

HUMIDIFICACIÓN DEL AIRE EN LOS HOSPITALES APLICACIONES MEDIOAMBIENTALES

Por DEPARTAMENTO TÉCNICO DE CONDAIR HUMIDIFICACIÓN, S.A.

1. UN BREVE BOSQUEJO DE ACTIVIDADES EN LA INGENIERÍA DEL MEDIO AMBIENTE

Después de muchos años de investigación, hay compañías capaces de ofrecer numerosas soluciones individuales sobre acondicionamiento de aire en quirófanos, salas de cirugía, unidades de vigilancia intensiva, patología, obstetricia, laboratorios, salas de rayos X, así como para habitaciones individuales o comunes, en dependencia de las necesidades.

El éxito logrado en este delicado sector puede atribuirse al principio de fabricación, y al diseño de los humidificadores, cuya función imita a la naturaleza — asombrosamente simple, pero muy eficaz.

La misión más importante de la climatización en los hospitales, por ejemplo, es la defensa de los pacientes frente a la contaminación. En ninguna otra parte podrá hallarse en un espacio tan reducido, tal abundancia de organismos patógenos que sean tan resistentes a la medicación y a la desinfección por su inmunización: un elevado riesgo de infección para todas las personas vulnerables y propensas. Estos organismos mueren cuando se produce vapor; por ejemplo, cuando el agua se calienta a temperatura por encima de los 100 °C. Por ello, se introduce vapor esterilizado en la corriente de aire. Al mismo tiempo, los minerales solubles en el agua permanecen en el generador de vapor, asegurando una humidificación libre de gérmenes y sin condensación. Mediante una colaboración intensa con organismos científicos, un departamento de ingeniería y desarrollo, un control de calidad preciso y una importancia especial al servicio y mantenimiento, se logra superar el estado actual de la técnica. Las soluciones a aplicaciones específicas de los clientes merecen mención especial; desde los hospitales civiles más grandes hasta las clínicas médicas individuales, en todas partes se aplica el sistema apropiado.

2. ¿POR QUÉ ES NECESARIA LA HUMIDIFICACIÓN EN LOS HOSPITALES?



La necesidad de los sistemas de climatización y de ventilación en los hospitales es prácticamente indiscutible hoy en día. Desde el punto de vista higiénico los hospitales representan la mayor demanda en la tecnología de la climatización que, entre sus principales misiones está la protección de los pacientes contra infecciones. Los organismos patógenos (productores de enfermedades) son especialmente numerosos en los hospitales y con frecuencia muy resistentes a la medicación y a la desinfección por su inmunización. Por otra parte un paciente debilitado por su enfermedad es más propenso a la infección que una persona sana. Los lugares húmedos y polvorientos son un foco de incubación ideal para los microorganismos como las bacterias y los hongos. Para impedir la formación y propagación de estos patógenos por los conductos de aire es imprescindible en los hospitales una limpieza absoluta y un control de las corrientes de aire. Otro requisito importante es el mantenimiento prescrito de las condiciones del aire ambiental mediante la regulación de la temperatura y la humedad del aire. Estudios científicos han demostrado que la posibilidad de supervivencia y/o el tiempo de supervivencia de las bacterias son más bajo con una humedad relativa del 50%.

Para ciertas enfermedades y lesiones, tales como quemaduras, operaciones de la laringe y otras relacionadas con los pulmones, es esencial para la recuperación y la convalecencia disponer de una humedad suficientemente alta.

Los niveles de humedad deben mantenerse durante las veinticuatro horas del día y con una tolerancia de $\pm 3\%$ de humedad relativa. Para conseguir un control individual de la humedad en determinadas habitaciones se precisan los humidificadores de ambiente.

3. CONDICIONES DE PLANIFICACIÓN

El funcionamiento fiable de las instalaciones de climatización en un hospital exige unas condiciones muy precisas respecto a una planificación e instalación experta, así como a un mantenimiento esmerado. Seguidamente algunas condiciones importantes a tener en cuenta en la planificación:

1. Para prevenir la transmisión de gérmenes y olores entre habitaciones individuales y salas comunes hay que realizar las mediciones preventivas adecuadas. En particular, el aire sin tratar no debe circular incontrolado a través de puertas, pasillos, patios y conductos de aire abiertos.

2. Para prevenir el desarrollo de cualquier foco de colonias de microorganismos todos los elementos conductores de aire tienen que estar libres de polvo y ser accesibles fácilmente para su limpieza y desinfección. Si es posible, se evitarán las superficies húmedas y mojadas. Deshumidificadores, refrigeradores de aire, filtros de partículas, mezcladores de aire y los conductos de aire deficientemente aislados son particularmente molestos en este campo. Prácticamente en todos los casos los fenómenos de condensación son la causa de las superficies húmedas y mojadas. Más adelante se tratará en detalle los problemas de la humidificación.

4. LAS BASES

Una de las funciones del aire acondicionado en los hospitales es el mantenimiento del clima interior adecuado y la eliminación de microorganismos, gases anestésicos, olores, polvo, etc. del aire.

Por ello, es por lo que se precisa climatización en las salas de operaciones, unidades de vigilancia intensiva, patología, obstetricia, laboratorios, salas de rayos X y otras salas clínicas (en tanto sea necesario). Las condiciones sobre la calidad del aire en las habitaciones difieren de una zona a otra. La Tabla I ofrece una relación de las principales directrices. Al establecer los valores requeridos deben tenerse en cuenta las directrices normalizadas (UNE 100713:2005) junto con las indicaciones de los médicos.

TABLA I		
Clase de habitación	Calidad de aire ambiental recomendada	
	Temp. (°C)	Hum. Rel. (%)
Quirófanos	22-26	45-55
Paritorios	24-26	45-55
Sala despertar	22-26	45-55
Medicina intensiva	24-26	45-55
Cuidados especiales	24-26	45-55
Cuidados de enfermos infecciosos	24-26	45-55
Cuidados prematuros	24-26	45-55
Cuidados recién nacidos	24-26	45-55
Habitaciones con camas para hospitalización	24-26	45-55

5. HUMIDIFICACIÓN IDEAL HIGIÉNICA DEL AIRE POR VAPOR EN LOS HOSPITALES

Los humidificadores de vapor correctamente instalados son, en cualquier caso, la solución ideal desde el punto de vista higiénico: el vapor caliente a más de 100 °C destruye todos los gérmenes. El vapor aportado a la corriente de aire es esterilizado. Las sales minerales disueltas en el agua quedan retenidas en el generador de vapor, de forma que el aire se humidifica y se mantiene libre de polvo. Para asegurarse que se consiguen totalmente las ventajas de la humidificación por vapor deben tenerse en cuenta las características físicas específicas del sistema y la configuración del equipo en la planificación de la instalación de aire acondicionado.

1. Los humidificadores han de seleccionarse de modo que suministren el vapor a la corriente de aire sin formar condensación.

2. Hay que mantener un tramo de humidificación suficientemente largo para que la niebla de vapor, aun no mezclada con el aire, no se condense en los obstáculos de la corriente, tales como codos, ventiladores, filtros, etc.

3. Los higrostatos de seguridad y/o los limitadores de humedad máxima deben instalarse en la zona de mezcla (véase Figura núm. 5: Nomograma de la sección de humidificación).

4. Si la lanza de distribución de vapor es demasiado estrecha para la distancia de absorción requerida, el volumen de vapor debe dividirse por varias lanzas.

