

Selezione dei materiali per le pompe per acque reflue: incrementare le prestazioni e prolungare la vita utile del sistema

A volte, le acque reflue possono essere corrosive e abrasive. La selezione del materiale più adatto per le pompe per acque reflue è, quindi, fondamentale per ottenere un funzionamento affidabile, duraturo ed economico. Nel presente documento vengono forniti consigli sui materiali idonei per una pompa per acque reflue e sulla protezione dal contatto con diversi fluidi. Vengono, inoltre, descritti i vari fenomeni associati a corrosione e abrasione.

Premessa

La complessità nella composizione delle acque reflue è in continua crescita. Ciò ha reso importante che la pompa sia scelta del materiale corretto e con adeguata protezione.

I motivi della maggiore complessità variano a seconda dell'area geografica; di seguito verranno descritti i più comuni.

A causa dell'aumento del costo del lavoro, i clienti richiedono stazioni di pompaggio esenti da interventi esterni. Pertanto, è più economico consentire alle pompe di trasportare sabbia su grandi distanze all'interno del sistema, piuttosto che utilizzare gli autospurghi per rimuovere frequentemente sabbia e graniglia nella rete delle acque reflue e trasportarle allo smaltimento.

In alcune aree geografiche, la quantità di deflusso dalle strade di città e paesi è aumentata a causa della maggiore percentuale di aree asfaltate. Questo aumento di aree asfaltate e l'eventuale vicinanza a zone costiere contribuiscono ad incrementare la sabbia nel sistema, che a sua volta provoca un grado di usura per abrasione più elevato sulle parti idrauliche delle pompe.

Di conseguenza, ciò pone elevate esigenze nella selezione del materiale e nella protezione della pompa al fine di garantire prestazioni ottimali a lungo termine e ottenere, così, una maggiore durata e un'elevata efficienza continua. Il fine ultimo è un maggiore risparmio energetico e un costo totale di possesso inferiore.

È altrettanto importante capire quando sia possibile e

conveniente utilizzare una pompa con materiali standard in ghisa grigia senza ulteriori misure di protezione. Questa è la soluzione consigliata nella maggior parte delle applicazioni per acque reflue, mentre altre scelte di materiali o ulteriori protezioni comportano esclusivamente l'aumento dei costi.



Parti idrauliche di una pompa per acque reflue, disponibile in una vasta gamma di opzioni di materiali.

Come le acque reflue influiscono sul ciclo di vita utile della pompa

Vi sono vari tipi di acque reflue. A seconda del tipo è necessario utilizzare materiali differenti per prolungare la vita utile della pompa. Il contenuto di cloruro, il valore di pH, la temperatura, il contenuto di ossigeno e di abrasivi sono fattori che influiscono sulla scelta del materiale e protezione.

In genere, le acque reflue non trattate non contengono ossigeno disciolto, in quanto i microrganismi utilizzano l'ossigeno per consumare il materiale organico presente. Se è presente ossigeno, anche in piccole quantità, potrebbero verificarsi livelli eccessivamente elevati di corrosione nel caso si utilizzino ghisa grigia e acciaio al carbonio.

Il contenuto di cloruri nelle acque reflue può variare tra 10 e 500 mg/l; in alcuni casi, tuttavia, può essere superiore a causa di infiltrazioni di acqua di mare.

Per un confronto, il livello di cloruri nell'Oceano Atlantico è 19500 mg/l.

Il valore di pH nelle acque reflue è, in genere, circa 7.

In acque reflue non trattate, sono spesso presenti delle particelle abrasive; queste aumentano il rischio di usura delle parti idrauliche. La corrosione e l'usura dei materiali possono causare guasti imprevisti, arresti operativi e la riduzione della vita utile della pompa.



Esempio di stazioni tipiche per acque reflue con pompe a elica.



Girante dopo una prova di resistenza all'usura accelerata in laboratorio.

Usura

L'usura è, per definizione, la perdita di materiale da una superficie. In generale, potrebbero verificarsi diversi meccanismi di usura contemporaneamente. Tuttavia, uno dei meccanismi di usura di solito ha un effetto dominante. L'usura dovuta a particelle abrasive è comune nelle acque reflue. Se la velocità nel corpo pompa è elevata, l'erosione idraulica viene accelerata. I componenti della pompa, tra cui giranti, eliche, coperchi di aspirazione e volute, a diretto contatto con il fluido pompato sono principalmente soggetti ad usura erosiva. L'usura non è lineare in proporzione alla velocità del fluido pompato. Per i materiali metallici, l'usura è normalmente proporzionale a oltre il quadrato della velocità. Le prove indicano che un esponente di 2,4 è appropriato ($usura = c \cdot V^{2,4}$). In altre parole, se la velocità incrementa del 50%, l'usura aumenta di 2,6 volte.

