



---

## Misura standardizzata HZ-02

# Sostituzione di circolatori senza premistoppa presenti negli edifici

## Documentazione

Numero della misura

HZ-02

Versione

1.0 (11.2024)

---



## 1 Prefazione

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) 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 miglioramento dell'efficienza energetica ed anche a chiunque altro sia interessato al risparmio di elettricità nell'ambito del miglioramento dell'efficienza energetica in base all'articolo 46b della legge sull'energia (LEne; RS 730.0).

## 2 Obiettivo

Il presente documento ha l'obiettivo di fornire una stima generale dei risparmi di elettricità ottenuti sostituendo i circolatori senza premistoppa (di seguito circolatori) presenti negli edifici con modelli più piccoli ed efficienti.

## 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               |
| $\dot{E}$        | Potenza elettrica                    | kW                |
| $f$              | Fattore                              | -                 |
| $H$              | Altezza manometrica                  | kPa               |
| $N_s$            | Durata standard dell'effetto         | a                 |
| $Q$              | Portata                              | m <sup>3</sup> /h |
| $t_{on}$         | Ore di esercizio annuali             | h/a               |
| $\Delta T$       | Differenza di temperatura            | K                 |

### Lettere greche

| Simbolo  | Termine                          | Unità |
|----------|----------------------------------|-------|
| $\eta$   | Grado di efficienza              | -     |
| $\phi_H$ | Potenza del generatore di calore | kW    |

### Indici

| Indice | Termine                |
|--------|------------------------|
| $x$    | Stato (vecchio, nuovo) |
| $y$    | Carico parziale        |



## 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 di 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 MWh             |
| $E_{alt}$        | 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 annuo di elettricità

Il consumo annuo di elettricità dei circolatori viene stimato in base alle registrazioni della potenza elettrica assorbita al  $\dot{E}_{y,x}$  25%, 50%, 75% e 100% della portata nominale e al tempo di esercizio annuo relativo  $f_{t,y}$  per i vari carichi parziali. La durata di esercizio annua assoluta è definita dalla variabile  $t_{on}$ . L'indice  $x$  indica la prima volta lo stato attuale (*alt*) e la seconda volta quello dopo il rinnovamento (*neu*).

$$E_x = t_{on} \cdot (f_{t,100\%} \cdot \dot{E}_{100\%,x} + f_{t,75\%} \cdot \dot{E}_{75\%,x} + f_{t,50\%} \cdot \dot{E}_{50\%,x} + f_{t,25\%} \cdot \dot{E}_{25\%,x})$$

|                 |  |
|-----------------|--|
| $E_x$           | Consumo annuo di elettricità, in kWh/a                 |
| $t_{on}$        | Ore di esercizio annuali, in ore all'anno              |
| $f_{t,y}$       | Durata di esercizio annua relativa con carico parziale |
| $\dot{E}_{y,x}$ | Potenza elettrica assorbita con carico parziale, in kW |

La potenza elettrica nominale (vale a dire al 100% del flusso nominale) è indicata dal costruttore della pompa e in genere riportata sulla targhetta della stessa (valore P1). La potenza elettrica assorbita con carico parziale viene stimata ricorrendo alle seguenti equazioni, a seconda della regolazione del numero di giri. L'indice  $y$  indica il carico parziale (25%, 50% e 75% della portata nominale).

A. Pompe con numero di giri **fisso** o impostabile:

$$\dot{E}_{y,x} = -0,34 \cdot \dot{E}_{100\%,x} \cdot y^2 + 0,67 \cdot \dot{E}_{100\%,x} \cdot y + 0,67 \cdot \dot{E}_{100\%,x}$$

B. Pompe con numero di giri **variabile**:

$$\dot{E}_{y,x} = y \cdot \left( 1 - \frac{1 - 4 \cdot (1 - y) \cdot f_R}{3} \right) \cdot \dot{E}_{y,x} \cdot \frac{\eta_{100\%,x}}{\eta_{y,x}}$$

Il parametro  $f_R$  rappresenta il fattore di regolazione, mentre  $\eta_{y,x}$  il grado di efficienza ai vari carichi parziali. Nel caso delle pompe dinamiche, quest'ultimo si definisce come segue:

$$\eta_{y,x} = -\eta_{100\%,x} \cdot y^2 + 2 \cdot \eta_{100\%,x} \cdot y$$

|          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| $y$      | Carico parziale in percentuale        |
| $\eta_y$ | Grado di efficienza a carico parziale |
| $f_R$    | Fattore di regolazione                |



