

Garanzia del rapporto: Più di semplici flussometri

Il sistema Graco multi-livello
per evitare, rilevare e monitorare
condizioni fuori rapporto

Abstract

Il presente documento vuole offrire una panoramica sulla garanzia del rapporto per l'industria delle schiume a spruzzo. Ha inoltre lo scopo di fornire dettagli specifici sul sistema di garanzia del rapporto Graco Reactor. Il presente libro bianco elenca le possibili cause alla base di situazioni fuori rapporto, corredate dai metodi migliori di rilevamento. Dato che non esiste un metodo di rilevamento applicabile a ogni possibile causa è importante comprendere la necessità di un sistema di prevenzione e rilevamento multi-livello. Per finire, il presente documento darà maggiori informazioni sui flussometri, sul monitoraggio della pressione e sui fatti essenziali per il calcolo del rapporto.

Indice

La necessità di una garanzia del rapporto	Pag. 2-3
—	—
Cosa sono le variabili a punto singolo	Pag. 4-5
—	—
Il sistema di garanzia del rapporto Graco	Pag. 6-10
—	—
Capire i flussometri	Pag. 11-12
—	—
L'importanza del volume	Pag. 13-15
—	—
Capire le variabili a punto singolo	Pag. 16-22
—	—
Aggiornamenti del sistema Reactor	Pag. 23-25
—	—
Conclusione / Biografia	Pag. 26

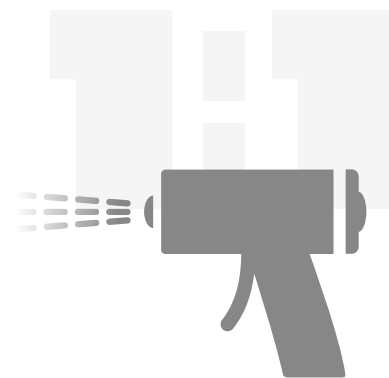
La necessità di una garanzia del rapporto

L'isolamento con schiuma a spruzzo è un metodo ormai comunemente accettato per immobili sia residenziali che commerciali. Il suo utilizzo è aumentato nel tempo grazie ai maggiori benefici offerti in termini di isolamento, alla richiesta di case ed edifici caratterizzati da una spiccata efficienza energetica e da norme edilizie che impongono standard più rigidi e un'efficienza energetica più elevata. L'isolamento con schiuma a spruzzo è la risposta ideale a tutte queste richieste.

La schiuma a spruzzo è un prodotto unico nel mondo dell'edilizia, e la sua particolarità è che viene creata in loco, al momento dell'applicazione. Quasi tutti gli altri isolanti – cartongesso, fibre di vetro, pannelli a scaglie orientate, scandole, legname per intelaiature, condutture, ecc. – vengono realizzati in fabbrica e poi portati nell'area di lavoro, mentre l'efficacia della schiuma a spruzzo ne presuppone una formazione in loco. Per questa ragione è importante eseguire controlli adeguati così da garantire che la produzione della schiuma avvenga in modo corretto.

La schiuma a spruzzo nasce dall'unione di due sostanze chimiche liquide, l'isocianato (A) e la resina a polioli (B). Una volta miscelate, queste due sostanze vengono spruzzate su un substrato, dando vita a una reazione chimica istantanea. I due liquidi, se miscelati velocemente, si espandono infatti fino a raggiungere una dimensione di 10-50 volte superiore a quella iniziale e si induriscono nel giro di pochi secondi, dando origine alla schiuma a spruzzo vera e propria. Grazie alla produzione in loco è possibile applicare i materiali in forma liquida e quindi riempire e isolare meglio interstizi, cavità, tubi, cavi, spazi ristretti, ecc.

L'attrezzatura necessaria per miscelare e spruzzare le sostanze chimiche dev'essere in grado di riscaldare e pressurizzare i materiali garantendo un metodo solido e risultati omogenei. Miscelare correttamente i due componenti in loco richiede attrezzature professionali. Oggi buona parte delle chimiche delle schiume a spruzzo presuppone un rapporto di miscelazione 1:1 così da ottenere le proprietà ottimali auspiccate dai produttori dei materiali.



La necessità di una garanzia del rapporto - continua

Poiché l'utilizzo della schiuma a spruzzo aumenta di pari passo con lo sviluppo di nuove norme edilizie e con le richieste di maggiore efficienza energetica da parte dei consumatori, è importante accertarsi che il lavoro sia eseguito correttamente. L'industria sta crescendo in fretta, e uno dei principali problemi che deve affrontare è trovare e formare in modo adeguato gli installatori, così da stare al passo con la domanda. Se applicata bene, la schiuma a spruzzo offre numerosi benefici, ma se utilizzata male può causare problemi la cui soluzione risulta costosa e complessa. Il modo migliore di procedere è evitare che tali problemi si verifichino. Ecco perché affidarsi solo all'installatore per una produzione corretta della schiuma può non essere sufficiente. Sempre più costruttori ricorrono alla schiuma a spruzzo per le proprie case, e sempre più proprietari di immobili si fanno una cultura su questi prodotti per accertarsi che l'applicazione avvenga come si deve. È dunque importante avere un'attrezzatura per schiume a spruzzo che sia appositamente concepita per ridurre il rischio di "schiuma pessima". Il sistema non deve solo rilevare possibili problemi legati ad attrezzatura, processo e sostanze chimiche: deve anche salvare i dati e presentarli in un formato utile, qualora i clienti lo richiedano.

L'attrezzatura Graco per schiume a spruzzo è concepita per mitigare eventuali problemi grazie a un design solido e a un software che monitora e controlla i valori di pressione e temperatura. È inoltre progettata per avvisare l'operatore e spegnere la macchina in caso di problemi.

Benché l'attrezzatura Graco possa ridurre il rischio di "schiuma pessima" rilevando i potenziali problemi dell'attrezzatura, molti dei problemi non dipendono dall'attrezzatura, quanto piuttosto da fattori legati al contractor, come l'impiego di sostanze chimiche non opportunamente condizionate o l'utilizzo di una camera miscelatore troppo grande rispetto al sistema di alimentazione. Essendo poi meccanica, l'attrezzatura richiede lavori di manutenzione preventiva e può presentare problemi che richiedono interventi di riparazione. Per tutte le ragioni sopra esposte è importante avere un'attrezzatura capace di rilevare condizioni fuori rapporto.

Vedere il programma di manutenzione dell'attrezzatura del sistema Reactor. Seguire i passaggi riportati nel documento così da mantenere in ordine l'attrezzatura per schiume a spruzzo, evitare tempi di fermo & riparazioni e ottenere una resa massima.

FARE CLIC SULL'IMMAGINE RIPORTATA QUI SOTTO per aprire il programma di manutenzione dell'attrezzatura.



Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Cosa sono le variabili a punto singolo

È importante capire le tipologie di problemi che possono generare schiume a spruzzo fuori rapporto. Queste si definiscono *variabili a punto singolo*. Le *variabili a punto singolo* si possono suddividere in categorie diverse, come ad esempio:

- **Aria nel flusso di fluido**
- **Pompa di alimentazione sottodimensionata**
- **Scarsa alimentazione del materiale al dosatore**
- **Problemi alla pompa del dosatore**
- **Perdite di fluido**
- **Restrizione del fluido nel flessibile riscaldato o nella pistola di spruzzatura**

La comprensione delle diverse *variabili a punto singolo* permette di identificare il metodo di rilevamento più adatto per ciascuna di esse. Una volta rilevata la tipologia di variabile è possibile monitorarla, con l'obiettivo di spegnere il dosatore in caso di insorgenza ed evitare la produzione di schiuma fuori rapporto. L'operatore può eseguire gli aggiornamenti necessari o gli interventi di manutenzione capaci di eliminare il problema alla base della condizione fuori rapporto.

Ci sono diverse *variabili a punto singolo* che possono determinare un'erogazione fuori rapporto. **Dato che non esiste un solo metodo di rilevamento in grado di identificare tutti i possibili problemi, è importante affidarsi a un solido sistema multi-livello di garanzia del rapporto che incorpori un monitoraggio della pressione e dei flussometri.**







Per ciascuna *variabile a punto singolo* si può identificare il metodo di rilevamento più accurato grazie alla scala "Buono, Più che buono, Ottimo".

- **Ottimo:** il dispositivo è lo strumento privilegiato per rilevare il problema. Questo metodo di rilevamento è molto sensibile e offre risultati rapidi.
- **Più che buono:** il dispositivo rileva il problema ma richiede un po' di tempo. Il problema, inoltre, viene rilevato solo se grave.
- **Buono:** il dispositivo rileva il problema ma richiede molto tempo. Il problema, inoltre, viene rilevato solo se grave. Questo metodo di rilevamento è poco sensibile, quindi non va utilizzato come metodo di rilevamento primario.
- **Non applicabile (NA):** il dispositivo non rileva questo genere di problema.

