

Requisiti essenziali

Qualità dell'aria e umidificazione
negli ambienti confinati



First for Steam Solutions

L'iniezione diretta di vapore garantisce qualità e purezza ottimizzando il controllo dell'umidità

Premessa

L'esperienza maturata da Spirax Sarco anche nelle più gravose applicazioni del vapore destinato all'umidificazione ci consente di offrire un prezioso contributo a quanti operano nel settore, a partire dagli ingegneri e tecnici progettisti, esperti in sistemi e apparecchiature per il trattamento dell'aria, sino agli utenti finali, nei più svariati processi industriali.

3 principali sfide generano 3 peculiarità per i sistemi di umidificazione

- Qualità
- Purezza
- Controllo

Assicurazione della Qualità per il prodotto trattato

Sia esso l'aria trattata e dedicata agli ambienti confinati, sia qualsiasi tipologia di prodotti industriali che venga a contatto con il vapore come il cartario, i legnami, i pellami, i tabacchi e tanti altri.

Garanzia sulla Purezza dell'ambiente operativo

Particolarmente critica nelle applicazioni sensibili ospedaliere (blocchi operatori e centrali di sterilizzazione) - l'aria come veicolo del particolato e contaminante vario aeroportato - è la primaria fonte di infezioni nosocomiali di diverso genere. Nelle industrie farmaceutiche e biotecnologiche sino alle più rigorose produzioni in microelettronica e nelle nanotecnologie - è l'attributo essenziale per ottenere farmaci e prodotti di altissima genuinità.

Certezza del Controllo dell'umidità

Attraverso accurati e selezionati componenti vengono controllati i parametri ambientali richiesti tra i quali l'umidità e la temperatura.

Per poter assicurare, garantire e dare evidenza di qualità, purezza e controllo nell'umidificazione - ricordiamo che in ambito ospedaliero è fondamentale disporre di vapore pulito - quale modalità di umidificazione richiesta dalle più recenti normative e linee guida internazionali. Il vapore pulito è riconosciuto come metodo sicuro ed efficace nella prevenzione delle contaminazioni da legionella. Mentre è noto e consolidato - in ambiente farmaceutico e biotecnologico - disporre di vapore puro apirogeno.

Evidenziando gli alti rischi conseguenti a pratiche obsolete ritenute ancora valide ed applicabili - sensibilizziamo i principali attori sul primo punto da considerare e quindi tutelare, la salute dell'individuo, il nostro punto focale.

Direttive / Normative di riferimento:

- **UNI 11425:2011** (ex Progetto di Norma UNI / CTI E02058560 del 2010) - Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata (VCCC) per il blocco operatorio - Progettazione, installazione, messa in marcia, qualifica, gestione e manutenzione.
- **UNI EN ISO 14644** - Camere bianche ed ambienti associati controllati.
- **prEN 15780** - Ventilation for buildings - Ductwork - Cleanliness of ventilation systems - Draft 2008.
- **VDI 6022** - Hygiene requirements for ventilation and air-conditioning systems and-units.
- **Linee Guida GMP** - Good Manufacturing Practises.
- **HTM 03-01** - Specialised ventilation for healthcare premises - Heating and ventilation systems / Part B - Operational management and performance verification - Consultation draft 2006.
- **EN 285:2006+A2:2009** - Sterilizzazione - Sterilizzatrici a vapore - Grandi Sterilizzatrici.

Requisiti del Vapore Pulito

La conoscenza del mondo del vapore in tutti i settori industriali porta a considerare per questo settore specifico alcune peculiarità come la qualità e le caratteristiche fisico-chimiche di questo efficace fluido termovettore. Introduciamo quindi, seppur brevemente, i principali concetti della generazione del vapore pulito ed il controllo della sua qualità riassumendoli come segue:

- l'acqua di alimentazione deve essere libera il più possibile da contaminanti, specialmente da quelli specificati per il vapore pulito;
- il generatore deve essere progettato per prevenire il trasporto di goccioline d'acqua;
- il generatore deve essere gestito in modo da prevenire la formazione di schiuma ed evitare l'adescamento;
- si devono evitare transitori di portata ad elevata caratteristica incrementale;
- il sistema di distribuzione, che porta il vapore dal generatore agli utilizzatori, deve essere considerato parte del processo di controllo e deve essere resistente alla corrosione.

Va detto che, se l'acqua di alimentazione è di bassa qualità, anche piccole deviazioni dalle condizioni ottimali di funzionamento - condizioni facili da verificarsi durante le fasi dinamiche del sistema od in presenza di disturbi - possono portare alla presenza di elevate quantità di contaminanti nel vapore.

Il progettista di un sistema di generazione di vapore pulito deve assicurarsi, non solo di soddisfare i requisiti meccanici e termodinamici del sistema, ma anche di soddisfare i requisiti qualitativi e di controllo sopra indicati.

Lo schema di seguito riportato suggerisce un possibile processo per definire il tipo di sistema di generazione di Vapore Pulito.

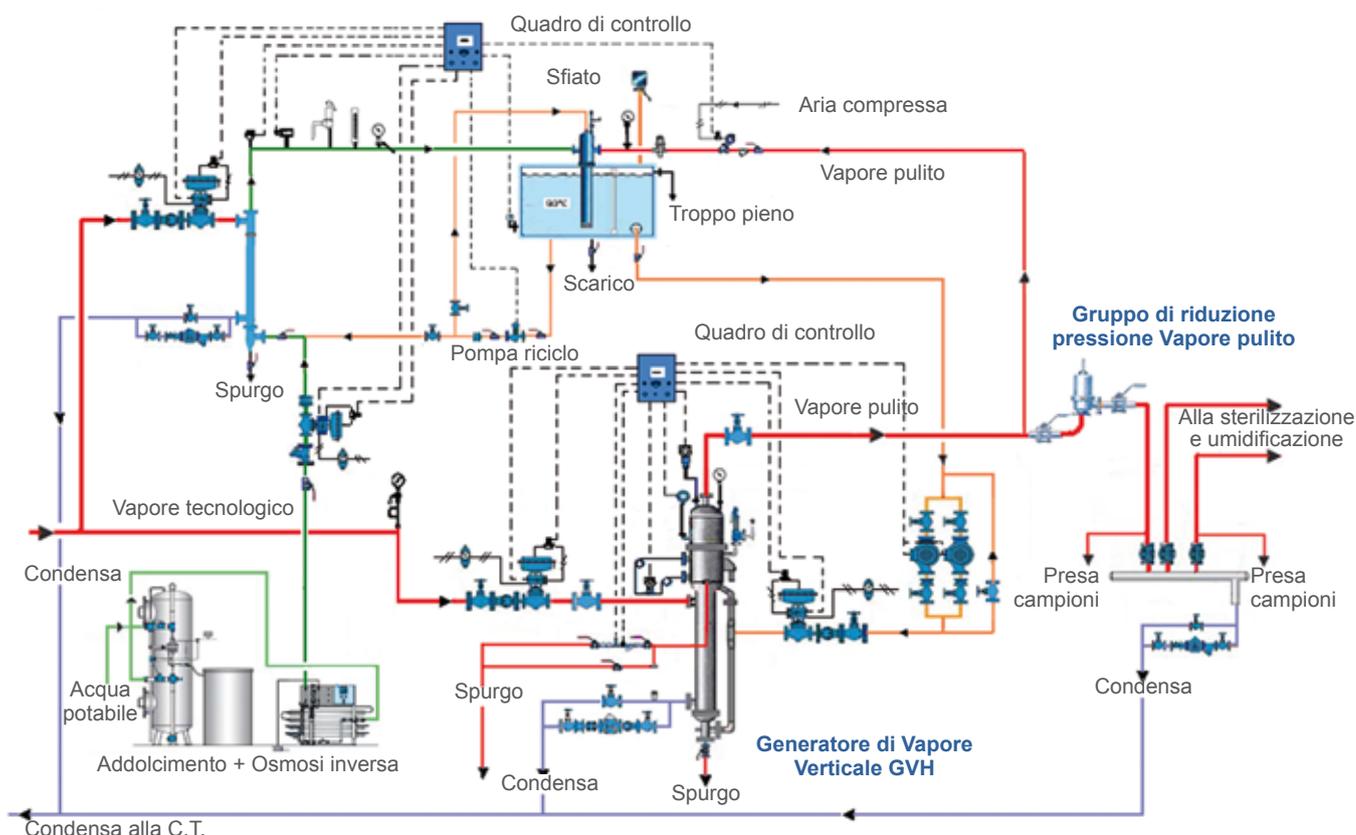


Figura 1 - Produzione vapore pulito

Generatore di Vapore Pulito dedicato

La soluzione con l'utilizzo di un generatore dedicato al vapore pulito, sia che fornisca una sola oppure più utenze, è la soluzione raccomandata. siccome la maggior parte del vapore pulito viene miscelata intimamente nell'aria per ottenere il gradiente di umidità desiderato, questi generatori funzionano praticamente con il 100% dell'acqua di reintegro; per questo motivo la qualità dell'acqua di alimentazione è cruciale per il funzionamento di un generatore di vapore pulito dedicato. È necessario dunque utilizzare il concetto di "approccio globale", nel senso che l'orientamento più ampiamente accettato e diffuso è quello di considerare, nel suo insieme, tutto il ciclo dell'acqua al fine di valutare tutti i rischi interconnessi.

Un Sistema di generazione dedicato deve:

- avere un sistema di trattamento acqua diverso dal chimico;
- minimizzare la quantità dei gas non condensabili e degli altri contaminanti nell'acqua di alimentazione;
- prevenire che acqua allo stato liquido esca dalla caldaia e venga trascinata nel vapore;
- prevenire la crescita di microbi e muffe in qualsiasi serbatoio di deposito o nelle tubazioni;
- essere costruito con materiali resistenti alla corrosione ed alla diffusione di particelle, come l'acciaio inossidabile a basso tenore di carbonio (tipo 316L);
- avere una capacità di generazione sufficiente a soddisfare sia la massima che la minima domanda pur mantenendo requisiti di secchezza e di contenuto dei gas incondensabili residui;
- avere una appropriata e corretta rete di distribuzione;
- avere un sistema di misure e controlli che assicurino la qualità e la purezza del vapore nel tempo.

Sistema di trattamento acqua

Per valutare il tipo e le specifiche del sistema di trattamento dell'acqua, si raccomanda di ottenere un'analisi delle acque dalla società di rifornimento. L'acqua di rete può essere dura, cioè contenere significative concentrazioni di sali di metalli alcalini (principalmente calcio e magnesio), può inoltre contenere anche tracce di altri contaminanti che devono essere rimossi.

I dati di riferimento per la progettazione dell'insieme pre-trattamento e trattamento sono riferiti alle norme EN 285:2006+A2:2009 – APPENDICE "B" e HTM 2031 - Table 3 considerando i dati più restrittivi e comunemente impiegati nell'Unione Europea.

Un completo trattamento dell'acqua comprende i seguenti ed interconnessi stadi:

- **Filtrazione**;
- **Addolcimento** o sistemi equivalenti (per rimuovere i contaminanti che, formando incrostazioni, possono danneggiare il generatore o comunque pregiudicare il regolare funzionamento del successivo trattamento il carico salino [tds] rimane comunque alto e pari a quello d'ingresso);
- **Purificazione** raggiunta con la tecnologia dell'osmosi inversa (in grado di produrre un'acqua con un elevato grado di purezza, priva di sali disciolti, molecole organiche e pirogeni);
- **Degasazione** (per rimuovere i gas non condensabili e corrosivi).