5. La aportación de aire se controlará mediante caudalímetros, con lo que al presentarse algún problema se cerrará la entrada de vapor.

6. Importancia especial tienen los limitadores de humedad máxima y los higrostatos de seguridad con alarma.

7. Para facilitar la instalación y el mantenimiento hay que prever trampillas de registro próximas a las lanzas de distribución de vapor.

8. Las instalaciones de proyecto especial para las salas de operaciones o similares llevarán como mínimo un filtro escalonado después del humidificador de vapor. Los higrostatos de seguridad se instalarán delante de los filtros de partículas.

9. Cuando el vapor para la humidificación se produce en un calentador o convertidor de vapor, se tendrán en cuenta los puntos siguientes:

a) Debido al posible riesgo sanitario, el agua al evaporar no debe contener ningún agente anticorrosivo.

b) Usar exclusivamente agua fresca de calidad sanitaria (red de agua potable) o agua totalmente desmineralizada. No debe usarse agua descalcificada sin diluir.

c) Para prevenir la formación de olores hay que limpiar frecuentemente los fondos del depósito del calentador o del convertidor.

d) Tanto los tubos de vapor como de condensación deberán ser instalados por profesionales. El conducto de ventilación debería ser impermeable.

e) El humidificador de vapor ha de ofrecer una seguridad máxima frente a las fugas de agua condensada por la lanza de distribución de vapor tanto en el arranque como en servicio, así como ante posibles fallos del sistema de vapor.

10. Los humidificadores con su propio sistema generador de vapor utilizan normalmente agua sanitaria corriente sin tratar.

Si se cumplen las normas de instalación y servicio indicadas, todos estos elementos se atenderán a las exigencias más estrictas en toda el área hospitalaria

6. HUMIDIFICADORES DEL AIRE MEDIANTE VAPOR EN LOS HOSPITALES

Existen aparatos productores de vapor potentes y sencillos para la humidificación del aire en las instalaciones de climatización o —junto a una unidad de ventilación— para la humidificación directa del aire ambiente. Estos aparatos producen el vapor de agua partiendo de agua corriente sanitaria (calidad de agua potable). En un cilindro de vapor vertical con calentamiento por resistencias o electrodos se vaporiza sin presión. El humidificador gobierna y controla el funcionamiento de forma totalmente automática, regulando constantemente la adaptación a la calidad del agua y señalizando también la necesaria sustitución del cilindro de vapor, o su limpieza, según el tipo de cilindro instalado, así como las averías por falta de agua o sobrecorriente.

A continuación se detallan los distintos sistemas existentes de humidificadores mediante vapor y las características de cada uno de estos (véanse Figuras 1, 2, 3 y 4).

6.1. HUMIDIFICADORES DEL AIRE MEDIANTE ELECTRODOS



FIGURA 1 - Humidificador del aire mediante electrodos Condair CP3

Beneficios básicos del humidificador de vapor mediante electrodos.

Higiene

Debido a la elevada temperatura, la humidificación mediante vapor es absolutamente esterilizada e higiénica.

Instalación

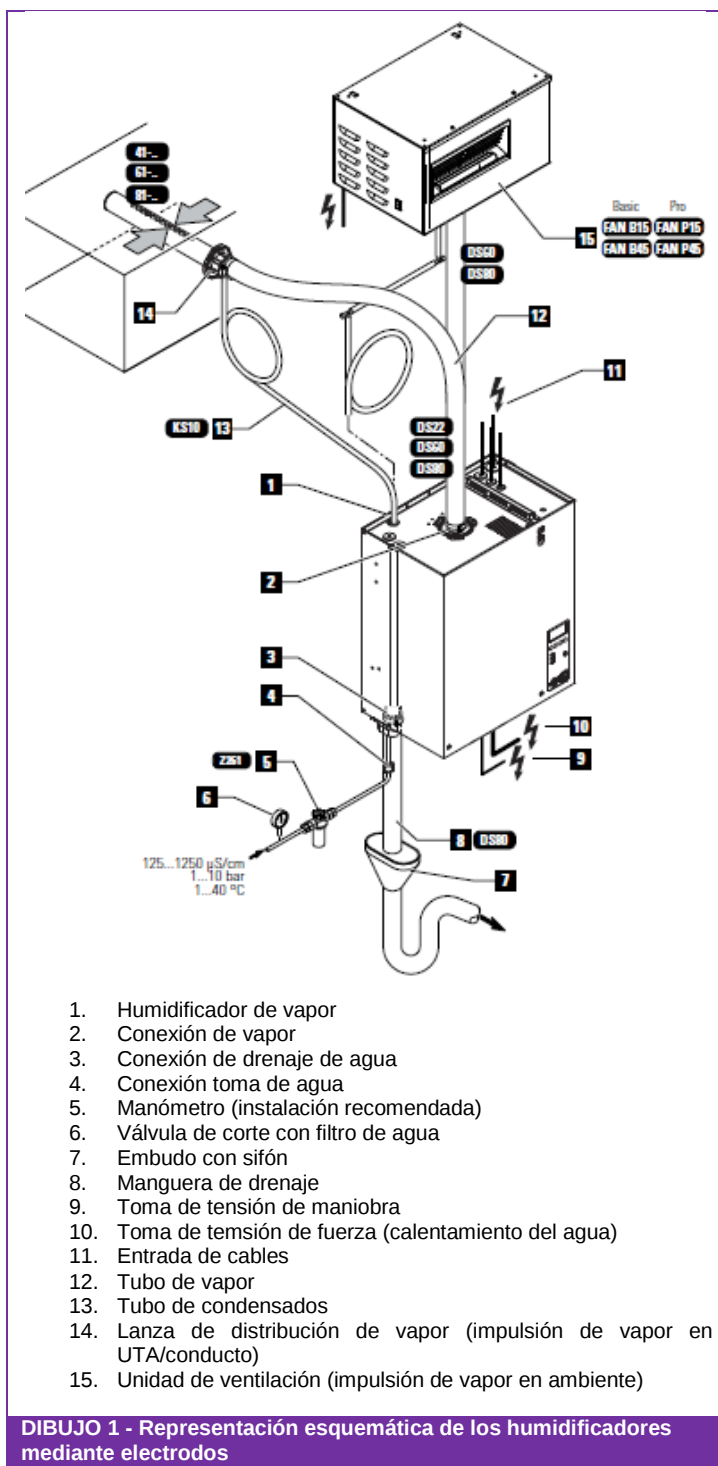
La construcción es muy compacta, por eso es posible instalarlos fácilmente en el conducto.

El principio de funcionamiento es isotérmico por eso no es necesario instalar un sistema adicional de calefacción (véase *Dibujo 1*).

Concepto del producto

Esta nueva generación de humidificadores por electrodos ha desechado ya la necesidad de tener que adquirir los equipos que ya tienen predeterminada la capacidad mínima y máxima de producción de vapor, lo que en muchos casos obligaba a tener que aceptar equipos de capacidad superior a las necesidades, y por tanto comprar kilogramos de vapor que nunca iban a ser usados.

El innovador sistema de estos equipos permite con una tarjeta SIM eliminar este problema: la capacidad de vapor corresponde exactamente a la producción necesaria, dentro de los márgenes de capacidad de 4 a 15 kg/h y a partir de 16 a 45 kg/h. La capacidad máxima de rendimiento es programada y guardada en la tarjeta electrónica. En el caso de necesidades de más de 45 kg/h se ofrece unidades independientes [maestro-esclavo(s)] hasta cuatro equipos, unidas entre sí pero independientes hasta una producción de hasta 180 kg/h. Posibilidad de ampliar en cualquier momento la capacidad de producción de los equipos sin tener que cambiar la unidad, adquiriendo sólo la SIM con los kg/h de producción de vapor que realmente hace falta. El cliente compra y paga únicamente la producción exacta, ni más ni menos que los kg/h de vapor que necesita, eso es posible gracias al CP3-SIM.



