



Controllare la proliferazione di microrganismi nell'aria compressa

Whitepaper di Mark White

Applications Manager per il trattamento dell'aria compressa



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

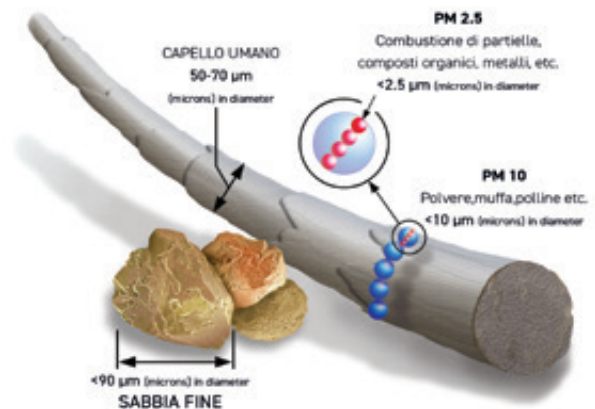
www.parker.com/gsf

Microrganismi nell'aria compressa

L'aria compressa non trattata che viene immessa nei serbatoi d'aria umida e/o nei sistemi di tubazioni di distribuzione contiene molti contaminanti, tra cui acqua liquida e aerosol d'acqua, ed è completamente satura di vapore acqueo. L'acqua è il contaminante dell'aria compressa più problematico, perché non solo provoca danni da corrosione ma favorisce anche la proliferazione di microrganismi, una conseguenza ben più grave.

Tutto inizia dall'aria ambiente

Particelle solide (impurità), benché spesso invisibili, si trovano ovunque e sono presenti nell'aria ambiente che respiriamo. In un ambiente urbano, un metro cubo di aria ambiente in genere contiene 140-150 milioni di particelle di impurità, che all'80% sono di dimensione inferiore a 2 micron e invisibili a occhio nudo. La particella più piccola visibile dall'occhio umano è dell'ordine di 40-50 micron, ad esempio la punta di un capello.



Definizione di micron: "unità di misura equivalente a un milionesimo di metro", simbolo: µ, mu.

Inoltre, le particelle solide che si trovano nell'aria ambiente possono essere vitali e non vitali.

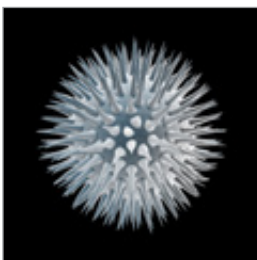
- Una particella vitale contiene uno o più microrganismi viventi.
- Una particella non vitale non contiene microrganismi viventi ma agisce come vettore di trasporto di particelle vitali.

Fino a 100 milioni su 140-150 milioni di particelle per metro cubo di aria ambiente possono essere microrganismi.

Definizione di microrganismo: "Organismo vivente di dimensione invisibile a occhio nudo ma visibile al microscopio". In breve, si tratta di una particella di impurità vivente.

Esempi di microrganismi rilevati in aria ambiente e dimensione tipica in micron

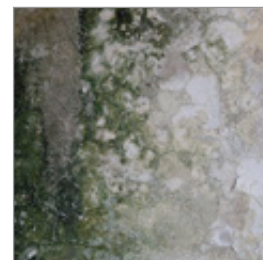
Virus
0,02 µm-0,2 µm



Batteri patogeni
0,3 µm-5 µm



Funghi (muffe/lieviti)
3 µm-10 µm

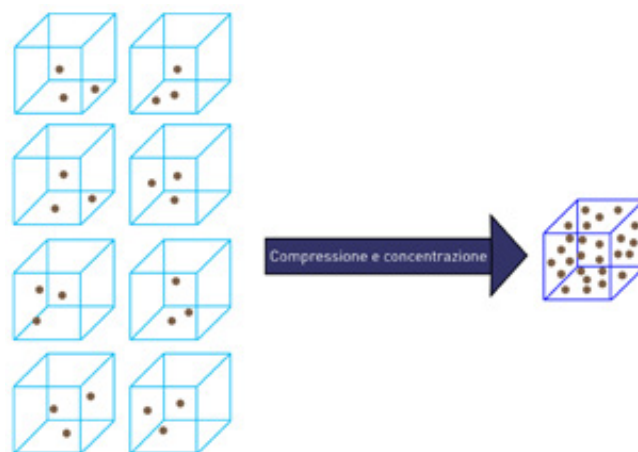


Come i microrganismi entrano nell'impianto d'aria compressa



Come i microrganismi entrano nell'impianto d'aria compressa

Durante il funzionamento del compressore, grandi volumi di aria ambiente vengono aspirati dalla bocca del compressore. Le particelle con dimensione pari a quelle dei microrganismi sono troppo piccole per essere intrappolate dai filtri a pannelli e di aspirazione installati nei compressori d'aria moderni, pertanto possono entrare indisturbate nell'impianto d'aria compressa.



Compressione = Concentrazione

Quando l'aria ambiente viene compressa, non si fa altro che "schiacciare" all'interno di un volume inferiore. Purtroppo, però, non accade lo stesso con i contaminanti presenti nell'aria ambiente, che vengono invece concentrati. Maggiore è la pressione esercitata per comprimere l'aria, maggiore è la concentrazione di contaminanti.

Mito

Durante la compressione la temperatura dell'aria aumenta rapidamente (in genere raggiunge 80 °C-120 °C nei compressori lubrificati a olio e 180 °C-200 °C in quelli non lubrificati). A lungo si è pensato che l'aumento di temperatura fosse sufficiente a uccidere i microrganismi e sterilizzare l'aria compressa.

Realtà

Il calore può uccidere alcuni microrganismi (ad esempio i virus), ma per altri è rilevante anche il tempo di esposizione alla temperatura. Dopo essere stata compressa, l'aria ambiente attraversa un postrefrigeratore che ne abbassa la temperatura a un valore circa 10 °C superiore alla temperatura ambiente. I microrganismi sono capaci di adattarsi: il rapido riscaldamento e raffreddamento può indurre batteri e funghi a modificare il proprio stato per proteggersi, formando spore. Le spore possono restare dormienti per lunghi periodi di tempo, finché non si verificano le condizioni giuste che favoriscono la proliferazione. Il raffreddamento dell'aria compressa determina la trasformazione del vapore acqueo in liquido, generando aerosol d'acqua e saturando completamente l'aria compressa di vapore acqueo. L'aria compressa umida immessa nel sistema di stoccaggio e distribuzione diventa quindi un ambiente ideale per l'ulteriore proliferazione dei microrganismi.

Proliferazione microbica negli impianti d'aria compressa

L'aria calda umida all'interno degli impianti d'aria compressa non trattati o non trattati a sufficienza costituisce l'ambiente ideale per la proliferazione dei microrganismi. Il serbatoio d'aria e le tubazioni di distribuzione ne favoriscono ulteriormente la presenza e la diffusione.

Molte applicazioni critiche devono essere sterili o tenute sotto controllo per ciò che concerne la proliferazione di microrganismi.

Se l'aria compressa, direttamente o indirettamente, entra a contatto con i prodotti, i materiali di imballaggio, la strumentazione o i macchinari di produzione, la contaminazione è probabile.

La contaminazione microbiologica provocata dall'aria compressa può:

- potenzialmente nuocere al consumatore
- compromettere la qualità, rendendo i prodotti non idonei all'uso
- causare richiami dei prodotti
- causare azioni legali contro la società
- danneggiare la reputazione del marchio aziendale

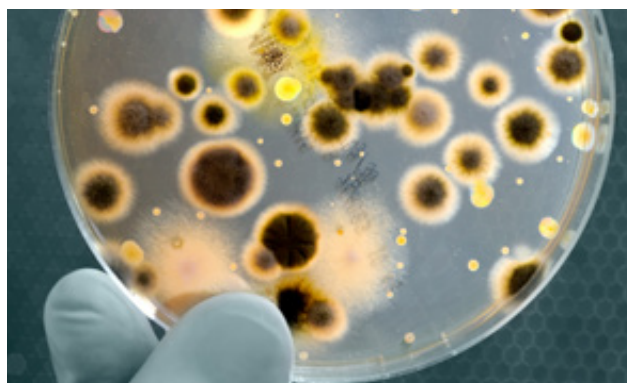
Non solo le applicazioni critiche sono a rischio

I microrganismi non causano problemi solo alle applicazioni critiche o ai processi sterili.

L'aria compressa è ampiamente utilizzata nell'industria generale e anche l'aria non trattata degli scarichi di utensili pneumatici, valvole, cilindri o macchinari può contenere microrganismi. L'aria degli scarichi, se inalata dai dipendenti che lavorano nelle vicinanze o utilizzano utensili/macchinari, può essere causa di congedi per malattia eccessivi.

Condensa dell'aria compressa

Anche la condensa dell'aria compressa contiene microrganismi, quindi durante la sua manipolazione, è necessario indossare i dispositivi di protezione individuale (DPI). Occorre prestare molta attenzione perché gli scarichi della condensa, soprattutto se si utilizzano scarichi a solenoide temporizzato o manuali, possono trasformarsi in aerosol contenente microrganismi, che può essere inalato facilmente.



Test per microrganismi in aria compressa secondo la norma ISO 8573-7

ISO8573-7 è la norma internazionale relativa ai test per rilevare la presenza di microrganismi nell'aria compressa. È applicata congiuntamente alla norma ISO 8573-4 per il particolato solido.

L'aria viene innanzitutto testata conformemente a ISO 8573-4 allo scopo di rilevare l'eventuale presenza di particelle solide. I campioni successivi vengono prelevati utilizzando un campionatore a fessura in quanto un analizzatore di particelle non è in grado di distinguere la differenza tra una particella e un microorganismo.

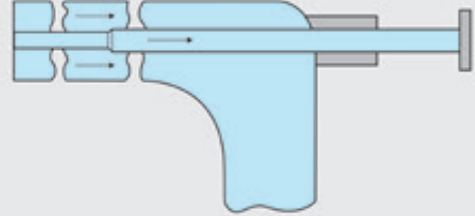
Il campionatore a fessura passa aria compressa su una piastra di agar. La piastra viene quindi trasferita a un laboratorio, incubata e viene osservata la crescita.

