Mr. GoodTower®

evapco® for LIFE

Instrucciones de Operación y Mantenimiento

Para Enfriadores de Circuito Cerrado y Condensadores Evaporativos EVAPCO



† CTI CERTIFIED

IBC COMPLIANT DESIGNS

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL MEMBER

IARW® International Association of Refrigerated Warehouses

Member of iiar International Institute of Ammonia Refrigeration www.iiar.org

AHRI Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute

† Marca del Cooling Technology Institute

Índice

3 Introducción

3 Precauciones de seguridad

6 Terminología

6 Recomendaciones de almacenamiento inicial y/o periodos de inactividad

7 Disposiciones del Código Internacional de la Edificación

7 Lista de verificación inicial y estacional

- 8 Generalidades
- 8 Arranque inicial y estacional
- 9 Cronograma de mantenimiento mínimo recomendado
- 10 Lista de verificación para apagado estacional

12 Secuencia de operación básica para modo húmedo o evaporativo para condensador/enfriador de circuito cerrado

13 Sistema de ventiladores

- 13 Rodamientos de motores de ventilador
- 13 Rodamientos de bolas del eje del ventilador
- 14 Ajuste de la correa del ventilador
- 15 Ajuste de la correa del ventilador: aire inducido
- 16 Ajuste de la correa del ventilador: aire forzado
- 16 Transmisiones por engranajes
- 16 Entrada de aire
- 16 Entrada del serpentín
- 17 Sistema de ventiladores: control de capacidad
- 17 Apagado y encendido del motor del ventilador
- 17 Secuencia de operación para apagado y encendido del motor del ventilador
- 17 Transmisiones de frecuencia variable
- 17 Secuencia de operaciones / parámetros para unidades de múltiples ventiladores con una VFD durante carga máxima
- 18 Motores de dos velocidades
- 18 Secuencia de operación para unidades de dos celdas con motores de dos velocidades durante carga máxima

19 Sistema de agua en recirculación: mantenimiento de rutina

- 19 Rejilla de succión en recipiente de agua fría
- 20 Recipiente de agua fría
- 20 Nivel operativo del agua en el recipiente de agua fría
- 21 Válvula de agua de reposición
- 21 Sistemas de distribución de agua presurizada
- 22 Válvula de descarga
- 22 Bomba (si se proporciona)

23 Tratamiento de agua y química de agua

- 23 Descarga o purga
- 23 Acero galvanizado: pasivación
- 24 Parámetros químicos del agua
- 24 Control de contaminación biológica
- 25 Agua gris y agua regenerada
- 25 Contaminación del aire

26 Operación en clima frío

- 26 Disposición de la unidad
- 26 Protección anticongelamiento del agua recirculante
- 28 Protección anticongelamiento de serpentines de enfriamiento de circuito cerrado
- 29 Accesorios de la unidad
  - 29 Calentadores de recipiente de agua fría
  - 29 Sumideros remotos
  - 29 Control eléctrico de nivel de agua
  - 29 Interruptores de corte por vibración
- 29 Métodos de control de capacidad para operación en clima frío
  - 29 Control de capacidad para unidades de aire inducido
  - 30 Control de capacidad para unidades de aire forzado
- 30 Manejo del hielo
  - 30 Unidades de aire inducido
  - 30 Unidades de aire forzado

31 Solución de problemas

34 Piezas de repuesto

- 35 Part Identification Drawings
- 35 Unidades ATWB y eco-ATWB de 3' de ancho
- 36 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATWB de 4'x4' y 4'x6' de ancho
- 37 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATWB de 4'x9' y 4'x12' de ancho
- 38 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB de 7' de ancho
- 39 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB de 8' y 8.5' de ancho
- 40 Unidades ATWP/ATCP 8'x12' de ancho
- 41 Unidades ATC-DC y eco-ATWB-H de 8' de ancho
- 42 Unidades eco-ATWB-E de 8' de ancho
- 43 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB de 10' y 12' de ancho
- 44 Unidades eco-ATC-H / eco-ATWB-H de 10' y 12' de ancho
- 45 Unidades eco-ATWB-E de 10' y 12' de ancho
- 46 Unidades ESW4 de 8.5' de ancho
- 47 Unidades ESW4 de 12' de ancho
- 48 Unidades ESW4 de 14' de ancho
- 49 Unidades LSC-E / LSWE / eco-LSWE de 4' de ancho
- 50 Unidades LSC-E / LSWE / eco-LSWE de 5' de ancho
- 51 Unidades LSC-E / LSWE / eco-LSWE de 8' de ancho (Ventiladores de un solo lado)
- 52 Unidades LSC-E / LSWE / eco-LSWE de 10' de ancho
- 53 Unidades LRC / LRWB / eco-LRWB de 3' de ancho
- 54 Unidades LRC / LRWB / eco-LRWB de 5' de ancho
- 55 Unidades LRC / LRWB / eco-LRWB de 8' de ancho
- 56 Unidades PMC-E de 5' de ancho
- 57 Unidades PMRC/eco-PMRC de 10' y 12' de ancho
- 58 Unidades PHC-SE de 12' de ancho - Unidades de entrada de aire de un lado
- 59 Unidades PHC-DE de 12' y 14' de ancho – Unidades de entrada de aire de dos lados

Introducción

Felicitaciones por la compra de su unidad de enfriamiento evaporativo EVAPCO. Los equipos EVAPCO están construidos con materiales de la más alta calidad y son diseñados para brindar años de confiable servicio cuando se mantienen de la manera adecuada.

Limpie completamente la sal, el polvo y los residuos de la unidad inmediatamente después de la entrega. Los residuos que se encuentren en las superficies del producto pueden causar daños que no están cubiertos por ninguna garantía.

Los equipos de enfriamiento evaporativo a menudo se ubican en lugares remotos, y sus revisiones periódicas de mantenimiento suelen obviarse. Es importante establecer un programa de mantenimiento regular y asegurarse de seguirlo. Este boletín debe ser usado como una guía para establecer un programa. Una unidad limpia que recibe servicio adecuado tendrá una larga vida útil y funcionará con la máxima eficiencia.

Este boletín incluye servicios de mantenimiento recomendados para el arranque, la operación y el apagado de la unidad, así como la frecuencia de cada uno de ellos. Tome en cuenta que la frecuencia de servicio recomendada es la mínima indispensable. Si las condiciones de operación lo requieren, se debe dar servicio con mayor frecuencia.

Familiarícese con sus equipos de enfriamiento evaporativo. Consulte los dibujos isométricos en las páginas 35-59 para obtener información sobre la disposición de los componentes en sus equipos.

Si necesita información adicional sobre la operación o el mantenimiento de estos equipos, comuníquese con su representante local de ventas de EVAPCO. También puede visitar www.evapco.eu para más información.

Precauciones de seguridad

El personal calificado deberá aplicar el cuidado, los procedimientos y las herramientas adecuadas al operar, mantener o reparar estos equipos, con el fin de evitar lesiones personales o daños a la propiedad. Las advertencias indicadas a continuación solo deben ser usadas como lineamientos.



Estos equipos nunca deben operarse sin rejillas de ventilador y puertas de acceso aseguradas correctamente en su lugar.



El cliente debe diseñar un procedimiento de bloqueo/clausura integrado con el Sistema de Control de Procesos. Una desconexión con bloqueo debe ubicarse en un lugar visible desde la unidad para cada motor de ventilador asociado con este equipo. Antes de realizar cualquier tipo de servicio e inspección de la unidad, asegúrese de que toda la alimentación eléctrica se haya desconectado y los equipos estén estables en la posición "OFF".



La superficie horizontal de cualquier unidad no debe ser usada como plataforma de trabajo. No se necesita realizar actividades de servicio de rutina en esta área. Para todos los trabajos excepcionales (no de rutina) que se deban realizar encima de la unidad, use escaleras, equipos de protección personal (EPP) y medidas de seguridad adecuadas contra el riesgo de caída, de acuerdo con los requisitos de seguridad del país en cuestión.



Los sistemas de agua para edificaciones reciben agua potable y no potable desde una entidad pública o privada para su suministro de agua. El suministro de agua para el sistema de agua para edificaciones puede contener diversos patógenos acuáticos, incluyendo bacterias Legionella, cuya aspiración, ingestión o inhalación pueden causar o contribuir con diversas enfermedades. Dado que los equipos de enfriamiento evaporativo utilizan la misma agua de la edificación, existe la posibilidad de que estos patógenos se propaguen en los equipos. Por lo tanto, se deberá tratar con máximo cuidado la ubicación del equipo y la implementación de protocolos de gestión, inspección y limpieza de agua. (Ver la sección Control de contaminación biológica) en estas Instrucciones de operación y mantenimiento).



Los equipos de enfriamiento evaporativo se consideran "maquinaria parcialmente completada". La "maquinaria parcialmente completada" es un conjunto que casi forma una máquina, pero que no puede cumplir ninguna información personal por sí mismo. El equipo de enfriamiento considerado no tiene los componentes que permiten su conexión con la fuente de energía y movimiento de manera controlada. El equipo de enfriamiento considerado es hecho a la medida, pero no está diseñado para satisfacer las necesidades específicas y las medidas de seguridad para una aplicación específica. Cada aplicación requiere de una estrategia integral de operación, control y seguridad con un diseño único que conecte todos los componentes de la instalación (y, en algún momento, un sistema de respaldo) de una manera segura y controlada.

Para ensamblar y desensamblar la unidad o las secciones de la unidad, siga las instrucciones de montaje o las instrucciones en las etiquetas amarillas de las secciones individuales de la unidad

Durante las operaciones de mantenimiento, el trabajador debe utilizar equipos de protección personal (PPE) adecuados, según lo establecen las autoridades locales (una lista mínima, no exhaustiva, de PPE consiste en zapatos, anteojos y guantes de seguridad; protección respiratoria, y casco).

Para cualquier trabajo excepcional y no de rutina que se deba desarrollar, se debe considerar medidas de protección y seguridad adecuadas, y se debe realizar una Evaluación de Riesgos de Último Minuto (LMRA, por sus siglas en inglés) por parte de una persona autorizada en cumplimiento de los requisitos de seguridad del país.

El sistema de agua recirculante puede químicos o contaminantes bioquímicos, entre ellos Legionella Pneumophila, cuya inhalación o ingestión pueden ser dañinas. La exposición directa al flujo de aire de descarga y el viento asociado generado durante la operación del sistema de distribución de agua y/o los ventiladores, o la neblina generada durante la limpieza de los componentes del sistema de agua, requiere de equipos de protección respiratoria aprobados para este uso por las autoridades gubernamentales de seguridad y salud ocupacional.

Para evitar la contaminación del aire y del agua como resultado de suciedad biológica, los equipos de enfriamiento deben mantenerse como se indica en las instrucciones de operación y mantenimiento, sin limitarse a las mismas. Se deben respetar todas las leyes locales relativas a los equipos de enfriamiento evaporativo.

Los accesorios como la plataforma y las escaleras son opcionales. En caso de que no se consideren estas opciones, el cliente debe diseñar la instalación de una manera que cumpla los requisitos y las leyes locales de seguridad y acceso.

Están disponibles opciones de reducción de sonido. En caso de que no se consideren estas opciones, el cliente debe diseñar la instalación de una manera que cumpla los requisitos y las leyes locales sobre el ruido.

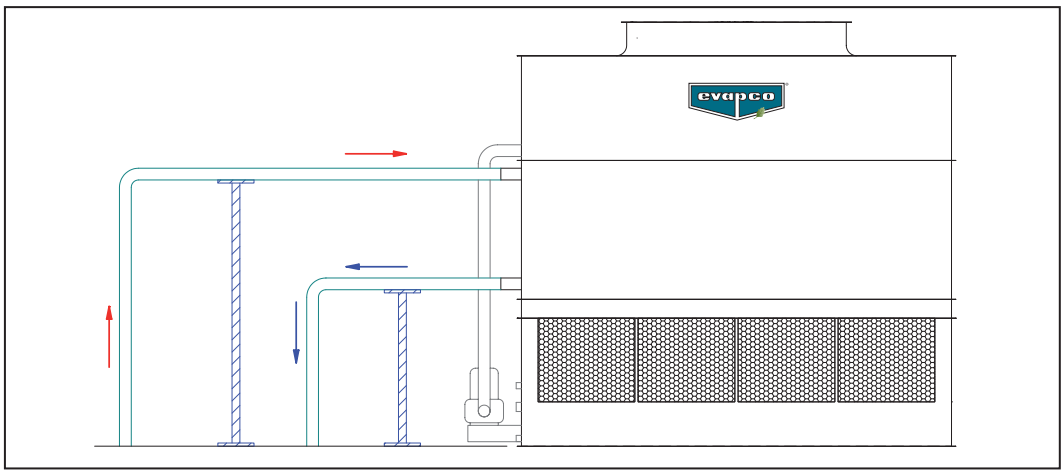
Para evitar la presión excesiva, se deben anticipar los valores de válvulas adecuados en la instalación de enfriamiento. Evapco no proporciona estas medidas de seguridad, que son la responsabilidad del cliente/contratista. La aplicación de estas medidas de seguridad debe ser evaluada para el sistema de enfriamiento como un conjunto, y no limitarse a la maquinaria parcialmente completada.

La corrosión atmosférica y la corrosión causada por el uso de medios corrosivos en el interior o exterior de los serpentines está prohibida y deja sin efecto la certificación PED.

Cada manipulación que afecte la integridad del compartimiento presurizado (por ejemplo, sin carácter limitativo, soldadura, abrasión, taladrado...) está prohibida y deja sin efecto la certificación PED.

Precauciones de Instalación

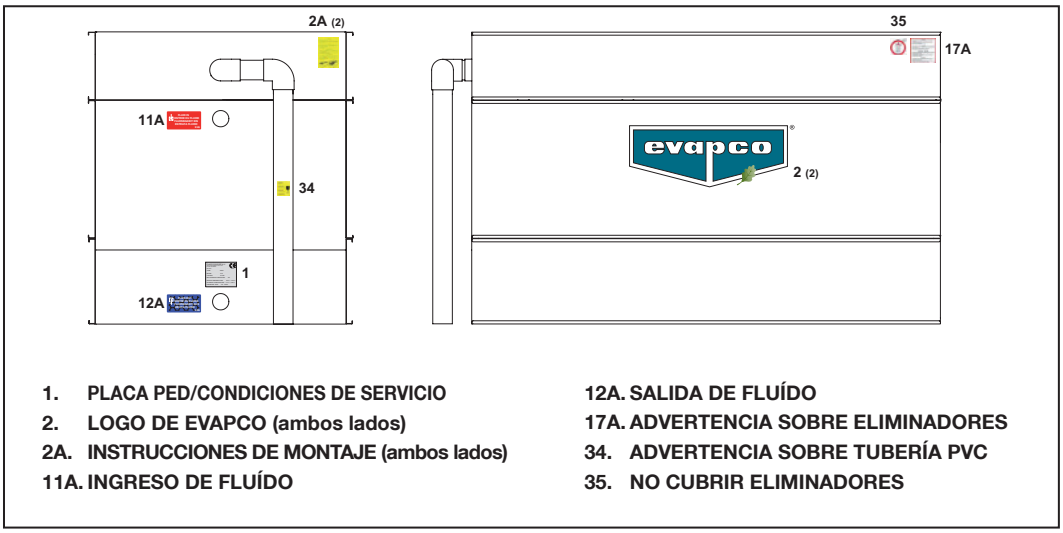
Las conexiones del serpentín no están diseñadas para sostener tuberías. Las tuberías de agua/glicol/refrigerante siempre deben estar sostenidas (por otros medios). Vea también el Boletín 131-E “Tuberías de condensadores evaporativos”.



Precauciones de almacenamiento

Nunca use cubiertas de plástico o lona para proteger una unidad durante su almacenamiento. Hacerlo podría atrapar calor dentro de la unidad y causar daños a los componentes de plástico.

Etiquetas de la(s) sección(es) de recubrimiento



1. PLACA PED/CONDICIONES DE SERVICIO
2. LOGO DE EVAPCO (ambos lados)
2A. INSTRUCCIONES DE MONTAJE (ambos lados)
11A. INGRESO DE FLUÍDO
12A. SALIDA DE FLUÍDO
17A. ADVERTENCIA SOBRE ELIMINADORES
34. ADVERTENCIA SOBRE TUBERÍA PVC
35. NO CUBRIR ELIMINADORES

No opere el compartimiento presurizado en condiciones de servicio fuera del rango en la placa PED ubicada en la conexión del serpentín. Encontrará la placa PED en la posición 1.

La temperatura operativa máxima del compartimiento presurizado, según se indica en la placa PED, supera la temperatura operativa nominal de la unidad. Nunca aplique al compartimiento presurizado temperaturas por encima de los 65°C o pida aprobación a la fábrica.

Se deben realizar controles periódicos legales al compartimiento presurizado, de acuerdo con los requisitos legales del país.

Para evitar dañar los componentes del sistema de rociado, la presión de entrada del agua de rociado nunca debe superar las 0,7 bar.

Terminología

En este manual se emplean los términos "Aire inducido" y "Aire forzado". A continuación mostramos una lista de los productos ofrecidos por EVAPCO en su línea de Enfriadores y Condensadores de Circuito Cerrado, así como la terminología asociada.

Los equipos de **aire inducido** incluyen los siguientes modelos de productos EVAPCO:

- **ESW4 - Enfriador de circuito cerrado**
- **Líneas de producto AT**
  - ATWB - Enfriador de circuito cerrado
  - ATC-E - Condensador evaporativo
  - eco-ATWB - Enfriador de circuito cerrado
  - eco-ATWB-E - Enfriador de circuito cerrado húmedo/seco
  - eco-ATWB-H - Enfriador de circuito cerrado húmedo/seco
  - eco-ATC-A - Condensador evaporativo húmedo/seco
  - ATC-DC - Condensador evaporativo húmedo/seco
  - ATWP - Enfriador de circuito cerrado
  - ATCP - Condensador evaporativo
- **PHC-E - Condensador evaporativo híbrido paralelo**

Los equipos de **aire forzado** incluyen los siguientes modelos de productos EVAPCO:

- **Líneas de producto LR**
  - LRWB - Enfriador de circuito cerrado
  - LRC - Condensador evaporativo
  - eco-LRWB - Condensador evaporativo húmedo/seco
- **Líneas de producto LS**
  - LSWE - Enfriador de circuito cerrado
  - LSC-E - Condensador evaporativo
  - eco-LSWE - Condensador evaporativo húmedo/seco
- **Líneas de producto PM**
  - PMC-E - Condensador evaporativo
  - PMC-Q - Condensador evaporativo
  - PMRC - Condensador evaporativo
  - eco-PMRC - Condensador evaporativo húmedo/seco

Recomendaciones de almacenamiento inicial y/o periodos de inactividad

Si la unidad no funcionará durante periodos de inactividad, se recomienda realizar lo siguiente además de todas las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes de los componentes.

- Si la(s) unidad(es) va(van) a permanecer almacenada(s) durante más de 3 semanas antes de su instalación, todos los componentes eléctricos no cableados deben trasladarse a un lugar cubierto. Entre estos elementos se incluyen, entre otros, las resistencias de la balsa, los controles de las resistencias, los controladores electrónicos de nivel de agua y los interruptores de vibración. Una vez en un lugar cubierto, siga las instrucciones de almacenamiento y mantenimiento recomendadas por los fabricantes de los componentes.
- Los rodamientos del ventilador, del motor y de la bomba, así como los rodamientos del motor, deben girarse manualmente al menos una vez al mes. Para ello, se debe etiquetar y bloquear el interruptor de desconexión de la unidad, sujetar el conjunto del ventilador (o retirar la rejilla protectora del ventilador del motor de la bomba) y girarlo varias vueltas. Si los motores van a permanecer sin conectar durante más de tres meses, deben trasladarse a un lugar cubierto y seguir las instrucciones de almacenamiento y mantenimiento recomendadas por los fabricantes de los motores.
- Si la unidad permanece inactiva durante más de unas semanas, ponga en marcha la caja reductora (si lo tiene) durante 5 minutos a la semana, o compruebe si las poleas y los casquillos presentan corrosión. Raspe y recubra con un compuesto rico en zinc (ZRC) con una concentración superior al 95%.
- Si la unidad permanece inactiva más de tres semanas, llene completamente la caja reductora con aceite. Vacíelo hasta el nivel normal antes de ponerlo en marcha.
- Si la unidad permanece inactiva más de tres semanas, lubrique los rodamientos del eje del ventilador y el perno roscado de ajuste del motor.
- Si la unidad permanece inactiva más de un mes, realice una prueba de aislamiento de los devanados del motor dos veces al año.
- Si el motor del ventilador permanece inactivo durante al menos 24 horas mientras las bombas de pulverización están encendidas y distribuyen agua sobre la batería, deben encenderse las resistencias del motor (si las hay). Como alternativa, los motores de los ventiladores pueden encenderse durante 10 minutos, dos veces al día, para eliminar cualquier condensación de humedad de los devanados del motor.
- Si la batería permanece inactiva más de un mes, cárguela con nitrógeno.
- Encienda las resistencias de los motores de los ventiladores.

Disposiciones del Código Internacional de la Edificación

El Código Internacional de la Edificación (International Building Code o IBC) es un conjunto integral de reglas que tratan sobre el diseño estructural y los requisitos de instalación para sistemas de edificaciones, incluyendo equipos de climatización (HVAC) y refrigeración industrial. Las disposiciones del código exigen que los equipos de enfriamiento evaporativo y todos los demás componentes que estén instalados permanentemente en una estructura cumplan los mismos criterios de diseño antisísmico que la edificación.

Todos los elementos unidos a los enfriadores de circuito cerrado o a los condensadores evaporativos de EVAPCO deben revisarse independientemente y aislarse para cumplir con los requisitos de cargas de viento y sísmicas correspondientes. Esto incluye tuberías, conductos, tubos y conexiones eléctricas. Estos elementos deben adjuntarse de manera flexible a la unidad EVAPCO, de manera que no transmitan cargas adicionales a los equipos como resultado de fuerzas sísmicas o eólicas.

Lista de verificación inicial y estacional

Generalidades

- ☐ 1. Verifique que la instalación general cumpla los requisitos de los lineamientos de instalación presentados en el Boletín EVAPCO 311: Manual de disposición de equipos, disponible en **www.evapco.eu**
- ☐ 2. Calentadores de espacios para motores de ventilador: Para evitar la acumulación de humedad en los bobinados y rodamientos, se proporcionan calentadores de espacios de manera estándar para cada motor de ventilador. Estos deberán tener conexiones listas antes de la operación.
- ☐ 3. Para motores de ventilador de múltiples velocidades, verifique que se proporcionan retrasos de un mínimo de 30 segundos al momento de cambiar de la velocidad alta a la baja. Asimismo, revise que se proporcionan interbloqueos para evitar energizar la velocidad alta y la baja al mismo tiempo, y confirme que ambas velocidades operan en la misma dirección.
- ☐ 4. Verifique que todos los interbloqueos de seguridad funcionan adecuadamente.
- ☐ 5. Para unidades que funcionan con una transmisión de frecuencia variable (TFV), asegúrese de que se han fijado requisitos de velocidad mínima. Pregunte al fabricante de la TFV cuáles son las velocidades mínimas recomendadas. Consulte la sección "Control de capacidad del sistema de ventiladores" para más información y recomendaciones para bloquear frecuencias de resonancia.
- ☐ 6. Verifique que se haya implementado un plan de tratamiento de agua que incluya la pasivación de unidades de acero galvanizado. Consulte la sección "Tratamiento de agua" para más detalles.
- ☐ 7. Si la unidad se va a mantener inactiva por un periodo de tiempo extenso, siga todas las instrucciones de los fabricantes del motor y la bomba del ventilador para el almacenamiento a largo plazo. Nunca se deben usar cubiertas o lonas de plástico para proteger una unidad durante su almacenafmiento. Hacerlo podría retener el calor dentro de la unidad, lo que podría causar daños a los componentes de plástico. Pida más información sobre almacenamiento de unidades a su representante local de EVAPCO.

ANTES DE EMPEZAR CUALQUIER TAREA DE MANTENIMIENTO, ASEGÚRESE DE QUE LA ENERGÍA ESTÁ APAGADA Y LA UNIDAD ESTÁ CORRECTAMENTE BLOQUEADA Y CLAUSURADA

Arranque inicial y estacional

- ☐ 1. Limpie y retire todos los escombros, como hojas y polvo, de las entradas de aire.
- ☐ 2. Descargue el recipiente de agua fría (con las pantallas de filtro en su lugar) para retirar sedimentos y polvo.
- ☐ 3. Retire la pantalla de filtro, límpiela **y reinstálela**.
- ☐ 4. Revise la válvula de flotador mecánica para comprobar que funcione libremente.
- ☐ 5. Inspeccione las boquillas del sistema de distribución de agua y límpielas según sea necesario. Verifique que la orientación sea correcta. *(No se necesita hacer esto en el arranque inicial. Las boquillas están limpias y colocadas de fábrica).*
- ☐ 6. Verifique que los eliminadores de aire estén seguros en su lugar y en la orientación adecuada.
- ☐ 7. Ajuste la tensión de la correa del ventilador según sea necesario. Consulte la sección "Ajuste de la correa del ventilador".
- ☐ 8. Lubrique los rodamientos de ejes de ventilador antes del arranque estacional.

- ☐ 9. Gire los ventiladores y las bombas a mano para asegurar que roten libremente y sin obstrucciones.
- ☐ 10. Inspeccione visualmente las palas de los ventiladores. El espacio para las aspas debe ser aproximadamente 3/8" (10 mm) (mínimo 1/4" [6mm]) desde la punta de la pala hasta la capota del ventilador. Las palas de los ventiladores deben estar firmemente sujetas al controlador de ventiladores.
- ☐ 11. Si queda agua estancada en el sistema, inclusive en "tramos muertos" de las tuberías, la unidad debe ser desinfectada antes de energizar los ventiladores. Consulte la Directriz ASHRAE 12 y la Directriz CTI Guideline WTP-148 para más información.
- ☐ 12. Cierre el recipiente de agua fría manualmente hasta su conexión de desbordamiento.
- ☐ 13. Para enfriadores de circuito cerrado, llene el serpentín del intercambiador con el fluido especificado y expulse aire del sistema antes de presurizarlo, usando respiraderos en las entradas del serpentín. No haga esto con condensadores evaporativos.

NOTA: Los enfriadores de circuito cerrado solo se deben usar en sistemas sellados y presurizados. La aireación continua del agua en un sistema abierto podría causar corrosión dentro de los tubos del enfriador, lo que generaría fallas prematuras.

Para enfriadores de circuito cerrado con controles opcionales, vea las indicaciones de operación y mantenimiento de los controles para conocer el procedimiento de arranque adecuado.

Después de que la unidad ha sido energizada, revise lo siguiente:

- ☐ 1. Ajuste la válvula de flotador mecánica según sea necesario hasta el nivel de agua adecuado.
- ☐ 2. El recipiente de la unidad debe llenarse hasta el nivel operativo adecuado. Consulte la sección "Niveles operativos del sistema de agua recirculante" para más detalles.
- ☐ 3. Verifique que los ventiladores giran en la dirección correcta.
- ☐ 4. Arranque las bombas de rociado de agua y verifique que la rotación sea la indicada por la flecha en la cubierta frontal.
- ☐ 5. Mida la tensión y la corriente en todos los tres cables de alimentación de la bomba y el motor del ventilador. La corriente no debe superar el valor nominal de carga máxima en amperios de motor, tomando en consideración el factor de servicio.
- ☐ 6. Consulte con su compañía de tratamiento de agua calificada para ajustar la descarga mínima necesaria; consulte la sección "Tratamiento de agua y química del agua".
- ☐ 7. Asimismo, para información más detallada lea las instrucciones de mantenimiento del fabricante de los ventiladores y motores de bomba, y las instrucciones de almacenamiento a largo plazo. Los motores deben ser lubricados y recibir servicio de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- ☐ 8. Todos los nuevos equipos de enfriamiento evaporativo y sus tuberías asociadas deben ser limpiados y descargados previamente para remover grasa, aceite, polvo, residuos y otros sólidos suspendidos antes de la operación. Cualquier producto químico previo a la limpieza debe ser compatible con los materiales de construcción de los equipos de enfriamiento. Se debe evitar las formulaciones alcalinas para sistemas que incluyan materiales de construcción galvanizados.

  Los sistemas hidrónicos cerrados conectados ya sea a un enfriador de circuito cerrado o a un enfriador seco deben ser limpiados previamente y descargados para remover grasa, aceite, polvo, residuos y otros sólidos suspendidos antes de la operación. EVAPCO recomienda usar químicos inhibidores o glicol inhibidor para minimizar la corrosión y el sarro durante las operaciones normales. EVAPCO recomienda un mínimo de 25% de glicol inhibidor para minimizar la corrosión.

Cronograma de mantenimiento mínimo recomendado

PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
1. Limpiar el filtro de la bandeja	Cada mes o según sea necesario
2. Limpiar y descargar la bandeja**	Cada tres meses o según sea necesario
3. Verificar la válvula de descarga para comprobar que funciona	Cada mes
4. Verificar el nivel operativo de la bandeja y ajustar la válvula de flotador de ser necesario	Cada mes
5. Verificar el sistema de distribución de agua y el patrón de rociado	Cada mes
6. Verificar los eliminadores de rocío	Cada tres meses
7. Revisar las palas de los ventiladores en busca de grietas, contrapesos faltantes, tapas de puertos para pesos y agujeros de drenaje abiertos (ventiladores de sonido superbajo), y vibraciones	Cada tres meses
8. Inspeccionar poleas, bujes, ejes de ventilador y centros	Cada año
9. Inspeccionar líneas de lubricación hacia los rodamientos	Cada tres meses
10. Lubricar rodamientos de motores de ventilador*	Cada 1000 horas de operación (o cada tres meses)
11. Revisar y ajustar la tensión de correas	Cada mes
12. Inspeccionar y engrasar base deslizante del motor	Cada año o según sea necesario
13. Verificar rejillas de ventilador, rejilla de entrada y ventiladores. Retirar polvo o residuos	Cada mes o según sea necesario
14. Inspeccionar y limpiar acabado de protección - Galvanizado: raspar y recubrir con ZRC - Inoxidable: limpiar y pulir con un limpiador para acero inoxidable	Cada año
15. Revisar la calidad del agua en busca de contaminación biológica. Limpiar unidad según sea necesario y contactar a una compañía de tratamiento de agua para aplicar un programa de tratamiento de agua recomendado**	Con regularidad
16. Lubricar bomba y motor de bomba según las instrucciones del fabricante	Con regularidad
17. Lubricar rodamientos de motor de ventilador (ver instrucciones del fabricante). Habitualmente para rodamientos no sellados.	Cada dos o tres años
18. Revisar la superficie del serpentín en busca de sarro y/o corrosión	Cada seis meses
19. Para mantenimiento de ventiladores de enchufe	Consulte las instrucciones de mantenimiento del ventilador enchufe

ACCESORIOS OPCIONALES:

1. Reductor de engranajes: Verificar el nivel de aceite con la unidad detenida	24 horas después del arranque y cada mes
2. Reductor de engranajes/tuberías: Hacer una inspección visual en busca de filtraciones de aceite, inspección auditiva en busca de ruidos y vibraciones inusuales	Cada mes
3. Reductor de engranajes: Reemplazar el aceite	Cada seis meses
4. Bomba de aceite: Hacer una inspección visual en busca de filtraciones y cableado adecuado	Cada mes
5. Reductor de engranajes/acoplamiento: Verificar alineamiento del sistema	24 horas después del arranque y cada mes
6. Acoplamiento/eje: Inspeccionar que los elementos flexibles y accesorios estén ajustados, tengan un par de torsión adecuado y no muestren grietas/deterioro	Cada mes
7. Controlador de la caldera: Inspeccionar el controlador y limpiar los extremos de la sonda	Cada tres meses
8. Caldera: Inspeccionar caja de conexión en busca de cables sueltos o humedad	Un mes después del arranque y cada seis meses

* Ver manual de mantenimiento para instrucciones de arranque y recomendaciones de lubricación.
**Los equipos de enfriamiento evaporativo deben limpiarse a intervalos regulares para evitar el crecimiento de bacterias, incluido *Legionella Pneumophila*.

Cronograma de mantenimiento mínimo recomendado (siguiente)

ACCESORIOS OPCIONALES:

9. Caldera: Inspeccionar elementos en busca de sarro	Cada tres meses
10. Controlador electrónico de nivel de agua: Inspeccionar caja de conexión en busca de cables sueltos o humedad	Cada seis meses
11. Controlador electrónico de nivel de agua: Limpiar la acumulación de sarro de los extremos de la sonda	Cada tres meses o según sea necesario
12. Controlador electrónico de nivel de agua: Limpiar dentro de la tubería vertical	Cada año
13. Válvula de reposición solenoide: Inspeccionar y quitar los residuos de la válvula	Según sea necesario
14. Interruptor de vibración (mecánico): Inspeccionar cubierta en busca de cables sueltos y humedad	Un mes después del arranque y cada mes
15. Interruptor de vibración: Ajustar la sensibilidad	Durante el arranque y cada año
16. Tuberías de barredora del sumidero: Inspeccionar y limpiar residuos de las tuberías	Cada seis meses
17. Indicador de nivel de agua: Inspeccionar y limpiar	Cada año
18. Paneles solares SUN: Inspeccionar en busca de daños y limpiar con manguera y cepillo suave	Cada seis meses
19. Limpiar serpentín(es) secos	Cada seis meses

DURANTE PERIODOS INACTIVOS:

Periodo inactivo	Acción recomendada	Frecuencia
Dos días o más	Energizar los calentadores de espacio del motor por 10 minutos	Dos veces al día
Pocas semanas	Arrancar el reductor de engranajes por 5 minutos	Cada semana
Varias semanas	Llenar completamente el reductor de engranajes con aceite. Drenar hasta el nivel normal antes de arrancar.	Una vez
Un mes o más	Rotar el eje del motor/ventilador 10 veces	Cada mes
	Realizar la prueba de Megger en los bobinados de los motores	Cada seis meses

Lista de verificación para apagado estacional

Cuando el sistema deba apagarse por un periodo de tiempo extenso, se deberán realizar los siguientes servicios.