Agua

El uso con agua potable es posible. No es necesario tratar el agua. No está permitido el uso de agua desmineralizada y el uso de agua tratada no es recomendable. La conductividad del agua tiene necesariamente que estar entre 125 a 1.250 µS/cm, de lo contrario no es posible que este sistema funcione.

Mantenimiento

Menor cantidad de piezas de repuesto y reducido almacenaje de piezas de recambio, al tratarse de sólo dos tamaños de unidades base, sea cual sea la capacidad de los equipos requerida (de 5 a 180 kg/h) los repuestos necesarios a mantener en *stock* para un buen e inmediato servicio de mantenimiento se reduce al mínimo.

La independencia del sistema maestro/esclavo permite que en el caso de mantenimiento o avería se pueda desconectar sólo uno y se pueda mantener funcionando el resto de los equipos, con lo que la humidificación no tendría que ser suprimida del todo. En el caso de una unidad/carcasa con dos cilindros o más, que es como lo tienen diseñado algunos equipos del mercado, eso no es posible, el equipo ha de desconectarse e interrumpir totalmente la aportación de humedad tanto en el caso de avería como de mantenimiento. En función de la conductividad del agua, el cilindro ha de ser sustituido cuando está lleno. Se sustituye en pocos minutos en el caso de cilindro desechable y se limpia fácilmente en el caso del reutilizable, por ello prácticamente no hay interrupción de funcionamiento y siempre se dispone de un aparato renovado. Para las necesidades individuales se ofrecen dos diferentes tipos de cilindros:

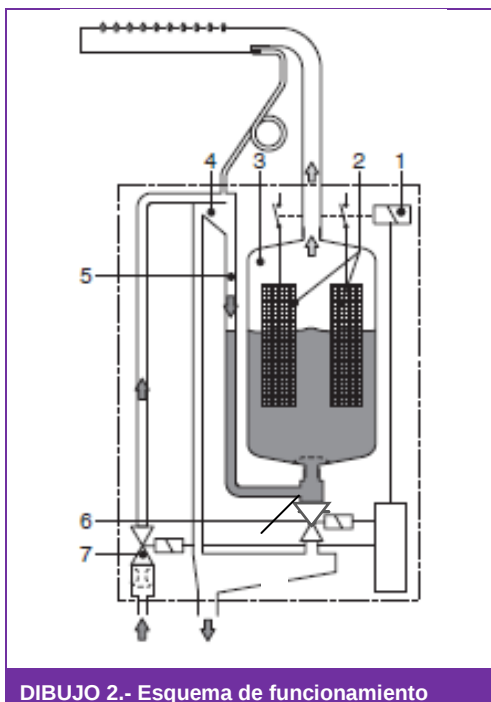
- **Cilindro desechable:** El cambio del cilindro es rápido lo puede sustituir cualquier persona.
- **Cilindro limpiable:** El cilindro se puede limpiar varias veces y volver a instalar. También es posible limpiar los electrodos si se desea o cambiarlos. Eso ahorra material y es ecológico.

La opción a escoger está principalmente supeditada al personal de mantenimiento que se disponga y a la conveniencia de la empresa usuaria de los equipos.

Funcionamiento

Por medio del regulador de humedad de la instalación (higrostat, etc.) se conecta la corriente calefactora. Cuando se requiere vapor, los electrodos (2) son alimentados con tensión a través del contactor principal (1). Simultáneamente la válvula de alimentación (7) abre y entra agua al cilindro de vapor (3) por la parte inferior a través de la cubeta de llenado (4) y la línea de alimentación (5). Tan pronto como los electrodos entran en contacto con el agua, la corriente empieza a fluir entre los electrodos, calentando y evaporando finalmente el agua. A más superficie de electrodo en contacto con el agua, más alto es el consumo de corriente y por tanto la capacidad de calentamiento.

Una vez alcanzada la capacidad de vapor requerida, la válvula de alimentación cierra. Si la producción de vapor decrece por debajo de un cierto porcentaje de la capacidad requerida, debido a la disminución del nivel de agua (a causa del proceso de evaporación o drenaje) la válvula de alimentación abre hasta que la capacidad requerida se restablece de nuevo. Si se requiere una cantidad de vapor menor, la válvula de entrada se cerrará hasta que se haya vuelto a alcanzar el caudal deseado por disminución del nivel de agua (proceso de evaporación).



Como resultado del proceso de evaporación, la conductividad del agua aumenta debido al incremento de concentración de sustancias minerales. Si este proceso de concentración no se detuviera, con el tiempo se produciría un consumo de corriente excesivo. Para evitar que esta concentración supere un valor no adecuado para el funcionamiento normal, regularmente se purga una determinada cantidad de agua del cilindro de vapor y se cambia por agua fresca.

Dado que también se deposita cal y otras sales minerales de forma sólida en los electrodos del cilindro de vapor, éstos tienen que sustituirse tras un cierto tiempo en dependencia de la calidad del agua y del período de funcionamiento.

Control

Al emplear humidificadores de vapor en conducto, es necesario que el control sea modulante. En el mercado hay unidades preparadas para control continuo de la producción de vapor con la opción de usar el regulador integrado o uno externo. Dado que los electrodos necesitan estar cubiertos por agua para la producción de calentamiento, la regulación modulante en los humidificadores de electrodos parte del 20% de la capacidad de humidificación de la unidad, hasta el 100%.

6.2. HUMIDIFICADORES DEL AIRE MEDIANTE RESISTENCIAS



FIGURA 2 - Humidificador del aire mediante resistencias Condair RS

Beneficios básicos del humidificador mediante resistencias:

Higiene

Debido a la elevada temperatura la humidificación mediante vapor es absolutamente esterilizada e higiénica.

