

Pompaggio di acque reflue a velocità variabile

Negli ultimi 10-15 anni, il settore ha vissuto un aumento significativo dell'uso di inverter (VFD) nei sistemi di trasporto delle acque reflue. L'idea generale è di controllare meglio la portata delle acque reflue tramite stazioni di pompaggio. I sistemi a velocità variabile garantiscono una soluzione più flessibile e completa rispetto all'uso di pompe a velocità costante.

Introduzione

Le pompe per acque reflue sono state tradizionalmente azionate in una modalità On-Off per piccole e grandi stazioni di pompaggio. Poiché la portata è variabile nel tempo ed è spesso solo una frazione della capacità richiesta di una pompa, gli addetti ai lavori hanno cercato dei metodi per azionare le pompe a portata ridotta. Prima di adottare gli inverter, sono state impiegate soluzioni per il controllo della velocità quali motori a due velocità e avvolgimenti a tensione variabile per ottenere due velocità di pompaggio. Negli ultimi 10-15 anni, il settore ha vissuto un aumento significativo dell'uso di inverter (VFD) nei sistemi di trasporto delle acque reflue. L'idea generale è di controllare meglio la portata tramite stazioni di pompaggio. I sistemi a velocità variabile garantiscono una soluzione più flessibile e completa rispetto all'uso di pompe a velocità costante. Il pompaggio con pompe a velocità variabile, se applicato correttamente, può comportare un migliore controllo del processo, risparmio energetico, funzionamento più regolare e ridotti costi di manutenzione per la stazione di pompaggio.

Alcuni operatori che hanno installato sistemi di pompaggio a velocità variabile hanno notato un mancato risparmio di energia anzi, alcune municipalità hanno registrato addirittura un aumento del consumo energetico. È stato inoltre osservato un aumento dell'incidenza di intasamento della pompa. Ciò è direttamente dovuto alla riduzione della velocità operativa. La potenza assorbita dalla girante cala in base al cubo della variazione della velocità e la capacità delle pompe per acque reflue di far passare solidi di maggiori dimensioni diminuisce quando si riduce la velocità delle pompe anti-intasamento convenzionali. L'aumento di utilizzo di energia può essere provocato da due fenomeni: *intasamento parziale della girante* e *scostamento dal punto di massima efficienza della pompa*. Il primo è il risultato di tempi di esecuzione prolungati, in quanto le pompe azionate da VFD

CONTENUTO	PAGINA
Aspetti della pompa e del sistema di pompaggio.....	2
Pozzi.....	2
Tubazioni di aspirazione e scarico della pompa.....	2
Valvole di ritegno.....	2
Colpo di ariete.....	2
Velocità minima.....	2
Aspetti dei controlli della pompa e inverter.....	3
Controllo delle pompe.....	3
Corrente di avvio dell'inverter e coppia di avvio.....	3
Requisiti di raffreddamento e ventilazione dell'inverter.....	4
Requisiti EMC e del motore.....	4
Energia specifica.....	5
Aspetti di controllo del processo.....	6
Sistemi di pompaggio a velocità variabile.....	6
Riduzione dell'uso di energia.....	7
Controllo livello pozzo.....	8
Controllo On-Off.....	8
Controllo livello costante.....	8
Controllo livello variabile.....	9
Controllo portata minima.....	9
Aspetti meccanici della pompa.....	10
Rotazione inversa.....	10
Aspetti idraulici della pompa.....	10
Estremità idraulica.....	10
Conclusioni.....	12

presentano cicli operativi più lunghi; l'altro è il risultato del pompaggio in sistemi con una percentuale elevata di prevalenza statica.

È importante tenere in considerazione tutti gli aspetti del sistema di pompaggio e della stazione di pompaggio per ottenere il perfetto funzionamento di tutto il sistema. Questi aspetti includono curve di sistema, selezione di pompa e motore, controllo di processo, aspetti elettrici, potenziale di risparmio energetico, strategie di controllo, componentistica del sistema di tubazioni e altro. In tal modo, è possibile ottimizzare i vantaggi del pompaggio di acque reflue a velocità variabile, tra cui il risparmio energetico e il funzionamento senza intasamento. Nel presente documento sono descritti molti di questi aspetti.

Aspetti della pompa e del sistema di pompaggio

Pozzi

È importante mantenere il pozzo pulito per evitare la sedimentazione di materiali organici ed inorganici e i conseguenti problemi di odore. Gli inverter possono essere programmati per eseguire dei cicli di pulizia del pozzo su base regolare, al fine di ridurre il rischio di accumulo di sedimenti e detriti galleggianti.

Durante un ciclo di pulizia del pozzo, il livello del pozzo viene ridotto per consentire alla pompa di iniziare ad aspirare aria ("pre-cavitazione"). Quando viene drenato il livello del liquido, si formano dei vortici superficiali che crescono in intensità e frequenza. Nel momento previo alla cavitazione da parte della pompa, delle forze elevate aggiungono alte velocità localizzate ai vortici superficiali per convogliare i detriti galleggianti nella pompa. È essenziale limitare la cavitazione della pompa a pochi secondi in modo da ridurre al minimo la quantità di aria nella tubazione di scarico e per evitare l'esposizione della pompa a livelli elevati di vibrazione.



Figura 1: pozzo per acque reflue coperto di detriti galleggianti.

Tubazioni di aspirazione e scarico della pompa

La velocità del fluido nella tubazione di mandata influisce sul grado di sedimentazione e sul consumo energetico, in cui i due valori sono in opposizione. Il funzionamento ad alte velocità riduce il rischio di accumulo di sedimenti, ma aumenta il consumo energetico. Al contrario, il funzionamento a basse velocità del fluido nella tubazione di mandata riduce il consumo energetico, ma aumenta il rischio di sedimentazione. La velocità è quindi un fattore importante da tenere in considerazione nella scelta delle dimensioni dei tubi di aspirazione, scarico e mandata.

Con il pompaggio a velocità variabile è possibile ridurre la velocità del fluido al di sotto di 0,7 m/s (2,5 fps) normalmente consigliata per periodi prolungati, con la possibilità di effettuare il flussaggio della tubazione di scarico aumentando temporaneamente la velocità

del fluido. La sedimentazione varia in base al tipo e alla concentrazione di sedimenti pesanti e grasso nel fluido: più elevata è la concentrazione, maggiore sarà il rischio di sedimentazione. Una stazione di pompaggio controllata a velocità variabile aumenta la flessibilità della pulizia della tubazione di mandata tramite flussaggio. La frequenza di flussaggio dipende dalla progettazione del sistema, dal grado di contaminanti e dalla velocità minima necessaria per mantenere condizioni di funzionamento ottimali.

