

Sostituzione intelligente delle pompe: per un futuro efficiente sotto il profilo energetico

Le pompe sono indispensabili in molti processi industriali e infrastrutture. La loro sostituzione comporta delle sfide, ma racchiude anche un enorme potenziale per accrescere l'efficienza e ridurre i costi.

Nelle aziende e nelle infrastrutture, le pompe svolgono 24 ore su 24 un lavoro indispensabile di trasporto, distribuzione e garanzie di sicurezza dei processi. Spesso, però, non ci si accorge che sono divoratrici di elettricità. La loro vita utile può durare decenni, rendendole tecnicamente obsolete. Sostituirle sembraspesso rischioso, come ammonisce una massima molto diffusa: «never touch a running system!».

Questo approccio, tuttavia, impedisce spesso di sfruttare grandi potenziali di risparmio. Le pompe vecchie, di dimensioni eccessive o senza regolazione, consumano inutilmente molta elettricità per anni, spesso senza che lo si noti. La sostituzione efficiente delle pompe non solo riduce il consumo energetico fino al 50 %, ma accresce anche la sicurezza del processo e riduce sensibilmente i costi di manutenzione dell'impianto: questo, a condizione che il nuovo impianto abbia le dimensioni corrette, sia regolato in modo ottimale e integrato nel sistema esistente.



«Presso Lonza, le pompe rappresentano il 44 % del consumo energetico. Analizziamo continuamente la loro efficienza per identificare le pompe che richiedono interventi».

Andreas Imstepf, Energiemanagement, Lonza AG, Visp

Questo foglio informativo fornisce le conoscenze necessarie, evidenzia le fonti di errore più frequenti e presenta esempi pratici. Per i progettisti e gli operatori, è un ausilio per orientarsi su come ottenere con ponderazione vantaggi in termini di efficienza economica.

Sommario

Impianti obsoleti	2
Dimensionamento corretto	3
Strozzatura e bypass	4
Convertitori di frequenza	5
Buona pianificazione	6
Esempi pratici	7
Per finire	8

Quando le pompe invecchiano: costi energetici nascosti

In molte aziende e infrastrutture ci sono pompe che funzionano da decenni, spesso ignorate, ma sempre collegate alla rete elettrica. Ciò che si dimentica è che oltre il 95% dei costi del ciclo di vita di una pompa riguarda il consumo energetico. Le pompe obsolete sono spesso inefficienti, causano costi di fermo e di manutenzione elevati e gonfiano la bolletta dell'elettricità. L'efficienza del loro motore è solitamente ben al di sotto degli standard attuali.

Per una valutazione iniziale, le domande più importanti sono:

- Quando è stata installata la pompa?
- Qual è la potenza elettrica della pompa?
- Quante ore di funzionamento annue effettua la pompa?
- Qual è la classe di efficienza del motore?
- Qual è la prevalenza che la pompa deve superare?
- Qual è la portata che la pompa deve erogare?

Una sostituzione può essere particolarmente conveniente in presenza di processi di lunga durata o di portate elevate. Tuttavia, è importante che la sostituzione sia tecnicamente ragionevole e non comprometta il funzionamento corrente.

L'esperienza dimostra che si hanno grandi potenzialità di risparmio nel caso di pompe che sono più,

- vecchie (installate prima del 2005),
- con molte ore di funzionamento (> 1000 h/a),
- e con un'elevata potenza (> 30 kW).