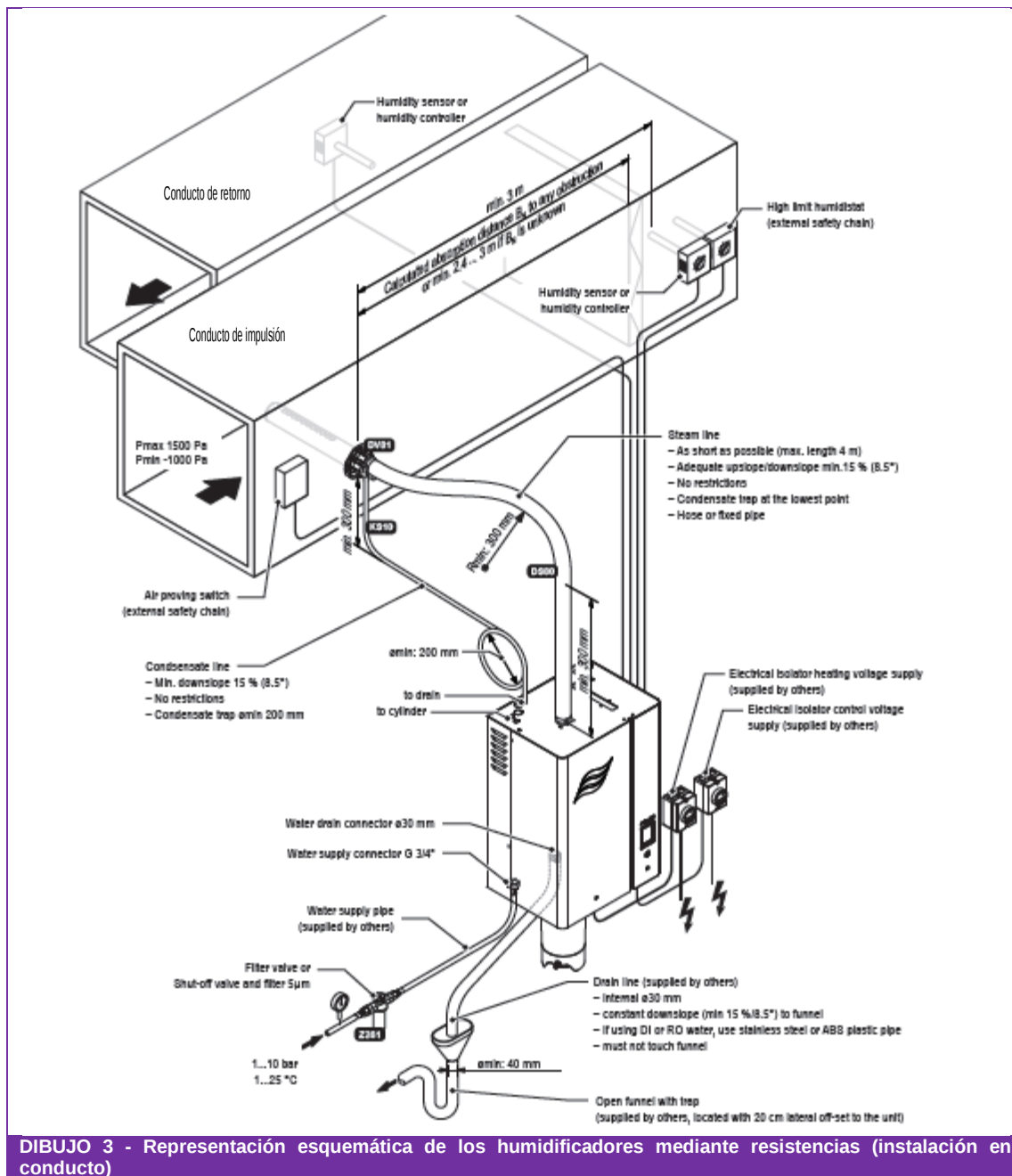
Instalación

La construcción es muy compacta por eso es posible instalarlos fácilmente en el conducto. El principio de funcionamiento es isotérmico por eso no es necesario instalar un sistema adicional de calefacción (véase Dibujo 3 en la página siguiente).

Concepto del producto

El novedoso y único **tratamiento de cal exclusivo** aumenta en primer lugar el tiempo de funcionamiento reduciendo drásticamente el mantenimiento y el tiempo de ejecución del mismo.

El área de entrada y salida de agua no es recorrida por agua caliente. Esta área es libre de cal y no puede bloquearse. La cubeta es de acero inoxidable, no requiere sustitución.



DIBUJO 3 - Representación esquemática de los humidificadores mediante resistencias (instalación en conducto)

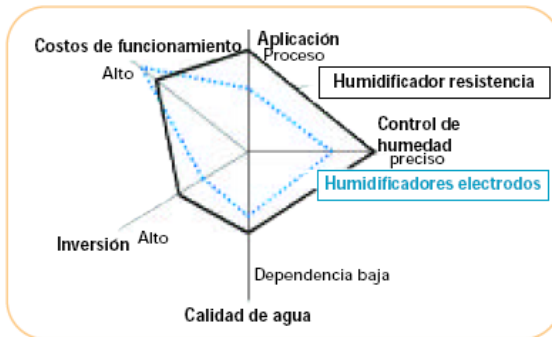
Agua

El uso con agua potable es posible. No es necesario tratar el agua. Si está tratada o completamente desmineralizada también se puede usar y esto mejora aún más los trabajos de mantenimiento, ya que han de hacerse solo de vez en cuando.

Mantenimiento

El mantenimiento tan sólo requiere un vaciado del cilindro de acero inoxidable y la extracción del recipiente colector de cal, vaciarlo y colocarlo nuevamente. El recipiente colector es fácil de quitar y se le vacía en tan sólo un instante. La periodicidad del vaciado depende totalmente de la calidad de agua por temporada.

GRÁFICO 1



Posicionamiento entre los humidificadores de vapor con resistencias y electrodos.

Control

Para requerimientos elevados a la precisión de control. Es posible controlar de 0...100% gracias al control semiconductor. Con equipo especialmente diseñado para procesos es posible una precisión de control de $\pm 2\%$. Usando agua completamente desmineralizada se alcanza hasta $\pm 1\%$. Precisión de control significa la diferencia entre la señal de demanda y de la salida efectiva.

Posicionamiento en el mercado entre los humidificadores de vapor con resistencias y/o electrodos

En el Gráfico, 1 que se incluye a continuación, se determina la posición de cada uno de estos dos sistemas, sus características, ventajas, aplicación e inversión.

6.3. Humidificadores del aire mediante gas



Humidificador del aire mediante gas Condair GS. Instalación interior.



Humidificador del aire mediante gas Condair GS. Instalación intemperie.

Beneficios básicos del humidificador mediante gas:

Higiene

Debido a la elevada temperatura la humidificación mediante vapor es absolutamente esterilizada e higiénica.

Instalación

La construcción es muy compacta, por eso es posible instalarlos fácilmente en el conducto.

El principio de funcionamiento es isotérmico, por eso no es necesario instalar un sistema adicional de calefacción.

Aspecto económico

El gas es más económico que la electricidad. La inversión es más alta en comparación con los humidificadores con energía eléctrica pero ésta se recupera después de unos meses de uso.

Uso de agua

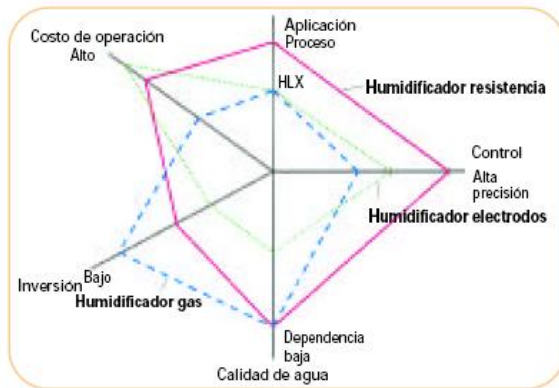
El uso con agua potable es posible. No es necesario tratar el agua. Si está tratada o completamente desmineraliza también se puede usar y esto mejora aún más, ya que los trabajos de mantenimiento se reducen al mínimo.

Grandes capacidades

El uso del gas es conveniente cuando la demanda es de grandes capacidades de producción de vapor porque las instalaciones eléctricas no siempre disponen de la potencia necesaria. Se fabrican en seis capacidades diferentes 40-80-120-160-200-240 kg/h de producción de vapor para usar en calefacción/ventilación/aire acondicionado y en el sector hospitalario.

FIGURA 3

GRÁFICO 2



Posicionamiento entre humidificadores del aire con una producción de vapor de 160 Kg/h

Mantenimiento

Preparado para conexión a gas natural o propano, cubeta de agua de acero inoxidable fácil de limpiar, eficacia térmica total superior al 90% con relación al valor calorífico bruto.