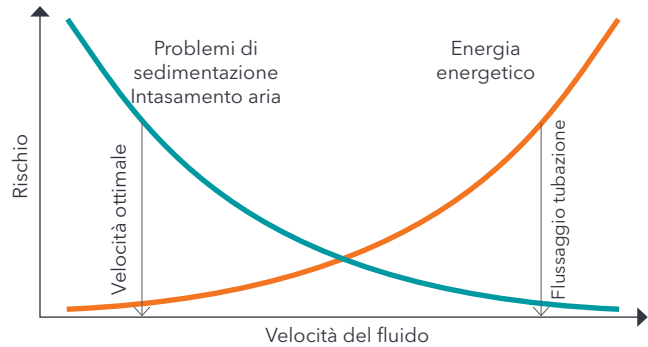


Figura 2: durante il flussaggio della condotta di scarico su base regolare, è possibile ridurre la velocità del fluido al di sotto di 0,7m/s senza che si verifichino problemi di sedimenti.

Valvole di ritegno

Nel sistema di tubazioni, in applicazioni con pompe a velocità variabile, la velocità del liquido sarà inferiore a quella normale. Le valvole di ritegno a battente presentano minori perdite di carico per attrito a basse velocità rispetto alle valvole di ritegno a sfera. Pertanto, il risparmio energetico a velocità ridotta aumenta quando si utilizza una valvola di ritegno a battente piuttosto che una valvola di ritegno a sfera.

Colpo di ariete

Le pompe a velocità variabile offrono la possibilità di programmare dei soft-start e soft-stop aumentando e diminuendo gradualmente la velocità della pompa. Quando la sequenza di arresto della pompa è lunga (lenta decelerazione di velocità della pompa), il liquido decelera lentamente nella tubazione di mandata. Variando lentamente la velocità dell'acqua nella condotta di scarico, è possibile ridurre al minimo o prevenire il colpo di ariete e l'impatto nelle valvole di ritegno.

Da notare che un VFD, utilizzato come dispositivo di protezione da colpo d'ariete, non funziona durante un'interruzione di corrente se non è disponibile un'immediata alimentazione con batteria di backup.

Velocità minima

Alcune tipologie di pompe potrebbero presentare dei limiti nella velocità minima consentita. La velocità minima potrebbe dipendere dal funzionamento corretto di un sistema di raffreddamento, dalle frequenze di risonanza dell'albero ed altro. Per assicurarsi di riuscire ad identificare eventuali limiti, consultare il costruttore della pompa.

Aspetti dei controlli della pompa e inverter di velocità

Controllo delle pompe

Le funzioni di avvio e arresto pompe possono essere ottenute con sistemi di relè semplici o dispositivi di controllo. I dispositivi di controllo pompa dedicati e le unità di supervisione pompa sono comunemente utilizzati. Gli inverter sono spesso utilizzati come mezzo per controllare la velocità dei motori asincroni. Per sistemi più grandi e più complessi, possono essere utilizzati PLC (macchine di controllo a logica programmabile) a scopo generale. Il software personalizzato completo dovrà però essere scritto per l'applicazione specifica. Un inverter deve essere controllato da un software per poter controllare una pompa; la stazione di pompaggio deve presentare un dispositivo di controllo principale per effettuare la sequenza corretta e il controllo di tutte le pompe.

Le più moderne soluzioni di dispositivi di controllo per pompe per acque reflue si trovano all'interno degli inverter. Il software specifico dell'applicazione può essere preinstallato e preconfigurato in un inverter dedicato per un'applicazione specifica per una determinata pompa e il motore. Un sistema di avvio può essere semplice come collegare i sensori di livello e i cavi di alimentazione alla centralina di controllo e quindi premere il pulsante di avvio per mettere in funzione il sistema.



Figura 3: i controlli intelligenti preprogrammati e preconfigurati per un'applicazione dedicata sono semplici e rapidi da installare e avviare.

Corrente di avvio dell'inverter e coppia di avvio

La corrente nominale di un inverter deve essere superiore alla corrente nominale del motore per la pompa selezionata. Per gestire situazioni di sottotensione e sovraccarico, si consiglia un margine di corrente del 20%. Nelle applicazioni di pompaggio delle acque reflue, è importante che il motore possa alimentare la girante con coppia massima al fine di gestire potenziali situazioni di intasamento. È pertanto necessario che la pompa sia dotata di un inverter in grado di erogare la coppia nominale all'avvio e sostenere due volte la coppia nominale a regime pieno per almeno un secondo.

Vi sono due tipi principali di inverter: a controllo scalare e a controllo vettoriale. L'inverter a controllo scalare genera una tensione predefinita in funzione della frequenza. Un inverter a controllo vettoriale si basa su un modello del motore e analizza la tensione e la corrente necessarie per controllare la pompa. Utilizzando i dati di feedback dal motore, è possibile ridurre la corrente di avvio e incrementare la coppia di avvio.

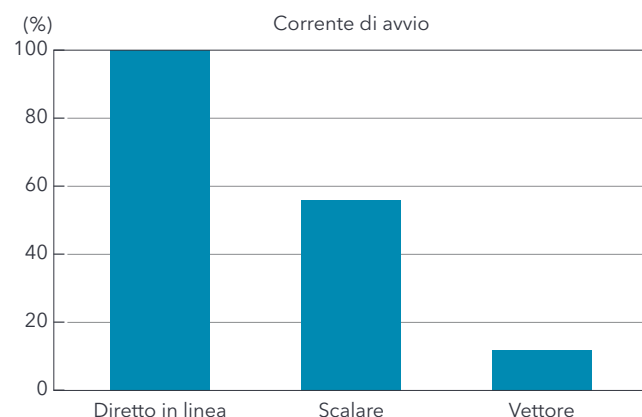


Figura 4: quando si avvia una pompa con un VFD con controllo vettoriale, la corrente di avvio è notevolmente inferiore rispetto all'avvio con un avviamento diretto in linea.

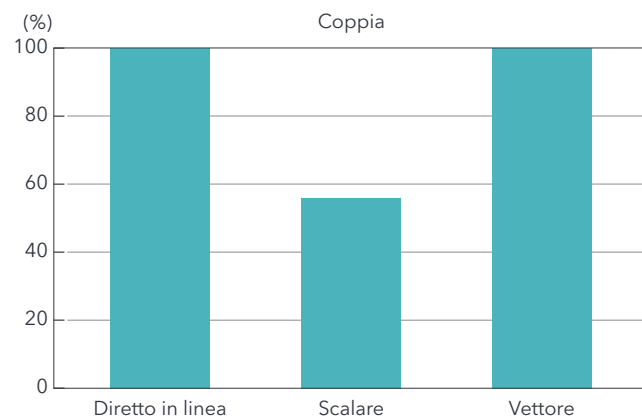


Figura 5: quando si avvia una pompa a velocità zero, la coppia del motore della pompa comandata da un VFD con controllo vettoriale è pari a quella di un motore della pompa con un avviatore diretto in linea.