Vi è una forte relazione lineare tra la resistenza all'usura e la durezza dello stesso tipo di materiali metallici (Figura 1). Queste prove di resistenza all'usura sono state condotte presso i laboratori dei materiali Xylem con un apparecchio di prova appositamente progettato, che simula le condizioni reali all'interno della pompa.

Hard-Iron™ ha una resistenza all'usura estremamente elevata grazie ai carburi di cromo induriti incorporati.

Prova di resistenza all'usura relativa in liquami con 20% di sabbia di granito naturale (dimensione grano: 0,70 mm)

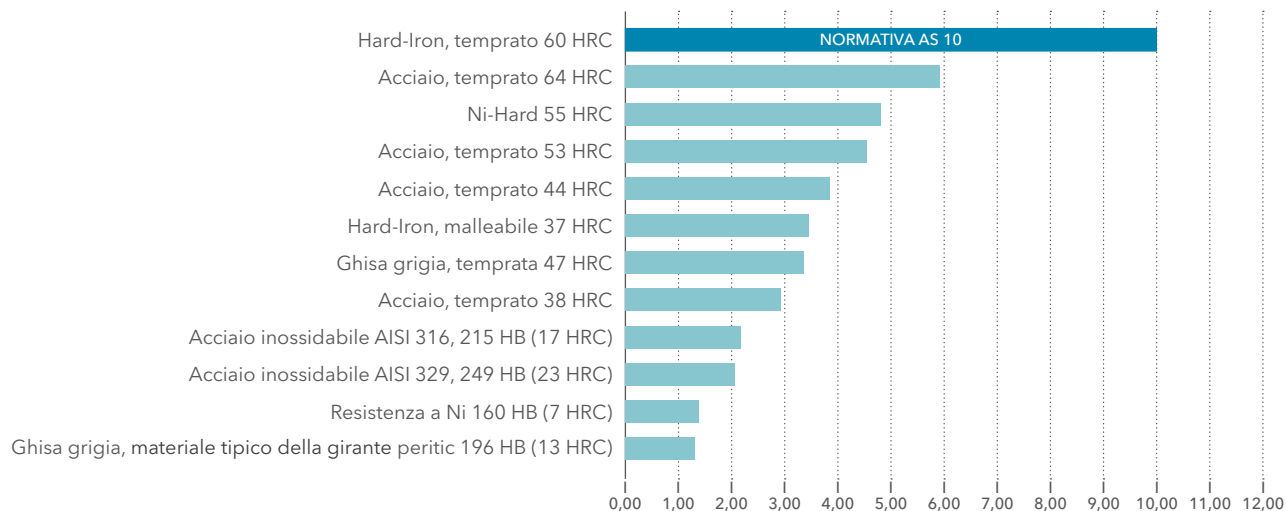


Figura 1: panoramica di resistenza all'usura relativa di vari materiali. Il grafico mostra la forte relazione lineare tra resistenza all'usura e la durezza nello stesso tipo di materiale metallico. Ciò può essere osservato nell'acciaio di diversa durezza.

La relazione lineare tra durezza e resistenza all'usura può essere osservata più chiaramente nell'acciaio temprato. Sebbene questi tipi di acciaio siano realizzati con la stessa tecnica e condividano una struttura comune, la durezza è diversa. La ghisa grigia con grafite morbida incorporata nella struttura ha una minore resistenza all'usura allo stato temprato e nello stato di fusione rispetto all'acciaio al carbonio con durezza simile. Invece, l'acciaio inossidabile offre prestazioni leggermente migliori rispetto alla ghisa grigia, a causa delle sue maggiori proprietà di resistenza alla corrosione.

Tipi di corrosione

Vi sono vari tipi di fenomeni di corrosione: corrosione generica ed erosione-corrosione sono i fenomeni più comuni per ghisa grigia e acciaio al carbonio a contatto diretto con le acque reflue. La corrosione galvanica è un altro tipo comunemente associato alle pompe di alluminio; tuttavia, il rischio di corrosione galvanica è significativo, ad esempio, anche quando si utilizzano giranti in acciaio inossidabile nelle acque reflue.

