

# No sólo aire. Respuestas.

Respuestas en línea: <http://www.air.ingersoll-rand.com>

Los compresores de aire Ingersoll-Rand no se han diseñado para suministrar aire respirable.

Ingersoll-Rand no homologa equipos especializados para aplicaciones de aire respirable y no se responsabiliza en caso de que dichos compresores se empleen para servicios de este tipo.

Nada de lo contenido en este catálogo se debe interpretar como extensión de garantías o declaraciones, tanto expresas, cuanto implícitas, referentes a los productos descritos en el mismo. Dichas garantías u otras condiciones referentes a los productos serán conformes a las Condiciones de Venta habituales de Ingersoll-Rand que corresponden a dichos productos y disponibles a petición.

La mejora de sus productos es el objetivo constante de Ingersoll-Rand. Diseños y especificaciones técnicas están sujetos a cambios sin necesidad de previo aviso ni obligaciones por parte de Ingersoll-Rand.



CPN 99932147  
Printed in Europe  
© 03/2003 by Ingersoll-Rand

Ingersoll-Rand Ibérica, S.L.  
C/ Tierra de Barros, 2  
Polígono Industrial de Coslada  
28820 Coslada (Madrid)- Spain  
Tel.: 34-91-627 74 00  
Fax: 34-91- 627 74 04

**Air Solutions**  
Heavy Industrial Systems  
Stada Provinciale Cassanese, 108  
20060 Vignate, Milano, Italy

# Ingersoll-Rand®

## SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN POR EVAPORIZACIÓN DE CIRCUITO CERRADO



## Necesita un sistema de refrigeración por evaporización de circuito cerrado?

Si usted tiene compresores refrigerados por agua en su planta la respuesta es afirmativa.

Un sistema de refrigeración cerrado prácticamente elimina todos los problemas operativos relacionados con el suministro de agua, tales como redes de distribución, contaminación de ríos o aguas subterráneas, etc, así como todos los problemas que conlleva un sistema de refrigeración abierto. En concreto, un sistema de refrigeración cerrado, diseñado correctamente aporta los siguientes beneficios:

- Reduce o elimina costes por utilización de agua.
- Reduce al mínimo la corrosión de los componentes del sistema de refrigeración.
- Prácticamente elimina la gradual acumulación de suciedad en los intercambiadores de calor y demás partes del circuito de refrigeración.
- Elimina la formación de algas y el crecimiento de bacterias, problemas tan comunes en las torres de refrigeración abiertas.
- Mantiene la máxima eficiencia de los intercambiadores de calor del compresor. Virtualmente elimina el mantenimiento de los mismos.
- Proporciona máxima protección contra la congelación durante el periodo invernal.
- Proporciona costes de operación muy bajos.
- Protege el medio ambiente.

## Sistemas de Refrigeración de Circuito Cerrado

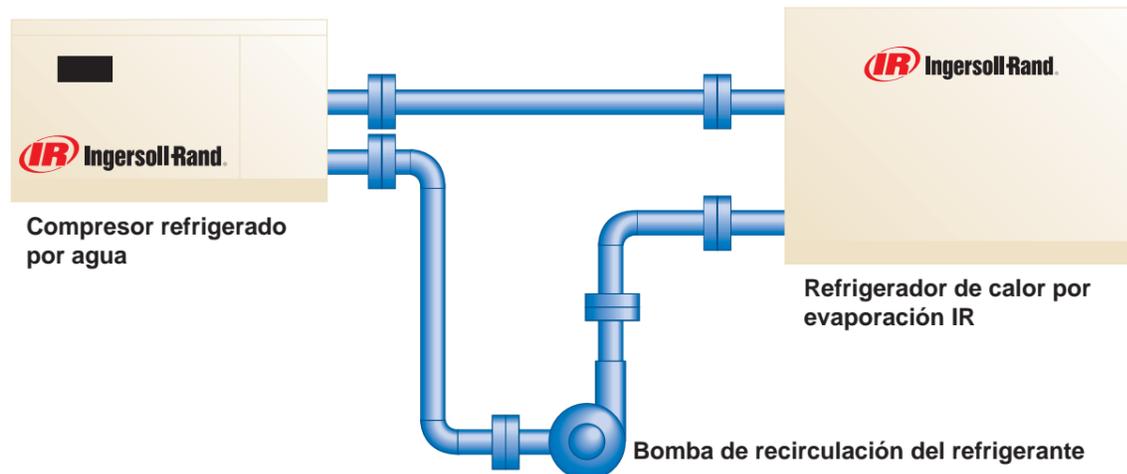
Las torres de refrigeración por evaporización de circuito cerrado, son el sistema de refrigeración cerrado más frecuentemente utilizado para la refrigeración de compresores. Para ello se utilizan intercambiadores de calor aire-agua, que refrigeran el fluido refrigerante del compresor, el cual está compuesto por agua o por una solución de agua y glicol.