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Cosa sono le variabili a punto singolo - continuazione

 OTTIMO  PIÙ CHE BUONO  BUONO

Tipo di categoria	Variabili a punto singolo	Metodo di rilevamento del sistema Reactor		
		Sensore di pressione in ingresso *	Sensore di pressione in uscita	Flussometri
 Aria nel flusso di fluido	Fuorigiri della pompa di alimentazione / Sostanze chimiche in esaurimento	NA	Più che buono	Più che buono
	Aria intrappolata nella linea di alimentazione e/o nel dosatore	NA	Buono	Ottimo
 Pompa di alimentazione sottodimensionata	Camera miscelatore troppo grande per l'uso	Ottimo	Buono	Più che buono
	Impostazione pressione dosatore eccessivamente alta	Ottimo	Buono	Più che buono
	Attivazione eccessivamente lunga grilletto	Ottimo	Buono	Più che buono
 Scarsa alimentazione del materiale al dosatore	Materiale(i) freddo(i)	Ottimo	Più che buono	Buono
	Impostazione pressione pompa di alimentazione troppo bassa	Ottimo	Buono	Più che buono
	Pompa di alimentazione danneggiata (guarnizioni, sfera di non ritorno, motore pneumatico)	Ottimo	Buono	Più che buono
	Pressione pompa di alimentazione assente	Ottimo	Buono	Più che buono
	Collegamento filtro in ingresso	Ottimo	Buono	Più che buono
 Problemi alla pompa del dosatore	Danno alla sfera / sede della valvola a pedale della pompa del dosatore	Ottimo	Buono	Più che buono
	Danno alla sfera / sede del pistone della pompa del dosatore	NA	Più che buono	Ottimo
	Danno alla guarnizione della pompa del dosatore	NA	Più che buono	Ottimo
 Perdite di fluido	Perdita tra pompa del dosatore e flussometro	NA	Più che buono	Ottimo
	Perdita nel flessibile riscaldato	NA	Ottimo	NA
 Restrizione dopo il flussometro	Blocco nel flessibile riscaldato, deposito sull'ID del(i) flessibile(i) **	NA	Ottimo	NA
	Filtro per pistola intasato **	NA	Ottimo	NA
	Linea di urto per pistola intasata **	NA	Ottimo	NA

* È necessario il software aggiornato del sistema Reactor (versione 3.02 o successiva) per rilevare correttamente il problema.

** È possibile che non si determini un'erogazione fuori rapporto ma che si abbiano problemi alle linee di miscelazione a impatto.

La qualità finale del materiale non dipende solo dalla comprensione e dal controllo delle variabili a punto singolo. È infatti influenzata anche da numerosi fattori esterni, che includono ad esempio formulazioni del materiale, condizioni ambientali e parametri di processo.

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Il sistema di garanzia del rapporto Graco

Non esiste un solo metodo capace di rilevare in modo semplice e accurato ciascuna delle potenziali *variabili a punto singolo*. Per questo è importante affidarsi a un solido sistema multistrato di garanzia del rapporto, composto da più di semplici flussometri. Alla base del sistema ci sono pompe a collegamento meccanico, pompe volumetriche a pistone, dispositivi di monitoraggio della pressione e flussometri: nel loro complesso, questi assicurano la garanzia del rapporto con ridondanze integrate e risultati di rilevamento impareggiabili.

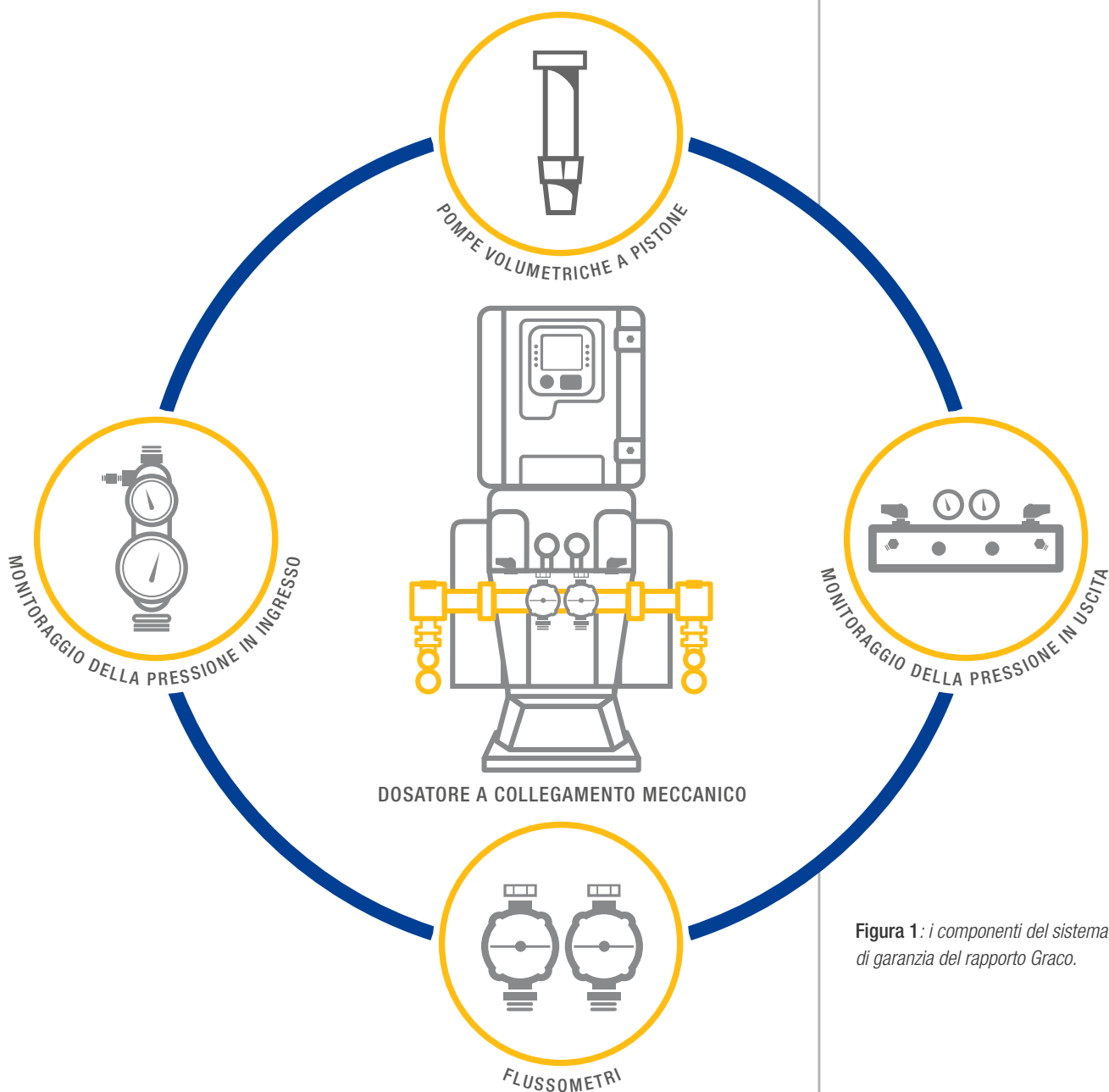


Figura 1: i componenti del sistema di garanzia del rapporto Graco.

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Pompe a collegamento meccanico

Il fulcro del sistema Graco Reactor sono le pompe a collegamento meccanico, comuni a tutti i sistemi Reactor a prescindere che siano elettrici, idraulici o pneumatici. L'espressione "pompe a collegamento meccanico" indica che le pompe A e B sono collegate tra loro da un albero o da un giogo così da eseguire una corsa omogenea alla stessa velocità. Il collegamento meccanico delle pompe fa sì che all'avvio di un ciclo della pompa A si attivi anche la pompa B. Di conseguenza, le pompe sono costrette a eseguire un ciclo omogeneo e privo di fuori rapporto.

Graco ha sempre puntato a un collegamento meccanico delle pompe A e B per fornire un sistema solido, adatto a una spruzzatura con rapporto 1:1. Da un certo punto di vista, le pompe a collegamento meccanico ricordano i flussometri integrati, perché erogano quantità omogenee di sostanze chimiche A e B a ogni corsa.

Poiché il rapporto ha un valore fisso, le pompe a collegamento meccanico mantengono un'elevata continuità a fronte di una gamma di tolleranza ristretta, e non dipendono dai flussometri per assicurare risultati privi di fuori rapporto: sono infatti progettate per pompare automaticamente volumi omogenei di materiali A e B.

Pompe prive di collegamento meccanico

Le pompe prive di collegamento meccanico non sono costrette a eseguire una spruzzatura a rapporto fisso: il volume del materiale nella pompa A può essere diverso dal volume del materiale nella pompa B. Se realizzate in modo corretto, le pompe prive di collegamento meccanico permettono di erogare due componenti che richiedono rapporti diversi in base al lavoro da eseguire. Non sono però la soluzione migliore per pompare sostanze chimiche a rapporto fisso 1:1 giorno dopo giorno.

Un dosatore a collegamento meccanico si considera solido se usa pompe volumetriche a pistone dotate di collegamento elettronico per controllare il flusso dei materiali. In questo caso, i flussometri non sono necessari ma si possono integrare nel sistema multi-livello di garanzia del rapporto per verificare che venga applicato il rapporto desiderato. Il volume dei materiali pompati non dipende dai flussometri, che servono solo a monitorare il rapporto. Dato che il sistema utilizza pompe a pistone è possibile sapere qual è il volume preciso del materiale di ciascuna corsa e/o porzione di corsa così da mantenere stabile il rapporto richiesto.