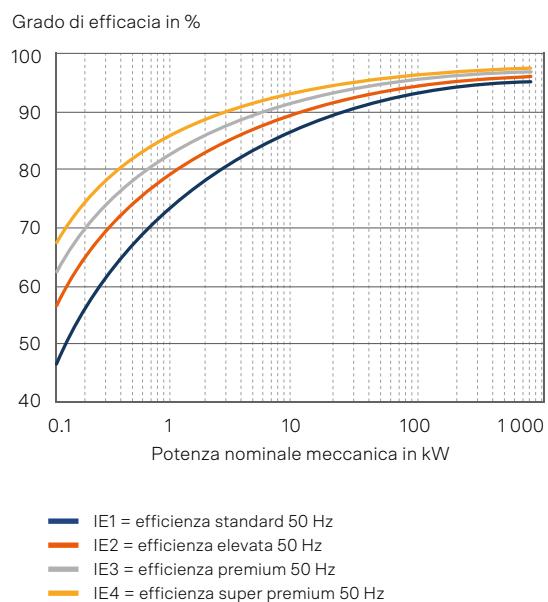


Immagine 1: grado di efficienza di motori elettrici a 4 poli per le classi di efficienza da IE1 (standard) a IE4 (super-premium).

Requisiti minimi di efficienza per i motori

Categoria dispositivi		Potenza [kW]	Efficienza minima
Motori elettrici	2-8-poli	0,12-0,75	IE2
	2-8-poli	0,75-1000	IE3
	2-6-poli	5,5-200	IE4
Pompe di circolazione	(a rotore bagnato)		EEI ≤ 0,2
Pompe per acqua			MEI ≥ 0,4
Convertitore di frequenza		0,12-1000	IE2

IE = International Efficiency (efficienza internazionale), EEI = Energy Efficiency Index (indice di efficienza energetica), MEI = Minimum Efficiency Index (indice minimo di efficienza)

Tabella 1: norme sull'efficienza energetica per dispositivi e impianti secondo l'OEEne, da 2.7 a 2.9 (dati 2025).

Spesso, meno è di più: vantaggi di un dimensionamento corretto.

Lo spreco di energia è spesso causato dal sovradimensionamento delle pompe. I costruttori di impianti e gli operatori scelgono spesso impianti e pompe di dimensioni eccessive «per sicurezza». Così facendo, intendono minimizzare il rischio di aver pianificato componenti e pompe troppo piccoli, qualora i dati relativi agli impianti non siano sicuri o in caso di potenziali scenari di espansione.

Ma questa sicurezza ha un caro prezzo:

A causa del sovradimensionamento è necessario strozzare costantemente l'intero sistema per evitare un flusso eccessivo. Ciò causa un grande spreco di energia; inoltre, la pompa funziona a bassa efficienza. Se vengono strozzate, ad esempio tramite valvole a cassetto o bypass, le pompe operano a un punto di funzionamento molto inefficiente. La prevalenza aumenta e la portata volumetrica diminuisce, ma il consumo energetico rimane quasi invariato.

Il modello adeguato

Un confronto tra il fabbisogno operativo reale e la progettazione tecnica aiuta a individuare il modello adeguato. In caso di rinnovamento si raccomanda un nuovo dimensionamento basato su profili di carico misurati. Le pompe più piccole a velocità di rotazione variabile sono la scelta più efficiente, specialmente nel caso di portate variabili.

Cause tipiche di sovradimensionamento:

- Fattori di sicurezza nella progettazione
- Requisiti di processo non chiari
- Potenza di riserva futura prevista
- Base di programmazione mancante o obsoleta
- Cambiamenti nel processo (di produzione) che rendono obsolete le dimensioni originariamente determinate in modo corretto
- La pompa eroga più del necessario per il processo (p.es. dissipazione del calore)
- La pompa fornisce sempre la massima portata, indipendentemente dalle reali esigenze del processo

