

The background features a 3D bar chart with several vertical bars of varying heights on the left side. On the right side, there is a large 3D pie chart with several slices. The entire scene is rendered in a grayscale, semi-transparent style.

**TECNOLOGIE E INTERVENTI
PER L'EFFICIENZA ENERGETICA**

**Motori ad elevata efficienza e
variatori di velocità**



IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

Obiettivi dell'UE ed dell'Italia per migliorare l'efficienza energetica 1

DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA: I MOTORI AD ELEVATA EFFICIENZA

I vantaggi rispetto ai motori tradizionali 3

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DEI MOTORI AD ALTA EFFICIENZA

Parametri e tempi di ritorno dell'investimento 6

DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA: I VARIATORI DI VELOCITA'

Ottimizzare il rendimento dei motori

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DELL'INSTALLAZIONE DEGLI INVERTER

Parametri e tempi di ritorno dell'investimento 15

APPENDICE: Siti Web Utili per approfondire 17

IL CONTESTO DI RIFERIMENTO



OBIETTIVI DELL'UE E DELL'ITALIA PER MIGLIORARE L'EFFICIENZA ENERGETICA

Di fronte a una domanda energetica mondiale in continua crescita e prevalentemente soddisfatta dall'uso di combustibili fossili, presenti in quantità limitate e maggiori responsabili delle emissioni in atmosfera di gas clima alteranti, è andata maturando la convinzione che sia necessario intervenire sui **livelli e sulle modalità di consumo delle risorse energetiche**, per poter garantire un equilibrato e duraturo sviluppo e mitigare i processi di cambiamento climatico in atto.

In Italia, le problematiche energetiche sono aggravate dalla forte dipendenza dalle importazioni di energia dalle aree di produzione d'oltralpe, non disponendo in misura significativa di fonti energetiche nazionali.

Tutto ciò si ripercuote sulla bolletta energetica del sistema paese, con un costo dell'energia superiore a quello degli altri paesi che contribuisce insieme ad altri fattori a minare la competitività delle nostre imprese.

L'Unione Europea nel marzo del 2007 si è data tre obiettivi specifici da raggiungere per il 2020. Fra questi obiettivi vi è anche la riduzione del 20% dei consumi energetici rispetto a quelli attuali. Per poter conseguire questo obiettivo, il miglioramento dell'efficienza negli usi finali di energia è una delle strade da perseguire. In tale direzione, sono stati realizzati alcuni programmi europei, a cui hanno partecipato tutti i paesi della UE a 15, compresa l'Italia, che puntano a trovare delle soluzioni per l'efficientamento dei consumi di energia elettrica, analizzando i consumi degli impianti esistenti e la loro gestione.

Tra questi programmi ve ne sono alcuni dedicati specificatamente ai motori elettrici, considerato che essi, i motori, all'interno del ciclo produttivo, sono i maggiori utilizzatori di energia elettrica, e ad essi è imputabile la maggior parte di consumo di energia elettrica nel settore industriale.

I motori elettrici rivestono importanza anche in considerazione del fatto che la loro numerosità è uno degli indicatori con cui si misura il livello tecnologico di un paese. Anche se va precisato che negli ultimi anni a questo indicatore quantitativo si sta affiancando un indicatore qualitativo, basato sull'innovazione tecnologica dei motori, e in particolare sul rendimento energetico degli stessi.

L'uso di motori ad alta efficienza rientra nel programma per la riduzione dei consumi di energia e l'efficientamento dei processi produttivi, ossia l'introduzione in azienda di tecnologie ad elevata efficienza energetica.

Nel 2004, il consumo totale di energia elettrica in Italia è stato di 301.400 GWh, di cui il 51% (151.200 GWh) nel settore industriale. In questo settore il 74% (112.000 GWh) dei consumi di energia elettrica è dovuto dall'utilizzo dei sistemi motore, asserviti ai vari macchinari ed impianti di trasformazione.

Per sistema motore si intende qualsiasi sistema composto dal motore elettrico, dall'organo di trasmissione e dalla macchina operatrice azionata dal motore che può essere, per esempio, un impianto di sollevamento, una coclea, un ventilatore, una pompa, un impiant-

-to per aria compressa, ecc.

PRINCIPALI CONSUMI ELETTRICI NEL SETTORE INDUSTRIALE

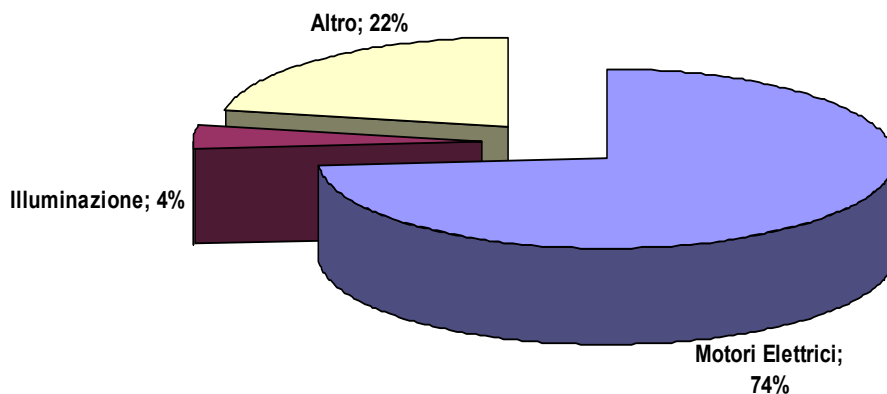


FIG. 1 - Consumi elettrici nel settore industriale (anno 2004)