In alternativa, un dosatore privo di collegamento meccanico e di pompe a pistone può controllare il rapporto per mezzo dei flussometri. In questo caso, le pompe A e B non sono collegate tra loro per via elettronica ma sono unite attraverso un flussometro. È possibile che le pompe diverse da quelle a pistone non siano abbastanza precise da monitorare il rapporto; pertanto occorre affidarsi alle misurazioni del flussometro per verificare l'erogazione della pompa. Questo può determinare alcuni problemi:



Pompe a collegamento meccanico - continuazione

- Un sistema che per ottenere il rapporto desiderato si affida a pompe e flussometri che misurano il volume dei materiali A e B può produrre un'erogazione eccessiva o insufficiente rispetto al rapporto desiderato, poiché le pompe eseguono spesso regolazioni del flusso. Le macchine di questo genere, infatti, realizzano continue correzioni al rapporto e sono caratterizzate da un'erogazione incostante. Le variazioni, poi, sono spesso al di fuori dei limiti di tolleranza accettabili per i materiali erogati (ad es. $\pm 5\%$).
- Un sistema che per controllare il volume dipende dai flussometri rischia pompaggi fuori rapporto nel momento in cui i flussometri manifestano qualche problema. Ogni problema che coinvolge i flussometri, infatti, inclusa una calibrazione scorretta, determina una mancata lettura del rapporto effettivo, quindi il sistema prende decisioni di pompaggio sulla base di un feedback errato. Così facendo è possibile che il dosatore spruzzi fuori rapporto e non esegua alcun rilevamento.
- Un sistema che dipende dai flussometri rischia anche un arresto completo. Se i flussometri non funzionano o non riescono a comunicare con il dispositivo di controllo, il dosatore si arresta e smette di pompare.



Pompe volumetriche a pistone

Anche il tipo di pompa usata per applicazioni con schiume a spruzzo e rivestimenti conta. Ne esistono diversi tipi: le pompe volumetriche a pistone hanno un design che Graco ritiene sia il migliore per questo genere di applicazione.

Le pompe volumetriche a pistone realizzano movimenti fluidi con cui intrappolano una quantità fissa di materiale e la convogliano (costringono) nel tubo di scarico. Ottengono prestazioni volumetriche costanti a fronte di una vasta gamma di temperature, pressioni e viscosità, e si dimostrano particolarmente precise per applicazioni start-and-stop e per mantenere una pressione di stallo. Assicurano un volume di ciclo accurato e costante anche per lunghi periodi e con fluidi aggressivi.

Le pompe a pistone Graco sono realizzate in modo preciso usando macchine CNC e operano su tolleranze ristrette, garantendo un'elevata continuità da una pompa all'altra. Si tratta di un elemento importante soprattutto quando il sistema usa 2 pompe per ottenere volumi di materiale omogenei. Graco applica una tolleranza inferiore all'1% tra le pompe.



Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso

Monitorare eventuali cambiamenti nella pressione in ingresso è un modo veloce e affidabile per rilevare condizioni fuori rapporto e possibili problemi.

Il monitoraggio della pressione in ingresso è una funzione standard dei modelli Reactor 2 Elite. Si tratta della soluzione perfetta con cui riconoscere la presenza di problemi inerenti alla pompa di alimentazione del materiale. Nel momento in cui si rileva che la pressione in ingresso è scesa sotto il valore accettabile è possibile identificare il problema e allertare l'utente. Anche i flussometri e i dispositivi di monitoraggio della pressione in uscita possono rilevare i problemi connessi all'alimentazione, ma il monitoraggio della pressione in entrata resta il metodo di reazione più rapido e accurato in assoluto.

Tra le condizioni fuori rapporto più comuni ci sono l'esaurimento delle sostanze chimiche, l'utilizzo di sostanze chimiche fredde o il ricorso a una o più pompe di alimentazione sottodimensionate rispetto alla domanda, tutte condizioni che si possono rilevare al meglio con dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso.

Dispositivi di monitoraggio della pressione in uscita

Il monitoraggio della pressione in uscita è una funzione standard di tutti i sistemi Reactor, elettrici e idraulici. Graco ricorre alla pressione differenziale tra le sostanze chimiche A e B per rilevare ed evitare una spruzzatura fuori rapporto. I sistemi Reactor hanno un'impostazione predefinita di allarme per la pressione differenziale pari a 35 bar (i clienti possono modificare questo valore in base alle proprie esigenze). Se la pressione differenziale tra A e B supera i 35 bar, il sistema Reactor si arresta. Da sempre il monitoraggio della pressione serve a rilevare buona parte delle condizioni fuori rapporto. Ci sono però delle eccezioni.

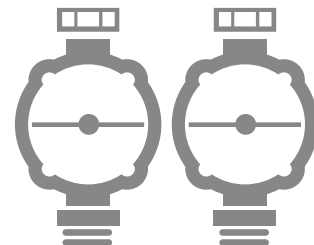
Il monitoraggio della pressione in uscita contribuisce a rilevare le condizioni responsabili di una scarsa miscelazione a impatto delle sostanze A e B. Questa, però, può verificarsi anche se non si hanno condizioni fuori rapporto. Possibili cause sono l'intasamento del filtro e/o della linea di urto sulle guarnizioni laterali della pistola. Problemi simili provocano l'incremento della pressione di una delle sostanze chimiche e quindi influenzano la miscelazione a impatto: con l'aumentare della pressione differenziale tra A e B, infatti, la miscelazione a impatto si fa sempre più difficile. Il monitoraggio della pressione in uscita riconosce che la pressione differenziale supera la soglia di allarme e arresta la macchina nel tentativo di impedire l'erogazione di materiali miscelati in modo improprio.



Flussometri

I flussometri permettono di rilevare alcune condizioni che causano un'erogazione fuori rapporto non identificabile dai dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso e in uscita. Sono lo strumento ideale per riconoscere i problemi connessi alle pompe del dosatore, alla presenza di aria nelle linee / nel sistema di alimentazione e alle perdite di fluido. Aggiungere flussometri al sistema Reactor di base, che è già molto solido grazie a pompe volumetriche a pistone, pompe a collegamento meccanico e dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso e in uscita, assicura un livello supplementare di garanzia del rapporto.

I flussometri integrano il sistema grazie alla loro capacità di misurare, monitorare e registrare i volumi effettivi dei materiali A e B. Questi dati si possono poi mettere a disposizione del cliente.



Capire i flussometri

Tipologie di flussometro

Un flussometro è uno strumento che misura la portata volumetrica. È disponibile con tecnologie diverse: esistono flussometri a ingranaggi ovali, ad ultrasuoni, elettromagnetici, a effetto Coriolis, ad area variabile e a pressione differenziale. Ognuno presenta vantaggi e limiti.

Il sistema di garanzia del rapporto Graco Reactor 2 usa flussometri a ingranaggi ovali. Tra i vantaggi che offrono ci sono la convenienza economica, la precisione, la semplicità di installazione e la versatilità.

In linea di massima, i flussometri a ingranaggi ovali sono i dispositivi più convenienti per la misurazione dei flussi di liquidi. Sono l'ideale per fluidi dotati di un elevato intervallo di viscosità e di una grande portata. I flussometri a ingranaggi del sistema Reactor, dopo la calibrazione in fabbrica, vantano una precisione pari a $\pm 1\%$. La semplicità di installazione è un altro vantaggio del design ovale. Poiché non sono necessarie tubazioni rettilinee o trattamenti del flusso, i flussometri a ingranaggi ovali si possono installare anche in spazi ristretti, dove altre tecnologie falliscono. I flussometri a ingranaggi ovali, inoltre, sono una scelta eccellente per numerose applicazioni industriali, tra cui sostanze chimiche e petrolchimiche, acqua, oli, diesel, vernici, rivestimenti, grassi e solventi.

Il design dei flussometri a ingranaggi ovali è semplice e solido. Due ingranaggi di forma ovale posizionati a 90 gradi ruotano all'interno di una camera dal volume noto. Durante la rotazione, un preciso volume di fluido viene prima convogliato e poi fatto defluire a cadenza regolare nella parte esterna del meccanismo, tra gli ingranaggi e le pareti della camera interna. Ogni rotazione completa degli ingranaggi pari a 180 gradi è detta "impulso". La portata si calcola in base al numero di impulsi rilevati.

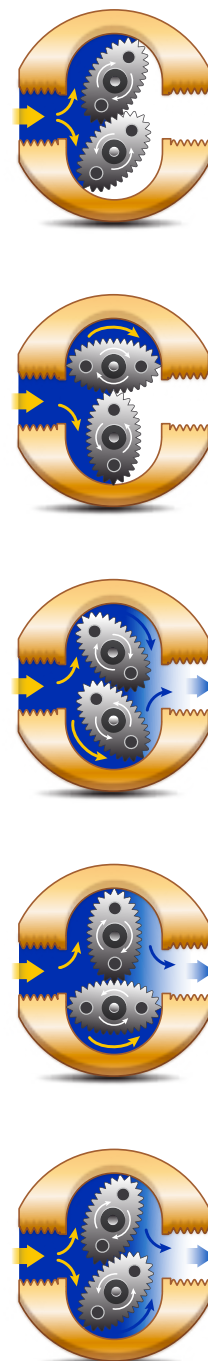


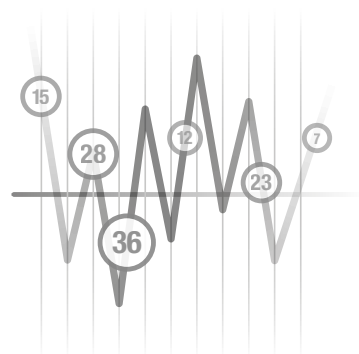
Figura 2: flusso del fluido misurato dai flussometri a ingranaggi ovali. Il flussometro è composto da due ingranaggi di forma ovale. Questi, ruotando, intrappolano una precisa quantità di fluido tra gli ingranaggi e l'alloggiamento. Monitorando il numero di rotazioni degli ingranaggi si può calcolare la portata del liquido.

Calibrare il flussometro e capire il fattore K

Il flussometro, come ogni altro strumento di misurazione, dev'essere calibrato per poter garantire una certa accuratezza. I flussometri calibrati nella fabbrica Graco permettono di rilevare il flusso del fluido con grande precisione. Ogni flussometro presenta lievi differenze in base alle tolleranze produttive dei suoi componenti; di conseguenza, il volume del flusso che attraversa ciascun flussometro varia leggermente. Per tener conto di questo scarto, in fase di calibrazione si utilizza un numero noto come "fattore K".