Sistema di degasazione acqua alimento

L'importanza di ridurre la quantità di gas presenti nell'acqua di alimento per generatori di vapore pulito destinato all'umidificazione dell'aria trova riscontro in molteplici aspetti tecnico-impiantistici. Possiamo qui di seguito riassumerne alcuni elementi primari:

- reazioni chimiche che, conseguentemente ad un abbassamento del pH, provocano pitting e crevice corrosion;
- temperature non corrispondenti ai valori di riferimento progettuali richiesti per una corretta umidificazione.

Il primo punto citato risulta consequenziale alla necessità di dover impiegare acque altamente "demineralizzate" per produrre vapore pulito e, quindi, particolarmente averse di ioni metallici e gas presenti in atmosfera. In aggiunta la formazione acide, in grado di attaccare le apparecchiature atte alla generazione del vapore, le linee di distribuzione ed i componenti ad esse connessi, diventa un fenomeno tanto consueto, quanto indesiderato. Inoltre è opportuno ricordare che non è possibile avvalersi di additivi chimici inibitori della corrosione, quali deossigenanti, alcalinizzanti e/o filmanti, normalmente adottati per i generatori di vapore industriale.

Il secondo punto, applicato al vapore saturo, si configura nel momento in cui non esiste più perfetta correlazione tra pressione e temperatura; una temperatura inferiore al corretto valore denota che in soluzione al vapore si sia in presenza anche di aria (legge di Dalton o delle pressioni parziali costituenti una miscela di gas).

È noto che la solubilità dell'ossigeno, dell'anidride carbonica e degli altri gas incondensabili nell'acqua è inversamente proporzionale alla temperatura della stessa.

Quindi è evidente che per ridurre la quantità di questi gas occorre aumentare la temperatura dell'acqua di alimento mediante opportuni "riscaldatori", tecnicamente degasatori, nei quali un innalzamento della temperatura rende possibile la ricercata separazione ed eliminazione dei gas incondensabili disciolti. L'effetto di stripping, cioè atomizzazione e laminazione dell'acqua da degasare, oltre al lavaggio con vapore a bassissima pressione, favoriscono il fenomeno. L'innalzamento della temperatura dell'acqua di alimento, ricondotta ad un corretto funzionamento del sistema, evita critiche pendolazioni nella pressione di generazione e, unita al controllo in continuo del livello, minimizza i trascinalenti liquidi trasportati dal vapore usualmente sotto forma di proiezioni e nebbie. Il serbatoio nel quale si effettua il preriscaldamento e la degasazione dell'acqua di alimento ha inoltre lo scopo di mantenere una riserva costante permettendo tra l'altro la necessaria intermittenza del processo osmotico.

Generazione dedicata di vapore pulito

Il generatore di vapore pulito deve essere progettato per produrre vapore di qualità esente da impurità ed ossidi, tale da alimentare nella massima sicurezza i sistemi di umidificazione, oltre alle tradizionali autoclavi di sterilizzazione, dove il vapore ed il condensato non devono potenzialmente contaminare l'ambiente confinato e lo strumentario e telerie, garantendo il 'prodotto' finale. Negli ambienti ospedalieri, nei blocchi operatori comprese le centrali di sterilizzazione e comunque nelle applicazioni in camere bianche in genere con condizioni termoigrometriche controllate, l'utente e il paziente sono il 'prodotto' da garantire.

Tornando alla generazione del vapore pulito, la separazione delle impurità presenti deve avvenire per gravità e per forza centrifuga. Tutte le superfici delle parti in contatto con l'acqua di alimento e con il vapore pulito saranno costruite in acciaio inossidabile AISI 316 / 316L per assicurare una protezione dalla precipitazione di carburi formati durante i processi di saldatura.

Conforto nella scelta dei materiali lo troviamo nella norma EN 285:2006+A2:2009 - APPENDICE "C".

Estratto da: EN 285:2006 + A2:2009 APPENDICE "C" Materiali raccomandati

C.1.2 Nelle scelte dei materiali si dovrebbe tener conto dei seguenti fattori:

- La presenza nel vapore di sterilizzazione o negli agenti di raffreddamento di sostanze che innescano la corrosione (per esempio ossigeno libero o anidride carbonica).
- La possibilità di formazione di strati resistenti alla corrosione sulle superfici.

Sistema distribuzione vapore pulito

Anche il sistema di distribuzione influenza la qualità del vapore. Il progetto dei sistemi di distribuzione adatti per il trasporto di vapore pulito deve rispondere ad alcuni requisiti fondamentali. Ad eccezione dei tratti verticali tra i vari piani degli edifici, le tubazioni del vapore devono essere progettate in modo che la condensa fluisca per gravità nella stessa direzione del vapore. Eliminatori d'aria e scaricatori di condensa devono essere installati in ogni tratto verticale ascendente e si deve fare molta attenzione ad effettuare correttamente l'installazione in modo da consentire il regolare drenaggio della condensa, che si può accumulare nelle tasche delle tubazioni. È assolutamente necessario evitare zone morte nei tubi della rete; è quindi importante che il sistema di distribuzione non comprenda diramazioni inutilizzate. Durante i periodi in cui la fornitura di vapore è sospesa, la zona di ristagno dell'acqua può diventare focolaio di crescita di microbi; l'acqua intrappolata poi verrebbe trasferita nel vapore al ripristino della fornitura. Sebbene i micro-organismi possano essere eliminati dal vapore, i pirogeni alla temperatura del vapore non saranno resi inattivi, e potrebbero essere trasferiti alle sterilizzatrici. Il sistema di distribuzione per vapore pulito deve essere costruito e realizzato in acciaio inossidabile a basso contenuto di carbonio AISI 316 / 316L.

I punti chiave per un sistema di distribuzione adatto al vapore pulito dovranno comprendere:

- eliminatori di aria automatici, correttamente dimensionati, posti lungo tutto il sistema di distribuzione delle tubazioni, per minimizzare la quantità di aria e degli incondensabili trasferiti alle utenze;
- appropriati e correttamente selezionati scaricatori per rimuovere la condensa;
- contenute velocità del vapore nelle tubazioni, indicativamente al di sotto dei 20 m/s, per permettere ai sistemi di raccolta ed agli scaricatori di condensa di rimuovere effettivamente l'umidità depositata e per prevenirne il trascinarsi da parte del vapore;
- separatori di condensa con relativi e adeguati scaricatori ed eliminatori d'aria posti vicino agli utilizzi, destinati all'utenza di vapore asciutto;
- filtri per proteggere le valvole di controllo, gli scaricatori, ecc.

La **figura 1**, sotto riportata, suggerisce una configurazione razionale e secondo le norme in vigore dal collettore di distribuzione del vapore alle varie utenze. Questa configurazione migliora la qualità del vapore vicino al punto di utilizzo riducendone la velocità e separando umidità e gas non condensabili. Il vapore pulito, dai generatori, arriva al collettore, con diametro adeguato dotato di eliminatori d'aria e di scaricatori di condensa. L'eliminatore d'aria, provvisto di elemento di raffreddamento, deve essere installato sulla parte alta e terminale del collettore; altri eliminatori d'aria devono inoltre essere installati ad ogni terminale delle tubazioni uscenti dal collettore.

Sul collettore deve essere installato, anche, un indicatore di pressione.

Le tubazioni di prelievo devono essere provviste di tre punti di presa:

- per collegare una valvola di campionamento;
- per collegare un tubo pitot;
- per collegare un sensore di temperatura, come mostrato nella **figura 1**.

Questo permette di poter effettuare le prove previste dalle normative sulla qualità e purezza del Vapore Pulito (Gas non condensabili, secchezza, surriscaldamento, contaminanti, ecc.) e quindi consentire una completa validazione del sistema.

Bisogna prestare attenzione alla collocazione di tutte le valvole di sicurezza, per assicurare che le utenze vengano propriamente protette. Le valvole di sicurezza ed i loro tubi di scarico devono essere tali da prevenire che la pressione nei tubi di alimentazione superi più del 10% la pressione di progetto.

Il tubo di scarico deve terminare al di fuori dei locali, in una posizione sicura, visibile e che non sia soggetta al gelo. Qualsiasi tubazione in risalita deve essere provvista di un sistema di drenaggio nel punto più basso per prevenire l'accumulo di condensa.

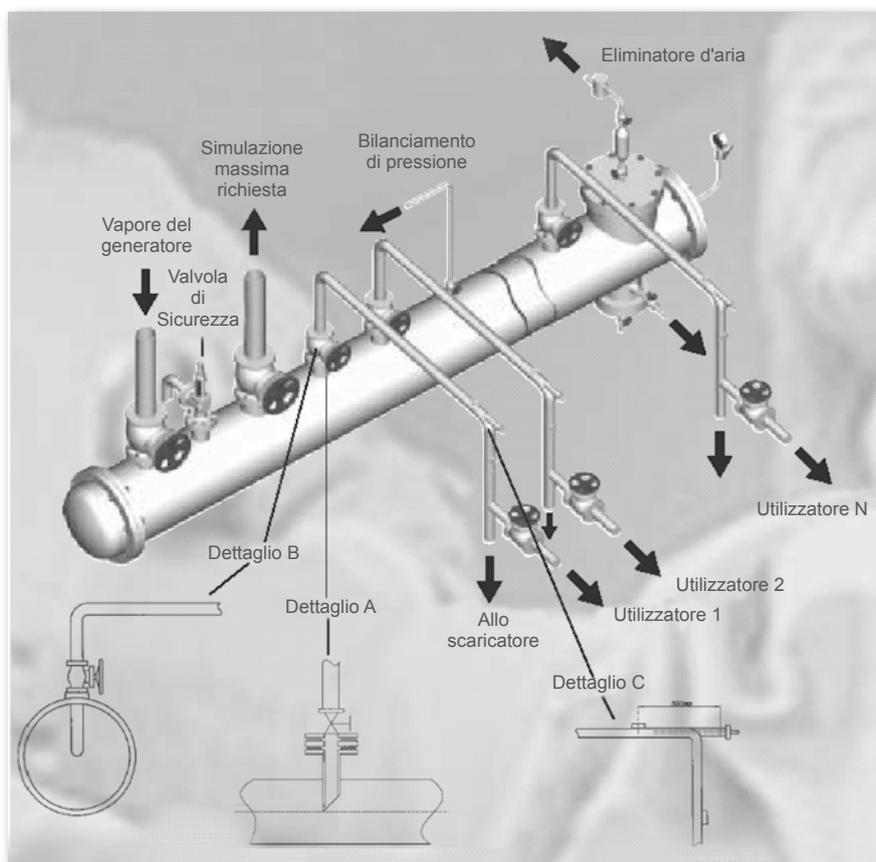


Figura 1 - Configurazione standard collettore distribuzione vapore

Processo di validazione qualità del vapore

Per un corretto processo di validazione della qualità di generazione e distribuzione del Vapore Pulito è necessario definire sia i regimi di prova iniziali sia le prove periodiche successive.

I punti di campionamento devono essere scelti in modo che i campioni ottenuti permettano, quando richiesto, l'identificazione e la quantificazione di significativi cambiamenti nei livelli di contaminazione, in ogni fase del processo.

Misure ed analisi da effettuare

Misura dei Gas non condensabili

La misura serve a dimostrare che il livello di gas incondensabili contenuti nel vapore sia inferiore a 3,5 ml per ogni 100 ml di acqua rimossa installando l'apparecchiatura e secondo il procedimento riportati nella norma EN 285:2006+A2:2009 sez. 22.1.3.

