

# Limpieza (flushing) de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, utilizando nitrógeno, cambios de aceite y filtros de succión (antiácidos)

Autor: Boletín técnico proporcionado por la Unidad de Ozono del Ministerio del Medio Ambiente

## Introducción

La fabricación, instalación, puesta en marcha o reparación de un sistema de refrigeración y aire acondicionado, implica una serie de procedimientos que deben ser ejecutados correctamente, siguiendo las recomendaciones directas del fabricante del sistema o de sus componentes, aplicando además de las buenas prácticas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Un trabajo incorrecto provocará el ingreso de contaminantes al sistema y en consecuencia, una falla inmediata o a corto plazo, involucrando elevados costos económicos, relacionados con: repuestos, traslados, materiales, insumos, personal técnico, etc. Estos costos pueden incrementarse si existe una merma en la mercadería almacenada o bien, pueden detener el proceso productivo que depende de ese sistema de refrigeración o aire acondicionado.

Los contaminantes son potentes enemigos del sistema de refrigeración y aire acondicionado. En el interior del sistema solo debe existir refrigerante y aceite, y cualquier otra sustancia es un contaminante, que a corto o mediano plazo provocará una falla. Los contaminantes se pueden clasificar en tres grandes grupos primarios:

- a) Humedad
- b) Gases no condensables
- c) Sólidos

Estos contaminantes usualmente ingresan de forma

combinada al sistema. La presencia de contaminantes y altas temperaturas internas, provocan complejas reacciones químicas que favorecen la creación de nuevos contaminantes. El escenario es indeterminado, debido a que los síntomas se manifiestan en función del grado de contaminación del sistema, el volumen interno, el tipo de refrigerante, el tipo de aceite y las diversas características constructivas. Sin embargo, el resultado siempre es el mismo: falla del compresor.

## Origen y problemas asociados a los contaminantes

### Humedad

La contaminación por humedad puede tener diversos orígenes, como por ejemplo, el ingreso durante la fabricación, instalación y servicio de un sistema, donde la humedad se permanece debido a procedimientos técnicos incorrectos (evacuación). Otra posibilidad de ingreso de humedad es aquella generada por fisuras en las tuberías de baja presión del sistema. A esto, se añade la posibilidad de que los aceites y refrigerantes utilizados contengan humedad. Por ello, es de extrema importancia utilizar marcas reconocidas, que cuenten con certificaciones de calidad.

La presencia de bajas concentraciones de humedad dentro del sistema no varían las magnitudes de funcionamiento (presión y temperatura). Más bien, provocan un daño asintomático a simple vista, pero que tiene como resultado final el deterioro del compresor y una contaminación interna generalizada.

**idapi** CLIMATIZACIÓN REFRIGERACIÓN

**HITACHI**  
Inspire the Next



Edificio El Alba



Supermercados y Retail



Marriot – Costanera Center



Oficinas Plaza Egaña



**idapi** **DISTRIBUIDOR AUTORIZADO**

**60 YEARS 1956-2016**  
**SECCP**

1/10 → 1 1/4 HP



Los problemas derivados de la presencia de humedad son diversos. A continuación describiremos los principales:

**a) Obstrucción del dispositivo de expansión:** la humedad se solidifica en el dispositivo de expansión, generando obstrucciones parciales o totales al flujo de refrigerante. En un sistema de refrigeración en configuración "Pump Down", la obstrucción del dispositivo de expansión provocará una baja de presión en la aspiración del compresor, la cual puede alcanzar incluso el valor de presión ajustado como desconexión del compresor en el presóstato de baja presión. Posteriormente, debido a la detención del compresor (tiempo indeterminado) y aporte natural de calor al dispositivo de expansión, se elimina la obstrucción interna por hielo y en consecuencia, nuevamente el ingreso de refrigerante al evaporador, incrementando la presión de aspiración del compresor hasta su energización por parte del presóstato. El funcionamiento es intermitente y usualmente, la detención del compresor se produce cuando el técnico de servicio no está presente.