- ☐ 1. El recipiente de agua fría de la unidad de enfriamiento evaporativo debe drenarse.
- ☐ 2. El recipiente de agua fría debe ser descargado y limpiado con las pantallas de filtro de succión en su lugar.
- ☐ 3. Las pantallas de filtro de succión deben ser limpiadas y reinstaladas.
- ☐ 4. El drenaje del recipiente de agua fría debe dejarse abierto.
- ☐ 5. Los tornillos de ajuste de los rodamientos del eje del ventilador y la base del motor deben estar lubricados. Esto también ser debería hacer si la unidad va a permanecer inactiva antes del arranque inicial.
- ☐ 6. Las líneas de agua de reposición, desbordamiento y drenaje, así como la bomba de recirculación y las tuberías de la bomba que suben al nivel de desbordamiento deben ser provistas de líneas de calefacción y aisladas para encargarse del agua residual.
- ☐ 7. Se debe inspeccionar el acabado de la unidad. Tomar medidas para limpiarla y restaurar el acabado según sea necesario.
- ☐ 8. El ventilador, el motor y los rodamientos de la bomba deben encenderse manualmente por lo menos una vez al mes. Esto se puede lograr asegurándose de que la desconexión de la unidad está clausurada y bloqueada, y sujetando el ensamble del ventilador para luego rotarlo varias veces.
- ☐ 9. Energizar los calentadores de espacio de los motores del ventilador.
- ☐ 10. Solo para enfriadores de circuito cerrado: Si los flujos de fluido mínimos recomendados a través del serpentín de transferencia de calor no se pueden mantener y no existe una solución anticongelamiento en el serpentín, el serpentín debe drenarse inmediatamente cada vez que las bombas del sistema se apaguen o el flujo se detenga en condiciones de congelamiento. Esto se logra al colocar válvulas de drenaje automático y salidas de ventilación en las tuberías que entran y salen del enfriador. Se debe asegurar cuidadosamente que las tuberías están debidamente aisladas y tienen el tamaño adecuado para que el agua fluya rápidamente desde el serpentín. Este método de protección se debe usar solo en situaciones de emergencia, y no es un método práctico o recomendado de protección anticongelamiento. Los serpentines no deben drenarse por un periodo de tiempo extenso, ya que puede ocurrir corrosión interna. Consulte la sección Operación en clima frío de este documento para más detalles.

Para instrucciones más detalladas, lea las instrucciones de mantenimiento del fabricante de los ventiladores y bombas, y las instrucciones de almacenamiento a largo plazo.

Secuencia de operación básica para modo húmedo o evaporativo para condensador/enfriador de circuito cerrado

Sistema apagado / Sin carga

Las bombas y los ventiladores del sistema están apagados. Si el recipiente está lleno de agua, se deberá mantener una temperatura mínima del agua en el recipiente de 40°F (4°C) para evitar el congelamiento. Esto solo se puede lograr mediante el uso de calentadores de recipiente opcionales. Consulte la sección "Operación en clima frío" de este boletín para más detalles sobre operación y mantenimiento en climas fríos.

Aumenta la temperatura del sistema/condensación

La bomba de recirculación se enciende. La unidad proporciona aproximadamente 10% de la capacidad de enfriamiento solo con la bomba encendida. Si la unidad tiene compuertas de cierre, deberán estar completamente abiertas antes de encender las bombas.

Si la temperatura del sistema continúa aumentando, el ventilador de la unidad es activado. Para un controlador de velocidad variable, los ventiladores se encienden a velocidad mínima. Consulte la sección "Sistema de ventiladores: Control de capacidad" de este boletín para más detalles sobre las opciones de control de velocidad de los ventiladores. Si la temperatura del sistema continúa aumentando, la velocidad del ventilador aumenta según se requiera, hasta llegar a la velocidad máxima.

NOTA: Durante clima debajo de la temperatura de congelamiento, la velocidad mínima recomendada para controladores de velocidad variable es 50%. TODOS LOS VENTILADORES EN LAS CÉLDAS DE OPERACIÓN DE UNIDADES DE MÚLTIPLES CELDAS DEBEN CONTROLARSE JUNTOS PARA PREVENIR LA FORMACIÓN DE HIELO EN LOS VENTILADORES.

La temperatura del sistema/condensación se estabiliza

Controle la temperatura del fluido saliente (enfriadores de circuito cerrado) o la temperatura de condensación (condensadores evaporativos) modulando las velocidades de ventiladores con transmisiones de velocidad variable o activando y apagando los ventiladores con transmisiones de una o dos velocidades.

Disminuye la temperatura del sistema/condensación

Reduzca la temperatura del ventilador, según sea necesario.

Sistema apagado / Sin carga

La bomba del sistema se apaga. El interbloqueo del arrancador energizará cualquier calentador del recipiente opcional en clima frío.

La bomba de recirculación no se debe usar como un medio de control de capacidad, y no se debe encender y apagar frecuentemente. Hacerlo podría generar acumulación de sarro y reducir el rendimiento húmedo y seco.

Operación en seco

Durante los meses fríos de invierno es posible apagar la bomba rociadora, drenar el recipiente de agua fría y solo apagar y encender los ventiladores. Asegúrese de dejar abierto el drenaje del recipiente durante esta operación para evitar la acumulación de agua de lluvia, nieve, etc. Si la unidad tiene compuertas de cierre, deberán estar completamente abiertas antes de encender los ventiladores. Si la operación en seco se usará en una unidad de ventilador centrífugo y aire forzado, asegúrese de verificar que el motor y las transmisiones tienen el tamaño exacto para soportar la reducción de presión estática experimentada cuando se apague el agua de rociado.

NOTA: El punto de control mínimo para el fluido de procesos nunca debe ser menor a 42°F (6°C).

NOTA: Cuando una unidad está equipada con un ensamble de compuerta de descarga, la secuencia de control debería abrir y cerrar las compuertas una vez al día, independientemente de su capacidad, para evitar que el ensamble se atasque, el motor del ventilador debe apagarse cada vez que se cierren las compuertas.

NOTA: Las líneas de producto ESW4 o PHC-E no deben operar secas.

NOTA: La secuencia de operación de las unidades eco-ATW/eco-ATWE es única y se explica detalladamente en el Manual del panel de control Sage[2], Sage[3].

Sistema de ventiladores

Los sistemas de ventiladores de unidades de transmisión tanto centrifuga como axial son robustos; sin embargo, el sistema de ventiladores debe revisarse regularmente y lubricarse a intervalos adecuados. Se recomienda el siguiente calendario de mantenimiento.

Rodamientos de motores de ventilador

Las unidades de enfriamiento evaporativo EVAPCO usan un motor de ventilador completamente cerrado y enfriado por aire (TEAO, Totally Enclosed Air Over) o completamente cerrado y enfriado por ventilador (TEFC, Totally Enclosed Fan Cooled). Estos motores se construyen según especificaciones para "tareas de torre de enfriamiento". La mayoría de los moto-ventiladores se suministran con los rodamientos sellados con lubricación permanente y protecciones específicas contra la humedad en el eje y los devanados. Después de apagados prolongados, se deberá revisar el motor con un medidor de aislamiento antes de reiniciar el motor.

Rodamientos de bolas del eje del ventilador

Para unidades de aire inducido, lubrique los rodamientos del eje del ventilador cada 1,000 horas de operación o cada tres meses. Para unidades de aire forzado, lubrique el eje del ventilador cada 2,000 horas de operación o cada seis meses. Use cualquiera de los siguientes lubricantes inhibidos de poliúrea, sintéticos y a prueba de agua, que son adecuados para operaciones entre -20°F (-29°C) y 350°F (177°C). (Para temperaturas de operación más frias, comuníquese con el fabricante).

Chevron – Multifak Premium 3 Total – Ceran WR2 or similar Shell Alvanias

Introduzca lubricante despacio en los rodamientos para que los sellos no se dañen. Se recomienda utilizar una pistola engrasadora manual para este proceso. Al introducir lubricante nuevo, todo el lubricante existente debe ser expulsado de los rodamientos.

La mayoría de unidades EVAPCO cuentan con lineas de lubricación que permiten lubricar fácilmente los rodamientos de ejes de ventilador, tal como se muestra en la Tabla 1.

Descripción de la unidad	Ubicación de tomas de líneas de lubricación
Unidades de aire inducido: 3', 4', 8', 8.5', 17' de ancho	Ubicado al lado de la puerta de acceso de la cubierta del ventilador
Unidades de aire inducido: 10', 12', 14', 24', 28' de ancho	Ubicado al lado de la puerta de acceso de la cubierta del ventilador
Unidades de aire forzado	Ubicado en el soporte de rodamiento o al lado de la unidad
Unidades PHC-E	Ubicado dentro de la puerta de acceso en la parte inferior de la cubierta/ sobre la soldadura hecha in situ

Tabla 1 – Ubicación de tomas de lineas de lubricación para unidades con transmisión por correa

Rodamientos de casquillo del eje del ventilador (Solo unidades LS de 1,2 m)

Lubrique el (los) rodamiento(s) de casquillo intermedio(s) antes del arranque de la unidad. Se debe revisar el reservorio varias veces durante la primera semana para hacer que la reserva de aceite se mantenga en su capacidad máxima. Después de la primera semana de operación, lubrique el (los) rodamiento(s) cada 1000 horas de operación o cada tres meses (lo que ocurra primero).

Use uno de los aceites minerales no detergentes de grado industrial. No use un aceite con base en detergente o aceites para usos pesados o compuestos. Se podría necesitar aceites diferentes para operaciones continuas por debajo de los 0°C. La Tabla 1a presenta una lista de lubricantes aprobados para cada rango de temperatura.

Temp. Ambiente	Texaco	Mobil	Exxon	Total
-32°C a 0°C	-	DTE Heavy	-	-
-17°C a 43°C	-	-	-	-
0 a 38°C	Regal R&O 220	DTE Oil BB	Teresstic 220	-

Tabla 1a – Lubricantes para rodamientos de casquillo

Todos los rodamientos que se usan en los equipos de EVAPCO están ajustados de fábrica y se alinean automáticamente. No modifique el alineamiento de los rodamientos al ajustar las tapas de los rodamientos de casquillo.

Ajuste de la correa del vent ilador (Las unidades de transmisión directa no necesitan ajustes)

La tensión de la correa del ventilador debe verificarse al momento del arranque y nuevamente después de las primeras 24 horas de operación, para corregir cualquier estiramiento inicial. Para ajustar la tensión de la correa de manera adecuada, coloque el motor del ventilador de modo que la correa del ventilador se desvíe aproximadamente 3/8" (10 mm) cuando se aplica una presión moderada a la mitad de la distancia entre las poleas. La Figura 1 y la Figura 2 muestran dos maneras de medir esta desviación. Se debe verificar la tensión de la correa cada mes. Una correa con la tensión adecuada no "da chirridos" o "rechina" cuando se arranca el ventilador.

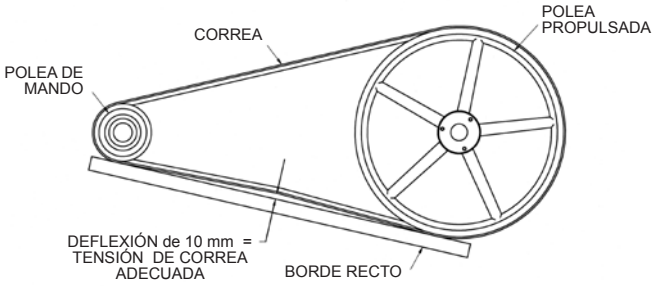


Figura 1 – Método 1

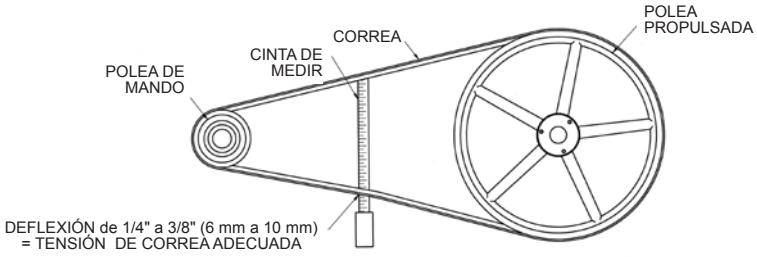


Figura 2 – Método 2

Aire inducido – En las unidades de transmisión por correa de aire inducido con motores montados externamente, vea las Figuras 3 y 4.

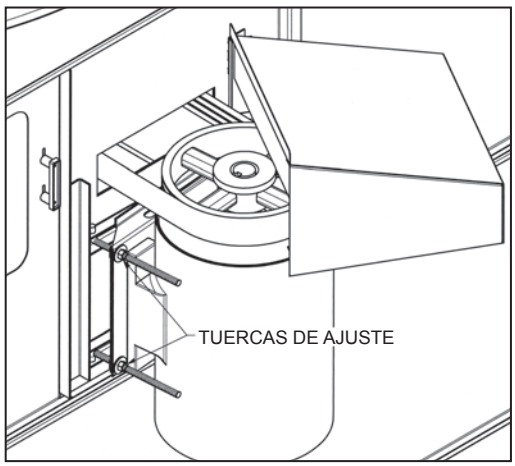


Figura 3 – Motor montado externamente, aire inducido

En unidades de correa de aire inducido con motores montados internamente (unidades de 10, 12, 14, 20, 24 y 28 pies de ancho). Para unidades PHC-SE y PHC-DE, se proporciona una herramienta de ajuste de motor en la tuerca de ajuste. Para usarla, coloque el extremo hexagonal sobre la tuerca de ajuste y ajuste la correa girando la tuerca en sentido antihorario. Cuando las correas tengan la tensión adecuada, ajuste la tuerca de bloqueo.

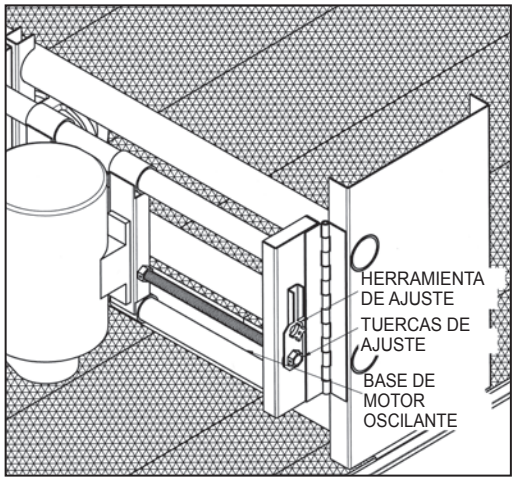


Figura 4 – Motor montado internamente, aire inducido

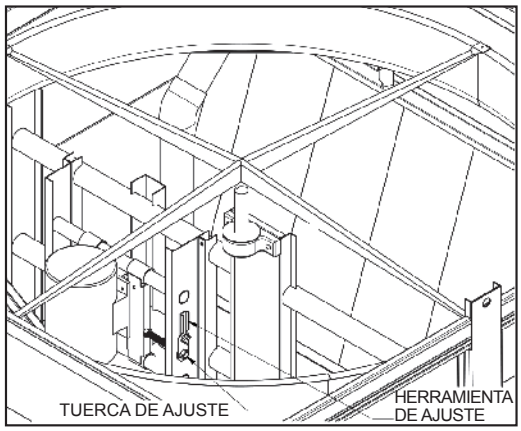


Figura 5 – Motor montado internamente, unidad PHC-DE

Aire forzado – Para las unidades de aire forzado tipo LS, PM y MT Style, ambos pernos de ajuste tipo J en la base ajustable del motor deberán tener igual cantidad de parte roscada expuesta para que la alineación de poleas y correas sea la adecuada.

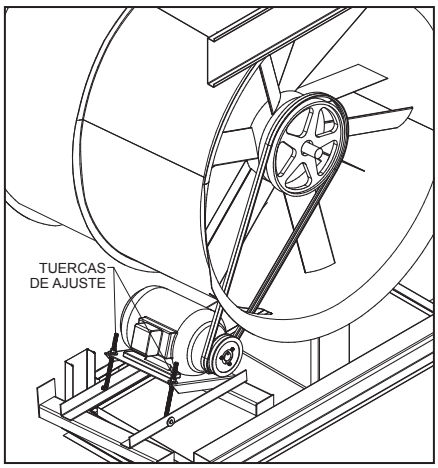


Figura 6 – Ajuste de motor tipo PM

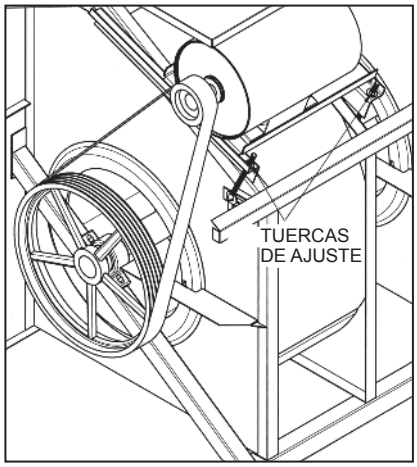


Figura 7a – Motor montado externamente, unidades grandes LS, 8X y 3M

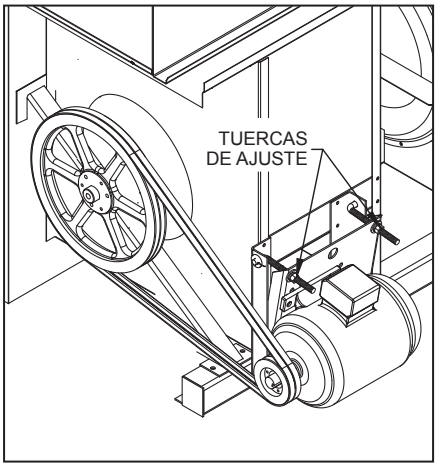


Figura 7b – Motor montado externamente, unidades pequeñas LS, 4X y 5X

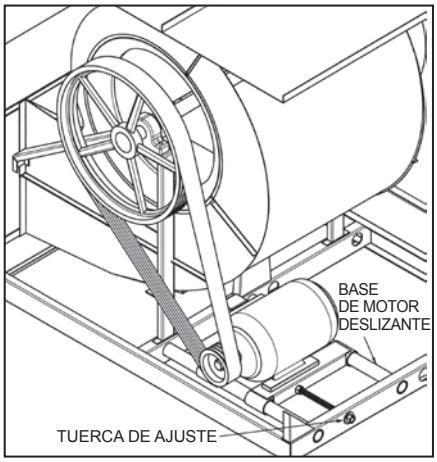


Figura 8 – Ajuste de motor LR

Transmisiones por engranajes

Las unidades de aire inducido con sistemas de transmisión por engranajes necesitan mantenimiento especial. Consulte las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes de los engranajes. Estas se empacarán y enviarán con la unidad.

Air Inlet

Inspeccione las rejillas de la entrada de aire (unidades de aire inducido) o las rejillas de ventilador (unidades de aire forzado) cada mes para eliminar papel, hojas u otros residuos que podrian estar bloqueando el ingreso de aire a la unidad.

Entrada del serpentín

Inspeccione el serpentin superior, la entrada de aire y la sección de rociado de todas las unidades PHC cada mes.

Fan System — Capacity Control

Existen diferentes métodos para el control de la capacidad de una unidad de enfriamiento evaporativo. Estos incluyen: Apagado y encendido del motor del ventilador, uso de motores de dos velocidades y uso de transmisiones de frecuencia variable (VFD, por sus siglas en inglés).

NOTA: Para el eco-ATW con Sage[2] y el eco-ATWE con Sage[3], consulte el manual.

Apagado y encendido del motor del ventilador

Esta tarea requiere el uso de un termostato de una etapa, que mide la temperatura del fluido (enfriadores de circuito cerrado) o la temperatura de condensación (condensadores evaporativos). Los contactos del termostato están conectados en serie con la bobina de retención del arrancador del motor del ventilador. Para apagados/encendidos de motores de ventilador individuales, interbloquee los motores del ventilador antes de arrancar el ventilador para evitar problemas con ventiladores inactivos en reversa.

Secuencia de operación para apagado y encendido del motor del ventilador

El apagado y encendido del motor del ventilador a menudo es inadecuado cuando la carga tiene una fluctuación amplia. En este método, solo hay dos niveles estables de rendimiento: 100% de la capacidad cuando el ventilador está encendido, y aproximadamente 10% de la capacidad cuando está apagado. Tome en cuenta que el apagado/encendido rápido de los motores del ventilador puede causar que el motor se sobrecaliente. Los controles deberán fijarse para permitir solo un máximo de seis ciclos de arranque/parada por hora. La bomba de recirculación no se debe usar como un medio de control de capacidad, y no se debe encender y apagar frecuentemente. Hacerlo podría generar acumulación de sarro, lo que reduciría el rendimiento húmedo y seco.

Transmisiones de frecuencia variable

El uso de una transmisión de frecuencia variable (VFD) brinda el método más preciso de control de capacidad. Una VFD es un dispositivo que convierte una tensión y frecuencia fijas alternas (AC) en una tensión y frecuencia AC ajustable, usadas para controlar la velocidad de un motor AC. Al ajustar la tensión y la frecuencia, el motor de inducción AC puede operar a muchas velocidades diferentes.

El uso de tecnología VFD puede beneficiar la vida útil de los componentes mecánicos con arranques de motor menos frecuentes y sin obstáculos y un sistema de diagnóstico de problemas integrado. La tecnología VFD tiene beneficios particulares para las unidades de enfriamiento evaporativo que funcionan en climas fríos, donde el flujo de aire puede ser modulado para minimizar el congelamiento e incluso operado en reversa a baja velocidad para ciclos de descongelamiento. Las aplicaciones que usan una VFD para contorl de capacidad también deben usar un motor que pueda invertirse, construido de acuerdo con la norma NEMA MG-1.

NOTA: Las transmisiones de frecuencia variable (VFD) no deben usarse en motores de bomba. Las bombas están diseñadas para funcionar a máxima velocidad y no deben ser usadas para control de capacidad.

El tipo de motor, el fabricante de la VFD, las longitudes de las terminales del motor (entre el motor y la VFD), los conductos y la puesta a tierra pueden afectar significativamente la respuesta y la vida del motor. Seleccione una VFD que sea compatible con los motores de ventilador en las unidades EVAPCO. Muchas variables en la configuración e instalación de la VFD pueden afectar el rendimiento del motor y la VFD. Dos parámetros especialmente importantes a considerar en el momento de escoger e instalar una VFD son la frecuencia de conmutación y la distancia entre el motor y la VFD, conocida como longitud de terminal. Consulte las recomendaciones del fabricante de la VFD para una instalación y configuración adecuadas. Las restricciones de longitud de las terminales pueden variar según el proveedor. Independientemente del proveedor del motor, es recomendable reducir la longitud de terminales entre el motor y la transmisión.

Notificación de bloqueo de la VFD

Secuencia de operaciones / parámetros para unidades de múltiples ventiladores con una VFD durante carga máxima

Para eco-ATWE, consulte operación y mantenimiento del panel de control para Sage[2]/Sage[3]

1. Ambos motores del ventilador apagados: Bomba encendida en una celda.
2. Ambos motores del ventilador apagados: Bomba encendida en ambas celdas.
3. Ambas VFD encendidas y funcionando a la velocidad mínima recomendada por el fabricante (25%): Bomba encendida en ambas celdas.
4. Ambas VFD aceleran uniformemente (deben estar sincronizadas en el arranque): Bomba encendida en ambas celdas.
5. Ambas VFD a velocidad máxima: Bomba encendida en ambas celdas.

NOTA: Las VFD necesitan tener un dispositivo de apagado preinstalado para evitar que la temperatura del agua baje demasiado y que la transmisión intente girar el ventilador a velocidades cercanas a cero. Operar a menos de 25% de la velocidad del motor no ofrece beneficios en cuanto a ahorro de energía o control de capacidad de los ventiladores. Verifique con el proveedor de 20 VFD si es posible operar a menos de 25% de la capacidad.

Notificación de bloqueo de la transmisión de frecuencia variable



El personal calificado deberá aplicar el cuidado, los procedimientos y las herramientas adecuadas al mantener o reparar el sistema de ventilador/transmisión, con el fin de evitar lesiones personales o daños a la propiedad.



Identificación y bloqueo de frecuencias resonantes dañinas

Un sistema de ventiladores con transmisión de frecuencia variable (VFD), a diferencia de los sistemas tradicionales de velocidad fija, está diseñado para funcionar entre velocidades de 25% (15 Hz) y 100% (60 Hz), lo que crea una oportunidad para su funcionamiento en condiciones de frecuencias resonantes. El funcionamiento sostenido a frecuencias resonantes puede causar vibración excesiva, fatiga de componentes estructurales y/o ruido y fallas en el sistema de transmisión. Los propietarios y operadores deben anticipar la existencia de frecuencias resonantes y frecuencias de bloqueo durante el arranque y la puesta en servicio, a fin de prevenir problemas de funcionamiento y daños a la estructura del sistema de transmisión. Como parte de los procesos normales de arranque y puesta en servicio, se debe identificar y bloquear las frecuencias resonantes en el software de la VFD.

La estructura de soporte, las tuberías externas y los accesorios de la unidad contribuyen a la composición armónica y solidez del sistema. La selección de VFD también influirá significativamente en el comportamiento del sistema. En consecuencia, no es posible determinar todas las frecuencias resonantes por anticipado en la locación del fabricante, durante la inspección y pruebas finales. Las frecuencias resonantes relevantes (si las hubiera) solo pueden ser identificadas correctamente después de la instalación de la unidad en el sistema.

Para encontrar frecuencias resonantes en el sitio, se debe hacer una prueba de velocidad creciente (run-up) y decreciente (run-down). Además, las frecuencias de la VFD se deben ajustar de manera que permitan la mayor alineación posible entre la VFD y el sistema eléctrico. Consulte los procedimientos de arranque de su transmisión para más información.

El procedimiento para identificar frecuencias resonantes requiere recorrer el rango operativo de la VFD en incrementos de dos (2) Hz, desde la frecuencia operativa más baja hasta la mayor velocidad. En cada paso, espere un momento hasta que el ventilador alcance un estado estable. Identifique los cambios en la vibración de la unidad durante la prueba. Repita los intervalos desde la velocidad máxima hasta la mínima. Si existen frecuencias que generan vibración, la prueba de velocidad creciente y decreciente servirá para aislar estas frecuencias resonantes, que luego deberán bloquearse en la programación de la VFD.

Motores de dos velocidades

El uso de un motor de dos velocidades brinda un paso adicional de control de capacidad, cuando se usa junto a un método de apagado/encendido de ventiladores. La baja capacidad del motor proporcionará aproximadamente 60% de la capacidad a velocidad máxima.

Los sistemas de control de capacidad de dos velocidades requieren no solo un motor de dos velocidades, sino también un termostato de dos etapas y el arrancador de motor de dos velocidades adecuado. El motor de dos velocidades más común es el de un solo bobinado. Esto también se conoce como diseño por polos consecuentes. También están disponibles motores de dos bobindados. Todos los motores de múltiples velocidades usados en unidades de enfriamiento evaporativo deben ser de par de torsión variable.

NOTA: Cuando se usan motores de dos velocidades, los controles de los arrancadores de motores deben estar equipados con un relé retardador de desaceleración. El retraso debe ser de 30 segundos como mínimo, al momento de cambiar de alta a baja velocidad.

Secuencia de operación para unidades de dos celdas con motores de dos velocidades durante carga máxima

Para eco-ATWE, consulte operación y mantenimiento del panel de control para Sage^{2}/Sage^{3}

1. Ambos motores del ventilador apagados: Bomba encendida en una celda.
2. Ambos motores del ventilador apagados: Bomba encendida en ambas celdas.
3. Un motor del ventilador en velocidad baja, uno apagado: Bomba encendida en ambas celdas.
4. Ambos motores del ventilador en velocidad baja: Bomba encendida en ambas celdas.
5. Un motor del ventilador en velocidad alta, uno en velocidad baja: Bomba encendida en ambas celdas.
6. Ambos motores del ventilador en velocidad máxima: Bomba encendida en ambas celdas.

Rejilla de succión en recipiente de agua fría

La rejilla de la bandeja, según se muestra en las Figuras 9-13, debe ser retirada y limpiada cada mes o según sea necesario. La rejilla es la primera linea de defensa para mantener el sistema libre de particulas. Asegúrese de que la rejilla se encuentra colocada correctamente sobre la succión de la bomba, junto al capuchón antirremolino.

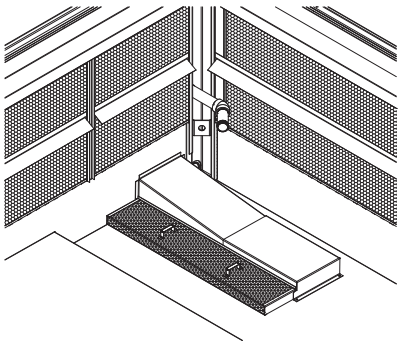


Figura 9 – Ensamble de rejilla ATC/W simple

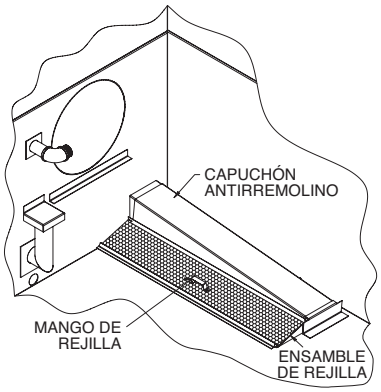


Figura 10 – Ensamble de rejilla LSWE/LSC-E/PMRC

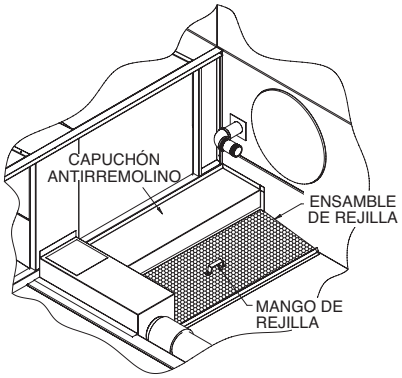


Figura 11 – Ensamble de rejilla LRWB/LRC

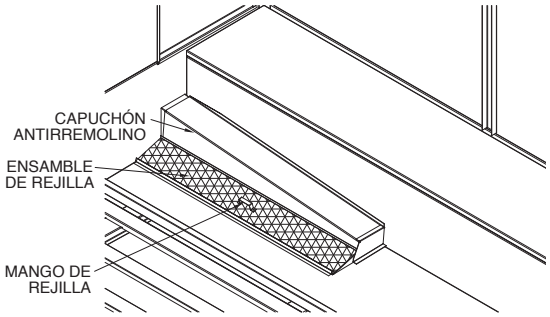


Figura 12 – Ensamble de rejilla PHC-SE

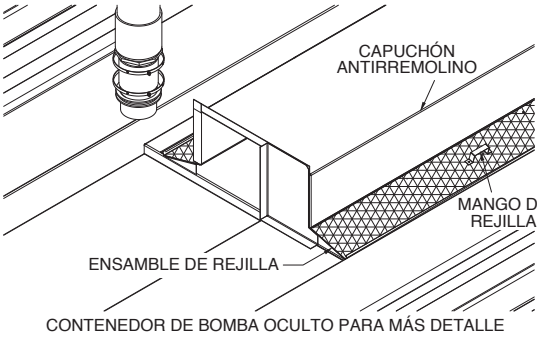


Figura 13 – Ensamble de rejilla PHC-DE

Recipiente de agua fría

El recipiente de agua fria debe descargarse cada tres meses y revisarse cada mes, o más seguido, si es necesario, para eliminar toda acumulación de polvo o sedimentos que regularmente se formen en el recipiente. Los sedimentos pueden volverse corrosivos y causar el deterioro de los materiales del recipiente. Al descargar el recipiente, es importante mantener las rejillas de succión en su lugar para evitar que los sedimentos entren al sistema. Después de limpiar el recipiente, las rejillas deben retirarse y limpiarse antes de rellenar el recipiente con agua limpia.

Nivel operativo del agua en el recipiente de agua fría

El nivel operativo debe ser verificado cada mes para comprobar que el nivel de agua es el correcto. Consulte la Tabla 3 para niveles específicos para cada unidad.

Número de modelo de Condensador Evaporativo	Espacio ocupado por el enfriador de Circuito Cerrado	Nivel de agua operativo* (pulg.)	Nivel de agua operativo* (mm)
Productos ATC-E	**Productos ATWB, eco-ATW y eco-ATWE**		
50E a 165E,	Unidades de 3' y 4' de ancho**	9"	229
170E a 3714E	8' de ancho a "de 7' hasta 24' de ancho"	11"	279
Productos ATCP	**Productos ATWP**		
8' x 12'	8' x 12'	11"	279
Productos ATC-DC			
8.5' de ancho a 24' de ancho		11"	279
Productos eco-ATC	**Productos eco-ATWB-E**		
122A a 3846A	8' de ancho a 24' de ancho	11"	279
Productos LRC	**Productos LRWB**		
25 a 379	3' de ancho a 8' de ancho	8"	203
Productos LSC-E	**Productos LSW**		
36 a 170	4'x6' a 4'x12'	11"	279
185 a 385	5'x12', 5'x18'	11"	279
400 a 515, 800 a 1030	8'x12', 8'x24', 10'x12', 10'x24'	12"	305
550 a 805, 1100 a 1610	8'x18', 8'x36', 10'x18', 10'x36'	15"	381
Productos PMRC, eco-PMRC			
175E a 375E, 183 a 387		10"	254
332E a 2019E, 275 a 2191		14"	356
—	**Productos ESW4**		
	Unidades de 8.5' y 14' de ancho	9"	229
	Unidades de 12' de ancho	10"	254
Productos PHC-E			
S-79 a S-1236		9"	229
D-1224 a D-2826		10"	254

* Medido desde el punto más bajo en el fondo del recipiente.
** No disponible en eco-ATWE.
† Medido desde punto de desbordamiento.

