverso l'utilizzo del vettore elettrico ed il restante 32,7% da vettore termico).

Ripartizione dei consumi per tipologia di vettore



Ripartizione dei consumi per centri di consumo



Indici di Prestazione Energetica generali (IPEg)

- IPE Totale (IPEg)

Indice relativo al consumo totale di sito, somma dei consumi elettrici e termici esclusi i consumi di combustibili per autotrazione, se presenti, espresso in kWh/m² e tep/m² e determinato dal rapporto:

$$IPE_{Totale} \left[\frac{kWh, tep}{m^2} \right] = \frac{Consumo Totale [kWh, tep]}{Superficie climatizzata [m^2]}$$

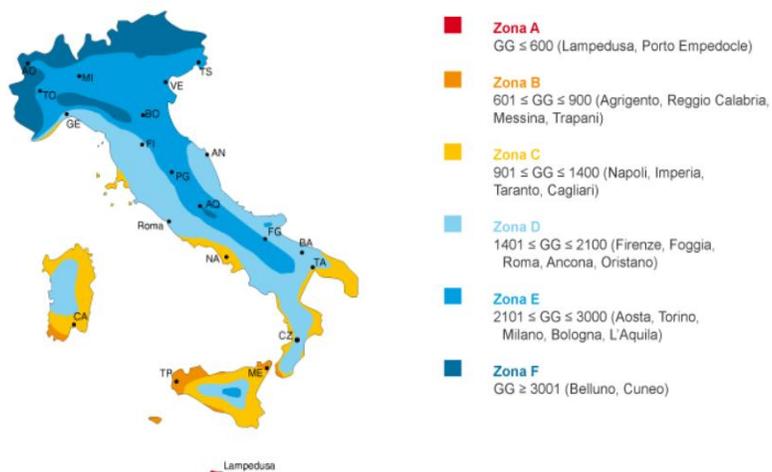
Indici di Prestazione Energetica globale medio nazionale				
Campo di variazione destinazione d'uso (m ²)		Udm	Valore	Coefficiente di variazione
1	30.000	kWh/m ²	201 ± 79	39 %
1	30.000	tep/m ²	0,031 ± 0,012	39 %

IPEg medio nazionale

Per una maggiore caratterizzazione dell'IPE Totale, questo viene proposto oltre che come valore medio nazionale anche in funzione della **zona climatica**, della **superficie climatizzata** (superficie minore/uguale a 1.000 m² o superiore a 1.000 m²) e della **tipologia impiantistica** distinguendo i siti con **impianto solo elettrico** (esempio: pompa di calore/gruppo frigo) ed i siti con **impianto misto** (esempio: Caldaia a combustibile fossile e gruppo frigo).

Indici di Prestazione Energetica generali (IPEg)

- Clusterizzazione IPE Globale per zona climatica, tipologia di impianto e superficie climatizzata



L'analisi dei dati presenti nel campione statistico evidenzia, sensibili variazioni dell'indice IPE al variare della **zona climatica** (generalmente tende a crescere con il crescere della zona climatica, circa il 15-20%). Si osservano anche non trascurabili variazioni legate sia alla **dimensione del sito** (tende a decrescere con il crescere della superficie climatizzata, circa il 15-20%) che della **tipologia dell'impianto** di climatizzazione presente (maggior consumo impianti misti rispetto al solo elettrico).

Indici di Prestazione Energetica globale per zone climatiche e tipologia impiantistica					
Zona Climatica	Tipologia impianto	Udm	Superficie minore o uguale a 1.000 m ²	Superficie maggiore di 1.000 m ²	Intero Campione
B - C	Impianto solo elettrico	kWh/m ²	147 ± 34	122 ± 26	135 ± 32
		tep/m ²	0,0275 ± 0,0063	0,0228 ± 0,0048	0,0252 ± 0,0060
	Impianto misto (elettrico e fossile)	kWh/m ²	-	-	-
		tep/m ²	-	-	-
D	Impianto solo elettrico	kWh/m ²	178 ± 78	156 ± 48	171 ± 68
		tep/m ²	0,0333 ± 0,0146	0,0292 ± 0,0088	0,0319 ± 0,0127
	Impianto misto (elettrico e fossile)	kWh/m ²	192 ± 41		192 ± 41
		tep/m ²	0,0300 ± 0,0066		0,0300 ± 0,0066
E - F	Impianto solo elettrico	kWh/m ²	168 ± 68		168 ± 68
		tep/m ²	0,0299 ± 0,0127		0,0299 ± 0,0127
	Impianto misto (elettrico e fossile)	kWh/m ²	250 ± 74	215 ± 82	224 ± 81
		tep/m ²	0,0332 ± 0,0096	0,0313 ± 0,0129	0,0317 ± 0,0122