Requisiti di raffreddamento e ventilazione dell'inverter

In genere, gli inverter offrono un rendimento del 96-97%, il che significa che il 3-4% della potenza trasmessa viene persa sotto forma di calore. Per evitare il surriscaldamento dell'inverter, tali perdite devono essere dissipate nell'ambiente. Per consentire il flusso dell'aria di raffreddamento intorno all'inverter, è necessario dello spazio libero sopra e sotto l'inverter. In caso di temperature superiori a 40°C (104°F), in genere è necessario effettuare il sovradimensionamento dell'inverter. In caso di temperature ancora più elevate potrebbero essere necessari condizionatori d'aria o ventole di aerazione. Per l'installazione di inverter ad altitudini elevate (superiori a 1000 m (3300 ft) sopra il livello del mare), è necessario dimensionare l'inverter in modo da compensare il minore raffreddamento dovuto ad altitudini elevate.

Requisiti EMC e del motore

In Europa, le applicazioni di pompaggio per acque reflue devono essere conformi ai requisiti EMC EN 61800-3, categoria C2. Molti inverter moderni sono dotati di filtri integrati in conformità a tali normative. Al fine di garantire un'alimentazione esente da eccessive armoniche e prevenire problemi alle apparecchiature elettriche, è importante osservare le procedure consigliate per la conformità EMC (compatibilità elettromagnetica) nella progettazione di un sistema di azionamento. Le procedure consigliate per la progettazione di un sistema VFD includono:

- Usare cavi di alimentazione schermati e posizionare la schermatura del cavo il più vicino possibile ai terminali di collegamento
- Usare cavi di segnale schermati
- Usare cavi di segnale intrecciati lungo tutto il percorso del cavo
- Eseguire la messa a terra delle schermature dei cavi su entrambi i lati
- Usare i cavi di alimentazione più corti
- Separare i cavi del segnale e di alimentazione di oltre 500 mm (1,5 ft) in percorsi paralleli

L'uso di isolamento del motore di Classe H e l'impregnazione goccia a goccia forniscono una solida protezione contro gli effetti corona per tensioni nominali del motore fino a 600 V e cavi pompa lunghi fino a 50 m (150 ft). Cavi di alimentazione più lunghi possono causare una riflessione dell'onda completa, che può raddoppiare le sollecitazioni di tensione sugli avvolgimenti. In caso di lunghezze superiori a 50 m (150 ft), si consiglia l'uso di un filtro sinusoidale.

Le armoniche elettriche creano coppie parassite nel

motore, aumentando il carico e le sollecitazioni sul motore. Le armoniche possono essere ridotte con l'uso di un filtro apposito.

Si consiglia una frequenza di commutazione di circa 7-8 MHz per ottenere un buon compromesso tra i livelli di rumore elettrico e le perdite nel motore e nell'inverter. La frequenza di commutazione determina la velocità con cui l'inverter "taglia" la tensione per trasformarla nella frequenza desiderata.

Alcuni motori asincroni richiedono un margine di potenza di 5-10% quando funzionano con un inverter. Altri motori sono stati progettati per funzionare con inverter fino alla potenza torsionometrica nominale. Quando si utilizza un inverter è necessario rivolgersi al produttore del motore per i requisiti relativi ai margini di potenza.

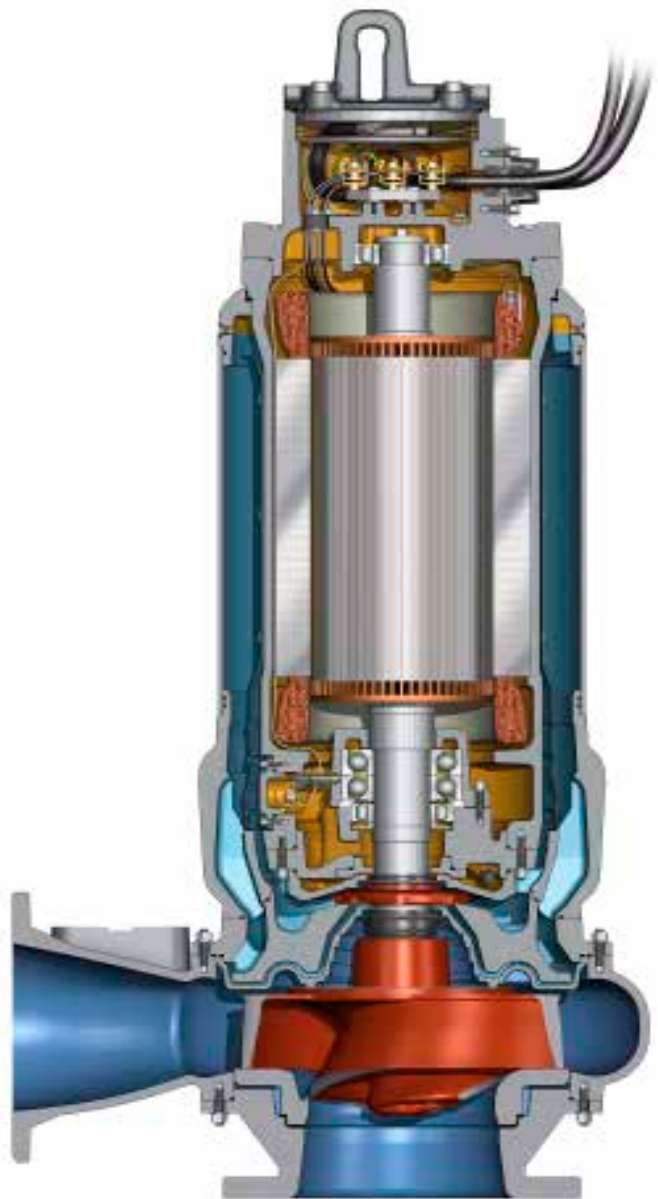


Figura 6: un sistema di isolamento del motore di Classe H e l'impregnazione del motore VPI garantiscono una buona protezione contro gli effetti corona.

Energia specifica

Introduzione

La misura corretta per confrontare l'efficienza energetica nei sistemi di pompaggio è l'energia specifica. L'energia specifica è definita come la quantità di energia necessaria per spostare un certo volume di liquido all'interno del sistema di pompaggio. Minore è il numero, minore è il consumo energetico. Il valore di energia specifica tiene conto di tutte le parti di un sistema di pompaggio, ovvero l'efficienza elettrica, meccanica ed idraulica che comprende le perdite nel sistema di tubazioni. Il valore di energia specifica è valido per il determinato sistema di pompaggio per il quale è stato calcolato; *non può essere confrontato con un altro sistema di pompaggio senza effettuare regolazioni relative alle differenze del sistema.*

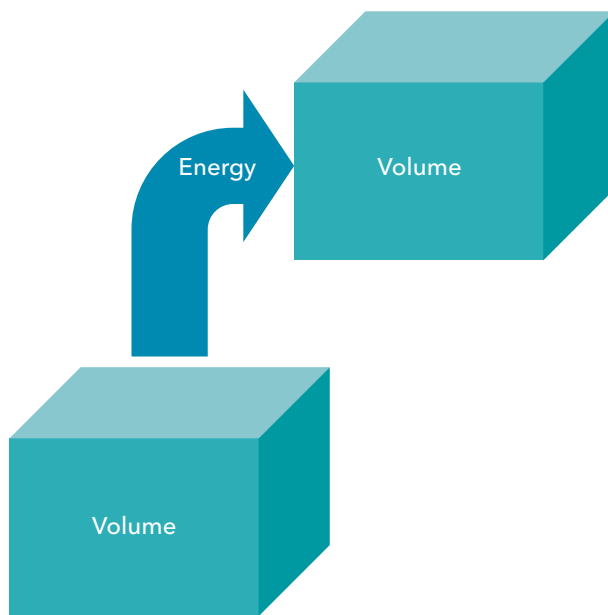


Figura 7: l'energia specifica è una misura della quantità di energia impiegata per spostare un metro cubo di liquido da un punto all'altro.