Lo scopo del test è quello di stabilire se l'aria è sterile o non sterile e se è necessario fornire un conteggio delle unità formanti colonie (CFU).

Flusso parziale - Attrezzatura di test necessaria:

1. attrezzatura di campionamento (flussometro incluso)
2. sonde/tubazioni per il campionamento isocinetico
3. attrezzatura di campionamento
4. campionatore a fessura e piastre di agar
5. incubatrice (o accesso a un laboratorio)

Il metodo di campionamento deve essere quello isocinetico utilizzando il metodo fornito in ISO 8573-4



Campionatore a fessura



attrezzatura per la misurazione di flusso, pressione e temperatura

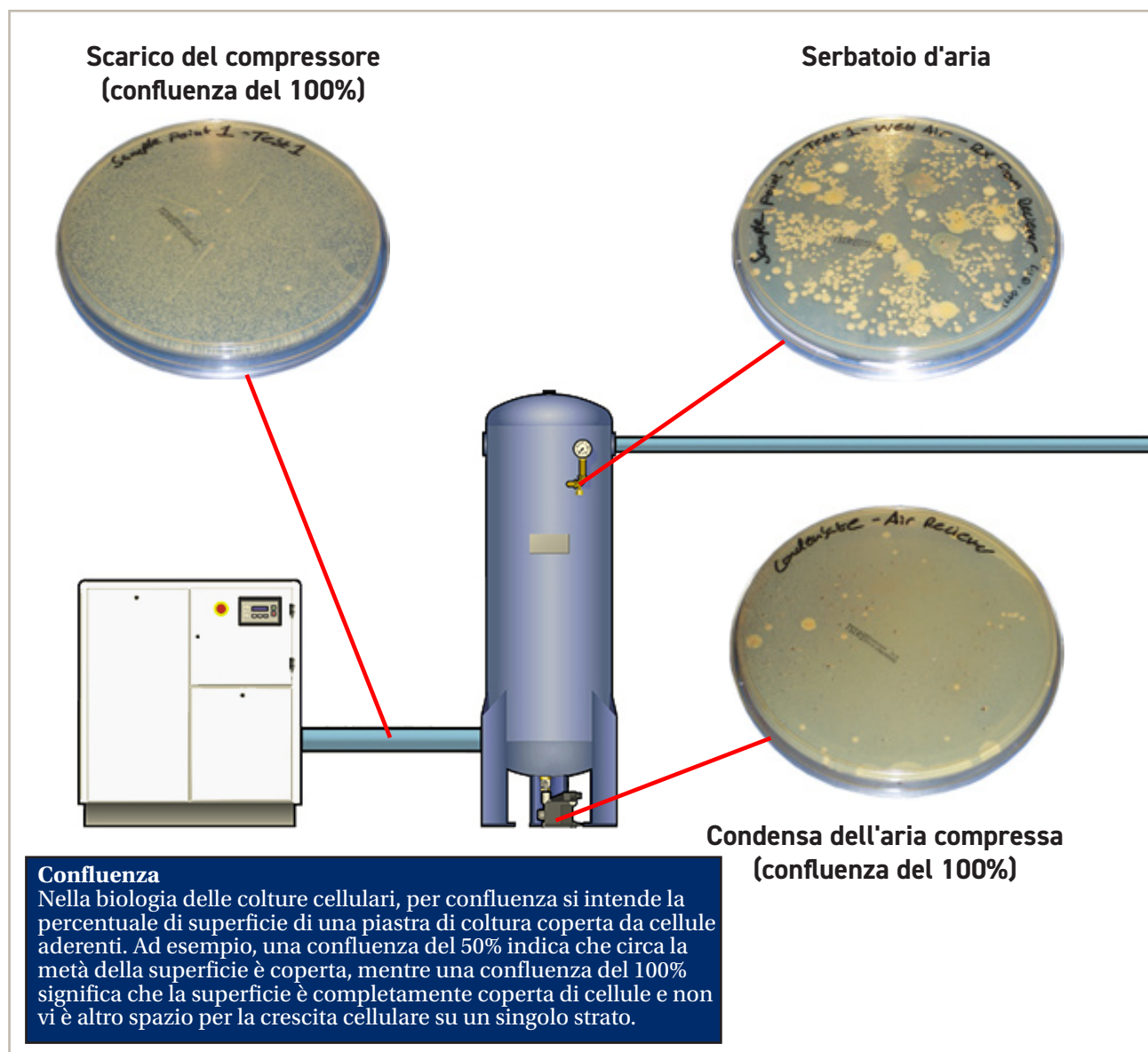


Piastra di agar con crescita microbiologica da campione di aria compressa



Esempio di proliferazione microbica in un impianto d'aria compressa

Gli esempi seguenti mostrano l'uscita di un compressore d'aria industriale tipico e il serbatoio d'aria: il monitoraggio della pressione mostra chiaramente la presenza di microrganismi nell'aria compressa non trattata. Inoltre, negli esempi relativi alla condensa dell'aria compressa si nota la presenza di microrganismi anche negli scarichi liquidi dell'impianto d'aria compressa.



Il controllo è fondamentale

È possibile tenere sotto controllo il numero di microrganismi presenti nell'aria compressa, in modo che i livelli di carica microbica siano notevolmente inferiori rispetto all'aria ambiente circostante (condizione ideale per applicazioni nei settori alimentare e delle bevande). E per le applicazioni critiche, è inoltre possibile produrre aria compressa sterile, un requisito fondamentale per produzioni che richiedono condizioni di sterilità, ad esempio nel settore farmaceutico.

**SEPARARE E
RIMUOVERE TUTTA
L'ACQUA LIQUIDA
NELL'ARIA COMPRESSA**



**FILTRARE L'ARIA PER
RIDURRE GLI AEROSOLS
D'ACQUA
($<0,01 \text{ mg/m}^3$)**



**RIDURRE IL DEW
POINT A UN LIVELLO CHE
INIBISCA LA PROLIFERA-
ZIONE DI MICRO-ORGANISMI
($\leq -40^\circ\text{C PDP}$)**



**FILTRARE L'ARIA
PER RIDURRE I
MICRO-ORGANISMI
($<0,01 \text{ MICRON}$
@ 99,9999% Effizienz)**



**CATTURA DI TUTTI I
MICRO-ORGANISMI, DA
ARIA TRATTATA, CON
UN FILTRO STERILIZZANTE
($<0,2 \text{ MICRON}$
@ 100% Effizienz)**

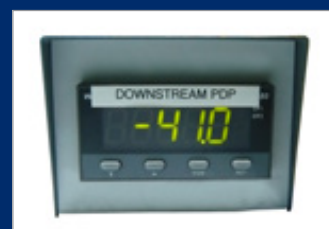
La proliferazione microbica viene tenuta sotto controllo mediante una combinazione di aria compressa molto secca e l'uso di filtrazione a elevata efficienza.

Innanzitutto, tutte le tracce di acqua liquida e aerosol d'acqua devono essere eliminate dall'aria compressa.

Quindi, il punto di rugiada (secchezza) dell'aria compressa deve essere ridotto a un livello noto per inibire (arrestare) la proliferazione di microrganismi.

Definizione:

- Il punto di rugiada indica la temperatura a cui si verifica la condensazione e viene espresso in gradi. Malgrado sia espresso in gradi, questo valore non corrisponde alla reale temperatura dell'aria.
- Il punto di rugiada atmosferico si riferisce a una misurazione eseguita a pressione atmosferica mentre il punto di rugiada in pressione indica una misurazione eseguita alla pressione di esercizio del sistema.



IGROMETRO PUNTO DI
RUGIADA

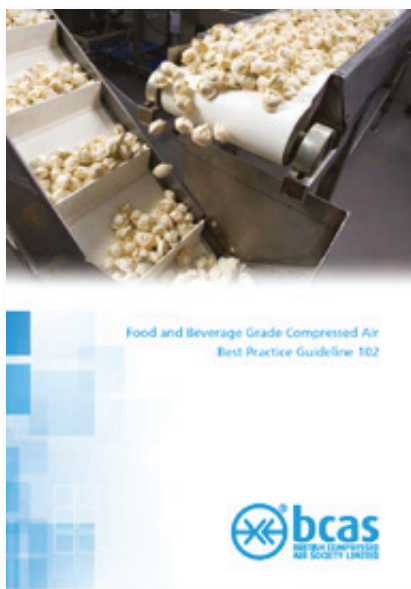
Un punto di rugiada corretto per l'aria compressa inibisce (arresta) la proliferazione di microrganismi, tuttavia non è sufficiente. Se si impedisce solo un'ulteriore proliferazione, i microrganismi presenti possono comunque sopravvivere in uno stato che consentirà una nuova crescita quando vi saranno di nuovo condizioni favorevoli (umidità).

Con un punto di rugiada corretto e filtri anti-particolato asciutto a elevata efficienza (riduzione delle particelle fino a $0,01 \text{ micron}$ con efficienza del 99,9999%), si possono ridurre notevolmente le concentrazioni microbiche fino a un livello accettabile, inferiore alle concentrazioni presenti nell'aria ambiente.

Se è richiesta aria compressa sterile al 100%, per la rimozione di microrganismi e particelle è possibile anche utilizzare filtri per la sterilizzazione dell'aria aggiuntivi con grado di filtrazione assoluto.

Quale punto di rugiada scegliere per controllare la proliferazione di microrganismi?

È stato osservato che un punto di rugiada in pressione costante a $<-26^{\circ}\text{C}$ inibisce (arresta) la proliferazione di microrganismi. Minore è il punto di rugiada in pressione, più efficace sarà il controllo.



Per questo motivo, la British Compressed Air Society (BCAS) nel Food and Beverage Grade Compressed Air Best Practice Guideline 102 raccomanda la conformità alla norma ISO8573-1 Classe 2 (vapore d'acqua) per applicazioni a contatto diretto, con punto di rugiada in pressione costante $\leq -40^{\circ}\text{C}$.