Indici di Prestazione Energetica specifici elettrici (IPEs)

- IPE Illuminazione (kWh, tep/m²)

Indice relativo agli impianti di illuminazione calcolato come il rapporto tra il consumo dell'impianto di illuminazione (kWh e tep) e la superficie climatizzata (m²). Per una maggiore caratterizzazione dell'IPE specifico questo viene proposto oltre che come valore medio, anche in funzione della **superficie climatizzata** (superficie minore/uguale a 1.000 m² o superiore a 1.000 m²).

Indici di Prestazione Energetica specifico illuminazione				
Campo di variazione destinazione d'uso (m ²)		Udm	Valore	Coefficiente di variazione
1	30.000	kWh/m ²	25,7 ± 11,8	46 %
1	30.000	tep/m ²	0,0048 ± 0,0022	46 %

IPEs medio illuminazione

$$IPE_{Illumin.} = \frac{\text{Consumo [kWh, tep]}}{\text{Superficie climatizzata [m}^2\text{]}}$$

Indici di Prestazione Energetica specifico illuminazione differenziato per dimensione sito			
Udm	Superficie minore o uguale 1.000 m ²	Superficie maggiore di 1.000 m ²	Intero Campione
kWh/m ²	29,1 ± 12,6	23,7 ± 10,9	25,7 ± 11,8
tep/m ²	0,0054 ± 0,0023	0,0044 ± 0,0020	0,0048 ± 0,0022

IPEs medio illuminazione in funzione della superficie climatizzata

L'analisi dei dati presenti nel campione statistico evidenzia, sensibili variazioni dell'indice IPEs illuminazione al variare della **superficie climatizzata** (tende a decrescere all'aumentare della superficie climatizzata, circa il 20%).

Indici di Prestazione Energetica specifici elettrici (IPEs)

- IPE Climatizzazione, trattamento aria e ACS (kWh,tep/m²)

Indice relativo agli impianti di climatizzazione e trattamento aria calcolato come rapporto tra il consumo degli impianti (kWh e tep) e la superficie climatizzata (m²).

$$IPE_{\text{climatizzazione, trattamento aria}} = \frac{\text{Consumo [kWh, tep]}}{\text{Superficie climatizzata [m}^2\text{]}}$$

Indici di Prestazione Energetica specifico Climatizzazione, Trattamento aria e ACS				
Campo di variazione destinazione d'uso (m ²)		Udm	Valore	Coefficiente di variazione
1	30.000	kWh/m ²	126 ± 53	42 %
1	30.000	tep/m ²	0,0174 ± 0,0072	42 %

IPE medio climatizzazione, trattamento aria e ACS

Per una maggiore caratterizzazione dell'IPE specifico questo viene proposto oltre che come valore medio, anche in funzione della **zona climatica** di appartenenza, della **superficie climatizzata** (superficie minore/uguale a 1.000 m² o superiore a 1.000 m²) e della **tipologia impiantistica**, distinguendo i siti con impianto solo elettrico (esempio: pompa di calore/gruppo frigorifero) ed i siti con impianto misto (esempio: Caldaia a combustibile fossile e gruppo frigo).

Indici di Prestazione Energetica specifici elettrici (IPEs)

- Clusterizzazione IPE specifico per zona climatica, tipologia di impianto e superficie climatizzata

L'analisi dei dati presenti nel campione statistico evidenzia, sensibili variazioni dell'indice IPE al variare della **zona climatica** (generalmente tende a crescere con il crescere della zona climatica, circa il 20%).

Si osservano anche non trascurabili variazioni legate sia alla **dimensione del sito** (tende a decrescere con il crescere della superficie climatizzata, circa il 15-20%) che della **tipologia dell'impianto** di climatizzazione presente (maggior consumo impianti misti rispetto al solo elettrico per la climatizzazione, circa il 35%).

