

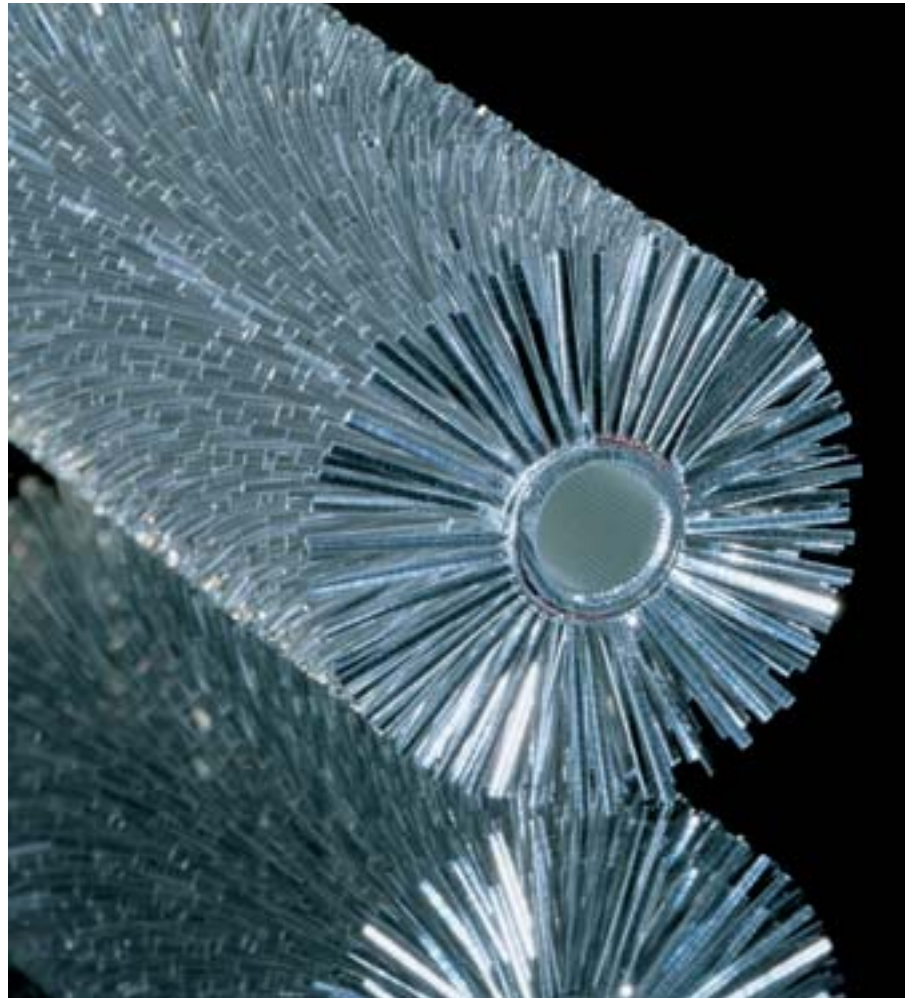


# Reporte Especial Tecnología Exclusiva

---

## Spine Fin™

Tecnología de la Transferencia de Calor





# Indice

	<b>Página</b>
Introducción a la Tecnología de la Transferencia de Calor Spine Fin™ .....	3
Resumen de los Beneficios de Spine Fin™ .....	3
Beneficios para el Consumidor: ¡Cómo y Por Qué la Compañía Trane es la Mejor! ....	4-5
La Más Alta Eficiencia a Largo Plazo .....	4
El Más Bajo Potencial de Fugas .....	4
Máxima Transferencia de Calor .....	5
La Mayor Resistencia a la Corrosión .....	5
Tecnología Inofensiva para el Medio Ambiente .....	5
Estándar Industrial Respecto a la Confiabilidad del Serpentin .....	5
Aspectos Sobre La Corrosión .....	6 – 9
Corrosión Galvánica .....	6 - 7
Corrosión Por Separación de las Uniones .....	8
Lluvia Acida vs. Spine Fin™ .....	8
Gabinete Protector .....	9
Espaciadores de la Charola Base .....	9
Comparación de Spine Fin™ Contra la Aleta Plana .....	10 – 11
Tecnología .....	12 - 13
Proceso de Fabricación .....	12
Conectores de Transición .....	12
Calidad en la Fabricación A Largo Plazo .....	13
Facilidad para Limpieza .....	14
Compromiso .....	15
Garantía .....	15
Mantenimiento .....	15
Especificaciones .....	16
Conclusiones .....	17
Historial e Investigación .....	18
Referencias .....	19

# Introducción



La tubería Spine Fin™ de Trane es el máximo intercambiador de calor compacto, de alta calidad, para las aplicaciones de aire acondicionado y bombas de calor. Sin embargo, durante la inspección casual de cualquier acondicionador de aire residencial de Trane, sus ventajas respecto a la eficiencia, durabilidad, calidad y confiabilidad del sistema, no son tan aparentes a simple vista. Tres décadas de experiencia en la aplicación han generado un impresionante conjunto de pruebas que documentan las ventajas de Spine Fin™.