Con riferimento agli usi finali di energia, ricerche condotte nell'ambito del Progetto comunitario SAVE hanno dimostrato la possibilità di risparmiare sino al 29% dell'energia consumata dai motori elettrici. Per il nostro Paese, ridurre del 29% i consumi elettrici dei motori installati, porterebbe una riduzione del consumo di energia elettrica pari 32.000 GWh, quasi l'11% dei consumi complessivi italiani di energia elettrica del 2004. A tale risparmio corrisponde una riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera di circa 16 milioni di tonnellate, pari a oltre il 17% delle emissioni da tagliare per centrare l'obiettivo del Protocollo di Kyoto.

DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA: I MOTORI AD ELEVATA EFFICIENZA



I VANTAGGI RISPETTO AI MOTORI TRADIZIONALI

Sul mercato sono presenti, accanto ai motori elettrici tradizionali, motori elettrici ad alta efficienza. Prima di illustrare le principali differenze fra i motori tradizionali e quelli ad alta efficienza energetica è bene soffermarsi su come sia possibile distinguere sul mercato un motore ad alta efficienza da un motore che non lo è (motori tradizionali).

I motori ad alta efficienza coprono la gamma di potenze che va da 1,1 a 90 kW. Il CEMEP (Comitato Europeo Costruttori Macchine Rotanti e Elettronica di Potenza) e la Commissione Europea hanno raggiunto un accordo volontario sulla classificazione energetica dei motori elettrici. Con tale accordo sono state stabilite tre classi di efficienza energetica: eff1, eff2 e eff3 (vedi Figura 2). Per ogni classe sono stati definiti i rendimenti minimi.

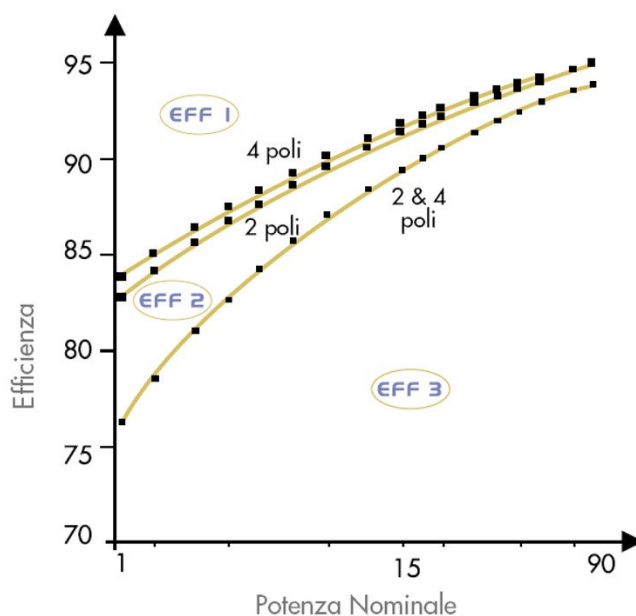


FIG. 2 - Efficienza dei motori a 4 poli (1,1 - 90 kW)

I costruttori aderenti all'accordo si sono impegnati a rispettare questi valori minimi e rilasciano un certificato del produttore che attesta la classe energetica di appartenenza del motore. I motori ad alta efficienza hanno un'efficienza migliore del 2% - 6% rispetto ai motori tradizionali e permettono un significativo risparmio di energia.

Per ottenere la massima prestazione energetica dai motori elettrici, è indispensabile ridurre al minimo le perdite che si hanno dalle varie trasformazioni di energia che si verificano nel funzionamento del motore stesso: si passa infatti da energia elettrica a energia elettromagnetica per poi trasformarla ancora in energia motrice. I motori ad alta efficienza si differenziano da quelli tradizionali proprio per la riduzione al minimo di queste perdite.

Nei motori tradizionali, infatti, si hanno perdite causate principalmente da:

- perdite meccaniche, per attrito (nei cuscinetti e alle spazzole) e per ventilazione;
- perdite nel ferro a vuoto (proporzionali al quadrato della tensione), costituite da perdite per isteresi consistenti nell'energia dispersa nei cambi di direzione del flusso, e perdite per correnti parassite causate dalle correnti circolanti entro il nucleo, indotte dai cambiamenti di flusso;
- perdite per effetto Joule (proporzionali al quadrato della corrente), negli avvolgimenti di statore e rotore.

Nei motori ad alta efficienza queste perdite sono state ridotte intervenendo sui materiali o modificando alcuni elementi costruttivi quali:

1. **nucleo**, realizzato con lamierini a basse perdite che diminuiscono le perdite a vuoto;
 2. sezione maggiorata dei **conduttori dello statore** e del rotore per ridurre le perdite per effetto Joule;
- attenta scelta del **numero di cave** e della **geometria** delle stesse.

Per quanto riguarda le componenti del motore ad alta efficienza, non è necessario introdurre nuove tecnologie, ma basta utilizzare e diffondere quelle già sviluppate dalla ricerca e disponibili sul mercato.