Misura della secchezza del vapore

La misura della secchezza del vapore può essere fatta sul collettore del vapore di distribuzione installando l'apparecchiatura e secondo il procedimento riportati nella EN 285:2006+A2:2009 sez. 22.2.3.

Misura del surriscaldamento

La misura del grado di surriscaldamento del vapore serve a dimostrare che il vapore sia umido in modo da evitare il surriscaldamento durante l'espansione nella camera di sterilizzazione. La misura può essere fatta sul collettore del vapore di distribuzione installando l'apparecchiatura e secondo il procedimento riportato nella EN 285:2006+A2:2009 sez. 22.3.3.

Analisi dei contaminanti

La qualità di un campione di acqua non può essere giudicata solamente da un'ispezione visiva.

Per determinare se un campione di vapore rispetta i requisiti del vapore pulito è necessario effettuare i test per tutti i contaminanti di interesse.

I laboratori che effettuano questi test devono essere autorizzati ed accreditati.

Analisi di laboratorio

I risultati delle analisi dei campioni di condensa di vapore devono essere conformi a quanto indicato nella relativa specifica di riferimento.

I test da effettuare sono uguali a quelli previsti per acqua sterilizzata dalla Farmacopea Europea e devono essere fatti solamente da personale e laboratori preparati.

Gestione apparati e supervisione dati

Fondamentale è la completa gestione di tutte le apparecchiature componenti il “sistema generazione” e la relativa supervisione dati. Le registrazioni, in tempo reale e storico, permettono al sistema di mantenere in memoria gli andamenti dell’impianto e della relativa produzione di vapore pulito a tutto vantaggio della sicurezza, mantenendo traccia scritta della cronologia degli eventi e consentendo all’operatore la ricerca di eventuali deviazioni od anomalie.

Nell’ambito dei processi di sterilizzazione la richiesta di una più alta qualità del vapore è nata, principalmente, per soddisfare i requisiti delle normative riguardanti la produzione di prodotti medicali e, più recentemente, di dispositivi medici sterili.

In entrambi i casi c’è un chiaro principio secondo il quale i prodotti, durante la sterilizzazione, o in qualsiasi altro stadio del processo non devono essere inquinati con componenti indesiderati o non specificati.

Questo obiettivo può essere raggiunto solo se le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del vapore che viene a contatto con il prodotto sono conosciute e controllate.

Da quanto sin qui esposto si evince l’assoluta necessità di definire e controllare il livello di qualità del vapore raccomandato all’interno degli ospedali e delle strutture sanitarie per quelle applicazioni dove lo stesso venga a contatto direttamente o indirettamente tramite l’ambiente circostante con il nostro bene primario, i pazienti.

La qualità dell’aria e l’umidificazione negli ambienti confinati

Solo ora, disponendo di vapore pulito con conformi caratteristiche qualitative e di purezza, ricordiamo controllate periodicamente, ci è consentito proseguire fornendo all’aria il suo fondamentale elemento che possa modificarla intimamente.

Umidificazione dell’aria

Prima di farci accompagnare attraverso la normativa vigente nell’umidificazione dell’aria, intendiamo offrire alcuni cenni e richiamare aspetti sicuramente noti ma fondamentali e propedeutici sull’argomento.

Introduzione

L’acqua è un componente essenziale dell’ambiente sul quale tutti gli esseri viventi fanno affidamento per la loro sopravvivenza. Quando il grado di umidità nell’atmosfera è troppo alto o troppo basso, “l’effetto avverso” sulle sostanze viventi o inanimate raggiunge i suoi valori massimi. Per questa ragione l’umidità è importante.

Umidificazione è il termine assegnato all’aggiunta controllata di vapore acqueo all’aria. Per capire l’umidificazione è necessario conoscere l’umidità ed alcuni termini comunemente usati.

L’aria che respiriamo è una miscela di gas; 78% di azoto, circa il 20% di ossigeno, più una piccola quantità di altri gas. Il loro rapporto è abbastanza costante. Tuttavia, la quantità di vapore acqueo o il contenuto di umidità dell’aria può variare considerevolmente.

La quantità di umidità che l’aria può trattenere dipende dalla sua pressione e dalla sua temperatura.

La densità dell’aria diminuisce con l’aumento della temperatura, ciò significa che la miscela di gas si espande e una maggiore umidità può essere assorbita. L’aria assorbirà l’umidità (attraverso evaporazione) fino a quando non potrà più trattenerla. Quando l’aria contiene questo valore massimo di vapore acqueo, viene denominata “aria satura”.

Se l’aria viene riscaldata, il suo volume aumenta per espansione e lo stesso peso di aria è in grado di assorbire più umidità. Questo è il motivo per cui l’aria usata per l’essiccazione viene normalmente riscaldata per aumentare la sua capacità di trasporto dell’umidità.

In condizioni diverse, ad esempio quando si verifica un raffreddamento dell'aria, la quantità di acqua nell'aria può superare la capacità dell'aria a trattenerla causando una "precipitazione". Questa situazione è comunemente nota a noi con nuvole e pioggia e, in misura minore, con la condensa sui vetri delle finestre.

Il grado di saturazione viene definito come umidità relativa (U.R.):

- l'aria senza contenuto di umidità ha una umidità relativa pari a 0%.
- l'aria completamente satura ha una umidità relativa pari al 100%.

Altri principali termini relativi alla umidificazione sono i seguenti:

- umidità assoluta: massa effettiva di vapore acqueo in un kg di aria a prescindere dalla temperatura; tipicamente espressa in kg per kg (o comunemente in g/kg).
- punto di rugiada: la temperatura alla quale l'aria, per un dato contenuto di umidità, deve essere portata in raffreddamento per ottenerne la saturazione e cominciare la condensazione del suo vapore.
- rugiada: si riferisce alla condensazione dell'acqua non assorbita o dell'umidità sulle pareti del condotto dell'aria.

Perchè umidificare

Quando l'aria viene riscaldata, la quantità massima di vapore acqueo che l'aria è in grado di trattenerne aumenta. A meno che venga aggiunto del vapore acqueo, l'umidità assoluta rimane costante ma l'umidità relativa diminuisce. Ciò significa che l'aria diventa molto più secca.

In una giornata fredda, l'aria riscaldata in ufficio, in fabbrica, nei vari ambienti di lavoro o in casa può essere estremamente secca. Questa aria secca "assetata" estrae umidità da qualsiasi cosa con cui sia in contatto compreso il corpo umano. Ciascuna differente situazione ambientale richiede un campo differente di livelli di umidità relativa.

Benessere fisico

Il corpo umano è in grado di mantenere la propria temperatura in condizioni e ambienti più disparati regolando l'emissione di umidità attraverso la pelle. Osserviamo quindi che l'umidità relativa influisce sul benessere fisico.

In linea generale, per compensare la diminuita umidità relativa sono ritenute necessarie temperature più alte per il benessere termico. Si presuppone che le condizioni di benessere dipendano da un ambiente ad una certa temperatura, tipicamente intorno ai 22°C, e ad una certa umidità relativa, genericamente intorno al

50-70%. Nell'eventualità in cui l'aria sia più secca, anche alla stessa temperatura, l'evaporazione dell'umidità attraverso la pelle avverrà più rapidamente; in questo caso il corpo sente "freddo" sebbene la 'temperatura' sia invariata.

La **figura 2** mostra la relazione fra le temperature del bulbo umido e del bulbo secco e l'effetto dell'umidità sul benessere fisico. Il metodo più semplice di misura dell'umidità dell'aria è infatti quello di confrontare le temperature del bulbo umido e del bulbo secco le cui definizioni sono le seguenti:

- **Temperatura del bulbo umido** - è la temperatura indicata da un bulbo termometrico umidificato esposto alla corrente d'aria.
- **Temperatura del bulbo secco** - è la temperatura indicata da un termometro comune non influenzato dall'umidità dell'aria.

Il rapporto fra dette temperature stabilisce il grado di saturazione dell'aria o della umidità relativa.

Se l'aria circostante contiene valori di umidità molto bassi, il grado di evaporazione sarà più elevato e l'abbassamento della temperatura del bulbo umido più sensibile; viceversa, un contenuto più alto di umidità nell'aria causerà una evaporazione minore producendo un valore differenziale di temperatura più basso.

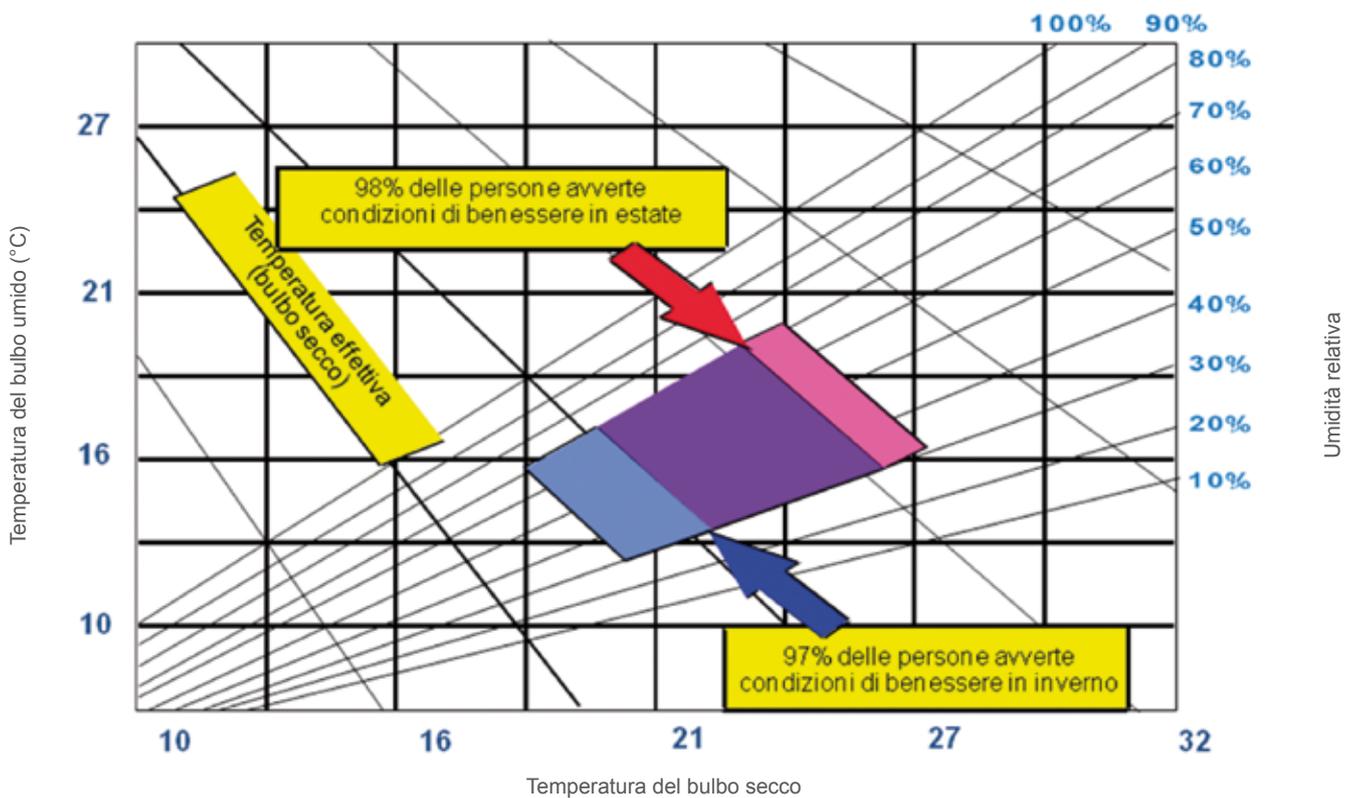


Figura 2 - Condizioni di benessere fisico

Le condizioni di benessere sono indicate con l'ombreggiatura dal centro al basso del diagramma per il periodo invernale, mentre per quelle estive sono indicate nella parte centrale alta del diagramma. La percentuale delle persone che avvertono una condizione di benessere in estate e in inverno sono indicate sulla linea della temperatura effettiva.