El calor generado por el compresor se elimina en el intercambiador aire/agua de la torre de refrigeración. Para ello se utiliza aire, con agua espolvoreada (sistema evaporativo), que se hace fluir a través de intercambiador de la torre, facilitando el proceso de intercambio de calor.

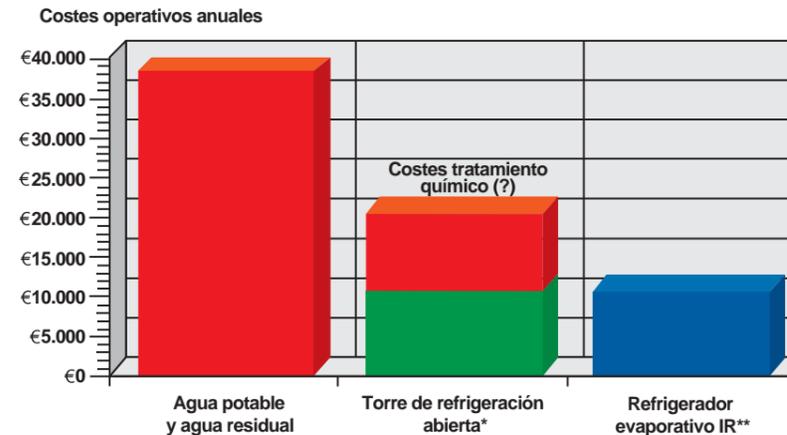
Al compresor llega agua refrigerada con lo que se asegura la máxima prestación del compresor con mínimos costes de funcionamiento.

Los componentes del circuito de refrigeración permanecen limpios debido a que el líquido está aislado de agentes externos al mismo. Además:

- Las propiedades del glicol, que inhiben el proceso de corrosión, protegen el circuito de refrigeración del óxido, la corrosión e incrustaciones de cal.
- La solución refrigerante de agua/glicol previene la congelación durante el periodo invernal. Se reducen o eliminan los costes tanto de agua y tratamiento de agua residual.



## Comparación de costes operativos



Suposición: Sistema de refrigeración de 455 l/min, 1.055.000 kJ funcionando 3 turnos/día, 7 días a la semana. Costes operativos calculados en base a un costo del agua de 0,116 € / m<sup>3</sup>, tratamiento de aguas residuales de 0,136 € / m<sup>3</sup> y gastos eléctricos de 0,07 € / kWh.

\*Las torres de refrigeración abiertas no son recomendadas para refrigerar compresores por el alto riesgo que existe de contaminar los intercambiadores de calor con incrustaciones calcáreas, suciedad, etc.  
\*\* Puede ser necesario un tratamiento del agua, dependiendo de la calidad de la misma.

## Refrigere su Compresor con un sistema de refrigeración Ingersoll-Rand

Las unidades Ingersoll-Rand son sistemas de refrigeración de fluidos, independientes, especialmente diseñadas para ser utilizadas con compresores refrigerados por agua.

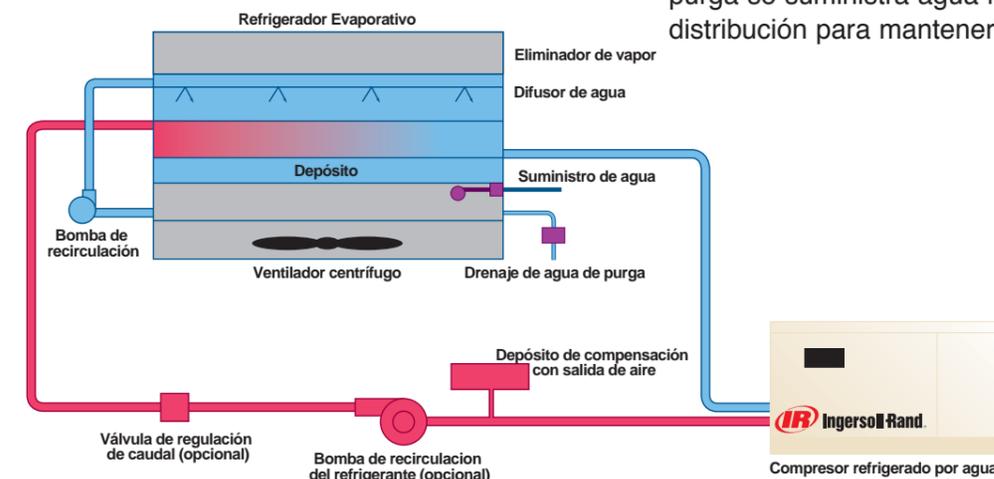
Están disponibles dos tipos de refrigeradores:

**Por ventilación Axial** – el flujo de aire viene aspirado a través de la unidad.

**Por ventilación forzada** – el flujo viene forzado (soplado) a través de la unidad.

Ambos sistemas de refrigeración IR incorporan todos los elementos necesarios para mantener limpio el circuito de refrigeración y así asegurar la máxima eficacia del compresor durante toda la vida operativa del mismo.

## Esquema refrigerador por ventilación forzada



## Cómo funciona el circuito cerrado de evaporización Ingersoll-Rand

El líquido refrigerante se calienta debido al paso por los intercambiadores de calor del compresor. Posteriormente se bombea hacia el intercambiador aire-fluido de alta eficacia situado en el interior de la torre de evaporación IR. Una vez en el intercambiador de calor, el refrigerante fluye por él para refrigerarse mediante una combinación

de flujo de aire y agua espolvoreada en forma de lluvia. Una vez enfriado, el refrigerante se recircula al compresor para volver a ser utilizado.

Un ventilador centrífugo o axial proporciona el caudal de aire de refrigeración necesario, mientras que una pequeña bomba centrífuga eleva el agua (desde un depósito que se encuentra situado en la parte inferior de la torre de refrigeración) que es pulverizada en forma de lluvia. El flujo de aire con agua pulverizada reduce la temperatura del líquido refrigerante, hasta un valor de 3°C por encima de la temperatura del bulbo húmedo del ambiente.

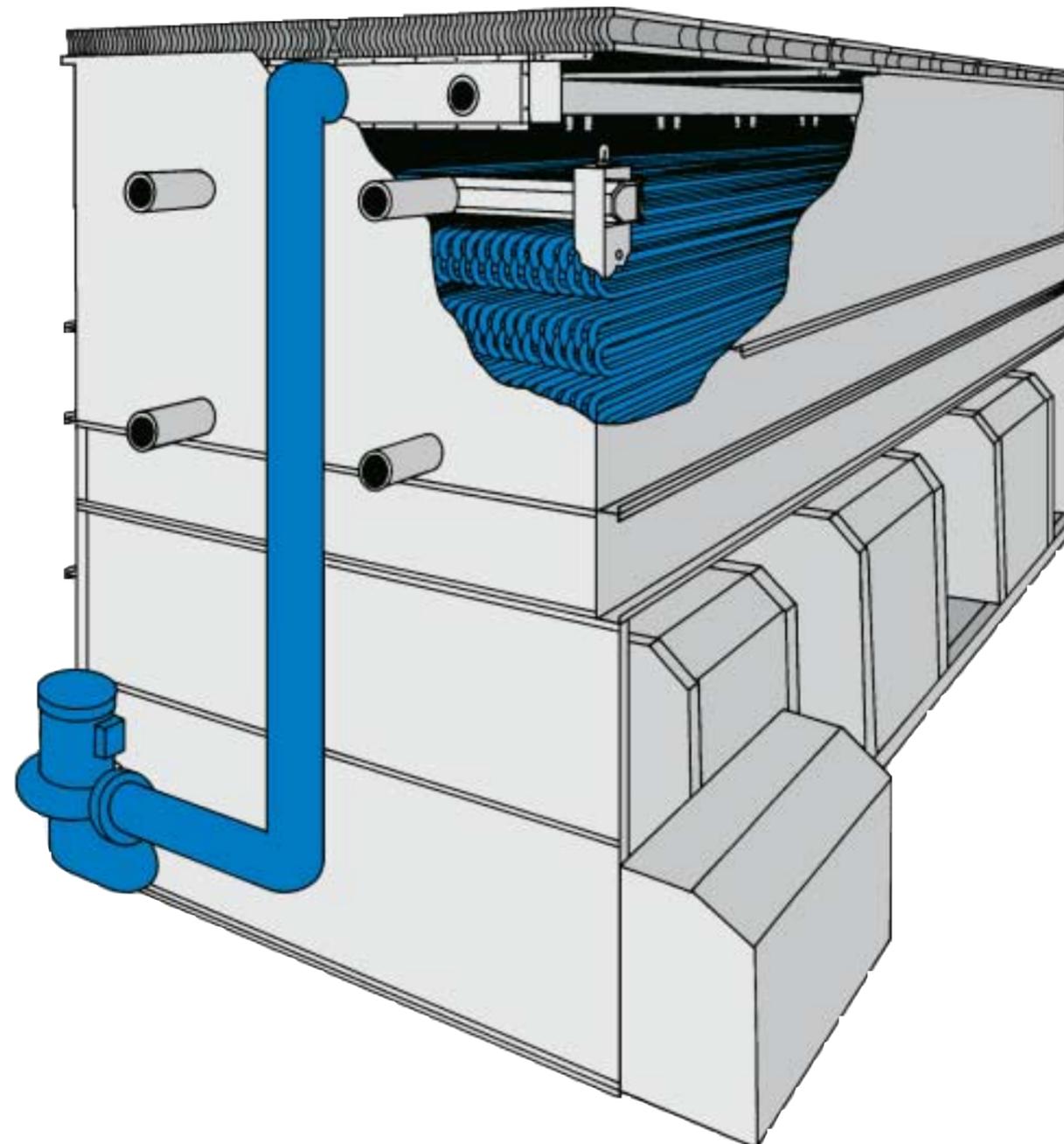
Una pequeña cantidad de agua purgada al depósito que recoge el agua que no se evapora para minimizar la formación de incrustaciones calcáreas. Para compensar las pérdidas por evaporación y purga se suministra agua limpia de la red de distribución para mantener el nivel adecuado.