Lo scienziato danese Finn Djurhus, era caposezione di DTI Industri, Danish Technological Institute, ad Aarhus quando ha utilizzato per la prima volta i test per rilevare la presenza di microrganismi nell'aria compressa e nella relativa condensa. Notò che nell'aria compressa con punto di rugiada compreso tra circa 21°C e -26°C la proliferazione microbica viene impedita. Finn è stato inoltre consulente tecnico per la prima edizione del codice deontologico per l'aria compressa per il settore alimentare e delle bevande della BCAS (oggi BCAS Best Practice Guideline 102, sopra citata).

Quali tecnologie di essiccazione consentono di ottenere il punto di rugiada in uscita corretto per inibire la proliferazione?

Oggi sono disponibili diverse tecnologie di essiccazione ma non tutte sono in grado di fornire il punto di rugiada in uscita necessario per impedire la proliferazione di microrganismi.

Il capitolo "The Filtration & Drying of Compressed Air" della Best Practice Guideline 104 BCAS offre un'eccellente panoramica delle diverse tecnologie di essiccazione disponibili.

- Essiccatori frigorifero (con 4 metodi di refrigerazione diversi di uso comune)
- Essiccatori ad adsorbimento (con 6 metodi di adsorbimento diversi di uso comune)
- Essiccatori a membrana (soppressione del punto di rugiada)
- Essiccatori ad adsorbimento HOC (soppressione del punto di rugiada con 3 design di uso comune)

La maggior parte dei produttori di impianti per il trattamento dell'aria compressa sviluppa tecnologie di essiccazione in grado di fornire un punto di rugiada in uscita conforme a una delle sei classificazioni per il punto di rugiada indicate nella norma internazionale ISO 8573-1:2010 per la purezza dell'aria.

Le classificazioni del punto di rugiada sono indicate nella tabella seguente, insieme alla tecnologia dell'essiccatore tipica utilizzata per ottenere il punto di rugiada richiesto.

Classificazione ISO8573-1:2010	°C PDP	Intervallo del punto di rugiada	Tecnologia essiccatore
Classe 1	≤ -70°C PDP	Da -80 a -70 °C	Ad adsorbimento/ibrida*
Classe 2	≤ -40°C PDP	Da -69 a -40 °C	Ad adsorbimento/ibrida*
Classe 3	≤ -20°C PDP	Da -39 a -20 °C	Ad adsorbimento/ibrida*
Classe 4	≤ +3°C PDP	Da -19 a +3 °C	Ad adsorbimento/ibrida*/refrigerazione**
Classe 5	≤ +7°C PDP	Da +4 a +7 °C	Refrigerazione
Classe 6	≤ +10°C PDP	Da +8 a +10 °C	Refrigerazione

Note importanti:

- * Per le classi da 1 a 4 è possibile specificare un essiccatore ibrido ma questa tecnologia include una funzione di risparmio energetico che consente di escludere e spegnere l'essiccatore ad adsorbimento in estate.
- Tale azione determina un punto di rugiada in pressione che non inibisce la proliferazione di microrganismi.
- ** Alcuni, ma non tutti gli essiccatori frigorifero sono classificati come Classe 4 per il punto di rugiada (tuttavia il fattore limitante è il congelamento dell'acqua condensata al di sotto di 0 °C; per questo motivo, per ottenere punti di rugiada compresi tra 2 °C e -19 °C in genere sono usati essiccatori ad adsorbimento o ibridi).
- Gli essiccatori frigorifero di solito sono classificati secondo la norma ISO 8573-1 Classe 5 o Classe 6 relativa all'acqua.
- Per controllare la proliferazione di microrganismi, si raccomanda un essiccatore ad adsorbimento in grado di fornire un punto di rugiada in uscita conforme alla norma ISO 8573-1 Classe 2 (o Classe 1).

Scegliere la tecnologia dell'essiccatore

Se l'aria compressa è utilizzata per applicazioni critiche, in cui la riduzione del vapore acqueo e il controllo della proliferazione di microrganismi è fondamentale, deve essere sempre usato un essiccatore in grado di fornire un punto di rugiada che inibisce la proliferazione (≤ -40 °C PDP) e un punto di rugiada in uscita costante.

essiccazione energetico	Essiccatore Tipo	Punto di rugiada che inibisce la crescita microbica	Punto di rugiada in uscita costante	Soppressori del dew point, punto di rugiada non costante
Refrigerazione	Espansione diretta	×	✓	×
	Massa termica (a ciclo)	×	×	✓
	Velocità variabile	×	✓	×
	Con rigenerazione	×	✓	×
Adsorbimento	Senza calore	✓	✓	×
	A freddo con assistenza del vuoto	✓	✓	×
	A purga riscaldata internamente	✓	✓	×
	A purga riscaldata esternamente	✓	✓	×
	Soffiante riscaldato esternamente	✓ *	✓ *	×
	Vuoto riscaldato esternamente	✓	✓	×
Ibrida	Tecnologia tandem	✓ **	✓	×
A calore di compressione (HOC)	HOC a "torri gemelle" piena portata	×	×	✓
	HOC a "torri gemelle" portata suddivisa	×	×	✓
	HOC a fusto	×	×	✓
Separazione	Membrana	×	×	✓

* Non tutti i modelli forniscono un punto di rugiada in uscita costante, alcuni sono a soppressione del punto di rugiada.

** Non adatto se l'essiccatore ad adsorbimento può essere spento durante i mesi estivi.

Nella tabella si può notare che non tutti gli essiccatori attualmente disponibili sono adatti per applicazioni critiche che richiedono controllo di quantità e della crescita di microrganismi.

Il punto di rugiada fornito da un essiccatore frigorifero non è sufficientemente basso da inibire (arrestare) la crescita di microrganismi.

Gli essiccatori con soppressione del punto di rugiada (ulteriori dettagli in seguito), quali quelli a membrana e HOC, non sono in grado di fornire un punto di rugiada sufficientemente basso per inibire la crescita

di microrganismi oppure il punto di rugiada è troppo variabile e non può essere garantito un valore minimo (ossia il punto di rugiada non è costantemente al di sotto del valore minimo richiesto per tenere sotto controllo la proliferazione).

Gli essiccatori ad adsorbimento sono pertanto raccomandati per le applicazioni che richiedono controllo di quantità e della crescita di microrganismi.

Essiccatori frigorifero e microrganismi

Gli essiccatori frigorifero sono spesso installati nelle applicazioni per il settore alimentare, delle bevande o farmaceutico in cui è importante controllare la proliferazione dei microrganismi. La scelta di questo tipo di essiccatore di solito è dovuta alla necessità di sostituire un'apparecchiatura esistente con una di tipo e/o costo equivalente. Spesso, la correlazione tra punto di rugiada e crescita microbica non viene considerata.

Se l'aria compressa è usata direttamente o indirettamente durante la produzione di alimenti, bevande o prodotti farmaceutici e non devono essere presenti alte concentrazioni di microrganismi, l'uso di essiccatori frigorifero è sconsigliato.

Gli essiccatori frigorifero sono in genere presentati come conformi alla Classe 4, 5 o 6 della norma ISO8573-1 per il vapore acqueo.

Per il vapore acqueo, la norma ISO8573-1:2010 prevede:

Classificazione ISO8573-1:2010	°C PDP	Intervallo del punto di rugiada
Classe 4	$\leq +3^{\circ}\text{C PDP}$	Da -19 a $+3^{\circ}\text{C}$
Classe 5	$\leq +7^{\circ}\text{C PDP}$	Da $+4$ a $+7^{\circ}\text{C}$
Classe 6	$\leq +10^{\circ}\text{C PDP}$	Da $+8$ a $+10^{\circ}\text{C}$

In genere si fa riferimento alla Classe 4.

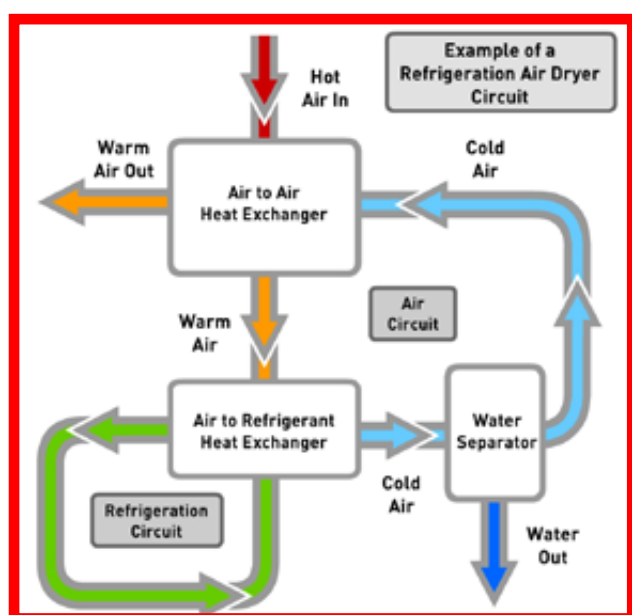
Occorre prestare attenzione quando si sceglie un essiccatore: il punto di rugiada in pressione deve essere conforme alla norma ISO8573-1:2010 Classe 4 per il vapore acqueo. Gli essiccatori frigorifero in genere non sono in grado di garantire un punto di rugiada in uscita costante $\leq +3^{\circ}\text{C PDP}$.

Durante il funzionamento, raffreddano l'aria compressa fino a una temperatura di 3°C per indurre la condensazione. Per la riduzione dei liquidi, viene usato un separatore d'acqua.

Purtroppo i separatori d'acqua non sono in grado di rimuovere tutto il liquido condensato e in alcuni modelli l'efficienza di riduzione dei liquidi può scendere notevolmente al di sotto della portata nominale del 100%. Inoltre, non riescono a rimuovere eventuali aerosol generati nell'essiccatore, un fenomeno frequente nei modelli di scambiatori di calore a flussi e piastre incrociate. Il liquido e gli aerosol rimanenti vengono quindi vaporizzati quando fuoriescono dall'essiccatore, innalzando il punto di rugiada in uscita.

