



White Paper

"Vapore d'olio" nell'aria ambiente

Da dove proviene e in che modo influisce sulla qualità dell'aria compressa?



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

www.parker.com/gsf

"Vapore d'olio" nell'aria ambiente

In questa pubblicazione, Mark White - Applications Manager per il trattamento dell'aria compressa di Parker Hannifin Manufacturing Ltd - esamina le modalità con cui i livelli di vapore d'olio nell'aria ambiente influiscono sulla qualità dell'aria compressa a valle e cosa tenere in considerazione quando si vuole ottenere aria compressa "tecnicamente priva di olio" certificata ISO8573-1 classe 0 o classe 1 relativa all'olio totale residuo.

Se si chiedesse alle persone di descrivere il petrolio e dire da dove proviene, la maggior parte di esse risponderebbe che si tratta di un liquido nero e denso estratto con una pompa dalle profondità del sottosuolo e trasportato via mare in tutto il mondo all'interno di enormi petroliere. Se si porgesse poi la stessa domanda facendo riferimento all'olio in un impianto ad aria compressa, molto probabilmente verrebbe descritto come un liquido nero e denso proveniente da un compressore d'aria lubrificato.

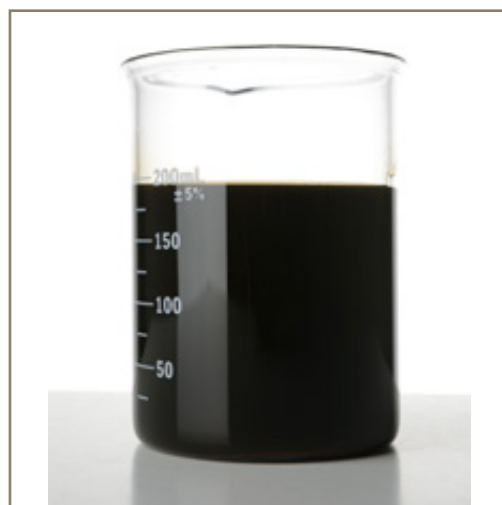
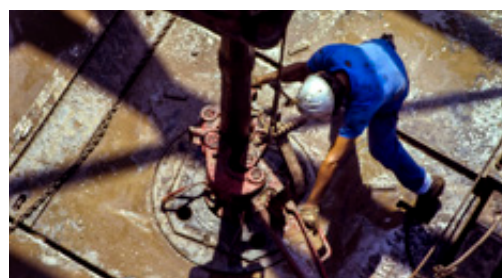
Sebbene siano in tanti ad ignorarlo, anche l'aria ambiente che ci circonda e che respiriamo (e che anche il compressore d'aria "respira") contiene olio, sebbene in una forma ben diversa da quella del liquido nero e spesso a cui siamo abituati a pensare. Si tratta, infatti, di olio allo stato gassoso (vapore d'olio), invisibile ai nostri occhi.

Per comprendere meglio in che modo il vapore d'olio finisce nell'aria ambiente (e quindi anche negli impianti ad aria compressa), occorre prima avere chiaro cosa è l'olio, da dove proviene, come viene lavorato e cosa accade durante il suo utilizzo.

Cos'è l'olio?

In linea generale, il termine "olio" viene impiegato per descrivere una miriade di sostanze differenti, tra cui la benzina, il gasolio, il cherosene, l'olio del compressore e l'olio motore.

Tuttavia, un chimico organico chiamerebbe tutte queste sostanze idrocarburi, e non oli. Gli idrocarburi sono composti organici contenenti solo carbonio e idrogeno. Fanno parte dei gruppi chimici denominati "gruppi funzionali". Questi ultimi (ce ne sono diversi) includono alcani, alcheni, alchini, alcoli, aromatici, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, ammidi ed esteri.



Composti organici volatili (COV)

Oggigiorno il termine "COV" o "composto organico volatile" viene spesso utilizzato dai mezzi di comunicazione in riferimento alla qualità dell'aria. I COV sono composti che passano rapidamente dallo stato liquido a quello gassoso. Vengono liberati nell'atmosfera in seguito all'utilizzo di combustibili quali benzina, gasolio, cherosene, legna, carbone o gas naturale. Sono emessi anche dai giacimenti petroliferi e di gas, nonché da vernici e solventi.



Produzione di olio (così come lo intendiamo)

Circa il 95% dei lubrificanti e dei combustibili liquidi utilizzati attualmente sono derivati del greggio (a base minerale), quel liquido organico denso estratto dal sottosuolo. Senza l'opportuna lavorazione, il greggio ha usi per noi limitati, e senz'altro non può essere impiegato per lubrificare i macchinari, alimentare i veicoli o consentirci di produrre elettricità nelle centrali elettriche.

Per produrre combustibili o oli lubrificanti a partire dal greggio, quest'ultimo deve innanzitutto essere lavorato in raffineria. Con la raffinazione, molecole di varie dimensioni e diversa struttura vengono separate fra loro, in modo da poterne differenziare l'utilizzo. La benzina, il gasolio e il cherosene sono tutti esempi di derivati del greggio.



Volendo semplificare, la raffinazione rimuove le impurità, surriscalda il greggio e separa i diversi composti per usi differenti.

Questa separazione avviene all'interno della colonna di frazionamento, dove il greggio è ulteriormente riscaldato fino ad essere vaporizzato. Man mano che i vapori risalgono lungo la colonna, sono aspirati ad altezze diverse, quindi lasciati a raffreddare e condensare. Questo processo agevola la separazione del greggio sfruttando il punto di ebollizione.

Il più piccolo (ovvero a catena di carbonio più corta) degli idrocarburi (quelli a 5 o 10 atomi di carbonio) raggiunge il punto più alto della colonna e viene sottoposto a una lavorazione che lo trasforma in prodotti come la benzina. I vapori condensati appena al di sotto del punto più alto della colonna danno luogo a composti contenenti da 11 a 13 atomi di carbonio, utilizzati per il cherosene e il combustibile per aerei. Man mano che si scende lungo la colonna, la condensazione dà luogo a composti contenenti da 14 a 25 atomi di carbonio, utilizzati per il gasolio, e ancora più giù a composti contenenti da 26 a 40 atomi di carbonio, successivamente trasformati in oli lubrificanti.



Cosa intendiamo per "vapore d'olio"?

Quando nell'industria dell'aria compressa parliamo di vapore d'olio nell'aria ambiente, ci riferiamo, in realtà, alla combinazione di idrocarburi e COV precedentemente indicata.



L'aria ambiente contiene normalmente tra gli $0,05 \text{ mg/m}^3$ e gli $0,5 \text{ mg/m}^3$ di vapore d'olio; tuttavia, questa percentuale può essere più elevata negli ambienti urbani o industriali densi o in prossimità dei parcheggi e delle strade trafficate.

Come facciamo a sapere quanto "vapore d'olio" è presente nell'aria ambiente?

Come detto in precedenza, l'olio - così come lo conosciamo - è un miscuglio di numerosi composti diversi, e non c'è un "olio" singolo nel test di controllo dell'aria; pertanto, è necessario verificare la presenza dei diversi composti nell'aria ambiente e combinare i risultati delle prove.

Gli obiettivi mondiali ed europei di miglioramento della qualità dell'aria hanno fatto sì che molte delle stazioni di campionamento della qualità dell'aria fossero predisposte per la verifica dei composti più nocivi per la salute umana (normalmente, NO_x , SO_x , CO , CO_2 e ozono). Ad ogni modo, alcuni di questi impianti esaminano anche altri composti, fra i quali i COV, e questi dati ci consentono di verificare l'eventuale presenza di vapore d'olio nell'aria ambiente.



Il ministero britannico dell'ambiente, dell'alimentazione e degli affari rurali (DEFRA) rende pubblici, in forma gratuita, i dati rilevati dagli impianti di campionamento nel Regno Unito. La maggior parte di questi siti (oltre 30) adotta il campionamento manuale e metodi di prova finalizzati alla ricerca di rischi specifici; 4 siti (2 rurali e 2 urbani) utilizzano, invece, un sofisticato processo di desorbimento termico automatico con gascromatografia in situ e apparecchiature di rilevamento FID. In questi siti, vengono effettuate misurazioni orarie automatiche di 29 diversi composti target.