Control

El control de humedad es opcional: todo/nada, por etapas o proporcional. El rango de modulación parte de 10 kg/h hasta el 100% de la capacidad de la unidad.

Posicionamiento en el mercado entre los humidificadores de vapor con resistencias, electrodos y gas

En el Gráfico 2, que se incluye a continuación, se determina la posición de cada uno de estos tres sistemas, sus características, ventajas, aplicación e inversión.

6.4. LANZAS DISTRIBUIDORAS DE VAPOR PARA REDES DE VAPOR EXISTENTES

6.4.1. Redes de vapor de calidad sanitaria.

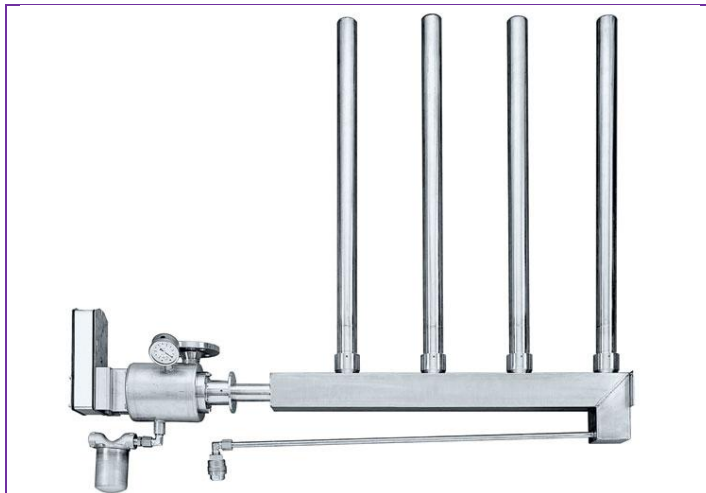


FIGURA 4 - Humidificador del aire para redes de vapor saturado Condair Esco

Lanzas **distribuidoras de vapor** para redes propias o existentes de vapor saturado con calidad sanitaria. Beneficios básicos de las lanzas distribuidoras de vapor para redes propias o existentes de vapor saturado.

Higiene

Debido a la elevada temperatura la humidificación mediante vapor es absolutamente esterilizada e higiénica.

Instalación

Sistema de distribución de vapor, humidificación isotérmico, exclusivamente para instalación en conductos de aire conectado a vapor de red con generador de vapor propio o red de vapor de calidad sanitaria ya

existente en la instalación. Entre las ventajas se puede destacar la válvula de disco rotativo cerámica absolutamente estanca al vapor que previene eficazmente la formación de condensado indeseado, innovación que resuelve los problemas hasta ahora existentes asociados a las válvulas de carrera vertical. El sistema garantiza una distribución uniforme del vapor por todo el conducto y la unidad compacta una conexión perfecta a las líneas de alimentación de vapor que ahorra problemas y gastos adicionales. El actuador para la válvula de disco rotativo ofrece una fiabilidad máxima y el purgador de vapor con flotador drena el agua a la entrada del vapor impidiendo la formación de condensado dentro del sistema de distribución de vapor.

Aspecto económico

En aquellos casos en que en las instalaciones a humidificar hay disponible calderas de vapor o en aquellos casos en las que la demanda de humidificación es muy alta resulta ser una buena solución con menores costes energéticos con respecto al sistema de vapor eléctrico.

Mantenimiento

Los trabajos de mantenimiento son prácticamente nulos, ya que la unidad de conexión compacta garantiza una conexión perfecta a la línea de alimentación de vapor.

Control

El control de humedad es modulante del 20% al 100% de la capacidad de la lanza de distribución de vapor.

6.4.2. Redes de vapor de calidad no sanitaria.



Humidificador del aire vapor/vapor Condair SE.
Instalación interior



Humidificador del aire vapor/vapor Condair SE.
Instalación intemperie

Humidificadores con intercambiador de acero inoxidable **vapor/vapor** para redes propias o existentes de vapor saturado sin calidad sanitaria.

Beneficios básicos del humidificador vapor/vapor:

Higiene

Humidificación mediante vapor absolutamente esterilizada e higiénica.

Instalación

Construcción compacta, con la posibilidad de instalación en interior o en intemperie.

El principio de funcionamiento es isotérmico, por eso no es necesario instalar un sistema adicional de calefacción.

Aspecto económico

Al emplear vapor de calidad no sanitaria, las redes de vapor son más económicas que en el caso de los equipos distribuidores de vapor de calidad sanitaria; sin embargo, el consumo energético es más elevado que empleando una red de vapor sanitario o humidificadores de gas. La inversión en el humidificador generalmente es más alta en comparación con las lanzas de distribución de vapor saturado.

Mantenimiento

Todos los elementos en contacto con el agua están fabricados en acero inoxidable. Es fácil de limpiar.

Control

Control de humedad modulante.

FIGURA 5

7. INDICACIONES DE PLANIFICACIÓN

Condición para una humidificación esterilizada por vapor es una planificación de montaje adecuada. El vapor tiene que ser absorbido correctamente por el aire, al objeto de evitar posibles condensaciones.

- Definición del caudal de vapor y determinación del tamaño de aparato.

La determinación exacta del consumo máximo de vapor se realiza según la fórmula:

$$m_D = \frac{V.p.}{1.000} \times (x_2 - x_1)$$

m_D en kg/h: consumo máximo de vapor por hora.

V en m³/h: volumen del porcentaje de aire exterior por hora.

p en Kg/m³: peso específico del aire (densidad).

x_2 en g/kg: humedad absoluta deseada del aire ambiental

x_1 en g/kg: humedad absoluta mínima del aire exterior.

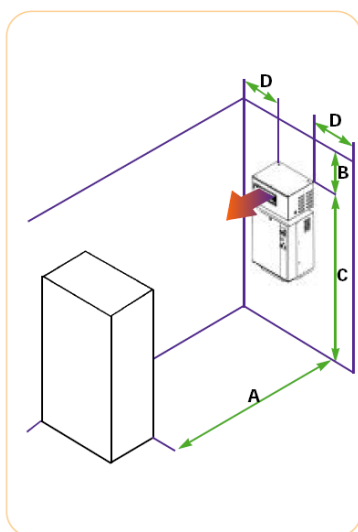
Los valores para p , x_2 y x_1 pueden verse en el diagrama

x , h para aire húmedo.

El humidificador no debe sobredimensionarse.

7.1. Humidificación directa en ambiente con aparato de ventilación

DIBUJO 4



Mediante la selección del lugar de montaje adecuado es posible conseguir una distribución uniforme de la humedad. Para evitar la formación de condensación hay que instalar el aparato de ventilación, de forma que el vapor no se expulse contra obstáculos y se mantenga también la distancia mínima necesaria al techo (véase Dibujo 4).

MONTAJE DE UNIDAD DE VENTILACIÓN EN AMBIENTE					
Para producción hasta	4 Kg/h	8 Kg/h	15 Kg/h	30 Kg/h	45 Kg/h
A mín.	2,0 m	3,0 m	6,0 m	8,0 m	10,0 m
B mín.	0,5 m	0,5 m	0,7 m	1,0 m	1,5 m
C ca.	2,0 m	2,2 m	2,2 m	2,2 m	2,2 m
D ca.	0,5 m	0,5 m	0,7 m	1,0 m	1,5 m

Las distancias mínimas que figuran en la tabla son aplicables para unos valores de ambiente de 15 °C y de máx. 60% HR. Si las temperaturas son más bajas y/o la temperatura del aire es mayor, los valores de deberán aumentar en correspondencia.