Le prestazioni degli essiccatori frigorifero possono inoltre essere influenzate da:

- Temperatura ambiente e umidità relativa elevate
- Temperatura elevata della sala compressori
- Ventilazione insufficiente
- Pulizia del condensatore (raffreddato ad aria e ad acqua)



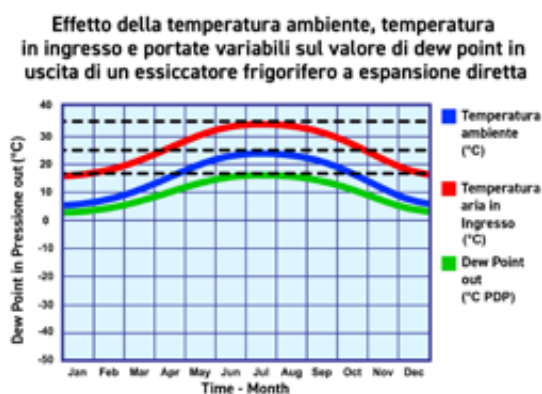
Anche il tipo di essiccatore frigorifero influisce sul punto di rugiada

Gli essiccatori frigorifero sono disponibili con 3 diverse tecnologie di essiccazione:

- Espansione diretta
- Massa termica
- Velocità variabile

Anche il funzionamento di ognuna di queste tecnologie può influire sul punto di rugiada fornito. Ad esempio, negli essiccatori a massa termica, dopo

il raffreddamento della massa, il compressore viene spento e acceso per risparmiare energia. Ciò ha un impatto diretto sul punto di rugiada in uscita.



Indicazione del punto di rugiada sugli essiccatori frigorifero

Negli essiccatori frigorifero l'indicatore del punto di rugiada e il display digitale non mostrano l'effettivo punto di rugiada in uscita come negli essiccatori ad adsorbimento.

Gli essiccatori ad adsorbimento (ad adsorbente) utilizzano un igrometro per misurare il punto di rugiada in uscita. Gli essiccatori frigorifero attuali invece non mostrano il punto di rugiada e non includono un sensore dell'igrometro. Al contrario, sono dotati solo di sonda di temperatura che di solito indica la temperatura dell'aria compressa o talvolta del liquido refrigerante.

Per una lettura effettiva del punto di rugiada in pressione è necessario utilizzare un igrometro. In questo modo viene rispettata la conformità alla norma internazionale ISO8573-3 per i test degli essiccatori per aria compressa.



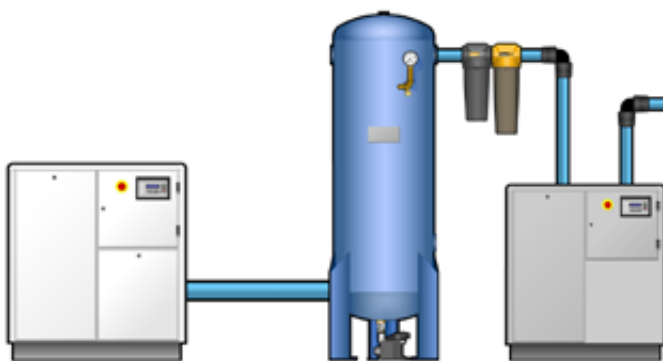
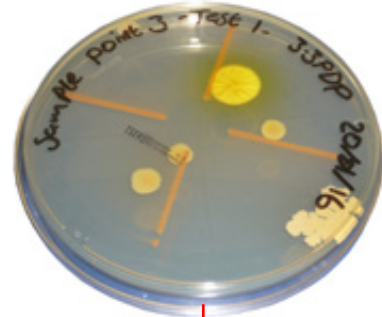
Note importanti:

- Come indicato in precedenza, un punto di rugiada inferiore a -26 °C non inibisce la crescita microbologica.
- Dato che il punto di rugiada degli essiccatori frigorifero NON impedisce la crescita dei microrganismi, questi ultimi possono ancora proliferare liberamente nell'impianto d'aria compressa e rimanere non trattati: in caso di concentrazione elevata dei microrganismi, infatti, la filtrazione non risulta efficace.
- Il campionamento microbico in un impianto d'aria compressa mostra perché gli essiccatori frigorifero sono sconsigliati.

Campionamento microbico a valle di un essiccatore frigorifero a espansione diretta

La piastra di agar mostrata è relativa a un campione prelevato a valle da un essiccatore frigorifero a espansione diretta per aria compressa che fornisce un punto di rugiada in uscita di circa +3 °C.

Campionamento microbico
ISO8573-1:2010 Classe 1:4:2 purezza dell'aria
Punto di rugiada: +3 °C
Filtrazione: 0,01µm



Proliferazione microbica a valle di un filtro ad elevata efficienza da 0,01 µm

Note importanti:

- Prelievi effettuati in inverno
- Temperatura ingresso +13 °C/Punto di rugiada in pressione 4~5 °C
- A valle di un filtro coalescente a elevata efficienza
- Essiccatore frigorifero che funziona a 1/3° della sua capacità.
- Le temperature estive e un uso continuo a regime aumentano notevolmente la conta microbica

Un impianto tipico con essiccatore frigorifero comprende un separatore d'acqua per il trattamento dei liquidi. Viene inoltre utilizzato un filtro a coalescenza per proteggere l'essiccatore da liquidi e particelle. L'essiccatore frigorifero riduce il vapore acqueo, anche se

in misura ridotta rispetto a un essiccatore ad adsorbimento. All'uscita dell'essiccatore è installato un filtro a coalescenza a elevata efficienza in grado di catturare liquidi e aerosol provenienti dall'essiccatore.

Note importanti:

- Come indicato in precedenza, per inibire la crescita microbiologica è necessario un punto di rugiada in pressione inferiore a -26 °C.
- Un essiccatore frigorifero non è in grado di fornire un punto di rugiada che inibisce la crescita di microrganismi.
- Gli essiccatori frigorifero in genere non sono in grado di garantire un punto di rugiada in uscita costante.
- I microrganismi possono quindi proliferare liberamente nel sistema di tubazioni a valle.
- L'uso di dispositivi di filtrazione al punto di utilizzo (se installati) non riduce in modo efficace un'alta concentrazione di microrganismi.
- **Gli essiccatori frigorifero non devono quindi essere utilizzati per tenere sotto controllo la crescita di microrganismi.**

Essiccatori ad adsorbimento e punto di rugiada in uscita

Anche se molte aziende sostengono che il proprio essiccatore ad adsorbimento (ad adsorbente) è in grado di fornire un punto di rugiada in uscita capace di inibire la proliferazione di microrganismi, questi tipi di essiccatori in realtà differiscono per la capacità di determinare un punto di rugiada in uscita costante. Sono infatti progettati per fornire un punto di rugiada in uscita costante (con lievi variazioni) oppure la soppressione del punto di rugiada (con variazioni rilevanti del punto di rugiada).

Punto di rugiada in uscita costante

Innanzitutto l'essiccatore viene "ridimensionato" affinché si adatti all'ingresso e alle condizioni ambientali peggiori del sito di utilizzo. In questo modo l'essiccatore avrà una capacità di essiccazione sufficiente (in genere fornita da materiale adsorbente) per gestire il carico di vapore acqueo massimo dell'impianto e garantire, allo stesso tempo, un punto di rugiada in uscita costante.

Un essiccatore che assicura un punto di rugiada in uscita costante sperimenta variazioni minime e garantisce sempre un punto di rugiada in pressione minimo per cui è stato dimensionato.

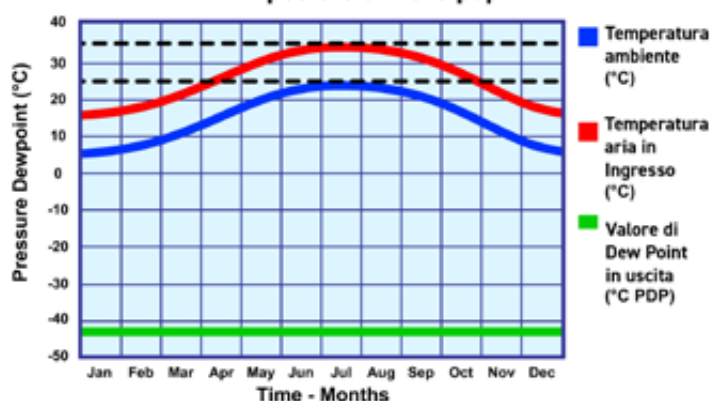
Ad esempio, se per un essiccatore ad adsorbimento si decide che il PDP debba essere $\leq -40^\circ\text{C}$, il peggior punto di rugiada garantito sarà -40°C . Normalmente, la modalità di funzionamento dell'essiccatore ad adsorbimento fa sì che il punto di rugiada in uscita oscilli fra -50°C e -40°C .

Soppressione del punto di rugiada

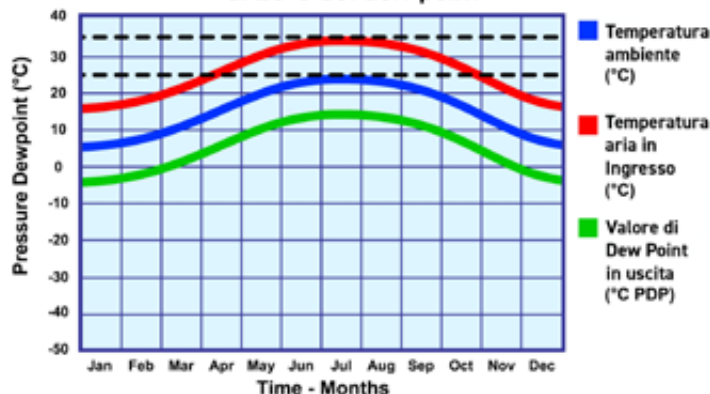
Gli essiccatori progettati per assicurare la soppressione del punto di rugiada non sono dimensionati in base alle condizioni ambientali, per cui il materiale adsorbente può risultare insufficiente. Lo svantaggio è che il punto di rugiada in uscita garantito da un essiccatore a soppressione può variare notevolmente.

Gli essiccatori a soppressione del punto di rugiada sono sensibili alle variazioni di temperatura dell'aria ambiente e a quelle in ingresso. Se un essiccatore è progettato in modo tale da garantire una soppressione del punto di rugiada di -20°C , ridurrà allora il punto di rugiada a una temperatura inferiore di 20°C rispetto a quella dell'aria compressa (il valore di -20°C non dovrebbe essere confuso con il punto di rugiada in uscita costante, come invece spesso avviene).