## Torre de evaporación cerrada

Las torres de evaporación cerradas Ingersoll-Rand disponen de una vasta gama de características que aseguran una elevada fiabilidad, un sencillo manejo, mantenimiento mínimo y costes operativos muy bajos. El alcance de suministro estándar incluye:

- **Una batería de refrigeración Thermal-Pak** dotada de un avanzado sistema de tuberías que proporciona un baja caída de presión a través de la batería, mientras que maximiza la superficie de contacto disponible. Como resultado se obtiene la máxima eficacia en la transferencia de calor.
- **La batería de refrigeración está construida con tubos de alta calidad** utilizando técnicas de ensamblaje que aseguran un funcionamiento libre de fugas. Todas las baterías de refrigeración se prueban a una presión de 25 bar(g).
- **La batería de refrigeración y la carcasa son sometidas a un baño galvanizado** asegurando una completa protección contra la corrosión. El sistema de distribución de agua altamente eficiente, asegura un mínimo riesgo de producción de incrustaciones y una máxima transferencia de calor.
- **Difusores de agua con sistema antibloqueo**, colocados en el colector de distribución, proporcionan a la batería de tubos una completa y continua hidratación. Cada difusor de agua está equipado de un collar auto-limpiante que reduce el mantenimiento al mínimo. Todos los componentes están fabricados con materiales resistentes a la corrosión, como ABS o PVC.

- **Separador de gotas integrado**, están instalados en la parte superior del refrigerador, ayudan a minimizar el consumo de agua separando las gotas de condensado del caudal de aire de salida. Los separadores están diseñados de tal manera que dirigen el flujo de aire de descarga lejos de los ventiladores, para evitar así la recirculación de aire caliente a la entrada del ventilador.



- **El depósito** incorpora puertas de acceso que facilitan su limpieza. Un filtro en acero inoxidable, con elementos extraíbles, filtra el agua de recirculación reduciendo el mantenimiento de la batería de tubos.