Corrosione generica

La corrosione generica attacca tutti i tipi di superfici, ma di solito si verifica più lentamente. Solitamente, la corrosione generica non è un problema per i componenti ottenuti da fusione con pareti spesse, quindi non influisce sul funzionamento della pompa.

Il tasso di corrosione indotta da ossigeno può essere accelerato per molti motivi, tra cui alta temperatura, fluido con valori alti o bassi di pH, elevato contenuto di ossigeno o di cloruro.

Il più comune di questi effetti accelerazione è il contenuto di cloruro. Come regola generale, se il livello di cloruro è inferiore a 200 mg/l, non sono necessarie ulteriori misure di protezione per la ghisa grigia e l'acciaio al carbonio.



Effetti della corrosione generica su una pompa per acque reflue ancora funzionante dopo 50 anni di utilizzo.

Erosione-corrosione

Quando l'acqua scorre a velocità elevate e l'ossigeno erode i prodotti dalla superficie, il fenomeno di erosione-corrosione è comune. Gli attacchi, generalmente localizzati nelle zone con flusso turbolento, sono ancora più gravi quando sono presenti bolle di gas e particelle solide.

I danni causati da erosione-corrosione possono essere scambiati per danni da cavitazione. La cavitazione si può verificare se la pompa non funziona nella zona corretta della curva QH o non dispone di sufficiente NPSH. Per una pompa selezionata correttamente, il rischio di cavitazione è basso. In tali casi, l'erosione-corrosione è la più probabile causa di danni al materiale.

Corrosione galvanica

Quando due metalli diversi sono collegati elettricamente e messi a contatto con le acque reflue contenente cloruri, formano una cella galvanica in cui il materiale più nobile è catodico, mentre il meno nobile è anodico. Il materiale anodico è quindi soggetto a corrosione.

Il tasso di corrosione dipende da quanto segue:

- Rapporto area superficiale tra catodi e anodi. Un'area degli anodi maggiore rispetto all'area dei catodi riduce gli effetti galvanici.
- Entità della differenza di potenziale (Figura 2). Una grande differenza di potenziale aumenta il tasso di corrosione.
- Conduttività del liquido. Un elevato contenuto di cloruri comporta un maggiore tasso di corrosione.

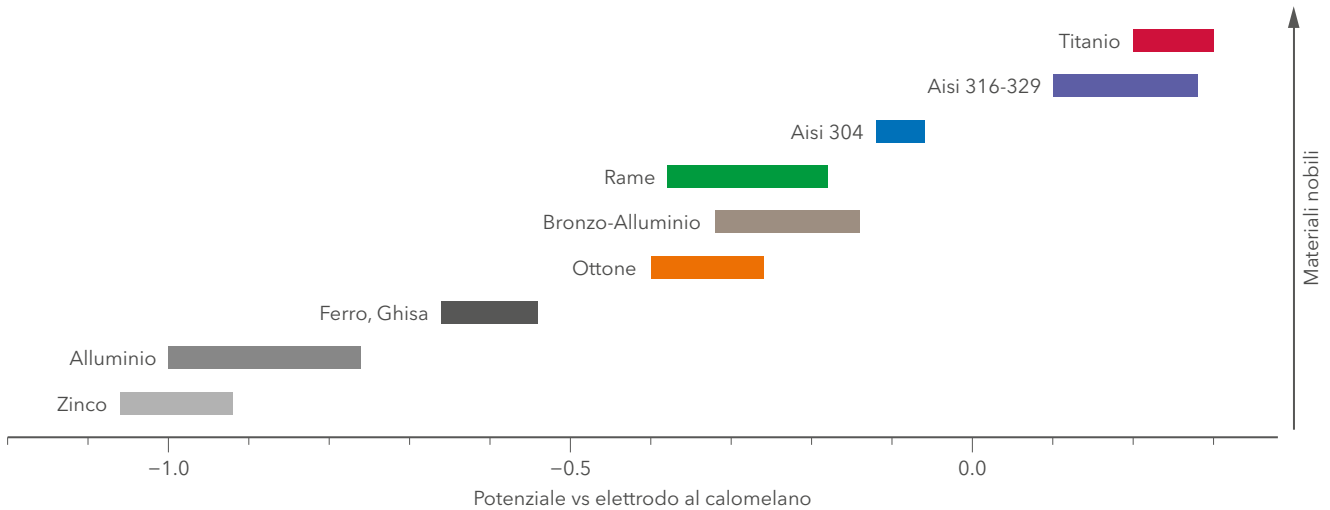


Figura 2: il potenziale elettrico dei metalli può essere misurato in soluzioni acquose differenti e presente nella serie galvanica.