**b) Ácidos:** el aceite POE (utilizado con refrigerantes HFC) en

presencia de humedad, se transforma en ácidos orgánicos y alcoholes. Además, aun cuando los refrigerantes tienen una elevada estabilidad química, ocurre que en presencia de humedad, altas temperaturas y materiales catalizadores, se descomponen generando la formación de ácidos inorgánicos. Estos ácidos pueden atacar y destruir los barnices utilizados en el aislamiento de los bobinados pertenecientes al motor eléctrico (compresores herméticos y semiherméticos), generando cortocircuitos y en consecuencia, la falla del compresor. Cuando se forman arcos eléctricos en el interior del compresor, la contaminación interna aumenta, debido a la formación de sólidos (carbonización del aceite) y de algunos derivados de los materiales internos del compresor.

**c) Cobreado (Copper plating):** la presencia de humedad en el interior del sistema, produce conductividad eléctrica que permite poner en contacto metales de diferente electronegatividad, como el cobre y el hierro. Debido a esto, el cobre es disuelto y se deposita en las superficies de hierro internas del compresor, como platos de válvula, bielas y cigüeñales. Esta deposición del cobre modifica las tolerancias mecánicas y tratamientos superficiales de las distintas piezas.

Es poco probable que los problemas relacionados con la humedad, se produzcan de forma independiente, existiendo en la mayoría de los casos una combinación entre ellos. Dicha situación provoca además la formación de nuevos contaminantes, tales como: lodos, sólidos desprendibles, etc., enfatizando aún más los problemas mencionados.

### Gases no condensables

Los gases no condensables (GNC), como su nombre indica, no son capaces de condensarse dentro de un sistema de refrigeración o aire acondicionado, a diferencia de los gases refrigerantes. Estos gases tienen puntos de ebullición bajos, comparados con cualquier condición práctica que pueda experimentar un sistema tradicional.



**WINTER®**

Calefacción / Energía Solar / Agua Caliente Sanitaria

Desde 1938 tu vida más fácil





**Calderas de Tiro Forzado**

**EOLO STAR Y EOLO MAIOR**  
Calderas Murales Mixtas de cámara estanca para calefacción y agua caliente sanitaria instantánea gracias a su sistema Aqua Celeris. 24 y 28 kW de potencia.



**Calderas de Condensación**

**VICTRIX PRO 55 - 80 - 100 - 120**  
Calderas Murales de alta potencia para calefacción con altos estándares de eficiencia. Especiales para centrales térmicas en cascada. 55, 80, 100 y 120kW.



**Calderas de Tiro Natural**

**NIKE STAR Y NIKE MINI**  
Calderas Murales Mixtas para calefacción y agua caliente sanitaria. 24 y 28 kW de potencia



**Calderas de Condensación de Pie**

**ARESTEC 150 A 900 KW**  
Calderas Modulares \* para calefacción de alta potencia. Instalables en sistemas en cascada hasta 7.200 kW de potencia.

\*Exclusivo sistema de calderas modulares interiores que funcionan en cascada independiente una de otras. Asegura respaldo continuo y máxima eficiencia.



**TECNOLOGÍA EUROPEA DE VANGUARDIA**

AV. PADRE ALBERTO HURTADO 1974, EST. CENTRAL - SANTIAGO  
TELÉFONOS: 2 29236400  
CAUPOLICÁN 815 - NUÑO A / TELÉFONOS: VENTAS 2 2223 7615  
SERVICIO TÉCNICO: 2 22257199 / FAX: (02) 2 204 0137  
INFO@WINTERSA.CL / WWW.WINTERSA.CL





## Taller autorizado de Bitzer en Chile




**Reparación Completa de Compresores Semi-hermético/ Abierto Pistón y Tornillo**

**Servicio Técnico Garantizado**

Mantenimiento  
Instalación  
Montajes  
Proyectos





Avda. Matta 325 - Santiago - Fonos (56-2) 2 635 3008 - 2 222 8635  
www.sfservifrio.cl - recepcion@sfservifrio.cl

La contaminación por gases no condensables puede tener un grave impacto en las condiciones de funcionamiento del sistema, la energía necesaria para el proceso y la vida útil del compresor. La cantidad de gas no condensable que es perjudicial, depende del diseño, tamaño y del tipo de refrigerante que utiliza el equipo o sistema. Algunos de los problemas asociados son los siguientes:

- a) **Altas presiones de descarga en el compresor.**
- b) **Altas temperaturas de descarga en el compresor.**
- c) **Aumento de intensidad de corriente en el compresor.**

Una alta presión no significa automáticamente la presencia de gases no condensables, debido a que también existen otras causas potenciales de alta presión, tales como:

- a) **Reducción del flujo de aire en el condensador.**
- b) **Condensador sucio.**
- c) **Retorno de aire caliente.**
- d) **Sobrecarga de refrigerante.**
- e) **Error de diseño (condensador sub-dimensionado).**

### Sólidos

En los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, podrían encontrarse óxido, polvo, partículas de cobre, etc. Esta contaminación es producto de procedimientos técnicos incorrectos, como por ejemplo, cortar tubos de cobre con una herramienta incorrecta, que genera el ingreso de limadura de cobre al sistema.