L'accordo del CEMEP sulla classificazione dei motori ad alta efficienza, si riferisce a motori asincroni trifase di bassa tensione, con rotore a gabbia in corto circuito unificati, autoventilati, in costruzione chiusa IP54 e IP55, alimentati a tensione di 400 Volt di linea e 50 Hz, in una gamma di potenza compresa tra 1,1 kW e 90 kW a 2 poli e a 4 poli, per servizio continuo S1.

Di seguito si riporta una tabella relativa ai rendimenti minimi in funzione della potenza nominale dei motori ad elevata efficienza

Motori ad elevata efficienza - Effi Rendimenti minimi in funzione della potenza nominale		
Potenza nominale (kW)	2 Poli (%)	4 Poli (%)
5,5	88,6	89,2
7,5	89,5	90,1
11	90,5	91,0
15	91,3	91,8
18,5	91,8	92,2
22	92,2	92,6
30	92,9	93,2
37	93,3	93,6
45	93,7	93,9
55	94,0	94,2
75	94,6	94,7
90	95,0	95,0

Il rendimento dei motori tradizionali presenti sul mercato in generale si colloca nella zona bassa del grafico riportato nella Figura 2 e contrassegnata dalla classe di efficienza eff3. La maggior parte del parco motori presente negli impianti produttivi e commerciali ricade nella classe di efficienza eff3. Sarebbe opportuno procedere ad una graduale diffusione e introduzione nei cicli produttivi di motori ad elevata efficienza.

La diffusione e introduzione nei cicli di produzione di motori ad elevata efficienza in sostituzione di quelli tradizionali, aumenta di efficacia, se accompagnata anche dalla realizzazione di altri interventi quali:

- **utilizzo di Azionamenti a velocità variabile (inverter):** utilizzati per regolare la velocità di un motore elettrico, che solitamente è fissa e dipende dal numero di poli del motore. Tali dispositivi consistono in un inverter che regola la frequenza di alimentazione del motore in funzione del carico;
- **attuazione del Rifasamento:** limitare i prelievi di energia reattiva induttiva o fornire all'impianto energia reattiva capacitiva (tramite condensatori), in grado di compensare quella reattiva induttiva. La sinergia di questi due interventi ottimizzerebbe le prestazioni;
- **modifica delle Tecnologie di trasmissione:** intendendo con questo la riduzione della quantità di energia che viene dispersa, soprattutto sotto forma di calore, durante il funzionamento del ciclo di lavoro che prevede il motore come elemento di produzione di energia meccanica.

Concludendo, per incrementare l'efficienza nell'uso di energia in un processo produttivo, che utilizza azionamenti elettrici per le macchine operatrici, occorre realizzare un piano di intervento che tenga conto dei seguenti elementi:

1. dati relativi all'entrata in funzione del motore e la tecnologia costitutiva, che permettono di classificare i motori sulla base del rendimento e dell'efficienza energetica;
2. interventi di manutenzione del motore;
3. presenza di inverter o dispositivi di modulazione del numero di giri del motore;
4. attuazione del rifasamento, laddove richiesto;
5. presenza di sistemi di trasmissione (cinghie) innovativi.

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DEI MOTORI AD ALTA EFFICIENZA

PARAMETRI E TEMPI DI RITORNO DEGLI INVESTIMENTI



Quando si acquista un motore elettrico, si è soliti prestare attenzione al prezzo d'acquisto e minore attenzione a quanta energia elettrica consuma. Una scelta d'acquisto basata su tali parametri si mostra economicamente non conveniente. Il costo di un motore nella propria vita è dovuto in media per il 98,4% al consumo di energia elettrica e solo per l'1,6% alle spese per acquisto e manutenzione (Figura 3).

COSTO DEL CICLO DI VITA DI UN MOTORE ELETTRICO

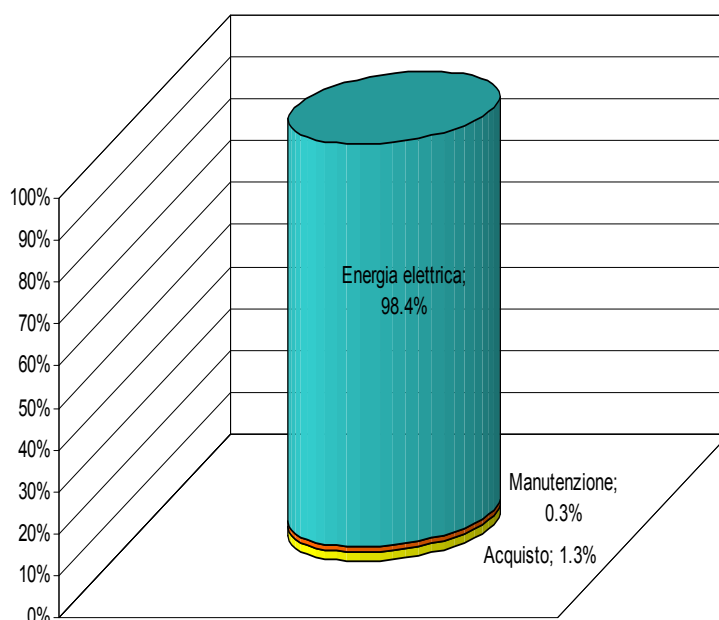


FIG. 3 - Costo del ciclo di vita di un motore, componenti economici

Il prezzo d'acquisto di un motore elettrico è paragonabile al costo dell'energia elettrica che il motore stesso consumerà in soli tre mesi di lavoro. Poiché questi dati sono poco noti, non ci si preoccupa in genere di quanta energia elettrica i motori consumano, ma prevalentemente del loro prezzo d'acquisto, che è più basso per i motori tradizionali rispetto ai motori ad elevata efficienza.