*El objetivo de este reporte es:*

1. Documentar y dejar testimonio público sobre los beneficios superiores de la tecnología de Spine Fin™.
2. Comparar y contrastar los intercambiadores de calor Spine Fin™ de las unidades condensadoras residenciales, con la tecnología anterior de intercambiadores de calor de tubería de cobre/aleta plana de aluminio para ambientes exteriores.
3. Informar a los distribuidores, instaladores y consumidores sobre las ventajas económicas a largo plazo que ofrece la posesión/operación de Spine Fin™.

## Resumen de los Beneficios de Spine Fin™

<p><b>1</b> <i><b>Máximas Eficiencias de Operación a Largo Plazo</b></i> Especialmente en los productos de enfriamiento y de bomba de calor XL.</p>	<p>Efectividad duradera en la transferencia de calor, menor necesidad de limpieza,; desescarches más rápidos y en menor cantidad.</p>
<p><b>2</b> <i><b>El Más Bajo Potencial de Fugas</b></i> Una tercera parte de uniones soldadas. Conexión de transición patentada.</p>	<p>Menor necesidad de servicio y menos daños al medio ambiente.</p>
<p><b>3</b> <i><b>Transferencia de Calor Superior</b></i> Innumerables bordes principales en arreglo radial, tubería mejorada, serpentín de carga de profundidad, curvas de radio largo de 90°.</p>	<p>Desescarche más rápido, facilidad de limpieza, eficiencias mejoradas de calefacción/enfriamiento y efectividad de la transferencia de calor más duradera.</p>
<p><b>4</b> <i><b>Mayor Resistencia a la Corrosión</b></i> Ventajas por metales similares y adhesión del sellador de aleta/tubo.</p>	<p>Conservación de la eficiencia y más larga vida del serpentín.</p>
<p><b>5</b> <i><b>Tecnología Inofensiva al Medio Ambiente</b></i> Efectividad de la transferencia de calor triplicada, por sobre la aleta plana.</p>	<p>Configuración menos densa, menos refrigerante, menos fugas. Menor mantenimiento, costos de operación más bajos y eficiencias preservadas.</p>
<p><b>6</b> <i><b>Normatividad Industrial en Confiabilidad del Serpentin.</b></i> Menos refrigerante equivale a menos llegada de líquido.</p>	<p>Mayor vida del compresor y de la unidad.</p>

*¡Comience pensando en el final! Si desea la transferencia de calor más confiable, más duradera, más eficiente y una transferencia de calor más efectiva, la tecnología, los materiales y procesos deberán ser superiores a los demás!*

# Beneficios para el Consumidor

## DETALLES RESPECTO AL CÓMO Y EL POR QUÉ LA COMPAÑÍA TRANE ES LA MEJOR

### 1 Las Más Altas Eficiencias de Operación a Largo Plazo

#### Efectividad Duradera en la Transferencia de Calor

Comparado con los serpentines de aleta plana, la superficie de Spine Fin™ no se carga rápidamente de tierra y basura y tiene menos probabilidades de ser atacada por la corrosión. Como resultado, goza de mayor capacidad de transferencia de calor.

Además, nuestra tubería trabajada por dentro ofrece una mayor área de superficie, aumentando así la transferencia de calor a la efectividad de Spine Fin™.



*Alta Transferencia de Calor. Una hilera de spine fin (debido a sus innumerables bordes principales) tiene la capacidad de transferir la misma cantidad de calor que tres hileras de aleta plana.*

### 2 El Más Bajo Potencial de Fugas

#### ¡Un Tercio de Uniones Soldadas!

La tubería Spine Fin™ se fabrica en longitudes continuas. Solamente requiere de conexiones soldadas a la entrada y salida del serpentín (o circuito).

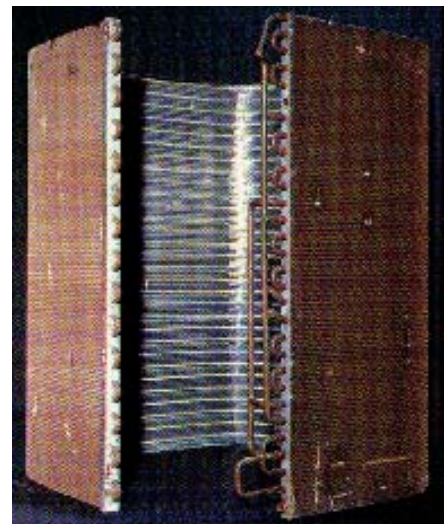
La eliminación de terminales de retorno permite la dramática reducción de uniones soldadas y las fugas potenciales en el diseño de Trane. La reducción de fugas disminuye los costos de servicio y prolonga la vida del compresor al evitar la introducción de humedad y contaminantes dentro del sistema sellado.

Como contraste, los serpentines de aleta plana se fabrican apilando dichas aletas sobre tubos paralelos. Cada par de tubos requiere de una terminal de retorno (vuelta en U) para completar el circuito de refrigerante. Un acondicionador de aire típico de 2-1/2 toneladas o bomba de calor equipado con un serpentín de aleta plana requiere aproximadamente 30 conexiones de unión soldadas. Una unidad moderna de Trane del mismo tamaño requiere alrededor de 10. Los serpentines de aleta plana tienen un potencial de fuga tres veces mayor que Spine Fin™.

Véase también "Conectores de Transición" en la página 12.