Erosione-corrosione di una girante.



Effetti della corrosione galvanica su un anello di sollevamento con catena in acciaio inossidabile.

Tipi di materiali

La scelta del materiale della pompa dipende principalmente dall'applicazione e la selezione è estremamente importante per ottenere una lunga durata della pompa. Il materiale nella girante è il fattore più importante, in quanto la girante è nettamente influenzata dall'usura e da erosione-corrosione a causa della sua elevata velocità rispetto al liquido.

Materiali per pompe usati di frequente

Materiali	Nickel	Cromo	Durezza (temprati)	Durezza (non temprati)	Resistenza all'usura relativa	Potenziale elettrochimico	pH	Limitazioni di cloruro (senza protezione con anodi di zinco)
Ghisa grigia	0	0%	47 HRC	13 HRC	1.3 (3.3*) *temprata	Da -0,55 a -0,65	5,5–14	<200 ppm
Acciaio inossidabile 316/329	4–11%	17–25%	–	10–20 HRC	2	0,1–0,3	0–14	<500 ppm
Hard-Iron	0	25%	60 HRC	37 HRC	10	Da -0,55 a -0,65	5–14	200–300 ppm

Figura 3: i materiali della pompa più usati con le rispettive proprietà di resistenza all'usura e alla corrosione.

Ghisa grigia

Conosciuta per le sue eccellenti proprietà di fusione, la ghisa grigia può essere temprata e mostra buone proprietà di lavorazione. La ghisa grigia è il materiale della girante più comune, adatto per la maggior parte delle applicazioni per acque reflue civili, che non richiedono requisiti particolari per la protezione dalla corrosione e la resistenza all'usura.

La ghisa grigia può essere utilizzata con acque reflue nel range di pH da 5,5 a 14, a patto che il contenuto di cloruro non superi i 200 mg/l. Se il contenuto di cloruri supera i valori massimi consentiti, si consiglia l'uso di anodi di zinco e di un rivestimento epossidico speciale.

Acciaio inossidabile

L'acciaio inossidabile (tipo di materiale 316/329) mostra un'elevata resistenza alla corrosione, ma presenta una bassa resistenza all'usura. A volte, le acque reflue possono contenere particelle abrasive, che limitano l'idoneità dell'acciaio inossidabile in applicazioni per acque reflue.

Se il cliente richiede una girante in acciaio inossidabile come materiale preferito, è possibile utilizzarla al posto della ghisa grigia, ma con probabili effetti negativi. Se sono necessari anodi di zinco a causa dei fluidi corrosivi, gli anodi si consumano rapidamente e richiedono una sostituzione più frequente rispetto all'utilizzo di una girante in ghisa grigia.

La sostituzione di una girante in ghisa grigia con una in acciaio inossidabile suppone anche il rischio di corrosione galvanica. Ciò incrementa il potenziale di corrosione sugli altri componenti della pompa a contatto con liquido e dei materiali circostanti meno nobili. In genere, l'acciaio inossidabile non è, quindi, il materiale consigliato nelle applicazioni per acque reflue.

Hard-Iron™

L'Hard-Iron ha proprietà medie di resistenza alla corrosione e ottime proprietà di resistenza all'usura. Le prove di resistenza all'usura mostrano che la vita utile di una girante in Hard-Iron può essere oltre tre volte superiore a quella di una girante in ghisa grigia temprata.

L'Hard-Iron è una lega di ghisa ad alta resistenza composta dal 25% di cromo e il 3% di carbonio. Durante il processo di solidificazione, il cromo e carbonio si trasformano in carburi estremamente duri. Ciò rende l'Hard-Iron altamente resistente all'abrasione e ad erosione-corrosione.

L'Hard-Iron è più adatto per l'uso in applicazioni tipiche per acque reflue rispetto all'acciaio inossidabile. L'acciaio

inossidabile causa la corrosione galvanica dei materiali circostanti e riduce la vita utile totale del sistema.

Sono state condotte prova di resistenza all'usura accelerata con la sabbia presso i laboratori Xylem. Prima di effettuare le prove, è stato misurato uno spazio tra la girante e il corpo pompa di 0,3 mm.

I risultati della prova mostrano che l'usura della girante in acciaio inossidabile e in ghisa grigia avviene approssimativamente alla stessa velocità. Dopo 50 - 63 ore di prove accelerate, lo spazio della girante è stato misurato a 2 mm (Figura 4). Una girante in Hard-Iron dura approssimativamente tre volte in più dopo 190 ore di prove di resistenza all'usura accelerata ampliando lo spazio della girante a 2 mm.