Agendo unicamente in considerazione delle variabile "prezzo d'acquisto" si è portati, quindi, a preferire l'acquisto di un motore tradizionale (meno costoso) all'acquisto di un motore ad elevata efficienza (più costoso).

Introducendo nell'analisi della convenienza economica dell'acquisto anche la variabile "consumo di energia elettrica", è però conveniente scegliere di acquistare motori elettrici ad elevata efficienza rispetto a motori tradizionali. Non solo. Spesso è conveniente persino ipotizzare la sostituzione di motori tradizionali ancora in uso con motori ad alta efficienza.

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DEI MOTORI AD ELEVATA EFFICIENZA PARAMETRI E TEMPI DI RITORNO

In un'impresa che utilizza motori elettrici nel proprio ciclo produttivo, la prima cosa da fare è un inventario di tutti i motori presenti nello stabilimento. L'inventario non dovrà limitarsi ad un semplice elenco dei motori, esso dovrà contenere dati tecnici importanti tra i quali:

- potenza;
- anno di installazione;
- rendimento;
- ore di funzionamento annue;
- fattore di carico;
- numero di avvolgimenti subiti;

La raccolta di questi dati permette di conoscere l'energia elettrica consumata dai motori presenti in azienda nell'arco dell'anno, l'incidenza percentuale sui consumi dell'azienda, quali motori hanno consumi elevati e meritano perciò maggiore attenzione.

Riportiamo due modalità operative per la valutazione della convenienza di un intervento di sostituzione dei motori:

1. calcolo attraverso l'utilizzo di grafici;
2. calcolo attraverso l'utilizzo della formula di payback.

Calcolo attraverso l'utilizzo di grafici

A titolo esemplificativo, ipotizziamo che l'imprenditore si trovi davanti a tre diversi scenari relativi ad un intervento sui motori elettrici presenti nel ciclo produttivo della propria azienda e per ciascuno di essi calcoliamo il tempo di ritorno dell'investimento che si andrà a fare:

Caso 1: Rottura di un motore tradizionale e sostituzione con un motore ad elevata efficienza;

Caso 2: Sostituzione di un motore tradizionale ancora in uso con un motore ad elevata efficienza;

Caso 3: Acquisto ex novo di motori ad elevata efficienza piuttosto che di motori tradizionali.

Tutti e tre gli scenari, come vedremo, mostrano tempi di ritorno brevi.

Caso 1: sostituzione di un motore fuori uso

Nel grafico della Figura 4 si riporta la convenienza della sostituzione di un motore tradizionale fuori uso con un motore ad alta efficienza. La convenienza è espressa in ore di funzionamento annuo necessarie per recuperare l'investimento derivante dall'acquisto di un motore ad elevata efficienza che va a sostituire un motore tradizionale che si è rotto, piuttosto che ripararlo.

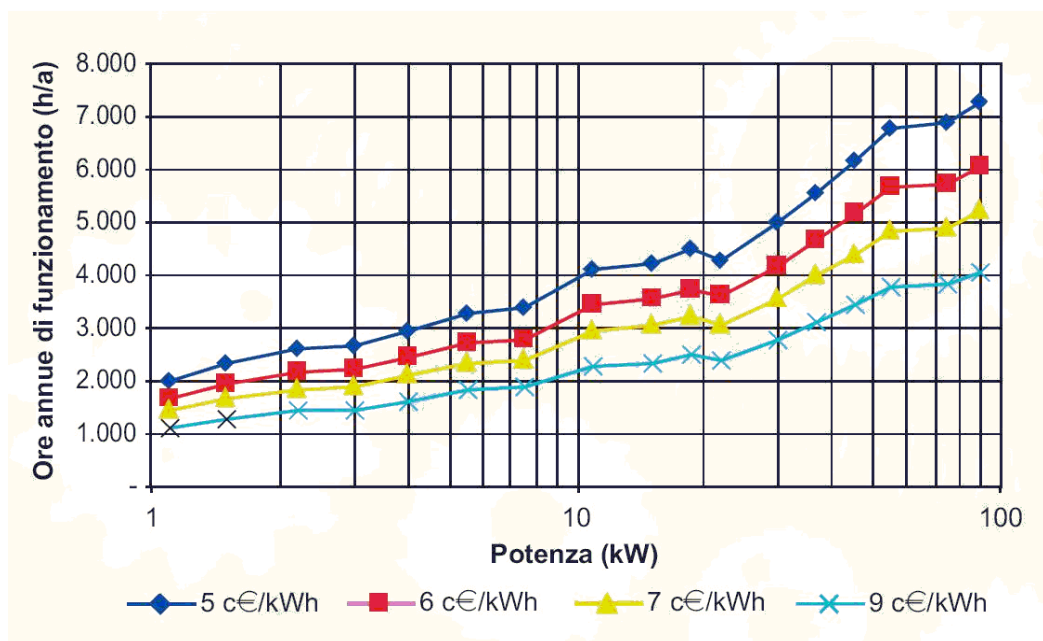


FIG. 4 - Tempo di ritorno 1 anno per sostituzione di motore fuori uso.