*Este serpentín de bomba de calor de Trane, de alta eficiencia y de circuito múltiple, solamente tiene uniones a las entradas y salidas de los circuitos. Este serpentín en particular requiere de 10 conexiones soldadas. Un serpentín de enfriamiento similar tiene incluso menos uniones.*



*Este serpentín de aleta plana de la competencia utiliza más de 30 uniones para hacer las conexiones de circuitos. Las curvaturas radiales esquinadas de Spine Fin™ eliminan las terminales de retorno.*

**Amplios estudios y desarrollo han comprobado el desempeño superior de la transferencia de calor y la capacidad de los intercambiadores de calor de aletas radiales. ¡Más de 35 años de experiencia en la aplicación de Spine Fin™ han confirmado y probado sus ventajas!**

# Beneficios para el Consumidor

## 3 **Máxima Transferencia de Calor**

### **Más Bordes Principales, Configuración Menos Densa**

La configuración menos densa de material y la configuración de Spine Fin™ le permiten ganar y disipar muy rápidamente el calor. En las aplicaciones de bomba de calor, las aletas radiales permiten al aire invernal fluir sobre cada aleta individual por lo que la acumulación de escarcha es lenta y uniforme permitiendo, al mismo tiempo, el paso del aire. Spine Fin™ tolera más escarcha, manteniendo su eficiencia y alargando el tiempo de operación de la bomba de calor.

Durante el desescarche, el ciclo inverso del gas caliente calienta rápidamente la configuración menos densa de aletas Spine Fin™ del serpentín, desescarchando con facilidad y regresando la bomba de calor nuevamente al modo de calefacción y por ende aumentando su eficiencia.

*Entre el tubo y la aleta plana existe una separación microscópica la cual puede afectar negativamente la transferencia de calor.*

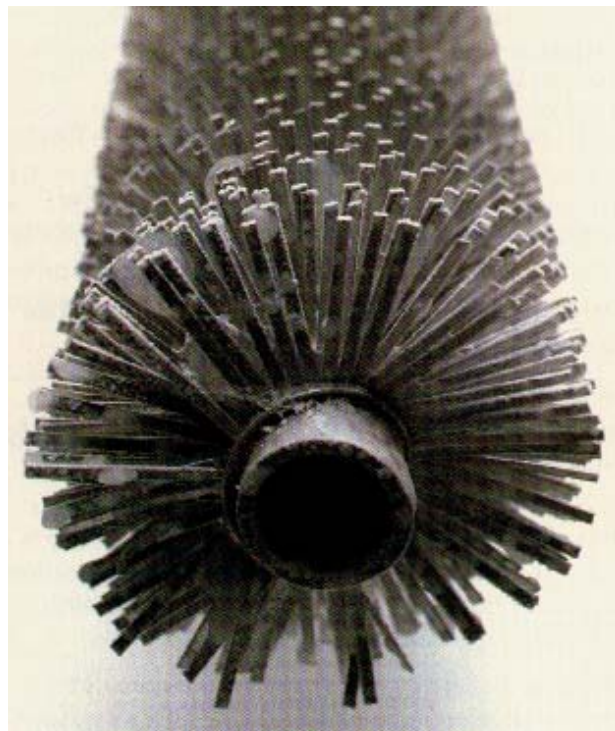


## 4 **Mayor Resistencia a la Corrosión**

Consulte la información sobre la corrosión y la resistencia a la corrosión de los intercambiadores de calor exteriores, en las siguientes páginas.

## 5 **Tecnología Inofensiva para el Medio Ambiente**

Con un índice de transferencia de calor tres veces mayor que la aleta en placa, el serpentín Spine Fin™ utiliza menos recursos naturales. Esto reduce los costos de su operación y mantiene sus altos rendimientos, mientras que conserva a un mínimo los costos de mantenimiento (sobre la limpieza del serpentín consulte las recomendaciones en la página 14). (Por ejemplo, una vez al año comparado con dos veces al año de los serpentines de aletas en placa).



## 6 **Normatividad Industrial Respecto a Confiabilidad del Serpentín**

### **Menos Refrigerante y Menos Llegada de Líquido Equivale a Mayor Durabilidad del Compresor y del Equipo.**

Más eficiencia en la transferencia de calor significa menos volumen en el circuito refrigerante. Menos volumen significa que se requiere de menos refrigerante para una capacidad determinada. Menos refrigerante reduce el peligro de la llegada de líquido y contribuye a una mayor durabilidad del compresor, con menor esfuerzo.

*El Spine Fin™ abierto disipa rápidamente el calor, retirando la escarcha invernal. Observe que la escarcha no cubre toda la superficie del serpentín, como sucede en el serpentín de aleta plana congelada que aparece debajo.*



*Acercamiento de la aleta plana. Los serpentines se congelan con gran cantidad de hielo sobre el borde principal, bloqueando la cara del serpentín y obstruyendo el flujo de aire.*

# Aspectos Sobre La Corrosión

## LA RESISTENCIA DE SPINE FIN™ A LA CORROSIÓN EN EXTERIORES

El ambiente exterior es muy severo. Exhibe cambios dramáticos de temperatura, precipitaciones pluviales, vientos y humedad. Cerca de las costas, el aire contiene humedad saturada de sal. Dentro y alrededor de las ciudades, la atmósfera contiene óxidos de sulfuro y nitrógeno, así como polvos y gases ácidos y alcalinos. En Spine Fin™, las aleaciones de aluminio seleccionadas cuidadosamente, lo protegen incluso contra los ambientes exteriores más severos.