L'energia specifica viene calcolata con la seguente formula:

$$E_s = \frac{\text{energy} \left[\frac{kWh}{m^3} \right]}{\text{volume} \left[\frac{Mgal}{m^3} \right]} \left[\frac{kWh}{Mgal} \right]$$

dove

- E_s = Energia specifica [kWh/m³]; [kWh/Mgal]
- specifica* = Energia necessaria per trasportare un dato volume di liquido (kWh)
- sforo* = Volume del liquido pompato (m³, Mgal)

L'energia specifica può essere anche calcolata con la seguente formula alternativa:

$$E_s = \frac{h}{\eta} \rho g * \frac{1}{3600000} \left[\frac{kWh}{m^3} \right]$$

$$E_s = \frac{h}{\eta} \rho g * \frac{1}{639} \left[\frac{kWh}{Mgal} \right]$$

dove

- E_s = Energia specifica [kWh/m³]; [kWh/Mgal]
- h = Prevalenza totale fornita dalla pompa [m]; [ft]
- η = Efficienza totale della pompa [%]
- ρ = Densità del fluido [kg/m³]; [lb/cu-ft]
- g = Costante gravitazionale [m/s²]; [ft/s²]

Efficienza totale di pompa e motore.

Aspetti di controllo del processo

Sistemi di pompaggio a velocità variabile

L'afflusso ad una stazione di pompaggio per acque reflue varia considerevolmente in un periodo di 24 ore. L'afflusso è, in genere, più basso di notte e raggiunge picchi una volta alla mattina e una volta alla sera. I diagrammi di durata per la portata vengono spesso utilizzati per visualizzare le variazioni di portata (Figura 8).

Per ridurre al minimo il consumo energetico, è necessario concentrarsi su due aree:

a) Riduzione della prevalenza totale di pompaggio

La prevalenza totale viene definita come la somma della prevalenza statica e delle perdite. Poiché l'attrito e le perdite sono direttamente proporzionali alla portata al quadrato, è opportuno ridurre le perdite diminuendo la portata. Poiché la pompa per acque reflue viene normalmente dimensionata per gestire il massimo afflusso alla stazione di pompaggio (stazioni duplex), è possibile ridurre il flusso pompato durante il normale funzionamento e, quindi, ridurre la prevalenza totale.

b) Ottimizzazione dell'efficienza della pompa

Per ottenere la massima efficienza della pompa, è importante selezionare pompe che garantiscano l'efficienza continua (pompe autopulenti) e che vengano azionate il più vicino possibile al punto di massima efficienza. Una pompa azionata a velocità ridotta deve essere selezionata sulla destra del punto di migliore

efficienza (BEP) alla velocità di rete per raggiungere la massima efficienza quando si riduce la velocità.

Determinare le prestazioni ottimali di un tipico sistema di pompaggio a velocità variabile richiede l'analisi della curva della pompa (Figura 9). I grafici blu mostrano tre diverse curve del sistema di pompaggio S1, S2 e S3.

Sistema di pompaggio S1: questa curva di sistema rappresenta un sistema di sollevamento in cui la prevalenza statica è superiore alle perdite di carico per attrito. Il potenziale risparmio energetico di funzionamento a velocità variabile nel sistema di sollevamento è limitato, in quanto l'efficienza della pompa diminuisce più rapidamente rispetto alla riduzione di prevalenza totale quando si riduce la velocità della pompa.

Sistema di pompaggio S2: questo sistema presenta un potenziale di risparmio energetico migliore rispetto al S1, in quanto la prevalenza totale diminuisce più rapidamente dell'efficienza quando si riduce la velocità della pompa.

Sistema di pompaggio S3: si tratta principalmente di un sistema di circolazione (poca o nessuna prevalenza statica). Qui il potenziale di risparmio energetico è maggiore, in quanto l'efficienza del sistema di pompaggio rimane costante anche quando diminuisce la prevalenza totale in funzione della riduzione della velocità della pompa.

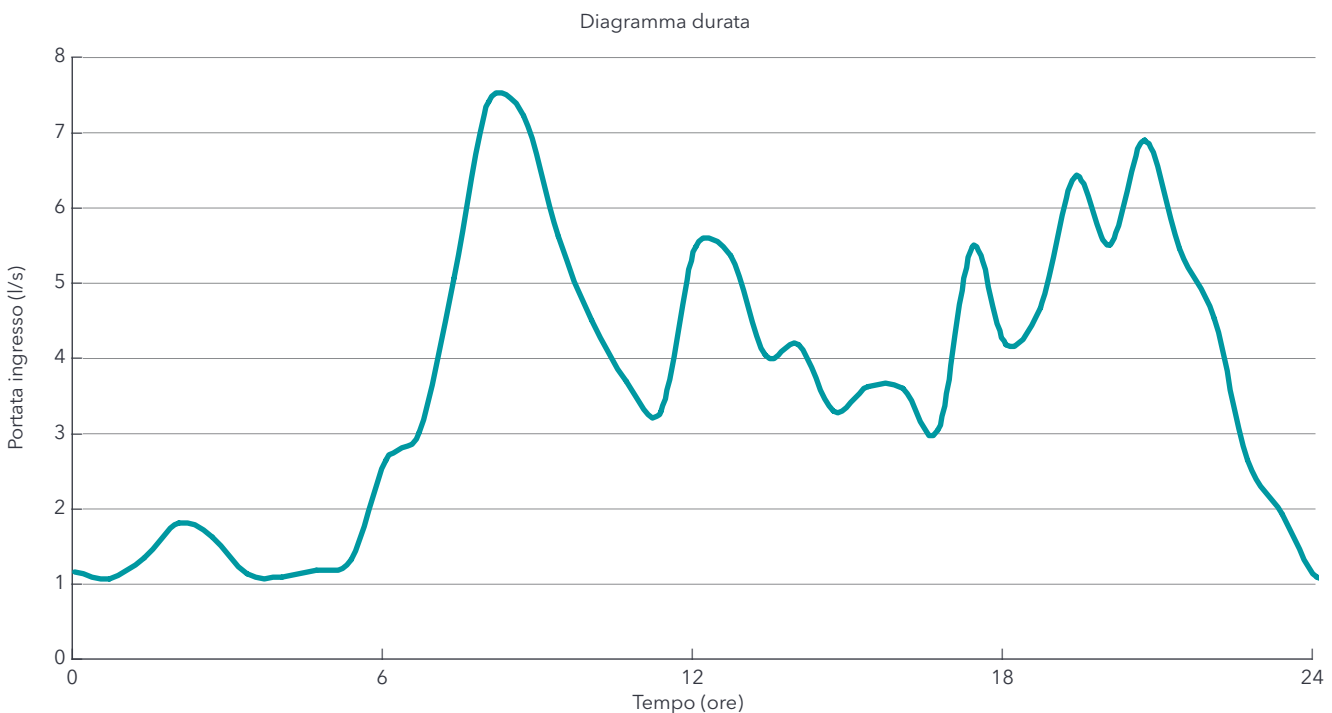


Figura 8: un diagramma di durata per la portata di acque reflue mostra l'afflusso in funzione del tempo.

