



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,  
dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale dell'energia UFE

---

# Misura standardizzata LU-01

## Sostituzione di impianti di ventilazione

### Documentazione

Numero della misura

LU-01

Versione

1.0 (11.2024)

---



## 1 Premessa

Con la legge federale su un approvvigionamento elettrico sicuro con le energie rinnovabili, nella sessione autunnale del 2023 il Parlamento ha fissato l'obbligo per i fornitori di elettricità di adottare misure di miglioramento dell'efficienza energetica. Secondo l'articolo 46b della legge sull'energia (LEne; RS 730.0), i fornitori di elettricità devono realizzare gli obiettivi mediante misure volte a migliorare l'efficienza energetica applicate ad apparecchi, impianti e veicoli elettrici esistenti presso i consumatori finali svizzeri oppure, se le misure vengono realizzate da terzi, devono fornire le relative prove. L'Ufficio federale dell'energia (UFE) definisce ogni anno un elenco di misure standardizzate e i relativi risparmi di elettricità computabili. Le misure non incluse nel catalogo delle misure standardizzate possono essere sottoposte all'UFE per approvazione come cosiddette misure non standardizzate.

Per ogni misura standardizzata, l'UFE fornisce un protocollo di risparmio con cui i fornitori di elettricità possono notificare le misure adottate. Nella documentazione accompagnatoria viene illustrata in modo chiaro la metodologia utilizzata per determinare il risparmio di elettricità computabile. Questa metodologia fornisce una stima generale del risparmio cumulativo di elettricità (energia finale) che può essere generato dall'adozione della corrispondente misura di efficienza elettrica per la durata dell'effetto. Si basa su un calcolo ex ante e utilizza ipotesi e fattori che sono stati definiti in base a norme attuali, studi di mercato, letteratura scientifica e contributi di esperti.

La documentazione si rivolge ai fornitori di elettricità, a coloro che adottano misure di risparmio energetico ed anche a chiunque altro sia interessato al risparmio di elettricità nell'ambito del miglioramento dell'efficienza energetica in base all'articolo 46b LEne.

## 2 Obiettivo

L'obiettivo del presente documento è quello di stimare il risparmio di elettricità derivante dalla sostituzione o dal riequipaggiamento di impianti di ventilazione esistenti (con una potenza meccanica nominale massima di 18.5 kW) o di loro componenti.

## 3 Simboli, termini e unità di misura

### Lettere latine

Simbolo	Termine	Unità
$E$	Consumo annuo di elettricità	kWh/a
$\Delta E_{eco}$	Risparmio di elettricità computabile	MWh
$f$	Fattore	-
$N_s$	Durata standard dell'effetto	a
$q_v$	Portata volumetrica	m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$	Differenza di pressione totale	Pa
$P_m$	Potenza meccanica	kW
$t$	Ore d'esercizio	h/a

### Lettere greche

Simbolo	Termine	Unità
$\eta$	Rendimento	-

### Indici

$x$	Stato (vecchio, nuovo)
$i$	Intervalli di carico
$M$	Motore
$T$	Trasmissione
$V$	Ventilatore
$CF$	Convertitore di frequenza



## 4 Descrizione del calcolo ex ante

### 4.1 Risparmio di elettricità computabile

Il risparmio di elettricità computabile  $\Delta E_{eco}$  della misura è determinato dalla differenza fra il consumo di elettricità attuale (stato attuale)  $E_{alt}$  e quello nuovo (stato dopo il rinnovamento)  $E_{neu}$ , moltiplicata per la durata standard dell'effetto  $N_s$ .