Esempio di analizzatore automatico di precursori dell'ozono PerkinElmer utilizzato nei siti di prova automatizzati.

Al momento della pubblicazione di questo scritto (2018), sono stati utilizzati gli ultimi 4 report sugli idrocarburi in Regno Unito messi a disposizione dal DEFRA (relativi agli anni 2012, 2013, 2014 e 2015).

Nelle tabelle seguenti è riportata la concentrazione media oraria degli ultimi 12 mesi rilevata dalle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate. Inoltre, dal momento che l'unità di misura utilizzata nei report è il $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e l'industria dell'aria compressa è solita utilizzare, invece, il mg/m^3 , i dati inclusi nelle tabelle sono stati convertiti in mg/m^3 .

Totali relativi ai 29 composti di interesse	Concentrazione oraria massima - anno 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Totali ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	370,80	161,52	436,79	855,53
Totali (mg/m^3)	0,37	0,16	0,44	0,86

Totali relativi ai 29 composti di interesse	Concentrazione oraria massima - anno 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Totali ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	344,25	116,62	438,68	569,42
Totali (mg/m^3)	0,34	0,12	0,44	0,57

Totali relativi ai 29 composti di interesse	Concentrazione oraria massima - anno 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Totali ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	261,01	196,31	639,60	735,80
Totali (mg/m^3)	0,26	0,20	0,64	0,74

Totali relativi ai 29 composti di interesse	Concentrazione oraria massima - anno 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
Totali ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	164,59	77,15	401,86	505,28
Totali (mg/m^3)	0,16	0,08	0,40	0,51

Come si nota dalle tabelle precedenti, la combinazione dei dati registrati dei 29 composti non fa che confermare le tipiche cifre dell'industria relative all'olio (idrocarburi) nell'aria ambiente, comprese fra $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$ e $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Note importanti relative ai risultati del DEFRA:

- Le tabelle nell'Appendice 1 riportano i valori registrati per ciascuno dei 29 composti rilevati in ogni sito.
- I report mondiali ed europei fanno riferimento esclusivamente alle sostanze potenzialmente pericolose o a quelle nocive per la salute umana.
- Non vengono esaminati necessariamente i composti nocivi per la salute (ad esempio, un campione di prodotto a diretto contatto con l'aria compressa durante il processo di produzione).
- Molti tipi di composti che risultano meno nocivi (o per nulla nocivi) per la salute umana non vengono nemmeno rilevati, poiché il chimico o l'analista non ha alcun interesse a cercarli.
- Queste sostanze chimiche permangono nell'aria ambiente e il loro contributo al livello totale "reale" di COV è nullo (tuttavia, vanno sempre tenute in considerazione).
- Pertanto, il livello di COV riportato è di gran lunga inferiore rispetto a quello reale.
- Le tabelle riassuntive mostrano come alcuni siti rientrino nei valori tipici, compresi fra $0,05 \text{ mg/m}^3$ e $0,5 \text{ mg/m}^3$; soltanto uno supera i valori tipici.
- Dal momento che i siti di prova impiegati dal DEFRA ed evidenziati nei report non esaminano tutti i COV, ma soltanto quelli di interesse, i valori riportati nelle tabelle riassuntive vanno considerati come "il migliore dei casi".

Compressione dell'aria: un problema in più

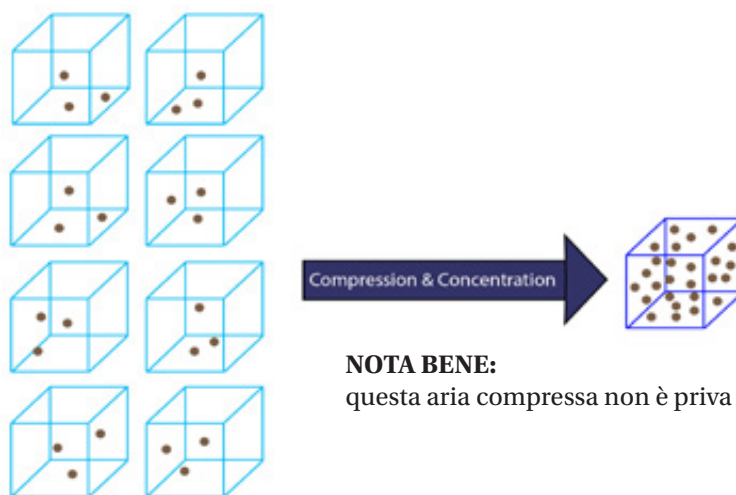
Sono in molti a ritenere che i livelli di vapore d'olio nell'aria ambiente possano considerarsi irrilevanti; ad ogni modo, quando si parla di contaminazione dell'aria compressa, occorre anche tenere in conto l'effetto della compressione dell'aria sulla contaminazione ambientale, la quantità d'aria che fluisce all'interno dell'impianto ad aria compressa e il tempo di funzionamento del compressore.

Compressione = Concentrazione

Quando l'aria ambiente viene compressa, non si fa altro che "schiacciarla" 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.

I valori tipici di vapore d'olio nell'aria ambiente indicati per la produzione di aria compressa sono compresi tra $0,05 \text{ mg/m}^3$ e $0,5 \text{ mg/m}^3$

I valori registrati vengono mostrati per confermare se rientrano o superino i limiti.



NOTA BENE:
questa aria compressa non è priva di olio

Principi fondamentali della compressione dell'aria

Per generare un metro cubo di aria compressa, il compressore deve aspirare e comprimere diversi metri cubi di aria ambiente. Maggiore è la pressione esercitata per comprimere l'aria, maggiore è la concentrazione di contaminanti.

Esempi di concentrazione

Per evidenziare l'effetto della concentrazione, la seguente tabella mostra i valori massimi di concentrazione del "vapore d'olio" per ora (valori di pagina 5, media dei valori registrati in 4 anni).

Livelli di contaminazione registrati in 1 metro cubo di aria ambiente prima della compressione

Pressione	Valori standard di settore		Valori ambiente registrati (media 4 anni)			
	Min.	Max	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
0 bar g	0,05	0,5	0,29	0,14	0,48	0,67

La tabella seguente mostra l'aumento dei livelli di contaminazione da vapore d'olio in 1 metro cubo di aria compressa (a pressioni di esercizio tipiche di settore).

Livelli di contaminazione da vapore d'olio 1 metro cubo di aria compressa

Pressione	Valori standard di settore		Effetto della compressione sui valori ambiente registrati			
	Min.	Max	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
7 bar g	0,40	4,00	2,32	1,12	3,84	5,36
10 bar g	0,55	5,50	3,19	1,54	5,28	7,37
13 bar g	0,70	7,00	4,06	1,96	6,72	9,38
40 bar g	2,00	20,0	11,6	5,6	19,2	26,8
Tutte le concentrazioni sono espresse in mg/m ³						

Valori trascurabili

Pertanto, i valori che possono sembrare trascurabili nell'aria ambiente smettono di esserlo una volta presi in considerazione gli effetti della compressione.

Tempo e portata volumetrica

Un altro aspetto da considerare è la portata volumetrica del compressore d'aria. La maggior parte delle persone esamina le cifre a metro cubo dell'aria ambiente dimenticando di calcolare il numero di metri cubi per ora che il compressore d'aria è in grado di fornire al sistema di tubazioni di distribuzione. I compressori d'aria sono continuamente in esercizio, aspirano costantemente aria contaminata, con conseguente aumento della concentrazione dei contaminanti.

Ubicazione della bocca del compressore

Si è parlato dei livelli di vapore d'olio nell'aria ambiente, ma vi è un altro aspetto da tenere in considerazione: la vicinanza della bocca del compressore a strade e parcheggi. Molto spesso, infatti, i compressori d'aria vengono installati accanto a un parcheggio o vicini ad hub di trasporto merci (in ingresso e in uscita) o grandi strade e autostrade. Per effetto del transito veicolare in prossimità della bocca del compressore, aumentano in modo significativo i rischi connessi con la presenza di dannosi COV, soprattutto se un veicolo si ferma o sosta con il motore acceso proprio nell'area attigua a quella in cui si trovano le bocche del compressore.