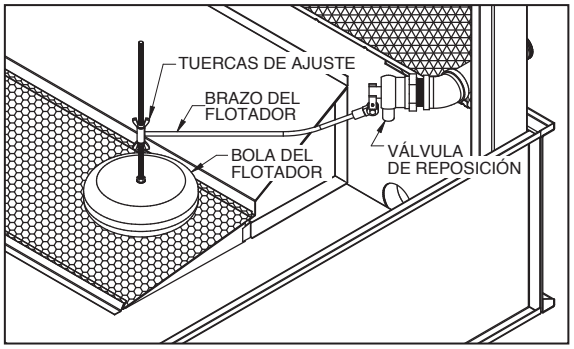
Tabla 3 - Nivel de agua operativo recomendado

En el arranque inicial o después de haber drenado la unidad, la unidad debe ser llenada hasta el punto de desbordamiento. El desbordamiento está por encima del nivel operativo normal e incluye el volumen de agua normalmente en suspensión en el sistema de distribución de agua, así como las tuberías ascendentes.

El nivel de agua siempre debe estar por encima de la rej illa. Revise encendiendo la bomba con los motores del ventilador apagados y observando el nivel de agua a través de la puerta de acceso, o retire la rejilla de la entrada de aire.

Válvula de agua de reposición

Se incluye un ensamble de válvula de flotación mecánica como equipo estándar en la unidad de enfriamiento evaporativo (a menos que la unidad se haya ordenado con un paquete de control electrónico de nivel de agua o la unidad esté diseñada para operación con sumidero remoto). Se puede acceder a la válvula de reposición fácilmente, desde afuera de la unidad a través de la puerta de acceso o la rejilla removible de la entrada de aire. La válvula de reposición es una válvula de bronce conectada a un ensamble de brazo del flotador, y es activada por un flotador grande de plástico relleno de espuma. El flotador se monta en una varilla roscada, que se sujeta mediante tuercas de mariposa. El nivel de agua en el recipiente se ajusta colocando el flotador y la varilla roscada mediante las tuercas de mariposa.



Vea la Figura 14 para más detalles. El centro inferior del flotador debe fijarse a 1" por debajo del centro del desbordamiento. En su punto más alto, el brazo del flotador debe ser paralelo al nivel de agua. El ensamble de válvula de reposición debe inspeccionarse cada mes y ajustarse según sea necesario. La válvula debe inspeccionarse cada año en busca de filtraciones y, de ser necesario, la base de
la válvula debe ser reemplazada. La presión del agua de reposición para la válvula mecánica debe mantenerse entre 20 y 50 PSIG (138 kPa y 345 kPa).

Eliminadores de aire

Revise los eliminadores de aire cada tres meses para asegurar que aún se encuentren en la posición correcta y no estén obstruidos por residuos. Si es necesario después de la inspección, los eliminadores de aire se deben remover, limpiar y reinstalar adecuadamente. En modelos de aire forzado, el trabajador debe tomar precauciones personales y medidas de seguridad apropiadas contra riesgos de caída, de acuerdo con las normas locales. Remueva una o dos secciones del eliminador de la parte superior de la unidad, cubra el relleno con una tabla antes de ingresar a la unidad y caminar sobre el relleno. Nunca camine en los eliminadores. Una vez que esté sobre el relleno, puede remover los eliminadores de aire restantes. En los modelos de aire inducido, se ofrecen mangos de izaje en la capa superior de eliminadores. Remueva una o dos secciones del eliminador de la parte superior de la unidad, cubra el relleno con una tabla antes de ingresar a la unidad y caminar sobre el re lleno. Nunca camine en los eliminadores. Una vez que esté sobre el relleno, puede remover los eliminadores de aire restantes fácilmente a través de la puerta de acceso.

Sistemas de distribución de agua presurizada

Verifique el sistema de distribución de agua cada mes para asegurarse de que funciona correctamente. Siempre verifique el sistema de rociado con la bomba encendida y los ventiladores apagados. En modelos de aire forzado, retire uno o dos secciones del eliminador de la parte superior de la unidad y observe el funcionamiento del sistema de distribución de agua. En los modelos de aire inducido, se ofrecen mangos de izaje en la capa superior de eliminadores. Los eliminadores se pueden retirar fácilmente de la puerta de acceso y el sistema de distribución que se desea observar. Los difusores son básicamente a prueba de atascos y no deberían necesitar limpieza o mantenimiento a menudo.

Si los difusores de agua no funcionan adecuadamente, es una señal de que la bandeja o la rejilla del sistema no han estado funcionando bien y que se han acumulado partícu las externas o polvo en las tuberías de distribución de agua. Las boquillas pueden limpiarse tomando una sonda pequeña con punta y moviéndola rápidamente en la abertura del difusor, con la(s) bomba(s) en funcionamiento y la carga de enfriamiento y el (los) ventilador(es) apagado(s).

Si ocurre una acumulación extrema de partículas o polvo, retire el tapón del extremo en cada derivación para descargar los residuos de la tubería del colector. Las derivaciones o la tubería del colector pueden retirarse para su limpieza, pero hágalo solo si es necesario. Verifique la rejilla en la bandeja para comprobar si está en buenas condiciones y colóquela adecuadamente para que no ocurra cavitación o entrada de aire.

Todos los condensadores evaporativos y los enfriadores de circuito cerrado, excepto el enfriador de circuito cerrado ESW4, cuentan con boquillas de rociado ZMII® como estándar. Las boquillas de rociado ZMII® no necesitan ser orientadas de una manera especifica para lograr una cobertura adecuada del serpentín. La Figura 15 muestra la orientación estándar de las boquillas de rociado ZMII®.

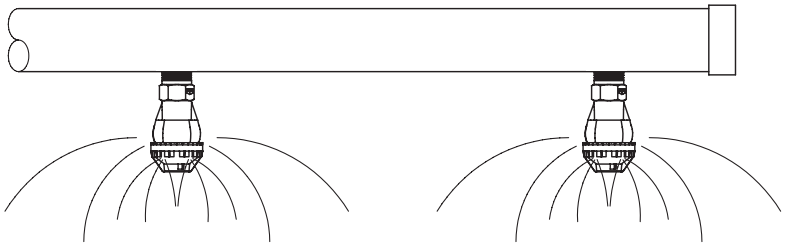


Figura 15 – Orientación de boquillas de rociado ZMII®
para todos los productos excepto ESW4

Para las unidades ESW4, se incluyen difusores de agua de orificios anchos, según se muestra en la Figura 18. Al inspeccionar y limpiar el sistema de distribución de agua, siempre compruebe que la orientación de los difusores de agua es la correcta, según se muestra en las Figuras 16 y 17. Para boquillas EvapJet™, asegúrese de que la parte superior del logo "EVAPCO" es paralela a la parte superior de la tubería de distribución de agua.

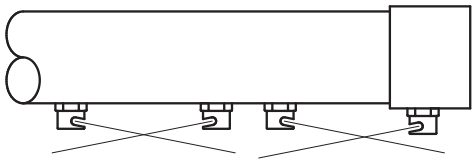


Figura 16 – Orientación de boquillas de rociado ZMII®
para todos los productos excepto ESW4

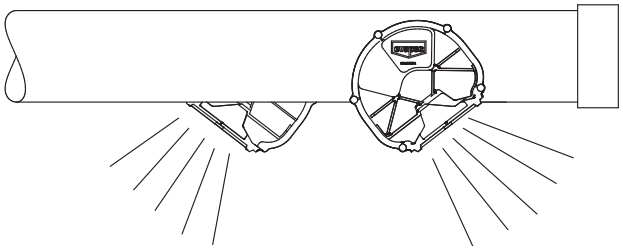


Figura 17 – Orientación adecuada del difusor de agua (boquillas 2A) - Modelos ESW4

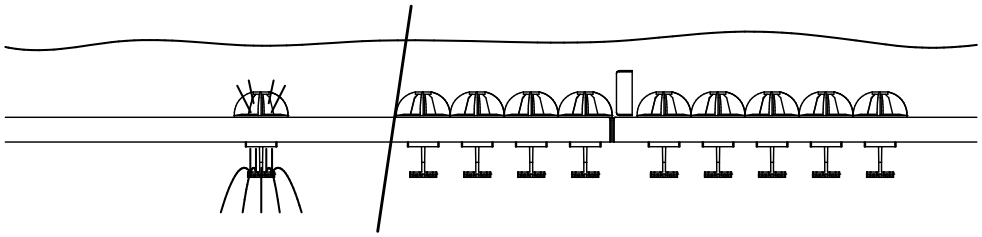


Figura 18 – Bandeja de distribución alimentada por gravedad en modelos ESW4

Válvula de descarga

La válvula de descarga, sea instalada de fábrica o in situ, debe ser revisada cada semana para asegurar de que funciona y está instalada correctamente. Mantenga abierta la válvula de descarga hasta que se haya determinado que puede estar abierta parcialmente sin causar sarro ni corrosión. Se puede encontrar información adicional en "Tratamiento de agua y química de agua"

Bomba (si se proporciona)

La bomba y el motor de la bomba deben ser lubricados y recibir servicio de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la bomba, que se entregan con la unidad. La bomba de recirculación no se debe usar como un medio de control de capacidad o con una VFD, y no se debe encender y apagar frecuentemente. Hacerlo podría generar acumulación de sarro y reducir el rendimiento húmedo y seco.
En las unidades ESW4 de 18' de ancho, que cuentan con dos bombas por celda, ambas bombas deben ser energizadas al mismo tiempo.

No se debe encender una bomba mientras la otra está apagada. El eje del motor del ventilador y el impulsor deben girarse manualmente si el ensamble de la bomba permanece inactivo (por un mes o más).

Desconecte la alimentación y bloquee/clausure la desconexión de la bomba. Retire la guarda del ventilador del motor de la bomba y gire el ventilador/eje de la bomba varias veces manualmente. Vuelva a colocar la guarda y a poner en servicio.

NOTA: Para el eco-ATWE, consulte el manual para Sage[2] y Sage[3].

Serpentines

Comuníquese con Evapco en caso de daños en el compartimiento presurizado. No afecte la integridad del compartimiento presurizado sin la aprobación de EVAPCO.

Serpentín(es) Evaporativo(s)

Revise la superficie del serpentín periódicamente, por lo menos dos veces al año. Inspeccione la superficie del serpentín en busca de sarro y/o corrosión.

Serpentines secos (opcional)

De acuerdo con las condiciones en exteriores y el tipo de la unidad, el serpentín seco debe ser inspeccionado o limpiado por lo menos dos veces al año. Si la unidad se encuentra cerca de árboles, construcción, etc., la frecuencia de la limpieza podría ser mayor. El serpentín debe ser inspeccionado visualmente una vez al mes, junto con las rejillas de entrada y las pantallas de entrada. La mejor solución de limpieza para el serpentín seco es el agua corriente. Si el serpentín se ha mantenido y limpiado a intervalos regulares, el agua es suficiente para remover el polvo y los residuos de las palas. La acumulación excesiva en el exterior de las palas se puede remover con un cepillo. Si se usa un limpiador a presión, compruebe que el equipo está configurado en baja presión y que la boquilla está en modo de nebulizado, no concentrado, para no dañar las palas.

Tratamiento de agua y química de agua

El tratamiento de agua adecuado es una parte esencial del mantenimiento necesario para los equipos de enfriamiento evaporativo. Un programa de tratamiento de agua bien diseñado e implementado consistentemente ayudará a garantizar que la operación del sistema sea eficiente y a maximizar la vida útil de los equipos. Una compañía calificada de tratamiento de agua debe ser capaz de diseñar un protocolo de tratamiento de agua especial para el sitio, con base en sus equipos, incluidas todas las metalurgias en el sistema de enfriamiento, ubicación, calidad del agua de reposición y uso.

Descarga o purga

Los equipos de enfriamiento evaporativo repelen en calor evaporando una parte del agua de recirculación hacia la atmósfera, en forma de aire de descarga saturado y caliente. A medida que el agua pura se evapora, deja atrás las impurezas que se encuentran en el agua de reposición del sistema, así como cualquier contaminante acumulado en el aire. Estas impurezas y contaminantes, que siguen circulando en el sistema, deben controlarse para evitar concentraciones excesivas, lo que podría generar corrosión, sarro o suciedad biológica.

Los equipos de enfriamiento evaporativo necesitan una línea de descarga o purga, ubicada en el lado de descarga de la bomba recirculante para eliminar el agua concentrada (después del ciclo) del sistema. EVAPCO recomienda un controlador de conductividad automatizado para maximizar la eficiencia de agua en el sistema. Con base en las recomendaciones de la compañía de tratamiento de agua, el controlador de conductividad debe abrir y cerrar una válvula de bola motorizada o solenoide para mantener la conductividad del agua recirculante. Si se usa una válvula manual para controlar la cantidad de descarga, debe fijarse para mantener la conductividad del agua recirculante durante periodos de carga máxima al nivel máximo recomendado por la compañía de tratamiento de agua.

$$\text{Índice de descarga (GPM[l/s])} = \frac{\text{Índice de evaporación (GPM[l/s])}}{\text{(Ciclos de concentración – 1)}}$$

* Ciclos de concentración es la proporción entre la concentración de íconos disueltos en el agua recirculante, dividida por la concentración de iones disueltos en el agua de reposición.

Acero galvanizado: pasivación

El "oxido blanco" es una forma de corrosión prematura de la capa de zinc que protege el acero galvanizado al fuego o por laminación, lo que puede ocurrir como resultado de un control inadecuado del tratamiento de agua durante el arranque de nuevos equipos galvanizados. El periodo inicial de puesta en servicio y pasivación es un momento crítico para maximizar la vida útil de equipos galvanizados. EVAPCO recomienda que el protocolo de tratamiento de agua especial para el sitio incluya un procedimiento de pasivación que detalle la química del agua, toda adición química necesaria e inspecciones visuales durante las primeras seis (6) a doce (12) semanas de operación. Durante el periodo de pasivación, el pH del agua recirculante debe mantenerse sobre 7.0 y por debajo de 8.0 en todo momento. Dado que las temperaturas elevadas tienen efectos adversos en el proceso de pasivación, los nuevos equipos galvanizados deben ser puestos en funcionamiento sin carga por tanto del periodo de pasivación como sea práctico.

Los siguientes parámetros químicos del agua promueven la formación de óxido blanco y deben evitarse durante el periodo de pasivación:

1. Valores de pH en el agua recirculante mayores a 8.3.
2. Dureza del calcio (como $CaCO_3$) de menos de 50 ppm en el agua recirculante.
3. Aniones de cloruros o sulfatos mayores a 250 ppm en el agua recirculante.
4. Alcalinidad mayor a 300 ppm en el agua recirculante, independientemente del valor de pH.

Cambios en el control de la química del agua pueden considerarse después de que el proceso de pasivación se haya completado, como se muestra en las superficies galvanizadas, que adquieren un color gris apagado. Cualquier cambio en el programa de tratamiento o los límites de control deben hacerse lentamente, por etapas, mientras se documenta el impacto de los cambios en las superficies de zinc pasivadas.

- Los equipos de enfriamiento evaporativo galvanizados en funcionamiento con un pH del agua menor a 6.0 por cualquier periodo de tiempo pueden generar el desprendimiento de la capa protectora de zinc.
- Los equipos de enfriamiento evaporativo galvanizados en funcionamiento con un pH del agua mayor a 9.0 por cualquier periodo de tiempo pueden desestabilizar la superficie pasivada y crear óxido blanco.
- Será necesaria la repasivación en cualquier momento en la vida útil de los equipos si ocurre una condición adversa que desestabilice la superficie de zinc pasivada.

.

Parámetros químicos del agua

El programa de tratamiento de agua diseñado para los equipos de enfriamiento evaporativo debe ser compatible con los materiales de construcción de la unidad. El control de corrosión y sarro será muy difícil si los parámetros químicos del agua recirculante no se mantienen consistentemente dentro de los rangos indicados en la Tabla 4. En sistemas de metalurgia mixta, el programa de tratamiento del agua debe ser diseñado para garantizar la protección de todos los componentes usados en el circuito de agua de enfriamiento.

Propiedad	Acero galvanizado Z-725	Acero inoxidable Tipo 304	Acero inoxidable Tipo 316
pH	7.0 – 8.8	6.0 – 9.5	6.0 – 9.5
pH durante pasivación	7.0 – 8.0	N/D	N/D
Total de sólidos suspendidos (ppm)*	< 25	< 25	< 25
Conductividad (Micro-mhos/cm) **	< 2,400	< 4,000	< 5,000
Alcalinidad como $CaCO_3$ (ppm)	75 - 400	< 600	< 600
Dureza del calcio $CaCO_3$ (ppm)	50 - 500	< 600	< 600
Cloruros como Cl (ppm) ***	< 300	< 500	< 2,000
Sílice (ppm)	< 150	< 150	< 150
Total de bacterias (cfu/ml)	< 10,000	< 10,000	< 10,000

* Según relleno EVAPAK® eestándar
** Con superficies de metal limpias. Las acumulaciones de polvo, depósitos o lodo aumentarán el potencial de corrosión
*** Con temperaturas máximas de fluido en el serpentín menores a 120°F (49°C)

Tabla 4 – Parámetros químicos del agua recomendados

Si se usa un programa de tratamiento químico para el agua, todos los químicos seleccionados deben ser compatibles con los materiales de construcción de la unidad, así como con otros equipos y tuberías usados en el sistema. Los químicos deben ser alimentados a través de equipos de alimentación automáticos hasta un punto que garantice el control y la mezcla adecuados antes de llegar a los equipos de enfriamiento evaporativo. Los químicos nunca se deben alimentar directamente al recipiente de los equipos de enfriamiento evaporativo.

EVAPCO no recomienda el uso de rutina de ácido, debido a las consecuencias destructivas de su introducción indebida; sin embargo, si se usa ácido como parte del protocolo de tratamiento específico para el sitio, debe ser previamente diluido antes de su introducción en el agua de enfriamiento y alimentado por equipos automatizados en un área del sistema que garantice su mezcla adecuada. La ubicación de la sonda de pH y la línea de alimentación del ácido deben diseñarse junto con el control de retroalimentación automatizado para garantizar que los niveles de pH adecuados se mantienen consistentemente en todo el sistema de enfriamiento. El sistema automatizado debe ser capaz de almacenar e informar datos operativos, incluidas lecturas de pH y actividad de la bomba de alimentación de químicos. Los sistemas de control de pH automatizados necesitan calibración frecuente para garantizar su operación adecuada y proteger la unidad de un mayor potencial de corrosión.

El uso de ácidos de limpieza también debe evitarse. Si se necesita usar ácido para limpiar, esta actividad debe realizarse con precaución extrema y solo con ácidos inhibidos recomendados para su uso con los materiales de construcción de la unidad. Cualquier protocolo de limpieza que incluya el uso de un ácido debe incluir un procedimiento escrito para neutralizar y descargar el sistema de enfriamiento evaporativo al finalizar la limpieza. Las canaletas/ecualizadores NO garantizan la mezcla controlada adecuada de agua en varias celdas. Opere cada celda individualmente.

Control de contaminación biológica

Los equipos de enfriamiento evaporativo deben ser inspeccionados regularmente para garantizar su buen control microbiológico. Las inspecciones deben incluir el monitoreo de poblaciones microbianas mediante técnicas de cultivo e inspecciones visuales, para encontrar evidencia de suciedad biológica.

Un mal control microbiológico puede resultar en la pérdida de eficiencia de transferencia de calor, posible aumento de la corrosión y aumento en el riesgo de patógenos, por ejemplo, aquellos que causan legionelosis. El protocolo de tratamiento de agua específico para el sitio debe incluir procedimientos para la operación de rutina, arranque después de un periodo de apagado y almacenamiento del sistema, si corresponde. Si se detecta una excesiva contaminación microbiológica, debe implementarse un programa de limpieza mecánica y/o tratamiento de agua más agresivo.

Es importante que todas las superficies internas, incluido el recipiente, se mantengan libres de polvo y lodo acumulados. Además, los eliminadores de aire deben inspeccionarse y mantenerse en buen estado operativo.

Durante el periodo de uso, la limpieza de los equipos de enfriamiento evaporativo inactivos se debe realizar de manera regular. Las inspecciones deben realizarse regularmente e incluir tanto el monitoreo de poblaciones microbianas mediante técnicas de cultivo como inspecciones visuales en busca de evidencia de bioincrustación. Asimismo, los eliminadores de rocío deben inspeccionarse y mantenerse en buenas condiciones de operación. El personal de servicio debe usar equipos de protección adecuados (incluyendo equipos de protección respiratoria adecuados) mientras realiza estas labores de limpieza o cualquier otra tarea de mantenimiento a los equipos de enfriamiento evaporativo. Los requisitos de estos equipos de protección incluyen, sin carácter limitativo, las normas OSHA indicadas en 29 CFR 1910.132 y siguientes.

Agua gris y agua regenerada

El uso de agua regenerada de otro proceso como fuente de agua de reposición para equipos de enfriamiento evaporativo puede considerarse siempre y cuando las propiedades químicas del agua recirculante estén dentro de los parámetros indicados en la Tabla 4. Debe notarse que usar agua regenerada de otros procesos puede aumentar el potencial de corrosión, la suciedad microbiológica o la formación de sarro. El agua gris o agua regenerada debe evitarse a menos que se comprendan y documenten todos los riesgos asociados como parte del plan de tratamiento específico para el sitio.

Contaminación del aire

Los equipos de enfriamiento evaporativo absorben aire como parte de su funcionamiento normal, y puede remover partículas del aire. No ubique la unidad al lado de chimeneas, ductos de descarga, respiraderos, escapes de gas, etc., porque la unidad absorberá estos gases, lo que podría generar corrosión acelerada o posibles depósitos en la unidad. Asimismo, es importante ubicar la unidad lejos de las entradas de aire fresco de la edificación, para evitar que descarga de aire, de actividad biológica o de otras unidades ingresen al sistema de aire de la edificación.

Operación en clima frío

Los equipos de enfriamiento evaporativo a contraflujo de EVAPCO están diseñados para funcionar en condiciones de clima frío. El diseño a contraflujo rodea el medio de transferencia de calor (relleno y/o serpentines) completamente, y los protege de los elementos externos, tales como el viento, que podría causar congelamiento en la unidad.

Cuando la unidad evaporativa se use durante condiciones de clima frío, se deberá considerar varios elementos, incluidos la disposición de la unidad, el agua recirculante, las tuberías de recirculación de la unidad, los serpentines de transferencia de calor de la unidad, los accesorios de la unidad y el control de capacidad de las unidades.

Disposición de la unidad

Se debe proporcionar un flujo de aire sin obstrucciones adecuado para la entrada y descarga de la unidad. Es absolutamente necesario que los equipos minimicen el riesgo de recirculación. La recirculación puede hacer que la condensación congele las rejillas de la entrada, los ventiladores y las rejillas de ventilador. La acumulación de hielo en estas áreas puede afectar negativamente el flujo de aire y, en casos más graves, causar fallas en estos componentes. Un viento fuerte puede crear condiciones de congelamiento en las rejillas de entrada y de los ventiladores, lo que afectaría el flujo de aire hacia la unidad.

Para más información sobre la disposición de la unidad, consulte el Manual de disposición de equipos EVAPCO.

Protección anticongelamiento del agua recirculante

La forma más sencilla y efectiva de evitar que el agua recirculada se congele es usar un sumidero remoto. Con un sumidero remoto, el agua recirculada se monta remotamente en el sumidero y, cada vez que se apaga la bomba, toda el agua recirculada se drena de regreso al sumidero. Las recomendaciones sobre el tamaño del tanque del sumidero remoto y las bombas de agua recirculante para serpentines se muestran en sus catálogos respectivos, sea para condensadores evaporativos o enfriadores de circuito cerrado. La caída de presión a través del sistema de distribución de agua medida en la entrada de agua es la indicada en la Tabla 5.

Si no se puede usar un sumidero remoto, están disponibles calentadores para el recipiente que evitan que se congele el agua recirculante cuando la bomba esté apagada. Se puede usar calentadores eléctricos, serpentines de agua caliente, serpentines de vapor o inyectores de vapor para calentar el agua del recipiente cuando la unidad está apagada. Sin embargo, el calentador del recipiente no evitará que se congelen las líneas externas de agua, la bomba o las tuberías de la bomba. Las líneas de agua de reposición, desbordamiento y drenaje, así como la bomba y las tuberías de la bomba que suben al nivel de desbordamiento deben ser provistas de líneas de calefacción y aisladas para protegerlas de daños. Cualquier otra conexión o accesorio que esté al nivel del agua o debajo de este, como los controladores electrónicos de nivel de agua, también deben ser provistas de líneas de calefacción y aisladas.

Un condensador o calentador no puede funcionar seco (ventiladores encendidos, bomba apagada) a menos que el agua se haya drenado completamente de la bandeja. Los calentadores de la bandeja tienen el tamaño necesario para evitar que el agua se congele solamente cuando la unidad está apagada.

NOTA: Usar calentadores para el recipiente no evitará que se congele el fluido en los serpentines ni el agua residual en la bomba o las tuberías de la bomba.

Número de modelo de Condensador Evaporativo		Espacio ocupado por el enfriador de Circuito Cerrado	Presión de entrada necesaria (psi)	Presión de entrada necesaria (kPa)
Productos ATC-E	**Productos eco-ATC-A**	**Productos ATWB, eco-ATW y eco-ATWE**		
50E a 165E	122A a 263A	Unidades de 3' y 4' de ancho**	2.0	13.8
170E a 247E	160A a 326A	8.5'x7.5'	2.0	13.8
218E a 305E	205A a 504A	8.5'x9'	2.0	13.8
246E a 473E	395A a 671A	8'x10.5', 8'x12', 8'x14'	2.0	13.8
486E a 630E	451A a 804A	8'x18'	3.0	20.7
508E a 755E	444A a 1013A	8'x21'	4.0	27.6
643E a 950E	441A a 988A	8'x24', 28'	2.5	17.2
639E a 926E	300-501A a 642-1002A	6'x12', 6'x14'	2.5	17.2
XE298E a XC462E, XE596E a XC925E	391-694A a 879-1388A	10'x12', 10'x24', 20'x12'	3.7	25.5
XE406E a XC669E, XE812E a XC1340E	325 a 632A, 408 a 685A, 432 a 923A	10'x18', 10'x36', 20'x18'	5.7	39.3
428E a 892E	650 a 1263A, 770 a 1369A, 1020 a 1847A	12'x12', 12'x14', 12'x18'	3.5	24.1
858E a 1784E	710 a 1264A, 816 a 1370A, 1021 a 1848A	12'x24' 12x28', 12'x36'	2.5	17.2
857E a 1783E	1293 a 2515A, 1493 a 2654A, 2182 a 3583A	24'x12, 24'x14', 24'x18'	3.0	20.7
1879E a 3459E	585 a 1001A, 1120 a 1993A	24'x24', 24'x28', 24'x36'	2.5	17.2
791E a 967E, 1625E a 1925E	1159 a 1983A, 2247 a 3846A	12'x20', 12'x40'	3.5	24.1
1616E a 1915E, 2855E a 3714E		24'x20', 24'x40'	3.5	24.1
Productos ATCP		**Productos ATWP**		
8'x12'		Unidades de 8'x12' de ancho	2.0	13.8
Productos CATC		**Productos CATW**		
181 a 373		7'x8', 7'x12', 7'x14'	2.0	13.8
362 a 504		7'x18'	3.0	20.7
Productos LRC		**Productos LRWB**		
25 a 72		Unidades de 3' de ancho	1.0	6.9
76 a 114		5'x6'	2.0	13.8
108 a 183		5'x9'	2.0	13.8
190 a 246		5'x12'	2.0	13.8
188 a 379		Unidades de 8' de ancho	2.0	13.8
Productos LSC-E		**Productos LSWE**		
36 a 80		4'x6'	1.5	10.3
90 a 120		4'x9'	1.5	10.3
135 a 170		4'x12', 4'x18'	1.5	10.3
185 a 385		5'x12', 5'x18'	2.0	13.8
400 a 1610		10'x12', 10'x18', 10'x24', 10'x36'	2.5	17.2
		8'x12', 8'x18', 8'x24', 8'x36'	3.0	20.7
		Productos ESW4		
		8.5'x6'	3.0	20.7
		8.5'x9'	2.5	17.2
–		8.5'x12'	2.5	17.2
		8.5'x18'	3.0	20.7
		12'x12'	2.0	13.8
		12'x18'	3.0	20.7
		14'x22'	2.0	13.7
Productos PMRC	**Productos eco-PMRC**			
175E a 375E	183 a 387		2.0	13.7
332E a 1586E	275 a 1662	–	4.0	27.6
420E a 2019E	314 a 2191		3.5	24.1
Productos PHC-E				
S79-107E a 161E			3.5	24
S712-151E a 210E			4.0	27.6
S718-224E a 335E			3.5	24
S1212-282E a 422E, S1224-565E a 844E		–	3.0	20.7
S1218-414E a 616E, S1218-438E-2P a 652E-2P, S1236-828E a 1232E			4.0	27.6
D1224-718E a 879E, D2424-1436E a 1758E			5.0	34.5
D1426-828E a 1060E, D2826-1656E a 2120E			4.5	31

Nota: Para unidades de múltiples celdas, la presión de entrada se muestra por celda
** No dispon ble como eco-ATWE

Tabla 5 - Presión de entrada para agua recirculante necesaria para aplicación de sumidero remoto, solo productos con serpentin

Protección anticongelamiento de serpentines de enfriamiento de circuito cerrado

La manera más sencilla y efectiva de evitar el congelamiento del serpentín del intercambiador de calor es usar un anticongelante inhibido de etileno o propilenglicol. Si no fuera posible, se debe mantener una carga calorífica auxiliar y un flujo mínimo en el serpentín en todo momento, de modo que la temperatura del agua no caiga por debajo de los 50°F (10°C) cuando el enfriador se cierre. Consulte la tabla 6 para flujos mínimos recomendados.

Sí no se usa una solución anticongelamiento, el serpentín debe drenarse inmediatamente cada vez que se cierren las bombas o el flujo se detenga. Esto se logra al colocar válvulas de drenaje automático y salidas de ventilación en las tuberías que entran y salen del enfriador. Se debe asegurar cuidadosamente que las tuberías están debidamente aisladas y tienen el tamaño adecuado para que el agua fluya rápidamente desde el serpentín. Este método de protección se debe usar solo en situaciones de emergencia, y no es un método práctico o recomendado de protección anticongelamiento. Los serpentines no deben drenarse por un periodo de tiempo extenso, ya que puede ocurrir corrosión interna.

Cuando la unidad esté en operación durante clima bajo el punto de congelamiento, se necesita por lo general algún tipo de control de capacidad para mantener las temperaturas del agua por encima de los 50°F (10°C). La operación en seco con un sumidero remoto es una excelente manera de reducir la capacidad de la unidad en bajas temperaturas. Otros métodos de control de la capacidad incluyen motores de dos velocidades, VFD y apagado/encendido de ventiladores. Se pueden usar individualmente o en conjunto con la operación en seco/con sumidero remoto.

Espacio ocupado por el enfriador de Circuito Cerrado	Flujos mínimos			
	Flujo estándar en GPM	Flujo en serie en GPM	Flujo estándar en l/s	Flujo en serie en l/s
Productos ATWB, eco-ATW y eco-ATWE				
3'x3'**	—	26	—	1.6
Unidades de 4' de ancho**	74	37	4.7	2.3
Unidades de 7' de ancho	140	70	8.8	4.4
8.5'x7.5'	148	74	9.3	4.7
8'x9' a 8'x21'	160	80	10	5
6'x12', 6'x14	320	160	20	10
10'x12', 10'x18'	188	94	11.9	5.9
10'x24, 10'x36', 20'x12', 20'x18'	376	188	23.7	11.9
20'x24', 20'x36'	752	376	47.4	23.7
12'x12', 12'x14', 12'x18', 12'x20'	232	116	14.6	7.3
12'x24', 12'x28', 12'x36', 12'x40'	464	232	29.3	14.6
24'x12', 24'x14', 24'x18', 24'x20'	464	232	29.3	14.6
24'x24', 24'x28', 24'x36, 24'x40'	928	464	58.5	29.3
Productos ATWP				
8'x12'	160	80	10	5
Productos LRWB				
Unidades de 3' de ancho	60	30	3.8	1.9
Unidades de 5' de ancho	94	47	5.9	3
Unidades de 8' de ancho	148	74	9.3	4.7
Productos LSWE				
4'x6', 4'x9', 4'x12', 4'x18'	66	30	4.2	1.9
5'x12', 5'x18'	94	47	5.9	3.0
8'x12', 8'x18'	148	74	9.3	4.7
8'x24', 8'x36'	296	148	18.7	9.3
10'x12', 10'x18'	188	94	11.9	5.9
10'x24, 10'x36'	376	188	23.7	11.9
Productos ESW4				
8.5'x6'-LP	100	50	6.3	3.2
8.5'x9', 8.5'x12', 12'x12'-LP, 12'x12'-SP	160	80	10.1	5
8.5'x18', 12'x12'-LF, 12'x12'-SF, 12'x18'-LF, 12'x18'X-SF	240	120	15.1	7.6
12'x18'X-LP, 12'x18'X-SP	320	160	20.2	10.1
12'x18'X-LF, 12'x18'X-SF	480	240	30.3	15.1
14'x22'	440	220	27.8	13.9

** No disponible como eco-ATWE

Tabla 6 - Flujo mínimo recomendado para enfriadores de circuito cerrado

Accesorios de la unidad

Los accesorios adecuados para evitar o minimizar la formación de hielo durante la operación en clima frío son relativamente sencillos y poco costosos. Estos accesorios incluyen calentadores del recipiente de agua fría, usar un sumidero remoto, control eléctrico del nivel de agua e interruptores de corte por vibración. Cada uno de estos accesorios opcionales asegura que el enfriador o condensador funcione adecuadamente durante la operación en clima frío.