Prova di resistenza all'usura accelerata

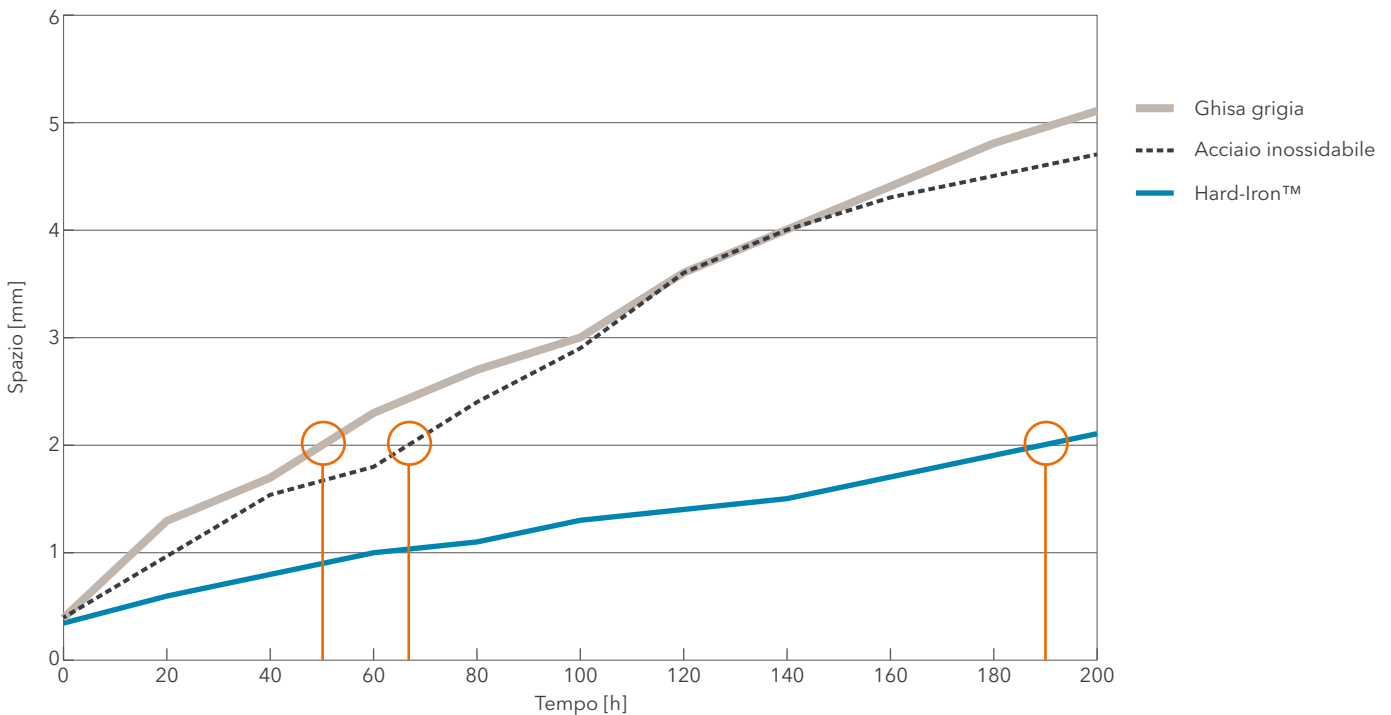


Figura 4: le prove di cui sopra mostrano il confronto di usura del materiale. L'uso di Hard-Iron riduce al minimo l'usura del girante della pompa prolungandone la vita utile.

Conclusioni

Le miscele sempre più complesse di acque reflue aggrediscono la pompa provocando corrosione e usura nelle applicazioni più difficili. Ciò pone elevate esigenze sulla selezione del materiale adeguato per la girante, oltre a fornire una protezione adeguata per la pompa, tra cui anodi di zinco e rivestimenti protettivi. Come precedentemente menzionato, la scelta del materiale per la pompa dipende dalla quantità di ioni cloruro e particelle abrasive nel fluido pompato.