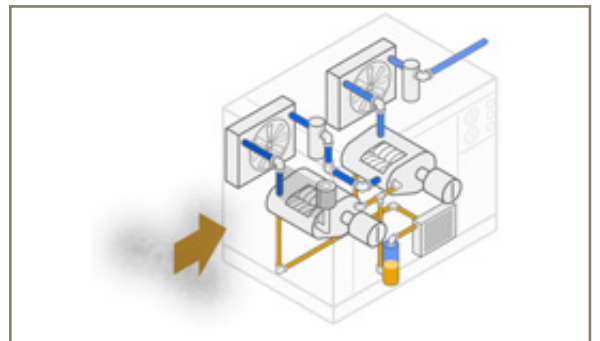


Dunque, perché mai dovrebbero preoccuparci i livelli di vapore d'olio nell'aria ambiente?

Diverse aziende, specialmente quelle del settore alimentare e delle bevande, dell'industria farmaceutica, del settore cosmetico e di quello elettronico, impiegano l'aria compressa all'interno del proprio processo produttivo. Accade spesso che l'aria compressa, direttamente o indirettamente, entri in contatto con i macchinari di produzione, gli strumenti, i prodotti e i materiali di imballaggio. Se l'aria compressa contiene "olio", le conseguenze possono essere nefaste, sia dal punto di vista economico che in termini di prestigio del marchio. Per questo motivo, molte aziende dichiarano di utilizzare compressori non lubrificati, credendo erroneamente che questo sia sufficiente a garantire aria compressa priva di olio alle applicazioni critiche.



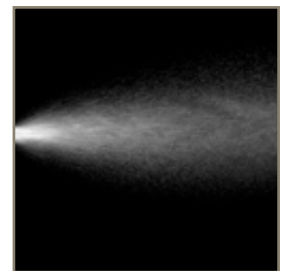
In questa pubblicazione è stato già dimostrato che l'aria ambiente contiene olio sotto forma di idrocarburi e COV che, una volta aspirati dalla bocca del compressore, vengono concentrati.



Quando l'aria compressa esce dal compressore ed entra nel sistema di tubazioni, alcuni di questi composti si raffreddano, si condensano e danno luogo a ciò che sono noti come "olio liquido" e "sospensioni d'olio", mentre altri composti restano sotto forma di vapore d'olio.

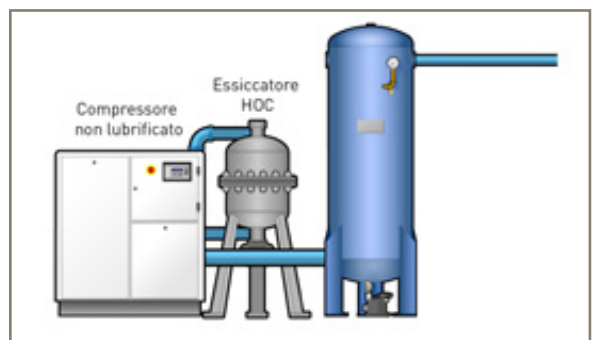


Vapore d'olio



Aerosol d'olio

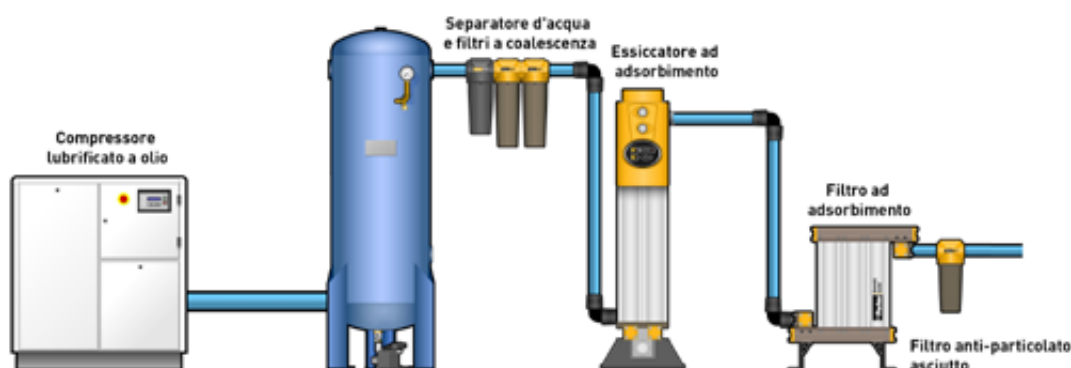
Dal momento che la normale installazione di un compressore non lubrificato non prevede apparecchiature di depurazione a valle per ridurre la quantità di olio (sia esso sotto forma di liquido, sospensione o vapore) poiché si ritiene che l'aria compressa sia così priva di olio, questo "olio" va a contaminare direttamente i prodotti e i processi precedentemente menzionati.



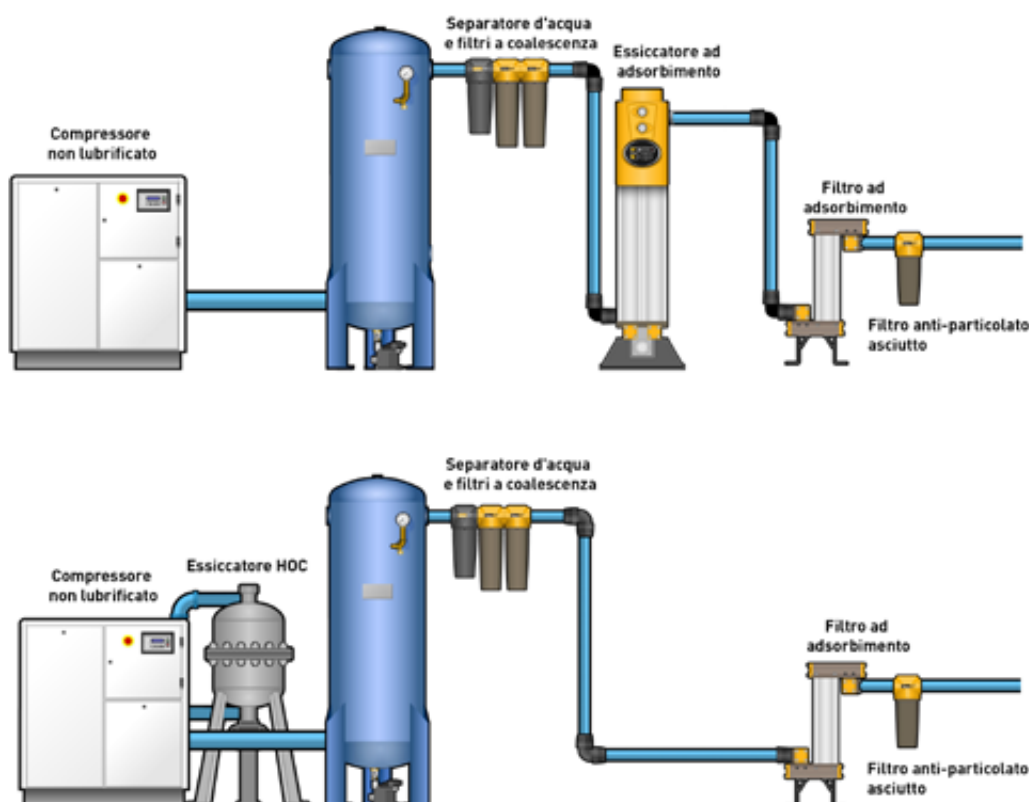
Aria compressa "tecnicamente priva di olio"

In conformità con la norma ISO8573-1 classe 0 o classe 1 relativa all'olio totale residuo.