Calentadores de recipiente de agua fría

Es posible dotar a la unidad de calentadores de recipiente de agua fría opcionales para evitar que el agua se congele en el recipiente cuando la unidad permanece inactiva durante condiciones de temperatura ambiente baja. Los calentadores de recipiente están diseñados para mantener la temperatura del agua en el recipiente en 40°F (4°C), con 0°F (-18°C) de temperatura ambiente. Los calentadores solo se energizan cuando las bombas de recirculación están apagadas y el agua no fluye por el serpentín del intercambiador de calor. Siempre y cuando haya una carga calorífica y el agua fluya por el serpentín del intercambiador de calor, no se necesitará encender los calentadores. Otros tipos de calentadores del recipiente incluyen: serpentines de agua caliente, serpentines de vapor o inyectores de vapor.

Sumideros remotos

Un sumidero remoto ubicado en un espacio calentado bajo techo es una excelente manera de evitar el congelamiento en el recipiente de agua fría durante condiciones inactivas o sin carga, ya que el recipiente y sus tuberías asociadas se drenarán por gravedad cada vez que la bomba de recirculación está inactiva. Las unidades EVAPCO construidas para operación con sumidero remoto no incluyen bombas de agua recirculante.

Control eléctrico de nivel de agua

Los paquetes opcionales de control eléctrico de nivel de agua pueden ser equipados para reemplazar el ensamble mecánico estándar de flotador y válvula. La presión de agua de reposición para control electrónico de agua debe mantenerse entre 5 y 100 psig (35 y 690 kPa). El control eléctrico de nivel de agua elimina los problemas de congelamiento experimentados por el flotador magnético. Asimismo, brinda control preciso del nivel del agua del recipiente y no necesita ajustes in situ, incluso bajo condiciones de carga variables. Tome en cuenta: El ensamble de tubería vertical, tuberías de reposición y válvula solenoide debe ser provisto de líneas de calefacción y aislado para evitar su congelamiento.

Interruptores de corte por vibración

Durante condiciones de clima severo, se puede formar hielo en los ventiladores de las torres de enfriamiento, lo que genera vibraciones excesivas. El interruptor por vibración opcional apaga el ventilador, evitando posibles daños o fallas del sistema de transmisión.

Métodos de control de capacidad para operación en clima frío

Los enfriadores o condensadores de aire inducido o aire forzado necesitan lineamientos diferentes para el control de capacidad durante su operación en clima frío.

La secuencia de control para una unidad que funciona en condiciones de baja temperatura ambiente es en gran medida la misma que para un enfriador o condensador que funciona bajo condiciones de verano, siempre y cuando la temperatura ambiente esté por encima del punto de congelamiento. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo del punto de congelamiento, se deben tomar precauciones adicionales para evitar posibles formaciones de hielo.

La manera más efectiva de evitar la formación de hielo en y sobre un enfriador o condensador de circuito cerrado durante el invierno es hacer funcionar la unidad en SECO. En la operación en seco, la bomba de recirculación se apaga, el recipiente se drena y aire pasa por el serpentín. En lugar de usar enfriamiento evaporativo para enfriar el fluido del proceso o condensar el refrigerante, se utiliza una transferencia de calor sensible, de modo que no haya agua de recirculación que se pueda congelar. Si leste método se usará en una unidad de aire forzado, asegúrese de verificar que el motor y las transmisiones tienen el tamaño exacto para soportar la reducción de presión estática experimentada cuando se apague el agua de rociado.

Es muy importante mantener un control cercano del enfriador o condensador durante el funcionamiento en el verano. EVAPCO recomienda que se debe mantener una temperatura MÍNIMA para el agua saliente de 42°F (6°C) para aplicaciones más frías. Mientras mayor sea la temperatura del agua saliente desde el enfriador o condensador, menor será el potencial de formación de hielo.

Control de capacidad para unidades de aire inducido

El método más sencillo de control de capacidad es apagar y encender el motor del ventilador frente a la temperatura del fluido saliente del enfriador o condensador. Sin embargo, este método de control resulta en mayores diferenciales de temperatura y periodos inactivos más largos. Durante condiciones ambientales de temperatura extremadamente baja, el aire húmedo se puede condensar y congelar en el sistema de transmisión del ventilador. Por lo tanto, los ventiladores deben apagarse y encenderse durante temperaturas ambientales extremadamente bajas para evitar periodos largos de inactividad cuando el agua fluya por el serpentín. El número de ciclos de arranque/parada se debe limitar a seis por hora, como máximo.

Un mejor método de control es usar motores de ventilador de dos velocidades. Esto permite un paso adicional de control de la capacidad. Este paso adicional reduce el diferencial de la temperatura del agua y, por lo tanto, el tiempo que los ventiladores permanecen apagados. Asimismo, los motores de dos velocidades ofrecen ahorros de costos de energía, ya que el enfriador o condensador tiene el potencial de operar a baja velocidad para los requisitos de carga reducidos.

El mejor método de control de la capacidad durante el funcionamiento en clima frío es el uso de una transmisión de frecuencia variable (VFD). Esto permite un control más preciso de la temperatura del agua saliente al permitir que los ventiladores funcionen a la velocidad adecuada para igualarse a la carga de la edificación. A medida que la carga de la edificación se reduce, el sistema de control de VFD puede operar por periodos extensos de tiempo a velocidades de ventilador de menos de 50%. Operar una baja temperatura de agua saliente y una baja velocidad de aire a través de la unidad puede hacer que se forme hielo. Se recomienda que la velocidad mínima de la VFD se fije en 50% de la velocidad máxima para minimizar el potencial de formación de hielo en la unidad.

Control de capacidad para unidades de aire forzado

Los métodos de control de capacidad más comunes sin apagar y encender los motores de ventilador de una velocidad, usar motores de dos velocidades o motores de arranque, y usar transmisiones de frecuencia variable para controlar los ventiladores del enfriador o condensador. Si bien los métodos de control de la capacidad para unidades de aire forzado sos similares a los usados para unidades de aire inducido, hay ligeras variaciones.

El método de control de capacidad más simple para las unidades de aire forzado es apagar y encender los ventiladores. Sin embargo, este método de control resulta en mayores diferenciales de temperatura y periodos de tiempo con los ventiladores apagados. Cuando los ventiladores se apagan, el agua que cae a través de la unidad puede generar un flujo de aire que entra a la sección de los ventiladores. Durante condiciones ambientales de temperatura extremadamente baja, este aire húmedo se puede condensar y congelar en los componentes fríos del sistema de transmisión. Cuando las condiciones cambien y se necesite enfriamiento, cualquier cantidad de hielo que se haya formado en el sistema de transmisión podría dañar severamente los ventiladores y ejes de ventilador. **Por lo tanto, los ventiladores deben ser apagados y encendidos durante operaciones en temperatura ambiente baja, para evitar periodos prolongados de inactividad. Apagar y encender los motores de ventilador de manera excesiva podría dañarlos. Limite el número de ciclos de apagado/encendido a un máximo de seis por hora.**

Los motores de dos velocidades o motores de arranque ofrecen un mejor método de control. Este paso adicional de control de la capacidad reduce el diferencial de la temperatura del agua y el tiempo que los ventiladores permanecen apagados. Este método de control de la capacidad ha demostrado ser efectivo para aplicaciones en las que las variaciones de carga son excesivas y las condiciones de operación en clima frío son moderadas.

El uso de una transmisión de frecuencia variable brinda el método más flexible de control de capacidad para unidades de aire forzado. El sistema de control de VFD permite que los ventiladores funcionen a un rango casi infinito de velocidades para igualar la capacidad de la unidad a la carga del sistema. Durante periodos de carga reducida y temperaturas ambiente bajas, los ventiladores deben mantener velocidad suficiente para garantizar el flujo de aire positivo por la unidad. El flujo de aire positivo en la unidad evitará que el aire húmedo migre hacia los componentes fríos de la transmisión de ventilador, lo que reducirá el potencial de condensación que se forme y congele en ellos. El sistema de control de VFD deberá ser implementado para aplicaciones que experimenten cargas fluctuantes y condiciones de climas extremadamente fríos.

Manejo del hielo

La formación de hielo es inevitable al operar una unidad de enfriamiento evaporativo en temperaturas ambiente extremas. La clave para un funcionamiento adecuado es controlar o manejar la cantidad de hielo que se acumula en la unidad. Si ocurre un congelamiento extremo, podría causar varias dificultades operativas y daños a la unidad. Seguir estas indicaciones minimizará la cantidad de hielo que se forma en la unidad, lo que mejorará la operación durante la estación fría.

Unidades de aire inducido

Cuando una unidad de aire inducido funcione durante la estación fría, la secuencia de control debe contar con un método para manejar la formación de hielo en la unidad. El método más simple de manejar la cantidad de hielo formado es apagando y encendiendo los motores del ventilador mientras la bomba permanece encendida. Durante estos periodos con los ventiladores inactivos, el agua caliente que absorbe la carga del edificio fluye a través del serpentín para ayudar a derretir el hielo que se ha formado en las áreas del serpentín, el recipiente o las rejillas.

NOTA: Usar este método durante periodos de vientos fuertes puede causar el ingreso de aire, lo que a su vez resulta en la salida de líquido y la formación de hielo. Para ayudar a prevenir estos fenómenos, mantenga una velocidad de ventilador mínima de 50%.

En climas más severos, la incorporación de un ciclo de deshielo puede servir para mitigar y/o eliminar cualquier efecto perjudicial del hielo en la unidad. Durante el ciclo de deshielo, los ventiladores se activan en reversa **a velocidad media**, mientras la bomba de recirculación envía agua a través del sistema de distribución de agua de la unidad. Operar la unidad en reversa derretirá el hielo o la escarcha que se hubiera formado en la unidad o en las rejillas de entrada de aire. **El ciclo de deshielo requiere el uso de motores de dos velocidades con arrancadores de ciclo inverso o transmisiones de frecuencia variable invertibles**. Todos los motores proporcionados por EVAPCO pueden funcionar en reversa.

El ciclo de deshielo debe ser incorporado en el esquema de control normal del sistema del enfriador o el condensador. El sistema de control debería permitir el uso de un método manual o automático de controlar la frecuencia y el tiempo necesarios para deshelar completamente la unidad. La frecuencia y la longitud del ciclo de deshielo depende del método de control y las condiciones de clima ambiente frío. Algunas aplicaciones acumularán hielo más rápido que otras, lo que podría requerir periodos de deshielo más largos y frecuentes. **La inspección frecuente de la unidad ayudará a ajustar la longitud y frecuencia del ciclo de deshielo**.

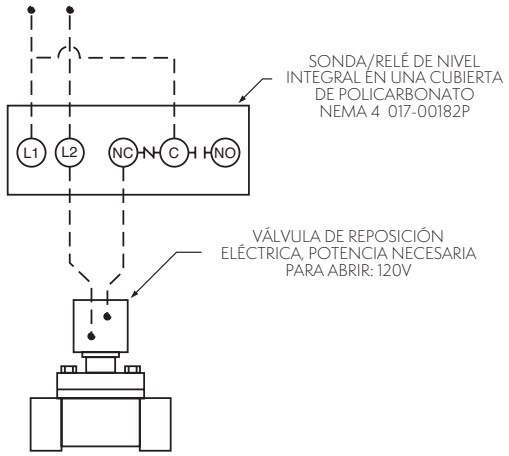
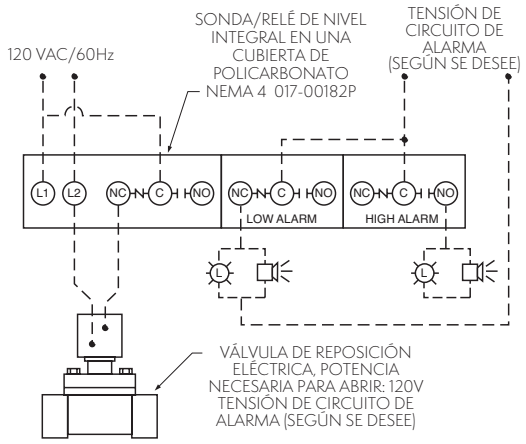
Unidades de aire forzado

Los ciclos de deshielo **NO** están recomendados para unidades de aire forzado, ya que forzar el aumento del punto fijo de temperatura del agua saliente hace que los ventiladores estén apagados por periodos muy largos. Esto no se recomienda para enfriadores o condensadores de aire forzado, debido al potencial de congelamiento de los componentes de la transmisión de ventilador. Por lo tanto, el ciclo de deshielo es un método inapropiado de manejo de hielo para unidades de aire forzado. Sin embargo, el funcionamiento de los ventiladores a baja velocidad o las transmisiones de frecuencia variable mantienen una presión positiva en la unidad, lo que ayuda a evitar la formación de hielo en los componentes de la transmisión del ventilador.

Solución de problemas

Problema	Posible causa	Solución
Sobreamperaje de los motores de ventilador	Reducción en presión estática de aire	1. En una unidad de aire forzado, verifique que la bomba esté encendida y que el agua fluye por el serpentin . Si la bomba está apagada y la unidad no tiene el tamaño adecuado para la operación en seco, el amperaje del motor podria ser excesivo. 2. Si la unidad de aire forzado tiene conductos, verifique que el ESP nominal sea igual al ESP real. 3. Verifique que la dirección de rotación de la bomba sea la correcta. Si la bomba está girando de manera incorrecta, el flujo de agua será menor y, por lo tanto, se generará menos presión estática en general. 4. Revise el nivel de agua del recipiente en relación al nivel recomendado. *NOTA: La densidad del aire afecta las lecturas de AMP. Una baja densidad del aire puede hacer que los ventiladores giren más rápido lo que incrementa el amperaje.*
	Problema eléctrico	1. Verifique la tensión en las tres patas del motor. 2. Verifique que el cableado del motor corresponda al diagrama de cableado y que las conexiones estén ajustadas.
	Rotación de ventiladores	Verifique que el cableado del motor corresponda al diagrama de cableado y que las conexiones estén ajustadas.
	Falla mecánica	Verifique que el ventilador y el motor se mueven al girarlos con la mano. Si no, podria haber daños a los componentes internos del motor o los rodamientos.
	Tensión de la correa	Revise si la tensión de la correa es la correcta. La tensión excesiva de la correa puede generar sobreamperaje.
Ruidos inusuales en el motor	Motor funcionando en una sola fase	Detenga el motor e intente arrancarlo. El motor no arranca nuevamente si es monofásico. Verificar los cables, los controles y el motor.
	Las conexiones del motor están hechas incorrectamente	Verifique las conexiones del motor en relación al diagrama de cableado del motor.
	Rodamientos defectuosos	Verifique la lubricación. Reemplace los rodamientos defectuosos.
	Desequilibro eléctrico	Verifique la tensión y la corriente de las tres lineas. Corrija de ser necesario.
	La brecha de aire no es uniforme	Verifique y corrija el ajuste de los soportes o el rodamiento.
	Desequilibrio del rotor	Equilibre nuevamente.
	Ventilador de enfriamiento pega la guarda del extremo	Reinstale o reemplace el ventilador.
Patrón de rociado incompleto	Las boquillas están obstruidas	Retire las boquillas y limpielas. Descargue el sistema de distribución de agua.
	La bomba funciona en reverse	Verifique visualmente la rotación del rotor de la bomba apagándola y luego encendiéndola. Verifique el amperaje.
	Flujo de bomba inadecuado para sumidero remoto	Confirme que la presión de entrada en el cabezal cumple los valores necesarios.
	Rejilla atascada	Verifique que el alineamiento del ventilador y el eje es adecuado. Ajuste el cilindro para aumentar el espacio entre este y la pala.
Ruido en el ventilador	La pala esta rozando la parte interior del cilindro del ventilador (incluyendo en modelos de aire)	Verifique que el alineamiento del ventilador y el eje es adecuado. Ajuste el cilindro para aumentar el espacio entre este y la pala.

Problema	Posible causa	Solución
Rejilla de entrada con sarro en las unidades AT	Tratamiento del agua inadecuado, índices de descarga insuficientes o ciclos excesivos de apagado/encendido de los motores de ventilador, o altas concentraciones de sólidos en agua.	El sarro no se debe eliminar con un limpiador de alta presión o cepillo metálico, ya que hacerlo podría dañar las rejillas. Retire los ensambles de rejillas y manténgalos sumergidos en el recipiente de agua fría de la unidad. Los químicos de tratamiento de agua en la unidad neutralizarán y disolverán la acumulación de sarro. *NOTA: El tiempo necesario para remojar las rejillas de entrada depende de la severidad de la acumulación de sarro.* *NOTA: Este procedimiento asume que se están usando químicos.*
Sobreamperaje de los motores de la bomba	Arranque inicial	Si la unidad solo ha funcionado por algunas horas, la bomba podría arrojar un amperaje excesivo hasta que el anillo de desgaste de la bomba se haya desgastado. En este caso, solo serán porcentajes pequeños, no 15 o 20%. Por lo general, al cabo de algunas horas, las lecturas de amperaje de la bomba se reducirán y nivelarán.
	Falla mecánica	Verifique que la bomba se mueve libremente al girarla con la mano. Si no, es probable que necesite ser reemplazada.
	Problema eléctrico	Verifique que el cableado de la bomba es el correcto. Verifique que la tensión que se alimenta a la bomba es la correcta.
	Errores sobre el aumento o disminución del valor máximo	*NOTA: El aumento o la reducción en el flujo de la bomba causados por boquillas o cabezales atascados o reventados NO deben causar el sobreamperaje de la bomba.*
La válvula de reposición no se cierra	La presión del agua de reposición es demasiado alta	La presión del agua de reposición en la válvula mecánica debe estar entre 20 y 50 psi (138 y 345 kPa). Si la presión es demasiado alta, la válvula no se cerrará. Una válvula de reducción de presión puede agregarse para reducir la presión. Para el paquete de control electrónico de nivel de agua de 3 y 5 sondas, el activador eléctrico tiene un requisito de presión de agua de 5 a 125 psi (34 a 862 kPa).
	Residuos en la válvula solenoide	Limpie la válvula solenoide de cualquier residuo.
	Congele la bola de flotación	Inspeccione si el flotador o la válvula necesitan reemplazo.
	El flotador está lleno de agua	Busque filtraciones en la bola y reemplace.
El agua sale de la conexión de desbordamiento <u>constantemente</u>	Esto puede suceder en unidades de aire forzado debido a la presión positiva en la sección de la cubierta. La conexión de desbordamiento no ha sido dotada de tuberías o no tiene las correctas	Coloque tuberías en la zona de desbordamiento con un colector en P para un drenaje adecuado
	Nivel de agua incorrecto	Verifique el nivel operativo real en relación a los niveles recomendados en las indicaciones de operación y mantenimiento
El agua sale de la conexión de desbordamiento <u>intermitentemente</u>	Esto es normal	Esto es normal. La línea de descarga para la unidad está conectada con tuberías a la conexión de desbordamiento
Desbordamiento de recipiente de agua	Problema con la línea de reposición	Consulte la sección Válvula de reposición o Nivel de agua electrónico.
	Si es una unidad de múltiples celdas, debería haber un problema de elevación	Asegúrese de que las unidades de múltiples celdas se instalan al mismo nivel. Si no es así, se podría generar desbordamiento en una de las celdas.
Nivel de agua bajo en la bandeja	Control electrónico de nivel de agua	Consulte la sección sobre EWLC
	La bola de flotación no está colocada correctamente	Ajuste la bola de flotación hacia arriba o abajo para obtener un nivel de agua adecuado. *NOTA: La bola de flotación se fija al nivel operativo en la fábrica.*

Problema	Posible causa	Solución
Acero inoxidable con óxido	Materiales extraños en la superficie del acero inoxidable	Las áreas oxidadas que aparecen en la superficie de la unidad generalmente no son signos de corrosión del acero inoxidable de base. A menudo son materiales ajenos, tales como escorias de soldadura, que se acumulan en la superficie de la unidad. Las áreas oxidadas se ubicarán cerca a las áreas donde ha ocurrido soldadura. Estas áreas pueden incluir las conexiones del serpentín, el recipiente de agua fría cerca del acero de soporte y los alrededores de plataformas y pasarelas instaladas in situ. Los puntos de metal pueden eliminarse con una buena limpieza. EVAPCO recomienda usar Naval Jelly o un limpiador adecuado de acero inoxidable, como Mother's Wax, junto con un cojinete Scotch-Brite. El mantenimiento de la superficie de la unidad se debe hacer de manera regular.
Grietas en el aislante del enfriador de fluido	Pintura agrietada	La mayoría de veces es la pintura la que se agrieta, y no el aislante. Si hay degradación en la pintura, debe ser retocada para mantener el acabado en el aislante. Se recomienda que mantener el acabado del aislante forme parte del programa de mantenimiento estándar. Si el aislante se está agrietando, comuníquese con su representante local EVAPCO.
El control eléctrico de nivel de agua no funciona 	La válvula no se abre ni cierra	1. Verifique que la presión de agua está entre 5 psi (34 kPa) y 100 psi (689 kPa). 2. Verifique el cableado con el diagrama de cableado. Verifique la tensión de alimentación. 3. Verifique que no hay bloqueo en la rejilla en Y. 4. Confirme que las sondas no estén sucias. 5. Revise el LEO rojo en el panel de circuitos. Si está encendido, se debe cerrar la válvula. **Para un ensamble de 3 sondas:** ***Simular "Condición de agua baja"* - LED APAGADO** Después de limpiar las sondas, levante el ensamble de sondas para sacarlo de la tubería vertical. Esto simulará una "condición de agua baja". Verifique que los contactos están en la posición correcta. - El contacto entre "C" y "NC" debe ahora estar cerrado y la válvula de reposición de agua debe ser energizada (válvula abierta). ***Simular "Condición de agua alta"* - LED ENCENDIDO** - Conecte un cable de puente entre la sonda más larga y la más corta. El contacto entre "C" y "NC" debe ahora estar abierto y la válvula de reposición de agua debe ser de-energizada (válvula cerrada).
El control eléctrico de nivel de agua no funciona 		**Para un ensamble de 5 sondas:** ***Simular "Condición de agua baja"*** Después de limpiar las sondas. levante el ensamble de sondas para sacarlo de la tubería vertical. Esto simulará una "condición de agua baja". Verifique que los contactos están en la posición correcta. - Contactos del diferencial C a NC- cerrado - Válvula de agua de reposición energizada - **LED = APAGADO** - Contactos de alarma de nivel alto: e a NO- abierto - Circuito de alarma de nivel alto de-energizado - **LED = APAGADO** - Contactos de alarma de nivel bajo: e a NC - cerrado - Circuito de alarma de nivel bajo energizado - **LED = APAGADO** ***Simular "Condición de agua alta"*** Conecte un cable de puente entre la sonda más larga (tierra) y todas las demás sondas (límite alto, alarma de nivel alto y alarma de nivel bajo). Verifique que los contactos están en la posición correcta. - Contactos del diferencial C a NC- abierto - Válvula de agua de reposición de-energizada - **LED = ENCENDIDO** - Contactos de alarma de nivel alto: C a NO - cerrado - Circuito de alarma de nivel alto energizado - **LED = ENCENDIDO** - Contactos de alarma de nivel bajo: C a NC - abierto - Circuito de alarma de nivel bajo de-energizado - **LED = ENCENDIDO**

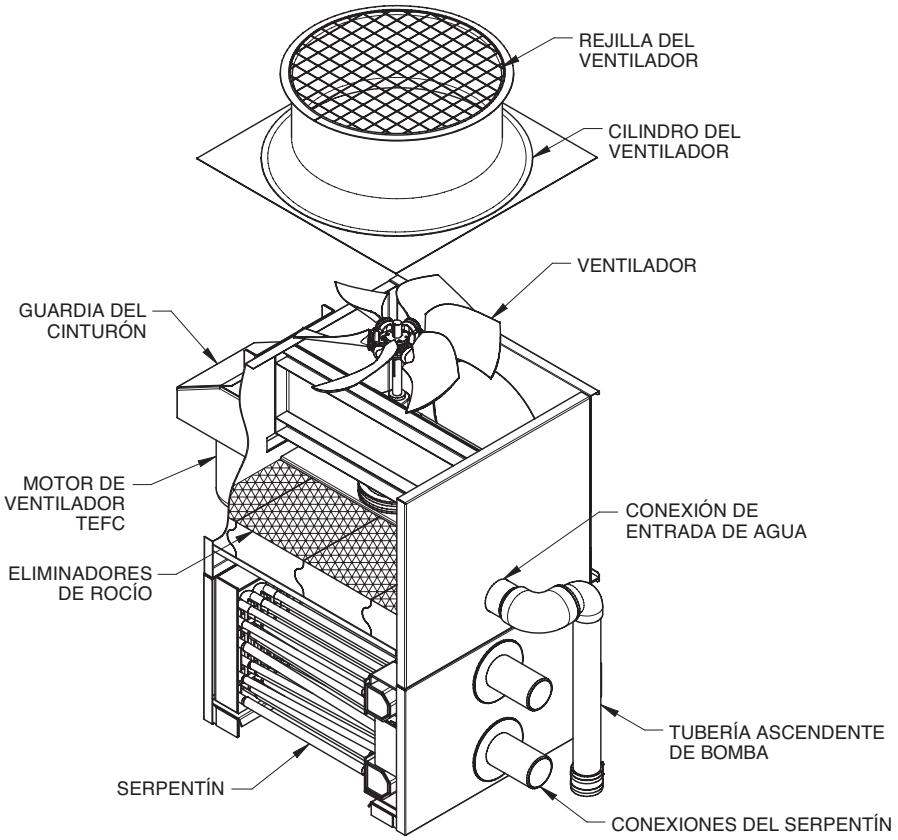
Piezas de repuesto

EVAPCO tiene piezas de repuesto disponibles para su envío inmediato. La mayoría de las órdenes se envían dentro de las 24 horas de su pedido.

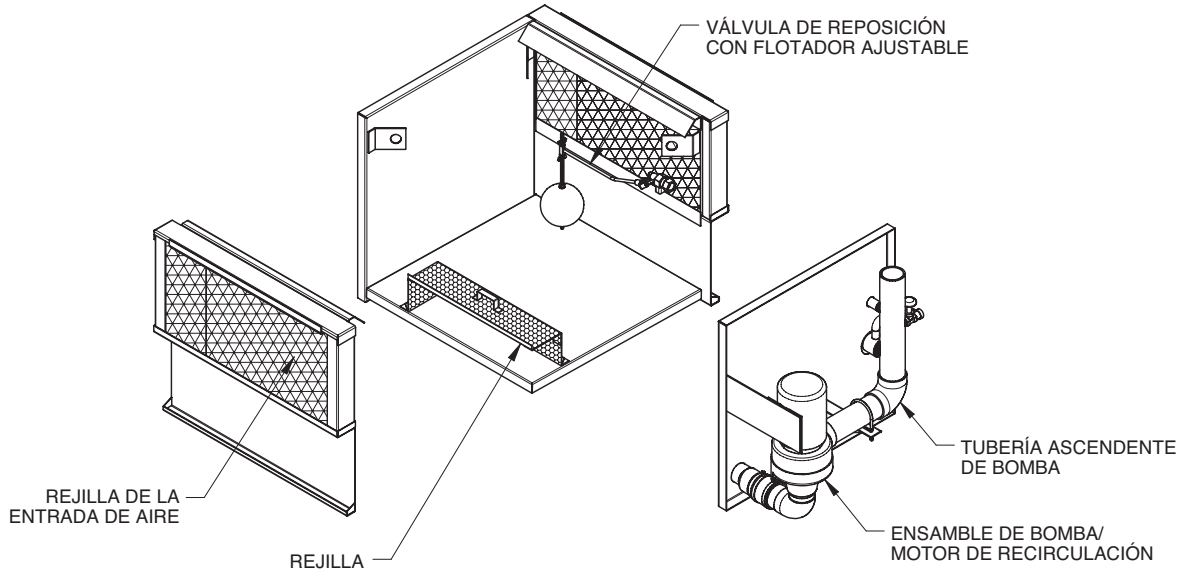
Las siguientes páginas contienen vistas detalladas de todos los enfriadores y condensadores de circuito cerrado de EVAPCO actualmente disponibles. Use estos dibujos para identificar las partes principales de su unidad. Para hacer un pedido de piezas de repuesto, comuníquese con su representante local de EVAPCO o un Centro de Servicio Mr. GoodTower. La información de contacto de su representante de EVAPCO puede encontrarse en la placa de la unidad, o visitando el sitio web www.evapco.com (**www.evapco.eu**).

Asimismo, su representante local de EVAPCO o el Centro de Servicio de Mr. GoodTower pueden ofrecerle inspecciones de unidades de manera GRATUITA, para garantizar que su equipo funcione en un nivel óptimo independientemente del fabricante original.