Poiché i moderni edifici sono normalmente progettati per chiudere e isolare i relativi occupanti dalle situazioni avverse quali i rumori esterni, il clima e l'inquinamento, l'aria all'interno degli edifici viene ricircolata continuamente e, se non adeguatamente trattata e diluita, diventa conseguentemente stantia e non salutare.

Una cattiva qualità dell'aria provoca una serie di condizioni sintomatiche fra gli occupanti dell'edificio quali mal di testa, sonnolenza, mal di gola e febbre. Questo fenomeno viene denominato "Sindrome da malattia d'ufficio".

Alcuni studi dimostrano che la causa principale dei problemi respiratori deriva dagli aerosol biologici che provocano infezione, reazione tossica e possono scatenare reazioni allergiche. Questi aerosol biologici provengono da organismi generatori di funghi che si trovano normalmente nel nostro ambiente. Essi vengono trasportati sia dalle spore che dalle particelle di polvere e possono causare una serie di malattie respiratorie.

Inoltre i bassi valori di umidità relativa aumentano l'evaporazione dalle membrane mucose di occhi, naso, bocca, gola e del sistema respiratorio che, diventando secche, perdono efficacia contro questi organismi.

La maggiore incidenza della malattie respiratorie nei mesi invernali è spesso collegata con la bassa umidità relativa.

Alcuni studi epidemiologici hanno riscontrato che un numero più basso di malattie respiratorie si verifica tra gli occupanti di edifici dove l'umidità relativa varia dal 40% al 60% U.R. (alle normali temperature ambiente).

Psicrometria

La psicrometria è la misura delle proprietà termodinamiche dell'aria umida e rappresenta l'interrelazione fra aria, umidità, pressione e temperatura.

È importante notare che molte proprietà si basano su condizioni a livello del mare e quindi in caso di variazioni da questo standard atmosferico sono necessari degli aggiustamenti.

In Italia i valori standard dell'aria atmosferica a livello del mare sono una temperatura di 15°C e una pressione 1013 mbar barometrica di (101,3 kPa).

I dati atmosferici standard per altitudini a 1000 metri è 89,8 kPa e a 2000 metri è 79,4 kPa.

Le proprietà dell'aria, il cui studio viene chiamato psicrometria, possono essere rappresentate sotto forma di diagramma: il diagramma psicrometrico.

Questo diagramma contiene tutte le informazioni comunemente presenti nelle tabelle, permette in realtà di ricavare più velocemente i dati conseguenti a variazioni di stato.

Nel diagramma sono rappresentate le seguenti linee e le scale:

- temperatura del bulbo secco
- linea del contenuto di umidità
- scala del contenuto di umidità
- temperatura del bulbo umido
- linea del volume specifico
- scale dell'entalpia specifica
- scala del punto di rugiada (curva di saturazione al 100%)
- linea dell'umidità relativa.

Il significato dei termini sopra riportati è descritto in dettaglio nel capitolo Terminologia alla fine di questo manuale.

Esempi di utilizzo del diagramma

Ipotesi

Condizioni dell'aria esterna

Temperatura del Bulbo secco	= -5°C
Umidità Relativa	= 40%

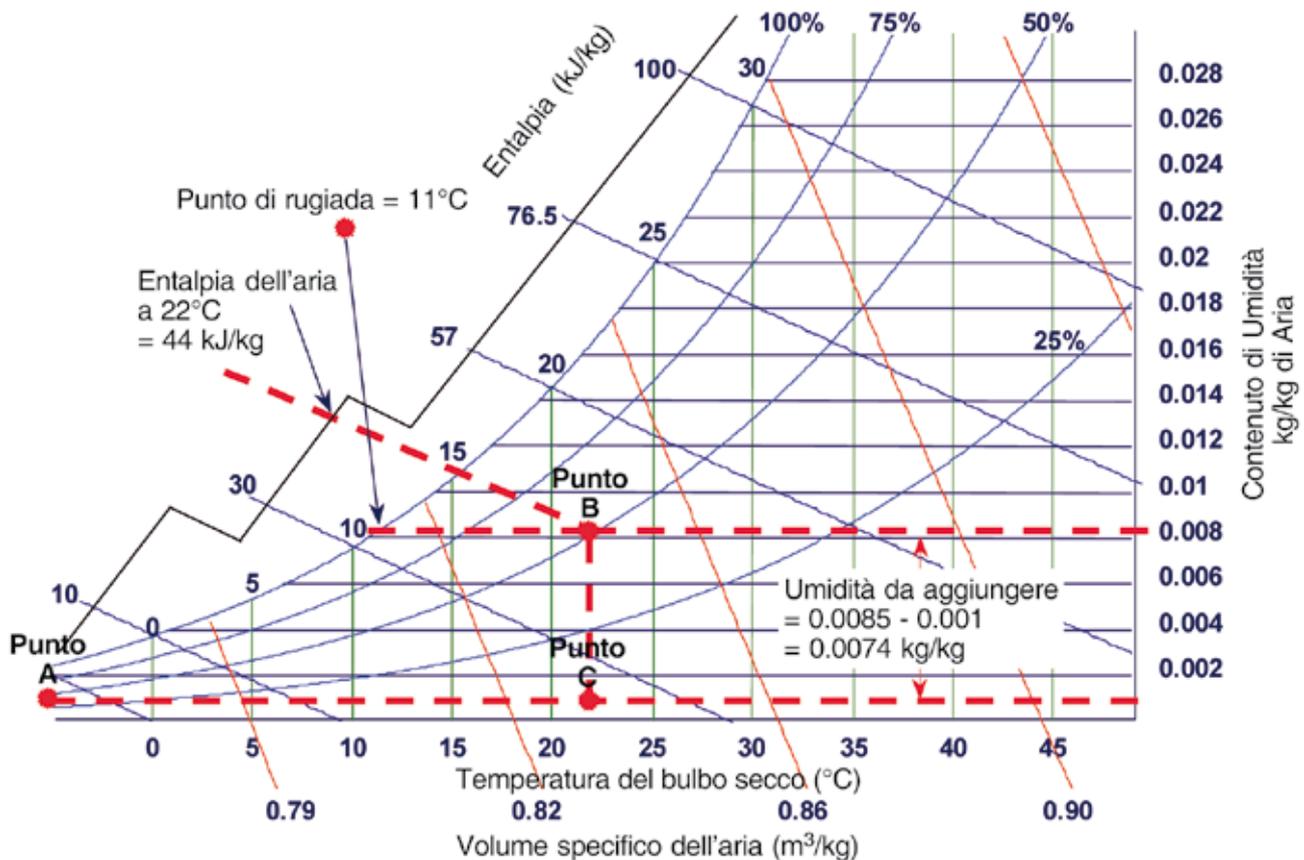
Condizioni dell'aria desiderata

Temperatura del Bulbo secco	= 22°C
Umidità Relativa	= 50%

Trovare

- carico di umidificazione in kg/kg aria
- punto di rugiada
- entalpia alle condizioni dell'aria condizionata desiderata
- tracciare sul diagramma le linee del processo che indicano il riscaldamento e l'umidificazione a mezzo di vapore.

Si può seguire la procedura seguente percorrendola direttamente con il diagramma riportato.



Procedimento

1. Tracciare la condizione dell'aria esterna (Contrassegnare il punto con A).
2. Tracciare la condizione dell'aria desiderata (Contrassegnare il punto con B).
3. Tracciare la linea del processo di riscaldamento partendo dal punto A, parallelamente alla linea di base, fino a intersecare la linea della temperatura del bulbo secco. (Contrassegnare il punto con C).

4. Per trovare il carico di umidificazione, tracciare le linee dai punti B e C parallele alla linea di base fino ad intersecare la linea di contenuto di umidità sul lato destro del diagramma.

Si leggono 0,001 kg/kg di aria per C e 0,0084 per B

Sottrarre C da B

Il carico di umidificazione è pari a 0,0074 kg/kg di aria (0,0084-0,001)

5. Per trovare il punto di rugiada dell'aria a 22°C del bulbo secco, 50% di U.R., tracciare una linea dal punto B parallela alla linea base fino ad intersecare la linea di saturazione. Contrassegnare questo punto con D e leggere la temperatura di 11°C del bulbo secco e umido.

Punto di rugiada = 11°C

6. Per trovare l'entalpia dell'aria a 22°C del bulbo secco, 50% di U.R., tracciare dal punto B una linea parallela alle linee dell'entalpia.

Leggere il valore

Entalpia dell'aria = 44 kJ/kg di aria

7. La linea verticale dal punto C fino a intersecare la linea del 50% di U.R (punto B) rappresenta il processo di umidificazione a vapore.

Nota: l'aumento della temperatura causato dal vapore è così piccolo che può essere praticamente trascurato.

Se invece deve essere tenuto in considerazione, l'aumento di temperatura può essere determinato usando questo stesso grafico.

Il vapore per l'umidificazione al momento dell'iniezione è a 0 bar g, l'entalpia è allora pari a 2676 kJ/kg e moltiplicandola per il carico di umidificazione (che è anche il carico del vapore), l'entalpia del vapore risulta pari a 19,8 kJ/kg (2676 x 0,0074)

Aggiungere quest'ultima all'entalpia dell'aria prima dell'umidificazione che è uguale a 24,5 kJ/kg alla temperatura di 22 °C del bulbo secco e 8 °C del bulbo umido.

$$24,5 + 19,8 = 44,3 \text{ kJ/kg di aria}$$

8. Occorre ricordare che il grafico utilizzato deve sempre essere riferito ai dati atmosferici standard ed alla zona climatica in cui verrà realizzato l'impianto.

Caratteristiche delle strutture edili

Dopo aver studiato l'importanza dell'umidità e la necessità dell'umidificazione in certe situazioni, dobbiamo ora esaminare le caratteristiche dell'area umidificata.

Le caratteristiche di un fabbricato comprendono:

- funzione
- occupazione
- struttura
- sistema di riscaldamento, ventilazione o condizionamento dell'aria.

Tutti questi elementi influenzano l'umidità ambiente e devono essere presi in considerazione nella fase di progetto di un sistema di umidificazione.

Precisione di controllo

Ambienti differenti richiedono un controllo accurato e diversificato di umidità relativa con un range più o meno ristretto. Per effetto della interrelazione fra la temperatura e l'umidità relativa, un preciso controllo dell'umidità richiede una regolazione della temperatura altrettanto efficiente. Ciò significa che se le condizioni esterne e di carico cambiano, i sistemi di controllo devono rispondere adeguatamente per mantenere costante e regolare opportunamente l'umidità relativa dell'ambiente.

Condensazione visibile

La condensa visibile è l'umidità condensata che si trova sulle superfici interne quali finestre e pareti degli edifici; favorendo la crescita di muffe, essa può causare il deterioramento delle superfici stesse.