La contaminación de un sistema por sólidos, tiene múltiples síntomas, que están directamente relacionados con la parte del sistema donde se encuentran. Aunque se destaca de forma genérica su contribución a la disminución en las propiedades lubricantes del aceite y todas las consecuencias relacionadas con ello (desgaste progresivo e irreversible), la obstrucción de filtros y válvulas, provocando entre otros, una variación de la presión de aspiración del compresor.

### **Descripción genérica del procedimiento de limpieza (flushing) de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, utilizando nitrógeno, cambios de aceite y filtros de succión (antiácidos)**

Cuando se habla de fallas en compresores, se pueden mencionar los múltiples escenarios y situaciones que las provocan, las que se dividen en dos grandes grupos: mecánicas (atascamiento, quiebre de piezas, etc.) y eléctricas (quemado del motor, corte del bobinado, etc.), destacando que siempre existe una estrecha relación entre ambos.

El nivel de quemadura de un compresor, puede ser leve o severo, dependiendo la raíz del problema. Para tal efecto, a continuación se presenta como referencia, una diferenciación de criterios (casos) a considerar que han sido obtenidos a través del conocimiento empírico, los que entregan una razonable idea inicial respecto del estado del sistema.

- a) **Aceite claro o ligeramente oscuro, con un suave olor a quemado, el nivel de quemadura es leve.**
- b) **A ceite oscuro, con un fuerte olor a quemado, el nivel de quemadura es severo.**

**En la práctica, la diferenciación de los casos indicados se realiza repitiendo parte del proceso de limpieza, según la información obtenida por la aplicación del test de acidez al aceite, donde el resultado final para todos los posibles escenarios iniciales, debe ser un sistema no contaminado. Destacando además, que se debe solucionar el problema inicial que provocó la quemadura del compresor; de lo contrario, el compresor de recambio está destinado a fallar nuevamente.**

**Antes de comenzar los trabajos de limpieza (flushing), se deben averiguar las alternativas de filtros de succión (antiácidos) disponibles en el mercado local, su composición, cuidados y todo lo relacionado a su correcta utilización.**

La siguiente secuencia muestra los pasos genéricos para realizar un procedimiento de limpieza (flushing) posterior a la quema del compresor, entendiendo que podrán existir variaciones en la ejecución del trabajo, de acuerdo a las características constructivas específicas del sistema intervenido.

1) Retirar el refrigerante del sistema mediante una máquina recicladora y un cilindro de recuperación, siempre respetando todos los criterios técnicos y de seguridad involucrados.

2) En medida de lo posible, realizar la limpieza mecánica de todos los componentes y partes del sistema, mediante la utilización de nitrógeno, en: tuberías, intercambiadores de calor, filtros de válvula de expansión, separadores de aceite, solenoides, etc. En todo este proceso, se debe retirar la mayor cantidad de aceite contaminado posible.

3) Realizar los trabajos necesarios para la instalación del filtro de succión (antiácidos), siguiendo siempre las instrucciones del fabricante. En este punto, es un buen momento para visualizar la instalación de válvulas de paso, puntos de medición y cualquier modificación que permita tener un sistema más amigable para futuras intervenciones.

4) Instalar el compresor de reemplazo y sustituir el filtro de líquido (secador). Es recomendable aumentar la capacidad del filtro indicado, hasta terminar el proceso de limpieza.

5) Presurizar con nitrógeno para la detección de fugas, de modo que si existe alguna, se proceda a repararla y presurizar nuevamente. Repetir el procedimiento tantas veces como sea necesario, hasta obtener un sistema totalmente hermético.