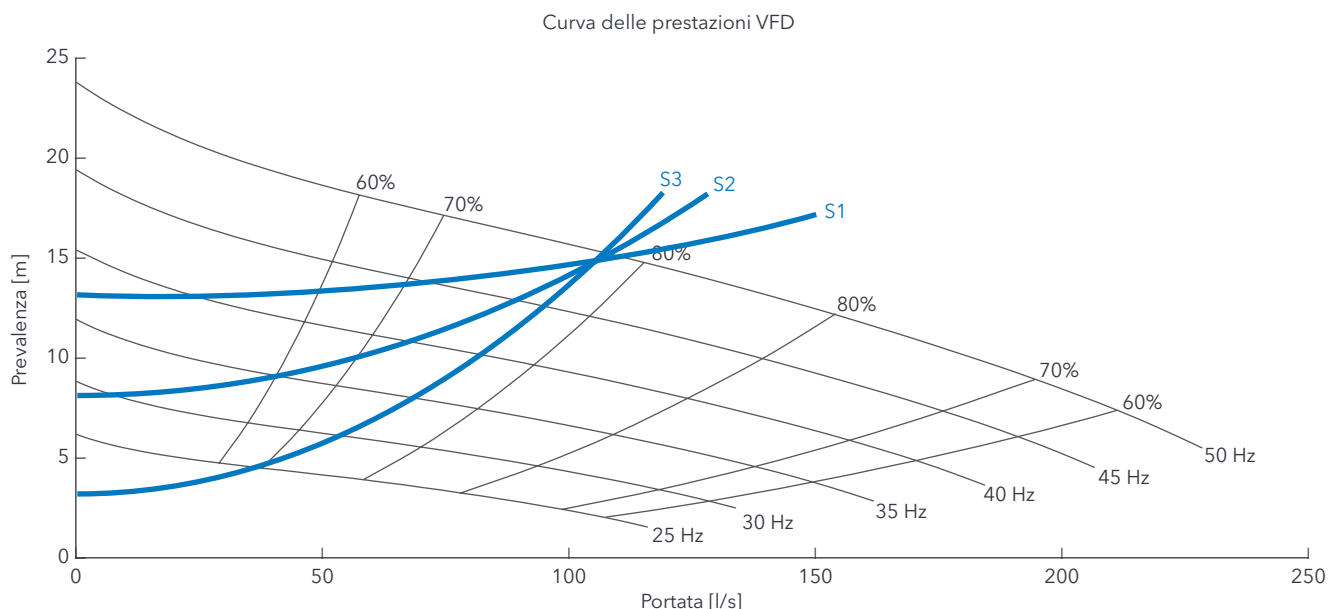


Figura 9: il possibile risparmio energetico dipende dalla curva del sistema e dalla curva della pompa.

Riduzione dell'uso di energia

L'energia specifica di un determinato sistema varia in base alla velocità della pompa. La velocità ottimale da un punto di vista del risparmio energetico si ha quando la pompa funziona ad una frequenza corrispondente all'energia specifica minima (Figura 10).

La frequenza ottimale dipende da diversi fattori, tra cui la curva delle prestazioni della pompa e la curva del sistema, che insieme generano differenti curve di energia specifica. La velocità ottimale della curva del sistema S3, ad esempio, è di circa 23 Hz così come meglio indicato alla Figura 10.

Trovare la frequenza ottimale durante il funzionamento di una pompa a velocità variabile è abbastanza complicato. Un metodo per identificare la velocità ottimale è tramite l'uso di algoritmi. I controlli intelligenti della pompa, come Flygt SmartRun™, presentano algoritmi in grado di garantire l'ottimizzazione automatica della velocità per l'uso di energia minimo. Flygt SmartRun™ utilizza un processo iterativo per determinare la velocità ottimale e si adatta alle modifiche del sistema (ad esempio ridotte prestazioni della pompa o aumento di sedimentazione nella tubazione di mandata).

Condurre uno studio teorico del sistema di pompaggio è un altro metodo per identificare la frequenza ottimale. Tuttavia, questo approccio può presentare alcuni svantaggi, come ad esempio la possibilità che si verifichino modifiche al sistema in un determinato periodo di tempo. Questi calcoli del sistema di pompaggio possono essere imprecisi o impossibili a causa della mancanza di documentazione del sistema di tubazioni.

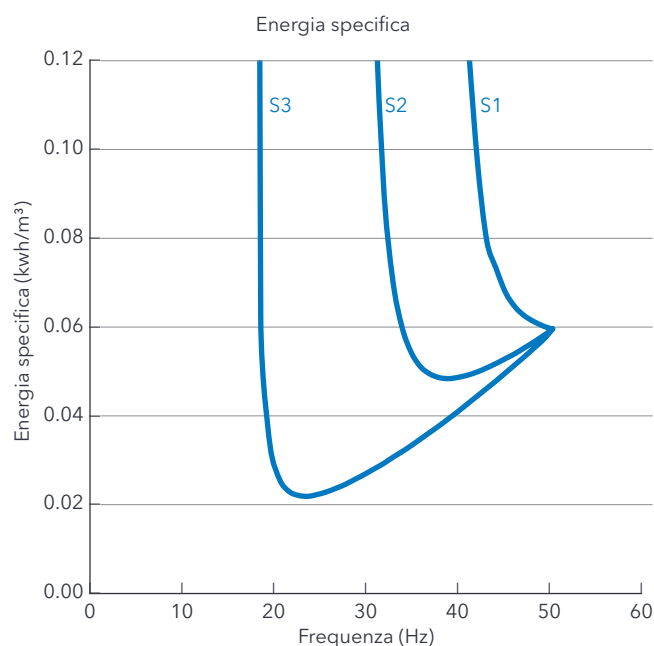


Figura 10: differenti curve di sistema produrranno diverse curve di energia specifica. La velocità con minima energia della pompa si trova nel punto in cui le curve sono al loro minimo.

Controllo livello pozzo

Controllo On-Off

Le stazioni di pompaggio con pompe a velocità costante funzionano in modalità On-Off, in cui i livelli distintivi di avvio e arresto consentono l'estrazione/il riempimento del pozzo quando si avviano e arrestano le pompe. Qui le pompe funzionano alla velocità prevista e le prestazioni saranno conformi a ciò che è previsto dalla progettazione.