Il grado di umidità in un edificio influisce sulla formazione della condensazione visibile.

Il tasso di umidità relativa massimo ammesso per mantenere una condizione senza la formazione di condensa dipende da:

- caratteristiche termiche e costruttive di pareti, finestre, pavimenti e soffitti
- valori ambientali interni ed esterni.

Usando l'esempio successivo, possiamo notare come avviene la formazione della condensazione visibile:

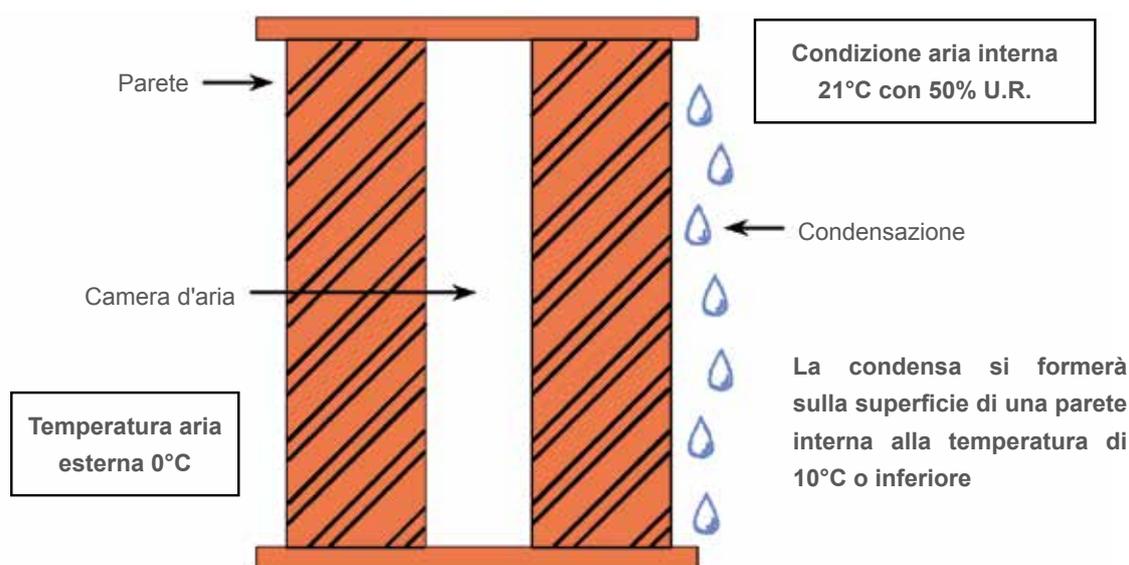


Figura 4 - Condensazione visibile

Il punto di rugiada dell'aria a 21°C e 50% U.R. è pari a 10°C; il dato è rilevabile dal diagramma psicrometrico. Se una parete interna o la superficie di una finestra raggiungono una temperatura di 10°C o inferiore, su di esse si formerà la condensa poiché l'umidità relativa aumenta all'abbassarsi della temperatura fino a raggiungere il valore di saturazione (punto di rugiada). La condensa si può anche accumulare o rimanere intrappolata in una cavità interna della struttura appena la temperatura interna si abbassa al valore di quella esterna.

Il progetto di qualsiasi edificio dovrebbe quindi tener conto delle condizioni di umidità interna previste e dei sistemi predisposti per il trattamento dell'aria; ciò è particolarmente importante nelle situazioni climatiche più fredde.

Velocità di ventilazione

È la velocità di ricambio dell'aria in una determinata area. Essa influisce sul grado di umidità di un ambiente in funzione della differenza di umidità della nuova aria immessa nella stanza, alterando il livello di umidità previsto nell'area specifica.

Il ricambio dell'aria può verificarsi per:

- infiltrazione naturale
- ventilazione naturale
- ventilazione forzata.

L'infiltrazione è una perdita naturale dell'aria attraverso le imperfezioni che si trovano nella struttura dell'edificio quali le fessure di porte girevoli, finestre e altre simili connessioni.

L' **infiltrazione naturale** è variabile ed è influenzata dalla differenza di temperatura fra l'interno e l'esterno, dalla velocità e dalla direzione del vento e dal grado di tenuta strutturale.

La **ventilazione naturale** è il flusso di aria che risulta da una deliberata scelta quale l'apertura di finestre, di bocche di aerazione di camini di aspirazione. Questo tipo di ventilazione, a differenza dell'infiltrazione, è normalmente controllata dagli occupanti.

La **ventilazione forzata** si ottiene con sistemi di ventilazione che inducono un flusso d'aria. La complessità dei sistemi di ventilazione varia da un singolo ventilatore montato a parete fino a una distribuzione forzata dell'aria attraverso condotti verso e da un sistema di ventilazione centralizzato che può anche prevedere la filtrazione e l'attenuazione acustica.

La **velocità della ventilazione forzata**, generalmente definita in ricambi/ora, può essere determinata dalle specifiche di costruzione o stimata attraverso le caratteristiche del ventilatore.

La **velocità di ricambio nella ventilazione forzata** è importante per calcolare i carichi di riscaldamento, raffreddamento e di umidificazione. Per i luoghi dove non si conoscano dati, si può assumere quanto segue:

- una casa con un buon isolamento, con schermi per il vapore, porte a tenuta, finestre con profilati a tenuta d'aria e un camino chiuso avrà un ricambio dell'aria ogni mezz'ora
- una casa mediamente isolata, con schermi per il vapore, porte e finestre senza tenuta e un camino con tiraggio avrà un ricambio dell'aria all'ora
- una casa senza tenute può avere fino a 1,5 ricambi d'aria all'ora. Per le costruzioni edili si consiglia di fare riferimento alle regole locali e alle specifiche costruttive.

I calcoli per il carico dell'umidificatore dovrebbero tenere conto anche dell'umidità atmosferica rimossa dall'aria durante il raffreddamento per mezzo delle apparecchiature di condizionamento o di refrigerazione. Questa umidità dovrebbe essere ripristinata per mantenere il valore desiderato di umidità relativa ambiente, in particolare dove tali carichi possono essere sensibilmente più grandi di quelli che sono necessari per la ventilazione ed il riscaldamento.

Climatizzazione e condizionamento dell'aria

Un condizionamento completo dell'aria prevede il controllo di determinate condizioni ambientali che comprendono la temperatura ed i ricambi dell'aria, i livelli di umidità e dell'energia di irraggiamento, la polvere, qualche contaminante e i microrganismi.

Il condizionamento dell'aria per le aree abitate viene previsto per favorire condizioni di comfort, salute e produttività per coloro che le frequentano. Tali aree comprendono luoghi di residenza, uffici, istituzioni quali ospedali, arene sportive, alberghi e industrie.

I sistemi di condizionamento dell'aria sono progettati anche per facilitare il funzionamento delle attività produttive, manifatturiere ed operative.

Un sistema completo di condizionamento dell'aria è in grado di aggiungere e togliere calore e umidità e di filtrare sostanze sospese nell'aria quali polveri e fumi e di trattare eventuali odori nell'area controllata. I sistemi che si limitano a riscaldare, umidificare e filtrare per controllare il confort nella stagione invernale vengono denominati sistemi di condizionamento dell'aria invernali; quelli che invece provvedono soltanto a raffreddare, deumidificare e filtrare sono denominati sistemi di condizionamento estivi.

In aggiunta a quelli sopracitati vengono realizzati diversi altri sistemi di condizionamento dell'aria tra i quali quelli a Doppia Condotta e a Volume d'aria variabile (VAV) che variano il volume ma non la temperatura dell'aria fornita nell'ambiente.

In effetti esiste un pò di confusione su dove cominci la definizione di condizionamento dell'aria e dove finisca quella dei sistemi di ventilazione. Non è nostra intenzione definire le differenze perchè le regole che determinano i carichi dell'umidificazione e il suo funzionamento sono le stesse in tutte le applicazioni.

Un argomento importante da valutare in maggior dettaglio è quello che riguarda i sistemi con ricircolo d'aria.

Sistemi a ricircolo d'aria

La maggior parte dei sistemi, anche se puramente per ragioni economiche, ricircolano parte dell'aria ambiente miscelandola con l'aria fresca esterna di reintegro. La quantità di aria fresca necessaria può essere dettata dal sistema stesso o meglio dal tipo di utilizzo servito. Le regole locali possono differire ma è normale una richiesta di almeno il 10% di aria fresca sul totale del volume dell'aria.

Se l'aria di ricircolo e quella fresca stanno in un rapporto fisso, si può stabilire la condizione finale dell'aria quando viene effettuata la miscelazione. Il calcolo dei carichi di umidità dove l'aria di ricircolo e quella fresca sono miscelate deve tenere conto di quanto segue:

- livelli di umidità nel canale di ventilazione
- livello di umidità finale desiderato
- volume e umidità dell'aria entrante.

Se la temperatura dell'aria è troppo bassa e la quantità di umidità necessaria supera la sua capacità di assorbimento, si verifica la formazione di "rugiada".

Carico termico

Quando si calcola la richiesta di energia termica occorre tener conto che, l'effetto di convertire l'umidità (al suo stato liquido) contenuta in un materiale igroscopico allo stato di vapore, implica una evaporazione che necessita di energia.

L'energia per l'evaporazione dell'acqua viene quindi sottratta al calore contenuto nell'aria. La perdita di calore dell'aria durante la fase di evaporazione dell'umidità è quindi uguale al calore necessario per produrre la stessa quantità di vapore umido con un umidificatore efficiente.

Conseguentemente il valore reale di energia per un sistema di umidificazione deve essere calcolato in base all'effettivo e non al teorico grado di umidità nell'ambiente.

È stato inoltre provato che durante i periodi invernali più rigidi l'infiltrazione dell'aria esterna si riduce fino al 50%. Questa riduzione apparentemente deriva dalla formazione di ghiaccio nelle fessure delle finestre e di altre aree che riduce sensibilmente l'infiltrazione dell'aria.

Per valutare accuratamente l'energia totale necessaria ad ottenere il grado di umidità desiderato, devono essere considerati tutti gli elementi che contribuiscono a generare umidità e il mantenimento della condizione finale dell'aria.

Requisiti essenziali, la proposta Spirax Sarco

Dopo aver introdotto le più corrette ed aggiornate GMP per ottenere il vapore pulito ed aver ripreso alcuni concetti fondamentali per l'umidificazione dell'aria, componiamo i requisiti essenziali della proposta Spirax Sarco, riprendendo la normativa propria dell'umidificazione in ambito ospedaliero dalla quale emerge che l'unica direttiva riguarda appunto il vapore pulito.

Dalla Norma UNI 11425:2011, di recente emissione, si evincono:

- **Cap. 4.3.1** - È ammessa la sola umidificazione a vapore pulito, saturo o surriscaldato.
- **Cap. 4.3.2.4** - Il sistema di umidificazione deve essere del tipo a vapore pulito, saturo o surriscaldato [...]. L'acqua di alimentazione degli umidificatori a vapore è consigliata sia almeno demineralizzata ma la non tossicità dell'aria di mandata deve essere permanentemente garantita.
- **D.2.4** - L'acqua di alimentazione degli umidificatori a vapore deve avere qualità per lo meno uguale a quella potabile; se l'umidificatore è alimentato da acqua trattata chimicamente, la non tossicità dell'aria di mandata deve essere permanentemente garantita.
- **Cap. 6.1** - Di seguito sono descritte le prove e le verifiche necessarie a qualificare l'impianto valutando la rispondenza delle caratteristiche tecniche, funzionali e prestazionali dello stesso alle specifiche di progetto, alle normative e alle linee guida applicabili.
- **Cap. 6.5** - La presente norma trova applicazione, in caso di riqualificazione e/o di ristrutturazione di impianti esistenti [...] in quanto si configurano come realizzazione di un nuovo impianto.
- In conclusione, riteniamo che, per il vapore pulito richiesto per l'umidificazione, le uniche normative applicabili (note) siano quelle relative alla sterilizzazione secondo EN258 / HTM2010 / HTM2031, con le disposizioni e i requisiti sull'analisi della qualità del vapore in esse contenute.