6) Realizar triple evacuación, para lo cual se recomienda la siguiente secuencia:

a) Hacer vacío en el sistema, hasta una presión absoluta de 1000 micrones de mercurio.

b) Quebrar vacío con nitrógeno, hasta una presión de 2 psig y mantener dicha presión al menos 45 minutos.

c) Nuevamente realizar vacío hasta una presión absoluta 500 micrones de mercurio.

d) Quebrar vacío con nitrógeno hasta una presión de 2 psig y mantener dicha presión al menos 45 minutos.

e) Alcanzar vacío hasta una presión absoluta de 250 micrones de mercurio u otro valor especificado por el fabricante del equipo, aislar el sistema de la bomba de vacío y observar la lectura del vacuómetro al transcurrir al menos 1 hora.

Dependiendo de la lectura del vacuómetro, existen 3 posibles escenarios:

-Pérdida del nivel de vacío sin estabilización de la lectura del vacuómetro, para el periodo indicado: se debe al ingreso de aire atmosférico producto de una fisura en algún punto del sistema. Es poco probable alcanzar un nivel de vacío de 250 micrones de mercurio en estas circunstancias, por lo que se debe repetir el punto 5.

-Pérdida del nivel de vacío con estabilización de la lectura del vacuómetro, para el periodo indicado: se debe a que aún existe algo de humedad en el sistema y por lo tanto, se debe continuar con el proceso de evacuación.

-No existe variación de la lectura del vacuómetro, para el periodo indicado: significa que el sistema está totalmente deshidratado y hermético.

**Nota:** Siempre es recomendable aportar calor en el proceso de evacuación, mediante la energización del calefactor de carter y/o el uso de una pistola de aire caliente.

7) Cargar con refrigerante el sistema, según requerimientos del refrigerante y las características constructivas del sistema.

8) Realizar la puesta en marcha del sistema, se debe realizar un análisis completo del funcionamiento, involucrando mediciones de presión, temperatura, intensidad de corriente y cualquier otra magnitud que ayude al análisis. Si existe algún valor fuera de rango, se debe detener el sistema y corregir inmediatamente, realizando todos los trabajos necesarios según cada caso.

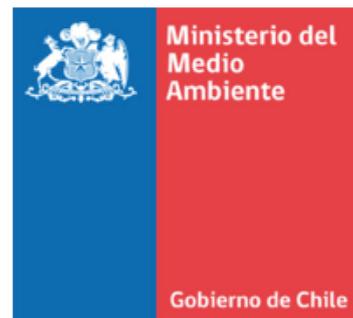
9) La mayoría de los fabricantes de filtros, estipulan en su información técnica valores de caídas de presión, las cuales determinan su reemplazo. Verificar los valores recomendados, de modo que si es necesario, se debe sustituir el filtro de succión (antiácidos).

10) Observar el sistema durante las primeras 4 horas de funcionamiento, medir la caída de presión en el filtro de succión (antiácidos) y comparar con los valores indicados por el fabricante para su reemplazo.

11) Se debe realizar una evaluación secuencial de la acidez del aceite, para lo cual se proponen los siguientes tiempos de funcionamiento continuo del sistema: 48 horas, 72 horas, 1 semana y finalmente cada 2 semanas (si aún existe necesidad). A continuación se detallan los trabajos a realizar, según los escenarios relativos al resultado entregado por el test de acidez:

a) Aceite ácido:

- Cambiar el aceite al compresor.
- Sustituir el filtro de líquido (secador) y de succión (antiácidos).



-Realizar nuevamente un análisis del aceite, en el tiempo que corresponda, según la secuencia indicada anteriormente. Continuar con el proceso de limpieza.

b) Aceite no ácido:

- Cambiar el aceite al compresor.
- Sustituir el filtro de líquido y retirar el filtro de succión (antiácidos).
- Se sugiere instalar un filtro mecánico en la succión del compresor, con lo cual, el procedimiento de limpieza ha terminado.

**Advertencia:** el procedimiento descrito anteriormente, corresponde a una alternativa propuesta para la utilización de fluidos para la limpieza de un sistema de refrigeración y aire acondicionado, posterior a la quema de un compresor. También puede ser utilizado en el caso de una falla mecánica, debido a la presencia de ácidos en el sistema u otro origen.

Es de total responsabilidad del personal técnico su correcta ejecución (de acuerdo a las características constructivas del sistema intervenido), la disposición final de los residuos generados por el procedimiento, la seguridad personal y cuidado del medio ambiente.