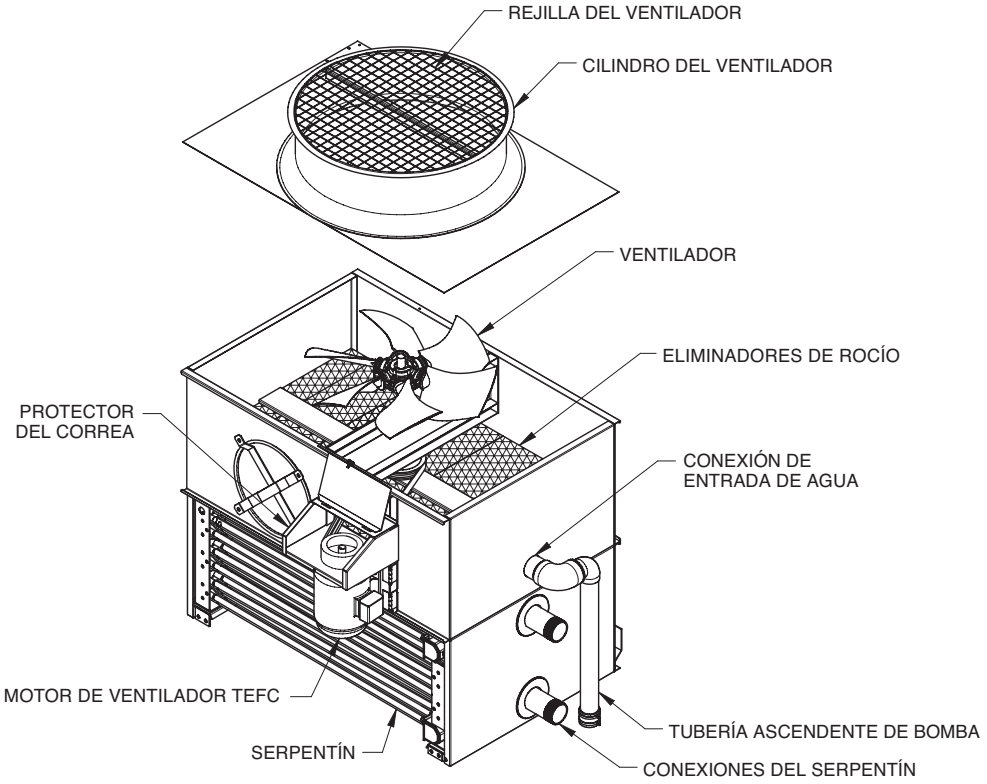
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



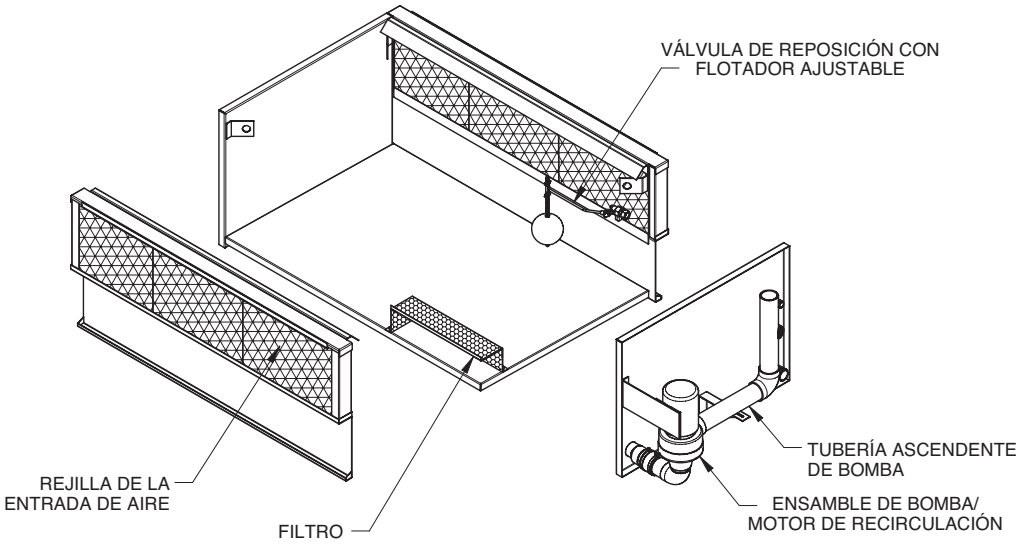
SECCIÓN DE LA BANDEJA



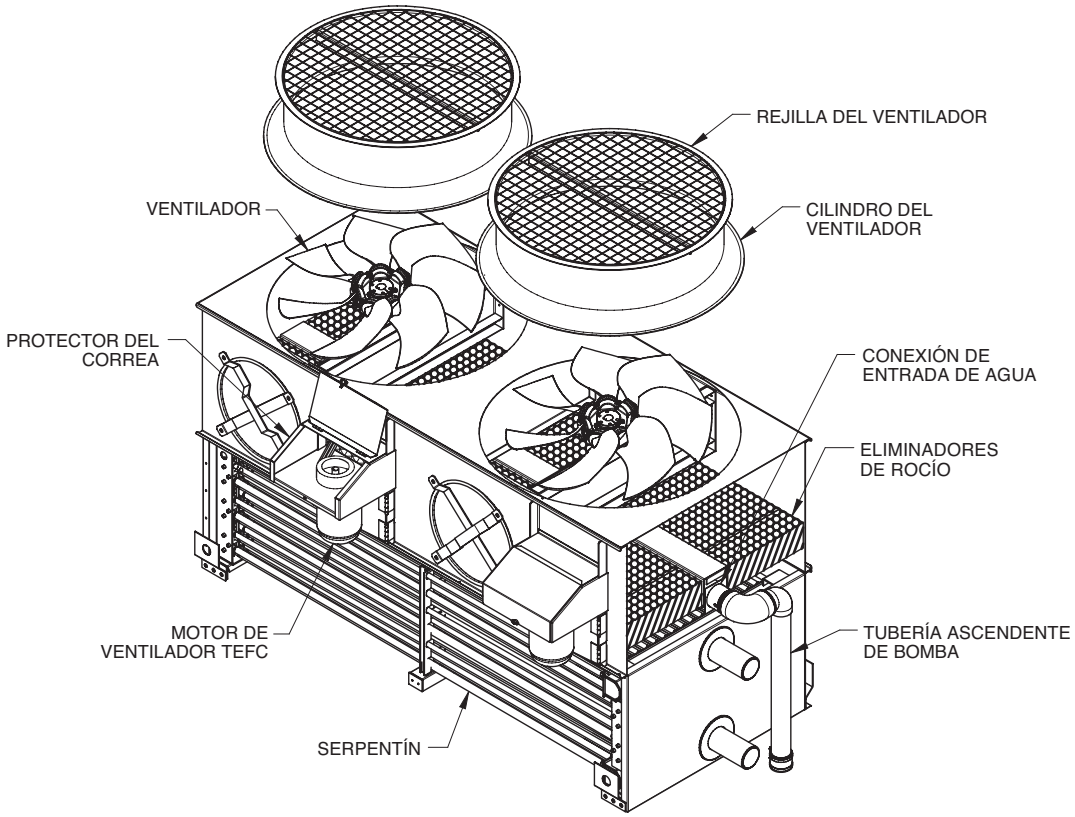
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



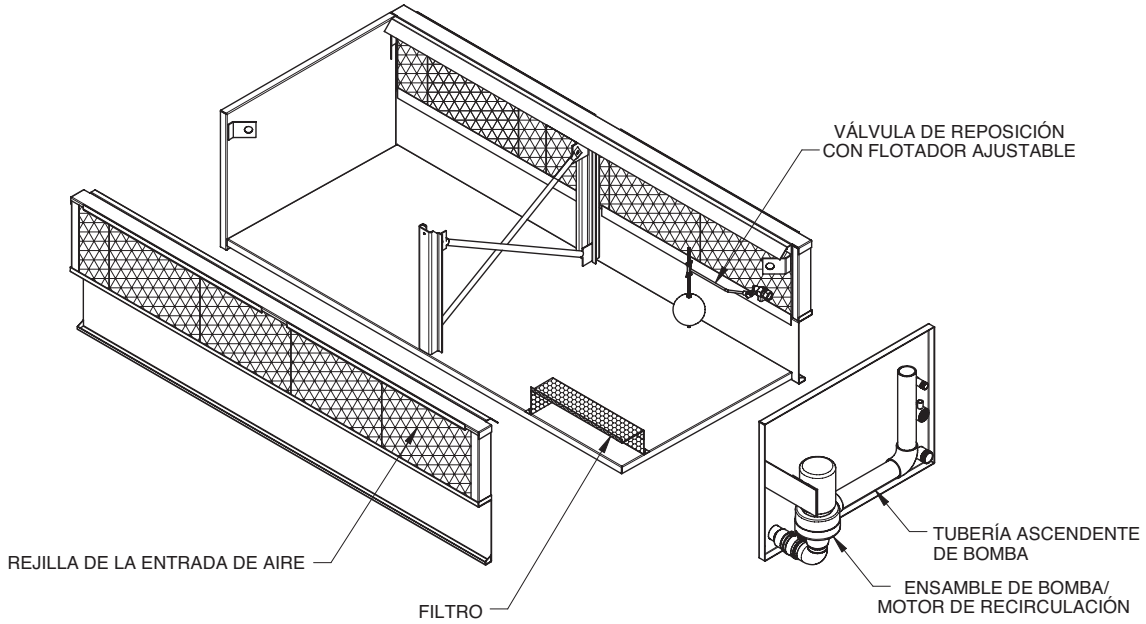
SECCIÓN DE LA BANDEJA



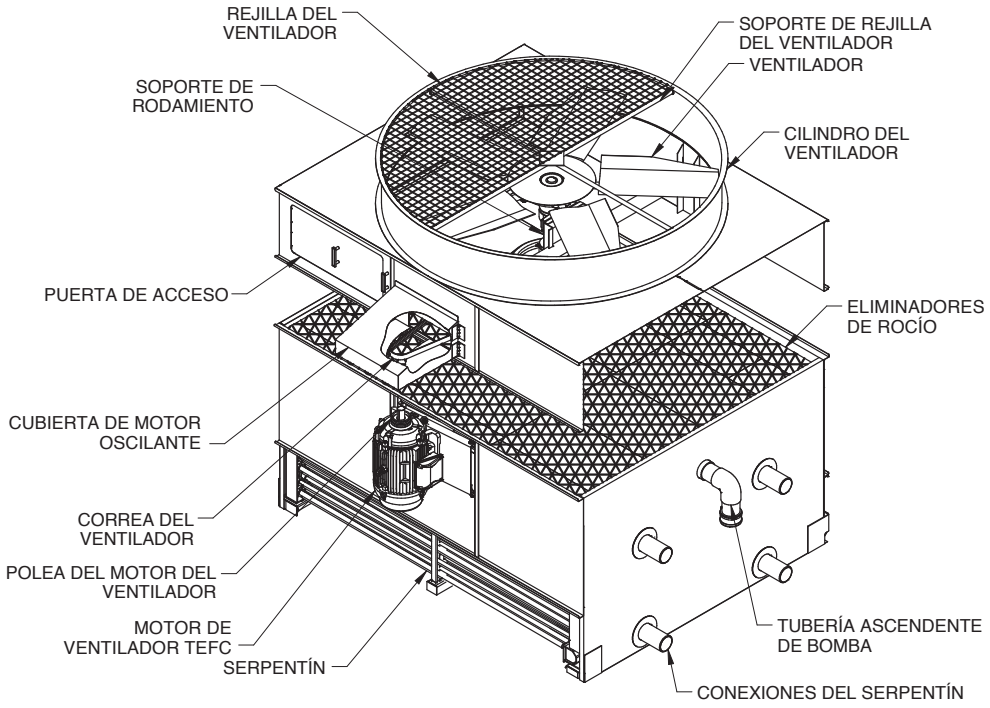
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



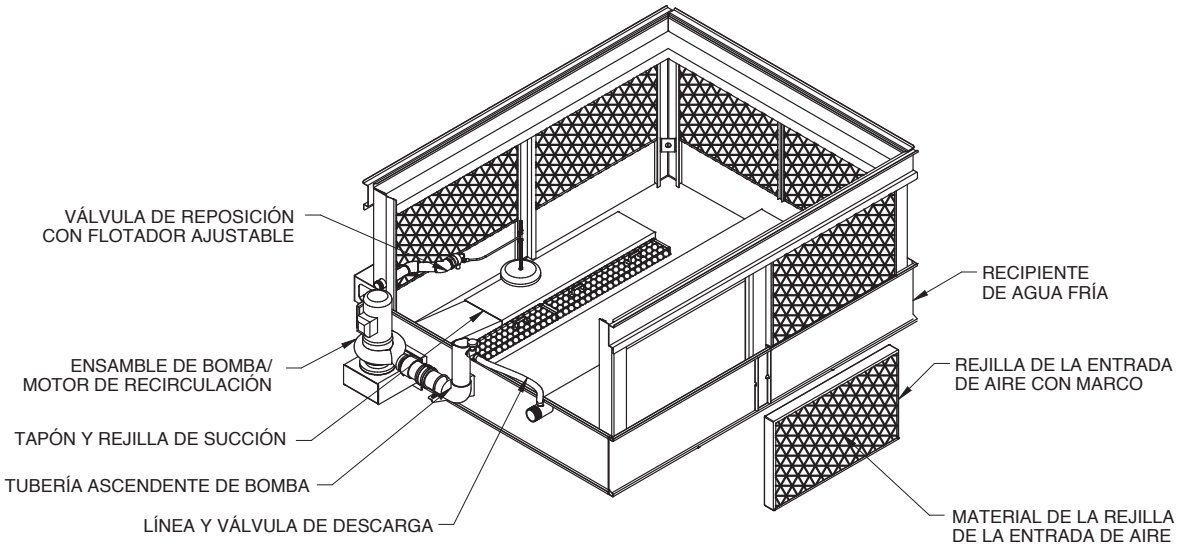
SECCIÓN DE LA BANDEJA



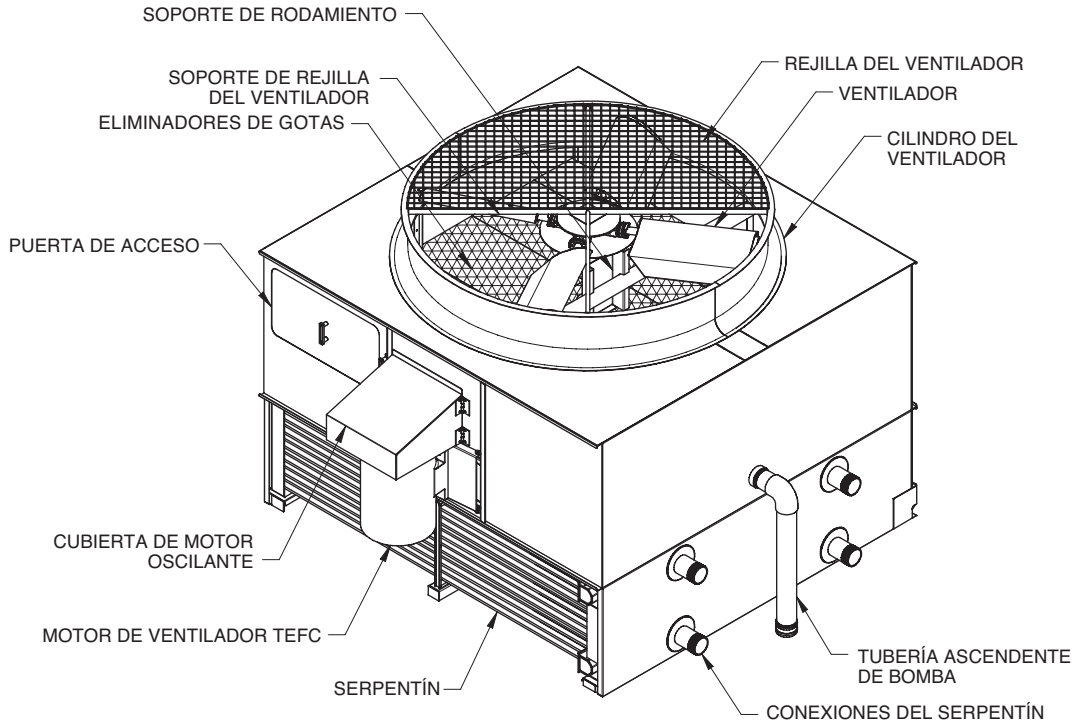
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



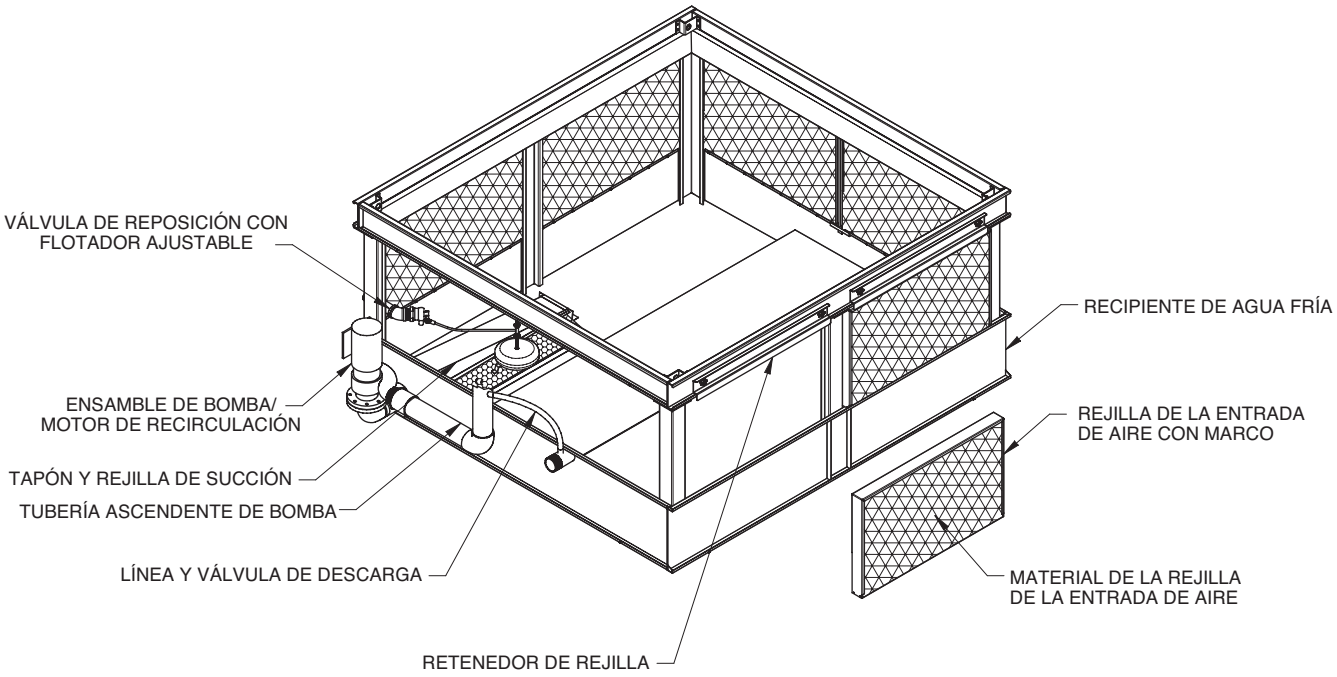
SECCIÓN DE LA BANDEJA



SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN

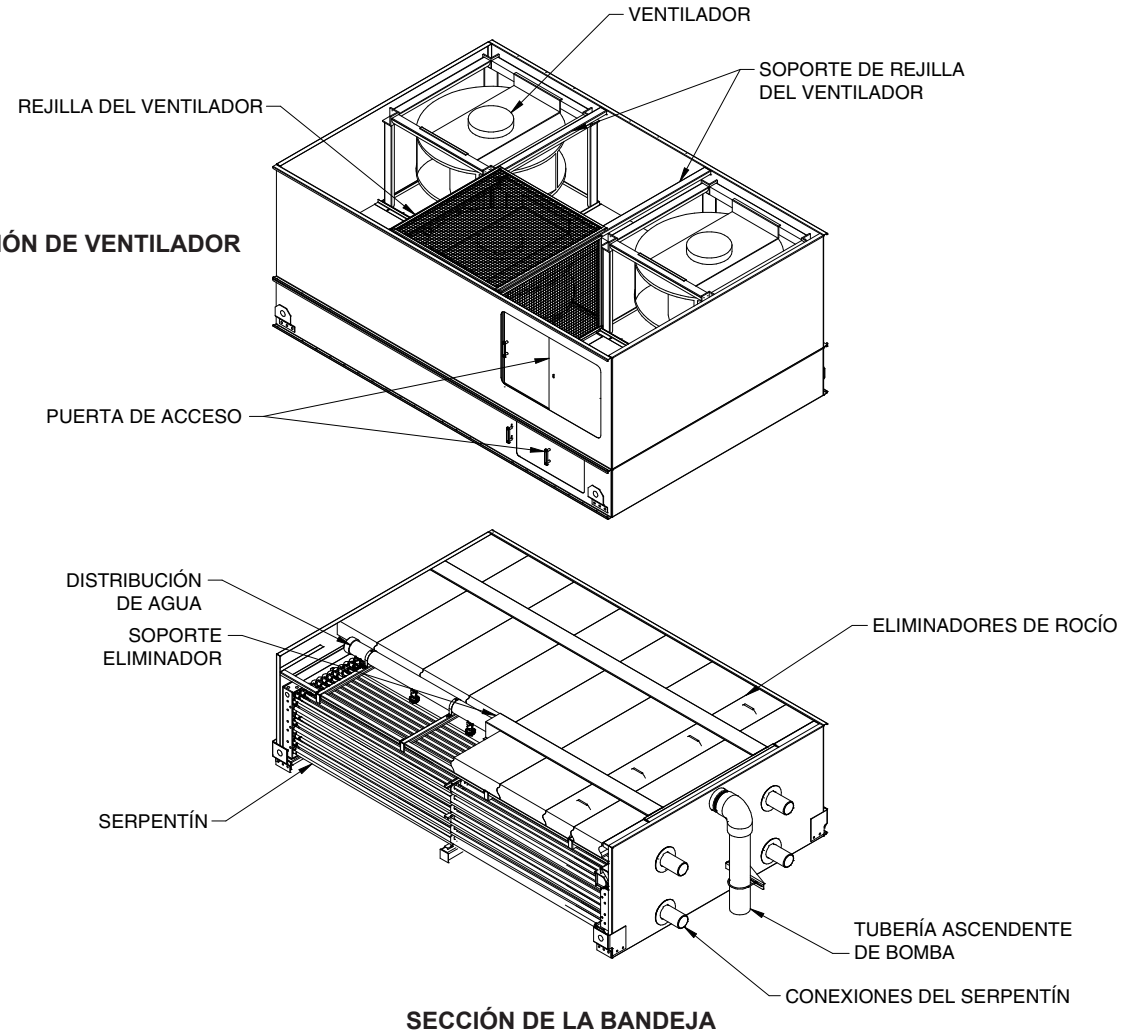


SECCIÓN DE LA BANDEJA

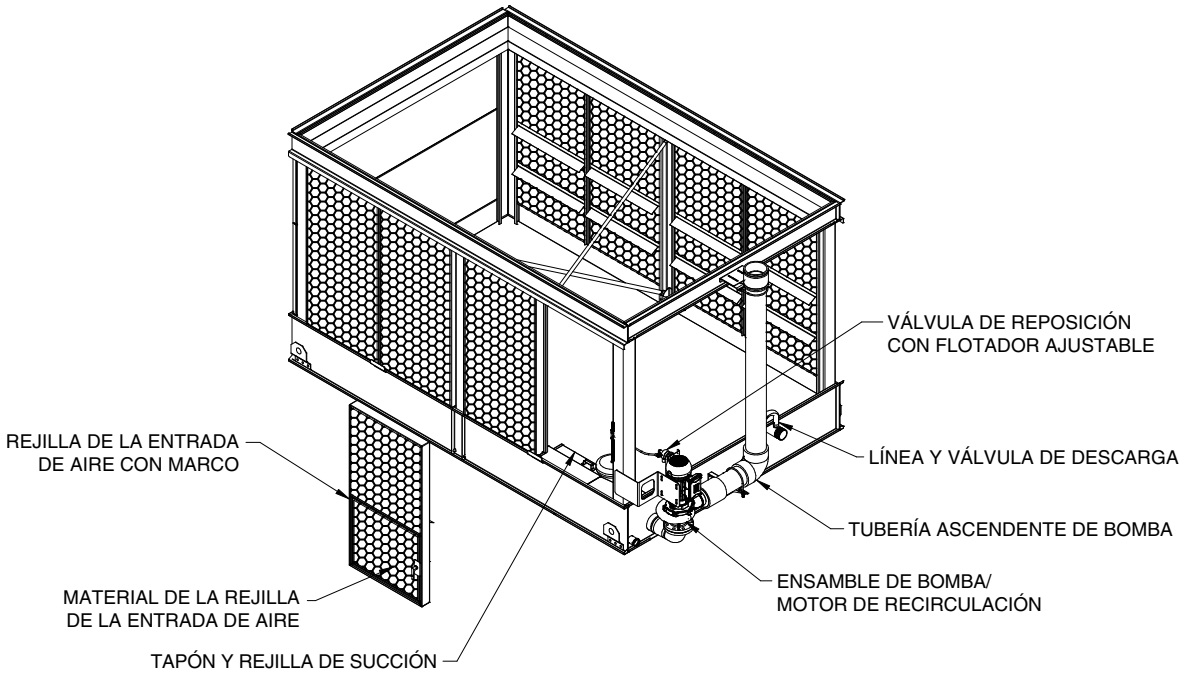


SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN

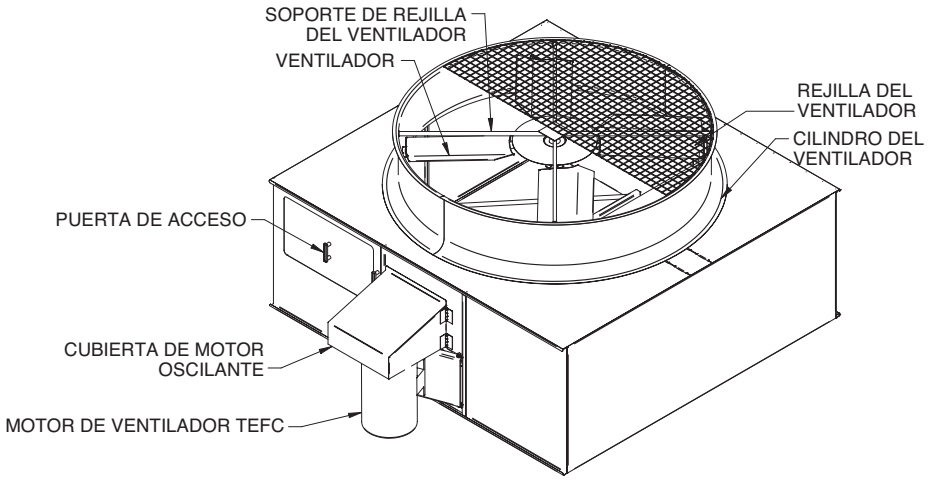
SECCIÓN DE VENTILADOR



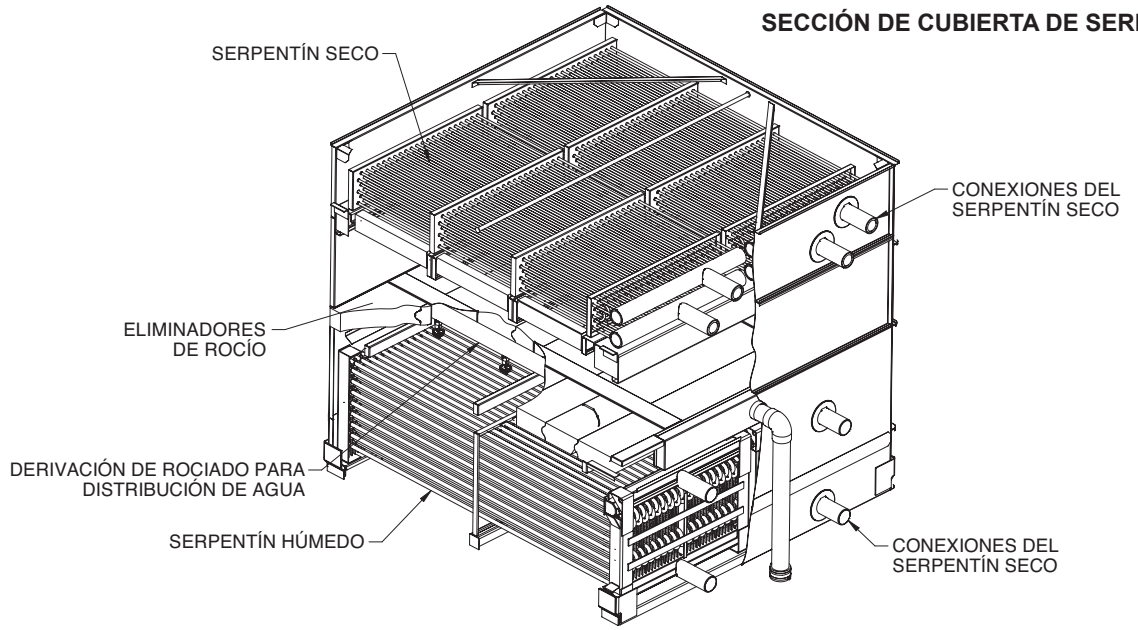
SECCIÓN DE LA BANDEJA



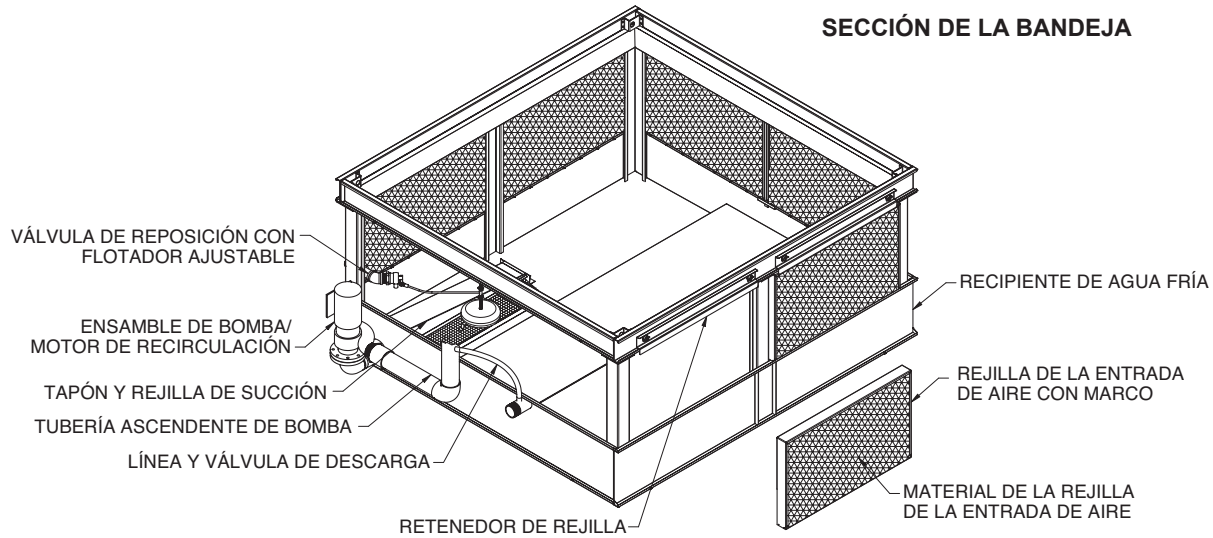
SECCIÓN DE VENTILADOR



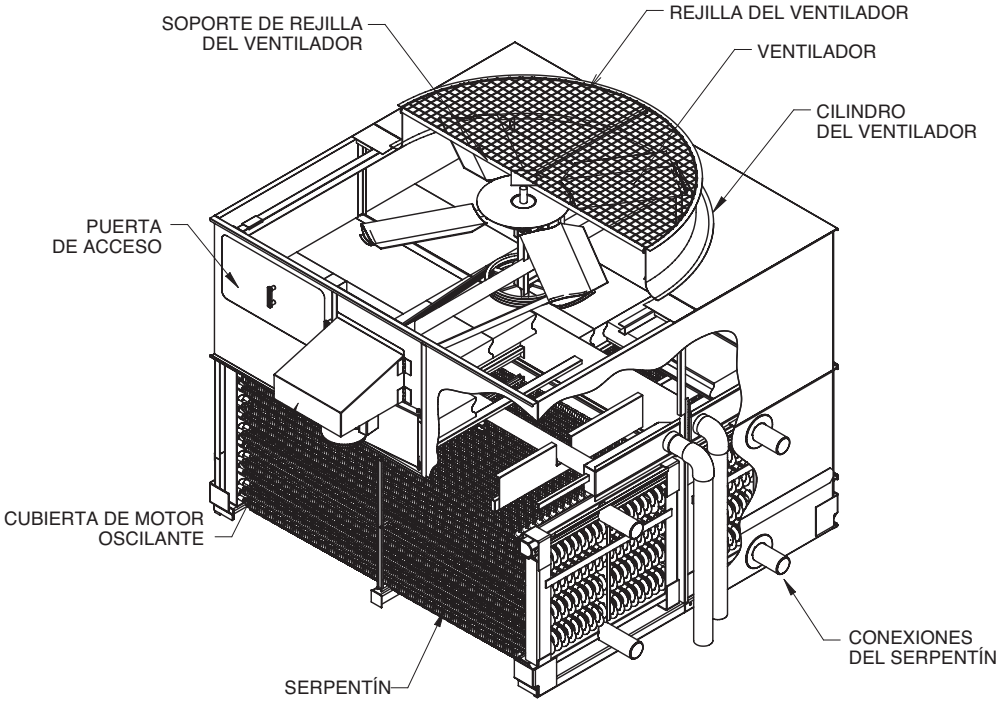
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



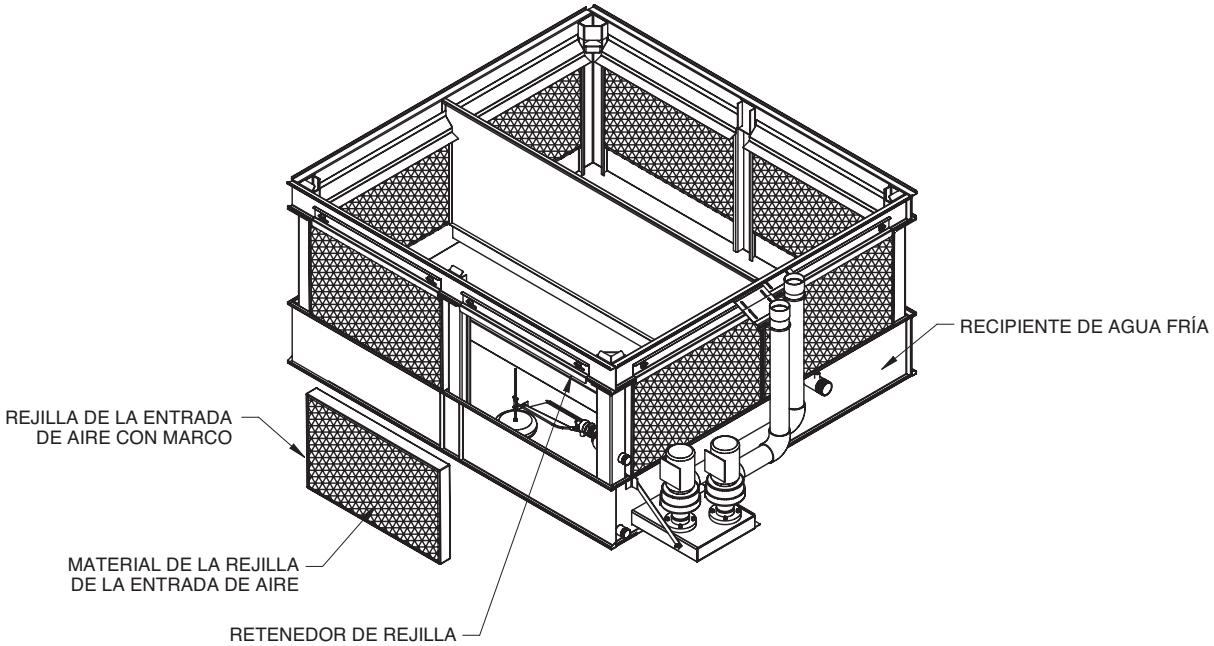
SECCIÓN DE LA BANDEJA



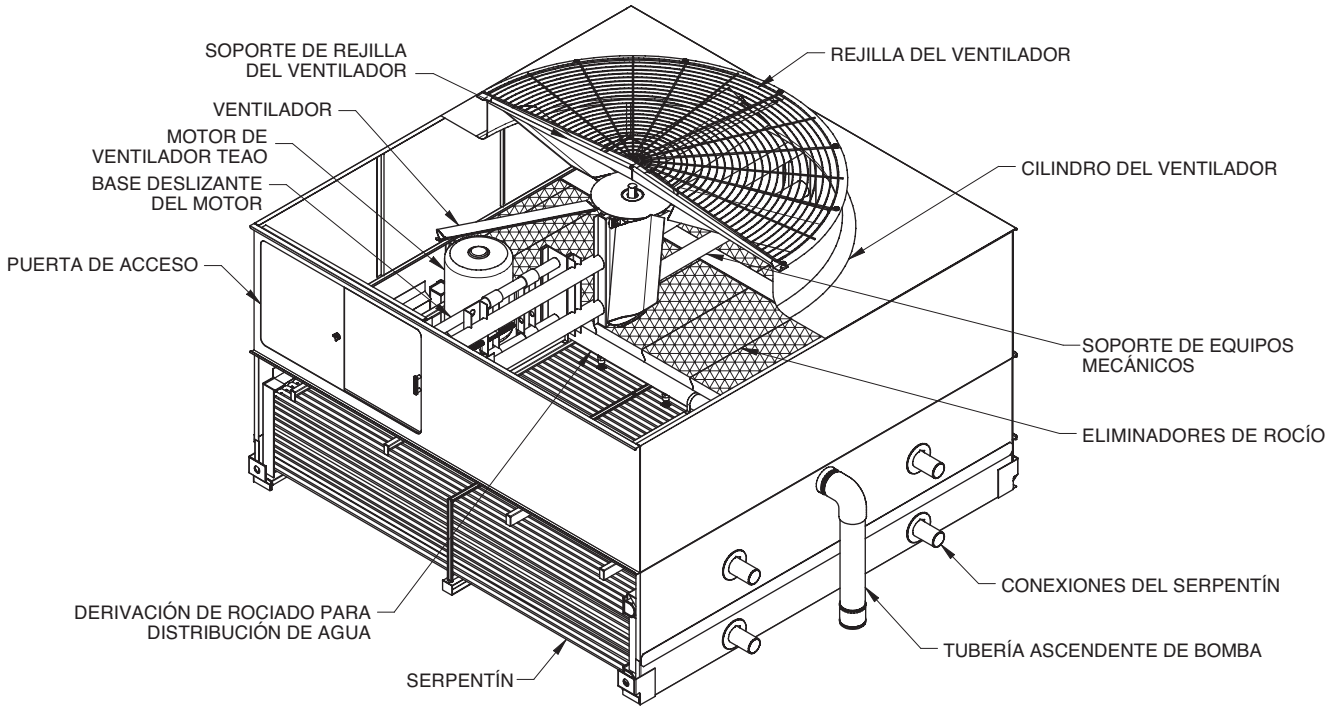
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