Indici di Prestazione Energetica specifico Climatizzazione, Trattamento aria e ACS					
Zona Climatica	Tipologia impianto	Udm	Superficie minore o uguale a 1.000 m ²	Superficie maggiore di 1.000 m ²	Intero Campione
B - C	Impianto solo elettrico	kWh/m ²	84 ± 22	69 ± 25	76 ± 24
		tep/m ²	0,0157 ± 0,0041	0,0129 ± 0,0046	0,0142 ± 0,0045
	Impianto misto (elettrico e fossile)	kWh/m ²	-	-	-
		tep/m ²	-	-	-
D	Impianto solo elettrico	kWh/m ²	87 ± 26	77 ± 29	84 ± 25
		tep/m ²	0,0163 ± 0,0048	0,0143 ± 0,0054	0,0157 ± 0,0046
	Impianto misto (elettrico e fossile)	kWh/m ²	130 ± 38		130 ± 38
		tep/m ²	0,0183 ± 0,0056		0,0183 ± 0,0056
E - F	Impianto solo elettrico	kWh/m ²	93 ± 39		93 ± 39
		tep/m ²	0,0173 ± 0,0073		0,0173 ± 0,0073
	Impianto misto (elettrico e fossile)	kWh/m ²	160 ± 48	143 ± 49	147 ± 49
		tep/m ²	0,0180 ± 0,0062	0,0181 ± 0,0061	0,0181 ± 0,0061

Indici di Prestazione Energetica specifici elettrici (IPEs)

- IPE Infrastruttura Informatica ICT (kWh,tep/m²) (kWh,tep/utente)

Indice relativo alle infrastrutture informatiche (PC, stampanti, monitor, router, etc..) calcolato come rapporto tra il consumo delle infrastrutture informatiche (kWh e tep) e rispettivamente superficie climatizzata (m²) ed il numero utenti/dipendenti.

$$IPE_{Inf. \text{ informatica}} = \frac{\text{Consumo [kWh, tep]}}{\frac{\text{Superficie climatizzata [m}^2\text{]}}{\text{Numero Utenti [n]}}}$$

Indici di Prestazione Energetica specifico Infrastruttura informatica per superficie utilizzata				
Campo di variazione destinazione d'uso (m ²)		Udm	Valore	Coefficiente di variazione
1	30.000	kWh/m ²	21,4 ± 11,8	55 %
1	30.000	tep/m ²	0,0040 ± 0,0022	55 %

IPEs medio Infrastruttura Informatica ICT

Indici di Prestazione Energetica specifico Infrastruttura informatica per numero utenti				
Campo di variazione destinazione d'uso (utenti)		Udm	Valore	Coefficiente di variazione
1	1.200	kWh/utente	534 ± 253	47 %
1	1.200	tep/utente	0,0998 ± 0,0473	47 %

IPEs Infrastruttura Informatica ICT in funzione del numero di utenti

L'analisi dei dati presenti nel campione statistico evidenzia un elevato coefficiente di variazione in quanto la presenza o meno degli utenti (vedasi utilizzo dello smart working) può incidere notevolmente su questo valore.

Indici di Prestazione Energetica specifici elettrici (IPEs)

- IPE Server-farm (Indice PUE)

Indice relativo all'efficienza dei data center presenti nel campione statistico analizzato, calcolato attraverso il valore del PUE (*Power Usage Effectiveness*), indicatore usato per misurare l'efficienza energetica dei data center. Il PUE valuta le prestazioni dei data center calcolando il rapporto tra l'energia che utilizza nel suo complesso e quella utilizzata dalle sole apparecchiature IT, prese singolarmente.

In tabella è riportato il PUE medio dei data center presenti all'interno del campione statistico analizzato).

$$IPE_{Server\ farm\ (indice\ PUE)} = \frac{Consumo\ Totale\ [kWh]}{Consumo\ apparecchiature\ IT\ [kWh]}$$

PUE (Power Usage Effectiveness) Data center uffici				
Campo di variazione destinazione d'uso (kW)		Udm	Valore	Coefficiente di variazione
1	120	-	1,83 ± 036	20 %

PUE medio dei data center uffici

PUE (Power Usage Effectiveness)	Livello di efficienza
3,0	Molto inefficiente
2,5	Inefficiente
2,0	Medio
1,5	Efficiente
1,2	Molto efficiente

1,83 (PUE medio individuato)

Valori specifici per la valutazione del livello di efficienza [Fonte ENEA Report RdS/2011/32]

Secondo studi ENEA sugli "Indicatori per l'efficientamento dei centri di elaborazione dati" un PUE di 1,83 pone il campione analizzato, benché limitato e con *data center* di dimensioni spesso limitate, tra i livelli Efficiente e Medio.



CONFINDUSTRIA
ASSOIMMOBILIARE

AGENZIA NAZIONALE
EFFICIENZA ENERGETICA

ENEA

Arch. Christian Ferrante
christian.ferrante@enea.it

Rds
RICERCA DI SISTEMA



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



ENEA

AGENZIA NAZIONALE PER LE
NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO
SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