Controllo velocità variabile

Due pompe a velocità variabile consentono alla stazione di funzionare a portate vicine all'afflusso effettivo piuttosto che alla portata di progetto. Il funzionamento a velocità variabile attuato correttamente può comportare un minore consumo energetico. Nelle prossime sezioni verranno illustrati i vantaggi e gli svantaggi con differenti strategie di controllo velocità variabile.

Controllo livello costante tradizionale

Il metodo di controllo tradizionale per il funzionamento a velocità variabile in un'applicazione per acque reflue è uno schema di livello costante (Figura 11). Il dispositivo di controllo utilizza il livello di liquido come valore di riferimento. Con un afflusso ridotto, la pompa funzionerà ad una velocità troppo bassa e, di conseguenza, con un'efficienza estremamente ridotta, sprecando così

energia; oltretutto aumenta il rischio di sedimentazione nei tubi e nel pozzo. La pompa viene spesso azionata al di fuori del range di esercizio migliore con conseguente riduzione dell'aspettativa di vita utile. Ciò accade quando la pompa viene azionata ad una velocità inferiore rispetto alla velocità ottimale, ovvero la velocità alla quale il consumo di energia specifica della pompa è minimo. L'intasamento parziale della pompa è più probabile che si verifichi per pompe non autopulenti, ad esempio le tradizionali pompe con girante chiusa e vortice.

Controllo livello costante ottimale

Dal punto di vista energetico, il modo più efficiente per controllare le pompe a velocità variabile è quello di combinare l'operazione di estrazione e quella di riempimento a velocità ridotta e intermittente. Tale metodo è particolarmente consigliato per le stazioni di pompaggio per acque reflue. Ciò favorisce la riduzione del tempo di funzionamento della pompa ad una velocità inferiore a quella ottimale. Per ottenere un funzionamento intermittente e assicurarsi che le pompe non si avviino e arrestino troppo spesso, è importante stabilire un'adeguata differenza tra i livelli di avvio e arresto; questo anche al fine di consentirne il funzionamento ad una velocità che richieda quell'energia minima per il periodo di tempo strettamente necessario. Nel caso in cui, come strategia di controllo, si decida di utilizzare

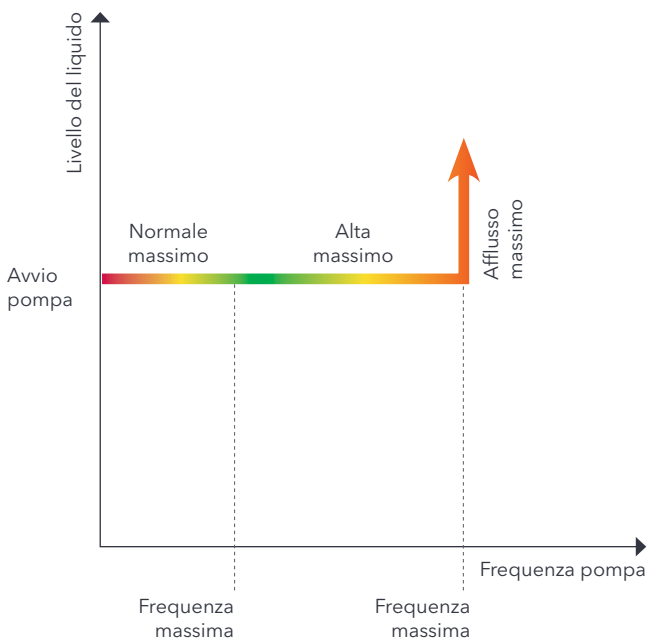


Figura 11: controllo livello costante tradizionale.

- Afflusso normale: funzionamento a frequenza eccessivamente bassa.
- Afflusso alto: la frequenza viene controllata per mantenere la portata della pompa pari all'afflusso.
- Afflusso massimo: il funzionamento alla massima velocità non è in grado di gestire l'afflusso. (Il colore verde simboleggia il funzionamento a bassa energia specifica, mentre il colore rosso il funzionamento con elevata energia specifica.)

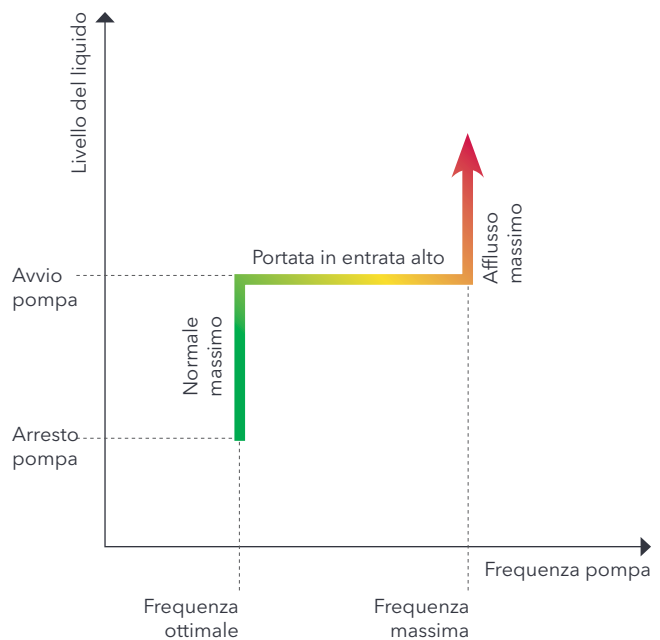


Figura 12: controllo livello costante ottimale.

- Afflusso normale: operazione di estrazione/riempimento intermittente alla velocità ottimale.
- Afflusso alto: la frequenza viene controllata per mantenere la portata della pompa pari all'afflusso.
- Afflusso massimo: il funzionamento alla massima velocità non è in grado di gestire l'afflusso.

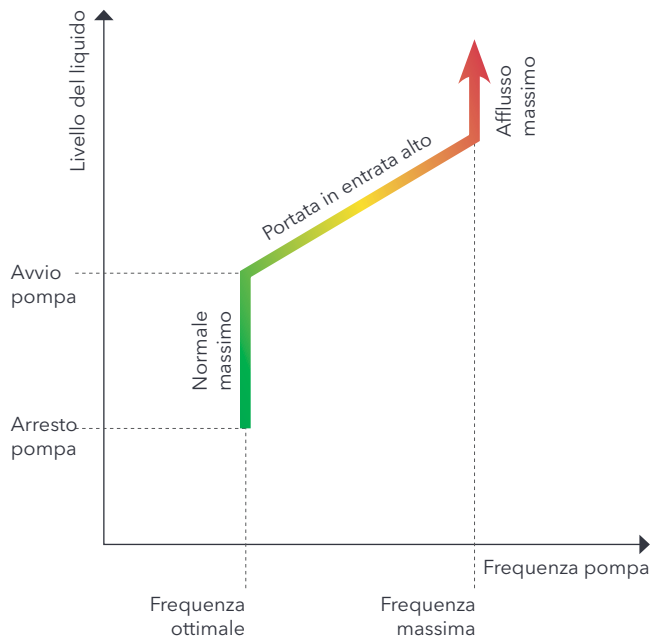


Figura 13: controllo livello variabile.