Circa il 75% dei compressori industriali venduti nel mondo sono lubrificati (a iniezione d'olio / a raffreddamento per contatto). L'installazione tipica prevede apparecchiature di depurazione a valle (separatori d'acqua o filtri a coalescenza) per il trattamento dell'aria compressa e la riduzione dell'olio in forma liquida o in sospensione. Per le applicazioni critiche, è anche necessario un filtro ad adsorbimento (a carbone attivo) per il trattamento del vapore d'olio. L'aria compressa così trattata viene detta "tecnicamente priva di olio"; inoltre, grazie all'installazione delle opportune apparecchiature di depurazione, è certificata ISO8573-1 (norma internazionale per la purezza dell'aria compressa) classe 0 o classe 1 per l'olio totale.



Quando si utilizza un compressore non lubrificato, se l'utente desidera aver garantita la stessa qualità dell'aria "tecnicamente priva di olio" in conformità alla norma ISO8573-1 classe 0 o classe 1 per l'olio totale, le apparecchiature di depurazione necessarie a valle del compressore sono le stesse. Una volta installate, le apparecchiature di depurazione assicurano il trattamento del vapore d'olio aspirato dalla bocca del compressore (compreso il vapore che si condensa fino a generare olio liquido o aerosol d'olio).



Altri gas contaminanti potenzialmente pericolosi

Biossido di zolfo (SO_2)

Il biossido di zolfo è il risultato della combustione di combustibili fossili ed è anche presente nell'aria ambiente aspirata dalla bocca del compressore. Fra i vantaggi dell'olio di un compressore lubrificato a olio, vi è anche quello di neutralizzare il biossido di zolfo (SO_2) aspirato dalla bocca del compressore.

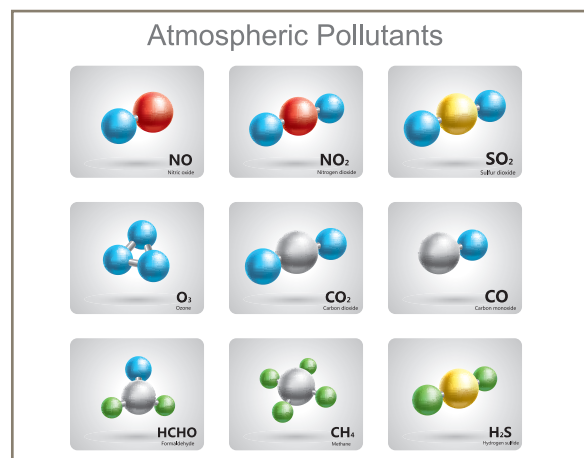
In un compressore non lubrificato, invece, l'assenza di olio non consente di neutralizzare i vapori nocivi, fra cui il biossido di zolfo. Mentre l'interrefrigeratore e il postrefrigeratore di un compressore non lubrificato condensano il vapore acqueo trasformandolo in acqua allo stato liquido, il biossido di zolfo presente nell'aria reagisce a contatto con il vapore acqueo condensato generando acido solforoso (come avviene per la pioggia acida). Le rilevazioni degli impianti ad aria compressa dimostrano che la condensa risultante presenta un valore di pH compreso fra 3 e 6, che risulta essere per i serbatoi d'aria, per le tubazioni e per le apparecchiature di depurazione molto più aggressivo rispetto alla condensa prodotta da un compressore lubrificato.

Ozono

L'ozono è un altro fattore da tenere in considerazione. I compressori non lubrificati, che utilizzano l'olio per la lubrificazione di cuscinetti e trasmissioni, non lo impiegano durante lo stadio di compressione per il raffreddamento. Ciò significa che la temperatura, durante la compressione, diventa molto elevata (ben al di sopra della temperatura d'esercizio ritenuta sicura per molti materiali); pertanto, la compressione avviene normalmente in due fasi, a differenza di quanto accade per i compressori lubrificati a olio, in cui avviene, invece, in una sola fase. Un interrefrigeratore posizionato fra la prima e la seconda fase agevola il raffreddamento, anche se l'aria compressa può comunque raggiungere una temperatura compresa fra 180 e 200 °C (nei compressori a vite lubrificati a olio, la temperatura dell'aria compressa si aggira normalmente sugli 80 °C).

Il processo di compressione, l'aumento di temperatura ad esso associato, l'ossigeno e la presenza di COV possono generare ozono, che tende ad aggredire determinati gruppi funzionali organici. L'assenza di olio nel flusso del gas, tipica dei compressori non lubrificati, rende difficile la reazione dell'ozono e la riduzione della sua concentrazione; pertanto, è probabile che i livelli di ozono nell'aria compressa espulsa da un compressore non lubrificato permangano ben al di sopra di quelli di un sistema lubrificato a olio. L'ozono fa così il suo ingresso nelle tubazioni di distribuzione a valle del compressore danneggiando guarnizioni, valvole e apparecchiature di depurazione.

I filtri con letto di adsorbimento a carbone attivo di grandi dimensioni utilizzati per ridurre la presenza di vapore d'olio non solo riducono i livelli di vapore d'olio nell'aria compressa, ma anche quelli di ozono.

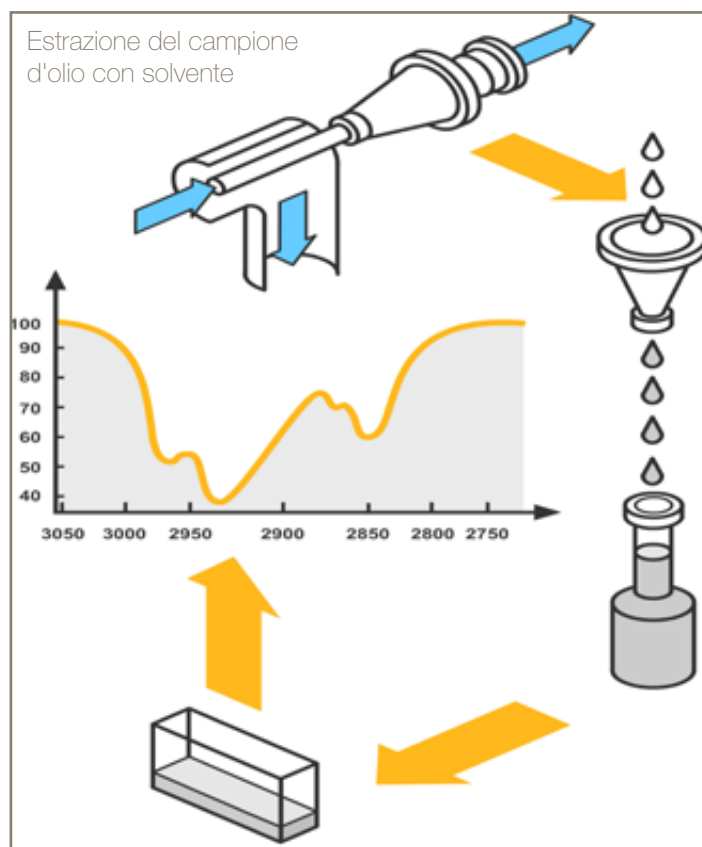


Verifica degli oli contaminanti presenti nell'aria compressa

Parti da 2 a 7 della norma ISO8573

A differenza delle verifiche effettuate sull'aria ambiente, in cui viene effettuato un test diverso per ogni singolo componente, quelle degli oli contaminanti presenti in un impianto ad aria compressa sono costituite dalla verifica degli aerosol d'olio e del vapore d'olio (con i risultati che vengono combinati per ottenere l'olio totale). ISO8573-2 e ISO8573-5 sono le norme internazionali in materia di verifica degli aerosol d'olio e del vapore d'olio nell'aria compressa.

Entrambe adottano un metodo specifico di acquisizione per la fase del contaminante e una procedura di estrazione con solvente per la rimozione di un campione dai mezzi di prova. Il campione estratto con solvente viene poi sottoposto a una spettrometria all'infrarosso in trasformata di Fourier (FTIR) o a una gascromatografia (GC). La combinazione dei due metodi garantisce misurazioni ad alta precisione, fino a $0,003 \text{ mg/m}^3$, e serve per tutti i composti elencati in precedenza.