7.2. Humidificación en las instalaciones de ventilación y climatización (Uta/conducto)

La humidificación del aire por vapor en las instalaciones de ventilación y climatización requieren en su montaje, por una parte, la determinación correcta de las dimensiones de las lanzas de distribución de vapor y, por otra parte, una planificación precisa de la instalación de estas.

7.3. Capacidad de absorción del aire para el vapor de agua

La capacidad de absorción del aire para el vapor de agua viene determinada por las condiciones existentes del aire. La corriente de aire absorbe la humedad ofrecida en forma de vapor de agua, pero sólo hasta el límite del estado de saturación, del 100% H.R. Desde el punto de vista técnico de la climatización, es preciso mantener en el estado del aire después de la humidificación una distancia de seguridad respecto al estado de saturación (máximo normalmente 90%), con el fin de evitar la condensación en las paredes de los conductos.

7.4. Tramo de humidificación

TABLA II	
Parte de instalación	Distancia mínima
Codos, ventilador, etc.	$1 \times B_n$
Filtro fino	$1,5 \times B_n$
Filtro sustancias flotantes	$2,5 \times B_n$
Sonda de temperatura y humedad	$5 \times B_n$

El lugar de montaje de la lanza distribuidora de vapor se define previamente mediante el dimensionado de la instalación de climatización. En funcionamiento el vapor de agua que sale de la lanza de vapor es visible durante un cierto tramo. Sólo después de esta distancia, que se denomina como tramo de humidificación B_n , es suficiente ya la mezcla de vapor con el aire, con lo que no se produce ninguna condensación en las partes posteriores de la instalación. Dependiendo del elemento existente antes y/o después de la lanza de vapor, habrá que mantener unas distancias mínimas para la correcta absorción del vapor por el aire (véanse Tabla II y Figuras 6 y 7, en la página siguiente).

8. SELECCIÓN DE HUMIDIFICADORES

8.1. Tipos de humidificadores

Humidificadores de aire por vapor eléctricos con mando electrónico para la producción y emisión totalmente automática de vapor libre de minerales, inodoro y esterilizado. Con regulación autoadaptativa del agua para una rentabilidad máxima. Conexión directa a todas las redes usuales de suministro de agua. Manejo con un sólo pulsador con dos pilotos de señales para la indicación del estado de servicio. Aviso de averías colectivo con contacto de relé libre de potencial. Totalmente integrado en la carcasa del armario para montaje mural.

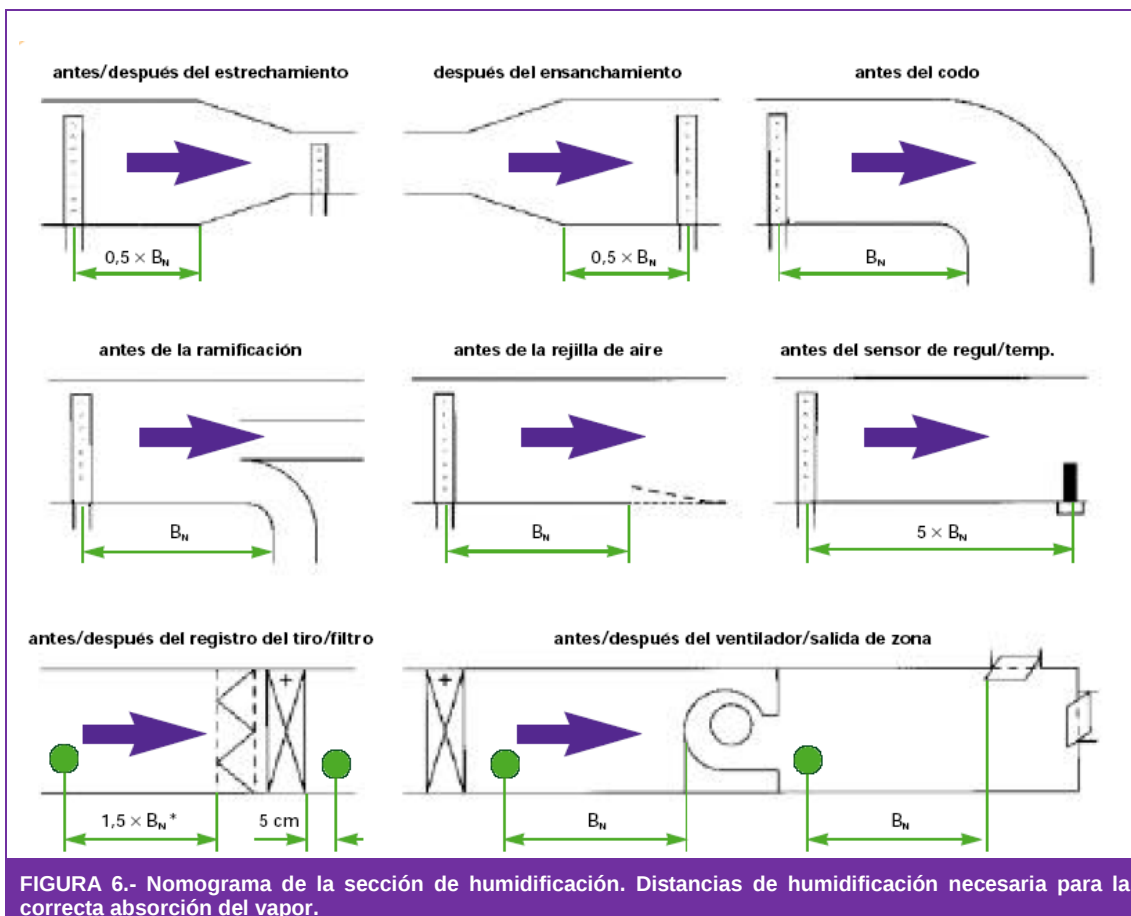
9. ACCESORIOS PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL VAPOR

La distribución del vapor en el aire se realiza en la humidificación directa al ambiente por medio de una unidad de ventilación o con una lanza distribuidora de vapor en el caso de montaje en un conducto de aire.

9.1. Lanzas distribuidoras de vapor para montaje en conducto

Cuando la aportación de humedad es la calculada y se emplea la necesaria, se evita una sobre-humidificación en los conductos; de aportarse una producción mayor de humidificación en los conductos se derivan muchos y serios problemas entre los que destacan:

1. Las distancias de absorción deberían de ser mucho mayores.
2. La posibilidad de condensaciones debido a que el aire no es capaz de absorber el exceso de humedad innecesaria.
3. La formación de agua en la base de climatizadores y conductos que podrían originar problemas de contaminación de bacterias.
4. Con equipos de mayor capacidad que la estrictamente indispensable el consumo de agua y la aportación de humedad innecesaria sólo supondrían gastos y problemas. De acuerdo con el ancho del conducto se seleccionará siempre la lanza distribuidora de vapor más larga posible.