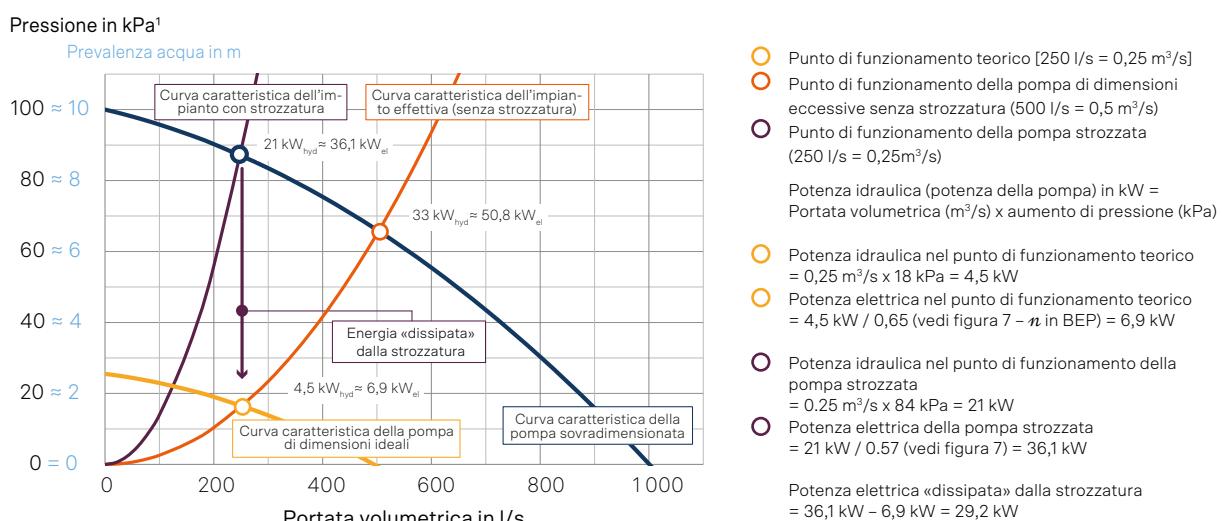


Immagine 2: esempio di pompa sovradimensionata che deve essere strozzata.

La strozzatura modifica il punto di funzionamento: ciò causa una costosa «dissipazione di energia»

¹ Nella prassi, per i calcoli si utilizzano sia la pressione (kPa) sia la prevalenza (m). Una pressione di 10 kPa corrisponde a una prevalenza di 1,019 m. Per maggiore chiarezza, le illustrazioni utilizzano entrambe le grandezze, presupponendo un rapporto di 10 kPa ≈ 1 m. Nelle pompe di alimentazione, 0 kPa corrisponde alla pressione statica.

Strozzatura e bypass, i «dissipatori di energia» nascosti

Il metodo più semplice per «catturare» la portata di una pompa, se eccessiva, è la strozzatura o l'utilizzo parziale (bypass) della portata volumetrica. Il vantaggio di queste soluzioni è dato dal basso costo iniziale per un'implementazione rapida: sono quindi ampiamente diffuse. Il rovescio della medaglia è che sono spesso molto inefficienti e fanno aumentare sensibilmente il consumo e i costi dell'elettricità. In molti casi, l'adozione di un sistema di regolazione adeguato al fabbisogno (p.es. un convertitore di frequenza [CF]) verrebbe ammortizzata in breve tempo.

La strozzatura: restrizione meccanica della portata

Con una valvola a farfalla (valvola a cassetto) si aumenta la contropressione; la pompa incontra quindi una maggiore resistenza. Ciò riduce il flusso volumetrico ([vedi immagine 2](#)). Come conseguenza di una strozzatura, il consumo di elettricità e il carico del motore rimangono elevati, mentre l'efficienza complessiva diminuisce. La strozzatura causa un funzionamento inefficiente del sistema.