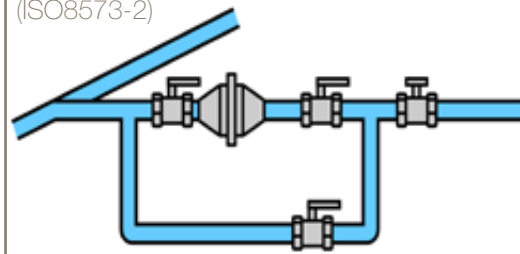


Utilizzo di apparecchiature e metodi di prova diversi da quelli contemplati dalla norma ISO8573, Parti da 2 a 9

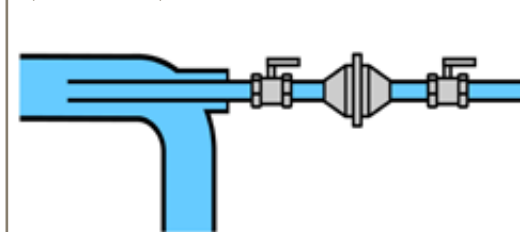
A volte vengono adottati metodi o apparecchiature di prova di altro tipo, molti dei quali sono strumenti fotometrici. Purtroppo, però, a causa dei limiti del rilevatore a fotoionizzazione (PID), il sensore non è in grado di rilevare determinate sostanze chimiche presenti nel flusso di aria compressa.

Essendo parecchie le tipologie non rilevate, la concentrazione totale di COV risulta inferiore rispetto a quella totale "reale" associata a un ipotetico rilevamento di tutte le tipologie. Pertanto, strumenti di questo tipo andrebbero utilizzati soltanto a titolo indicativo.

Metodo di campionamento a piena portata (ISO8573-2)



Metodo di campionamento isocinetico (ISO8573-2)



Esempi di metodi ed apparecchiature di prova utilizzati per il rilevamento ad alta precisione degli aerosol d'olio nell'aria compressa (ISO8573-2).

Riepilogo

- L'aria ambiente non è pulita, malgrado possa sembrarlo.
- L'aria ambiente non è "priva di olio".
- Oltre al vapore acqueo, l'aria ambiente contiene idrocarburi, composti organici volatili e altri gas contaminanti quali NO_x, SO_x, CO, CO₂ (vedere l'Appendice 3 per ulteriori informazioni sui contaminanti e sulle loro fonti).
- L'aria ambiente contiene vapore d'olio, i cui livelli sono normalmente compresi fra 0,05 mg/m³ e 0,5 mg/m³ (ma possono essere più elevati in determinati siti).
- I report del DEFRA sulla qualità dell'aria e le altre verifiche effettuate a livello mondiale ne danno conferma.
- Questi composti vengono aspirati dalla bocca del compressore.
- Con la compressione dell'aria ambiente, aumenta la concentrazione di idrocarburi, COV e altri contaminanti.
- Dal momento che l'aria ambiente non è "priva di olio", i compressori non lubrificati non sono in grado di garantire aria "priva di olio" senza un sistema di filtrazione a valle che riduca l'olio liquido, gli aerosol d'olio e il vapore d'olio.
- Molti compressori non lubrificati utilizzano ancora l'olio per la lubrificazione di cuscinetti e trasmissioni.
- Quest'olio può anche introdursi nel flusso di aria compressa attraverso le guarnizioni danneggiate e i vapori emessi dallo sfiato del carter durante il normale funzionamento del compressore.
- La mancata installazione di un sistema di filtrazione, dettata dalla convinzione che un compressore non lubrificato garantisca aria priva d'olio, è una prassi errata.
- Le apparecchiature di depurazione necessarie a valle di un compressore non lubrificato sono le stesse di un compressore lubrificato a olio.
- Per verificare con precisione la presenza di olio in un impianto ad aria compressa, occorre adottare i metodi e le apparecchiature indicati nella norma ISO8573, Parte 2 (aerosol d'olio) e Parte 5 (vapore d'olio).
- L'utilizzo di compressori non lubrificati può produrre ozono.
- L'olio di un compressore lubrificato a olio può ridurre i livelli di determinati gas contaminanti e impedire la formazione dell'ozono.
- La condensa prodotta da un compressore non lubrificato può risultare più aggressiva (ad esempio, il biossido di zolfo presente nell'aria ambiente, mischiandosi con il vapore acqueo condensato, può generare acido solforoso).

Riferimenti, dati e supporto:

- Kristopher J. Elliott, Master in chimica, Honours Degree, Dottore di ricerca, chimico iscritto all'Albo, scienziato iscritto all'Albo, membro della Royal Society of Chemistry, MACS. - Chimico senior per Ricerca e sviluppo aerospaziale.
- Scott Kelly - Manager per Ricerca e sviluppo.
- Ben Birch, Laurea in scienze (Honours Degree), Diploma in comunicazione, pubblicità e marketing - Ricercatore.
- Jeremy Wright, Noria Corporation - Articolo: The Fundamentals of Mineral Base Oil Refining (Fondamenti della raffinazione del petrolio a base minerale).
- Ministero britannico dell'ambiente, dell'alimentazione e degli affari rurali (DEFRA) – Report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito relativi agli anni 2012, 2013, 2014 e 2015.

Report del DEFRA disponibili al seguente indirizzo:

https://uk-air.defra.gov.uk/library/reports?section_id=13

Appendice 1

Nell'Appendice 1 sono riportati dati estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

Le stazioni di monitoraggio automatizzate esaminano 29 composti di interesse.

Le tabelle dell'Appendice 1 mostrano i totali relativi ai 29 composti di interesse.

Appendice 2

Nell'Appendice 2 sono riportati gli stessi dati dell'Appendice 1, estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

I dati riportati nell'Appendice 2 sono stati separati per mettere in evidenza quei composti (17 in totale) che possono condensarsi e passare allo stato liquido alle temperature raggiunte all'interno di un impianto ad aria compressa (o temperature inferiori) - e che sono C5 ed oltre - e quei composti (12 in totale) che rimangono allo stato gassoso.

I 17 composti che possono raffreddarsi e condensarsi sono i seguenti:

1,2,3-trimetilbenzene / 1,2,4-trimetilbenzene / 1,3,5-trimetilbenzene / 1-pentene / 2-metilpentano / benzene / etilbenzene / toluene / iso-ottano / isopentano / m+p-xilene / n-eptano / n-esano / n-ottano / n-pentano / o-xilene / trans-2-pentene.

I 12 composti che rimangono allo stato gassoso sono i seguenti:

1,3-butadiene / 1-butene / etano / etene / etino / isoprene / propano / propene / cis-2-butene / isobutano / n-butano / trans-2-butene.

Appendice 3

Altri contaminanti presenti nell'aria compressa e le loro fonti.

Appendice 1

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	<LOD	0,70	3,30	3,30
1,2,4-trimetilbenzene	<LOD	2,80	3,30	9,00
1,3,5-trimetilbenzene	<LOD	0,60	1,80	9,40
1-pentene	<LOD	1,30	2,10	1,50
2-metilpentano	4,60	6,10	18,00	20,00
benzene	2,80	3,10	12,00	7,70
etilbenzene	9,20	1,60	5,70	7,10
toluene	58,00	16,00	43,00	64,00
iso-ottano	9,60	2,40	7,90	9,50
isopentano	9,80	6,40	47,00	48,00
m+p-xilene	29,00	6,40	18,00	24,00
n-eptano	4,40	2,60	4,50	11,00
n-esano	8,20	2,10	16,30	8,20
n-ottano	1,70	0,57	1,60	5,80
n-pentano	11,00	3,40	17,00	18,00
o-xilene	8,80	2,40	5,90	7,90
trans-2-pentene	<LOD	<LOD	5,00	1,90
1,3-butadiene	0,70	1,30	1,40	2,00
1-butene	<LOD	1,30	1,40	2,60
etano	16,00	19,00	94,00	70,00
etene	1,90	7,30	17,00	16,00
etino	2,40	3,00	4,30	11,00
isoprene	1,80	0,59	7,00	2,20
propano	130,00	25,00	33,00	365,00
propene	1,90	3,00	4,50	6,10
cis-2-butene	<LOD	0,16	0,79	0,93
isobutano	23,00	15,00	24,00	75,00
n-butano	36,00	27,00	36,00	47,00
trans-2-butene	<LOD	0,40	1,00	1,40
Totali (µg/m³)	370,80	161,52	436,79	855,53
Totali (mg/m³)	0,37	0,16	0,44	0,86

Dati estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

Le stazioni di monitoraggio automatizzate esaminano 29 composti di interesse.