Il fattore K rappresenta il numero di impulsi del flussometro in base a un dato volume di materiale. A tale volume, calcolato a partire dal numero di impulsi, si applica il fattore K per integrare le differenze del singolo flussometro. Modifiche ai valori di temperatura, pressione e viscosità del liquido possono alterare il fattore K e influire sulla precisione assoluta del volume misurato.

I flussometri in uso nelle unità del Reactor 2 sono calibrati nella fabbrica Graco. Ogni flussometro è dotato di un fattore K unico, che viene inserito nell'ADM (modulo display avanzato) e utilizzato per calcolare in modo accurato il rapporto dei materiali registrati e visualizzati.



L'importanza del volume

Quando si parla del rapporto è importante sapere come viene misurato. Il rapporto di misurazione andrebbe calcolato in base a un volume corretto di materiale. Applicando un volume ridotto si hanno allarmi indesiderati, mentre applicando un volume elevato si impedisce al sistema di rilevare i problemi di rapporto.

L'obiettivo di Graco è evitare che venga spruzzata schiuma pessima. Per questo l'azienda calcola il rapporto con un volume medio pari a 1000 cc/s, da ricalcolare in via continuativa. Aggiornare il rapporto in tempo reale sulla base del più recente volume ridotto permette di determinare in modo accurato il rapporto attuale. Altri produttori, invece, indicano il rapporto sulla base della media mobile della quantità totale di sostanze chimiche erogate. Lo svantaggio di questa procedura, però, è che impedisce di rilevare in tempo reale i problemi di rapporto.

Quando si calcola il rapporto non esistono regole o numeri predefiniti in termini di dimensioni del volume. La determinazione del volume corretto dipende da una serie di fattori come attrezzatura, chimica, applicazione e applicatore. Dopo aver eseguito test di laboratorio e sul campo, Graco ha selezionato un volume del materiale in perfetto equilibrio tra sensibilità eccessiva e insufficiente. Lo scopo è determinare le condizioni fuori rapporto all'interno di un lasso di tempo ridotto, pur senza applicare una sensibilità tale da lanciare allarmi indesiderati. Questi ultimi vengono generati per vari fattori, tra cui ad esempio il numero di impulsi del flussometro, i passaggi di commutazione della pompa e il mancato controllo di una sfera della pompa. Si tratta di episodi che non influiscono sul rapporto complessivo del materiale erogato e che pertanto non dovrebbero determinare un allarme.

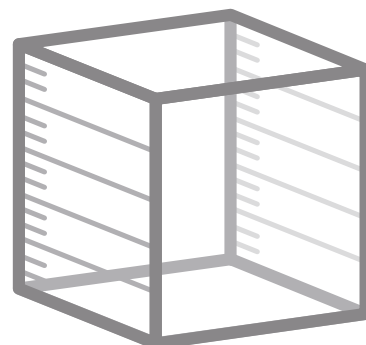


TABELLA DI CONVERSIONE		
cc/s	galloni	litri
100	0,026	0,100
300	0,079	0,300
500	0,132	0,500
1000	0,264	1,000
1892	0,500	1,892
3785	1,000	3,785

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

L'importanza del volume - continuazione

La figura 3 illustra l'importanza di misurare il rapporto sulla base del corretto volume medio di materiale. Come si evince dall'immagine, applicando un volume troppo piccolo, in questo caso di 300 cc, si ottengono pochi punti (minuti 25 e 55) al di fuori della finestra di tolleranza. Qualora il rapporto venisse calcolato a partire da questo volume, i punti in questione darebbero vita a un allarme. Ma poiché non si ripetono nel tempo, non sono indice di una reale condizione fuori rapporto. Applicando un volume medio leggermente più elevato, ovvero di 1000 cc, i due punti che prima avrebbero determinato un allarme spariscono, ma il volume medio è comunque sufficientemente sensibile da rilevare un insieme di punti al di fuori della tolleranza (minuti 101-116). Questi punti costituiscono un problema vero e proprio. La figura 3 illustra inoltre l'imprecisione data dalla media mobile. Dopo una spruzzatura di qualche minuto, la media mobile genera una linea pressoché retta e non indica più le fluttuazioni del rapporto. Passano così inosservate le condizioni fuori rapporto dei minuti 101 e 116.

IMPATTO DEL VOLUME SUL RAPPORTO

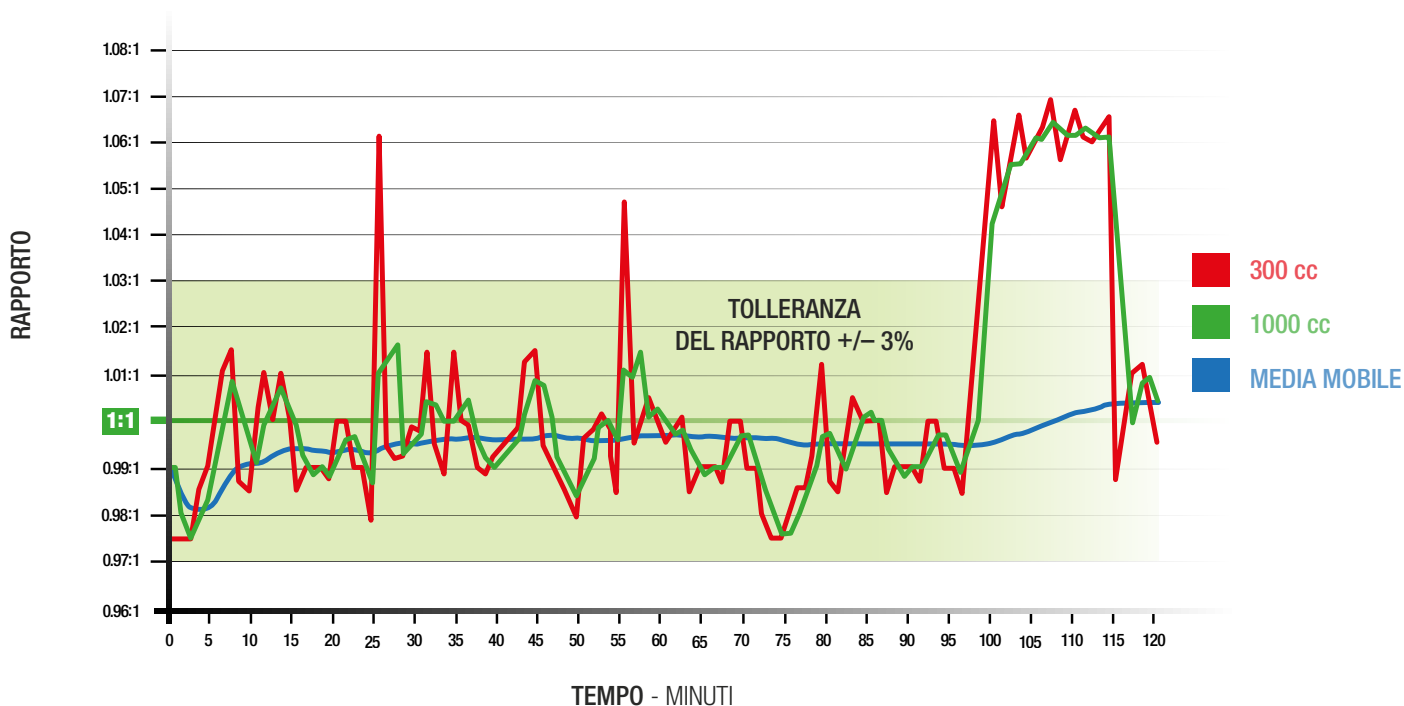


Figura 3: il grafico mostra l'importanza di scegliere il volume corretto per la misurazione del rapporto. A partire dagli stessi dati si determina il rapporto con 3 volumi diversi: 300 cc, 1000 cc e una media mobile. Con un volume di 300 cc si generano allarmi indesiderati, mentre con una media mobile non si rilevano gli effettivi problemi di rapporto.

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

L'importanza del volume - continuazione

Se il sistema calcola il rapporto a partire da una media mobile del materiale erogato, occorre procedere con particolare cautela. Nel giro di pochi minuti, i dati raccolti diventano inutili poiché risulta impossibile rilevare le condizioni fuori rapporto. Anche applicando un volume eccessivamente elevato si impedisce l'identificazione di numerosi problemi. Maggiore il volume medio, maggiore la possibilità di ignorare le condizioni fuori rapporto.

L'esempio nella figura 4 illustra il problema di applicare un volume eccessivo. Nella figura 4 sono riportati i dati di spruzzatura reali di un dosatore privo di collegamento meccanico, che per controllare il volume si affida ai flussometri. Questo tipo di dispositivo esegue regolazioni continue del flusso nel tentativo di evitare casi fuori rapporto. Mentre modifica i flussi A e B, però, eroga quantità eccessive o insufficienti del materiale target e quindi è costretto a svolgere continue correzioni. Questo processo produce materiale più ricco della sostanza A o della sostanza B, che a volte sfora di molto dalla finestra di tolleranza desiderata.

I dati esposti in figura 4 mostrano come cambierebbe il rapporto applicando un volume ridotto, nello specifico pari a 1000 cc/s. La macchina ha usato il volume mobile dei materiali erogati, ovvero 223 l, senza mai allertare l'utente. Dal sistema emerge che il materiale è stato erogato con un rapporto 1:1, ma in realtà oltre il 10% del materiale era fuori rapporto; in altre parole, più di 42 l sforavano dalla finestra di tolleranza desiderata. Alcuni dei materiali erogati, poi, mostravano condizioni fuori rapporto pari a $\pm 20\%$.