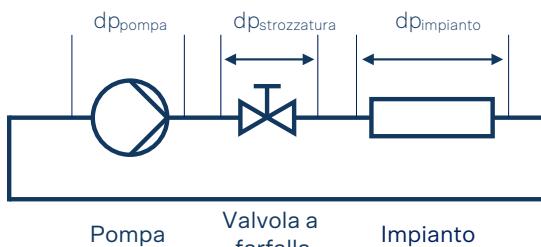


Immagine 3: una valvola a farfalla abbassa la portata fino al fabbisogno effettivo (m^3/s). L'equazione che descrive tale condizione è:

$$dp_{pompa} = dp_{strozzatura} + dp_{impianto}$$

Il bypass: un trasporto inutile di acqua in circolo

Con il bypass, solo una parte del flusso volumetrico $Q_{impianto}$ è trasportato all'impianto. La parte rimanente del flusso volumetrico Q_{bypass} è fatta «deviare» attraverso una valvola di bypass e fatta tornare inutilizzata alla pompa. La pompa funziona a piena potenza anche se viene impiegata solo una parte del mezzo. Anche questa non è una soluzione efficiente.

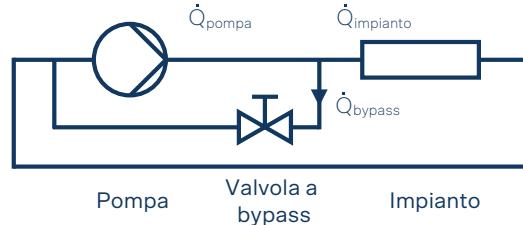
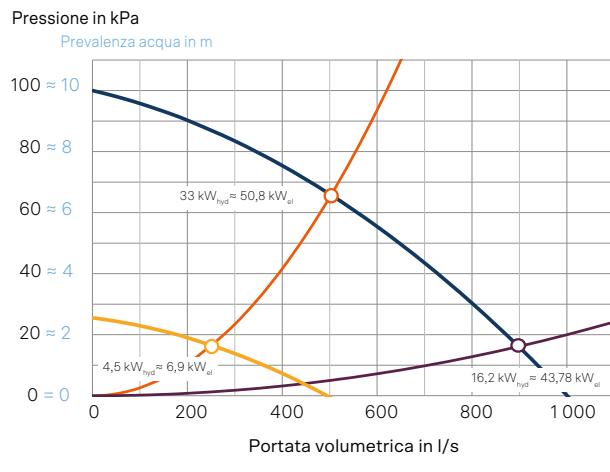


Immagine 4: una valvola bypass fa tornare direttamente alla pompa una parte del flusso volumetrico, regolando il fabbisogno effettivo (m^3/s). A questo proposito vale il principio che $Q_{pompa} = Q_{bypass} + Q_{impianto}$



- Punto di funzionamento teorico (250 l/s)
- Punto di funzionamento della pompa di dimensioni eccessive senza strozzatura (500 l/s)
- Punto di funzionamento della pompa con bypass (900 l/s)
- Curva caratteristica della pompa di dimensioni ideal
- Curva caratteristica della pompa sovradimensionata
- Curva caratteristica dell'impianto effettivo (senza strozzatura)
- Curva caratteristica dell'impianto con strozzatura

Immagine 5: tramite una valvola bypass, la pompa convoglia inutilmente 650 l/s aggiuntivi.

Alternative a strozzature e bypass

Per le pompe di grandi dimensioni con funzionamento continuo, l'installazione di un convertitore di frequenza ([vedi pagina 5](#)) non è l'unica alternativa. Se il punto di funzionamento è prossimo al massimo grado di efficienza, la portata può essere ridotta utilizzando un motore a bassa velocità di rotazione (per pompe di grandi dimensioni) o installando una girante più piccola. Se il punto di funzionamento è molto lontano dal massimo grado di efficienza, la pompa andrebbe sostituita con un modello più piccolo, adeguatamente dimensionato.