Per tenere conto del tasso di rinnovamento e ottimizzazione naturale di apparecchi e impianti, che porta a una riduzione del consumo energetico non dovuto a obblighi di legge, il risparmio di elettricità computabile viene ridotto mediante un fattore di riduzione  $f_{eco}$  pari a 0.75.

$$\Delta E_{eco} = 0.001 \cdot (E_{alt} - E_{neu}) \cdot f_{eco} \cdot N_s$$

$\Delta E_{eco}$	Risparmio di elettricità computabile in kWh
$E_{alt}$	Consumo annuo di elettricità nel vecchio stato in kWh/a
$E_{neu}$	Consumo annuo di elettricità nel nuovo stato in kWh/a
$f_{eco}$	Fattore di riduzione
$N_s$	Durata standard dell'effetto in anni

### 4.2 Consumo annuale di energia

Per sostituire gli impianti di ventilazione sono stati definiti due metodi standard applicabili in base alla situazione iniziale. La soluzione migliore è procedere innanzitutto a un'analisi di dettaglio o delle esigenze che permette di realizzare il nuovo impianto in maniera ottimale. L'esperienza dimostra che in questi impianti è possibile un maggiore risparmio di elettricità. In alternativa, il risparmio di elettricità ottenuto può essere calcolato anche in base alle caratteristiche tecniche dell'impianto. In tal caso il risparmio di elettricità è raggiunto solamente attraverso i nuovi componenti più efficienti oggi disponibili.

#### 4.2.1 Sostituzione con analisi di dettaglio

Se il consumo di energia elettrica nel nuovo e nel vecchio stato  $E_x$  è noto grazie a un'analisi di dettaglio o grazie a delle misurazioni, il risultato può essere utilizzato per calcolare il risparmio computabile di elettricità.

#### 4.2.2 Sostituzione senza analisi di dettaglio

Questo metodo si limita a una potenza elettrica installata complessiva di 18.5 kW. Il consumo di energia elettrica  $E_x$  di un impianto di ventilazione dipende dalla portata volumetrica  $q_v$ , dalla differenza di pressione totale  $\Delta p$  nonché dalla durata di esercizio  $t_{i,x}$  [4]. In questo ambito, il rendimento  $\eta$  dei componenti utilizzati influisce direttamente sul consumo di energia. Nei nuovi impianti il prodotto dei rendimenti parziali viene spesso riassunto nel rendimento totale  $\eta_{ges}$ . Nei nuovi impianti compatti, esso viene indicato nella scheda tecnica.

Nell'esercizio a potenza parziale, la potenza elettrica assorbita dai ventilatori diminuisce proporzionalmente a un valore pari a 2.5 volte la potenza della portata volumetrica. Per il calcolo del consumo di energia, i tempi di esercizio a potenza parziale annuali sono dunque suddivisi in diversi intervalli di carico e in seguito sommati. Gli indici  $i$  e  $x$  definiscono, in modo indipendente l'uno dall'altro, gli intervalli di carico, ossia lo stato attuale (*alt*) o quello dopo il rinnovamento (*neu*). Il consumo annuo di elettricità viene espresso quindi nella maniera seguente:

$$E_x = \frac{q_v \cdot \Delta p}{3.6 \cdot 10^6} \cdot \sum_i \frac{t_i}{\eta_{V,x} \cdot \eta_{T,x} \cdot \eta_{M,x} \cdot \eta_{CF,x}} \cdot \left( \frac{q_{v,i}}{q_v} \right)^{2.5}$$

$E_{alt}$	Consumo annuo di elettricità nel vecchio stato in kWh/a
$q_v$	Portata volumetrica, in m <sup>3</sup> /h
$\Delta p$	Differenza di pressione totale, in Pa



$t_x$	Ore di esercizio h/a
$f_{M,i,x}$	Peggioramento del rendimento del motore nell'esercizio a potenza parziale
$\eta_{V,x}$	Rendimento del ventilatore
$\eta_{T,x}$	Rendimento della trasmissione
$\eta_{M,x}$	Rendimento del motore
$\eta_{CF,x}$	Rendimento del convertitore di frequenza

In assenza di informazioni precise relative al vecchio impianto, è possibile stimare il consumo energetico dell'impianto di ventilazione servendosi dei dati nominali del motore originario (targhetta di identificazione). A causa dell'estrema imprecisione e del possibile sovradimensionamento, il calcolo viene effettuato con un fattore di riduzione forfettario pari a 0.75. In questo caso la potenza elettrica assorbita può essere calcolata in questo modo:

$$E_{alt} = 0.75 \cdot \frac{P_{m,alt}^{nom}}{\eta_{M,alt} \cdot \eta_{CF,alt}} \cdot \sum_i t_i \cdot \left( \frac{q_{V,i}}{q_V} \right)^{2.5}$$