- **Silenciosos ventiladores centrífugos o axiales** garantizan un eficiente flujo de aire a través de la batería de refrigeración. Los ventiladores están galvanizados y son equilibrados tanto estática como dinámicamente para garantizar un funcionamiento libre de vibraciones.
- **El eje de los ventiladores** está fabricado en acero inoxidable para así garantizar un funcionamiento óptimo tanto en instalaciones bajo techo como a la intemperie.
- **Los cojinetes del eje de los ventiladores** son de esfera, autoalineados y preengrasados. El motor del ventilador tiene protección contra el agua lo que permite su funcionamiento tanto en interior como a la intemperie.
- **La correa de distribución del ventilador, de tipo trapezoidal**, está sobredimensionada un 150% de la potencia nominal del motor y puede ser fácilmente regulada desde el exterior de la unidad.
- **La electrobomba centrífuga**, montada verticalmente y apta para funcionamiento a la intemperie, garantiza la recirculación del agua. Sellos mecánicos de alta calidad garantizan un largo periodo de funcionamiento sin necesidad alguna de ajustes.
- **Válvula de flotador regulable resistente a la corrosión**, que mantiene automáticamente el nivel óptimo del agua del depósito.
- **Carcasa de acero galvanizado** de elevada resistencia y máxima protección contra la corrosión. Las superficies externas están pintadas con pintura de calidad industrial que además de garantizar una larga protección, proporciona un acabado elegante.

## Accesorios opcionales de la torre de evaporación cerrada

Los refrigeradores IR disponen de una amplia selección de accesorios, diseñados para satisfacer todas las exigencias del cliente, tales como:

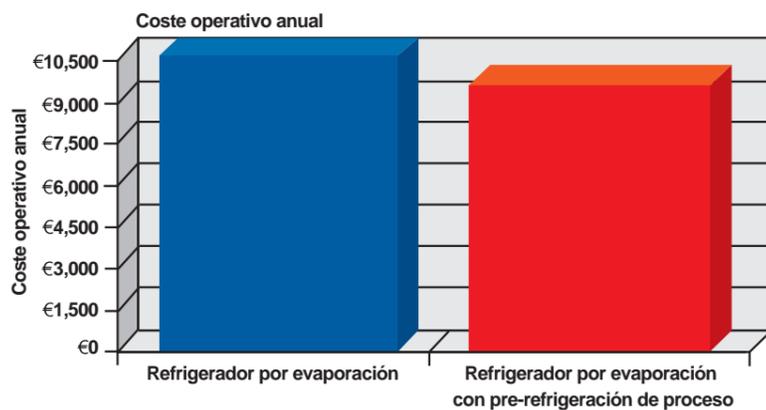
- **Innovativo y exclusivo pre-refrigerador de proceso**, montado sobre la batería de tubos para funcionamiento en seco. Elimina automáticamente la recirculación de agua cuando la temperatura ambiente baja por debajo de 10 °C. De esta manera el consumo de energía y agua se reducen al mínimo, manteniendo contemporáneamente la correcta refrigeración del compresor. (Disponible sólo para las unidades con ventilación forzada).
- **Control automático del depósito de agua**, se incluye con el pre-refrigerador de proceso. Elimina problemas de congelación vaciando el depósito cuando la temperatura ambiente baja por debajo de 4° C. El rellenado del depósito se inicia automáticamente cuando la temperatura ambiente supera los 9° C.
- **Calentadores eléctricos**, instalados en el fondo del depósito previenen la congelación del agua del depósito en invierno, manteniendo