Dal grafico si evince che sostituendo, ad esempio, un motore tradizionale fuori uso di potenza pari a 10 kW, con uno di classe energetica EFF1 e di uguale potenza, e ipotizzando un costo dell'energia elettrica di 7 c€/kWh, l'investimento fatto si recupera con 3.000 ore annue di funzionamento del nuovo motore.

A proposito del calcolo del payback una cosa importante da non dimenticare è che un motore riavvolto ha un rendimento inferiore rispetto a quello dello stesso motore nuovo. Questa diminuzione può essere minima, ossia di circa lo 0,5%, se l'impresa che attua il riavvolgimento adopera personale particolarmente preparato ed attento, ma può arrivare fino al 4% se il riavvolgimento è realizzato con scarsa attenzione, in modo superficiale e/o frettoloso. Per il nostro calcolo abbiamo utilizzato un valore conservativo pari all'1%. Ma ogni volta che si riavvolge un motore si ha un'ulteriore perdita di efficienza: bisognerà così considerare le perdite da riavvolgimento come aggiuntive, moltiplicando il fattore di perdita usato (nel nostro caso pari all'1%) come default, per il numero di riavvolgimenti effettuati sul motore: ad esempio se è la seconda volta che effettuiamo il riavvolgimento, la riduzione del rendimento sarà del 2% e così via a crescere.

Caso 2: sostituzione di un motore funzionante

Nel grafico della Figura 5 è riportata, invece, la convenienza della sostituzione di un motore tradizionale ancora funzionante con un motore ad alta efficienza. Anche in questo

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DEI MOTORI AD ALTA EFFICIENZA PARAMETRI E TEMPI DI RITORNO

caso, la convenienza è espressa in ore di funzionamento annuo necessarie per recuperare l'investimento derivante dall'acquisto di un motore ad elevata efficienza che va a sostituire un motore tradizionale ancora funzionante.

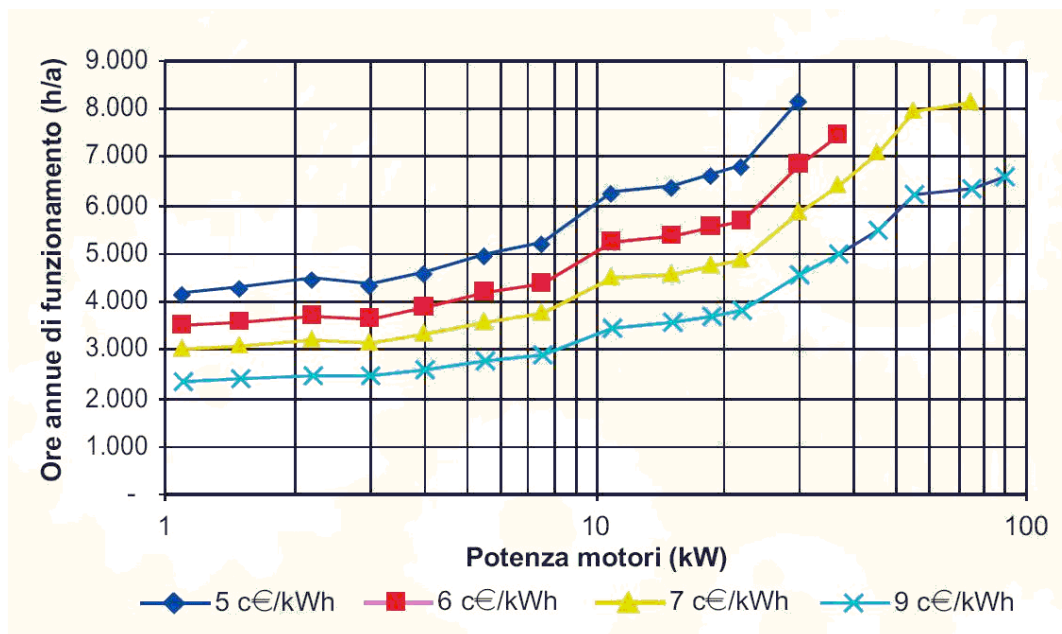


FIG. 5 - Tempo di ritorno 1 anno per sostituzione di motore funzionante.

Dal grafico si evince che sostituendo, ad esempio, un motore tradizionale funzionante di potenza pari a 10 kW, con uno di classe energetica EFF1 e di eguale potenza, e considerato il costo dell'energia elettrica di 7 c€/kWh, l'investimento si recupera con 4.000 ore annue di funzionamento del nuovo motore.

Caso 3: acquisto di un motore nuovo

Nel grafico della Figura 6 è riportato, infine, la convenienza dell'acquisto ex novo di un motore ad elevata efficienza piuttosto che di un motore tradizionale. La convenienza di un tale investimento, come nei due precedenti casi, è misurata in ore di funzionamento annuo necessarie per recuperare l'investimento derivante dall'acquisto di un motore ad elevata efficienza piuttosto che di un motore tradizionale al momento di realizzare ex novo un parco motori all'interno di un'azienda.

Dal grafico si evince che acquistando un motore di classe energetica EFF1 di potenza pari a 10 kW al posto di uno di eguale potenza ma tradizionale, e considerato il costo dell'energia elettrica di 7 c€/kWh, il tempo di recupero dell'investimento (in questi caso la differenza di costo d'acquisto delle due tipologie di motori) è pari a circa 1.000 ore di funzionamento del motore stesso.