- Afflusso normale: accensione/spengimento alla frequenza ottimale.
- Afflusso alto: la frequenza aumenta linearmente al livello di acqua finché il flusso pompato non è pari all'afflusso.
- Afflusso massimo: il funzionamento alla massima velocità non è in grado di gestire l'afflusso.

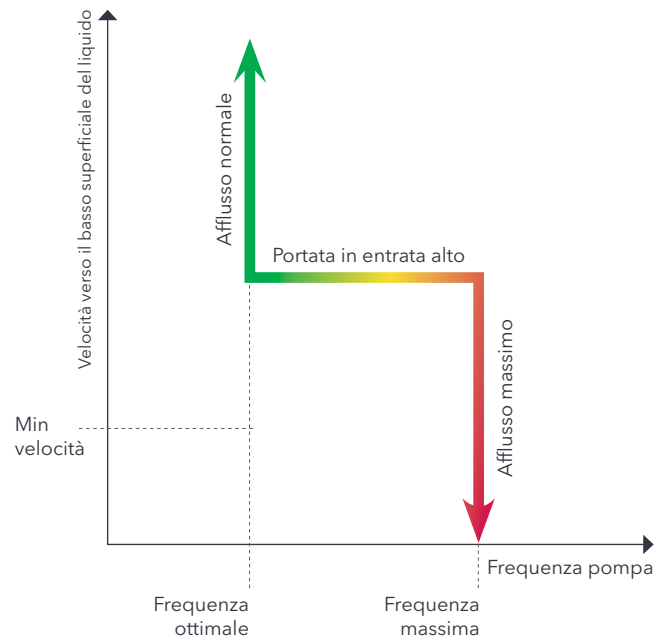


Figura 14: controllo portata minima.

- Afflusso normale: accensione/spengimento alla frequenza ottimale.
- Afflusso alto: la frequenza aumenta per garantire che la velocità superficiale del liquido sia pari alla velocità minima.
- Afflusso massimo: il funzionamento alla velocità massima non consente di mantenere una velocità superficiale del liquido pari alla velocità minima.

un'apparecchiatura di ultima generazione, è necessario impostare la frequenza ottimale per massimizzare il risparmio energetico e l'affidabilità operativa. Lo schema di controllo nella Figura 12 esplica più approfonditamente quanto sopra spiegato.

Controllo livello variabile

Un altro metodo comunemente usato per gestire le pompe per acque reflue è il controllo di livello variabile (Figura 13). Il vantaggio risiede nel fatto che l'afflusso può essere accumulato nel pozzo, con un conseguente pompaggio più regolare. Con questo metodo, la velocità della pompa è correlata al livello del liquido nel pozzo. Rispetto al controllo di livello costante, il controllo di livello variabile rappresenta una strategia di gestione più cautelativa, che aiuta a regolare i picchi di afflusso più brevi.

Controllo portata minima

Il metodo di controllo "portata minima" si basa sull'uso della derivata temporale del livello di liquido nel pozzo [velocità superficiale del liquido]. Ciò implica la creazione di una portata minima, che garantisca l'impostazione della velocità in funzione della diminuzione del livello del liquido correlato ad un determinato tasso minimo. Se il livello del liquido non diminuisce, la velocità della pompa aumenta automaticamente. Per garantire efficienza energetica, tale velocità non deve scendere al di sotto di quella ottimale, anche se il livello del liquido diminuisce più lentamente. È possibile osservare il controllo portata minima nella Figura 14.

Aspetti meccanici della pompa

Rotazione inversa

Velocità più basse e accelerazione/decelerazione più lente della pompa sono vantaggiose per quanto concerne i carichi meccanici e termici e sui sistemi collegati in quanto le forze applicate su cuscinetti, giunti e guarnizioni saranno inferiori.

L'inversione della pompa viene talvolta usata come mezzo per sbloccare la girante. L'inversione di marcia può essere effettuata senza sovraccaricare meccanicamente il giunto della girante e senza rischiare danni meccanici. Diversi produttori di pompe pongono differenti limitazioni per quanto concerne l'inversione di marcia.

Aspetti idraulici della pompa

Parte idraulica

L'intasamento della pompa è un problema comune nel pompaggio delle acque reflue. Il principio fondamentale di progettazione per una pompa anti-intasamento è la sua capacità di far passare i solidi senza intasarla. L'intasamento può essere causato da un'ostruzione totale o parziale della girante o del corpo. L'intasamento totale si verifica quando la pompa cessa di funzionare; tale condizione facile da rilevare è altamente disagiata. Una pompa parzialmente intasata è invece più difficile da rilevare e passa spesso inosservata perché, sebbene

in maniera sensibilmente ridotta, la pompa continua ad erogare portata. Ciò può andare avanti per lunghi periodi di tempo, comportando notevoli quantità di energia. Se la pompa funziona continuamente, la sua efficienza tenderà a diminuire gradualmente sino a livelli inferiori del 50% o addirittura meno al valore di efficienza misurabile in acqua pulita.

L'intasamento può essere causato da corpi estranei, ma più spesso è provocato da contenuti solidi normalmente presenti nelle acque reflue, a volte in grandi dimensioni o in accumuli pesanti. Vi sono diversi tipi di fenomeni di intasamento che possono influire sulle prestazioni della pompa (prevalenza, portata e potenza assorbita) in modi diversi, a seconda della progettazione della stessa.

Le pompe convenzionali per acque reflue con girante a canale, con una o più vani, nonché giranti a vortice, sono inclini all'intasamento causato dagli oggetti morbidi e fibrosi che si accumulano sui bordi di attacco della girante o al centro della girante stessa. Ciò comporta una ridotta efficienza della pompa e, sostanzialmente, un maggiore consumo energetico.

Al termine del ciclo di funzionamento, il controflusso periodico garantisce la pulizia della girante e della pompa, pertanto l'efficienza viene parzialmente ripristinata. Se una pompa funziona a velocità ridotta, è probabile che si verifichi un maggiore accumulo di detriti,

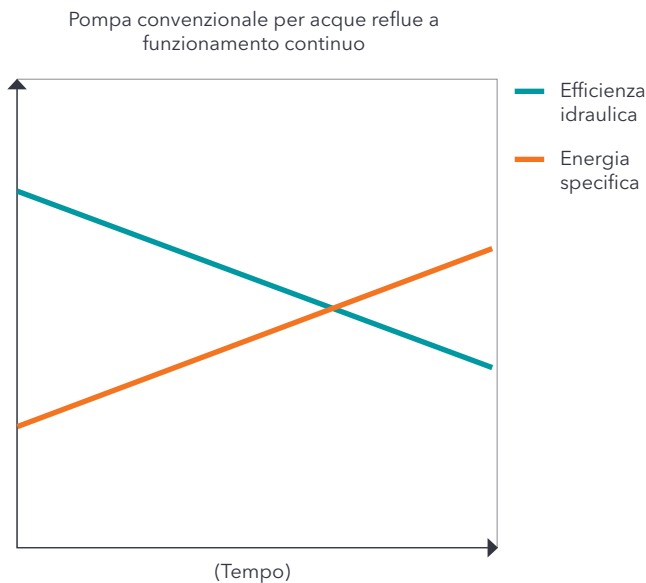


Figura 15: una pompa convenzionale per acque reflue è parzialmente intasata e l'efficienza della pompa diminuisce nel tempo, con conseguente aumento di energia specifica.