Effetto della temperatura ambiente, temperatura aria in ingresso e portate variabili sul valore di dew point in uscita da un essiccatore ad adsorbimento impostato a -40°C pdp



Effetto della temperatura ambiente e della temperatura in ingresso sul valore di dew point in uscita da essiccatore suppressore di 20°C del dew point



Soppressione del punto di rugiada - Essiccatori ad adsorbimento a calore di compressione (HOC)

Una versione dell'essiccatore a soppressione del punto di rugiada è l'essiccatore a calore di compressione (HOC), un essiccatore ad adsorbimento progettato per utilizzare le alte temperature di compressione generate da un compressore a vite senza olio (il calore è utilizzato per generare il materiale adsorbente).

Gli essiccatori HOC non sono dimensionati in base alle condizioni ambientali, pertanto i letti adsorbenti sono molto più compatti rispetto a quelli di un essiccatore con punto di rugiada costante (in genere solo il 5%-10% di un essiccatore con punto di rugiada in uscita costante).

Le dimensioni ridotte del letto adsorbente hanno un impatto diretto sul punto di rugiada in uscita (e sulla durata dell'adsorbente stesso), soprattutto in estate, quando il carico di vapore acqueo aumenta.

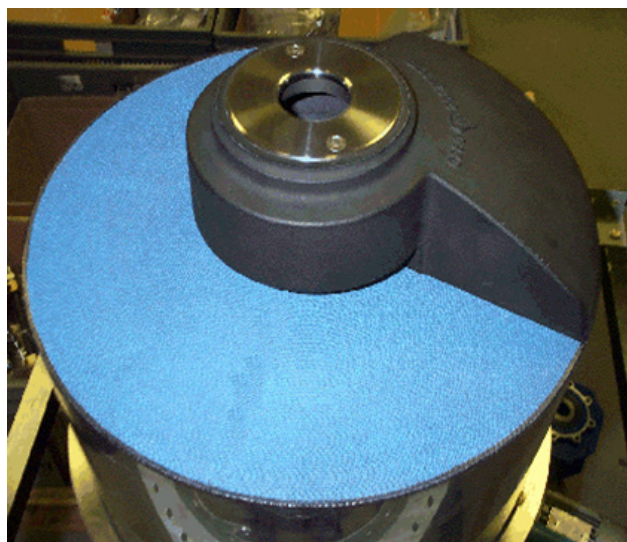
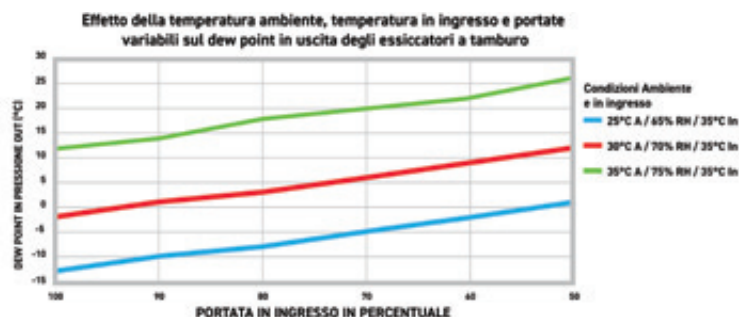
Gli essiccatori HOC risultano molto graditi perché sono commercializzati come essiccatori d'aria compressa a risparmio energetico ma richiedono anche un funzionamento del compressore sempre al massimo per una rigenerazione ottimale.

Il carico del compressore varia continuamente (soprattutto nei compressori a velocità variabile), quindi in assenza di una completa produzione di calore destinato alla rigenerazione, il materiale di adsorbimento non viene essiccato totalmente nel corso della rigenerazione stessa. Se il materiale adsorbente non si è rigenerato totalmente, il punto di rugiada in uscita ne risente di conseguenza.

Le variazioni della temperatura ambiente influiscono inoltre sulla capacità del refrigeratore di raffreddare il materiale adsorbente. Un adsorbente caldo non essicca l'aria compressa in modo efficiente, con conseguente variazione del punto di rugiada in uscita.

Nota importante:

- La combinazione di un letto adsorbente più compatto, di un compressore dal rendimento variabile e di un raffreddamento insufficiente fa sì che il punto di rugiada degli essiccatori HOC cambi costantemente, una situazione che si traduce nella soppressione del punto di rugiada, anziché in un punto di rugiada in uscita costante.



Come identificare se un essiccatore ad adsorbimento fornisce punto di rugiada costante o soppressione del punto di rugiada

I fabbricanti non sempre dichiarano se i propri essiccatori per aria compressa sono con punto di rugiada in uscita costante o a soppressione del punto di rugiada. Si è spesso portati a credere che se un produttore dichiara un punto di rugiada, questo sia costante durante

tutto il funzionamento dell'essiccatore, ma purtroppo, non è sempre così. Un modo semplice potrebbe essere quello di verificare se, relativamente al punto di rugiada costante, il fabbricante ha specificato una classe conforme a ISO8573-1 per l'acqua.

ISO8573-1:2010 è la norma internazionale in materia di purezza dell'aria compressa e prevede, per il punto di rugiada, 6 classi in intervalli compresi fra -70 °C e +10 °C.

Per essere conforme alla classificazione ISO8573-1:2010, un essiccatore deve sempre garantire un punto di rugiada in uscita compreso nell'intervallo di una delle classi.

Classificazione ISO8573-1:2010	°C PDP	Intervallo del punto di rugiada
Classe 1	≤ -70°C PDP	Da -80 a -70 °C
Classe 2	≤ -40°C PDP	Da -69 a -40 °C
Classe 3	≤ -20°C PDP	Da -39 a -20 °C
Classe 4	≤ +3°C PDP	Da -19 a +3 °C
Classe 5	≤ +7°C PDP	Da +4 a +7 °C
Classe 6	≤ +10°C PDP	Da +8 a +10 °C

Generalmente, un essiccatore con punto di rugiada in uscita costante viene dichiarato conforme a una delle classi previste dalla norma ISO8573-1:2010, poiché il punto di rugiada garantito rientra, senza alcun dubbio, in un intervallo stabilito. Un essiccatore a soppressione del punto di rugiada, quale l'essiccatore ad adsorbimento HOC o a membrana, invece, di solito non può essere dichiarato conforme a una delle classi della norma ISO8573-1:2010, dal momento che il punto di rugiada in uscita varia in modo considerevole e rientra in 2 o più intervalli.

Inoltre, l'installazione di un essiccatore provvisto di igrometro per punto di rugiada o per il quale si utilizza un igrometro per punto di rugiada separato a valle consente all'utente di verificare rapidamente se l'essiccatore garantisce il punto di rugiada in uscita dichiarato.



Tecnologie di essiccazione raccomandate

Gli essiccatori ad adsorbimento con punto di rugiada costante assicurano un punto di rugiada che inibisce la crescita di microrganismi, ma non tutte le tecnologie sono adatte a ogni applicazione. Due degli essiccatori riscaldati esternamente indicati nella tabella utilizzano aria ambiente non trattata per la rigenerazione del

materiale adsorbente. Se si intende utilizzare queste tecnologie di essiccazione per controllare la proliferazione dei microrganismi, si consiglia di eseguire un'analisi dei rischi della tecnologia dell'essiccatore, per stabilire se vi siano eventuali rischi potenziali per il processo di produzione.

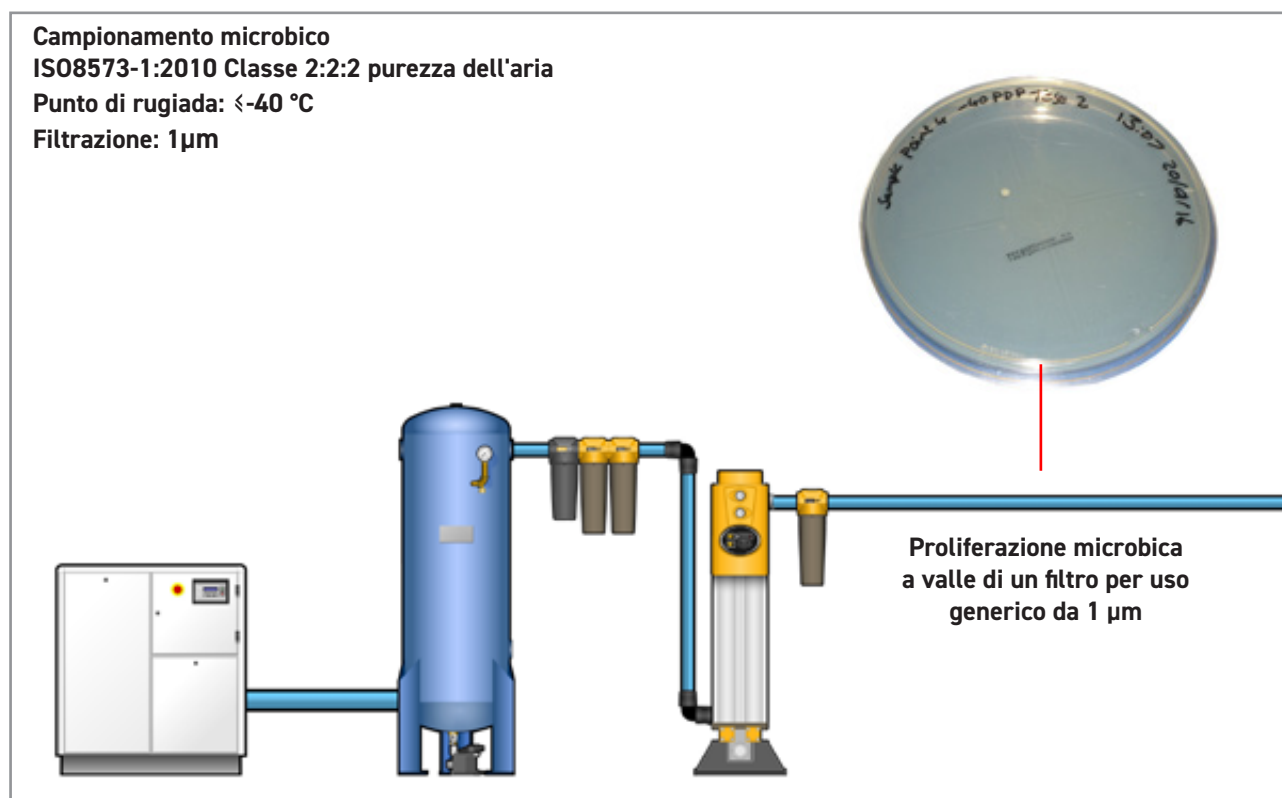
essiccazione energetico	Essiccatore Tipo	Punto di rugiada che inibisce la crescita microbica	Punto di rugiada in uscita costante	Utilizzo aria ambiente non trattata per la rigenerazione
Adsorbimento	Senza calore	✓	✓	✗
	A freddo con assistenza del vuoto	✓	✓	✗
	A purga riscaldata internamente	✓	✓	✗
	A purga riscaldata esternamente	✓	✓	✗
	Soffiante riscaldato esternamente	✓ *	✓ *	✓
	Vuoto riscaldato esternamente	✓	✓	✓
Ibrida	Tecnologia tandem	✓ **	✓	✗

* Non tutti i modelli forniscono un punto di rugiada in uscita costante, alcuni sono a soppressione del punto di rugiada.