### Corrosión Galvánica

La protección contra la corrosión prolonga la vida del sistema, a la vez que mantiene su eficiencia. Los beneficios de cualquier intercambiador de calor — alta eficiencia en la transferencia de calor, ausencia de fugas, tolerancia a la basura y protección del compresor — resultan significativos solo cuando el serpentín sobrevive a este ambiente agresivo.

La resistencia del serpentín de aluminio Spine Fin™ de Trane a la corrosión en exteriores y al deterioro subsecuente, es extraordinaria, pues cuenta con el potencial más bajo de corrosión de cualquier tecnología de transferencia de calor exterior, especialmente en:

- Ambientes costeros
- Condiciones galvánicas
- Ambientes de lluvia ácida

La exposición a tales ambientes sujeta a los serpentines de aire acondicionado a dos acciones corrosivas dominantes: corrosión galvánica (dos metales) y corrosión por separación.

Para ocasionar la **corrosión galvánica**, dos condiciones deben satisfacerse:

1. Deben existir dos (o más) metales disímboles próximos.
2. Un electrolito conductor, como rociado de agua salada o agua de lluvia químicamente contaminada (lluvia ácida), deberá estar presente para servir de conexión entre los metales.

Expresado sencillamente, en la corrosión galvánica los dos metales actúan como una batería o celda. El voltaje de la batería es una función de los metales que conforman los

electrodos. El flujo de corriente (índice de corrosión) a través de la batería es una función de la química de la solución.

Para calcular objetivamente la corrosión de los metales en ambientes exteriores, los ingenieros clasifican las “series galvánicas” de los metales. Estas “series” ordenan los metales jerárquicamente de acuerdo con su nobleza (más electropositivos) o actividad (más electronegativos) cuando entran en contacto con otro metal en un ambiente corrosivo. Los metales cercanos al extremo noble (catódico) serán el miembro no- corroedor (cobre) de la pareja, mientras que el metal más cercano al extremo activo (anódico) se corroerá de forma sacrificada (aluminio).

**Mientras mayor sea la separación galvánica entre los metales en las series (mayor la diferencia de potencial) mayor será el índice de corrosión del miembro sacrificado.**



*Sin un gabinete protector, los perros del vecino pueden acceder a su “Superficie de Transferencia de Calor” con su “electrolito de conducción”.*



*Unidad de aleta plana en Jacksonville Beach, con antigüedad de 18 meses en servicio, cuyo compresor falló debido a un serpentín de cobre/aluminio estropeado (metales disímboles) por un ambiente de agua salada. Spine Fin™ ofrece 5 a 6 veces más servicio, bajo las mismas condiciones.*



*Los serpentines de cobre/aluminio (dos metales) en ambientes costeros normalmente fallan entre los 12 y 36 meses con un promedio de vida de 18 meses. El serpentín Spine Fin™ de Trane incluye una garantía de fabricación de 5 o de 10 años.*

# Aspectos Sobre La Corrosión

La siguiente tabla ofrece los potenciales de corrosión de diversos metales en una solución de cloruro (agua marina):

Magnesio .....	menos 1.60 voltios
Zinc .....	menos 1.09 voltios
Aluminio 7072 .....	menos 0.86 voltios
Aluminio 3102 .....	menos 0.75 voltios
Aluminio 3003 .....	menos 0.75 voltios
Acero Dulce .....	menos 0.45 voltios
Cobre .....	menos 0.17 voltios

Trane ha seleccionado el Aluminio 7072 para el aletado; y el Aluminio 3102 para la tubería. La diferencia electroquímica (potencial de corrosión) entre estos metales es mínima.

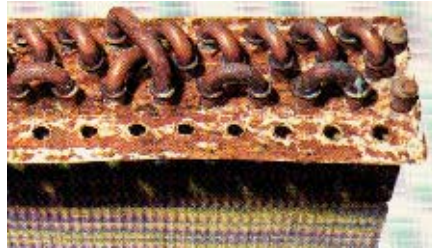
Aluminio 7072 .....	menos 0.86 voltios
Aluminio 3102 .....	<u>menos 0.75 voltios</u> 0.11 voltios

La diferencia potencial más pequeña entre el tubo y la aleta de transferencia de calor, es muy confiable. No obstante que esta diferencia es insuficiente para acelerar la corrosión de las aletas, sí permitirá que la aleta de transferencia de calor proteja, de forma sacrificada, la tubería contra la posibilidad de fugas.

La mayoría de los competidores de Trane emplean la antigua tecnología de utilizar aluminio para el aletado y tubería de cobre. Una diferencia de potencial mayor acelera la corrosión galvánica.