L'applicazione più comune per acque reflue garantisce condizioni di bassa usura con ridotte quantità di sostanze corrosive. Qui la ghisa grigia come materiale della

girante è la soluzione ideale e non è necessaria una protezione supplementare. Per le condizioni di maggiore usura, è necessaria una girante in Hard-Iron in quanto aumenta di tre volte la resistenza all'usura e garantisce un funzionamento prolungato. In presenza di una quantità elevata di cloruri, è necessaria una protezione con anodi di zinco e verniciatura epossidica speciale, indipendentemente dal materiale della girante. Se viene specificata una girante in acciaio inossidabile, può essere utilizzata al posto della ghisa grigia, ma il rischio di corrosione galvanica si incrementa. In genere, si consiglia di non utilizzare l'acciaio inossidabile come materiale della girante in applicazioni per acque reflue.

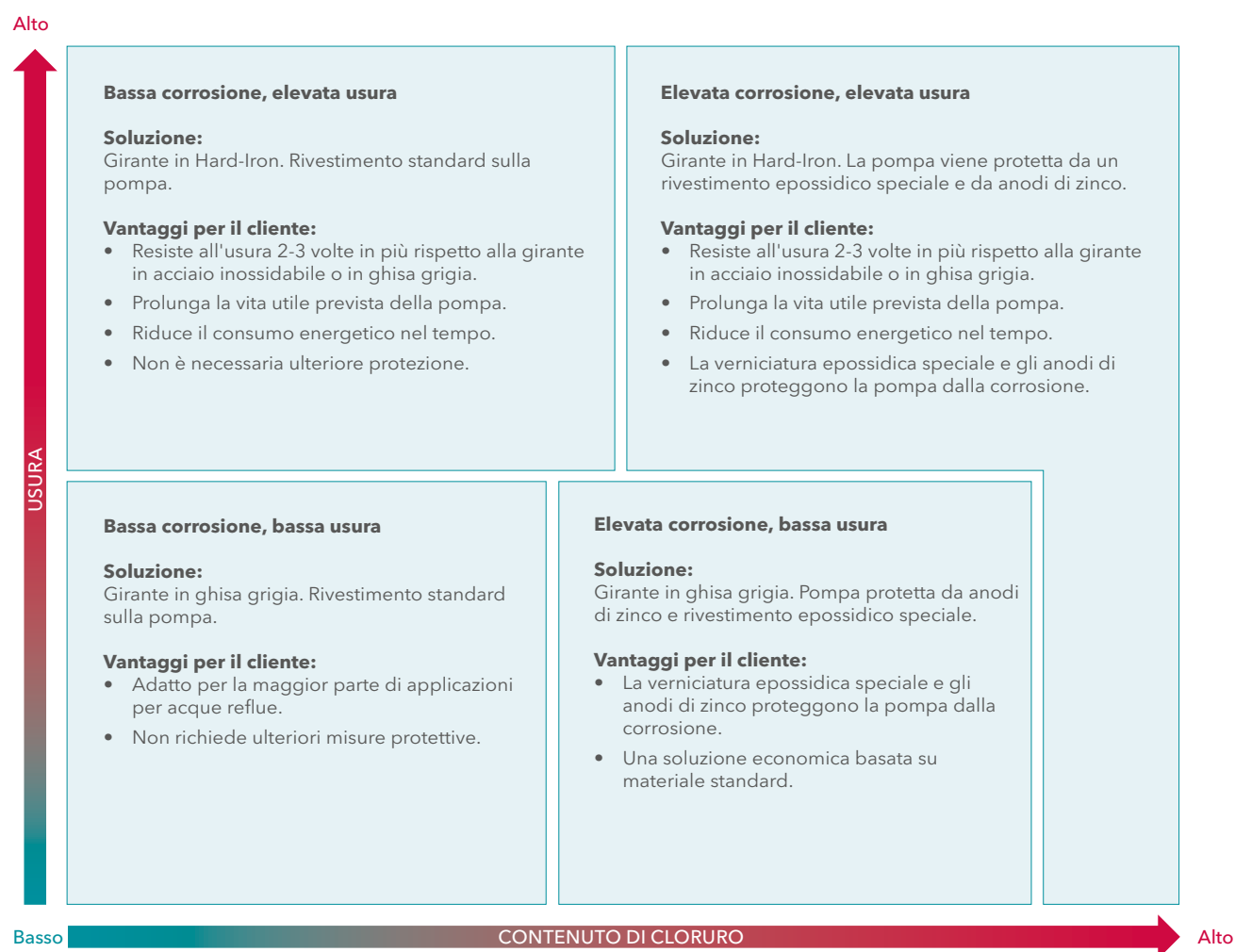


Figura 5: nel presente grafico sono illustrati i materiali della girante per pompe in ghisa grigia. Potrebbero essere disponibili altri materiali, ma non sono consigliati per acque reflue.