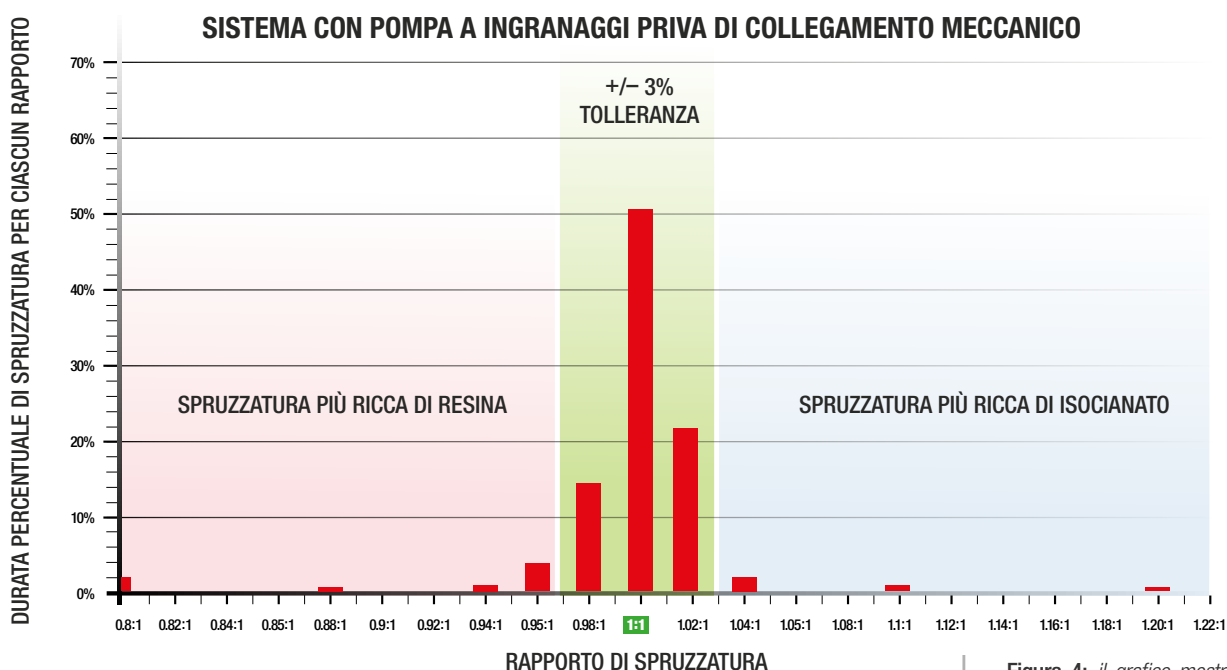


Figura 4: il grafico mostra i dati effettivi di spruzzatura di un dosatore con pompa a ingranaggi priva di collegamento meccanico. Nel 10% delle erogazioni, il materiale supera la soglia di tolleranza del 3%. I rapporti sono stati calcolati usando una finestra media di 1000 cc.

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Capire le variabili a punto singolo

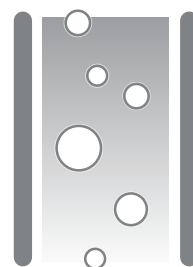
Aria nel flusso di fluido

L'immissione di aria nel flusso di fluido è una delle cause più comuni di fuori rapporto. L'aria introdotta nel fluido rischia di rimanere intrappolata nei flessibili, nei riscaldatori, nell'impianto idraulico e in altri componenti, dove continua a creare problemi finché non la si elimina. Il suo rilevamento cambia in base alla situazione.

Sostanze chimiche in esaurimento: quando la quantità di materiale presente nel tamburo / contenitore si riduce e la pompa di alimentazione continua a eseguire un ciclo, si introduce aria pressurizzata nel flusso di fluido. Non di rado la pressione in ingresso del fluido si mantiene al di sopra della soglia di allarme, quindi il problema non viene rilevato con i dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso. Col tempo, l'aria presente nel flusso di fluido influenza anche la pressione in uscita e il rapporto, perché si fa largo fino al dosatore. Per rilevare il problema bisogna affidarsi a flussometri e dispositivi di monitoraggio della pressione in uscita. È importante ricordare che il sistema di rilevamento evita le condizioni fuori rapporto, ma non identifica i fuorigiri della pompa di alimentazione. Di conseguenza passa un po' di tempo da quando la pompa di alimentazione presenta materiale in esaurimento a quando il problema inizia a creare una condizione fuori fluido identificabile. Il metodo di rilevamento che riconosce il problema per primo dipende da numerosi fattori, come il valore dell'allarme per lo sbilanciamento di pressione, il valore della tolleranza del rapporto, la lunghezza del flessibile riscaldato, la viscosità del materiale, l'impostazione di pressione e lo schema di attivazione.

Aria intrappolata nel flusso di fluido: un problema diverso si ha quando l'aria resta intrappolata nel flusso di fluido. Questo avviene quando il tamburo / contenitore del materiale viene sostituito e il nuovo materiale viene immesso nel flusso di fluido senza aver prima eliminato l'aria in eccesso. Di conseguenza, l'aria è bloccata tra il nuovo materiale e il vecchio materiale. Aggiungendo nuovo materiale al flusso di fluido, l'aria funge da accumulatore: non viene rilevata dai dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso e risulta difficile da rilevare anche per i dispositivi di monitoraggio della pressione in uscita. Quando l'aria inizia poi a farsi largo nel flusso di fluido può raggiungere il dosatore e determinare una condizione fuori rapporto. Gli strumenti più adatti a rilevare il problema sono i flussometri.

Risolvere e diagnosticare il problema è difficile anche perché la schiuma erogata sembra di buona qualità. Se le bolle d'aria restano intrappolate nei flessibili di alimentazione o nel sistema del dosatore, i metodi di spurgo tradizionali a volte non bastano. Per giunta si fanno largo lentamente all'interno del sistema creando possibili problemi di rapporto. L'incidenza delle bolle d'aria e la semplicità di spurgo dipendono da diverse circostanze individuali, come la quantità di aria immessa nel flusso di fluido, la viscosità del materiale pompato, i cicli al minuto delle pompe del dosatore e il percorso dei flessibili nell'impianto di spruzzatura.



Aria nel flusso di fluido - continuazione

I problemi di rapporto causati dalla presenza di aria nel flusso di fluido si possono risolvere ed evitare tramite lo spurgo dell'aria. Graco ha sviluppato una procedura molto semplice per eliminare l'aria intrappolata. Tale procedura è riportata qui sotto:

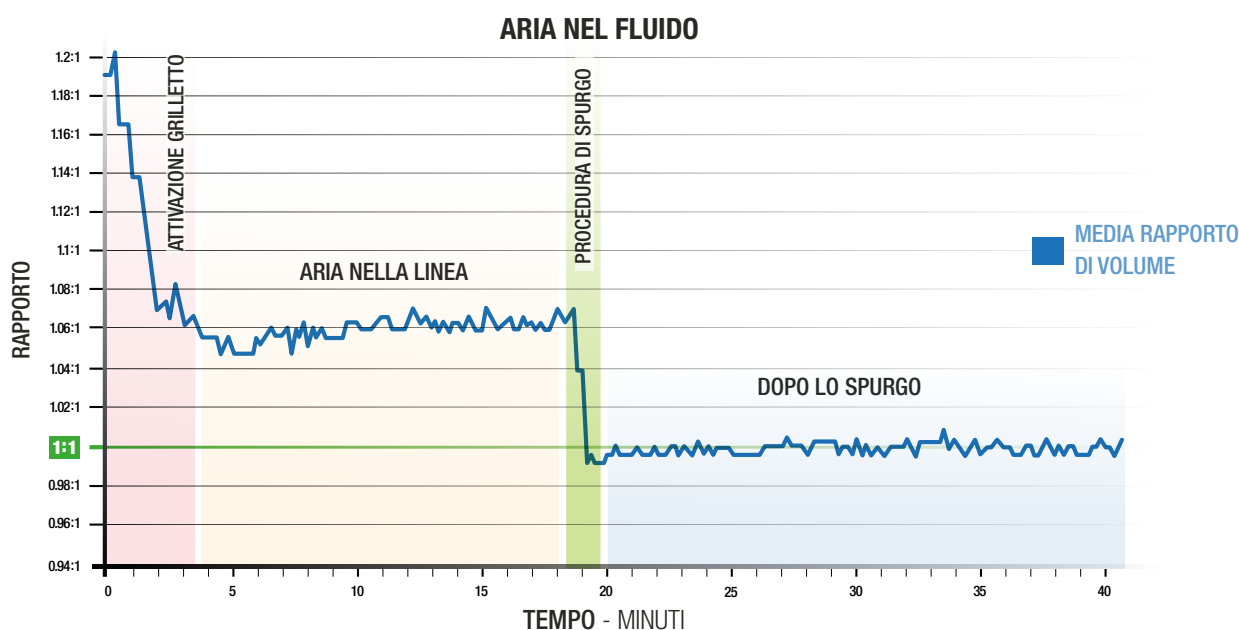
Per rimuovere l'aria intrappolata nei flessibili di alimentazione

1. Spegnerne il motore del dosatore
2. Rimuovere la pressione dell'aria di alimentazione nelle pompe rimuovendo la linea dell'aria
3. Portare le valvole di scarico della pressione in posizione di ricircolo
4. Portare la pressione dell'aria di alimentazione nella linea a 6 o 7 bar
5. Aggiungere rapidamente pressione alle pompe di alimentazione collegando la linea dell'aria
6. Selezionare il pulsante Spostamento sull'ADM e impostare la velocità di spostamento su J20
7. Accendere il motore del sistema Reactor. Aspettare fino a quando si sente un rumore di "schizzi" nelle linee di ricircolo; continuare a operare il sistema fino a quando il rumore si interrompe e il fluido fuoriesce dai flessibili di ricircolo con un flusso continuo

Per rimuovere l'aria intrappolata nella pompa / nei riscaldatori del dosatore

8. Riportare le valvole di scarico della pressione in posizione di spruzzatura
9. Rimuovere il flessibile per l'alimentazione dell'aria dalle pompe di alimentazione
10. Selezionare il pulsante per l'alimentazione del motore così da uscire dalla modalità Spostamento
11. Portare rapidamente le valvole di scarico della pressione in posizione aperta. Aspettare fino a quando si sente un rumore di "schizzi" nelle linee di ricircolo; continuare a operare il sistema fino a quando il rumore si interrompe e il fluido fuoriesce dai flessibili di ricircolo con un flusso continuo.