Convertitori di frequenza: la chiave per una maggiore efficienza

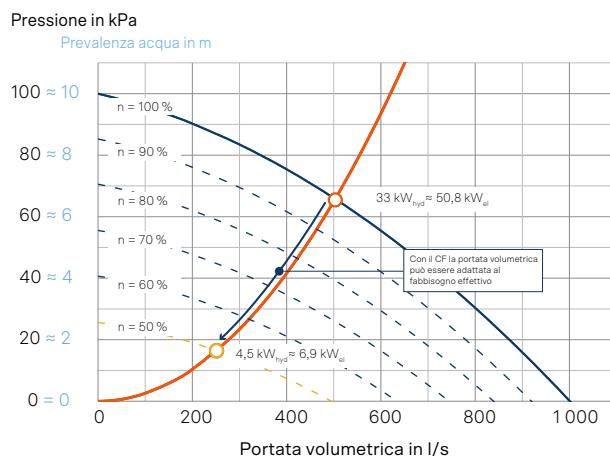
I convertitori di frequenza (CF) permettono di regolare la velocità di rotazione delle pompe in base al fabbisogno. Invece di ricorrere a velocità fisse o strozzature meccaniche, si adatta la potenza in modo flessibile al fabbisogno effettivo del processo.

Vantaggi

- Riduzione significativa del consumo di elettricità
- Prevenzione dell'inutile funzionamento a pieno carico
- Meno usura
- Migliore adattamento a condizioni di processo variabili
- Temperature del sistema più basse
- Rumorosità minor

Campi di applicazione tipici

- Processi con portata molto variabile
- Fluttuazioni stagionali o giornaliere
- Sistemi controllati da sensori (p. es. pressione o livello di riempimento)
- Ottimizzazione dell'efficienza energetica per pompe sovradimensionate, a condizione che il punto di funzionamento sia vicino al massimo grado di efficienza del sistema.



- Punto di funzionamento teorico (250 l/s)
- Punto di funzionamento della pompa di dimensioni eccessive senza strozzatura (500 l/s)

- Curva caratteristica della pompa con velocità di rotazione ridotta (n)
- Curva caratteristica della pompa sovradimensionata
- Curva caratteristica dell'impianto effettiva (senza strozzatura)
- Curva caratteristica della pompa di dimensioni ideali

Immagine 6: la pompa eroga 500 l/s con una prevalenza di 6,5 m. Se il motore della pompa viene «dimmerato» al 50% con un convertitore di frequenza, i 250 l/s possono essere erogati con una prevalenza di 1,8 m.

Considerare l'autoconsumo e i requisiti minimi di efficienza energetica

Spesso si dimentica che i convertitori di frequenza hanno un autoconsumo di circa il 2%. Per processi costanti che non necessitano di regolazione è quindi preferibile dimensionare correttamente la pompa ed evitare l'uso del convertitore di frequenza. Inoltre, esistono requisiti di efficienza anche per i convertitori di frequenza, che devono soddisfare almeno la classe di efficienza IE2.

Risparmi con tempi di ammortamento brevi

Un sistema di pompaggio con 6 pompe da 20 kW, in funzione per 4 000 ore all'anno, con un prezzo dell'elettricità di 15 cent./kWh genera costi elettrici annuali di 72 000 franchi. Una regolazione tramite CF permette di risparmiare fino al 40% di energia, ovvero oltre 25 000 franchi all'anno. L'investimento in un CF si ammortizza solitamente in breve tempo.

Pianificazione accurata, risultati migliori

Sostituire una pompa non è semplice e richiede una preparazione tecnica e organizzativa meticolosa.

Tipicamente si incontrano le seguenti difficoltà:

- Finestre di revisione brevi
- Integrazione complessa nel sistema di processo
- Necessità di adattare tubazioni, basamenti o sistemi di controllo
- Coordinamento con altri componenti dell'impianto

Per l'implementazione concreta in azienda si raccomanda la seguente procedura:

1. Effettuare un quick-check

Verificare con il [quick-check](#) di SvizzeraEnergia se l'azienda è idonea per un'analisi approfondita.



2. Effettuare un'analisi sommaria

Con il [tool per un'analisi sommaria](#) dei sistemi di azionamento elettrici di SvizzeraEnergia rilevate le pompe nella vostra azienda.

Questo strumento identifica le pompe con il maggior potenziale di risparmio energetico.