Dal momento che la stima riguardante le potenze elettriche assorbite a carico parziale dipende unicamente dalla potenza elettrica nominale  $\dot{E}_{100\%,x}$ , la formula del consumo annuo di elettricità  $E_x$  viene semplificata ricorrendo a una costante  $f_a$ .

$$E_x = t_{on} \cdot \dot{E}_{100\%,x} \cdot f_a$$

|                     |   |
|---------------------|---|
| $E_x$               | Consumo annuo di elettricità, in kWh/a            |
| $t_{on}$            | Ore di esercizio annuali, in ore all'anno         |
| $\dot{E}_{100\%,x}$ | Potenza elettrica assorbita a pieno carico, in kW |
| $f_a$               | Fattore / costante                                |

## 5 Variabili di ingresso

### Circolatori per gruppi di riscaldamento

- Stato dell'edificio (*scelta multipla*)
- Potenza termica necessaria (*numero intero*)
- Numero di circolatori (*numero intero*) e per ciascun circolatore:
  - Sistema di emissione del calore nell'ambiente (*scelta*: tra corpi riscaldanti o a pavimento)
  - Regolazione del numero di giri (*scelta*: tra numero di giri fisso o variabile)
  - Quota di superficie di riferimento energetico servita (*percentuale*)
  - Precedente potenza elettrica nominale  $P1_{alt}$  in watt (*numero intero*)
  - Nuova potenza elettrica nominale  $P1_{neu}$  in watt (*numero intero*)

### Pompe di ricircolo dell'acqua calda

- Categoria di edificio (*scelta multipla*)
- Superficie di riferimento energetico (*numero intero*)
- Numero di circolatori (*numero intero*) e per ciascun circolatore:
  - Precedente potenza elettrica nominale  $P1_{alt}$  in watt (*numero intero*)
  - Nuova potenza elettrica nominale  $P1_{neu}$  in watt (*numero intero*)

## 6 Ipotesi e dati

### In generale

- i. La durata standard dell'effetto  $N_s$  è di 15 anni.
- ii. Il numero di ore di esercizio dei circolatori per gruppi di riscaldamento riferito al fabbisogno di riscaldamento specifico è in linea con i valori indicativi adottati dall'Associazione CECE [6].
- iii. Il numero di ore di esercizio per la circolazione di acqua calda è in linea con i valori indicativi adottati dall'Associazione CECE [6].
- iv. Il metodo di calcolo dell'indice di efficienza energetica (IEE) per i circolatori indicato dal Regolamento europeo 641/2009 [1] è rappresentativo della distribuzione della potenza termica annua [2].
- v. Nel caso di una pompa con numero di giri *fisso* o *impostabile manualmente*, si ipotizza una potenza assorbita in funzione della portata che segue un andamento a parabola, il cui il vertice corrisponde alla potenza massima con una portata del 100% e che ad una portata dello 0% presenta una potenza pari al 67% di quella massima [2].
- vi. Il grado di efficienza dei circolatori *dinamici* ad una portata del 75%, 50% e 25% si esprime con una parabola il cui vertice corrisponde al grado di efficienza con portata del 100% e che passa per l'origine [2].
- vii. Il fattore di regolazione dei circolatori a numero di giri variabile corrisponde al rapporto esistente tra la prevalenza minima ad una portata del 25% e la prevalenza minima ad una portata del 100%, a seconda del tipo di regolazione [2].



viii. I valori di  $f_a$  sono riassunti nella tabella 1.

**Tabella 1** Valori della costante  $f_a$

| Regolazione del numero di giri                    | Valore di $f_a$ |
|---|-----------------|
| Numero di giri fisso o impostabile (non regolato) | 0.89            |
| Delta P costante                                  | 0.66            |
| Delta P proporzionale alla portata                | 0.50            |

**Tabella 2** Durata di esercizio annua

| Scenario di applicazione                               | Ore di esercizio annuali |         |        |        |        |
|--|--------------------------|---------|--------|--------|--------|
|  | Totale                   | al 100% | al 75% | al 50% | al 25% |
|  | [h]                      | [%]     | [%]    | [%]    | [%]    |
| Riscaldamento (stato attuale $\leq 800$ m)             | 5'400                    | 6       | 15     | 35     | 44     |
| Riscaldamento (stato attuale $> 800$ m)                | 6'400                    | 6       | 15     | 35     | 44     |
| Riscaldamento (stato risanato <sup>1</sup> )           | 4'400                    | 6       | 15     | 35     | 44     |
| Acqua calda (casa plurifamiliare <sup>2</sup> , hotel) | 8'760                    | 100     | 0      | 0      | 0      |
| Acqua calda (altro)                                    | 3'000                    | 100     | 0      | 0      | 0      |