Figura 5: il grafico mostra le condizioni fuori rapporto derivanti dalla presenza di aria nel flusso di fluido. Attivando il grilletto, il rapporto scende rapidamente da 1,20:1 a circa 1,06:1. Il rapporto resta elevato fino a quando non si avvia una procedura di spurgo dell'aria, al termine della quale il rapporto è quasi 1:1.



Pompe di alimentazione sottodimensionate

Quando l'erogazione di fluido dalla pistola supera il volume del materiale che la pompa di alimentazione è in grado di fornire, si ha una condizione fuori rapporto. Questo problema dipende da numerose condizioni:

- Utilizzo di una camera miscelatore eccessivamente grande
- Utilizzo di una pressione di spruzzatura eccessivamente elevata
- Attivazione eccessivamente lunga del grilletto

Il monitoraggio della pressione in ingresso è il metodo migliore per identificare problemi simili.

La risoluzione del problema dipende dalla sua causa radice:

- Passare alla modalità "Reactor Smart Control": per maggiori dettagli si rimanda alla sezione "Aggiornamenti del sistema Reactor"
- Utilizzare una camera miscelatore più piccola per ridurre il flusso
- Ridurre la pressione di erogazione del dosatore
- Se la causa del problema è l'attivazione eccessiva del grilletto, regolare lo schema di azionamento
- Sostituire le pompe di alimentazione con una pompa in grado di fornire il volume di materiale desiderato

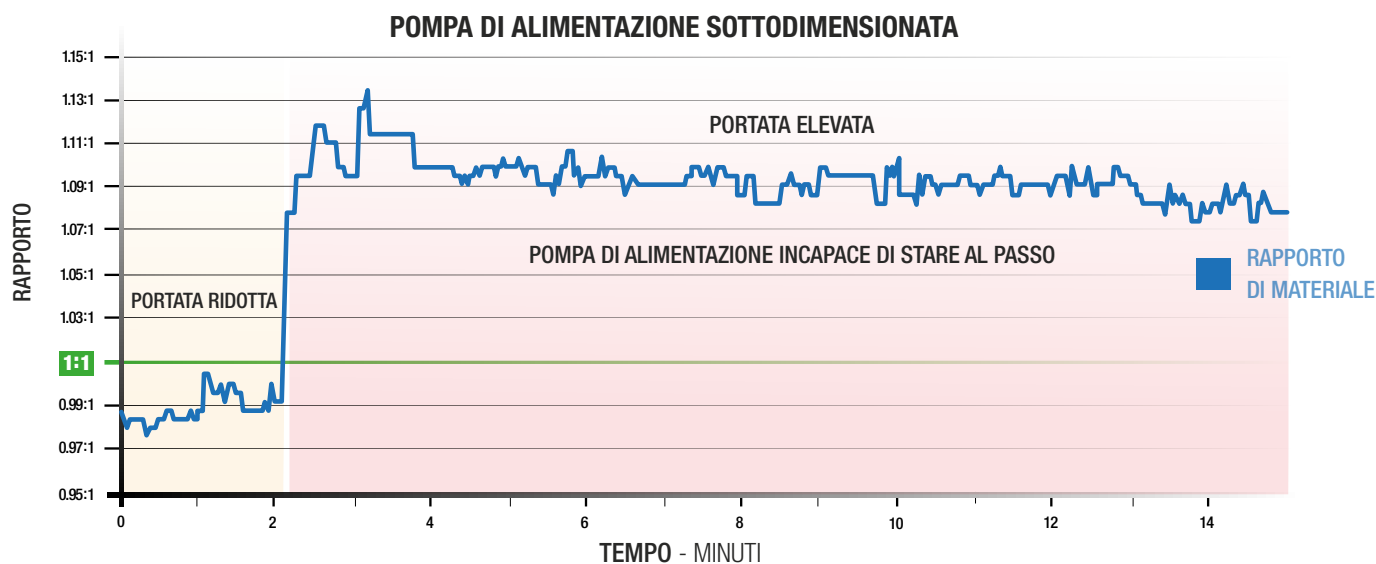
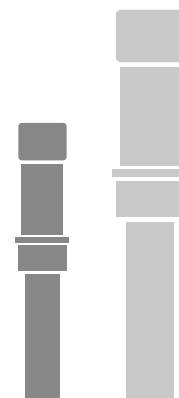


Figura 6: il grafico mostra che quando la portata è ridotta il rapporto tende a 1:1, mentre quando la portata è elevata la pompa di alimentazione non riesce a stare al passo e crea fuori rapporto compresi tra 1,07 e 1,11: 1

Scarsa alimentazione del materiale al dosatore

Quando il materiale non viene inserito correttamente nel dosatore si ha una condizione fuori rapporto. La scarsa alimentazione del dosatore dipende da numerosi fattori, come materiale freddo, impostazione troppo bassa per la pressione della pompa di alimentazione, danni alla pompa di alimentazione, assenza di pressione per la pompa di alimentazione o intasamento del filtro in ingresso.

Il monitoraggio della pressione in ingresso è il metodo migliore per identificare problemi simili.

La risoluzione dei problemi che provocano una scarsa alimentazione del materiale al dosatore dipende dalla loro causa radice:

- Condizionare le sostanze chimiche nel tamburo / contenitore / serbatoio per fare in modo che la viscosità del materiale non sia eccessivamente elevata
- Aumentare la pressione dell'aria alle pompe di alimentazione
- Riparare i componenti danneggiati della pompa di alimentazione: guarnizioni, sfera di non ritorno, motore pneumatico
- Accertarsi che l'aria compressa raggiunga correttamente la pompa di alimentazione
- Pulire il filtro in ingresso Y



Scarsa alimentazione del materiale al dosatore

Sostanze chimiche fredde: il problema più comune alla base di una scarsa alimentazione del dosatore è che il materiale presente nel tamburo / contenitore / serbatoio è troppo freddo. Nel caso della schiuma a spruzzo, la viscosità del materiale aumenta di pari passo con la riduzione della sua temperatura. Più la viscosità aumenta, più è difficile pompare. Se la pompa di alimentazione è sottodimensionata o se non è progettata per gestire materiali viscosi, fa fatica ad alimentare correttamente il dosatore con il volume necessario di materiale per evitare fuori rapporto.

Il problema si può risolvere con un condizionamento delle sostanze chimiche prima dell'uso, oppure ricorrendo a una pompa di alimentazione progettata per pompare materiali viscosi. Questo problema è comune nei climi freddi, dove la temperatura del materiale scende al di sotto dei valori consigliati per stoccaggio e pompaggio. Parlando dei componenti più comuni della schiuma a spruzzo, si può dire che la viscosità aumenta in modo esponenziale al diminuire della temperatura. La figura 7 mostra come le temperature ridotte aumentano la viscosità del materiale.

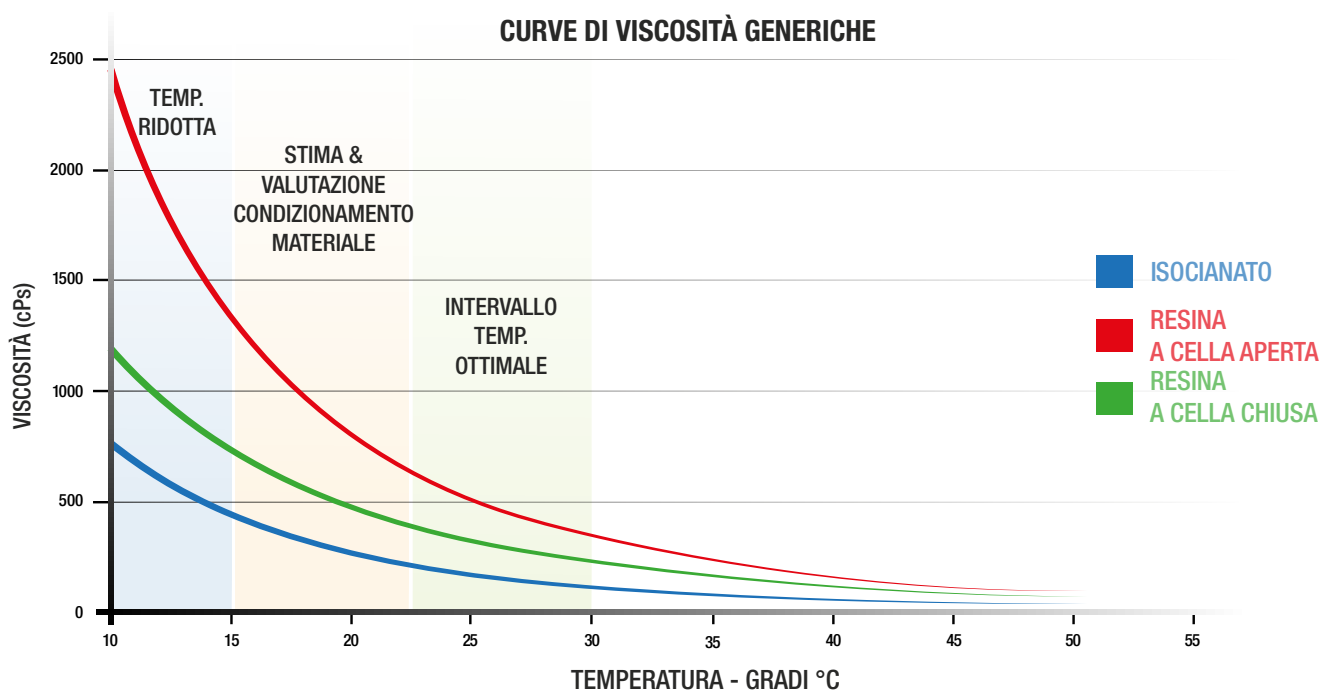


Figura 7: il grafico mostra l'influenza della temperatura sulla viscosità. Scendendo al di sotto della temperatura ambiente, la viscosità aumenta in fretta causando potenziali problemi alla pompa di alimentazione. Il grafico rappresenta in modo generico le sostanze chimiche usate per la produzione di schiume a spruzzo. La viscosità dei materiali in uso va verificata consultando il produttore della sostanza chimica in questione.