9.1.2. Selección de las lanzas distribuidoras de vapor para montaje en conducto y definición de la sección de humectación

Humedad de entrada $\phi 1$ en % HR	Longitud de la distancia de humidificación B_n en m Humedad de salida $\phi 2$ en % HR					
	40	50	60	70	80	90
5	0.9 (0.22)	1.1 (0.28)	1.4 (0.36)	1.8 (0.48)	2.3 (0.66)	3.5 (1.08)
10	0.8 (0.20)	1.0 (0.26)	1.3 (0.34)	1.7 (0.45)	2.2 (0.64)	3.4 (1.04)
20	0.7 (0.16)	0.9 (0.22)	1.2 (0.30)	1.5 (0.41)	2.1 (0.58)	3.2 (0.96)
30	0.5 (0.10)	0.8 (0.17)	1.0 (0.25)	1.4 (0.36)	1.9 (0.52)	2.9 (0.88)
40	-	0.5 (0.11)	0.8 (0.20)	1.2 (0.30)	1.7 (0.45)	2.7 (0.79)
50	-	-	0.5 (0.13)	1.0 (0.24)	1.5 (0.38)	2.4 (0.69)
60	-	-	-	0.7 (0.16)	1.2 (0.30)	2.1 (0.58)
70	-	-	-	-	0.8 (0.20)	1.7 (0.45)

FIGURA 7.- Definición de B_n en función del % H.R. entrante y saliente

La definición de una correcta distancia de humectación provocará:

1. Condensaciones en el conducto debido a que el vapor golpea con obstáculos antes de haber sido absorbido por el aire.
2. Las condiciones deseadas no se alcanzan, solicitando la sonda de control una demanda mayor de la realmente necesaria, elevando los consumos energéticos.
3. La formación de agua en la base de climatizadores y conductos que podrían originar problemas de contaminación de bacterias.

Como podemos ver en la figura 7, la definición de la distancia de humectación B_n viene dada en su mayoría por la humedad relativa entrante y la humedad relativa saliente, lo que nos viene a decir que normalmente, con temperaturas de impulsión mayores, la distancia de humectación será menor. Vamos a tomar un ejemplo en Madrid, en que tendríamos dos opciones:

1. Instalar la lanza de vapor tras la batería de pre-calentamiento, con una temperatura de salida de 17°C.
2. Instalar la lanza de vapor tras la batería de calor con una temperatura de salida de 29°C.

Considerando que todo el caudal de impulsión del climatizador es de aire exterior y que según IDAE, las condiciones de ese aire, en invierno, son de -0,8°C y 69%. Para conseguir el 55% con 24°C en sala, veremos las distancias en ambos casos:

1. La salida de ese aire tras el calentamiento serían 17°C 20% H.R, que tras la humidificación pasarían a 17°C 85% H.R. $B_n = 2,65$ m.
2. La salida de ese aire tras el calentamiento serían 29°C 10% H.R, que tras la humidificación pasarían a 29°C 40% H.R. $B_n = 0,8$ m.

Se dispone de una gran variedad de lanzas distribuidoras de vapor de acero inoxidable para la humidificación del aire en unidades de tratamiento de aire o conductos. Dependiendo del ancho y alto del conducto puede instalarse más de una lanza. Esto proporciona una distancia de absorción más corta y una descarga de vapor uniforme de toda la sección del conducto.

Cuando la distancia de absorción sea mayor de lo que las dimensiones del conducto/Uta permitan, existen otros tipos de distribuidores de vapor.



FIGURA 8.- Lanza distribuidora de vapor en conducto

9.2. Lanzas múltiples para distancias de humidificación más cortas y alta capacidad de vapor



FIGURA 9.- Lanza distribuidora de vapor para distancias cortas Optisorp

El probado sistema de distribución de vapor Optisorp permite humidificación en conducto con muy corta distancia de humidificación (Bn entre paréntesis, en la Figura 7) y con altas capacidades de vapor. Las boquillas distribuidoras aseguran la descarga uniforme de vapor en toda la sección del conducto.

9.3. Unidad de ventilación para humidificación directa en ambiente

Las unidades de ventilación sirven, junto con el humidificador del aire mediante vapor para la humidificación directa al ambiente. Estas unidades de ventilación trabajan con el humidificador de aire por vapor con independencia de las instalaciones de aire acondicionado y sus sistemas de control. Estas unidades tienen aplicación, cuando sólo hay que humidificar recintos individuales, cuando los humidificadores se instalan posteriormente y allí donde no se dispone de una instalación de ventilación y climatización. Adicionalmente, con estos aparatos pueden solucionarse también problemas muy particulares de humidificación.

9.4. Tubo de vapor

Material: TPE-V con espiral de cable en acero zincado.

9.5. Tubo de condensado

Material: caucho especial.



FIGURA 10.- Humidificador con unidad de ventilación

10. INTEGRACIÓN DEL HUMIDIFICADOR EN UN SISTEMA DE CONTROL CENTRAL

Actualmente, muchas de las grandes instalaciones hospitalarias se equipan con un sistema de control central, que simplifica el manejo, la supervisión y el mantenimiento de estos complejos sistemas. Los aparatos periféricos convencionales están unidos a través de las denominadas subcentrales con el sistema de control (conversión analógica/digital o digital/analógica de las señales de medición y mando). Como aparatos periféricos pueden integrarse los humidificadores del aire por vapor, que disponen de un sistema interno e inteligente de supervisión y mando y que ofrecen la correspondiente posibilidad de conexión (interfaz), directamente en el sistema de control central. Estos humidificadores de aire por vapor también pueden comunicarse con un ordenador personal, en tanto éste esté equipado con el respectivo software. Estos interfaces seriales permiten la conexión a un sistema de control central superior o a un ordenador personal. Los datos de los humidificadores recogidos en un sistema combinado se transmiten a través de un único interfaz. La transmisión se realiza de todas las informaciones operativas importantes e interesantes, tales como la emisión de vapor, la demanda de potencia, las señales de entrada del regulador o de la sonda, así como de todos los avisos del sistema a través de las desviaciones del funcionamiento normal. Opcionalmente, pueden regularse también los

parámetros de mando y regulación. Para el empleo con un ordenador central existen paquetes de software. Así, por ejemplo, es posible la indicación directa o el análisis posterior de los datos operativos y avisos del sistema procedentes de cada humidificador. Los datos operativos pueden representarse o imprimirse en forma numérica o gráfica. En una parte especial del programa pueden ajustarse también los parámetros de mando y regulación. Con estos programas pueden controlarse el funcionamiento del humidificador. También el personal de mantenimiento puede ofrecer una ayuda valiosa en la localización de averías.

11. MANTENIMIENTO

Para asegurar un funcionamiento fiable, el humidificador debería ser mantenido una vez al año (correspondiente a aproximadamente dos mil quinientas horas de funcionamiento). El trabajo a efectuar durante el mantenimiento anual está indicado en la Tabla III.

¡Importante! El primer mantenimiento debería ser efectuado después de quinientas horas de funcionamiento aproximadamente.

Ha de tenerse en cuenta que en momentos como los actuales, en los que la competitividad genera una masiva afluencia de empresas que presentan ofertas en los proyectos existentes intentando para conseguir la adjudicación abaratar peligrosamente sus ofertas con sistemas, marcas, equipos y modelos de escasa calidad, mínima durabilidad, grandes gastos de mantenimiento y nulo servicio posventa. Así pues, es de vital importancia que la propiedad, en este caso los centros hospitalarios que en definitiva son los más perjudicados en el caso de una mala elección de los equipos a adquirir, la empresa de ingeniería o la compañía contratante realice un control sobre las ofertas recibidas pidiendo en ellas la mayor cantidad de datos posibles, porque si bien, en principio, el desembolso inicial puede ser relativamente pequeño en comparación con otras ofertas recibidas, el gasto de energía innecesaria, los costos anuales de mantenimiento, el índice de averías, la falta de servicio de posventa pueden llegar a convertir esa inversión en un gasto inútil. Tan sólo la intervención de especialistas en este sector del tratamiento del aire hará posible la perfecta elección de la marca, los sistemas, métodos y modelos de equipos apropiados en cada caso y según las necesidades específicas. La calidad es la única inversión segura y rentable.