Refrigerador con ventilación forzada con pre-refrigeración de proceso

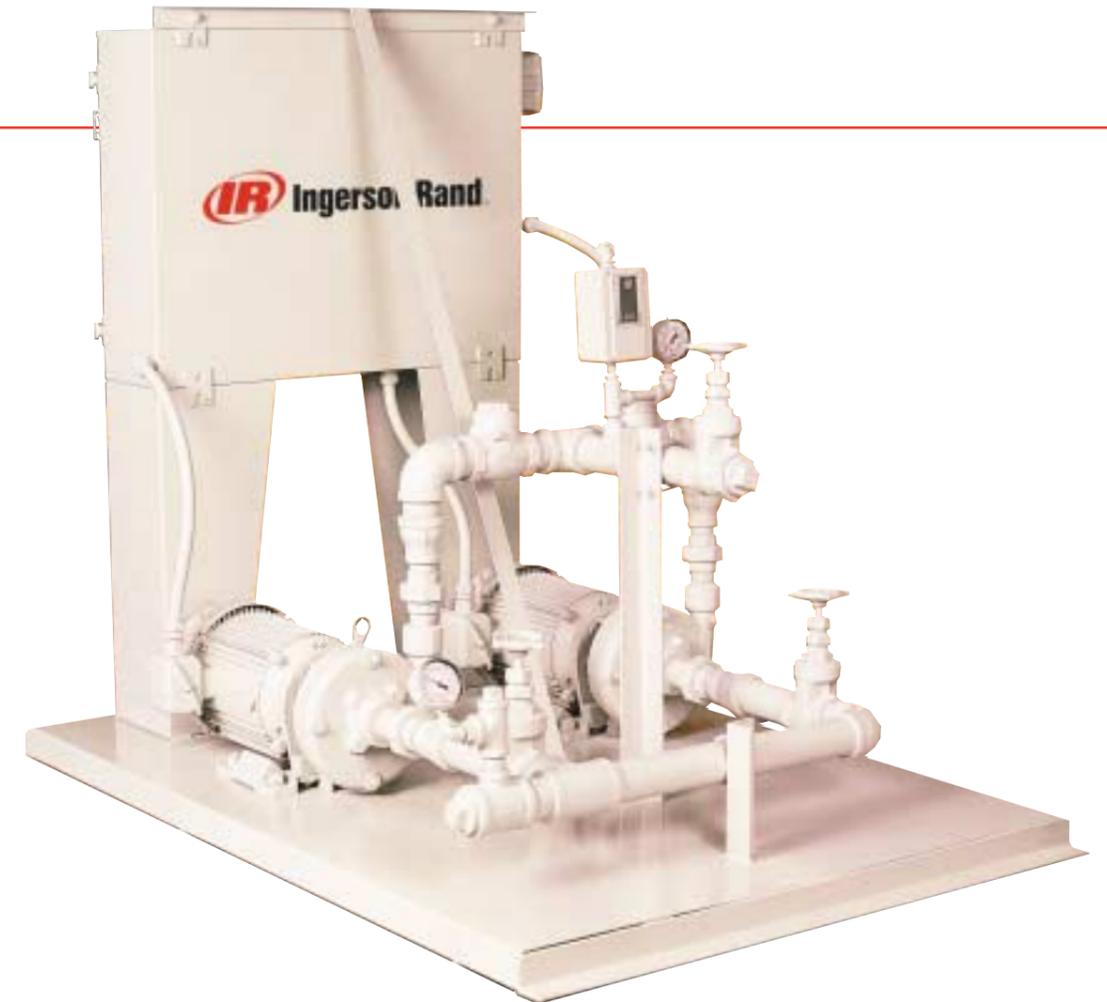
una temperatura del agua de 4°C con los ventiladores apagados. (Esta opción no es aplicable con el pre-refrigerador de proceso).

### Ahorro económico con pre-refrigeración de proceso



Suposición: Sistema de refrigeración de 1.055.000 kJ, funcionando 3 turnos/día, 7 días a la semana. Costes operativos calculados en base a un coste del agua de 0,116 € / m<sup>3</sup>, coste del tratamiento de aguas residuales de 0,136 € / m<sup>3</sup> y gastos eléctricos de 0,07 € / kWh. El pre-refrigerador de proceso (opcional) no requiere calentador eléctrico de agua del depósito para prevenir la congelación en invierno.

- **Control eléctrico del nivel del agua**, mantiene constantemente el nivel necesario de agua en el depósito. Se incluye una señal de alarma por nivel bajo de agua en el depósito, la cual se puede controlar remotamente. Esta opción sustituye a la válvula de control por flotador suministrada de serie.
- **Ventana de inspección del depósito**, permite la inspección visual del nivel de agua contenida en el depósito.



Los refrigeradores por evaporación Ingersoll-Rand disponen de una amplia gama de accesorios, que permiten personalizar el sistema de refrigeración a los requerimientos del cliente:

- **Pre-refrigerador de proceso**, descrito previamente en la página 6. (Sólo disponible en las unidades con ventilación forzada).
- **Calentador del depósito de agua**, están disponibles tres tipos, dependiendo de las condiciones ambientales.
- **Ventilador de dos velocidades**, que proporciona ahorros máximos de energía para cualquier condición ambiental.
- **Depósito y todos los elementos sujetos a corrosión en acero inoxidable AISI 304** para así asegurar máxima protección.

- **Bomba centrífuga de recirculación del refrigerante**, con motor IP55, que se selecciona en función de las necesidades del sistema. Las bombas proporcionan como mínimo 3,45 Bar, presión óptima para la mayoría de las instalaciones.
- **Módulo de bomba simple o doble**, pre-instalada en un soporte robusto. Incluye todos los componentes necesarios para su correcto funcionamiento: válvulas, tuberías, controles, cableados, etc. (figura superior).
- **Depósito de purga**, previene la formación de burbujas de aire en la bomba de refrigeración y purga automáticamente el aire del circuito. (Se suministrará suelto para instalar en planta).
- **Para todos los demás accesorios consulte con fábrica.**