**Tabella 3** Fattore di regolazione  $f_R$

| Regolazione del numero di giri                    | Valore di $f_R$ |
|---|-----------------|
| Numero di giri fisso o impostabile (non regolato) | -               |
| Delta P costante                                  | 100%            |
| Delta P proporzionale alla portata                | 62.5%           |

## 7 Risultati

Sulla scorta delle ipotesi e dei dati presentati, nella tabella 4 viene calcolato il risparmio di elettricità computabile in riferimento alla potenza elettrica nominale  $P_1$  del vecchio circolatore (*alt*) e di quello nuovo (*neu*), nei vari scenari di applicazione.

**Tabella 4** Risparmio di elettricità computabile

| Scenario di applicazione             | Regolazione del numero di giri |                          | Risparmio di elettricità computabile                      |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|---|
|                                      | Vecchio ( <i>alt</i> )         | Nuovo ( <i>neu</i> )     | [MWh/apparecchio]   |
| Riscaldamento ( $\leq 800$ m s.l.m.) | nessuna regolazione            | $\Delta P$ costante      | $0.061 \cdot (0.89 \cdot P_{1alt} - 0.66 \cdot P_{1neu})$ |
|                                      | nessuna regolazione            | $\Delta P$ proporzionale | $0.061 \cdot (0.89 \cdot P_{1alt} - 0.50 \cdot P_{1neu})$ |
| Riscaldamento ( $> 800$ m s.l.m.)    | nessuna regolazione            | $\Delta P$ costante      | $0.072 \cdot (0.89 \cdot P_{1alt} - 0.66 \cdot P_{1neu})$ |
|                                      | nessuna regolazione            | $\Delta P$ proporzionale | $0.072 \cdot (0.89 \cdot P_{1alt} - 0.50 \cdot P_{1neu})$ |

<sup>1</sup> La qualità dell'incontro dell'edificio è pari almeno alla classe CECE C

<sup>2</sup> Casa plurifamiliare



|  |                        |                             |   |
|--|------------------------|-----------------------------|---|
| Riscaldamento<br>(stato risanato)              | nessuna<br>regolazione | $\Delta P$ costante         | $0.050 \cdot (0.89 \cdot P1_{alt} - 0.66 \cdot P1_{neu})$ |
|  | nessuna<br>regolazione | $\Delta P$<br>proporzionale | $0.050 \cdot (0.89 \cdot P1_{alt} - 0.50 \cdot P1_{neu})$ |
| Acqua calda<br>(casa plurifamiliare,<br>hotel) | nessuna<br>regolazione | nessuna<br>regolazione      | $0.100 \cdot (0.89 \cdot P1_{alt} - 0.89 \cdot P1_{neu})$ |
| Acqua calda<br>(altro)                         | nessuna<br>regolazione | nessuna<br>regolazione      | $0.034 \cdot (0.89 \cdot P1_{alt} - 0.89 \cdot P1_{neu})$ |

## 8 Esempio

Scenario: Sostituzione di due circolatori per gruppi di riscaldamento (con corpi riscaldanti), in un edificio ad uso abitativo di Ginevra avente una superficie di riferimento energetico di 800 m<sup>2</sup>.

### Dimensionamento

| Gruppo di riscaldamento | Potenza del generatore di calore | Superficie servita | Portata             | Altezza manometrica | Potenza idraulica |
|-------------------------|----------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
|                         | [kW]                             | [m <sup>2</sup> ]  | [m <sup>3</sup> /h] | [kPa]               | [Watt]            |
| Gruppo A                | 40                               | 400                | 1.72                | 25                  | 12                |
| Gruppo B                |                                  | 400                | 1.72                | 25                  | 12                |
| Totale                  |                                  | 800                |                     | -                   | 24                |