TABLA III		
COMPONENTE		TRABAJO A REALIZAR
Lanza distribuidora de vapor		Inspeccionar a través de la apertura de servicio y limpiar si procede.
Tubo de vapor y condensado		Inspeccionar grietas y sujeción, reemplazar tubos defectuosos.
Cilindros de vapor limpiable		Retirar, limpiar e inspeccionar daños (especialmente el filtro de drenaje); reemplazar si procede. NOTA: el cilindro de vapor debe ser reemplazado después de un tiempo de funcionamiento máximo de diez mil horas.
Desechable		Retirar y reemplazar.
Electrodos	Desechable	Retirar y reemplazar.
	Desechable	Retirar y reemplazar.
	Limpiale	Retirar, limpiar e inspeccionar daños. NOTA: los electrodos deben ser reemplazados después de un tiempo de funcionamiento máximo de cinco mil horas.
Válvula de drenaje		Retirar, desmontar y limpiar; reemplazar si procede.
Conducto de drenaje dentro de la unidad		Inspeccionar, limpiar si es necesario.
Tubería de drenaje incluido sifón		Inspeccionar, limpiar si es necesario (descalcificar y vaciar).
Tubos de agua dentro de la unidad		Inspeccionar grietas y sujeción apropiada; reemplazar tubos defectuosos.
Conexiones eléctricas de la unidad		Inspeccionar conexiones y aislamiento: revisar el asiento de las clavijas de los electrodos (retirar la tapa y reapretar los tornillos de unión con una llave Allen 2,5 mm). ¡Precaución! Estas inspecciones deben ser realizadas solamente por un electricista.

12. ALTERNATIVAS EFICIENTES DE USO EN EL RESTO DE EUROPA



FIGURA 11 - Humidificador del aire adiabático híbrido Condair DL

Los elevados consumos y costes energéticos de los sistemas de humidificación por vapor y la creciente necesidad de certificación Leed en países como Alemania, Suiza y Holanda, ha llevado al uso de humidificadores adiabáticos. En este caso los requisitos higiénicos sobre estos humidificadores deben ser los mismos que para los equipos de vapor, por lo que la unidad empleada es el **Condair DL** que, gracias al empleo del sistema HygienePlus® (biocida con certificación Baua), elementos cerámicos e inoxidables y la alimentación con agua pura, consigue una alta calidad higiénica y una precisión alta de humidificación. **Condair DL** ha sido instalado en más de 25 hospitales de todo el mundo.

¡Dos métodos adiabáticos inteligentemente combinados!

El humidificador híbrido Condair DL confía exclusivamente en ambos métodos de humidificación: atomización y evaporación. Como resultado se consigue la resolución de problemas clave que pueden surgir cuando estas tecnologías se emplean independientemente. El sistema de humidificación es por lo tanto la primera elección en términos de higiene, eficiencia energética y relación coste-rendimiento.

Atomiza

El agua de humidificación es pulverizada mediante boquillas de atomización molecular a baja presión. Las boquillas atomizadoras tienen una pulverización ajustable y están distribuidas de forma óptima en toda la sección transversal del dispositivo. Gracias a esta disposición se consigue una alta acción evaporadora y una distribución de humedad uniforme.

Evapora

La unidad evaporadora patentada, fabricada de cerámica de la más alta calidad se sitúa al final de la sección de humidificación. Captura el agua de humidificación y realiza la mejor evaporación posible. La cerámica permite por lo tanto la máxima utilización de la valiosa agua de humidificación. Al mismo tiempo previene la acumulación de agua en componentes situados tras la humidificación. Tras el humidificador DL hay un aire respirable humidificado higiénicamente y libre de aerosoles.



FIGURA 12.- Concept HygienePlus®

Control preciso

Dependiendo del tamaño y la capacidad del humidificador, el Condair DL puede incorporar hasta 15 etapas de control, con una precisión de $\pm 2\%$.

El agua de humidificación más pura

La base para una humidificación higiénica es el agua limpia tratada. En el Condair DL sólo se emplea agua potable libre de minerales. El agua de humidificación tiene la más alta calidad higiénica gracias al sistema patentado de neutralización de gérmenes.

Drenaje independiente de la línea de alimentación

El estancamiento de agua en las tuberías presenta riesgos higiénicos. Por esta razón, el Sistema de tuberías del Condair DL se vacía completamente tras una parada del sistema de 12 h. Además, cada arranque del humidificador dispara un drenaje automático de las tuberías de suministro de agua.

Seguridad intrínseca mediante monitorización de la conductividad

Los depósitos de cal, en los humidificadores adiabáticos, ofrecen un refugio ideal para microorganismos indeseables. Estos se protegen allí y no pueden eliminarse con medidas higiénicas convencionales. Por lo tanto se debe emplear agua completamente libre de minerales para humidificar. Una monitorización automática de la conductividad es parte del humidificador híbrido Condair DL y protege al sistema de entradas indeseables de minerales incluso cuando las condiciones de funcionamiento in situ no son ideales.

Neutralización preventiva de gérmenes

El concepto HygienePlus® está basado en una ionización de plata patentada del agua de humidificación. Los iones de plata se distribuyen eficaz y fácilmente en la aplicación. Se previene la propagación de microorganismos durante el proceso.

Filtro esterilizado

El sistema es aún más higiénico gracias a un filtro esterilizado con autorregulación automática en el circuito de agua. En caso de presencia de microbios o capas biológicas en el agua, el filtro esterilizado se encarga de que estos elementos no entren en el sistema.

Neutralización de gérmenes efectiva

El diagrama de gérmenes resalta la rápida propagación de microorganismos cuando no se toman los pasos adecuados para contenerlos. El concepto HygienePlus® confía en un control natural de gérmenes empleando iones de plata para la neutralización y prevención de estos. El controlador electrónico con monitorización automática de la capacidad, asegura la dosificación exacta con una acción desinfectante constante. Los iones de plata aseguran relaciones higiénicas en todos los componentes mojados del sistema de humidificación.

Desinfección H2O2 opcional

Bajo demanda es posible realizar una neutralización preventiva de gérmenes a través de una desinfección adicional mediante agua oxigenada.

La cantidad, temporización y duración de los ciclos de desinfección pueden ajustarse sencillamente por medio del controlador del Condair DL.

Drenaje interválico del agua de suministro

El estancamiento de agua en las tuberías plantea el riesgo de contaminación microbiana. El controlador del Condair DL por lo tanto permite el drenaje automático de las tuberías de alimentación de agua de la instalación durante los periodos de parada, cuando no se humidifica. Así el agua de humidificación en estas líneas se reemplaza regularmente. La duración e intervalos del lavado automático puede ser fijada individualmente por el operario, de acuerdo a lo que se necesite.

Drenaje opcional del sistema de humidificación por aire comprimido

Las líneas de conducción de agua del sistema de humidificación pueden drenarse con aire comprimido y secadas bajo demanda. Esto se hace automáticamente tras tiempos de parada específicos o iniciados individualmente por el operario. Los operarios también pueden elegir libremente el intervalo y la duración del soplado con aire comprimido.



Condair Humidificación, S.A.
C/Baracaldo, 37
28029 Madrid, España
Tel.: +34 915 318 218
Fax.: +34 915 324 508
es.info@condair.com
www.condair.es