Problema alla pompa del dosatore

Ci sono numerosi problemi alla pompa del dosatore che possono causare condizioni fuori rapporto.

Danno alla sfera / sede della valvola a pedale della pompa del dosatore: un problema alla sfera / sede della valvola a pedale della pompa del dosatore può fare in modo che i fluidi ad alta pressione fuoriescano dalla sfera / sede ed entrino nel flessibile di alimentazione. Il risultato è una scarsa efficienza di pompaggio e una pressione eccessiva nel flessibile. Il monitoraggio della pressione in ingresso è il metodo migliore per determinare picchi di alta pressione e identificare il problema, che si può risolvere riparando il componente danneggiato della valvola a pedale della pompa del dosatore.



PERDITA SFERA IN INGRESSO

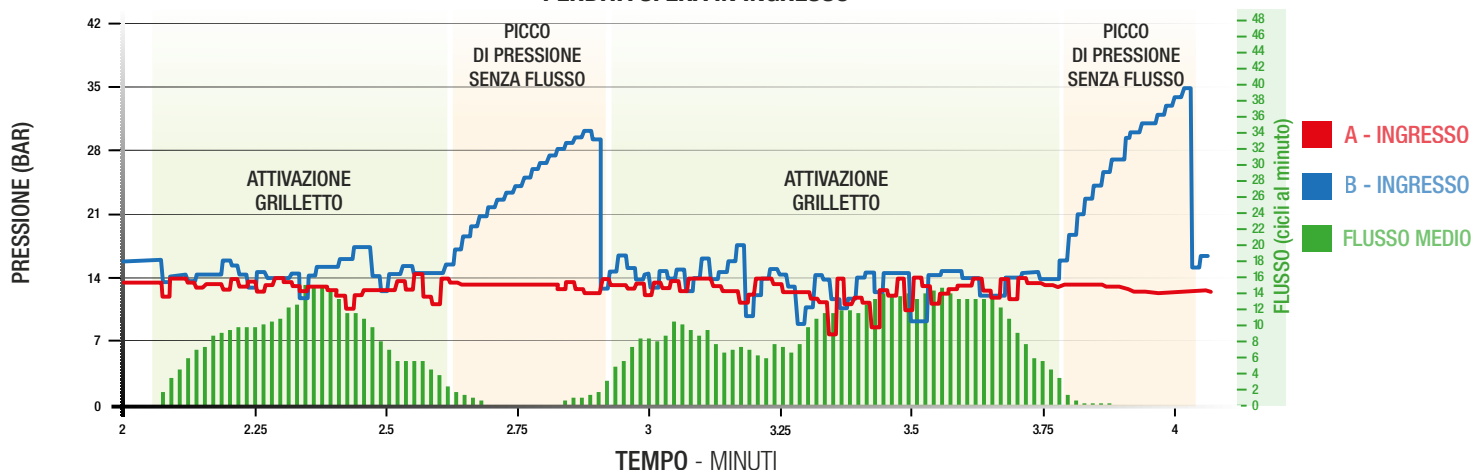


Figura 8: il grafico mostra i picchi di pressione nel punto di ingresso B in periodi privi di flusso. I picchi di pressione sono indice di un problema: la valvola a pedale della pompa del dosatore non resiste alla pressione del fluido.

Danno alla sfera / sede del pistone della pompa del dosatore o alla guarnizione della pompa del dosatore: un problema legato alla sfera / sede del pistone o a una o più guarnizioni della pompa del dosatore può determinare perdite di fluido durante il controllo delle guarnizioni o delle sfere. La pompa non realizza una corsa piena di materiale e si può avere una condizione fuori rapporto. Gli strumenti più adatti a rilevare questo tipo di problema sono i flussometri. Il problema si può risolvere riparando la sfera / sede / guarnizione danneggiata della pompa del dosatore.

Perdite di fluido

A seconda del punto in cui si verificano, le perdite di fluido possono causare un'erogazione fuori rapporto. Le perdite più grandi sono semplici da identificare perché si vede il materiale fuoriuscito sull'impianto di spruzzatura o nell'area di lavoro, ma le perdite più piccole non sono sempre facilmente identificabili. Una perdita nel foro del perno del flessibile riscaldato, ad esempio, si nasconde tra i materiali di costruzione del flessibile. Identificare una perdita di fluido è importante non solo per rilevare condizioni fuori rapporto ma anche per ridurre la necessità di una pulizia su larga scala.

Perdita tra pompa del dosatore e flussometro: gli strumenti migliori per identificare una perdita di fluido tra la pompa del dosatore e il flussometro sono i flussometri.

Perdita nel flessibile riscaldato: il metodo migliore per identificare una perdita di fluido nel flessibile riscaldato è il monitoraggio della pressione in uscita.

Questi problemi si possono risolvere riparando / sostituendo i componenti che hanno determinato la perdita.

Restrizione del fluido nel flessibile riscaldato o nella pistola di spruzzatura

Anche quando le restrizioni del fluido non creano una condizione fuori rapporto, possono causare una pessima miscelazione a impatto. Rilevare le condizioni che possono causare una miscelazione di scarsa qualità è altrettanto importante che identificare le condizioni fuori rapporto.

Blocco o accumulo nei flessibili riscaldati: il metodo migliore per identificare una restrizione nei flessibili riscaldati è il monitoraggio della pressione in uscita.

Filtro o porta di urto della pistola ostruiti: il metodo migliore per identificare una restrizione dovuta all'intasamento del filtro per pistola o delle porte di urto (guarnizioni laterali) è il monitoraggio della pressione in uscita.

Questi problemi si possono risolvere rimuovendo il materiale alla base della restrizione. Se la restrizione ha luogo nei flessibili riscaldati, può essere necessario sciacquarli o sostituirli. Se ha luogo nella pistola, occorre pulire la pistola e/o i suoi componenti.



Aggiornamenti del sistema Reactor

Grazie allo studio e alla comprensione delle tipologie di *variabili a punto singolo*, oltre che dei metodi di rilevamento necessari alla loro identificazione, sono stati introdotti nuovi aggiornamenti del sistema Reactor 2.

- **Flussometri standard sui modelli Reactor Elite:** i modelli Reactor 2 Elite E-30, H-30, H-40 e H-50 integrano flussometri di fabbrica.

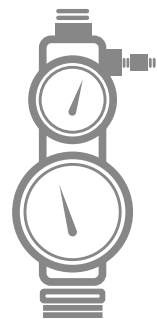
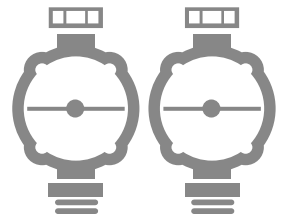
Di seguito sono indicate le impostazioni predefinite dei flussometri:

- Tolleranza del rapporto pari al 5%. I clienti possono cambiare questo valore inserendo una percentuale compresa tra 3% e 20%.
 - Allarmi di rapporto disattivati. I clienti possono attivarli dal menu di configurazione di sistema dell'ADM. Se attivati, gli allarmi arrestano il Reactor ogni volta che si ha un rapporto al di fuori della tolleranza. Se disattivati, il rapporto viene comunque indicato sulla schermata principale dell'ADM e i dati ad esso relativi vengono raccolti e archiviati. Le relazioni sui rapporti sono disponibili tramite l'app Reactor.
- **Modifiche al monitoraggio della pressione:** vista l'importanza del monitoraggio della pressione all'interno del sistema di garanzia del rapporto Reactor, i clienti interessati a rilevare possibili condizioni fuori rapporto devono accertarsi di aver installato dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso ogni volta che aggiungono flussometri al sistema. L'aggiornamento del software Reactor prevede l'attivazione del monitoraggio della pressione in ingresso e degli allarmi per lo sbilanciamento della pressione in concomitanza all'utilizzo dei flussometri.

I modelli Reactor Elite prevedono un monitoraggio standard della pressione in ingresso, mentre per gli altri modelli è necessario aggiungere tale funzione ogni volta che si usano i flussometri. Per questa ragione sono stati creati cinque nuovi kit flussometri che assicurano la presenza di dispositivi e hardware di monitoraggio in ingresso per ciascun Reactor: E-30, E-30 Elite, E-30i, H-30/40/50 e H-30/40/50 Elite.