** Non adatto se l'essiccatore ad adsorbimento può essere spento durante i mesi estivi.

Campionamento microbico a valle di un essiccatore ad adsorbimento con punto di rugiada in uscita costante

La piastra di agar mostrata è relativa a un campione prelevato a valle da un essiccatore ad adsorbimento (ad adsorbente) che fornisce un punto di rugiada in uscita costante $\leq -40\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Un impianto tipico con essiccatore ad adsorbimento (ad adsorbente) comprende un separatore d'acqua per il trattamento dei liquidi. Include inoltre due filtri a coalescenza per la riduzione di aerosol d'acqua, particolato atmosferico, ruggine, incrostazioni, microrganismi e aerosol d'olio. I filtri a coalescenza sono installati a coppia: il primo è un filtro per uso generico ed è progettato per proteggere il filtro a elevata efficienza più

sottile. L'essiccatore ad adsorbimento (ad adsorbente) riduce la quantità di vapore acqueo e le sue prestazioni sono misurate in base al punto di rugiada in uscita. Dato che il materiale adsorbente usato in questo tipo di essiccatori dell'aria può produrre particolato, in genere viene installato un filtro anti-particolato asciutto per uso generico nella sala compressori.

Note importanti:

- I filtri a coalescenza a monte dell'essiccatore inizieranno a ridurre la quantità di microrganismi, tuttavia l'aria sarà ancora satura di vapore acqueo e si verificherà ancora una proliferazione a valle del filtro.
- In genere, nella sala compressori è installato un filtro da 1 micron sull'uscita dell'essiccatore ma questo grado di filtrazione non è abbastanza fine da intrappolare particelle delle dimensioni dei microrganismi.
- Si consiglia quindi di installare filtri a elevata efficienza (0,01 micron con efficienza del 99,9999%) a ogni punto di utilizzo.
- **Questa è l'impostazione consigliata per controllare la crescita e la quantità di microrganismi in un impianto d'aria compressa**

Norme aria compressa/Norme aria respirabile e medicale/Guide migliori pratiche

Esistono numerosi documenti utilizzati a livello globale relativi alla qualità dell'aria compressa. Alcuni consentono di specificare la qualità dell'aria richiesta, mentre altri indicano la specifica minima richiesta a seconda delle applicazioni (a volte applicabile per legge). Di seguito è riportata una panoramica di questi documenti e dei riferimenti in essi contenuti relativi ai microrganismi e/o al controllo della loro proliferazione.

Norme internazionali relative all'aria compressa

La Parte 1 della serie di norme ISO8573 indica le classi relative alla purezza dell'aria in presenza di contaminanti comuni (particolato solido, acqua, olio totale) e include una classificazione specifica per i microrganismi e per la conta delle CFU (unità formanti colonia). Specifica che i microrganismi possono essere rilevati nell'aria compressa sotto forma di particelle solide (utilizzando metodi e attrezzature indicate nella ISO 8573-4), inoltre, fa riferimento a una apposita norma (ISO 8573-7) per il rilevamento e la conta dei microrganismi nell'aria compressa.



esercizio tipica) ciò equivale a un punto di rugiada in pressione di circa -26 °C, da considerare come punto di rugiada minimo da raggiungere (è consigliata una PDP ≤-40 °C).

Norme relative all'aria respirabile industriale

Le norme industriali globali per l'aria respirabile industriale relative all'aria compressa come EN12021, OSHA 29 CFR 1910.134 Grado D e CSA Z180.1 si concentrano principalmente sulla riduzione di contaminanti gassosi pericolosi e non menzionano specificamente la presenza o il controllo di microrganismi, né includono un livello di specifica per le CFU (unità formanti colonia).

Le norme EN12021 e CSA Z180.1 prevedono livelli per l'acqua, che non sono tuttavia sufficienti per inibire la crescita di microrganismi. La specifica OSHA 29 CFR 1910.134 Grado D non indica livelli minimi per l'acqua.

Norme relative all'aria medicale

Lo standard della Farmacopea europea utilizzato negli ospedali di tutta l'Unione europea stabilisce un livello di vapore acqueo di 67 ppm equivalente a un punto di rugiada atmosferico di -45 °C. A 7 bar g (pressione di

Norme per il settore alimentare e delle bevande

Non esiste una legislazione a livello globale relativa all'uso dell'aria compressa nel settore alimentare, delle bevande o farmaceutico. Questi settori sono tuttavia tenuti a rispettare la legislazione locale in materia di igiene, ad esempio in Europa i produttori devono conformarsi alla norma EN852/2004, applicabile per legge. La legislazione in materia di igiene non prevede una norma né si riferisce specificamente all'aria compressa, tuttavia a livello globale, in genere, si richiede che le aziende applichino i principi dell'HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) per la compilazione dell'FSMS (Food Safety Management System).

L'aria compressa è una fonte nota di contaminazione (che include i microrganismi) e può entrare in contatto direttamente o indirettamente con ingredienti, apparecchiature di produzione, superfici di preparazione,

prodotti alimentari e materiali di imballaggio. Se l'aria compressa contiene microrganismi, tutti questi elementi possono essere contaminati. L'impianto ad aria compressa dovrebbe quindi essere incluso nell'analisi dei rischi HACCP (per ulteriori informazioni, fare riferimento al Whitepaper Parker "Aria compressa di alta qualità per l'industria alimentare e delle bevande").

Molti produttori scelgono di seguire uno schema di sicurezza alimentare riconosciuto, che viene poi verificato per dimostrare la conformità alla legislazione in merito all'igiene.

Una revisione degli schemi di sicurezza alimentare globali comunemente utilizzati ha dimostrato che, sebbene la maggior parte menzioni l'aria compressa, sono molto generici e non indicano specifiche per l'aria compressa utilizzabile, ad esempio: FDA Code of Federal Regulations Titolo 21CFR

"L'aria compressa o altri gas introdotti meccanicamente negli alimenti o utilizzati per pulire le superfici o le apparecchiature a contatto con gli alimenti devono essere trattati in modo tale che gli alimenti non siano contaminati da additivi alimentari indiretti illegali"

Linee guida per migliori pratiche

Il "Food and Beverage Grade Compressed Air - Best Practice Guideline 102" della British Compressed Air Society (BCAS) menzionata in precedenza, prevede riferimenti specifici ai microrganismi e all'analisi dei rischi HACCP; indica inoltre una specifica per l'inibizione e il controllo della crescita di microrganismi.

Raccomandazioni specifiche per il controllo della proliferazione dei microrganismi

Come indicato in precedenza, il punto di rugiada in pressione consigliato per tenere sotto controllo la crescita dei microrganismi è ≤ -40 °C PDP, come indicato dalla norma ISO 8573-1:2010 Classe 2 per l'acqua. Questo punto di rugiada inibisce (arresta) la crescita di microrganismi nel sistema delle tubazioni di distribuzione dell'aria compressa e impedisce l'intasamento del filtro anti-particolato asciutto a elevata efficienza. La specifica raccomandata per la filtrazione del particolato asciutto al punto di utilizzo è un grado a elevata efficienza che consente una riduzione delle particelle fino a 0,01 micron con un'efficienza di rimozione del 99,9999%, in conformità a una classificazione ISO 8573-1:2010 Classe 1 per il particolato solido. Le specifiche per l'aria compressa secondo la norma ISO 8573

in genere includono una raccomandazione per l'olio totale. La raccomandazione minima per l'olio totale per qualsiasi applicazione industriale sarebbe la Classe 2, tuttavia, poiché il controllo della crescita microbica è fondamentale per le applicazioni critiche nei settori alimentare, delle bevande, farmaceutico e cosmetico (e per l'aria respirabile e l'aria medica), queste applicazioni in genere richiedono aria "tecnicamente priva di olio". Pertanto, per tali applicazioni si consiglia una classificazione ISO 8573-1:2010 Classe 1 o Classe 0 per l'olio totale. Ciò si traduce in una specifica consigliata secondo la norma ISO 8573-1:2010 Classe 1:2:1 o ISO 8573-1:2010 Classe 1:2:0

minima Qualità dell'aria	Prodotti Parker per il trattamento dell'aria compressa per		
	Particolato solido	Acqua (vapore)	Olio totale (aerosol + vapore)
ISO 8573-1:2010 Classe 1:2:1 ISO 8573-1:2010 Classe 1:2:0	Sala compressori Filtri a coalescenza OIL-X Grado AO+ AA	Essiccatore ad adsorbimento ≤ -40 °C PDP	Filtri a coalescenza e per la riduzione dei vapori d'olio OIL-X Gradi AO + AA + OVR o sistemi di aria privi di olio OFAS/ FBP
	Punto di utilizzo Filtri anti-particolato asciutto OIL-X grado AO (M) + AA (M)		