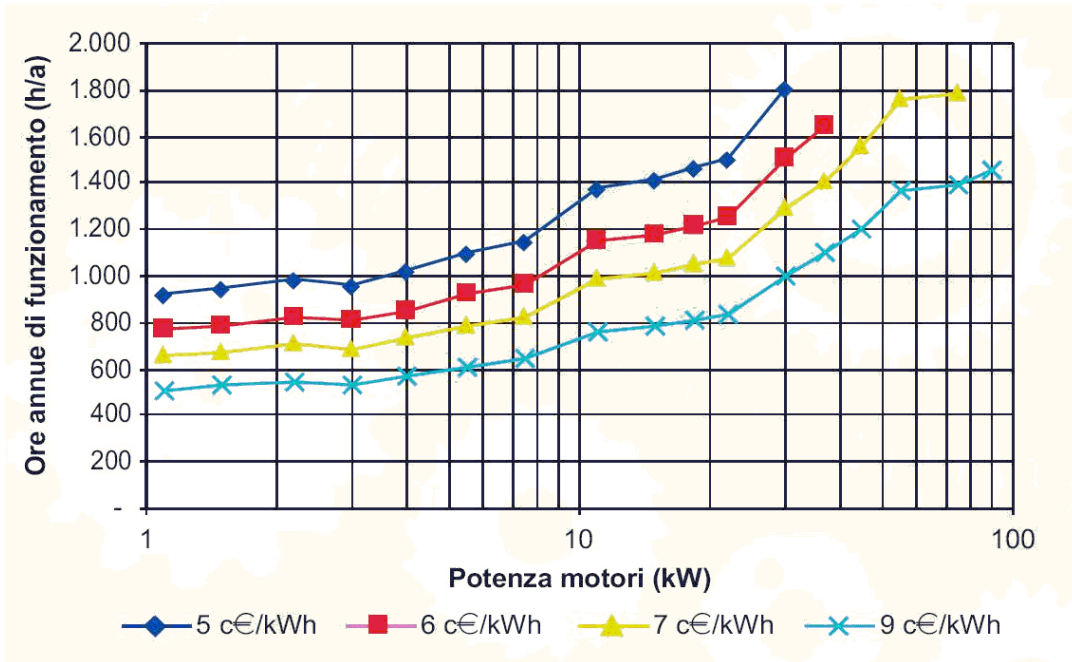


FIG. 6 - Tempo di ritorno 1 anno per l'installazione di un nuovo motore.

Calcolo attraverso l'utilizzo della formula di payback

Una volta formulato l'inventario dei motori presenti in azienda, per ciascuno di essi, date le sue caratteristiche costitutive, l'imprenditore può realizzare un calcolo del **payback** (o tempo di ritorno) per il recupero dell'investimento relativo alla sostituzione di motori tradizionali con motori ad alta efficienza energetica. Il calcolo del payback è effettuato applicando la formula di seguito descritta:

CALCOLO DEL PAYBACK

$$Payback = \frac{(C_{hem} - C_{riav})}{\left(P \cdot C_c \cdot h \cdot c \cdot \left(\frac{1}{eff_{std} - eff_{riav}} - \frac{1}{eff_{hem}} \right) \right)}$$

Payback (anni)

C_{hem} : costo del motore ad alta efficienza (€),

C_{riav} : costo del riavvolgimento (€)

P : potenza di targa dal motore (kW),

C_c : coefficiente di carico del motore, cioè la percentuale rispetto al pieno carico alla quale lavora il motore,

h : numero di ore annue di funzionamento del motore (h/a),

eff_{std} : rendimento di un motore standard al punto di lavoro,

eff_{riav} : perdita di rendimento dovuta al riavvolgimento,

eff_{hem} : rendimento del motore ad alta efficienza,

c : costo medio del kWh (c€/kWh).

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DEI MOTORI AD ELEVATA EFFICIENZA PARAMETRI E TEMPI DI RITORNO

A titolo esemplificativo, ipotizziamo che si rilevi all'interno di un'azienda un motore elettrico da 4 kW fuori uso. L'imprenditore è davanti alla scelta di sostituirlo acquistando un motore elettrico con rendimento standard o uno ad alta efficienza. Il primo costa meno del secondo, ma è anche vero che i consumi elettrici del motore standard sono più elevati di quelli del motore ad alta efficienza.

Per calcolare la differenza dei consumi elettrici delle due tipologie di motori, occorre tenere conto della potenza, delle ore di funzionamento annuo e del rendimento del motore. Una volta quantificato il risparmio energetico che si ha inserendo nella linea di produzione un motore ad alta efficienza piuttosto che uno standard, e tenendo conto delle differenze del prezzo d'acquisto dei due motori, abbiamo tutti i parametri per poter calcolare, tramite il tempo di ritorno dell'investimento, la convenienza ad acquistare un motore ad alta efficienza.

potenza di un motore elettrico a 4 poli	Kw 4
fattore di carico	0,75
ore di funzionamento annuo	h/a 4000
rendimento motore standard	% 82,2
rendimento motore ad alta efficienza	% 88,3
risparmio energetico annuo	kWh 1000
costo medio energia elettrica	euro/kWh 0,1
risparmio annuo	euro/a 100
costo di un motore standard	euro 180
costo indicativo di un motore ad alta efficienza	euro 260
tempo di ritorno	anni 0,8

L'utilizzo di un motore elettrico ad alta efficienza, così come descritto nella tabella, consente di risparmiare mediamente 100 €/anno e di recuperare il maggior costo sostenuto nell'acquistarlo, al posto di un motore tradizionale, **in circa 10 mesi (0,8 anni)**.