Il software Reactor 2 è stato aggiornato così da ottimizzare il monitoraggio della pressione in ingresso per allarmi pressione ridotta e prevede la rilevazione della pressione in ingresso elevata. Avere dispositivi di monitoraggio della pressione in ingresso ma non aver aggiornato il software Reactor 2 significa non poter identificare correttamente i problemi di rapporto. Il software Reactor va aggiornato alla versione 3.02 o successiva.

Una modifica supplementare ai modelli Reactor Elite elettrici è la posizione del trasduttore di pressione in ingresso sul filtro Y, modificata così da poter ottimizzare il rilevamento dei problemi. Per i modelli Reactor Elite elettrici più vecchi, il trasduttore di pressione in ingresso va spostato dopo il filtro Y in ingresso così da garantire risultati di rilevamento ottimali. Per maggiori dettagli sull'installazione si rimanda al manuale 3A6738.



Aggiornamenti del sistema Reactor - continuazione

- **Reactor Smart Control:** Per minimizzare i casi in cui una condizione fuori rapporto determinata da problemi alla pompa di alimentazione porta allo spegnimento della macchina, Graco ha sviluppato un nuovo software rivolto ai modelli Reactor 2 elettrici, la cui funzionalità principale si chiama "Reactor Smart Control". Questa esegue regolazioni automatiche al Reactor nel tentativo di impedire un'erogazione fuori rapporto. e viene attivata come impostazione predefinita per tutti i modelli Reactor Elite elettrici. I clienti possono disattivare la funzione Reactor Smart Control dal menu di configurazione di sistema dell'ADM.

La funzione Reactor Smart Control sfrutta a proprio vantaggio il design del Reactor elettrico, le cui pompe operano su due livelli. Il pompaggio della sostanza chimica avviene durante entrambe le fasi della corsa, SU e GIÙ, anche se l'immissione si verifica solo nella corsa di riempimento (direzione SU). La funzione Reactor Smart Control di Graco aziona la pompa alla velocità necessaria per una corretta alimentazione di materiale. A tal fine, esegue un continuo monitoraggio dei trasduttori di pressione in ingresso. Quando la pressione in ingresso è insufficiente per introdurre al meglio le sostanze chimiche, il Reactor rallenta in fase SU. Per compensare la perdita di velocità, accelera in fase GIÙ. Nel complesso, si ha un effettivo sbilanciamento della pressione della pistola solo se l'alimentazione è seriamente limitata e se la pompa è incapace di tenersi al passo. La funzione Reactor Smart Control si applica solo ai Reactor elettrici. Quelli idraulici richiedono l'impostazione manuale della pressione idraulica per controllare la velocità della pompa. Nei modelli idraulici non è possibile usare un software per compensare problemi alla pompa di alimentazione.

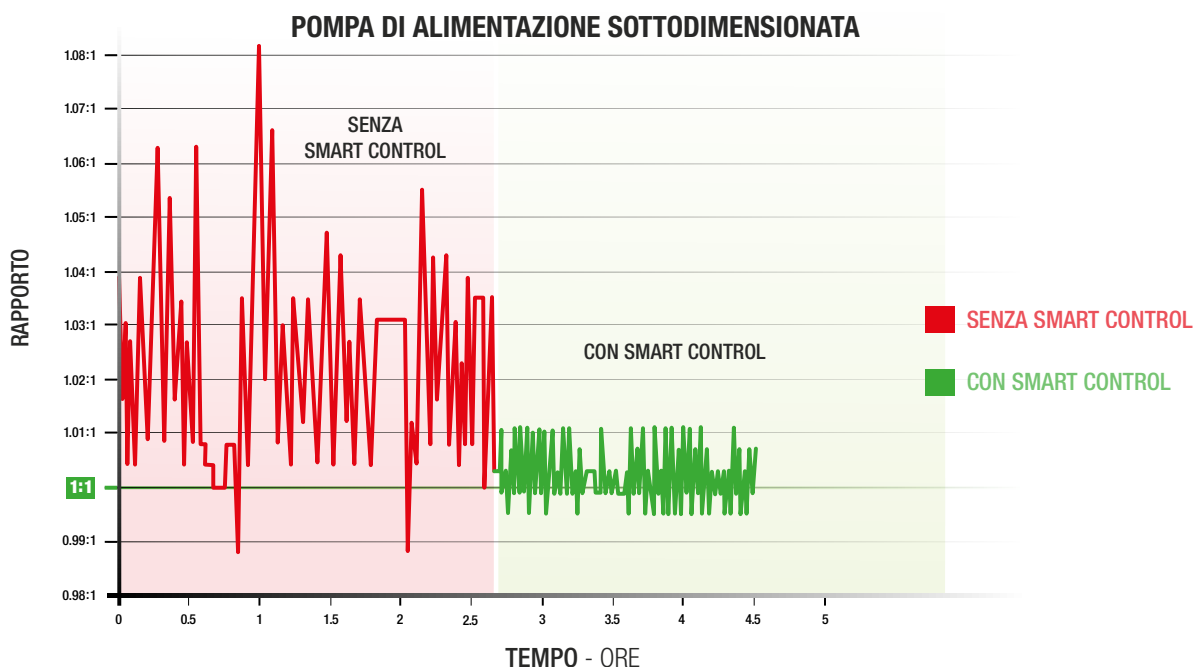


Figura 9: il grafico mostra i benefici della modalità Reactor Smart Control.

Per ulteriori informazioni visitate il nostro sito Internet www.graco.com

Aggiornamenti del sistema Reactor - continuazione

- **Aggiornamenti ADM:** Il rapporto A:B è espresso in cifre nel formato XX:1. Un manometro posto sulla schermata principale dell'ADM indica l'attivazione dei flussometri.

I menu di configurazione del sistema sono stati aggiornati così da includere quanto segue:

- Un menu a tendina con cui selezionare "Flussometro"
 - Attivazione degli allarmi di rapporto
 - Regolazione della tolleranza di rapporto
 - Attivazione della modalità Reactor Smart Control
 - Fattori K per i flussometri A e B
 - Attivazione semplice di un allarme per lo sbilanciamento della pressione
 - Temperatura in ingresso rimossa dall'elenco di deviazioni
 - Soglia di allarme per la pressione in ingresso non regolabile
- **Relazioni sui rapporti:** L'utilizzo dei flussometri permette di raccogliere dati sul flusso volumetrico effettivo. Tali dati sono importanti per dimostrare la corretta installazione dei materiali. Con l'app Reactor i clienti possono visualizzare, salvare, inviare e stampare diverse relazioni sui dati di spruzzatura e sul rapporto. Le relazioni sui rapporti, disponibili in PDF o Excel, possono essere riassuntive, dettagliate o espresse sotto forma di grafico.



Per i contractor che operano nel settore degli isolanti è sempre più importante capire i parametri di installazione della schiuma a spruzzo, inclusi rapporti, temperature e pressioni. I costruttori, i proprietari di immobili e gli architetti chiedono e specificano schiume a spruzzo sulla base di personali esigenze di isolamento. Si informano sempre più spesso sul processo e chiedono garanzie che il lavoro sia eseguito in modo corretto. È dunque importante avere l'attrezzatura adatta per monitorare e rilevare possibili problemi, e saper raccogliere le informazioni necessarie per dimostrare la correttezza dell'installazione. Un contractor che capisce quali sono i potenziali problemi del sistema sa come ridurre l'insorgenza e riesce a risolverli qualora si verificano. Così facendo ha un vantaggio sulla concorrenza.

BIOGRAFIA

Autore:

- **Nick Pagano** è Senior Marketing Manager e Worldwide Product Manager per la divisione Applied Fluid Technologies di Graco Inc. e lavora a Minneapolis. Si occupa soprattutto delle attrezzature Graco per schiume a spruzzo e poliuree. Vanta più di 20 anni di esperienza nell'industria delle schiume a spruzzo, ha conseguito una laurea in ingegneria industriale presso la Pennsylvania State University e un master in economia aziendale presso la Monmouth University

Ingegneri coinvolti:

- **Mark Brudevold** è Engineering Manager per la divisione Applied Fluid Technologies di Graco Inc. e lavora a Minneapolis. Vanta più di 12 anni di esperienza nel settore dell'ingegneria della progettazione e ha conseguito una laurea in ingegneria elettrica presso la University of Minnesota
- **Benjamin Godding** è Electrical Engineer per la divisione Applied Fluid Technologies di Graco Inc. e lavora a Minneapolis. Vanta più di 10 anni di esperienza nel settore dell'ingegneria della progettazione e ha conseguito una laurea in ingegneria elettrica presso la St. Cloud State University
- **Andrew Spiess** è Senior Mechanical Engineer per la divisione Applied Fluid Technologies di Graco Inc. e lavora a Minneapolis. Vanta più di 11 anni di esperienza nel settore dell'ingegneria della progettazione e ha conseguito un diploma di progettazione ingegneristica presso il Dunwoody College of Technology
- **Matthew Theisen** è Senior Mechanical Engineer per la divisione Applied Fluid Technologies di Graco Inc. e lavora a Minneapolis. Vanta più di 12 anni di esperienza nel settore dell'ingegneria della progettazione e ha conseguito una laurea in ingegneria meccanica presso la University of Minnesota

© 2019 Graco DISTRIBUTION BVBA
350238IT Rev. A 7/19.
Tutte le informazioni e le illustrazioni contenute in questo documento sono basate sulle informazioni più aggiornate disponibili al momento della pubblicazione. Graco si riserva il diritto di apportare modifiche in qualunque momento senza preavviso. Tutti gli altri nomi o i marchi vengono utilizzati esclusivamente a scopo identificativo e sono marchi commerciali dei rispettivi proprietari