Aluminio 3003 .....	menos 0.75 voltios
Cobre .....	<u>menos 0.17 voltios</u> .58 voltios

**Los resultados de las pruebas de simulación de los laboratorios comprueban que los serpentines de tubo de cobre/aleta de aluminio son 3.5 veces más susceptibles a la corrosión (.14 dividido entre .14 igual a 3.57) que los serpentines de Spine Fin™ con metales similares: tubo de aluminio/aleta de aluminio.  
Aluminio —¡El Metal Estable!**



*Después de 1000 horas en una cámara de rociado salado, un serpentín de aleta de aluminio/tubo de cobre muestra los efectos de la corrosión galvánica.*



*Acercamiento de un tubo de cobre/aleta plana de aluminio que muestra severa corrosión en la lámina galvanizada y en las aletas de aluminio adyacentes.*



*Una disolución de agua salada al cinco por ciento indica un bajo voltaje entre la aleta de aluminio Spine Fin™ y la tubería de aluminio.*

## Testimonio de Una Investigación Realizada por la Marina de Guerra de EE.UU.

En un ambiente corrosivo (costero o en zona urbana), el rendimiento del intercambiador de calor puede degradarse con bastante rapidez. De acuerdo con un estudio independiente llevado a cabo por el Laboratorio de Ingeniería Civil de la Marina de Guerra de los Estados Unidos, el Centro del Batallón de Construcción Naval en Port Hueneme, California, presenta pruebas en apoyo del uso de serpentines todo de aluminio en dichos ambientes climatológicos. El Informe Técnico N° N-1560 señala que después de 24 meses, el rendimiento de los intercambiadores de calor de tubo de aluminio/aleta de aluminio, es **32% mejor** que las unidades con tubo de cobre/aleta de aluminio.

Una conclusión de esta investigación fue que: **“Los intercambiadores de calor de tubo de aluminio/aleta de aluminio sin revestimiento, son térmicamente más eficientes** que cualquiera de los intercambiadores de calor de tubo de cobre/aleta de cobre sin revestimiento, o que los de tubo de cobre/aleta de aluminio, después de dos años de operación en un ambiente marino templado”.



*Una solución de agua salada al cinco por ciento indica un voltaje significativo entre el aluminio de la aleta plana y la tubería de cobre.*

# Aspectos Sobre La Corrosión

## Corrosión Por Separación de las Uniones

La corrosión por separación de las uniones es la segunda fuerza corrosiva contra la cual un serpentín de uso exterior debe estar protegido. Este tipo de corrosión es provocado por soluciones estancadas atrapadas en espacios muy pequeños. El espacio debe ser lo suficientemente amplio para que un líquido pueda entrar por atracción capilar, pero debiendo ser lo suficientemente estrecho para preservar las condiciones de estancamiento.

Unas pocas milésimas de pulgada son suficientes para calificar como separación y es típico de un espacio entre la tubería y el aletado en intercambiadores de calor para exteriores. El mecanismo de esta corrosión se muestra en la ilustración a la derecha.

La resistencia de Spine Fin™ a la corrosión por separación de las uniones es parte integral de la construcción de este producto singular de Trane.

## Lluvia Acida vs. Spine Fin™

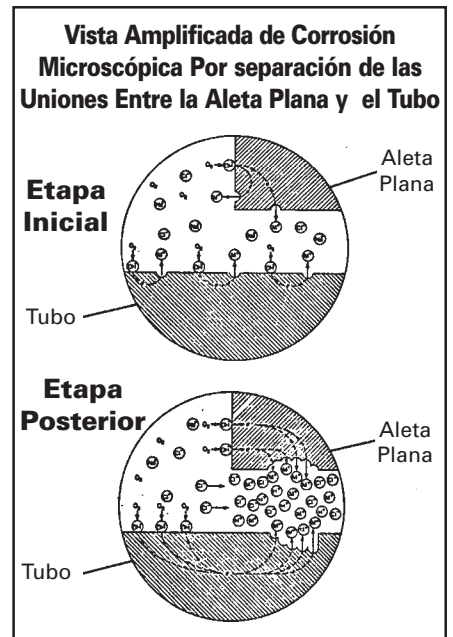
La construcción resistente a la corrosión de Spine Fin™ fabricado todo de aluminio, está reforzada por otro elemento: las características estabilizadoras inherentes al metal de aluminio en sí. Las atmósferas industriales y urbanas son corrosivas debido primordialmente a los gases de sulfuro que genera la quema de combustibles. Estos gases se mezclan con vapor de agua para formar ácidos sulfurosos y sulfúricos. Estos compuestos forman la notoria "lluvia ácida" la cual ha recibido tanta atención.

El aluminio es un metal activo, pero **su comportamiento es estable debido a la invisible película protectora de óxido, firmemente adherida en su superficie.** Salvo aquellas aleaciones con el cobre como elemento principal

(aleaciones series 2000), las aleaciones de aluminio tienen una alta resistencia contra la intemperie en ambientes comerciales, industriales y residenciales, siendo resistentes a los ambientes exteriores químicos cotidianos como las soluciones de ácido sulfúrico diluido y sulfuro de hidrógeno,



*Regularmente se hacen pruebas en las uniones (conexiones) para condiciones extremas costeras y de lluvia ácida. Encuentre el eslabón más débil y mejórello. ¡En la actualidad se implementan nuevas y mejores ideas!*



*La corrosión por separación de las uniones se acelera conforme el oxígeno va dejando una solución estancada, resultando en la concentración de iones de cloruro.*



*Unidad real Trane con seis años frente al océano sin corrosión del serpentín. Los depósitos de sal no se han acumulado en cantidad suficiente para interferir con el flujo de aire. ¡Sigue funcionando, y funciona y enfría bien!*