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	0,02	0,90	3,74	4,24
1,2,4-trimetilbenzene	0,02	2,34	3,39	8,78
1,3,5-trimetilbenzene	0,02	0,60	1,60	8,13
1-pentene	0,10	0,01	0,99	2,85
2-metilpentano	9,37	1,39	13,27	12,76
benzene	4,99	3,08	6,29	8,37
etilbenzene	20,02	14,96	71,01	83,58
toluene	51,55	4,64	56,34	76,03
iso-ottano	53,37	8,08	57,35	51,15
isopentano	8,94	2,58	4,03	8,56
m+p-xilene	5,36	2,75	14,02	7,12
n-eptano	19,34	2,48	23,47	18,89
n-esano	7,18	1,45	3,31	6,74
n-ottano	66,39	10,12	41,00	93,74
n-pentano	4,54	3,35	6,01	15,68
o-xilene	8,64	5,85	21,11	38,63
trans-2-pentene	0,01	0,01	3,06	3,84
1,3-butadiene	0,56	0,31	1,53	1,66
1-butene	2,21	0,51	1,65	2,31
etano	5,73	0,14	0,88	1,56
etene	2,41	20,55	28,30	43,88
etino	7,05	0,97	3,48	5,91
isoprene	0,96	17,10	3,31	8,68
propano	21,85	5,28	41,07	28,09
propene	7,35	0,81	5,92	4,60
cis-2-butene	12,89	0,62	7,55	0,01
isobutano	14,10	2,73	12,56	18,51
n-butano	7,49	2,80	1,28	3,37
trans-2-butene	1,79	0,21	1,16	1,75
Totali (µg/m³)	344,25	116,62	438,68	569,42
Totali (mg/m³)	0,34	0,12	0,44	0,57

Dati estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

Le stazioni di monitoraggio automatizzate esaminano 29 composti di interesse.

Appendice 1

Composto	Concentrazione oraria massima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	0,03	1,00	65,00	3,50
1,2,4-trimetilbenzene	0,03	1,60	4,90	6,80
1,3,5-trimetilbenzene	0,03	1,00	1,60	4,90
1-pentene	0,02	0,02	1,10	4,50
2-metilpentano	3,80	33,00	5,00	49,00
benzene	1,60	2,40	31,00	6,10
etilbenzene	1,10	1,20	4,80	5,40
toluene	3,90	5,90	13,00	30,00
iso-ottano	0,04	1,30	1,50	4,50
isopentano	13,00	5,00	26,00	60,00
m+p-xilene	3,40	4,10	17,00	19,00
n-eptano	0,46	1,30	2,10	4,30
n-esano	2,90	3,80	7,70	9,70
n-ottano	0,04	0,38	0,90	3,10
n-pentano	6,80	2,60	14,00	17,00
o-xilene	1,50	1,80	5,70	7,80
trans-2-pentene	1,40	0,17	1,40	3,30
1,3-butadiene	0,52	0,29	3,00	3,10
1-butene	1,70	0,61	5,10	6,00
etano	120,00	24,00	68,00	74,00
etene	7,00	6,30	110,00	15,00
etino	0,67	2,20	11,00	8,00
isoprene	2,10	0,37	6,70	6,10
propano	60,00	29,00	110,00	230,00
propene	4,20	7,50	33,00	38,00
cis-2-butene	1,00	0,21	1,20	2,50
isobutano	8,40	18,00	32,00	59,00
n-butano	14,00	41,00	55,00	52,00
trans-2-butene	1,40	0,26	1,90	3,20
Totali ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	261,01	196,31	639,60	735,80
Totali (mg/m^3)	0,26	0,20	0,64	0,74

Dati estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

Le stazioni di monitoraggio automatizzate esaminano 29 composti di interesse.

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	0,03	0,70	2,70	2,70
1,2,4-trimetilbenzene	0,03	1,50	4,80	9,50
1,3,5-trimetilbenzene	0,03	1,30	1,50	3,40
1-pentene	0,02	0,09	0,81	1,10
2-metilpentano	4,30	1,20	6,70	19,00
benzene	1,40	1,60	4,60	5,40
etilbenzene	0,88	0,88	3,30	7,10
toluene	5,70	4,30	59,00	57,00
iso-ottano	0,66	0,57	2,70	18,00
isopentano	31,00	4,00	27,00	43,00
m+p-xilene	2,90	2,60	9,60	27,00
n-eptano	0,54	0,62	2,20	11,00
n-esano	2,80	1,30	12,00	4,60
n-ottano	0,19	0,38	0,81	1,80
n-pentano	12,00	2,80	21,00	12,00
o-xilene	1,10	2,10	4,00	10,00
trans-2-pentene	0,02	0,15	2,30	3,80
1,3-butadiene	0,43	0,22	0,49	0,88
1-butene	1,20	1,30	2,10	2,00
etano	8,40	16,00	81,00	71,00
etene	3,30	4,50	13,00	10,00
etino	0,62	2,90	6,10	3,80
isoprene	1,80	0,23	0,01	4,10
propano	24,00	9,90	72,00	44,00
propene	3,10	1,50	4,40	3,80
cis-2-butene	0,16	0,07	0,84	1,80
isobutano	17,00	5,10	21,00	48,00
n-butano	40,00	9,20	34,00	77,00
trans-2-butene	1,00	0,14	1,90	2,50
Totali (µg/m³)	164,59	77,15	401,86	505,28
Totali (mg/m³)	0,16	0,08	0,40	0,51

Dati estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

Le stazioni di monitoraggio automatizzate esaminano 29 composti di interesse.

Appendice 2

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	<LOD	0,70	3,30	3,30
1,2,4-trimetilbenzene	<LOD	2,80	3,30	9,00
1,3,5-trimetilbenzene	<LOD	0,60	1,80	9,40
1-pentene	<LOD	1,30	2,10	1,50
2-metilpentano	4,60	6,10	18,00	20,00
benzene	2,80	3,10	12,00	7,70
etilbenzene	9,20	1,60	5,70	7,10
toluene	58,00	16,00	43,00	64,00
iso-ottano	9,60	2,40	7,90	9,50
isopentano	9,80	6,40	47,00	48,00
m+p-xilene	29,00	6,40	18,00	24,00
n-eptano	4,40	2,60	4,50	11,00
n-esano	8,20	2,10	16,30	8,20
n-ottano	1,70	0,57	1,60	5,80
n-pentano	11,00	3,40	17,00	18,00
o-xilene	8,80	2,40	5,90	7,90
trans-2-pentene	<LOD	<LOD	5,00	1,90
Totali (µg/m³)	157,10	58,47	212,40	256,30
Totali (mg/m³)	0,16	0,06	0,21	0,26

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2012			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-butadiene	0,70	1,30	1,40	2,00
1-butene	<LOD	1,30	1,40	2,60
etano	16,00	19,00	94,00	70,00
etene	1,90	7,30	17,00	16,00
etino	2,40	3,00	4,30	11,00
isoprene	1,80	0,59	7,00	2,20
propano	130,00	25,00	33,00	365,00
propene	1,90	3,00	4,50	6,10
cis-2-butene	<LOD	0,16	0,79	0,93
isobutano	23,00	15,00	24,00	75,00
n-butano	36,00	27,00	36,00	47,00
trans-2-butene	<LOD	0,40	1,00	1,40
Totali (µg/m³)	213,70	103,05	224,39	599,23
Totali (mg/m³)	0,21	0,10	0,22	0,60

Stessi dati dell'Appendice 1, estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

I dati riportati nell'Appendice 2 sono stati separati per mettere in evidenza quei composti (17 in totale) che possono condensarsi e passare allo stato liquido alle temperature raggiunte all'interno di un impianto ad aria compressa (o temperature inferiori) - e che sono C5 ed oltre - e quei composti (12 in totale) che rimangono allo stato gassoso.