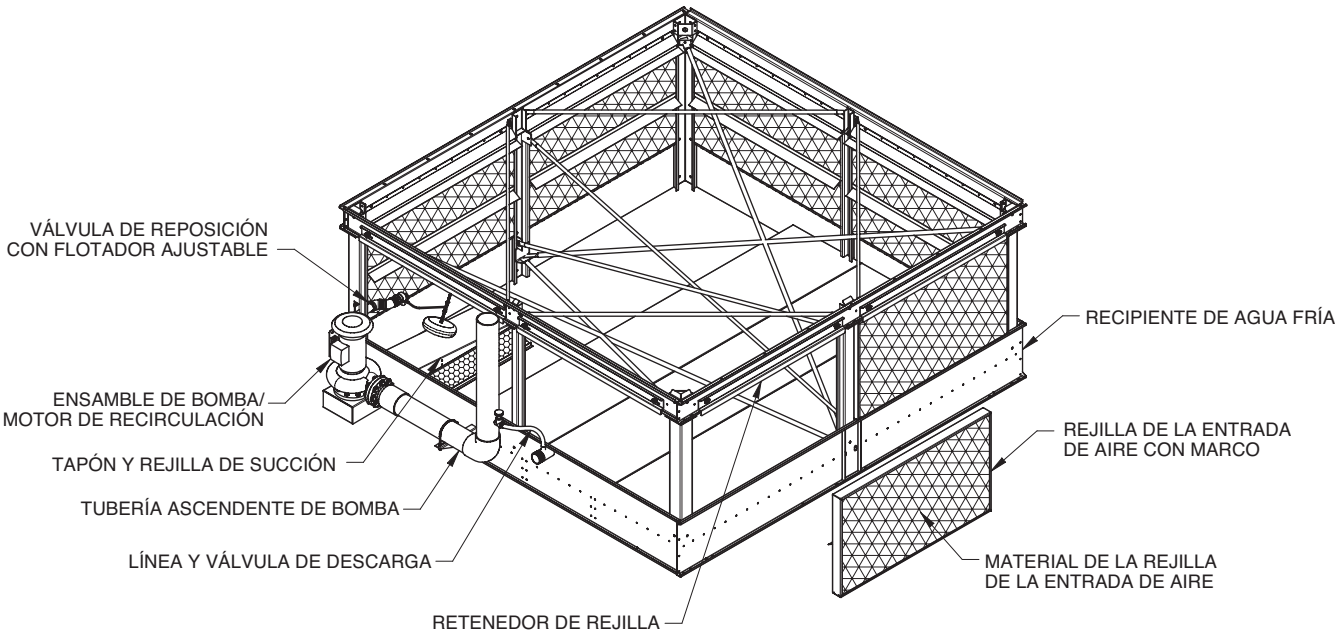
SECCIÓN DE LA BANDEJA



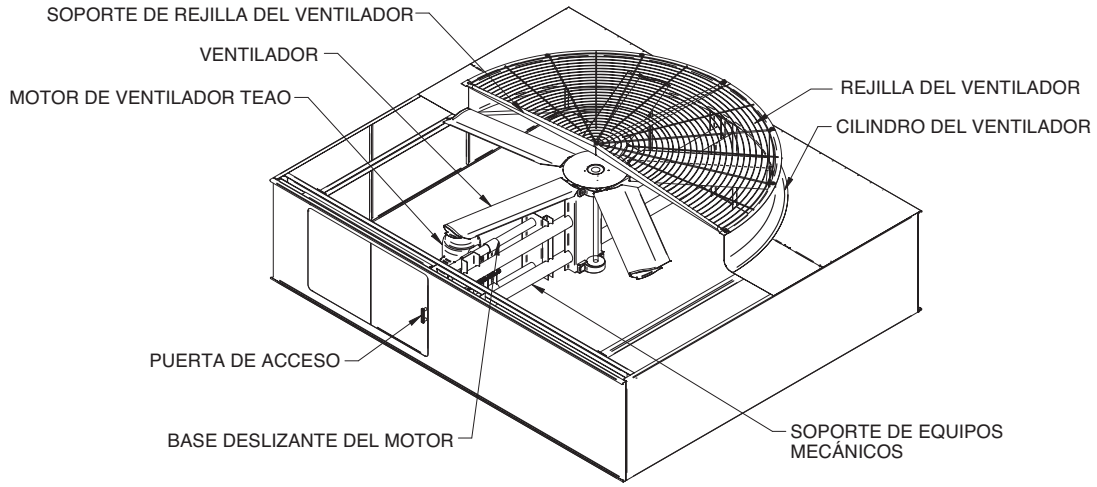
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



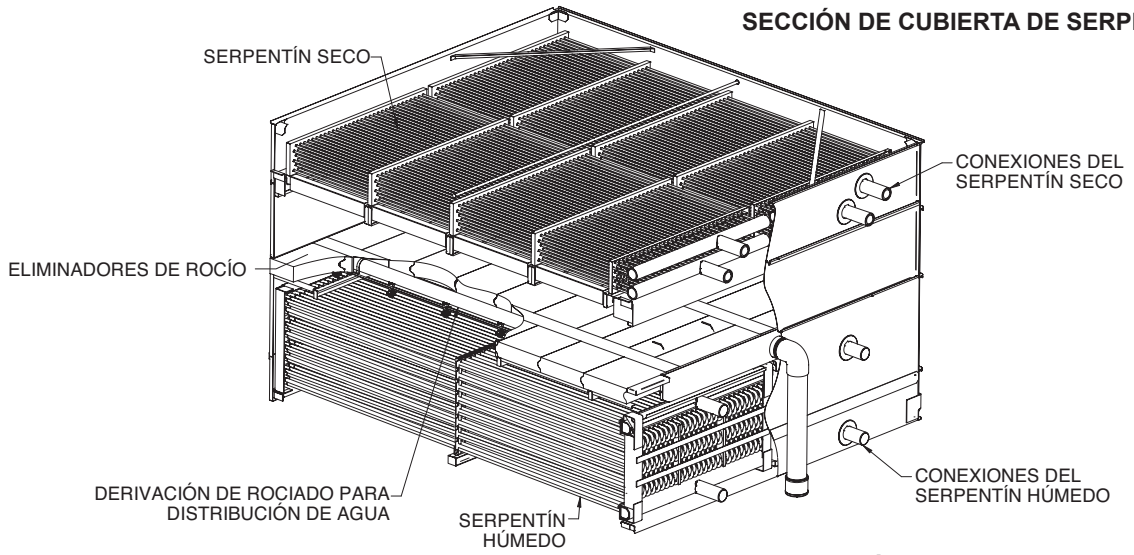
SECCIÓN DE LA BANDEJA



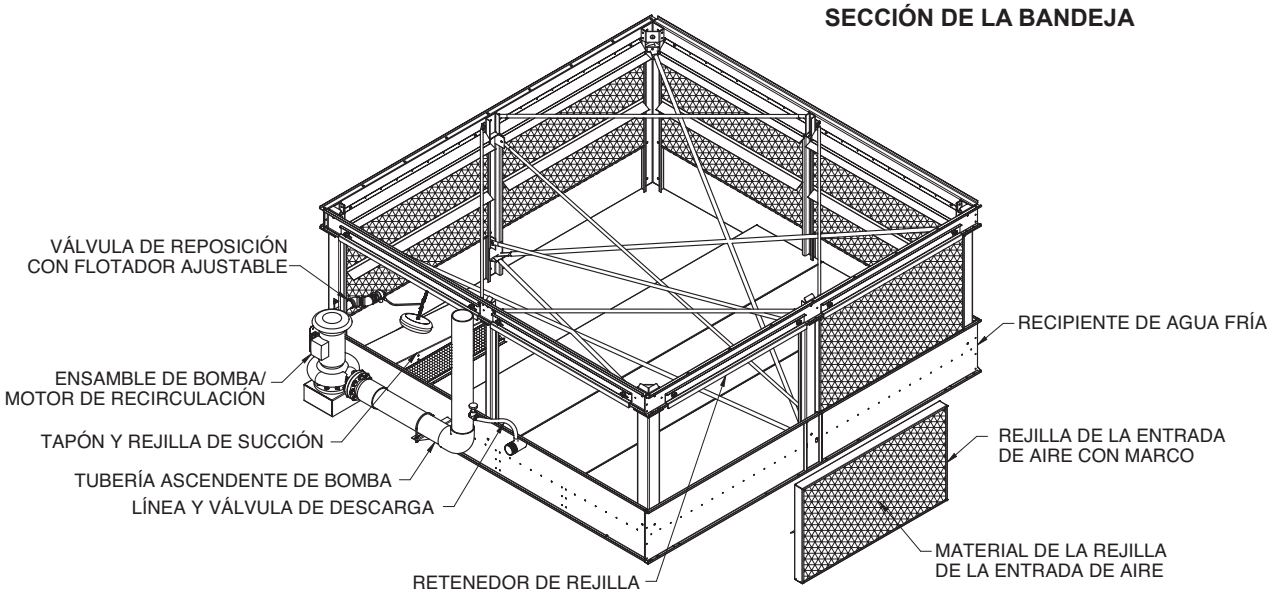
SECCIÓN DE VENTILADOR



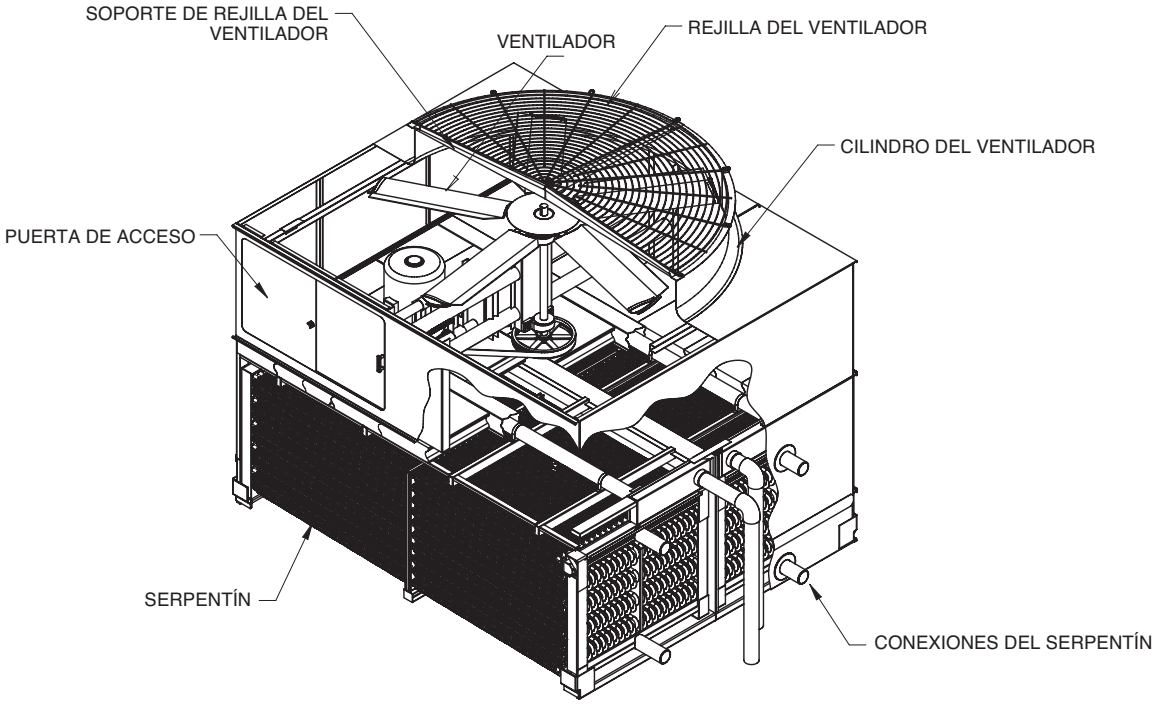
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



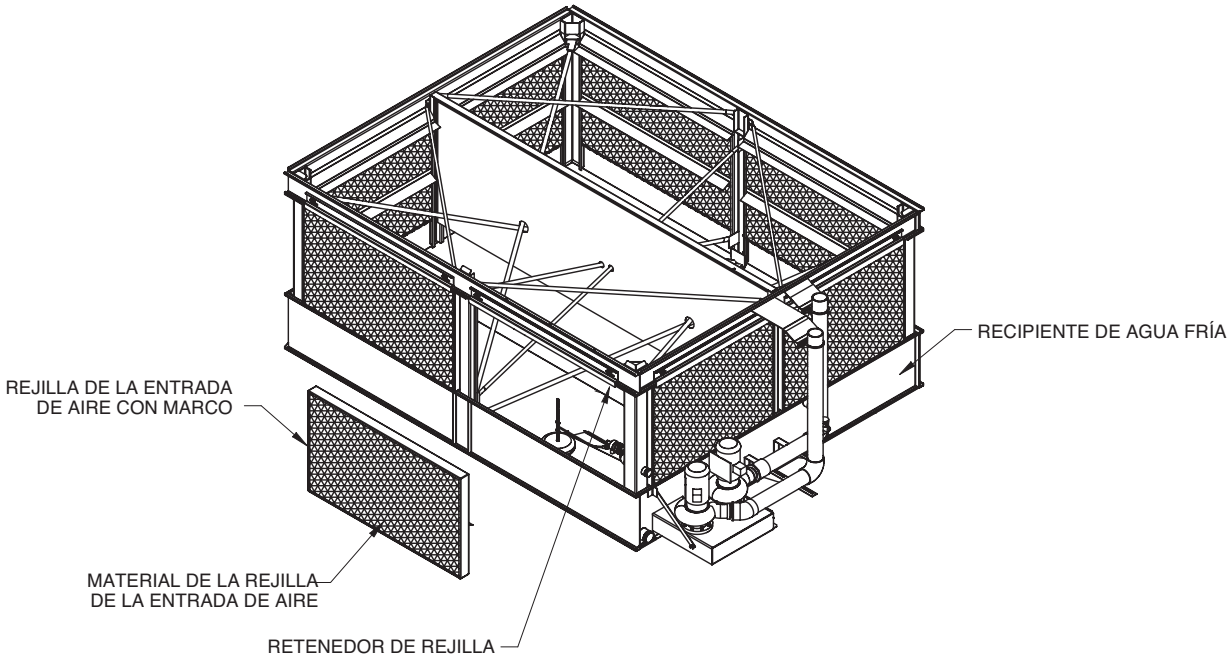
SECCIÓN DE LA BANDEJA



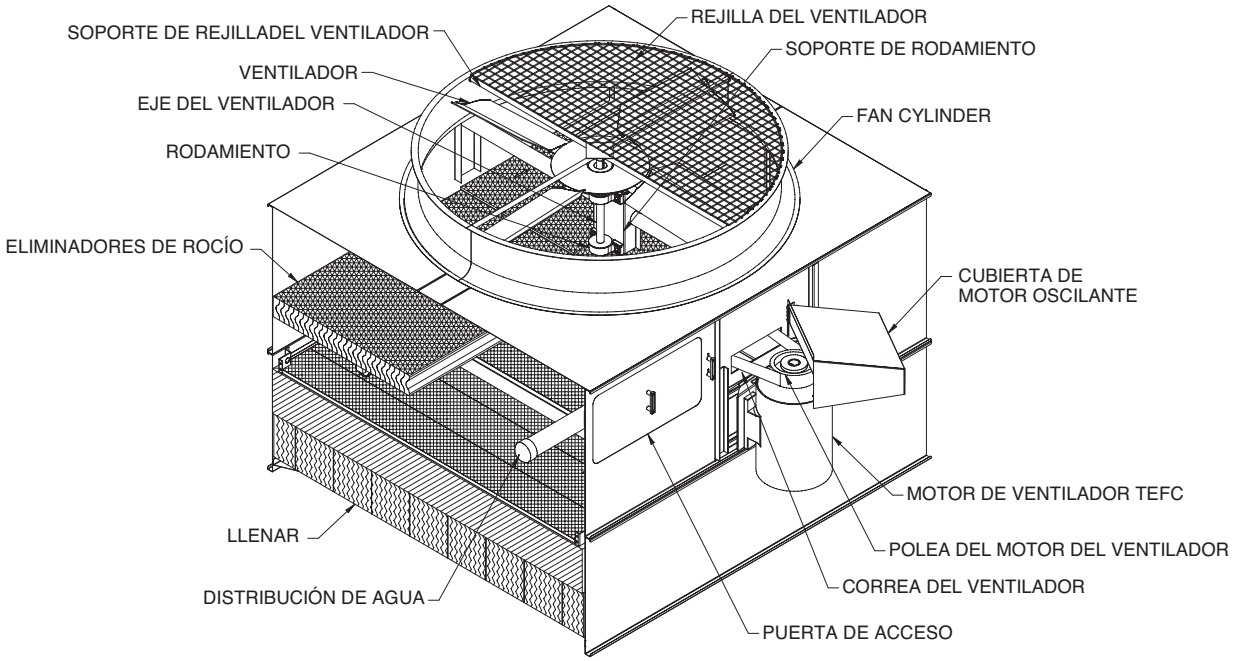
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



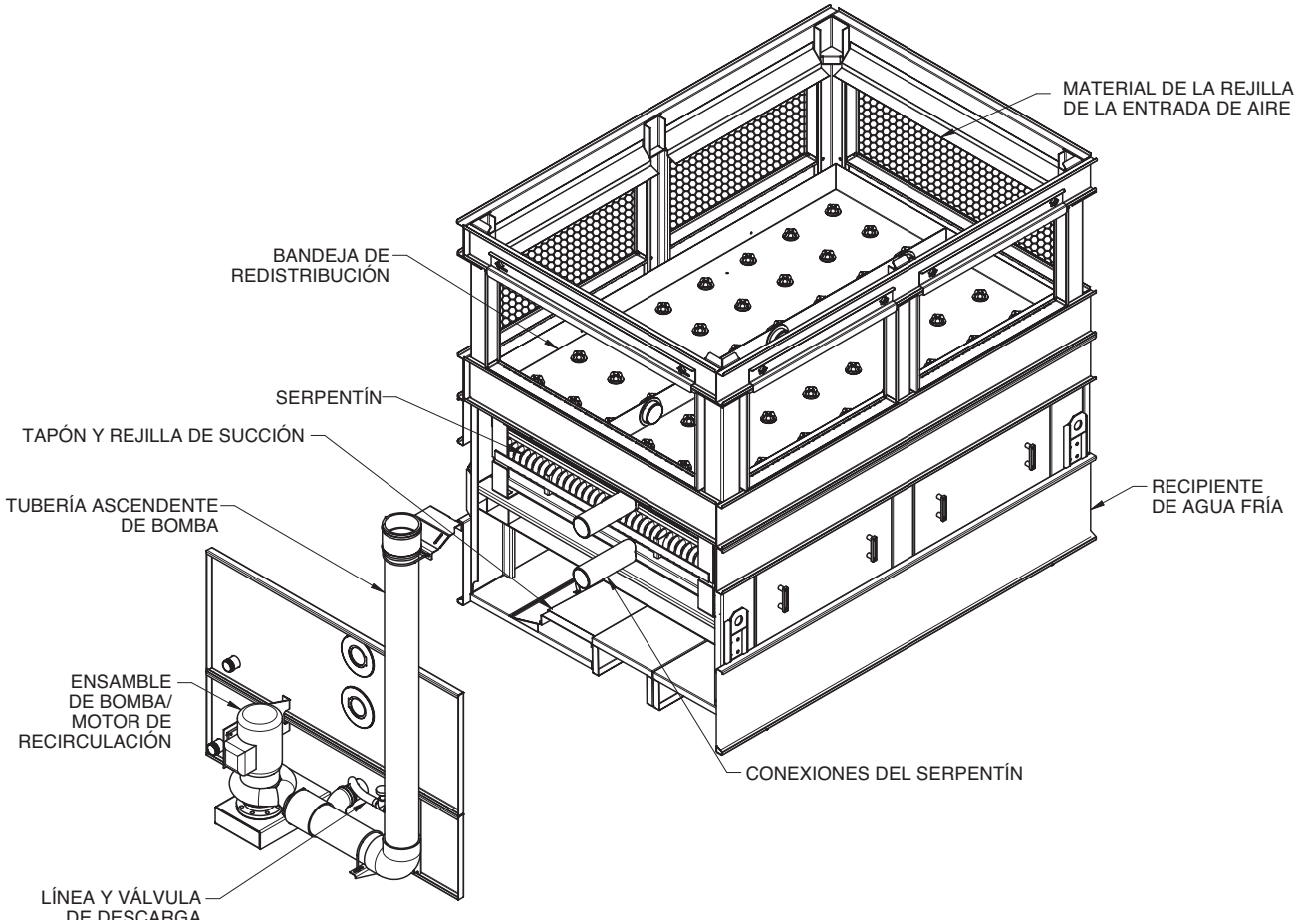
SECCIÓN DE LA BANDEJA



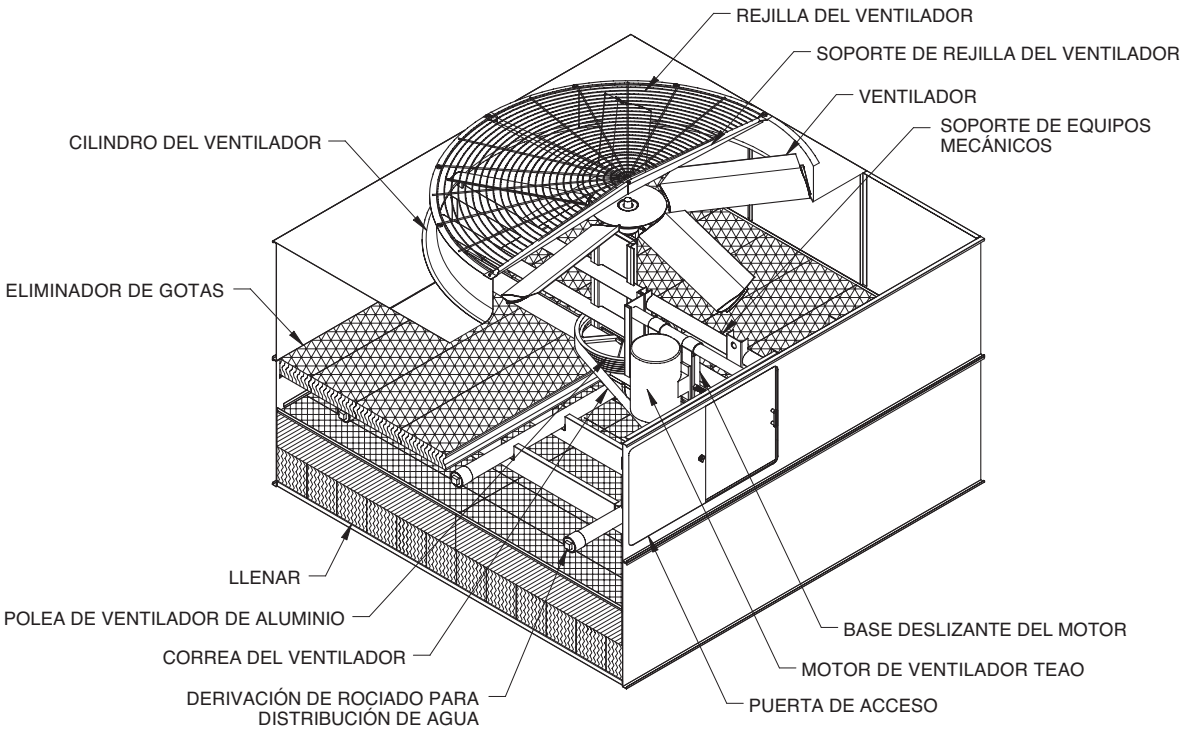
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



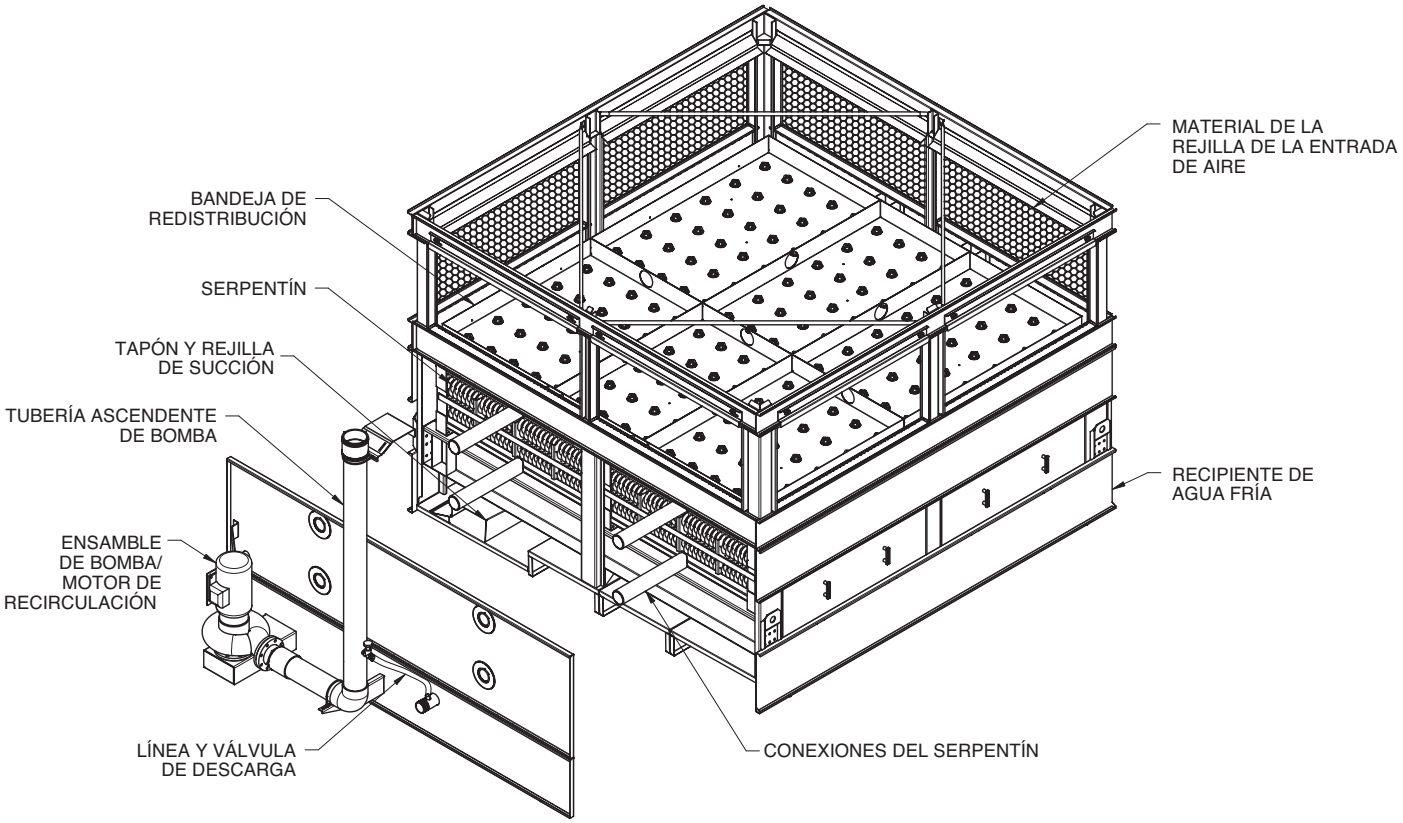
SECCIÓN DE LA BANDEJA



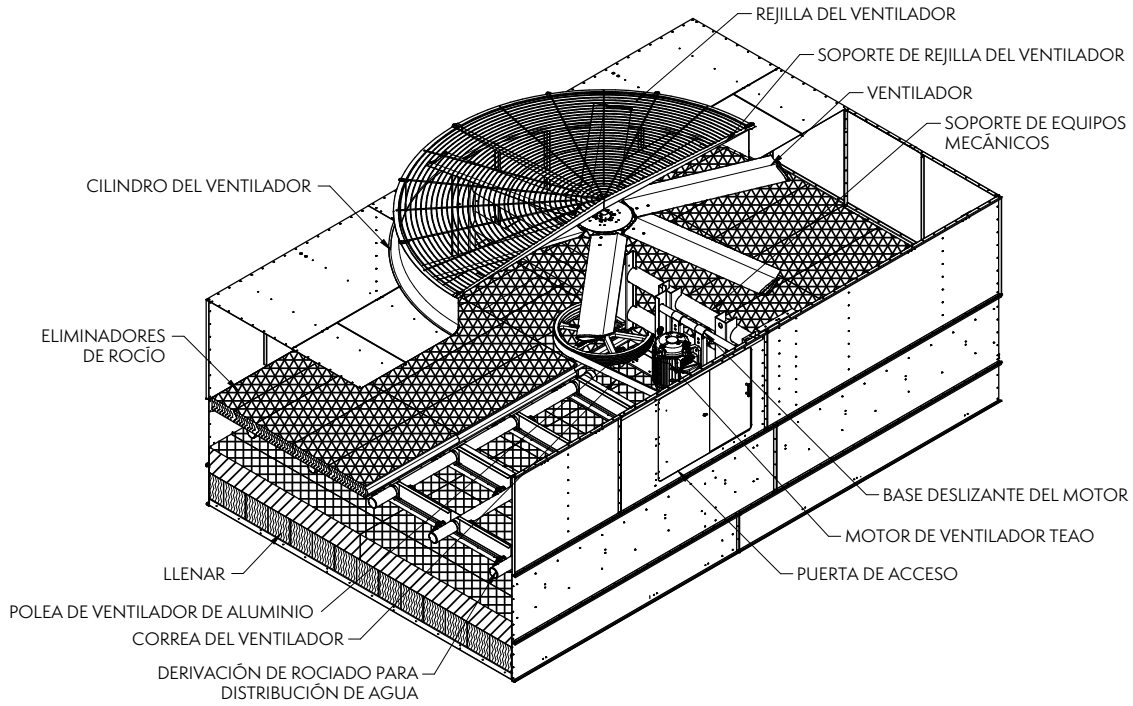
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y SERPENTÍN