### Risparmio

| Gruppo di riscaldamento | Potenza elettrica ( <i>alt</i> ) | Regolazione del numero di giri ( <i>alt</i> ) | Potenza elettrica ( <i>neu</i> ) | Regolazione del numero di giri ( <i>neu</i> ) | Risparmio di elettricità computabile |
|-------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|---|--------------------------------------|
|                         | [Watt]                           | [-]   | [Watt]                           | [-]   | [MWh]                                |
| Gruppo A                | 55                               | nessuna regolazione                           | 25                               | dP prop.                                      | 2.2                                  |
| Gruppo B                | 55                               | nessuna regolazione                           | 25                               | dP prop.                                      | 2.2                                  |
| Totale                  | 110                              | -   | 50                               | -   | <b>4.4</b>                           |



## 9 Allegato I

Sulla sola base della potenza elettrica nominale  $P_1$  del vecchio circolatore è impossibile, all'atto della sostituzione, riconoscere un sovradimensionamento. Per risolverlo è necessario stimare la potenza idraulica minima necessaria  $P_{hyd}$ . I dati più importanti per stimare la potenza idraulica sono la portata  $Q$  in  $m^3/h$  e l'altezza manometrica  $H$  in Pa.

$$P_{hyd} = \frac{Q \cdot H}{3600}$$

### Portata

La portata nominale in  $m^3/h$  può essere stimata ricorrendo a:

- potenza richiesta al generatore di calore per il riscaldamento  $\phi_{H,gen}$  in kWh/a, da determinarsi secondo il procedimento di cui alla scheda [5],
- differenza di temperatura tra i sistemi di emissione del calore nel punto di consegna  $\Delta T$  in K. La differenza è stabilita in via generale nella tabella 5, a seconda del tipo di sistema di emissione del calore nell'ambiente.

Nel caso di più gruppi di riscaldamento, le superfici di riferimento energetico (SRE) dei gruppi possono servire da chiave di ripartizione.

$$Q = \frac{\phi_{H,gen}}{1.161 \cdot \Delta T}$$

### Altezza manometrica

L'altezza manometrica in Pa dei circolatori per gruppi di riscaldamento è stabilita in via generale nella tabella 5, a seconda del tipo di sistema di emissione del calore nell'ambiente.

**Tabella 1** Parametri di sistemi di riscaldamento

| Sistema di emissione del calore nell'ambiente | Altezza manometrica [kPa] | Differenza di temperatura [K] |
|---|---------------------------|-------------------------------|
| Riscaldamento a pavimento                     | 50                        | 5                             |
| Radiatori (normali)                           | 25                        | 10                            |

## 10 Allegato II

La potenza elettrica nominale  $P_1$  che la norma SIA 385/1:2020 [3] indica come massima consentita per le pompe nuove di ricircolo dell'acqua calda si determina in base alla lunghezza (delle condotte orizzontali e verticali) del circuito di ricircolo. Quest'ultimo può essere stimato in modo lineare ricorrendo alla superficie di riferimento energetico (SRE). I vari parametri e le funzioni sono riassunti nella tabella 6.

**Tabella 2** Lunghezza tipica dei circuiti di ricircolo [4]

| Elemento                 | Lunghezza tipica             |
|--------------------------|------------------------------|
| Condotte orizzontali [m] | $26 + 0.02 \cdot \text{SRE}$ |
| Condotte verticali [m]   | $0.075 \cdot \text{SRE}$     |
| Totale [m]               | $26 + 0.1 \cdot \text{SRE}$  |



## 11 Fonti

- [1] Commissione Europea, *Regolamento (CE) n. 641/2009 della Commissione del 22 luglio 2009 recante modalità di applicazione della direttiva 2005/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile dei circolatori senza premistoppa indipendenti e dei circolatori senza premistoppa integrati in prodotti*, Bruxelles, 2009.
- [2] *Sostituzione di pompe*, Programma PEIK, Berna, 2019.
- [3] Società svizzera degli ingegneri e degli architetti, *Impianti per l'acqua calda sanitaria negli edifici – Basi generali e requisiti*, SIA 385/1, 2020.
- [4] Wolff, D., von Krosigk, D. et al, *Einfluss der Verteilungsverluste bei der energetischen Modernisierung von Mehrfamilienhäusern. Analyse und Ableitung von Optimierungsmaßnahmen*, Projekt im Auftrag des proKlima enercity-Fonds, Hannover/Braunschweig/Wolfenbüttel, 2012.
- [5] *Determinazione della potenza del generatore termico*, SvizzeraEnergia, Berna, 2015.
- [6] Scuola universitaria della Svizzera nord-occidentale (FHNW), *Standard CECE - Versione 2.1.0*, Associazione GEAK-CECB-CECE, Berna, 2023.