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	0,02	0,90	3,74	4,24
1,2,4-trimetilbenzene	0,02	2,34	3,39	8,78
1,3,5-trimetilbenzene	0,02	0,60	1,60	8,13
1-pentene	0,10	0,01	0,99	2,85
2-metilpentano	9,37	1,39	13,27	12,76
benzene	4,99	3,08	6,29	8,37
etilbenzene	20,02	14,96	71,01	83,58
toluene	51,55	4,64	56,34	76,03
iso-ottano	53,37	8,08	57,35	51,15
isopentano	8,94	2,58	4,03	8,56
m+p-xilene	5,36	2,75	14,02	7,12
n-eptano	19,34	2,48	23,47	18,89
n-esano	7,18	1,45	3,31	6,74
n-ottano	66,39	10,12	41,00	93,74
n-pentano	4,54	3,35	6,01	15,68
o-xilene	8,64	5,85	21,11	38,63
trans-2-pentene	0,01	0,01	3,06	3,84
Totali (µg/m³)	259,86	64,59	329,99	449,09
Totali (mg/m³)	0,26	0,06	0,33	0,45

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2013			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-butadiene	0,56	0,31	1,53	1,66
1-butene	2,21	0,51	1,65	2,31
etano	5,73	0,14	0,88	1,56
etene	2,41	20,55	28,30	43,88
etino	7,05	0,97	3,48	5,91
isoprene	0,96	17,10	3,31	8,68
propano	21,85	5,28	41,07	28,09
propene	7,35	0,81	5,92	4,60
cis-2-butene	12,89	0,62	7,55	0,01
isobutano	14,10	2,73	12,56	18,51
n-butano	7,49	2,80	1,28	3,37
trans-2-butene	1,79	0,21	1,16	1,75
Totali (µg/m³)	84,39	52,03	108,69	120,33
Totali (mg/m³)	0,08	0,05	0,11	0,12

Stessi dati dell'Appendice 1, estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

I dati riportati nell'Appendice 2 sono stati separati per mettere in evidenza quei composti (17 in totale) che possono condensarsi e passare allo stato liquido alle temperature raggiunte all'interno di un impianto ad aria compressa (o temperature inferiori) - e che sono C5 ed oltre - e quei composti (12 in totale) che rimangono allo stato gassoso.

Appendice 2

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	0,03	1,00	65,00	3,50
1,2,4-trimetilbenzene	0,03	1,60	4,90	6,80
1,3,5-trimetilbenzene	0,03	1,00	1,60	4,90
1-pentene	0,02	0,02	1,10	4,50
2-metilpentano	3,80	33,00	5,00	49,00
benzene	1,60	2,40	31,00	6,10
etilbenzene	1,10	1,20	4,80	5,40
toluene	3,90	5,90	13,00	30,00
iso-ottano	0,04	1,30	1,50	4,50
isopentano	13,00	5,00	26,00	60,00
m+p-xilene	3,40	4,10	17,00	19,00
n-eptano	0,46	1,30	2,10	4,30
n-esano	2,90	3,80	7,70	9,70
n-ottano	0,04	0,38	0,90	3,10
n-pentano	6,80	2,60	14,00	17,00
o-xilene	1,50	1,80	5,70	7,80
trans-2-pentene	1,40	0,17	1,40	3,30
Totali (µg/m³)	40,02	66,57	202,70	238,90
Totali (mg/m³)	0,04	0,07	0,20	0,24

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2014			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-butadiene	0,52	0,29	3,00	3,10
1-butene	1,70	0,61	5,10	6,00
etano	120,00	24,00	68,00	74,00
etene	7,00	6,30	110,00	15,00
etino	0,67	2,20	11,00	8,00
isoprene	2,10	0,37	6,70	6,10
propano	60,00	29,00	110,00	230,00
propene	4,20	7,50	33,00	38,00
cis-2-butene	1,00	0,21	1,20	2,50
isobutano	8,40	18,00	32,00	59,00
n-butano	14,00	41,00	55,00	52,00
trans-2-butene	1,40	0,26	1,90	3,20
Totali (µg/m³)	220,99	129,74	436,90	496,90
Totali (mg/m³)	0,22	0,13	0,44	0,50

Stessi dati dell'Appendice 1, estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

I dati riportati nell'Appendice 2 sono stati separati per mettere in evidenza quei composti (17 in totale) che possono condensarsi e passare allo stato liquido alle temperature raggiunte all'interno di un impianto ad aria compressa (o temperature inferiori) - e che sono C5 ed oltre - e quei composti (12 in totale) che rimangono allo stato gassoso.

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,2,3-trimetilbenzene	0,03	0,70	2,70	2,70
1,2,4-trimetilbenzene	0,03	1,50	4,80	9,50
1,3,5-trimetilbenzene	0,03	1,30	1,50	3,40
1-pentene	0,02	0,09	0,81	1,10
2-metilpentano	4,30	1,20	6,70	19,00
benzene	1,40	1,60	4,60	5,40
etilbenzene	0,88	0,88	3,30	7,10
toluene	5,70	4,30	59,00	57,00
iso-ottano	0,66	0,57	2,70	18,00
isopentano	31,00	4,00	27,00	43,00
m+p-xilene	2,90	2,60	9,60	27,00
n-eptano	0,54	0,62	2,20	11,00
n-esano	2,80	1,30	12,00	4,60
n-ottano	0,19	0,38	0,81	1,80
n-pentano	12,00	2,80	21,00	12,00
o-xilene	1,10	2,10	4,00	10,00
trans-2-pentene	0,02	0,15	2,30	3,80
Totali (µg/m³)	63,58	26,09	165,02	236,40
Totali (mg/m³)	0,06	0,03	0,17	0,24

Composto	Concentrazione oraria massima (µg/m³) - 2015			
	Auchencorth Moss	Harwell	Eltham	Marylebone Rd
1,3-butadiene	0,43	0,22	0,49	0,88
1-butene	1,20	1,30	2,10	2,00
etano	8,40	16,00	81,00	71,00
etene	3,30	4,50	13,00	10,00
etino	0,62	2,90	6,10	3,80
isoprene	1,80	0,23	0,01	4,10
propano	24,00	9,90	72,00	44,00
propene	3,10	1,50	4,40	3,80
cis-2-butene	0,16	0,07	0,84	1,80
isobutano	17,00	5,10	21,00	48,00
n-butano	40,00	9,20	34,00	77,00
trans-2-butene	1,00	0,14	1,90	2,50
Totali (µg/m³)	101,01	51,06	236,84	268,88
Totali (mg/m³)	0,10	0,04	0,24	0,27

Stessi dati dell'Appendice 1, estratti dai report annuali sulla rete di idrocarburi in Regno Unito prodotti da Ricardo-AEA per il DEFRA.

Dati specifici relativi alle 4 stazioni di monitoraggio automatizzate.

I dati riportati nell'Appendice 2 sono stati separati per mettere in evidenza quei composti (17 in totale) che possono condensarsi e passare allo stato liquido alle temperature raggiunte all'interno di un impianto ad aria compressa (o temperature inferiori) - e che sono C5 ed oltre - e quei composti (12 in totale) che rimangono allo stato gassoso.

Appendice 3 - Altri contaminanti e le loro fonti

Nell'aria ambiente sono presenti non solo idrocarburi e COV, ma molti altri contaminanti invisibili, anch'essi aspirati dalla bocca del compressore. L'aria ambiente non è l'unica fonte di contaminazione dell'aria compressa. Contribuiscono, infatti, alla contaminazione anche il compressore d'aria, il serbatoio d'aria e le tubazioni di distribuzione.