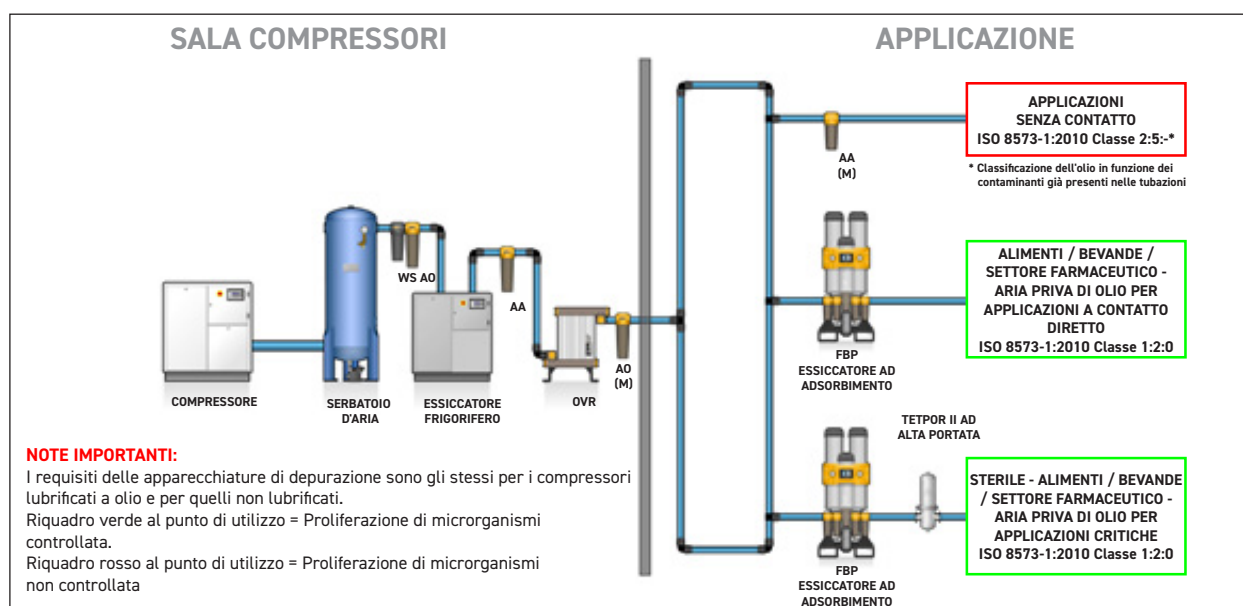
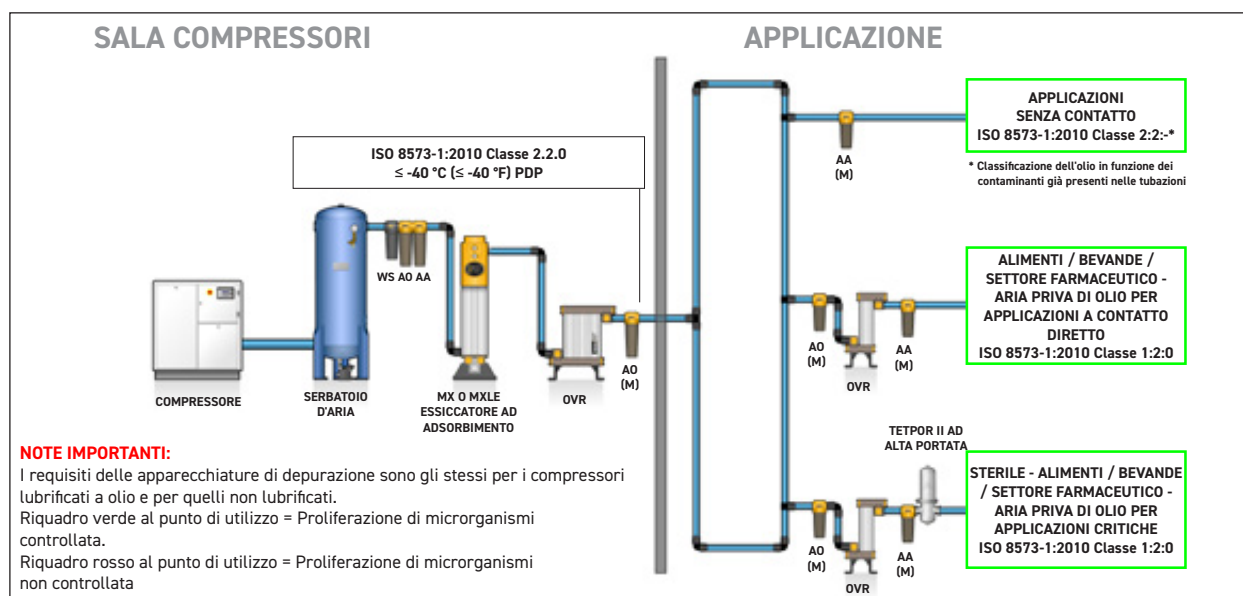
Progettazione di sistemi economicamente vantaggiosi

Per soddisfare i rigorosi requisiti dei moderni impianti di produzione relativamente ai livelli di qualità dell'aria, occorre adottare un approccio attento alla progettazione, alla messa in servizio e al funzionamento dei sistemi.

Il trattamento in un solo punto non è sufficiente; pertanto, si consiglia vivamente di trattare l'aria compressa nella sala compressori a un livello che fornisca aria per uso generico al sito e protegga le tubazioni di distribuzione. È anche possibile utilizzare la purificazione nel punto di utilizzo, non solo per rimuovere qualsiasi contaminazione restante nel sistema di

distribuzione, ma anche con attenzione specifica alla qualità dell'aria necessaria per ciascuna applicazione. Questo approccio al design del sistema garantisce che l'aria non venga trattata eccessivamente e fornisce la soluzione più economica per ottenere aria compressa di alta qualità.

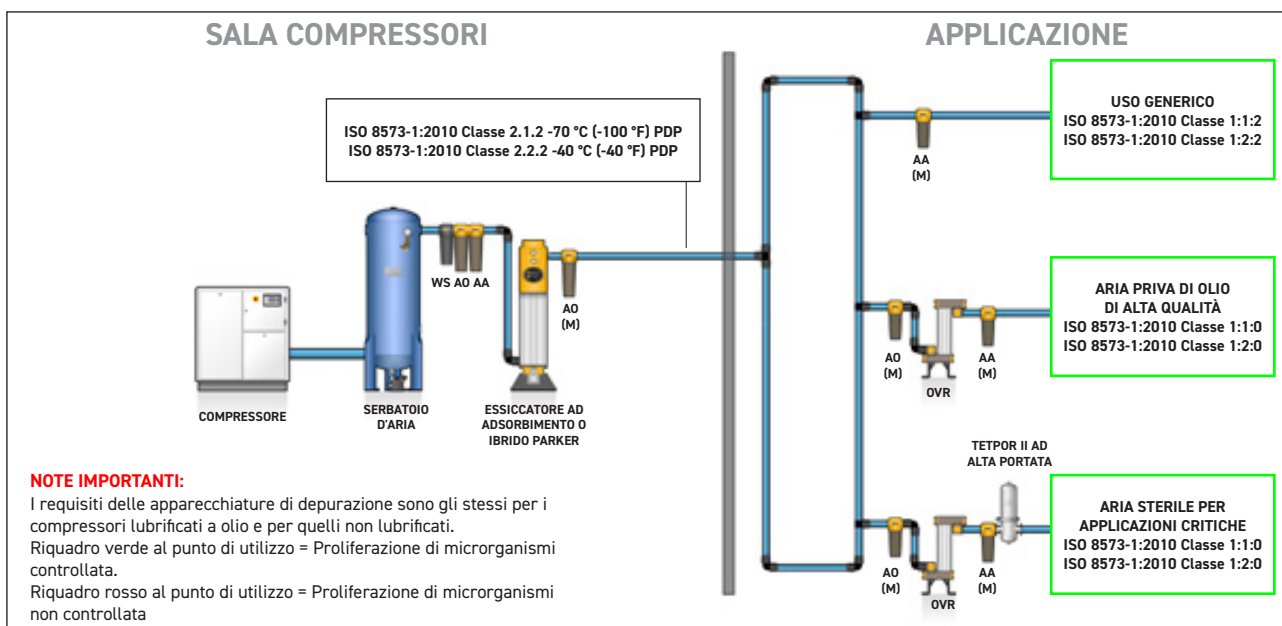
ALIMENTI / BEVANDE / SETTORE FARMACEUTICO - APPLICAZIONI A CONTATTO DIRETTO



Applicazioni tipiche

Applicazioni a contatto diretto/indiretto del settore della produzione alimentare / imbottigliamento di bevande / industria farmaceutica / caseifici / birrifici / industria casearia / birrifici / aziende vinicole / distillerie (in conformità con il Food and Beverage Grade Compressed Air Best Practice Guideline 102 della BCAS, British Compressed Air Society).