Una volta recuperato il maggior costo sostenuto, per tutti gli anni successivi in cui il motore ad alta efficienza sarà in uso, l'impresa continuerà a risparmiare energia elettrica diminuendo i costi della bolletta energetica.

Risulta evidente, dunque, quanto sia conveniente acquistare un motore ad alta efficienza, **anche senza beneficiare dell'incentivo fiscale**, che si ricorda è previsto unicamente per l'acquisto di motori ad alta efficienza (classe eff1) con potenza nominale compresa fra i 5 e i 90 kW.

[Leggi la guida su incentivi sezione "motori ad elevata efficienza"](#)

Esempio di Intervento eseguito su un'impresa industriale che ha attuato una sostituzione di motori tradizionali funzionanti con motori ad alta efficienza.

Descrizione dell'intervento.

Sede dell'intervento: opificio industriale

N° motori sostituiti: 5

Potenza del singolo motore: 7,5 kW

Anno di costruzione dei motori sostituiti: 1985

Consumo elettrico motore sostituito (rapportato alla produzione): 12,27 kWh/tonn

Consumo elettrico motore ad alta efficienza (rapportato alla produzione): 7,53 kWh/tonn

Nota: Per motivi di privacy non si comunicano i dati dell'azienda e la marca del motore installato e di quello sostituito.

FIG. 7 - Tipologia di motori installati

DESCRIZIONE DELLA TECNOLOGIA: I VARIATORI DI VELOCITA',



OTTIMIZZARE IL RENDIMENTO DEI MOTORI

C o m e detto nella sezione relativa alla descrizione dei motori ad elevata efficienza, per ottenere un più elevato efficientamento dei consumi energetici all'interno di un processo produttivo in cui sono operanti azionamenti elettrici per l'attivazione delle macchine operatrici, oltre a prevedere l'introduzione di motori elettrici ad elevata efficienza è anche opportuno installare sui motori stessi degli inverter, ossia dei regolatori di velocità che consentano di ottimizzare il rendimento del sistema "motore attuatore".

A titolo esemplificativo, riportiamo un intervento di efficienza energetica ottenuto a seguito dell'uso di variatori di velocità (inverter) applicati a motori elettrici adibiti al funzionamento di una pompa in un circuito idraulico.

Il metodo tradizionalmente adottato per la regolazione della portata si basa sullo strozzamento dei flussi in uscita attraverso l'utilizzazione della valvola VR posta a valle della

a) Valvola di regolazione

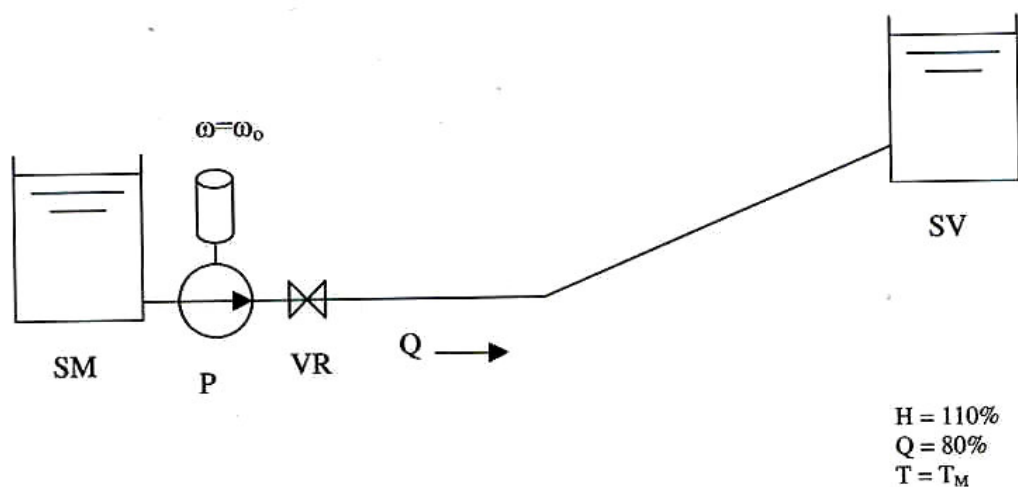


FIG. 8 - Metodo con valvola VR di strozzamento del flusso

pompa.

al metodo precedentemente illustrato (figura 7).