Dalla precedente norma inglese Heating and ventilation systems HTM 03-01: Specialised ventilation for healthcare premises si deducono:

- **3.55** - Clean dry steam is preferred for humidification, provided that the boiler water treatment does not render the steam unusable for direct humidification.
- **3.56** - If a suitable supply of steam cannot be obtained from the steam main, a steam generator should be provided locally, or a self generating humidifier installed. The location of a local steam generator is critical if condensate is to drain back into it.
- **4.99** - [...] The water supply should be derived from a potable source. Chemical treatments must not be added to the water supply to humidifier units.

Mentre nel paragrafo 'Acceptable types' si legge:

- **4.102** - Only steam injection manifold type humidifiers are suitable for use within air conditioning systems in healthcare facilities. Water curtain, spray or mist humidifiers of any type should not be used.
- **4.103** - Steam may be derived from the central steam supply provided that it does not contain any treatment carryover, or may be generated locally either within or adjacent to the humidifier.

Riteniamo importante chiarire un'altra peculiarità del vapore pulito in quanto non sufficientemente nota e conosciuta dal mondo tecnologico e scientifico.

Il primo grado infatti è denominato Vapore Pulito Filtrato, definito anche nel settore alimentare "Culinary Steam".

È ottenuto a mezzo sistemi di filtrazione dal normale vapore tecnologico con l'uso di particolari filtri ad alta efficienza in acciaio inox austenitico. Una tipica specifica di vapore filtrato prescrive la rimozione di tutte le particelle di dimensioni superiori ai 5 micron, comprendendo solidi e proiezioni liquide. Di seguito vengono illustrate, il filtro completo - figura 5, il principio di funzionamento - figura 6, un elemento filtrante da 5 micron utilizzato con vapore tecnologico e il senso di flusso - figura 7.



Figura 5 - Filtro ad alta efficienza



Figura 6 - Principio di funzionamento

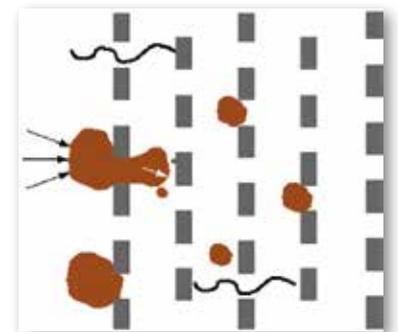
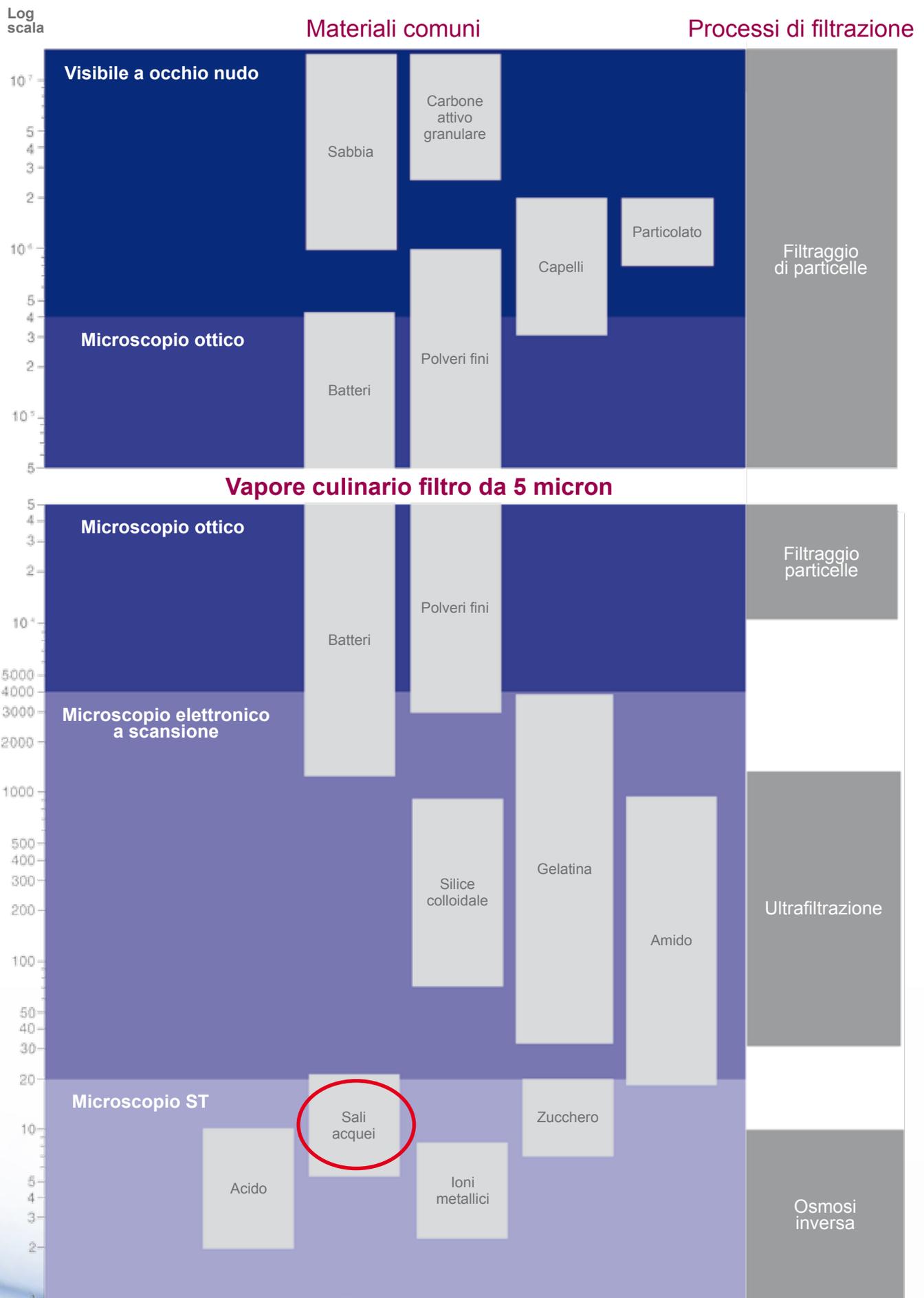


Figura 7 - Elemento filtrante 5 micron utilizzato su vapore tecnologico



È possibile anche vedere il filmato sugli effetti conseguenti al link:
http://www.spiraxsarco.com/it/about/news-article.asp?news_id=7

Dettagliamo quindi i fattori che influenzano la qualità e la purezza del vapore pulito filtrato:

- trattamento dell'acqua
- trascinamenti dalla caldaia (liquidi e schiume)
- contaminazione incrociata.

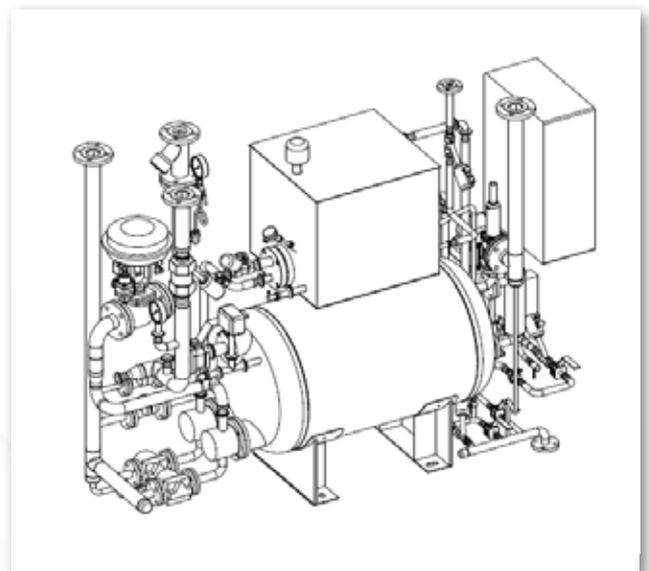
Come è noto, (si veda anche la tabella a pagina 9 del N° 39 di giugno 2011) un filtro da 5 micron non è in grado di fermare e rimuovere i sali (sali acquosi). Un filtro ad alta efficienza da 5 micron - pensato come potenziale barriera - non è infatti progettato per rimuovere le sospensioni contenute nell'acqua trasportata con il vapore 'addescato' con i trascinamenti dalla caldaia.

Se quindi questa tipologia di filtro non è idonea a rimuovere sali e trascinamenti provenienti dalla caldaia, non riuscirà a fermare neppure gli additivi chimici inibitori della corrosione (antincrostanti, alcalinizzanti e deossigenanti) che inevitabilmente passeranno, proseguendo il loro cammino, miscelati intimamente con il vapore. L'applicazione dunque di questa tipologia di filtri non può garantire affatto la qualità e la purezza del vapore e quindi non è possibile evitare con essi il conseguente rischio potenziale di contaminazione del sistema che lo utilizza.

Ora, dopo aver, seppur brevemente illustrato quest'argomento relativo al vapore pulito filtrato, introduciamo alcuni Sistemi di generazione dedicati, particolarmente attrezzati che vengono alimentati normalmente con acqua deionizzata, distillata o osmotizzata, gli unici in grado di produrre vapore pulito adatto all'umidificazione dell'aria, comparato esattamente a quanto richiesto per la sterilizzazione ospedaliera e dunque in conformità alla normativa EN 285 / HTM 2031. La distinzione e separazione dei due circuiti - vapore tecnologico come fluido primario dal secondario prodotto vapore pulito - garantisce quindi elevate peculiarità della generazione, controllata per il titolo, la purezza e la qualità e minimizzando i trascinamenti.

Sistema di generazione di vapore pulito di tipo compatto CSM-C

Completamente carterate, trasportabili su ruote integrate anche attraverso porte standard, queste unità sono in grado di generare vapore pulito (EN 285 / HTM 2031) alle rispettive classiche pressioni di distribuzione (da 1,5 a 3 bar). Sono dotate di sistema di preriscaldamento e degasazione dell'acqua di alimento a bordo macchina, controlli di pressione e livello modulanti con soluzioni inverter per le pompe di carico. Possono impiegare qualsiasi tipo di vapore industriale come fluido primario oppure in alternativa anche energia elettrica (nel tal caso il quadro di comando è separato).



Sistema di generazione di vapore pulito CSM-K

Tutti i componenti opportunamente dimensionati, sono montati, collegati e provati prima della spedizione. Ciascuna unità è costruita in accordo alle specifiche del cliente e richiede solo di essere allacciata alla sorgente di energia, corrente o aria compressa per essere pronta per l'avviamento. Il concetto di "package" prevede ingombri ridotti, che sono ideali per nuove installazioni, o per sostituzione di generatori esistenti, grazie al minimo spazio richiesto. Ogni unità è dotata di un serbatoio di acciaio inossidabile, che assicura anni di servizio senza problemi. Tutti i componenti usati sono della miglior qualità e soddisfano le specifiche del cliente. Ogni generatore di vapore è accompagnato dal manuale di installazione, avviamento e manutenzione, così come dalla documentazione dei principali componenti.