# Aspectos Sobre La Corrosión

## ¡Trane lo hace mejor!

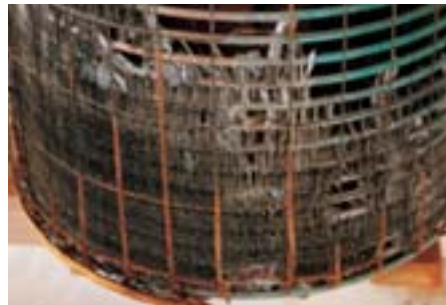
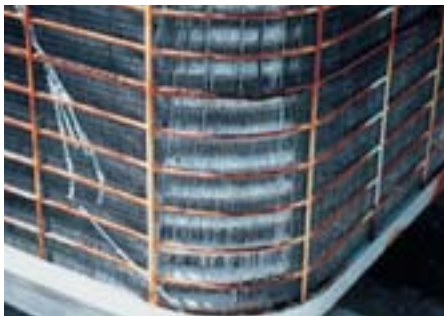
El secreto es nuestro **gabinete de protección** y nuestro control de proceso... no solo el gabinete protector del serpentín y de las uniones, sino también la protección del espaciador de la charola base.



*Pruebas del gabinete protector de Trane contra la corrosión por el severo ambiente marino, la arena, el rociado salado y los rayos solares, después de varios años de investigación en un área situada a 25 metros del océano en Kure Beach, Carolina del Norte.*



*Comparación física con gabinetes de la competencia con tres años de uso en condominio de playa. Nótese la existencia de mayor corrosión significativa, tanto galvánica como electrolítica (por separación) en la unidad de la competencia como resultado del asentamiento del serpentín bi-metálico directamente sobre la charola base.*



*Unidades de la competencia en condominios, apartamentos y casas frente a la playa de Florida que muestran corrosión galvánica y por separación en las uniones por el uso de metales disímiles y serpentines asentados directamente sobre los depósitos de base. Restos de yerba seca enredada en las áreas inferiores del serpentín, aumentan la corrosión por la humedad conservada en el serpentín en unidades no-protegidas por un gabinete.*

Unico fabricante con espaciadores en la charola base del serpentín



*Espaciadores de la charola base del serpentín, utilizados para separar el serpentín de la charola base y así reducir la corrosión que ocurre cuando los serpentines se asientan directamente sobre la charola base.*

# Comparación

## DESEMPEÑO DE SPINE FIN™ COMPARADO CON LA ALETA PLANA

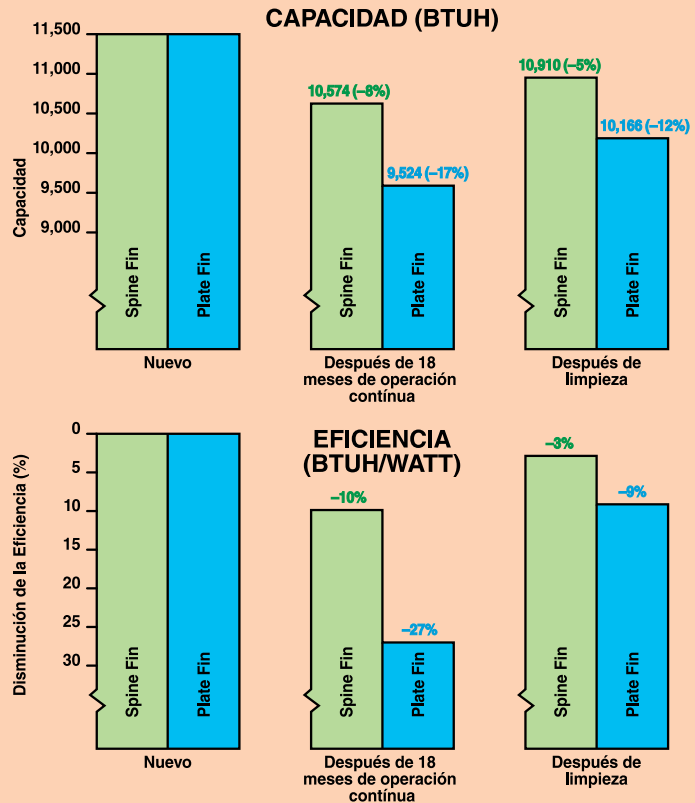


Este es el aspecto del intercambiador de calor Spine Fin™ después de 1000 horas de exposición al rociado salado. El acercamiento del Spine Fin™ muestra pequeños depósitos de sal, pero ninguna corrosión. **Tales depósitos se eliminan fácilmente por la lluvia periódica o rociándole agua limpia con una manguera doméstica.**



Unidad Trane de diez años de uso frente a la playa—el gabinete está oxidado, pero la unidad ¡continúa funcionando, funcionando y funcionando!

### Comparación de Desempeño de Spine Fin™ Contra la Aleta Plana



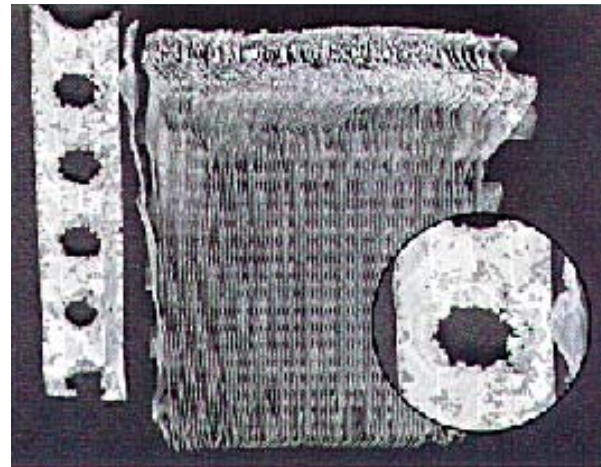
Resultados de la prueba de limpieza de la superficie del condensador realizada por la compañía General Electric en un ambiente industrial en Louisville, Kentucky (1971-1972).