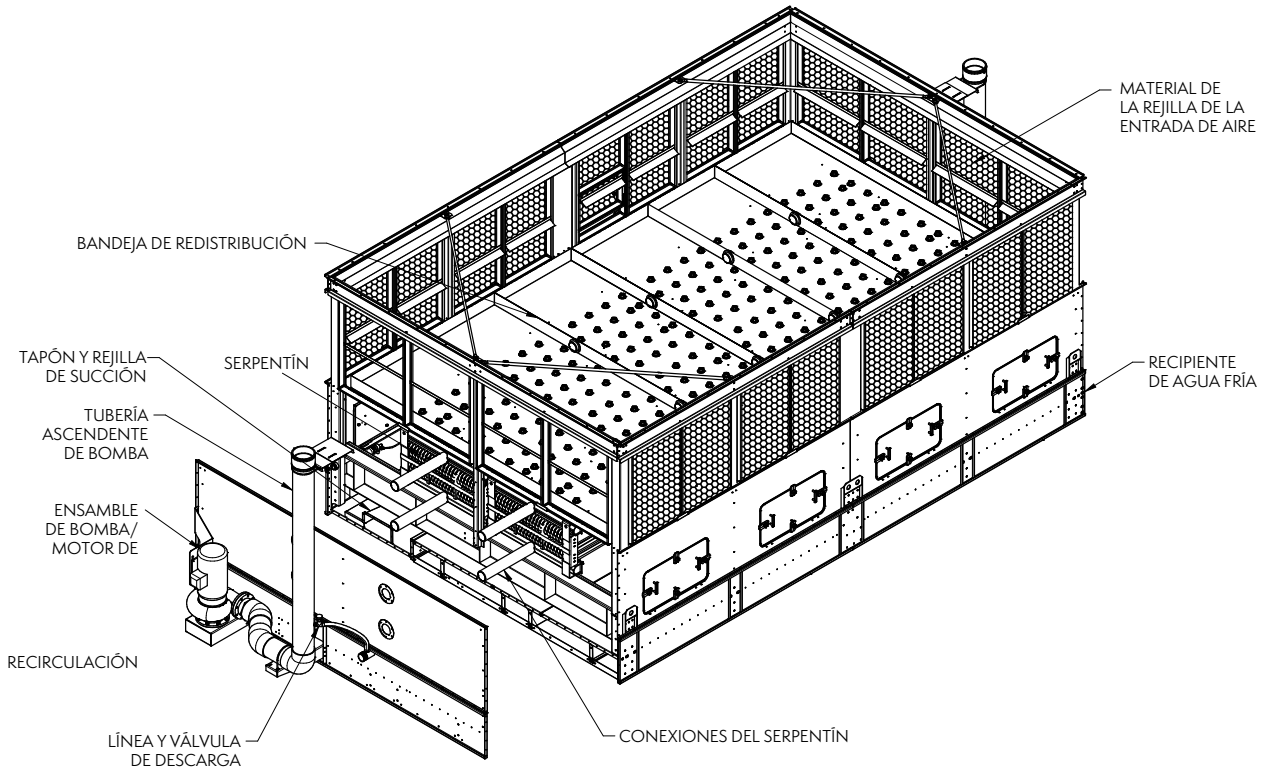
SECCIÓN DE LA BANDEJA



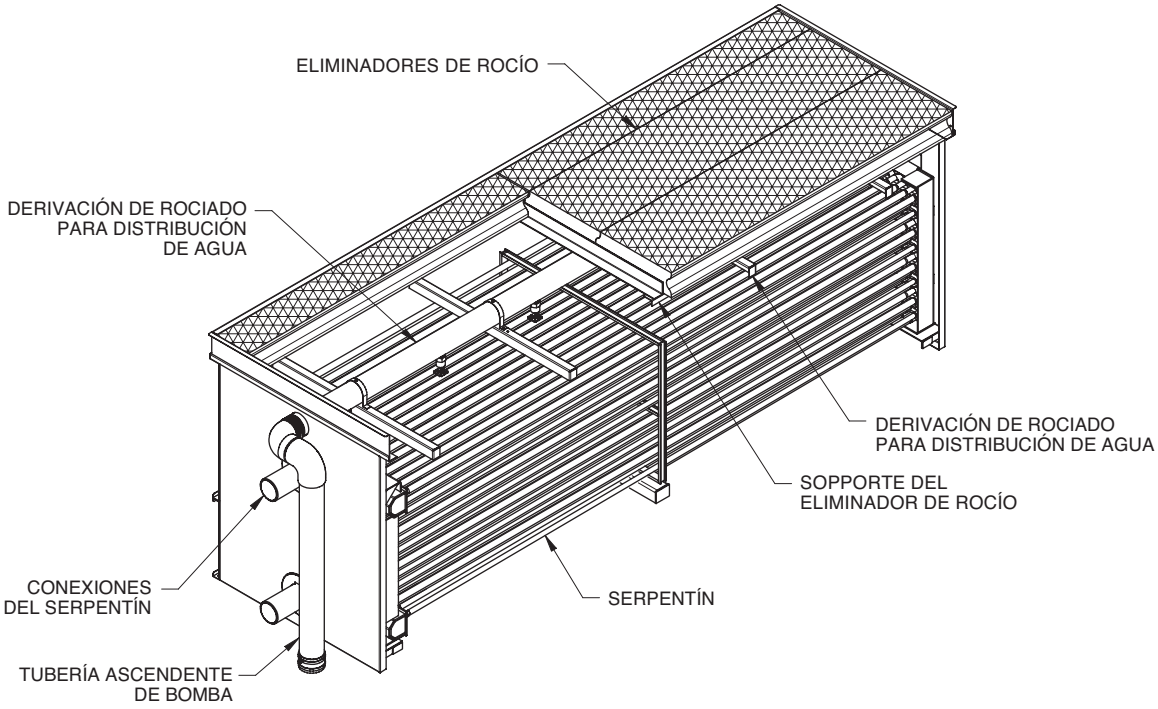
SECCIÓN DE CUBIERTA DE VENTILADOR Y RELLENO



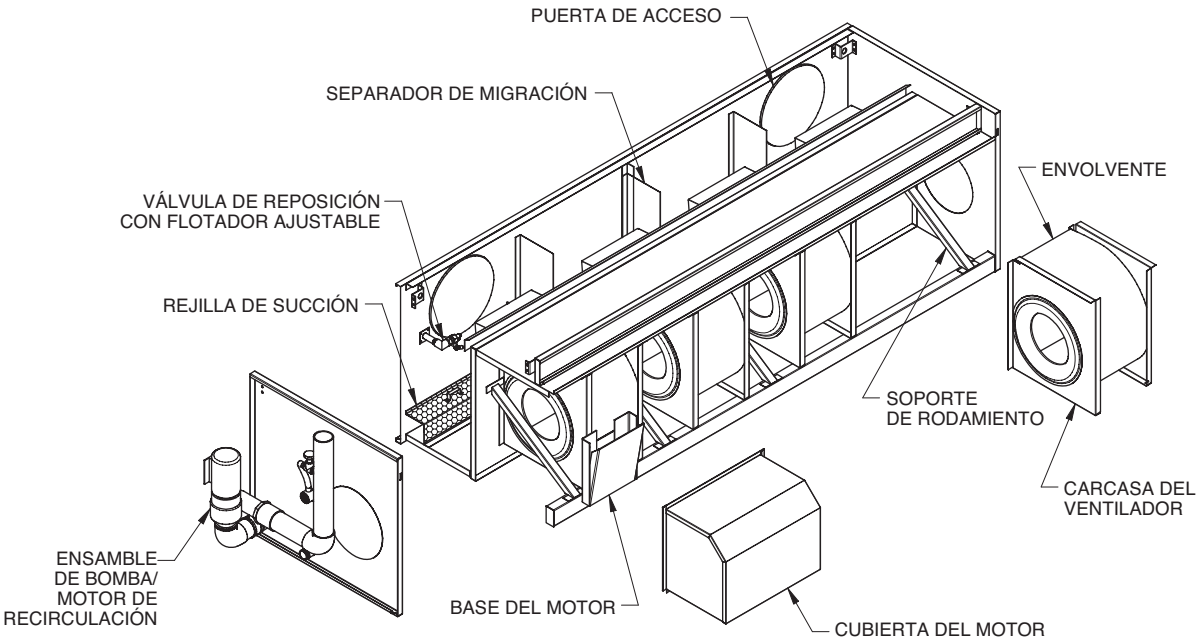
SECCIÓN DE LA BANDEJA



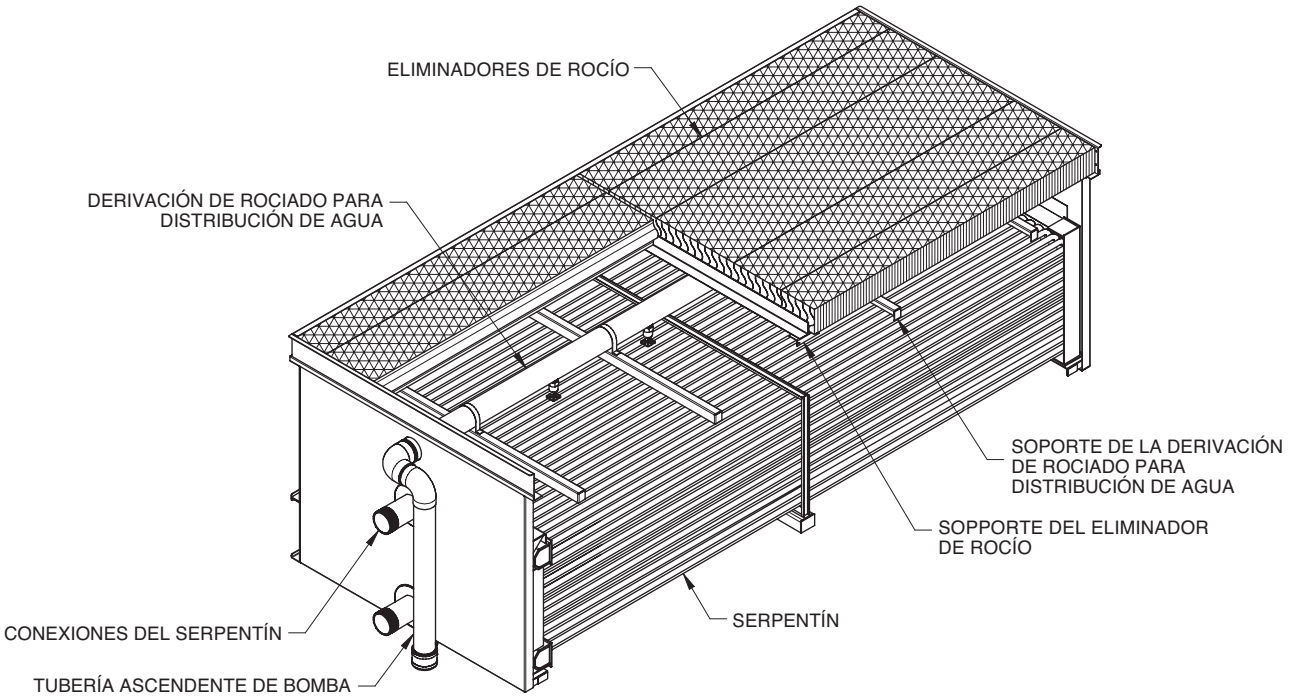
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



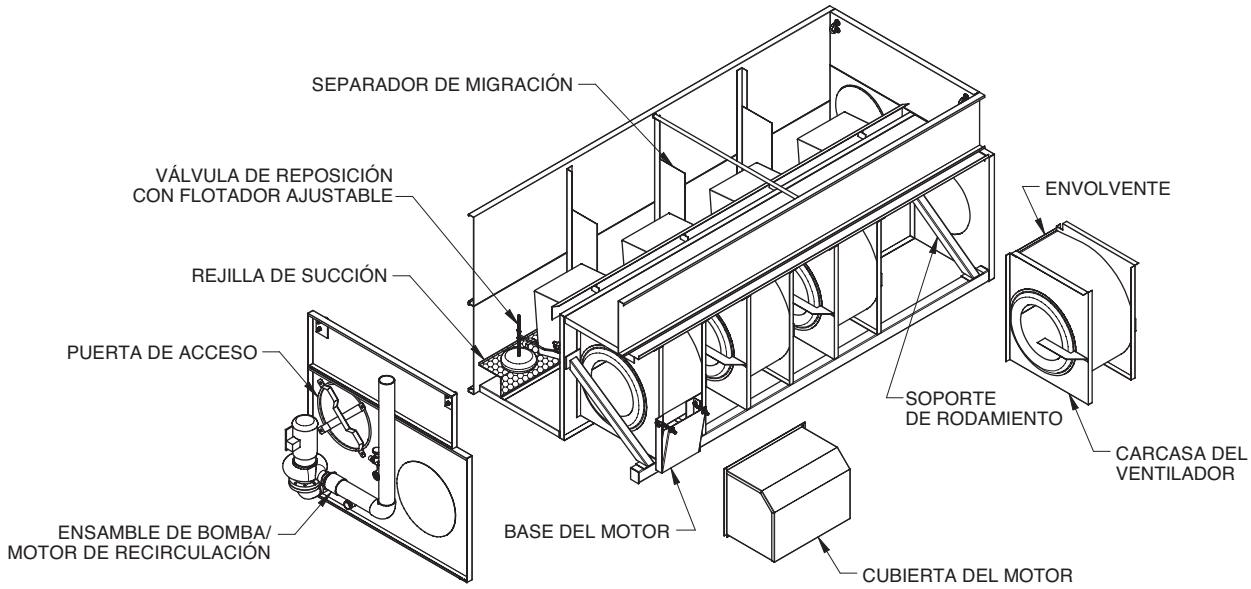
SECCIÓN DE LA BANDEJA



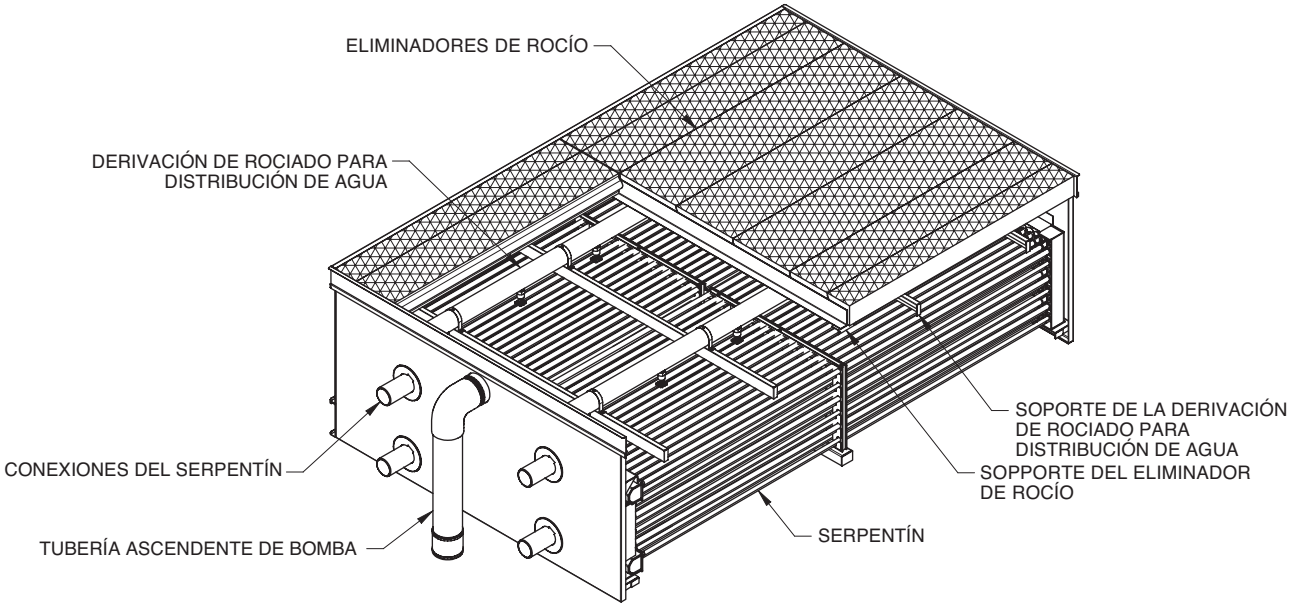
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



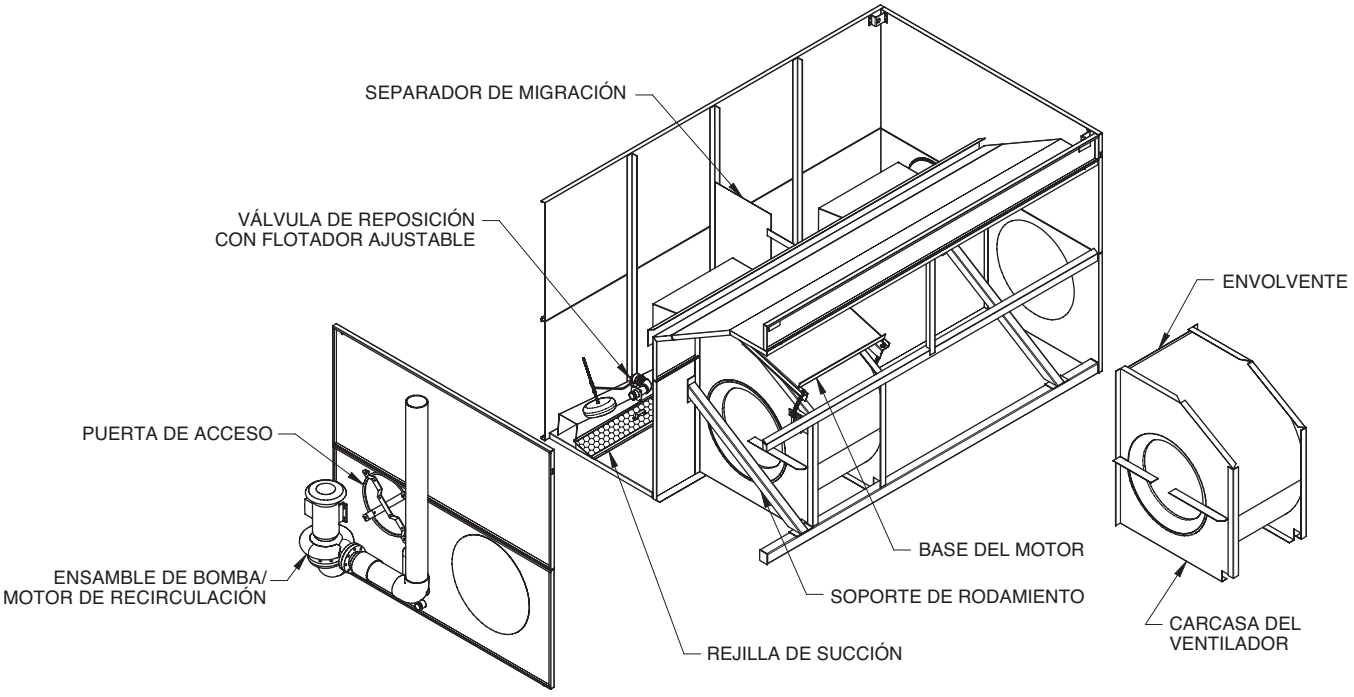
SECCIÓN DE LA BANDEJA



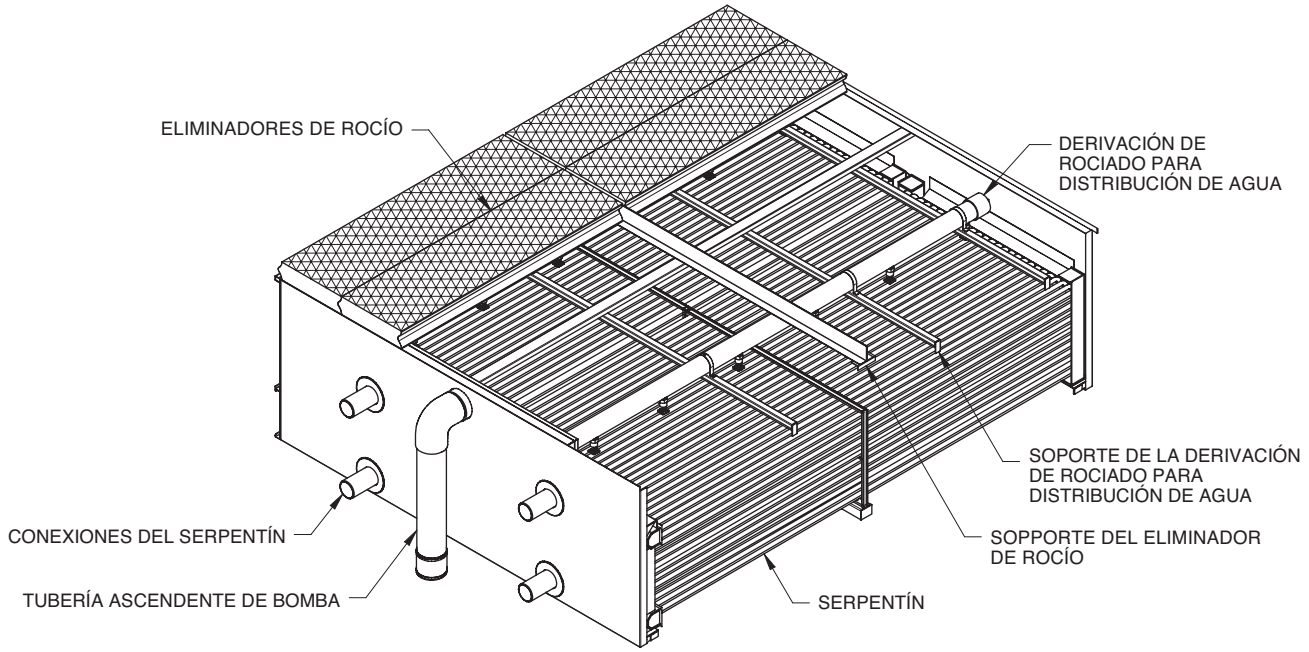
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



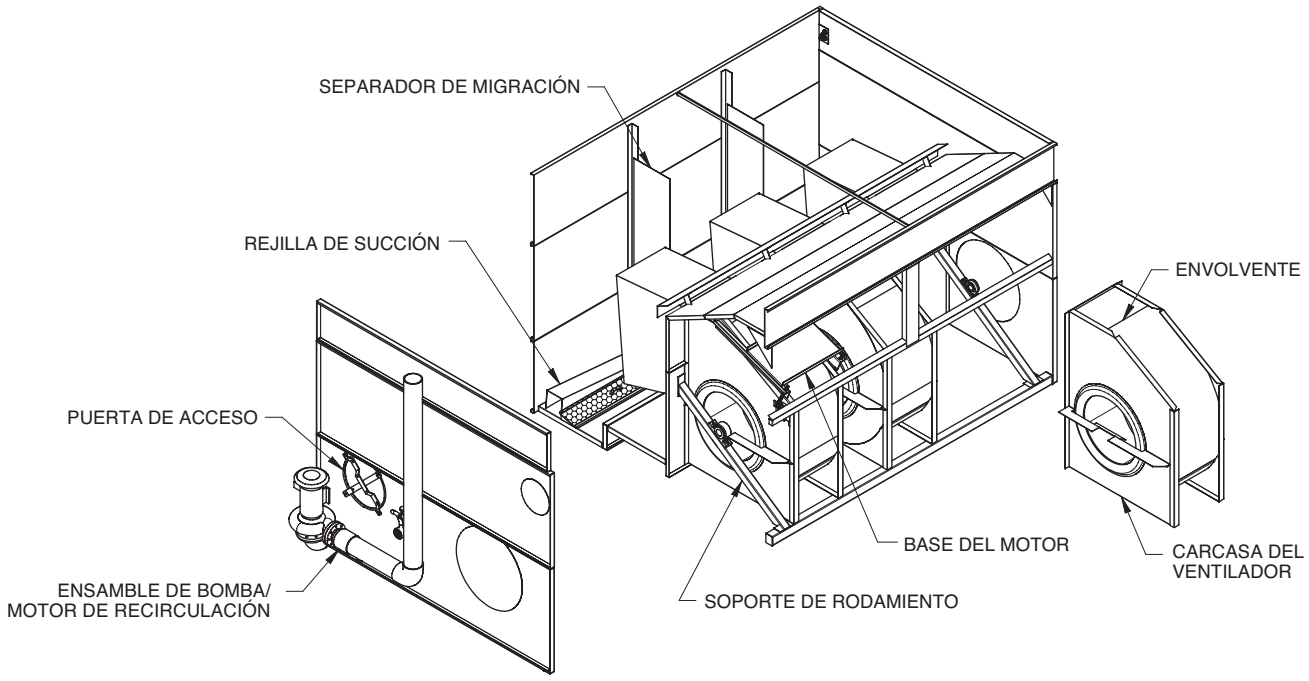
SECCIÓN DE LA BANDEJA



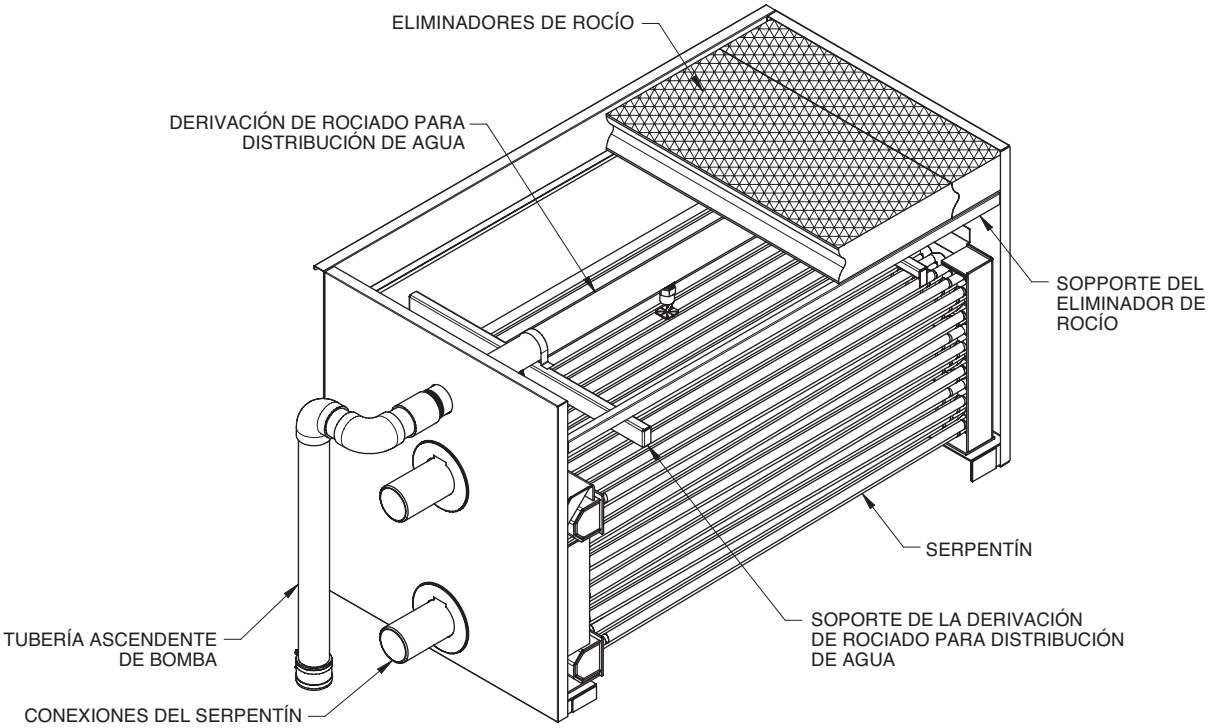
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



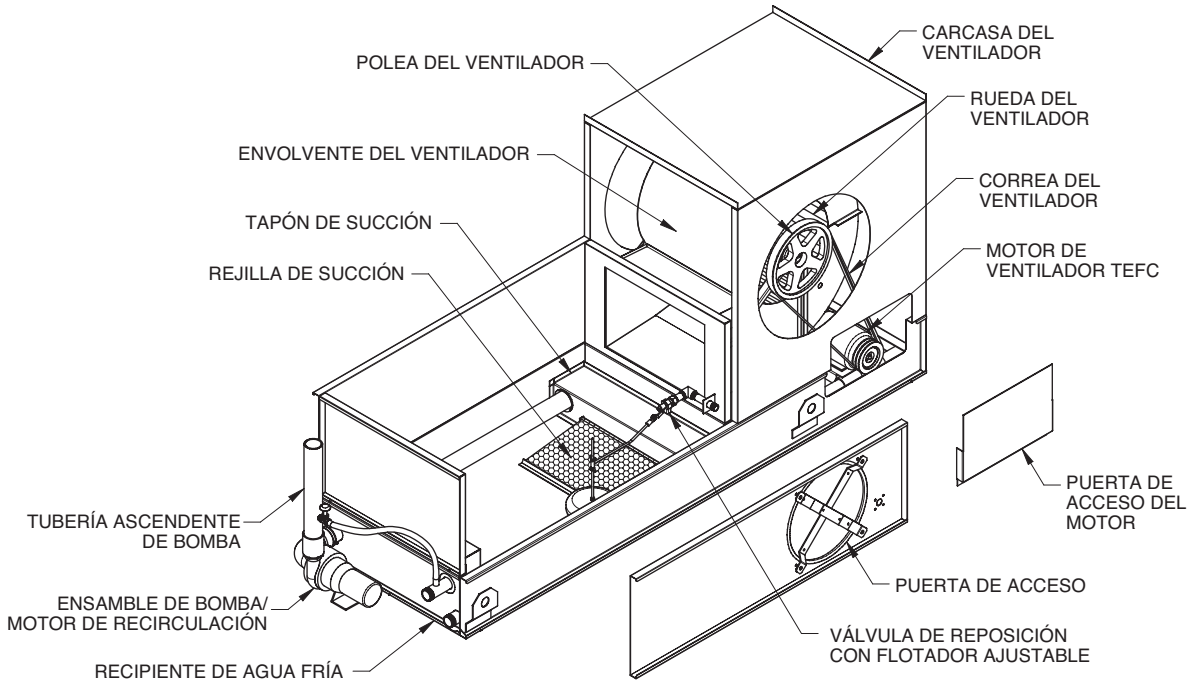
SECCIÓN DE LA BANDEJA



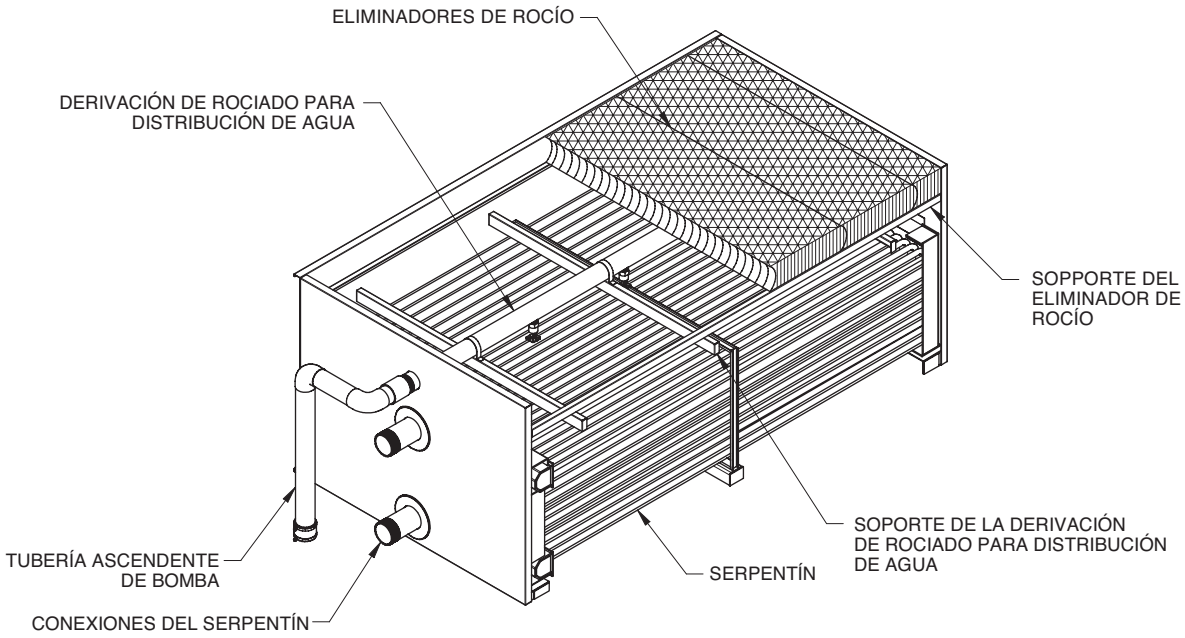
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



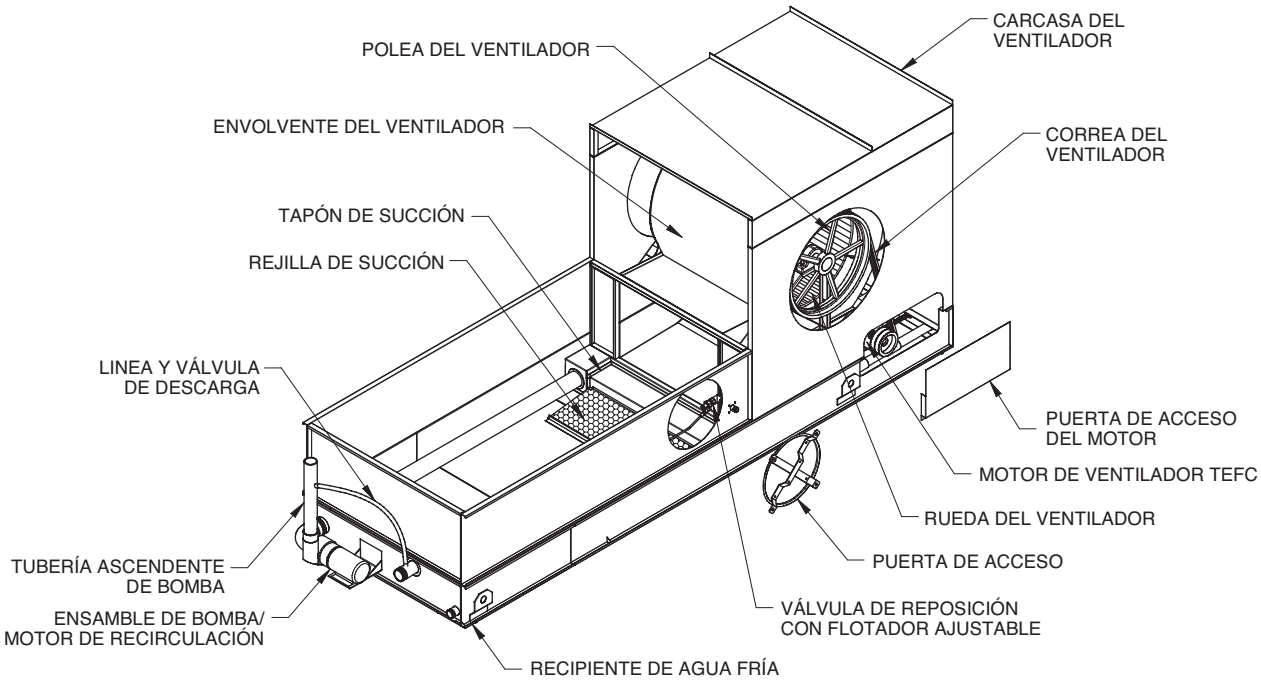
SECCIÓN DE LA BANDEJA



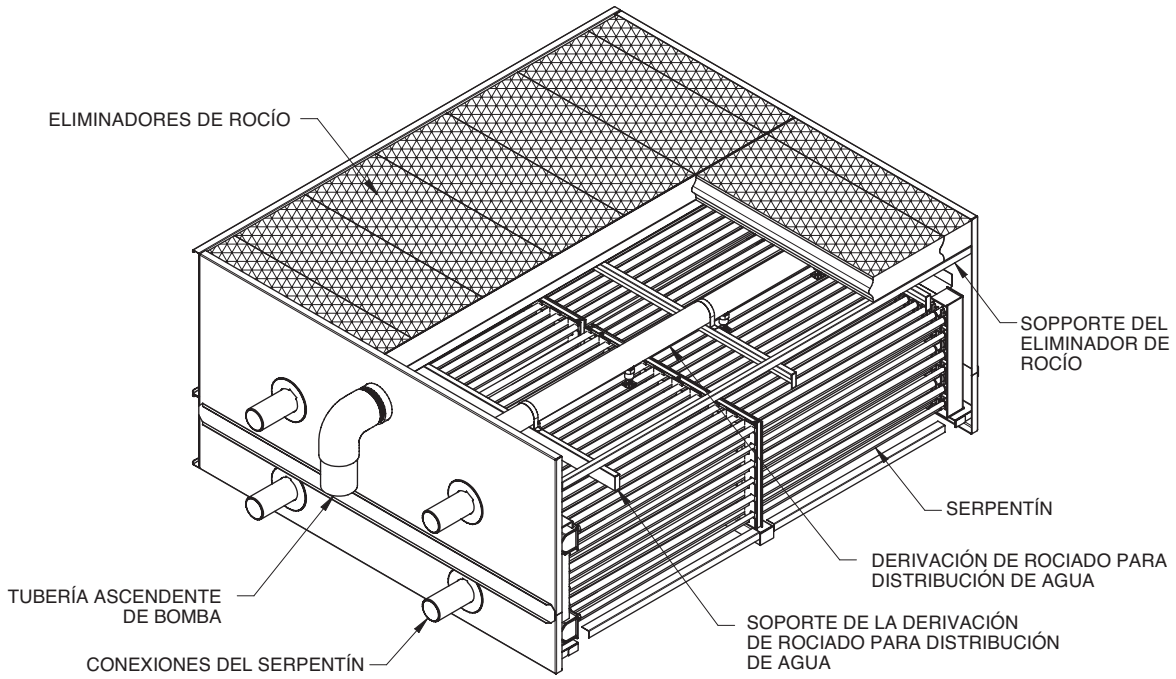
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