$E_{alt}$	Consumo annuo di elettricità nel vecchio stato in kWh/a
$t_{i,alt}$	Ore di esercizio h/a
$q_V$	Portata volumetrica, in m <sup>3</sup> /h
$\eta_{M,alt}$	Rendimento del motore
$\eta_{CF,alt}$	Rendimento del convertitore di frequenza
$P_{m,alt}^{nom}$	Potenza nominale del motore sull'albero, in kW

Il rendimento del convertitore di frequenza può essere espresso come funzione della potenza nominale del motore (sull'albero)  $P_{m,x}^{nom}$  [4]:

$$\eta_{CF,x} = 0.79 + 0.22 \cdot \left( 1 - \frac{1}{\log_{10}(40 \cdot P_{m,x}^{nom})} \right)$$

$P_{m,x}^{nom}$	Potenza nominale del motore (sull'albero), in kW
$\eta_{CF,i,x}$	Rendimento del convertitore di frequenza

## 5 Variabili di ingresso

### Generali

- Portata volumetrica in m<sup>3</sup>/h (*valore*)
- Differenza di pressione in Pa (*valore*)
- Potenza nominale (sull'albero) del motore in kW (*valore*)
- Numero di poli (*scelta multipla*)
- Anno di fabbricazione del motore (*scelta multipla*)
- Tipo di trasmissione (*scelta multipla*)
- Tipo di esercizio (*scelta multipla*)
- Utilizzazione degli spazi secondo la norma SIA (*scelta multipla*)

## 6 Ipotesi e dati

### Generali

- i. La vita utile standard della misura  $N_s$  è di 15 anni.
- ii. I rendimenti dei motori corrispondono ai requisiti minimi delle classi di efficienza IE ai sensi del regolamento (UE) 2019/1781 [1]. La classe di efficienza del vecchio motore viene definita in base all'anno di fabbricazione secondo la tabella 1.



**Tabella 1** Classi di efficienza per anno di fabbricazione [4]

Anno di fabbricazione	Classe
<1999	IE1
1999– 2008	IE2
2008– 2016	IE3
≥ 2016	IE4

- iii. I rendimenti dei comuni tipi di trasmissione per i ventilatori sono indicati nella tabella 2.

**Tabella 2** Rendimento dei tipi di trasmissione comuni [3]

Tipo di trasmissione	Rendimento $\eta_{T,x}$ [-]
Nessuno/diretto	1.000
Cinghie piane o dentate	0.980
Cinghie trapezoidali	0.905

- iv. Per il calcolo del rendimento dei ventilatori esistenti  $\eta_{V,alt}$  viene usato un unico valore composto in parte da ventilatori assiali o con pale curvate all'indietro e per un terzo da ventilatori con pale curvate in avanti e che viene espresso come funzione della potenza nominale del motore (sull'albero)  $P_{m,alt}^{nom}$  [7]. Per il computo del nuovo impianto viene usato il rendimento totale  $\eta_{ges,neu}$  secondo la scheda tecnica.

$$\eta_{V,alt} = 0.0357 \cdot \ln(P_{m,alt}^{nom}) + 0.6656$$

- v. Le portate volumetriche nella zona di carico parziale  $q_{V,i}$  per i diversi tipi di esercizio sono espresse in maniera proporzionale alla portata volumetrica nominale  $q_V$  e sono riassunti nella tabella 3.
- vi. **Tabella 3** Produzione nella zona di carico parziale in base al tipo di esercizio [4]

Intervalli di carico $i$	Una velocità con timer	Due velocità con timer	Modulante, regolazione tramite sonda
0 %	0	0	0
1 % – 25 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.30 \cdot q_V$
25 % – 50 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.50 \cdot q_V$
50 % – 75 %	$q_V$	$0.67 \cdot q_V$	$0.75 \cdot q_V$
75 % – 100 %	$q_V$	$q_V$	$q_V$

- vii. I tempi di esercizio nei diversi intervalli di carico  $i$  sono definiti sulla base delle superfici e degli utilizzi di locali conformemente alla norma SIA 2024 [6]. Di norma sono utilizzate le tipiche quote di superficie degli utilizzi di locali per ogni categoria di edifici SIA conformemente all'allegato 6 della scheda tecnica.