b) On-off

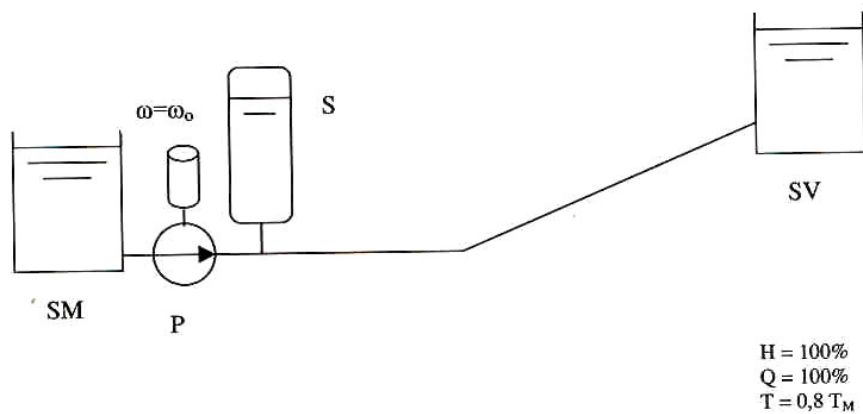


FIG. 9 - Metodo con serbatoio S di accumulo

Infine, esiste un terzo metodo, che è quello più innovativo sotto il profilo energetico e maggiormente consigliato in considerazione della migliore efficienza energetica. Esso consiste nell'installare un azionamento variabile della pompa, realizzato tramite un motore alimentato da INVERTER (variante di velocità). In questo modo la pompa lavora nelle condizioni di carico sempre ottimali, e il motore riduce i consumi di energia in funzione della richiesta effettiva dei flussi istantanei.

Questo metodo, illustrato nella figura 9, permette un risparmio di energia oltre che garantire una migliore efficienza del sistema di pompaggio.

c) Azionamento variabile

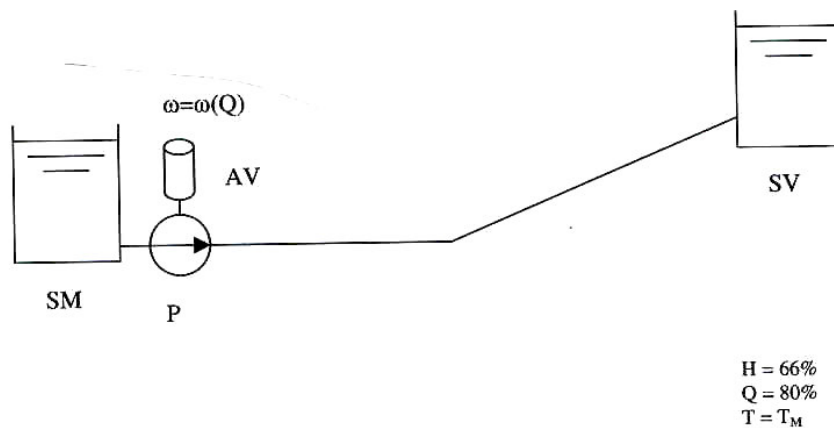


FIG. 10 - Metodo con inverter AV

COME VALUTARE LA CONVENIENZA DELL'INSTALLAZIONE DEGLI INVERTER



PARAMETRI E TEMPI DI RITORNO DEGLI INVESTIMENTI

L'utilizzo di inverter porta a più elevate prestazioni in termini di efficienza energetica, sintetizzate nella tabella seguente:

●	Montato direttamente sul motore
●	Maggiore flessibilità
●	Costi ridotti
●	Hardware di nuova concezione
●	Struttura software migliorata
●	Risparmi energetici fino al 70%
●	Montaggio semplificato „clip & work“
●	Capacità di gestire fino a 8 pompe
●	Protezione IP 55

Vantaggi derivati dall'uso di inverter nella gestione motori dichiarati dal costruttore

Occorre far notare come i costruttori di motori e di inverter per il controllo degli stessi, indicano possibili risparmi energetici fino al 70%.

Nella tabella seguente è rappresentato il risparmio energetico dovuto all'utilizzo di un variatore di velocità rispetto ad una serranda.

Portata	Ore	Potenza assorbita		Energia consumata	
		Serranda	VSD	Serranda	VSD
%	h	kW	kW	kWh	kWh
50	200	20	5	3.982	1.048
60	500	22	7	11.062	3.639
70	1500	24	10	35.675	15.720
80	1000	25	15	25.166	15.429
90	500	27	21	13.274	10.916
100	300	28	28	8.296	8.733
	4000			97.456	55.485

Nel calcolare le diverse prestazioni energetiche dell'utilizzo della serranda o dell'inverter (VSD) si è ipotizzato di utilizzare il ventilatore per 4.000 ore/anno. A parità di lavoro (4.000 ore/anno) il ricorso all'inverter (VSD) piuttosto che alla serranda, permette di risparmiare energia elettrica per una quantità pari a 41.971 kWh (97.456 – 55.485), con

una riduzione dei consumi di circa il 43%.

Il risparmio energetico così determinato, considerando un costo dell'energia di circa 0,11 € per kWh, è di circa 4.600 euro. Il costo dell'investimento (acquisto e montaggio di inverter) e il tempo di recupero dei costi così sostenuti è di poco superiore a un anno.

Costo medio energia elettrica	€/kWh	0,11
Costo VSD + montaggio	€	4.700
Risparmio annuo	€/anno	4.619
Tempo di ritorno	anni	1.02

Anche in questo caso, nel calcolare la convenienza dell'introduzione nel ciclo di produzione di inverter applicati ai motori, non si è tenuto conto dell'agevolazione fiscale che si ricorda è riconosciuta per gli inverter, installati su impianti, con una potenza compresa fra 7,5 kW e i 90 Kw.

Per ulteriori informazioni su tali incentivi si rinvia alla guida sugli incentivi per efficienza energetica.

[Leggi la guida su incentivi sezione "inverter"](#)

APPENDICE



SITI WEB UTILI PER APPROFONDIRE

<http://motorchallenge.casaccia.enea.it/>

<http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/>

<http://www.fire-italia.it/forum/motori.asp>