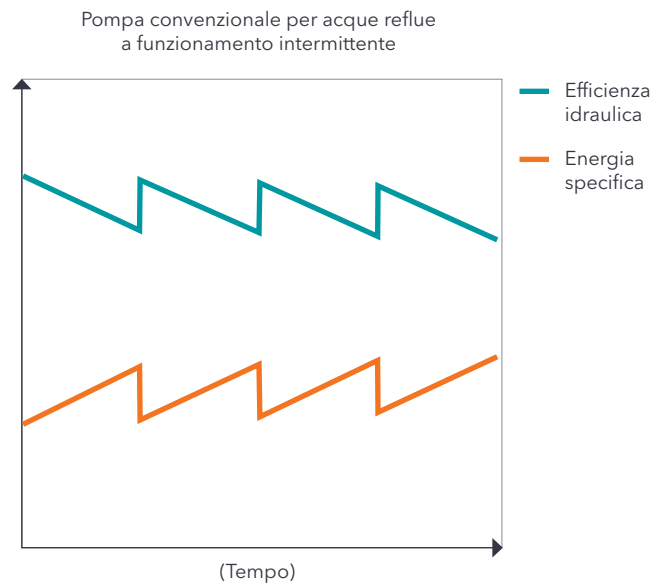


Figura 16: quando si spegne una pompa per acque reflue, viene generato un flusso inverso che effettua il flussaggio dei bordi di attacco della girante e del corpo.

in quanto il ciclo di funzionamento è più lungo e non si verifica il controflusso di lavaggio della girante. Questo è il motivo principale per cui è necessario evitare lunghi cicli di pompaggio.

Lo scenario più complesso nel pompaggio di acque reflue si verifica quando una pompa inintasabile tradizionale viene azionata tramite un inverter che regola la velocità. Molto spesso il software di controllo aziona le pompe a velocità ridotta per lunghi periodi di tempo (ore e giorni); tale assenza del ciclo di pompaggio implica che la pompa non tragga beneficio dal flussaggio che si verifica ogni volta che questa si arresta. Ad aggravare il problema può verificarsi che, il software di controllo venga programmato per eseguire un "soft stop" e un "soft start". Ciò significa che la velocità della pompa venga ridotta gradualmente fino all'arresto. La conseguenza è che una pompa intasata non trae beneficio dal controflusso generato da uno stop istantaneo pertanto è improbabile che questa recuperi l'efficienza originaria.

Per le pompe con idraulica autopulente, sul mercato da oltre 10 anni, il rischio di accumulo di detriti è estremamente ridotto. Ciò è dovuto alla progettazione idraulica con bordi di attacco estremamente inclinati all'indietro, una scanalatura in rilievo o, altri miglioramenti idraulici e meccanici.

Il meccanismo autopulente rimane costante e non

dipende da flusso e velocità. Perciò, finché il punto di lavoro rientra nel range ammissibile delle pompe, una pompa autopulente è in grado di gestire velocità ridotte, anche fino al 50% della massima velocità, senza un aumento del rischio di intasamento. Ciò genera un'efficienza continua ed elevata che si protrae nel tempo.

In quei rari casi in cui un oggetto estraneo provoca un blocco completo della pompa, questo può essere rimosso automaticamente avviando un ciclo di pulizia della pompa tramite il dispositivo di controllo. A volte, i controlli intelligenti possono eseguire un ciclo di pulizia automatico. Durante tale pulizia, la girante viene azionata al fine di eliminare il materiale intasato.

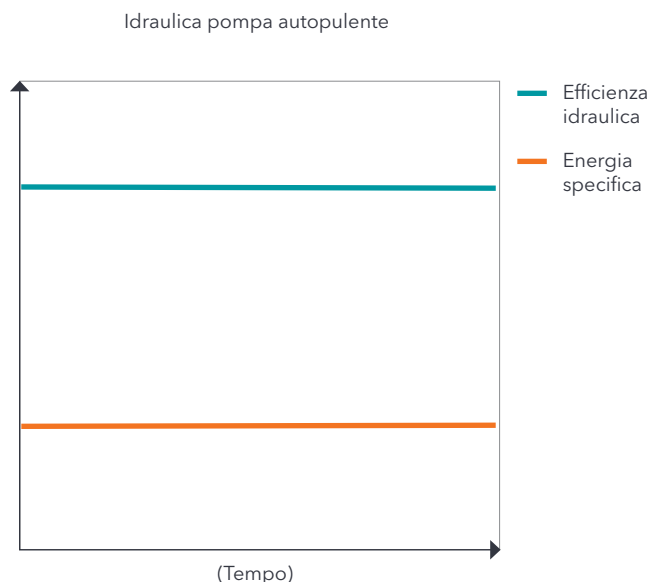


Figura 17: le pompe Flygt N sono dotate di meccanica autopulente, che implica che i bordi di attacco rimangono puliti e si mantenga un livello elevato continuo di efficienza.

Conclusioni

Quando si effettua il pompaggio a velocità variabile, è necessario considerare la curva del sistema, il fluido pompato, il tipo di pompa, il metodo di controllo e i requisiti del processo per ottenere un pompaggio affidabile ad una elevata efficienza complessiva. Il pompaggio con pompe a velocità variabile, se applicato correttamente, può comportare un migliore controllo del processo, risparmio energetico, funzionamento più regolare e ridotti costi di manutenzione **per la stazione**.

L'uso di un inverter standard per le acque di scarico a velocità variabile richiede diverse ore di progettazione, indagini e implementazione dell'algoritmo di controllo adeguato, al fine di ottenere un risparmio energetico e una maggiore affidabilità nel pompaggio.

Alcuni inverter sono preprogrammati per il controllo di pompe con algoritmi per varie applicazioni. Tali inverter devono essere configurati e progettati per l'applicazione specifica.

Per applicazioni specifiche i controlli intelligenti per acque reflue sono preprogrammati con algoritmi avanzati e preconfigurati al fine di garantire il pompaggio in maniera affidabile e una messa in servizio semplice. Tali dispositivi, recentemente lanciati sul mercato, aumentano l'affidabilità delle stazioni di pompaggio e garantiscono la realizzazione del risparmio energetico calcolato. Inoltre, non sono necessarie ulteriori ore di progettazione per trovare un algoritmo di controllo personalizzato in un'applicazione comune.