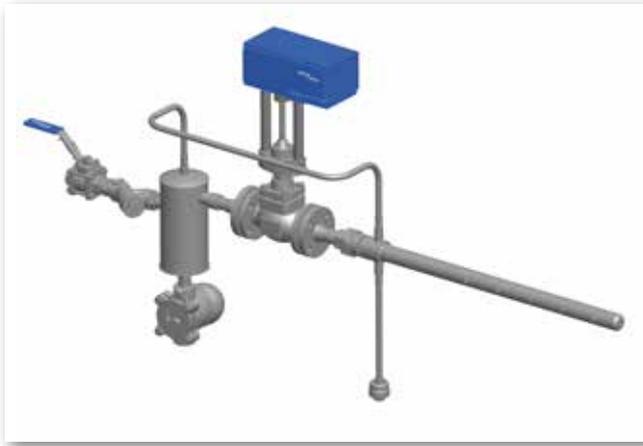
Sistema di pre-riscaldamento e degasazione dell'acqua di alimento AP&D

L'utilizzo, ove non previsto, nei generatori indiretti di vapore pulito, di una unità di preriscaldamento, accumulo e degasazione dell'acqua osmotizzata di alimento consente di risolvere una serie di problemi che riducono i costi del ciclo di vita di un sistema di generazione di vapore pulito. In questi sistemi non si possono utilizzare prodotti chimici per trattare o degasare l'acqua di alimentazione dei generatori e pertanto si utilizzano sistemi "fisici" come il preriscaldamento dell'acqua di alimento dei generatori a temperatura superiore agli 85°C.



Nuovi sistemi di umidificazione Spirax Sarco

La ricerca continua e lo sviluppo ininterrotto del Gruppo Spirax Sarco anche nella separazione della condensa, l'uso dell'acciaio inossidabile austenitico AISI serie 300 in esecuzioni particolarmente leggere e combinate con sistemi di lance a temperatura costante, hanno creato questi nuovi standard qualitativi per l'umidificazione a iniezione diretta del vapore. Queste caratteristiche garantiscono anche efficienza ed economia.



Efficiente separazione della condensa

I fattori salienti che esaltano le prestazioni dei nuovi sistemi di umidificazione Spirax Sarco rispetto alle versioni in commercio sono:

- efficace combinazione di separazione centrifuga, a vortice e con deflettore che assicura una costante disponibilità di vapore secco al massimo titolo ottenibile
- il separatore a doppia camera che alimenta sia la lancia che il circuito di preriscaldamento
- la capacità di trattare notevoli volumi di vapore senza decadimento dell'efficienza di separazione
- peso limitato con pur ottime caratteristiche meccaniche che consente rapide fasi di riscaldamento
- immediato scarico delle condense senza possibilità di generazione di trascinamenti.

Efficiente iniezione del vapore

Una volta che il separatore ha svolto il suo compito, è indispensabile che il vapore sia immesso nel flusso d'aria come un gas piuttosto che come una miscela carica d'acqua. Ciò si realizza con le lance del sistema Spirax Sarco mediante:

- riscaldamento continuo della lancia per tutta la sua lunghezza
- posizionamento degli ugelli nei punti più caldi della lancia
- contenimento delle masse per un rapido ed efficiente preriscaldamento
- costante rievaporazione di qualsiasi particella liquida presente nella lancia
- minima superficie della lancia per minimizzare il raffreddamento e la resistenza al flusso dell'aria.

Perché scegliere i sistemi di umidificazione Spirax Sarco?

I benefici ottenibili dalla scelta di insiemi Spirax Sarco rispetto agli altri tipi in commercio, sono garantiti dall'efficienza del sistema che assicura:

- maggior portata di vapore per metro di lancia
- maggiore silenziosità
- semplicità di collegamento alle tubazioni e al condotto dell'aria
- minore distanza di assorbimento del vapore nel flusso dell'aria
- minore spazio dove necessitano lance multiple
- bassa velocità di emissione del vapore per una intima miscelazione di aria/vapore.

I sistemi Spirax Sarco ad iniezione diretta di vapore possono essere applicati su un vasto campo di dimensioni di condotti e centrali di trattamento, di temperature e di velocità dell'aria, con un numero ridotto di componenti accessori.

Benefici d'impiego

- La purezza del vapore libero da contaminanti generanti legionella.
- Veloce assorbimento dell'umidità con un incremento trascurabile della temperatura.
- Piccoli, compatti e leggeri per una facile installazione con costi ridotti.
- Ampia scelta di esecuzioni e conformazioni.
- Costruzione semplice con acciaio inossidabile austenitico aisi serie 300.
- Limitato numero di componenti con manutenzione ridotta al minimo.
- Estrema silenziosità.
- Garanzia spirax sarco per supporto tecnico, esperienza e assistenza a livello mondiale.

Glossario

ARIA AMBIENTE	Aria che circonda un oggetto non soggetto al trattamento o al riscaldamento artificiale.
Aria esterna	Aria atmosferica esterna rispetto uno spazio condizionato o refrigerato.
Aria ricircolo	Aria di ritorno passata attraverso un condizionatore prima di essere ridistribuita nello spazio condizionato.
Aria satura	Aria umida nella quale la pressione parziale del vapore acqueo è uguale a quella del vapore dell'acqua alla temperatura dell'aria stessa. Ciò avviene quando l'aria secca e il vapore d'acqua saturo si trovano alla stessa temperatura del bulbo secco.
Aria secca	Aria prodotta mediante rimozione di tutto il vapore acqueo e dei vari contaminanti dall'aria atmosferica.
Aria umida	Miscela di aria secca e vapore acqueo. La quantità di vapore acqueo varia da un punto zero ad uno massimo denominato di saturazione che dipende dalla temperatura e dalla pressione dell'aria.
Condizioni standard dell'aria	Aria secca a una pressione di 760 mm Hg a 15°C e con un volume specifico di 0,8159 m ³ /kg.
Post-riscaldamento dell'aria	In un sistema di condizionamento dell'aria il post-riscaldamento è la fase finale del trattamento quando la temperatura dell'aria risulta troppo bassa.
ASSORBIMENTO	Processo nel quale un materiale, estraendo una o più sostanze presenti in atmosfera o in una miscela di gas o di liquidi, subisce una alterazione fisica o chimica non permanente.
CALORE SENSIBILE	Calore associato al cambio di temperatura; specifico scambio di calore con variazione della temperatura in contrasto con lo scambio di calore dove avviene un cambiamento di stato (calore latente) senza variazione della temperatura.
CALORE SPECIFICO	Rapporto fra la quantità di calore richiesta per aumentare di un grado la temperatura di una data massa di una sostanza qualsiasi e quella richiesta per una sostanza standard di riferimento. (Solitamente acqua a 15°C)
COEFFICIENTE DI ESPANSIONE	Variazione di lunghezza per unità di lunghezza o variazione di volume per unità di volume di una sostanza per una variazione unitaria della temperatura.
CONDENSA	Liquido formato dalla condensazione di un vapore (normalmente acqueo). Nei sistemi a vapore la condensa è di fatto acqua condensata del vapore; nel condizionamento dell'aria, la condensa è l'acqua sottratta all'aria per esempio dalla condensazione sulla serpentina di raffreddamento di un refrigeratore.
CONDENSAZIONE	Processo di trasformazione del vapore in liquido dovuto all'abbassamento della sua temperatura o all'estrazione del suo calore. La condensazione del vapore acqueo può essere effettuata nei condensatori di vapore o nelle batterie di deumidificazione. L'acqua prodotta è denominata condensa.
CONDIZIONAMENTO DELL'ARIA	Processo di trattamento dell'aria per controllare allo stesso tempo temperatura, umidità, purezza e distribuzione della stessa per rispettare le richieste di comfort degli occupanti l'area da condizionare.
Estivo	Condizionamento dell'aria per ottenere condizioni di comfort che viene usato principalmente quando la temperatura e l'umidità esterne superano quella da mantenere all'interno.
Invernale	Riscaldamento, umidificazione, filtrazione e distribuzione dell'aria quando la temperatura esterna è al di sotto di quella interna.
Unità di condizionamento dell'aria	Insieme di apparati per il trattamento dell'aria che controlla allo stesso tempo temperatura, umidità, purezza e distribuzione dell'aria per rispettare le richieste di un'area da condizionare.

CONDIZIONI STABILI	Quando sia i parametri del sistema che le sue prestazioni misurate variano di poco nel periodo di tempo prefissato, il sistema si considera funzionante in condizioni stabili.
CONDIZIONI STANDARD	Una serie di condizioni fisiche e chimiche o un'altra serie di parametri che possono essere usati come punto di riferimento accettato con il quale confrontare nel tempo le condizioni di un sistema che si trovi in qualsiasi altro stato fisico.
CONTROLLO	Qualsiasi dispositivo per regolare il funzionamento del sistema o di un componente. Il metodo di controllo può essere manuale o automatico. In automatico, è implicito che risponda alle variazioni di pressione, temperatura o di altre proprietà la cui grandezza deve essere regolata.
Controllo di massima o di minima	Controllo automatico di sicurezza che reagisce alle eccessive variazioni della pressione e della temperatura di un gas o di un liquido o di altra sostanza, anche di corrente elettrica, e risponde limitando o impedendo il funzionamento dell'apparato controllato.
CONTROLLO MODULANTE	Effettua la regolazione della variabile controllata con variazioni continue e modulante: con incrementi o decrementi senza squilibri; la regolazione modulante può essere modificata e corretta dalla variazione di un secondo elemento (Controllo a due elementi).
DEUMIDIFICAZIONE	<ul style="list-style-type: none"> • Condensazione di vapore acqueo dall'aria raffreddandola al di sotto del punto di rugiada. • Rimozione di vapore acqueo dall'aria con mezzi chimici o fisici.
DEUMIDIFICATORE	<ul style="list-style-type: none"> • Refrigeratore dell'aria usato per diminuire il contenuto di umidità dell'aria che lo attraversa. • Dispositivo di assorbimento per eliminare l'umidità nell'aria.
DEUMIDIFICATORE A SUPERFICIE	Unità di condizionamento dell'aria progettata appositamente per raffreddare e deumidificare l'aria convogliandola su serpentine di raffreddamento bagnate.
DIFFUSORE ARIA	Bocca di efflusso circolare, quadrata o rettangolare per la distribuzione dell'aria, generalmente collocata sul soffitto che distribuisce l'aria fornita su piani e direzioni diversi. Viene normalmente disposta in modo da favorire la miscelazione dell'aria primaria con quella secondaria dell'ambiente.
EFETTO UMIDIFICANTE	Calcolato come il calore latente della vaporizzazione dell'acqua a una temperatura media di evaporazione moltiplicato per il numero di kg di acqua evaporata all'ora, in kJ/h.
ENTALPIA (Calore totale specifico)	Energia totale nel vapore: corrisponde semplicemente alla somma dell'entalpia del liquido con quella di evaporazione.
ENTALPIA DEL LIQUIDO	Calore richiesto per portare l'acqua alla sua temperatura di ebollizione. Per esempio alla pressione atmosferica (0 bar g), l'acqua bolle a 100°C ed è richiesta una energia di 419 kJ per riscaldare un kg di acqua da 0°C alla temperatura di ebollizione.
ENTALPIA DI EVAPORAZIONE	Quantità di calore necessaria per modificare lo stato dell'acqua, alla sua temperatura di ebollizione, in vapore. Come conseguenza della somministrazione del calore non si ha variazione di temperatura della miscela acqua/vapore, perchè tutta l'energia viene utilizzata per cambiare lo stato da liquido (acqua) a gassoso (vapore). Ad esempio alla pressione atmosferica (0 bar g) è necessaria una energia di 2257 kJ per evaporare un kg di acqua a 100°C in un kg di vapore a 100°C.
FASE	Termine usato in termodinamica per descrivere i tre stati della materia: solido, liquido o gassoso.
IGROMETRO	Strumento che reagisce alle condizioni di umidità (in genere Umidità Relativa) nell'aria circostante.
INFILTRAZIONE	Aria che affluisce da un'area a pressione ed umidità più elevate verso un'area a pressione ed umidità inferiori (attraverso un tiraggio od una sconnessione in una costruzione).
INFILTRAZIONI D'ARIA	Metodo per misurare la perdita o l'infiltrazione di aria da o verso un ambiente o un edificio, in termini di volumi dell'ambiente o dell'edificio.
ISOLANTE DI RIEMPIMENTO	Materiale granulato, frammentato o in polvere ottenuto da componente vegetale, animale o minerale per isolare lo spazio umidificato/condizionato.
ISOLANTE DI RIVESTIMENTO	Materiale isolante per il rivestimento di serbatoi chiusi o di tubazioni per fluidi per limitare la perdita di temperatura o l'assorbimento di calore.
LAMINAZIONE	In un sistema di umidificazione la laminazione è un fenomeno che si verifica nelle valvole dell'umidificatore sovradimensionate quando il vapore erode sede e otturatore della valvola. Ciò si deve al funzionamento prolungato in condizioni di basso carico quando l'otturatore lavora in laminazione molto prossimo alla sede di passaggio.
LEGGE DELLE PRESSIONI PARZIALI	Enuncia che ciascun componente di una miscela di gas si comporta dinamicamente come se fosse l'unico ad occupare lo spazio. È il principio di Dalton: la somma delle pressioni individuali dei gas costituenti una miscela è uguale alla pressione totale della stessa.
OZONO	Ossigeno tri-atomico (O ₃): usato qualche volta nel condizionamento dell'aria o in depositi frigoriferi per eliminare gli odori; in elevati valori di concentrazione può essere tossico.