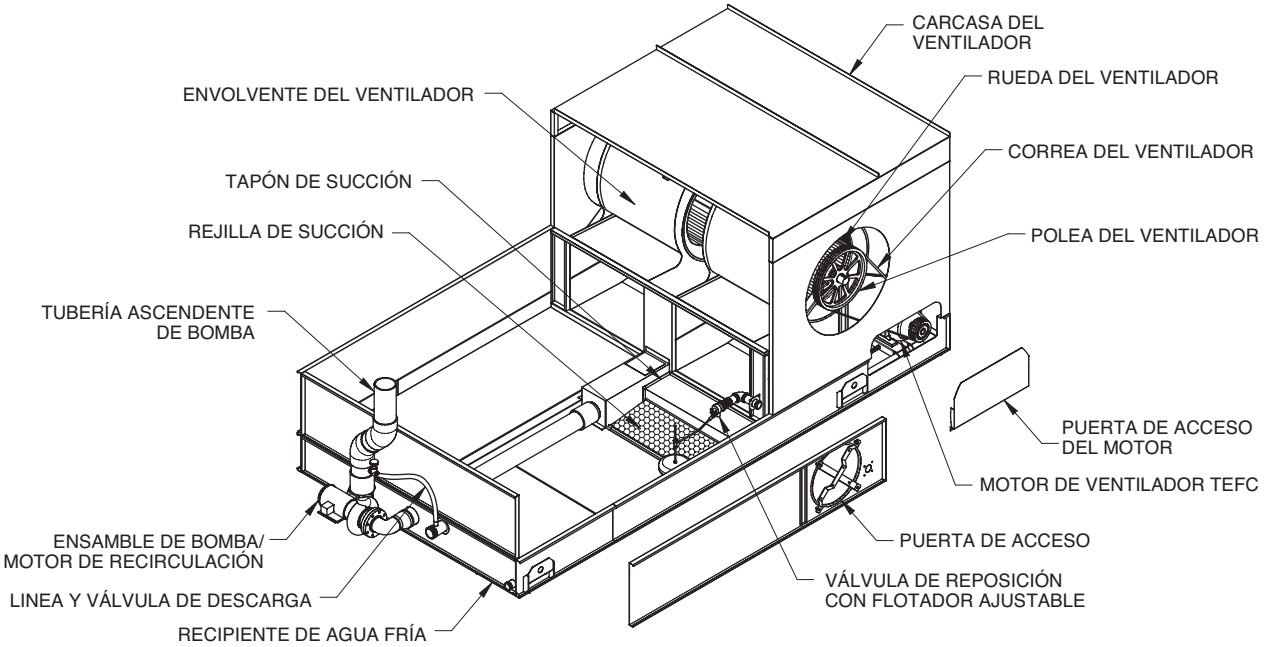
SECCIÓN DE LA BANDEJA



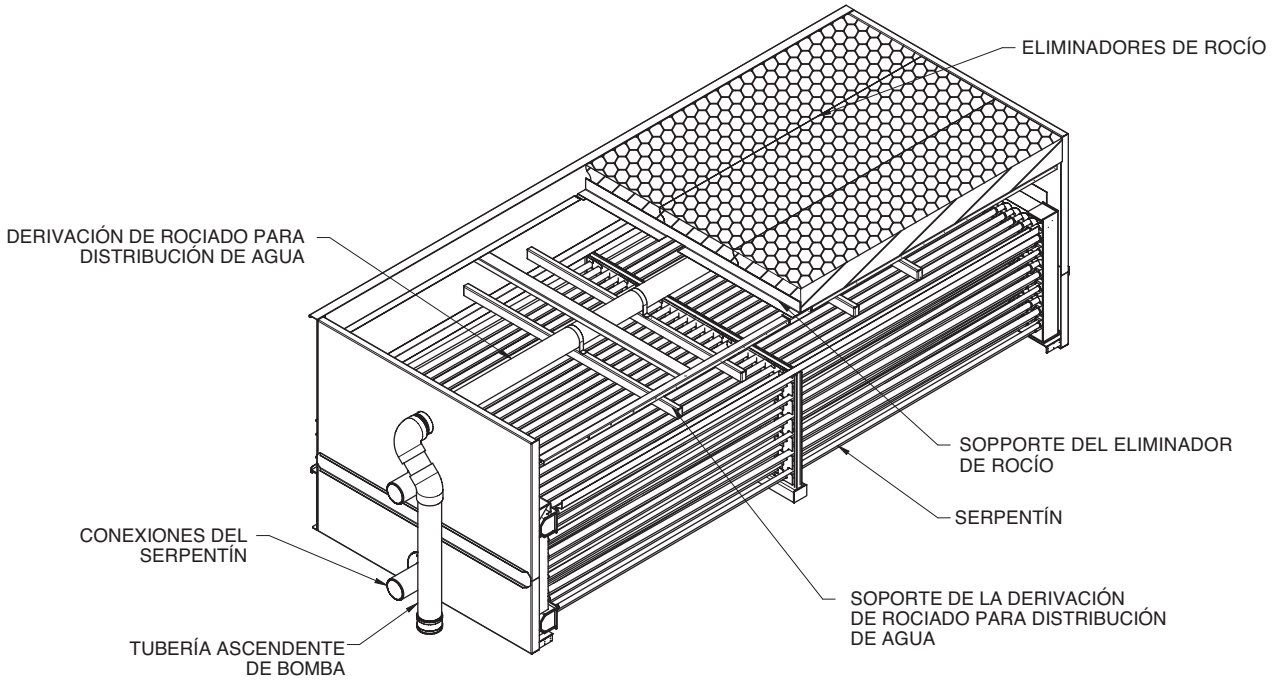
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



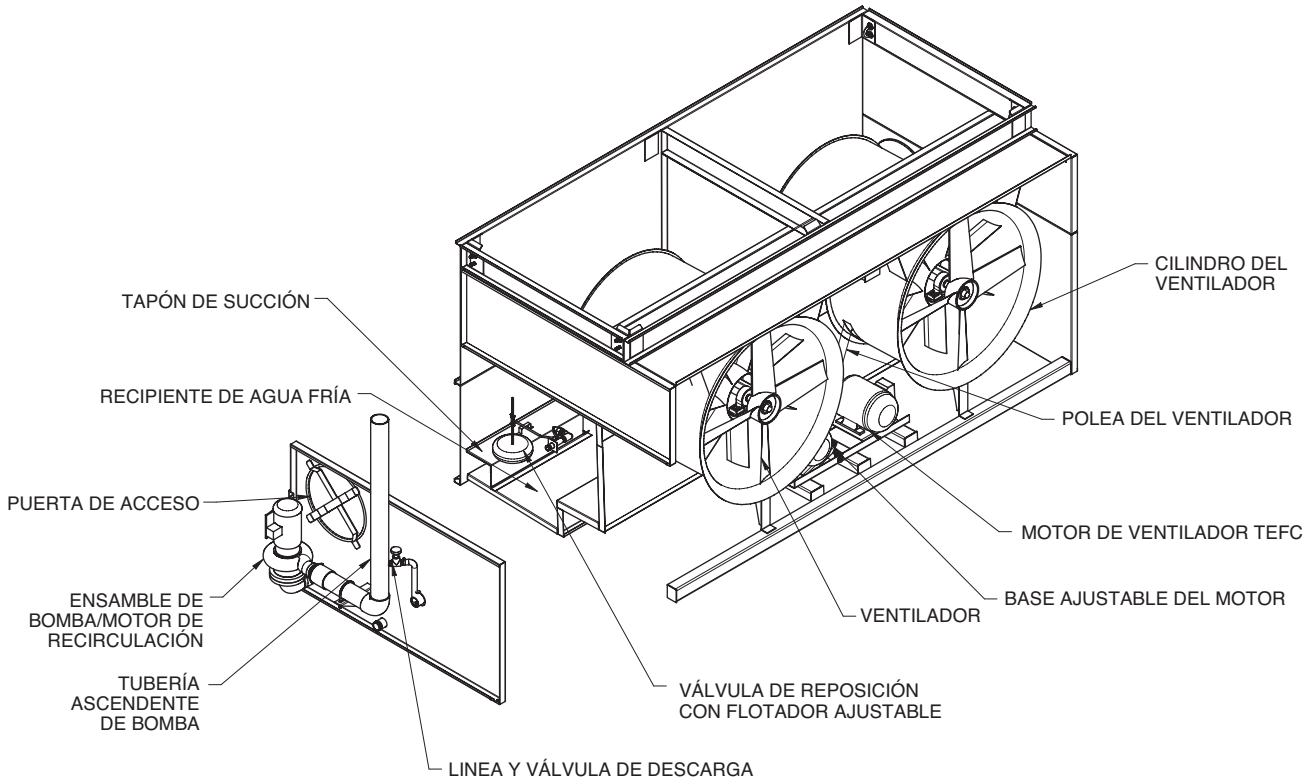
SECCIÓN DE LA BANDEJA



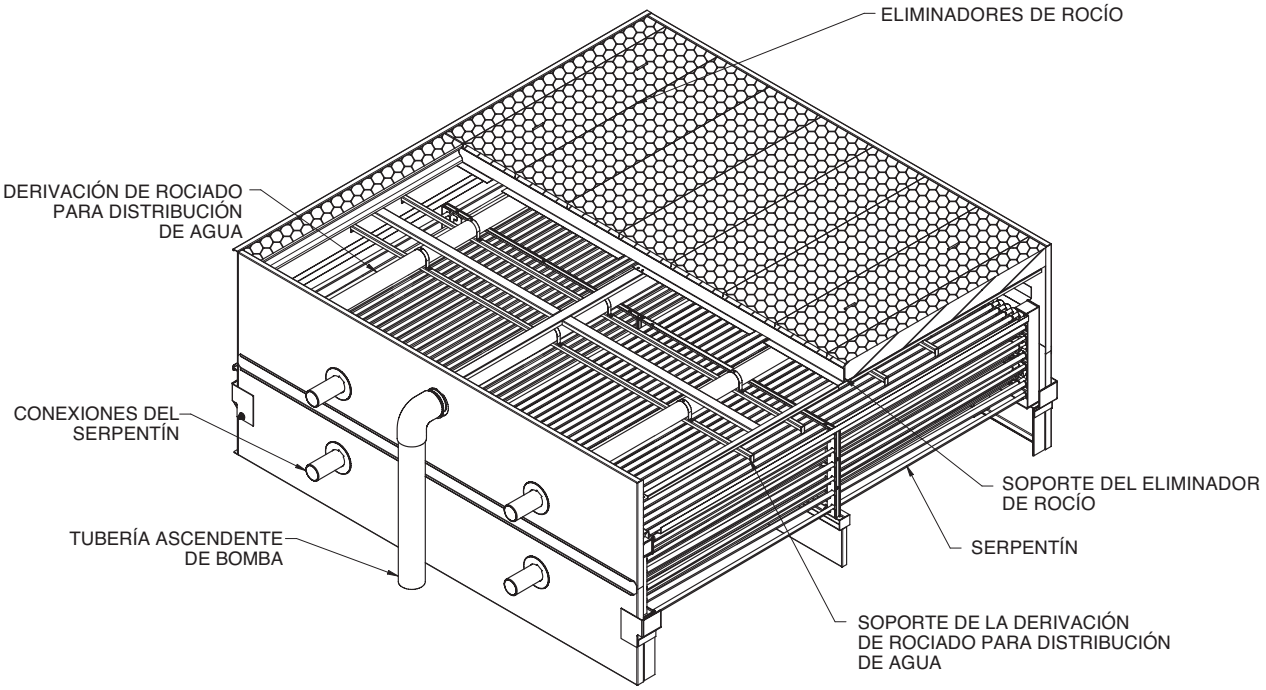
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



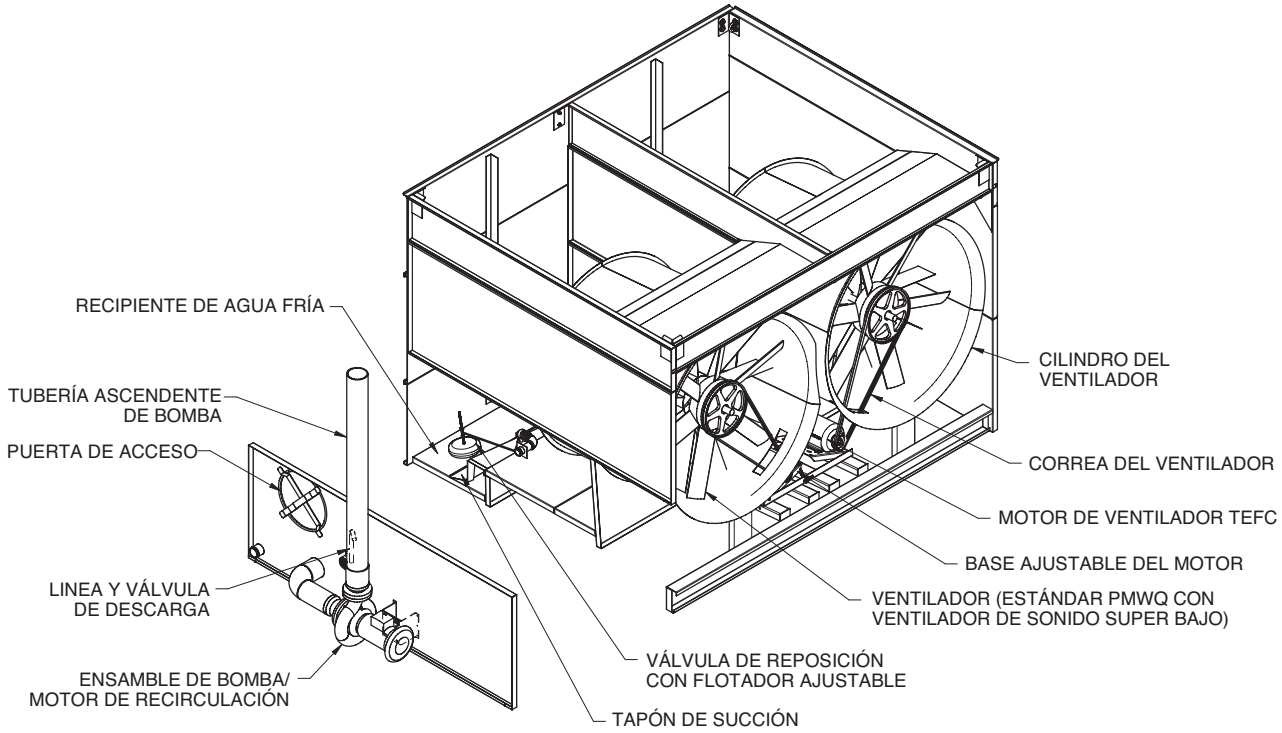
SECCIÓN DE LA BANDEJA



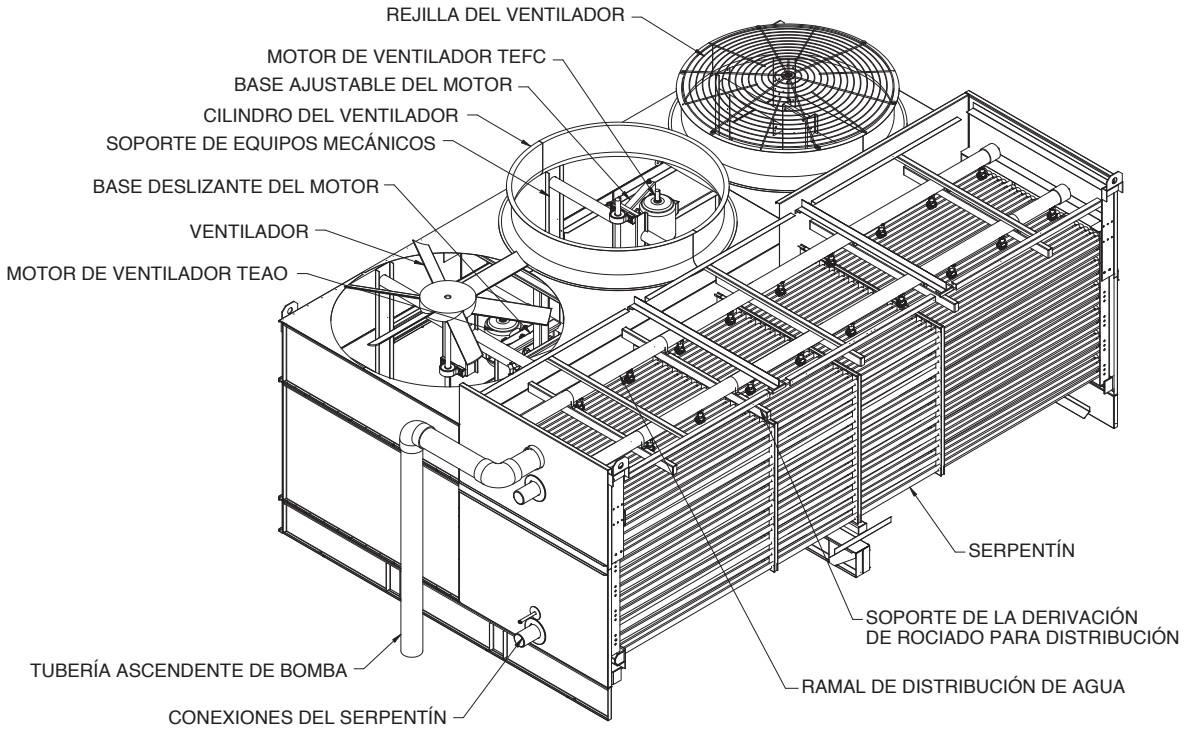
SECCIÓN DE CUBIERTA DE SERPENTÍN



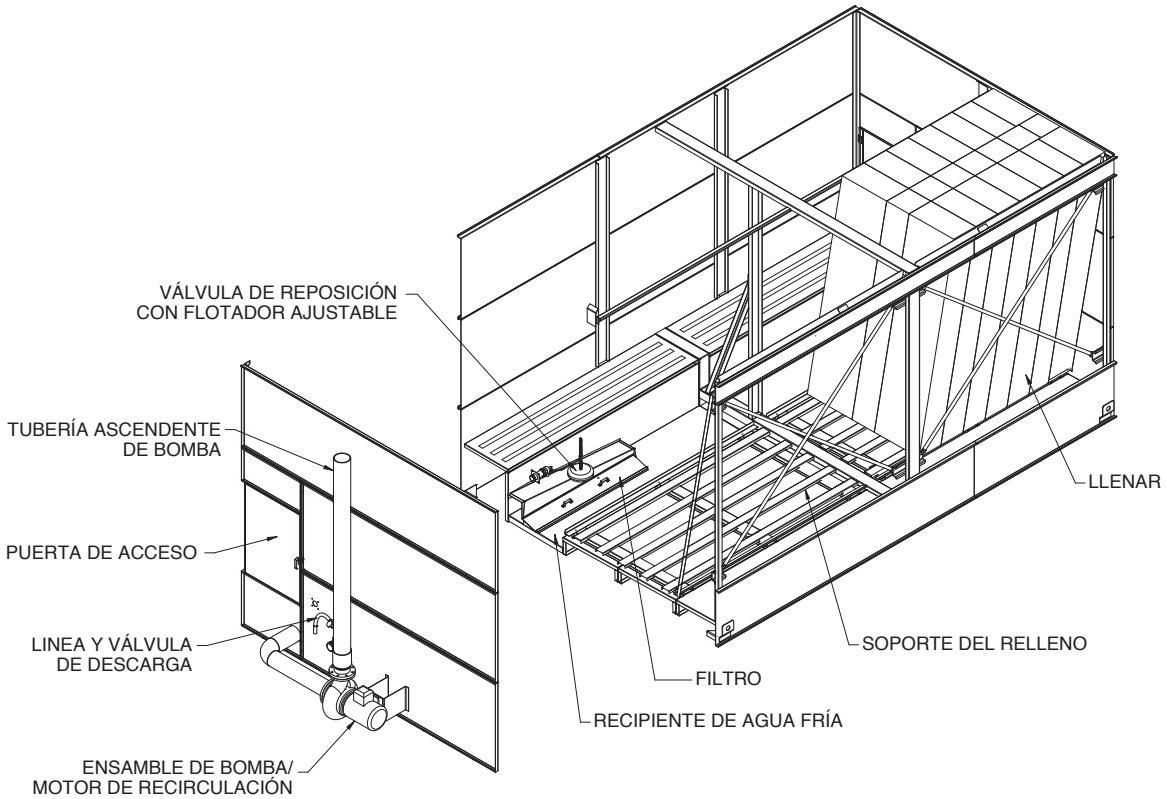
SECCIÓN DE LA BANDEJA



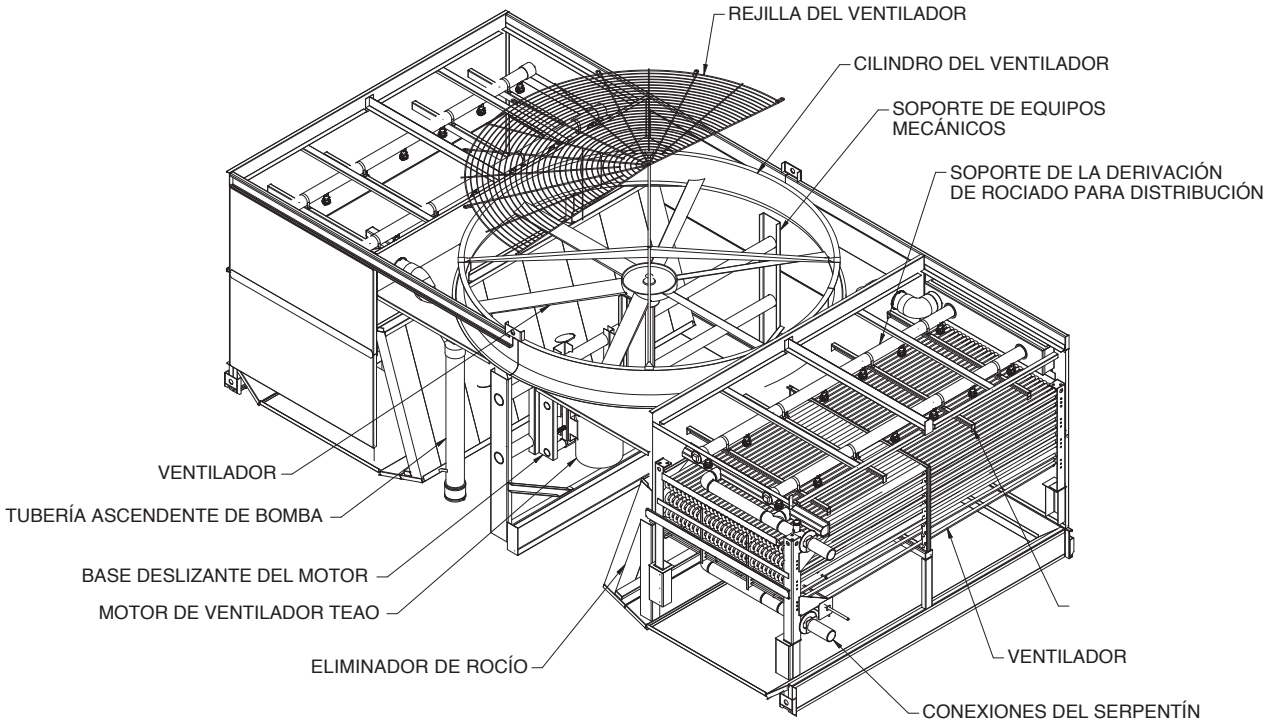
SECCIÓN DEL SERPENTÍN / VENTILADOR - SUPERIOR



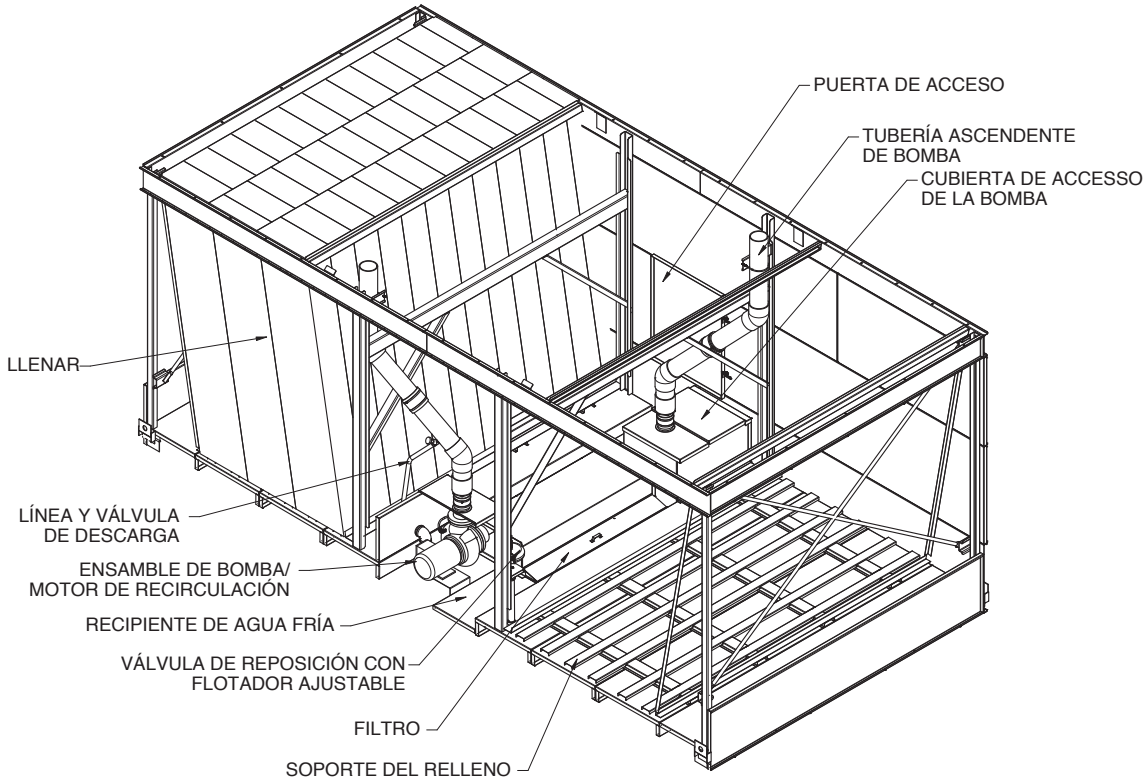
SECCIÓN DE LA BANDEJA - INFERIOR



SECCIÓN DEL SERPENTÍN / VENTILADOR - SUPERIOR



SECCIÓN DE LA BANDEJA - INFERIOR



CENTROS DE FABRICACIÓN GLOBAL



EVAPCO, Inc. — Sede Global y Centro de Investigación / Desarrollo

P.O. Box 1300 • Westminster, MD 21158 USA
410.756.2600 • marketing@evapco.com • **evapco.com**

América del Norte

EVAPCO, Inc.
World Headquarters
Westminster, MD USA
410.756.2600
marketing@evapco.com

EVAPCO East
Taneytown, MD USA

EVAPCO East
Key Building
Taneytown, MD USA

EVAPCO Midwest
Greenup, IL USA
217.923.3431
evapcomw@evapcomw.com

Evapcold Manufacturing
Greenup, IL USA

EVAPCO Newton
Newton, IL USA
618.783.3433
evapcomw@evapcomw.com

EVAPCO West
Madera, CA USA
559.673.2207
contact@evapcowest.com

EVAPCO Alcoil, Inc.
York, PA USA
717.347.7500
info@evapco-alcoil.com

EVAPCO Iowa
Lake View, IA USA

EVAPCO Iowa
Sales & Engineering
Medford, MN USA
507.446.8005
evapcomn@evapcomn.com

EVAPCO LMP ULC
Laval, Quebec, Canada
450.629.9864
info@evapcolmp.ca

EVAPCO Select Technologies, Inc.
Belmont, MI USA
844.785.9506
emarketing@evapcoselect.com

Refrigeration Vessels & Systems Corporation
Bryan, TX USA
979.778.0095
rvs@rvscorp.com

Tower Components, Inc..
Ramseur, NC USA
336.824.2102
mail@towercomponentsinc.com

EvapTech, Inc.
Edwardsville, KS USA
913.322.5165
marketing@evaptech.com

EVAPCO Dry Cooling, Inc.
Bridgewater, NJ USA
908.379.2665
info@evapcodc.com

EVAPCO Dry Cooling, Inc.
Littleton, CO USA
908.895.3236
info@evapcodc.com

EVAPCO Power México S. de R.L. de C.V.
Mexico City, Mexico
(52) 55.8421.9260
info@evapcodc.com

Asia Pacifico

EVAPCO Asia Pacific Headquarters
Baoshan Industrial Zone Shanghai, P.R. China
(86) 21.6687.7786
marketing@evapcochina.com

EVAPCO (Shanghai) Refrigeration Equipment Co., Ltd.
Baoshan Industrial Zone, Shanghai, P.R. China

EVAPCO (Beijing) Refrigeration Equipment Co., Ltd.
Huairou District, Beijing, P.R. China
(86) 10.6166.7238
marketing@evapcochina.com

EVAPCO Air Cooling Systems (Jiaxing) Company, Ltd.
Jiaxing, Zhejiang,P.R. China
(86) 573.8311.9379
info@evapcochina.com

EVAPCO Australia (Pty.) Ltd.
Riverstone, NSW, Australia
(61) 02.9627.3322
sales@evapco.com.au

EvapTech (Shanghai) Cooling Tower Co., Ltd
Baoshan District, Shanghai, P.R. China.
Tel: (86) 21.6478.0265

EvapTech Asia Pacific Sdn. Bhd.
Puchong, Selangor, Malaysia
(60) 3.8070.7255
marketing-ap@evaptech.com

Europa | Medio Oriente | África

EVAPCO Europe
EMENA Headquarters
Tongeren-Borgloon, Belgium
(32) 12.39.50.29
info@evapco.be

EVAPCO Europe BV
Tongeren-Borgloon, Belgium

EVAPCO Europe, S.r.l.
Milan, Italy
(39) 02.939.9041
evapcoeurope@evapco.it

EVAPCO Europe, S.r.l.
Sondrio, Italy

EVAPCO Europe A/S
Aabybro, Denmark
(45) 9824.4999
info@evapco.dk

EVAPCO Europe GmbH
Meerbusch, Germany
(49) 2159.69560
info@evapco.de

EVAPCO Middle East FZCO
Dubai, United Arab Emirates
(971) 56.991.6584
info@evapco.ae

Evap Egypt Engineering Industries Co.
A licensed manufacturer of EVAPCO, Inc.
Nasr City, Cairo, Egypt
(20) 10.054.32.198
evapco@tiba-group.com

EVAPCO S.A. (Pty.) Ltd.
A licensed manufacturer of EVAPCO, Inc.
Isando, South Africa
(27) 11.392.6630
evapco@evapco.co.za

América del Sur

EVAPCO Brasil
Equipamentos Industriais Ltda.
Indaiatuba, São Paulo, Brazil
(55) 11.5681.2000
vendas@evapco.com.br

FanTR Technology Resources
Itu, São Paulo, Brazil
(55) 11.4025.1670
fantr@fantr.com

© 2024 EVAPCO Europe

Manual CLR 116-ES Metrico 0926

Committed to making life easier, more reliable and more sustainable for people everywhere