3. Analisi di dettaglio

Se il potenziale di risparmio è significativo, segue un'[analisi di dettaglio](#) sul posto per determinare esattamente fattibilità, risparmi e costi. Per ottenere un quadro preciso dell'impianto potrebbe essere necessario determinare le portate richieste. Ciò è possibile senza interventi nel sistema, utilizzando misuratori di portata a ultrasuoni clamp-on. Questi si possono noleggiare presso molti fornitori di strumenti di misura.

Punti di riferimento per il dimensionamento delle pompe

Le pompe correttamente dimensionate

- funzionano vicino al Best Efficiency Point (BEP),
- richiedono strozzatura minima e
- funzionano raramente a intermittenza; idealmente, con funzionamento a velocità controllata.

Best Efficiency Point (BEP)

Il Best Efficiency Point (BEP) è il punto in cui la curva di efficienza della pompa raggiunge il suo massimo. Il BEP è descritto dagli strumenti di dimensionamento delle pompe dei produttori. Il punto di funzionamento ideale della pompa dovrebbe situarsi tra il 40 % e il 60 % della portata massima.

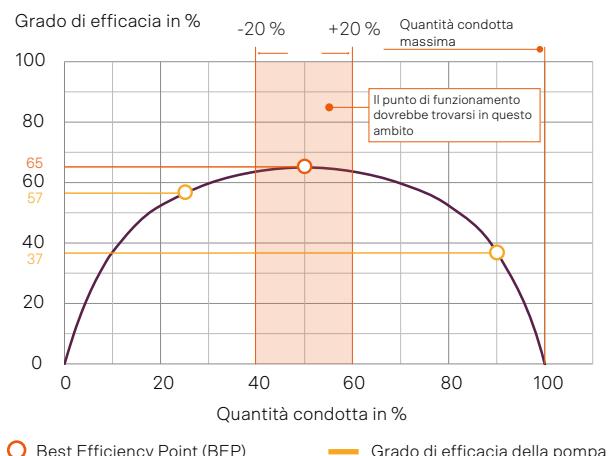


Immagine 7: il punto di funzionamento ideale si situa tra il 40 % e il 60 % della portata massima.

Coprire il funzionamento in standby con una piccola pompa di mantenimento pressione

Alcune pompe devono mantenere la pressione del sistema al di fuori dell'orario d'esercizio. Un esempio di questo tipo sono le pompe degli acquedotti, le quali garantiscono che la rete idrica non si svuoti a causa di perdite. Le grandi pompe di rete sono però inefficienti per piccole quantità d'acqua. Pertanto, può essere conveniente utilizzare piccole pompe di mantenimento pressione per ridurre il consumo energetico e i costi.

Esempi pratici

Esempio 1

ARA Foce Maggia, Locarno

Il Consorzio Depurazione Acque del Verbano (CDV) gestisce due impianti di depurazione (ARA) sul Lago Maggiore: Foce Maggia (Locarno) e Foce Ticino (Gordola). L'impianto di Gordola produce biogas dal fango di depurazione di entrambi gli impianti. I due siti sono collegati da una condotta lunga 9 km. Una pompa per fanghi a Locarno trasferisce quotidianamente a Gordola per tre-quattro ore circa 250 m³ di fango.

I vecchi e rumorosi motori a corrente continua BBC consumavano molta elettricità e richiedevano notevoli costi di raffreddamento e manutenzione. Attualmente, una moderna pompa sommersa a frequenza regolata ha sostituito i vecchi motori. Consuma circa 60 kW anziché 130 kW, è più silenziosa, richiede meno manutenzione ed è più efficiente sotto il profilo energetico.

«Adesso una sostituzione ci costa di più, ma otteniamo un risparmio significativo nel ciclo di vita degli impianti».