# Comparación

## DETERIORO DE SPINE FIN™ COMPARADO CON LA ALETA PLANA



*El concepto de Spine Fin™ de Trane y su configuración de cuatro costados presenta una amplia área de superficie hacia la corriente de aire exterior. La transferencia de calor ocurre en todos los costados.*



**Serpentín de aleta plana deteriorado parcialmente.**  
*El contacto mecánico y por tanto térmico se ha perdido en toda la profundidad de este serpentín.*



**¡Serpentín de aleta plana totalmente deteriorado!**  
*Unidad de la competencia de seis años de uso. Este serpentín de cobre aleta plana de aluminio tuvo corta vida en un ambiente marino. La corrosión galvánica y por separación en las uniones ha destruido el contacto de aleta/tubo. ¡No funciona en absoluto!*



*Serpentín de playa de diez años de uso. El gabinete se ha corroído, pero el serpentín Spine Fin™ ha mantenido su integridad y su transferencia de calor, incluso en la parte inferior, debido en gran parte a los espaciadores que separan el serpentín de la charola base.*

# Tecnología

## PROCESO DE FABRICACIÓN Y TECNOLOGÍA DE SPINE FIN™

### Trabajando en Conjunto para Minimizar la Corrosión

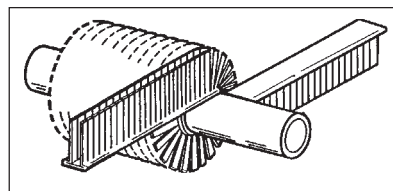
El Spine Fin™ se fabrica en máquinas patentadas de alta velocidad que cortan, dan forma y van envolviendo listones de aluminio alrededor de la tubería de aluminio. La tubería emerge a través de un baño de adhesivo de color en el centro de la máquina. El baño de adhesivo recubre el tubo. Los rodillos enrollan las cintas apretadamente al tubo, utilizando el adhesivo de unión. La mayor parte de este compuesto es extruido entre las bases de las dos cintas de aluminio. Esta acción produce un doble beneficio.

Primero, adhiere apretadamente los listones de las aletas al tubo para asegurar una buena transferencia de calor. Segundo, el **adhesivo extruido forma una barrera** contra la acción capilar. Al sellar contra la entrada de humedad y electrolitos el espacio existente entre el tubo y la base de la aleta, se minimiza la corrosión galvánica y la de separación de las uniones.

La tecnología de serpentines de aleta plana no proporciona esta protección. En su construcción, muchas láminas de aletas se apilan en tubos paralelos. Entonces, los tubos son expandidos para hacer contacto con las aletas. No existe protección contra la corrosión galvánica y/o por separación de las uniones.

Como se muestra en la Página 11, en un serpentín de aleta plana de cobre/aluminio la pérdida de contacto entre la aleta de aluminio y el tubo de cobre puede ser particularmente devastadora. A medida que las aletas se corroen sacrificadamente, se forma un espacio de aire entre las aletas y el tubo; ver fotos de la Página 11.

La capacidad de transferencia de calor disminuye (el aire es un gran aislante) y la eficiencia de la máquina se degrada por debajo de la escala publicada. Este deterioro en su rendimiento, rara vez se da a conocer, a no ser por el gradual aumento de los costos por el consumo de energía. La humedad puede penetrar durante la noche cuando el rocío a la orilla del mar se asienta sobre el serpentín durante los ciclos de paro del equipo. Los condensados acumulados se evaporan, mientras que la sal continúa acumulándose sobre la superficie del serpentín. Incluso un serpentín de aleta plana totalmente de cobre, no detiene la corrosión.



La clave de la fuerza de la aleta Trane está en la construcción de una zapata de base en el listón de la aleta. Esta zapata de refuerzo doble, proporciona alivio de tensión durante el proceso de formación de la aleta y minimiza el endurecimiento por trabajo del metal.

### Conexiones de Transición

Al igual que otros fabricantes, Trane utiliza tubería de cobre en el circuito de refrigerante. Lo singular de Trane, es la **conexión de transición** de cobre/aluminio. Este componente está pre-estañado ultrasónicamente con una soldadura de aluminio, rica en zinc. Conforme se va ensamblando dentro de la tubería calentada de aluminio, forma un cordón de soldadura en la unión. Este cordón de soldadura es de sacrificio y protege ambos metales de base contra la corrosión.

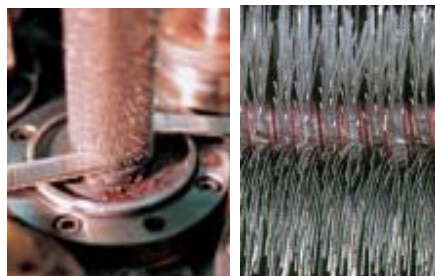
Esta conexión exclusiva es **tan confiable**, que una **encuesta que durante cinco años se llevó al cabo** por el Departamento de Servicio de Productos de Trane, mostró que el **índice de fugas** en campo en dos millones de serpentines de diversos tamaños que contenían 15 millones de dichas uniones, ¡fue tan sólo de **0.5%** en cinco años! ¡Esta es una proporción de tan sólo una por 2,000 uniones, en un período de cinco años!