Contaminanti e fonti in un impianto ad aria compressa



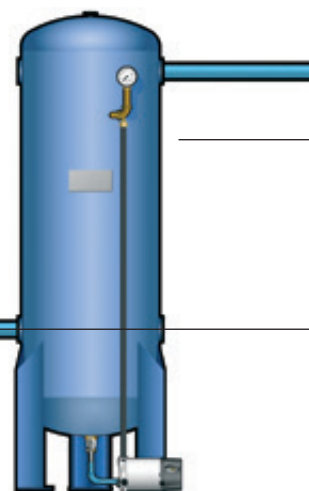
Fonte del contaminante n. 1
Aria ambiente

Ingresso della contaminazione atmosferica nel compressore

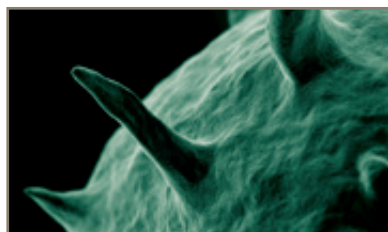
- Microrganismi
- Vapore acqueo
- Particolato atmosferico
- Vapore d'olio (idrocarburi e COV)
- Altri gas contaminanti



Fonte del contaminante n. 2
Compressore d'aria



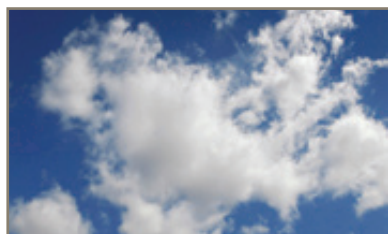
Fonte del contaminante n. 3
Serbatoio d'aria



Microrganismi

L'aria ambiente può contenere fino a 100 milioni di microrganismi per metro cubo. A causa delle dimensioni ridotte, batteri, virus, funghi, lieviti e spore attraversano il filtro di aspirazione facendo il loro ingresso nell'impianto ad aria compressa. Le prove effettuate dal Danish Technological Institute (Istituto tecnologico danese) hanno dimostrato che i microrganismi sono in grado di sopravvivere

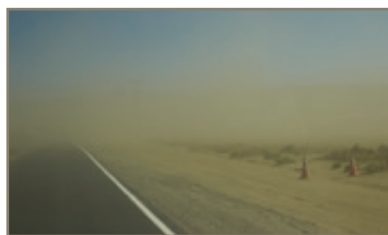
a una pressione massima di 400 bar all'interno degli impianti ad aria compressa, dove l'ambiente caldo e umido del serbatoio d'aria e delle tubazioni di distribuzione ne favorisce la rapida proliferazione. La proliferazione microbica è notevole nel condensato. Pertanto, occorre prestare particolare attenzione durante lo scarico della condensa.



Vapore acqueo

L'acqua entra nell'impianto ad aria compressa sotto forma di vapore (gas). La capacità dell'aria di trattenere il vapore acqueo varia a seconda della pressione e della temperatura. La quantità di vapore acqueo trattenuto dall'aria è direttamente proporzionale alla temperatura e inversamen-

te proporzionale alla pressione. Quando l'aria ambiente viene compressa, la sua temperatura aumenta in modo considerevole. L'aria riscaldata riesce a trattenere facilmente tutto il vapore acqueo che entra nel compressore.



Particolato atmosferico

L'aria ambiente delle zone industriali e urbane contiene normalmente fra 140 e 150 milioni di particelle di sporco per ogni metro cubo. L'80% di queste particelle ha dimensioni inferiori a 2

micron, troppo ridotte per essere intrappolate dal filtro di aspirazione dell'aria del compressore. Il risultato è che tali particelle entrano indisturbate nell'impianto ad aria compressa.

Una volta all'interno dell'impianto ad aria compressa, molte delle sostanze nocive presenti nell'aria ambiente cambiano di stato, dando vita, di fatto, a nuovi contaminanti. Il compressore d'aria, il serbatoio d'aria e le tubazioni di distribuzioni non fanno che aggravare il problema.

Sala dei compressori

Contaminanti che entrano dal serbatoio d'aria e dalle tubazioni di distribuzione

- Ruggine
- Incrostazioni

Contaminanti che entrano dal compressore

- Aerosol d'acqua
- Acqua di condensa allo stato liquido
- Olio liquido e aerosol d'olio
- Vapore d'olio

Insieme dei contaminanti che entrano nel sistema di distribuzione dell'aria compressa

- Microrganismi
- Vapore acqueo
- Particolato atmosferico
- Vapore d'olio (idrocarburi e COV)
- Aerosol d'acqua
- Acqua di condensa allo stato liquido
- Olio liquido
- Aerosol d'olio
- Ruggine
- Incrostazioni

Fonte del contaminante n. 4
Tubazioni di distribuzione



Acqua allo stato liquido e aerosol d'acqua

L'aria compressa viene raffreddata da un postrefrigeratore fino a raggiungere una temperatura utile. Il raffreddamento riduce la capacità dell'aria di trattenere il vapore acqueo che, di conseguenza, si condensa passando allo stato liquido. La presenza del liquido agevola anche la formazione di aerosol. I postrefrigeratori integrano normalmente un separatore d'acqua per ridurre la quantità del liquido che entra nell'impianto ad aria compressa (sebbene non siano in grado di rimuovere il 100% dell'acqua di condensa allo stato liquido né abbiano alcun effetto sugli aerosol).

L'aria che fuoriesce dal postrefrigeratore e che viene immessa nell'impianto ad aria compressa ha dunque una saturazione di vapore acqueo pari al 100%. L'eventuale ulteriore raffreddamento dell'aria compressa comporta la condensazione del vapore acqueo - dunque il suo passaggio allo stato liquido - e la formazione di altri aerosol.

La condensazione avviene in diversi punti dell'impianto, poiché l'aria viene raffreddata ulteriormente nel serbatoio, nelle tubazioni di distribuzione e, per effetto dell'espansione, nelle valvole, nei cilindri e nei macchinari di produzione.



Olio liquido e aerosol d'olio

Analogamente a quanto accade per l'acqua, il vapore d'olio nell'aria ambiente viene raffreddato e si condensa nel postrefrigeratore trasformandosi in olio liquido e aerosol d'olio (anche nei compressori non lubrificati), che passano a valle.

La maggior parte dei moderni compressori d'aria utilizza l'olio durante lo stadio di compressione a scopo di tenuta, lubrificazione e raffreddamento.

Sebbene l'olio sia a diretto contatto con l'aria quando questa viene compressa, grazie all'efficienza dei moderni separatori aria/olio integrati nel compressore, solo una piccola percentuale di olio lubrificante passa nell'impianto ad aria compressa sotto forma di liquido, aerosol (di regola, non oltre 5mg/m³ per un compressore a vite sottoposto a regolare manutenzione) o vapore d'olio.



Ruggine e incrostazioni

Ruggine e incrostazioni possono essere attribuite direttamente alla presenza di acqua nell'impianto ad aria compressa, e di norma vengono riscontrate nei serbatoi d'aria e nelle tubazioni di distribuzione. A lungo andare, la ruggine e le incrostazioni si staccano dalle pareti bloccando o danneggiando i macchinari di produzione, spesso contaminando anche i

processi e i prodotti finiti. Nelle reti di tubazioni che in precedenza utilizzavano apparecchiature di depurazione inadeguate (o che non le usavano affatto), l'installazione di essiccatori si accompagna spesso a un temporaneo aumento di ruggine e incrostazioni.

Parker nel mondo

Europa, Medio Oriente, Africa

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

AT – Austria, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501-0
parker.austria@parker.com

AT – Europa Orientale, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501 900
parker.easteurope@parker.com

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

BE/LU – Belgio, Nivelles
Tel: +32 (0)67 280 900
parker.belgium@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

NL – Paesi Bassi, Oldenzaal
Tel: +31 (0)541 585 000
parker.nl@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 Manufacturing Limited

Gas Separation and Filtration Division
(Europa)
Dukesway, Team Valley Trading Estate
Gateshead, Tyne and Wear
Inghilterra NE11 0PZ
Tel.: +44 (0) 191 402 9000
Fax: +44 (0)191 482 6296
www.parker.com/gsf