ARIA TECNICAMENTE PRIVA DI OLIO DI ALTA QUALITÀ



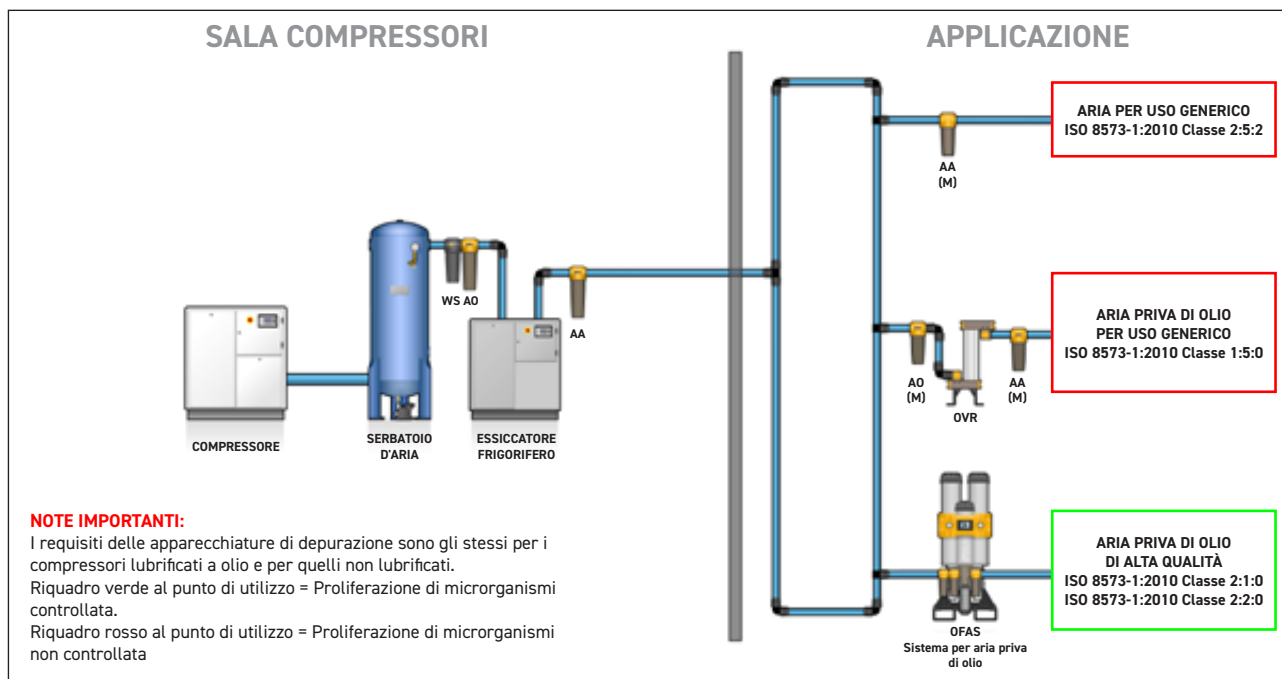
Applicazioni tipiche con aria priva di olio

Soffiaggio di materie plastiche, tra cui bottiglie in PET
Produzione elettronica
Sistemi CDA per la produzione di componenti elettronici
Trattamento di pellicole
Strumentazione critica
Pneumatica avanzata

Sezionatori ad aria forzata
Camere di decompressione
Produzione di cosmetici
Aria medica
Aria dentale
Laser e ottica
Robotica

Verniciatura a spruzzo
Cuscinetti pneumatici
Pulizia di tubature
Apparecchiature di misura
Inertizzazione
Imballaggio in atmosfera protettiva
Pretrattamento per la generazione di gas in loco

ARIA PER USO GENERICO CON ARIA PRIVA DI OLIO PER APPLICAZIONI CRITICHE



Applicazioni tipiche per uso generico

Protezione ad anello principale generica
Prefiltrazione per essiccatori d'aria ad adsorbimento nel punto di utilizzo
Automazione degli impianti
Logistica del trasporto aereo
Utensili pneumatici
Strumentazione generica

Stampaggio di metalli
Forgiatura
Montaggio industriale generico (senza tubazioni esterne)
Canalizzazione dell'aria (non alimentare)
Motori ad aria
Officine (utensili)

Garage (gonfiaggio di pneumatici)
Sistemi di controllo della temperatura
Pistole di soffiaggio
Apparecchiature di calibrazione
Miscelazione di materie prime
Sabbatura/pallinatura

Elevata qualità dell'aria compressa garantita

Per garantire massime prestazioni e affidabilità, i prodotti per il trattamento dell'aria compressa Parker proteggono l'intera rete dell'aria compressa, fornendo il grado perfetto di aria compressa di alta qualità, esattamente dove è necessario.

Prodotti per la filtrazione raccomandati



Separatori d'acqua OIL-X
Filtri anti-particolato asciutto e a coalescenza



**Filtri per la riduzione del
vapore d'olio OIL-X OVR**

Prodotti per l'essiccazione raccomandati



CDAS
Sistema per aria secca pulita



OFAS
Sistema per aria priva di olio



FBP
Settore alimenti/bevande/farmaceutico
Sistema per aria priva di olio

La gamma di filtri Parker OIL-X e le gamme di essiccatori modulari Parker sono state progettate per fornire una qualità dell'aria compressa che soddisfa o supera i livelli previsti in tutte le edizioni della norma ISO8573-1, lo standard internazionale per la qualità dell'aria compressa e il Food and Beverage Grade Compressed Air Best Practice Guideline 102 della BCAS.

Le prestazioni di filtrazione e degli essiccatori sono inoltre state verificate in modo indipendente da Lloyds Register.

Separatori d'acqua OIL-X

Prestazioni del separatore d'acqua testate in conformità ai requisiti di ISO12500-4 e ISO8573-9.

Filtri a coalescenza OIL-X

Prestazioni del filtro a coalescenza testate in conformità ai requisiti di ISO12500-1, ISO8573-2 e ISO8573-4.

Filtri anti-particolato asciutto OIL-X

Le prestazioni dei filtri anti-particolato asciutto sono state testate conformemente a ISO 8573-4.

Filtri per l'eliminazione dei vapori di olio OIL-X

Le prestazioni dei filtri per la riduzione del vapore d'olio sono state testate conformemente a ISO 8573-5.

Gamme essiccatori ad adsorbimento

Le prestazioni degli essiccatori CDAS, OFAS, FBP, CDAS ATEX, MX, MX ATEX e MXLE sono state testate conformemente a ISO7183.

Oltre alla convalida delle prestazioni, i materiali utilizzati nella costruzione delle gamme consigliate di seguito per l'uso nella produzione di alimenti e bevande sono conformi a FDA Titolo 21 ed esenti EC1935-2004. Certificazioni disponibili a richiesta.



MX
Essiccatore ad adsorbimento a freddo



MXLE
Essiccatore ad adsorbimento a freddo
a basso consumo energetico

Parker nel mondo

Europa, Medio Oriente, Africa

AE – Emirati Arabi Uniti, Dubai
Tel: +971 4 8127100
parker.me@parker.com

AT – Austria, St. Florian
Tel: +43 (0)7224 66201
parker.austria@parker.com

AZ – Azerbaijan, Baku
Tel: +994 50 2233 458
parker.azerbaijan@parker.com

BE/NL/LU – Benelux, Hendrik Ido Ambacht
Tel: +31 (0)541 585 000
parker.nl@parker.com

BG – Bulgaria, Sofia
Tel: +359 2 980 1344
parker.bulgaria@parker.com

BY – Bielorussia, Minsk
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

CH – Svizzera, Etoy
Tel: +41 (0)21 821 87 00
parker.switzerland@parker.com

CZ – Repubblica Ceca, Klecany
Tel: +420 284 083 111
parker.czechrepublic@parker.com

DE – Germania, Kaarst
Tel: +49 (0)2131 4016 0
parker.germany@parker.com

DK – Danimarca, Ballerup
Tel: +45 43 56 04 00
parker.denmark@parker.com

ES – Spagna, Madrid
Tel: +34 902 330 001
parker.spain@parker.com

FI – Finlandia, Vantaa
Tel: +358 (0)20 753 2500
parker.finland@parker.com

FR – Francia, Contamine s/Arve
Tel: +33 (0)4 50 25 80 25
parker.france@parker.com

GR – Grecia, Piraeus
Tel: +30 210 933 6450
parker.greece@parker.com

HU – Ungheria, Budaörs
Tel: +36 23 885 470
parker.hungary@parker.com

IE – Irlanda, Dublino
Tel: +353 (0)1 466 6370
parker.ireland@parker.com

IL – Israele
Tel: +39 02 45 19 21
parker.israel@parker.com

IT – Italia, Corsico (MI)
Tel: +39 02 45 19 21
parker.italy@parker.com

KZ – Kazakhstan, Almaty
Tel: +7 7273 561 000
parker.easteurope@parker.com

NO – Norvegia, Asker
Tel: +47 66 75 34 00
parker.norway@parker.com

PL – Polonia, Varsavia
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

PT – Portogallo
Tel: +351 22 999 7360
parker.portugal@parker.com

RO – Romania, Bucarest
Tel: +40 21 252 1382
parker.romania@parker.com

RU – Russia, Mosca
Tel: +7 495 645-2156
parker.russia@parker.com

SE – Svezia, Spånga
Tel: +46 (0)8 59 79 50 00
parker.sweden@parker.com

SK – Slovacchia, Banská Bystrica
Tel: +421 484 162 252
parker.slovakia@parker.com

SL – Slovenia, Novo Mesto
Tel: +386 7 337 6650
parker.slovenia@parker.com

TR – Turchia, Istanbul
Tel: +90 216 4997081
parker.turkey@parker.com

UA – Ucraina, Kiev
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

UK – Gran Bretagna, Warwick
Tel: +44 (0)1926 317 878
parker.uk@parker.com

ZA – Repubblica del Sudafrica, Kempton Park
Tel: +27 (0)11 961 0700
parker.southafrica@parker.com

America del Nord

CA – Canada, Milton, Ontario
Tel: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland
Tel: +1 216 896 3000

Asia-Pacifico

AU – Australia, Castle Hill
Tel: +61 (0)2-9634 7777

CN – Cina, Shanghai
Tel: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong
Tel: +852 2428 8008

IN – India, Mumbai
Tel: +91 22 6513 7081-85

JP – Giappone, Tokyo
Tel: +81 (0)3 6408 3901

KR – Corea, Seoul
Tel: +82 2 559 0400

MY – Malaysia, Shah Alam
Tel: +60 3 7849 0800

NZ – Nuova Zelanda, Mt Wellington
Tel: +64 9 574 1744

SG – Singapore
Tel: +65 6887 6300

TH – Thailandia, Bangkok
Tel: +662 186 7000

TW – Taiwan, Taipei
Tel: +886 2 2298 8987

Sudamerica

AR – Argentina, Buenos Aires
Tel: +54 3327 44 4129

BR – Brasile, Sao Jose dos Campos
Tel: +55 800 727 5374

CL – Cile, Santiago
Tel: +56 2 623 1216

MX – Messico, Toluca
Tel: +52 72 2275 4200

Centro Europeo Informazioni Prodotti

Numero verde: 00 800 27 27 5374

(da AT, BE, CH, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, IE, IL, IS, IT, LU, MT, NL, NO, PL, PT, RU, SE, SK, UK, ZA)



Parker Hannifin Italy S.r.l

Via Privata Archimede 1
20094 Corsico (Milano)
Tel.: +39 02 45 19 21
Fax: +39 02 4 47 93 40
parker.italy@parker.com
www.parker.com/gsf