Matteo Rossi, Direktor CDV



Risultato:

- 80 MWh in meno di consumo annuo di elettricità
- Risparmio annuale: 12 000 – 15 000 franchi
- investimento: ca. 100 000 franchi
- Ammortamento: da 6 a 8 anni

Esempio 2

Kimberly-Clark, Niederbipp

Kimberly-Clark produce carte igieniche a Niederbipp. Nel corso di un'ottimizzazione dell'esercizio, l'attenzione si è concentrata anche sulle pompe. Inizialmente, si trattava di problemi legati ai pezzi di ricambio e della transizione dalla lubrificazione a olio a quella a grasso. Ne è emerso un significativo potenziale di risparmio energetico: diverse pompe erano inefficienti, alcune strozzate, altre collegate in serie con un basso grado di efficienza.

24 vecchie pompe, con potenze elettriche comprese tra 7,5 e 55 kW e un consumo annuale di elettricità di 4,22 GWh, sono state sostituite con modelli più efficienti. Le nuove pompe sono state dimensionate più piccole, dotate di moderne guarnizioni e integrate con motori IE3.

«La sostituzione delle 24 pompe per acqua e sostanze dense ha ripagato Kimberly-Clark sotto più aspetti».

Jan Tschudin, Kimberly-Clark



Risultato: ogni anno ...

- 1,54 GWh in meno di consumo annuo di elettricità (-36 %);
- risparmio sui costi di elettricità: 154 000 franchi;
- risparmio sui costi di manutenzione: 50 000 franchi

Ulteriori informazioni

Sostegno nella scelta di azionamenti elettrici con potenziale di risparmio

SvizzeraEnergia

- Quick-Check
- Analyse préliminaire

incite-tool.ch

Pompe efficienti grazie all'ottimizzazione degli impianti

SvizzeraEnergia

svizzeraenergia.ch/sistemi-dazionamento/pompe/

Incentivazione di analisi di dettaglio

SvizzeraEnergia incentiva le analisi di dettaglio con un contributo fino al 40 % o a 15 000 CHF (dati 2025).

svizzeraenergia.ch/richiedere-una-consulenza/analisi-dettagliate/

Programma di incentivazione ProKilowatt

ProKilowatt sostiene progetti che riducono il consumo di elettricità. Il programma copre fino al 30 % dei costi di investimento per promuovere la sostituzione di vecchi impianti e l'uso di tecnologie efficienti.

prokw.ch/it/

Miglioramenti dell'efficienza energetica da parte dei fornitori di energia elettrica

Dal 2025, i fornitori di energia elettrica sono obbligati a fornire un contributo concreto alla sicurezza dell'approvvigionamento attraverso misure di risparmio energetico. Chiedete al vostro fornitore di energia elettrica se fornisce supporto finanziario o tecnico al vostro progetto di efficienza nel settore delle pompe.



Quand'è che una pompa è troppo grande?

Una pompa è probabilmente sovradimensionata se

- Il suo funzionamento non richiede mai più del 60 % della portata nominale,
- Funziona costantemente con una strozzatura superiore al 30 %,
- Eroga costantemente più del 30 % tramite un bypass,
- Con un convertitore di frequenza, non assorbe mai più del 60 % della potenza nominale.

La presente pubblicazione è stata realizzata in collaborazione con Swissmem tecnica del settore pompe.

SvizzeraEnergia
Ufficio federale dell'energia UFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Indirizzo postale: CH-3003 Berna

Infoline 0848 444 444
infoline.svizzeraenergia.ch

svizzeraenergia.ch
svizzeraenergia@ufe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz

Fonte delle immagini:

Fotolia (46951342): figura copertina

Topmotors: pagina 7, a sinistra

Kimberly-Clark, Niederbipp: pagina 7, a destra

Illustrazioni:

Topmotors, foglio informativo 23: pagina 2

«Chemie & more» 02.15: pagina 3 (fonte originaria)

zweiweg e Gloor Engineering: pagine 3, 4, 5 e 6 (ulteriori sviluppi)