## 7 Risultati

Considerati i dati e le ipotesi presentati, i risparmi di elettricità computabili per gli impianti di ventilazione sono calcolati in maniera uniforme. A seconda delle dimensioni della base di dati esistente, il risparmio computabile può essere definito in diversi modi. Inoltre, questo metodo di calcolo standardizzato offre valori standard per quasi tutti i parametri, che possono essere impiegati ogni qualvolta i dati necessari per il calcolo non sono disponibili. A tal fine viene usata la lista di monitoraggio accessibile pubblicamente LU-01a.



## 8 Esempio

Scenario A: Vengono sostituiti i ventilatori (motori inclusi) dell'intero impianto di ventilazione di un centro commerciale. I singoli parametri e i consumi annui di elettricità prima e dopo l'attuazione vengono misurati/calcolati tramite un'analisi di dettaglio.

Utilizzazione	Consumo annuo di elettricità (vecchio) [kWh/a]	Consumo annuo di elettricità (nuovo) [kWh/a]	Risparmio di elettricità computabile [MWh]
Vendita	150'000	100'000	<b>526.5</b>

Scenario B: Viene sostituito un ventilatore (motori inclusi) dell'impianto di ventilazione di un edificio scolastico. I singoli parametri e i consumi annui di elettricità prima e dopo l'attuazione sono desunti dalle schede tecniche e dalle targhette di identificazione:

### Stato attuale

- Ventilatore: portata volumetrica 33'100 m<sup>3</sup>/h, differenza di pressione totale 750 Pa
- Motore: Potenza nominale 3 kW, 4 poli, anno di fabbricazione 1999-2008
- Trasmissione: Cinghie piane
- Regolazione: Due velocità, con timer

### Nuovo stato

- Ventilatore: portata volumetrica 33'000 m<sup>3</sup>/h, differenza di pressione totale 750 Pa
- Sistema: Efficienza complessiva 65.2 %

Utilizzazione	Consumo annuo di elettricità (vecchio) [kWh/a]	Consumo annuo di elettricità (nuovo) [kWh/a]	Risparmio di elettricità computabile [MWh]
Scuola	22.8	13.4	<b>106.2</b>

## 9 Fonti

- [1] Commissione europea, *regolamento (UE) 2019/1781 della Commissione del 1° ottobre 2019 che stabilisce specifiche per la progettazione ecocompatibile dei motori elettrici e dei variatori di velocità in applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio recante modifica del regolamento (CE) n. 641/2009 della Commissione per quanto riguarda le specifiche per la progettazione ecocompatibile dei circolatori senza premistoppa indipendenti e dei circolatori senza premistoppa integrati in prodotti e abroga il regolamento (CE) n. 640/2009 della Commissione*, Bruxelles, 2019.
- [2] C. Burt, X. Piao, F. Gaudi, B. Busch, and N. Taufik, *Electric Motor Efficiency under Variable Frequencies and Loads*, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol. 134 (2), pagine 129-136, aprile 2008.
- [3] A. Huser, A. Huber et G. Huser, *Ravel Manuel de l'industrie – Notions et données d'économies d'énergie*, Ufficio federale dell'energia (UFE), Berna, 1994.
- [4] *Ersatz eines Lüftungsmonoblock*, Programma PEIK, Berna, 2019.
- [5] Commissione europea, *regolamento (UE) n. 327/2011 della Commissione, del 30 marzo 2011, recante modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile di ventilatori a motore la cui potenza elettrica di ingresso è compresa tra 125 W e 500 kW*, Bruxelles, 2011.
- [6] Società svizzera degli ingegneri e degli architetti, *Dati d'utilizzo di locali per l'energia e l'impiantistica degli edifici*, SIA 2024, 2021.



- [7] *Dati del progetto ProKilowatt, programmi di incentivazione di progetti per la ventilazione nell'ambito di Optivent 1, Optivent 2, OptiFood, OptiTown, OptiCare, OptiAct, Renera AG, 2024.*