PRESSIONE	Forza normale esercitata da liquido o gas omogeneo, per unità di superficie, sulle parete di un contenitore o su altre superfici.
Assoluta	Pressione di un fluido misurata con inizio scala da condizioni di vuoto perfetto (zero bar a)
Caduta di pressione	Perdita di pressione statica nella pressione del fluido lungo una distanza quale quella da una estremità all'altra di un condotto, dovuta a d attrito, ecc.
Critica	Vapore che corrisponde allo stato critico della sostanza per il quale le fasi liquide e di vapore hanno proprietà identiche l'una all'altra.
Del vapore	Pressione parziale esercitata dal vapore acqueo espressa in millibar. Per una data temperatura del bulbo secco, l'aria può trattenere qualsiasi quantità di umidità fino al punto di saturazione. Con minore quantità di umidità di quella richiesta per la saturazione, la pressione parziale della umidità cade al disotto di quella richiesta alla saturazione. Questa è denominata pressione del vapore.
Di funzionamento	Pressione misurata in un punto di riferimento durante il funzionamento di un sistema, esempio impianto, a vapore o di refrigerazione.
Idrostatica	Forza normale per unità di superficie esercitata da un fluido che si muove su un corpo immerso infinitamente piccolo, se quel corpo fosse trasportato con il fluido.
Relativa	Pressione di un fluido misurata con inizio scala dalle condizioni standard della pressione atmosferica; detta anche pressione manometrica. È in pratica la differenza fra la pressione assoluta e la pressione atmosferica.
Saturazione	Pressione di saturazione di una sostanza pura a una data temperatura: pressione alla quale il vapore e la fase liquida o il vapore e la fase solida possono coesistere in equilibrio stabile.
Statica	Scopo del ventilatore è muovere l'aria. Quando l'aria si muove in un condotto per condizionamento od umidificazione, si verifica una resistenza al flusso che viene denominata pressione statica.
PROCESSO ADIABATICO	Processo termodinamico durante il quale nessun calore viene ceduto o aggiunto al sistema.
PSICROMETRIA	Scienza che determina le proprietà termodinamiche dell'aria umida e l'utilizzo di dette proprietà. Analizza anche le condizioni e i processi che si riferiscono all'aria umida.
PSICROMETRO	Strumento per misurare l'umidità Relativa per mezzo delle temperature del bulbo umido e del bulbo secco.
PUNTO CRITICO	Riferito allo stato di una sostanza. È un punto specifico per il quale il liquido e il vapore hanno proprietà identiche. Tale punto definisce temperatura, pressione e volume critici. Sopra i valori critici di temperatura o pressione, non esiste una linea di demarcazione fra la fase liquida e quella gassosa.
PUNTO DI RUGIADA	Temperatura alla quale l'aria, con qualsiasi contenuto di umidità, deve essere raffreddata per giungere la sua saturazione e iniziare la condensazione del suo vapore.
RAFFREDDAMENTO / RISCALDAMENTO	Sistema multifunzionale di trattamento dell'aria a mezzo di ventilazione, circolazione e filtrazione dell'aria e di trasferimento del calore attraverso un controllo del raffreddamento e del riscaldamento.
RICAMBIO D'ARIA	Immissione di aria nuova, depurata o ricircolata nello spazio da condizionare, un processo che si misura con il numero di ricambi completi dell'aria nell'unità di tempo.
RINVENIMENTO	Definizione del contenuto di umidità in un materiale igroscopico come percentuale del suo peso a secco, in equilibrio con l'aria a una temperatura specifica e a varie umidità relative.
SATURAZIONE	Condizione di coesistenza in equilibrio stabile fra il vapore e il liquido, o fra il vapore e la fase solida della stessa sostanza. Un esempio è il vapore che si rileva sull'acqua dalla quale è stato generato.
Grado di saturazione	Rapporto fra l'umidità specifica di un campione di aria umida e quella di un campione di aria satura alla stessa temperatura e pressione, in genere espresso in percentuale.
SATURAZIONE ADIABATICA	Nel condizionamento dell'aria il processo di saturazione adiabatica viene effettuato per portare in saturazione l'aria in camere dotate di appositi sistemi di polverizzazione per l'acqua. La saturazione avviene con perdita di calore (entalpia) dell'aria e con corrispondente aumento entalpico dell'acqua che assorbendo calore e vapore fino alla saturazione dell'aria. L'aria viene cioè raffreddata dall'evaporazione dell'acqua. Usando il diagramma psicometrico, l'umidificazione a mezzo di acqua segue la linea della temperatura del bulbo umido.
SCAMBIATORE DI CALORE	Dispositivo progettato specificamente per trasferire calore tra due fluidi separati fisicamente tra loro.

TEMPERATURA	Lo stato termico della materia con riferimento alla sua tendenza a trasferire calore alla materia con cui è in contatto.
Ambiente	Temperatura di ogni ambiente, ad esempio un locale nel quale un frigorifero sia collaudato o stia funzionando; o un locale condizionato per il benessere degli occupanti. Temperatura ambiente è il termine usato familiarmente per descrivere la temperatura che si trova abitualmente nelle abitazioni.
Assoluta	Temperatura espressa in gradi Kelvin.
Bulbo secco	Temperatura dell'aria indicata dal termometro che non viene influenzato dall'umidità dell'aria.
Bulbo umido	La temperatura più bassa indicata dal bulbo inumidito del termometro esposto alla corrente d'aria.
Differenziale	Differenza tra due temperature, es.: fra la temperatura dell'aria ambiente e quella dell'aria che viene immessa nell'ambiente.
Differenziale media	Differenza media fra la temperatura (variabile) di un fluido che riceve calore e quella del fluido che gli cede calore.
Di saturazione	Temperatura di un fluido che costituisce il punto di ebollizione corrispondente a una data pressione ovvero la temperatura di evaporazione o di condensazione.
Radiante media	Temperatura radiante media (MRT) di un contenitore nero uniforme nel quale un corpo solido o un occupante potrebbe scambiare la stessa quantità di calore radiante come in un ambiente esistente non uniforme.
Zero assoluto	Punto zero sulla scala Kelvin pari a una temperatura di $-273,16^{\circ}\text{C}$
TERMODINAMICA	Scienza dell'energia termica e della sua trasformazione in e da altre forme di energia.
Proprietà	Le qualità utilizzate per definire la condizione di una sostanza quali temperatura, pressione, volume, entalpia ed entropia.
TERMOSTATO	Dispositivo automatico di controllo attivato dalla temperatura e progettato per eseguire un'azione di controllo della temperatura stessa.
Azione diretta	Strumento per attivare un circuito di controllo in corrispondenza di alta temperatura.
UMIDITÀ	Vapore acqueo presente in un dato spazio.
Assoluta	Peso effettivo di vapore acqueo in una massa d'aria espressa in kg di acqua per kg d'aria.
Percentuale	Rapporto fra l'umidità specifica di aria umida e quella dell'aria satura alla stessa temperatura e pressione, in genere espresso in percentuale (grado o rapporto di saturazione).
Relativa	Rapporto fra l'effettiva quantità di umidità in un dato volume di aria e quella della umidità richiesta per la saturazione del volume stesso.
Rapporto di (od anche rapporto di miscelazione)	Rapporto fra la massa di vapore acqueo e quella dell'aria secca contenuta nel campione d'aria.
Specifica	Rapporto fra la massa di vapore acqueo e la massa totale di un campione di aria umida. (es. Kg di umidità / Kg tot di aria)
UMIDIFICATORE	Dispositivo per aggiungere umidità all'aria.
UMIDIFICAZIONE	Aggiunta di vapore acqueo all'atmosfera o di vapore acqueo o di umidità a materiali qualsiasi.
UMIDOSTATO	Dispositivo di regolazione attivato da variazioni di umidità, usato per il controllo automatico dell'Umidità Relativa.
VAPORE	Gas particolarmente vicino all'equilibrio con la fase liquida di una sostanza e che non segue le leggi dei gas. Alcuni tipi sono usati al posto di gas per i refrigeranti.
Vapore saturo secco	Vapore alla temperatura di saturazione corrispondente alla sua pressione che non contiene acqua in sospensione.
Vapore saturo umido	Vapore alla temperatura di saturazione corrispondente alla sua pressione ma che contiene particelle di acqua in sospensione.
Vapore surriscaldato	Vapore a una temperatura più alta di quella di saturazione corrispondente alla sua pressione.
VENTILATORE	Dispositivo per la movimentazione dell'aria che comprende un dispositivo rotante di propulsione ad azione centrifuga o radiale ed un involucro di contenimento.
VENTILAZIONE	Processo di alimentazione o rimozione dell'aria con mezzi meccanici o naturali da o verso qualsiasi spazio. Detta aria può essere condizionata o non.
VOLUME SPECIFICO	Volume occupato da una massa unitaria di aria insieme al suo contenuto di umidità a una data temperatura del bulbo secco.
ZONA DI COMFORT	Campo di temperature /umidità per le quali la maggior parte degli esseri umani avverte la sensazione di benessere.



spirax
/sarco

Spirax-Sarco S.r.l.
Via per Cinisello, 18 - 20834 Nova Milanese (MB)
Tel.: 0362 49 17.1
Fax: 0362 49 17 307
www.spiraxsarco.com/it