Este tubo de cobre patentado y pre-estañado permite a Trane realizar una conexión de transición de cobre/aluminio sorprendentemente firme.



**Integridad de la Unión:** ¡El primero y único fabricante en ofrecer un serpentín con garantía de 10 años!



La máquina patentada de Spine Fin™ (izquierda) enrolla el listón de aluminio retorcido apretadamente sobre la tubería revestida de adhesivo. El color cobrizo que se visualiza (derecha) muestra el adhesivo que se ha extruido hacia afuera por debajo de las aletas, uniéndolas y sellándolas contra la entrada de humedad.



**Nueva Tecnología Serpentin de Dos Hileras.** En las unidades de gran tonelaje, hemos rediseñado el proceso y la tecnología de manufactura de los serpentines de dos hileras Spine Fin™ de alta eficiencia.

# Tecnología

## CALIDAD DE FABRICACIÓN A LARGO PLAZO

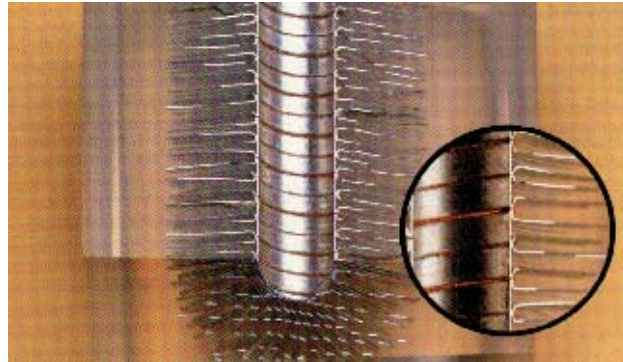
En las bombas de calor y en los acondicionadores de aire, son muchas las ventajas de los intercambiadores de calor totalmente de aluminio provistos de aletado radial. Prueba de ésto es que durante 40 años el líder de la industria, Trane, ha demostrado el uso y la confiabilidad de los serpentines monometálicos de tipo aleta radial.

En Trane, Spine Fin™ se fabrica cuidadosamente para maximizar la eficiencia inherente, la durabilidad y los bajos requerimientos de mantenimiento de los intercambiadores de calor de tubos provistos de aletado radial. Trane selecciona únicamente tubería de aluminio de alta calidad, la cual es extruída y después **sellada en una atmósfera de nitrógeno**. Este material es controlado químicamente, cuidando su limpieza y templado. El material de la aleta también es seleccionado por su química especial y su templado.

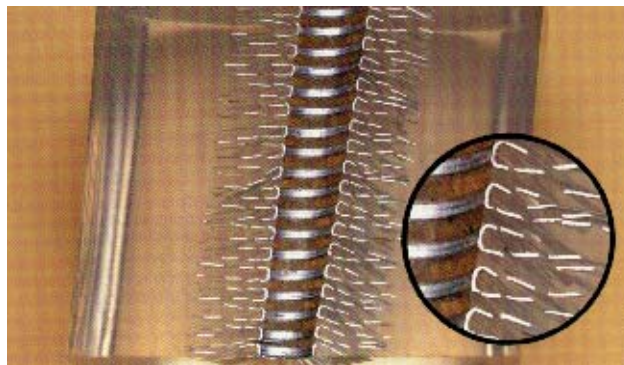
En la planta de Trane ubicada en Tyler, Texas, cada día laboral produce más de 100 millas del exclusivo Spine Fin™. En un año típico, Trane produce más de 26,000 millas de Spine Fin™, utilizando 19 millones de libras de aluminio. Suficientes para dar la vuelta al mundo.

La superioridad del proceso de fabricación y del producto Trane, se observa en dos formas. La primera, a la derecha, es una comparación gráfica entre el intercambiador de calor de Trane y su competidor de antaño tubo de aluminio/aleta de aluminio.

La segunda, es un examen de la garantía de Trane. La prueba más convincente de la calidad de Spine Fin™ es la afirmación de Trane, líder industrial, contenida en la página 15 de la garantía de protección al consumidor en bombas de calor XL y acondicionadores de aire.



*Trane: Esta sección de Spine Fin™ ha sido montada sobre plástico. Fue cortada a lo largo y el tubo ha sido extraído. Observe la cobertura completa del tubo por la base del material de las aletas. Obsérvese también el adhesivo oscuro extruído continuamente dentro de los pequeños espacios entre las bases de las aletas.*



*Intento del Competidor para Alcanzar la Tecnología de Spine Fin™: Esta sección de un serpentín de la competencia, con el tubo extraído, muestra la pobre cobertura del tubo, una estrecha base de las aletas y la falta del sellador adhesivo. Retirado del mercado a causa de demasiados problemas con el producto. (Actualmente fuera de producción).*



*Trane: Sección transversal de Spine Fin™ montada sobre plástico. Observe la gruesa pared del tubo y las aletas más largas, anchas y firmes.*



*Competidor: Esta sección de un serpentín de la competencia muestra un tubo más delgado, con aletas más estrechas y cortas. Estas aletas se desprenden fácilmente al toque, o al exponerse a la corrosión. (Actualmente fuera de producción).*

# Facilidad para Limpieza

## VENTAJA ADICIONAL DE SPINE FIN™

Años de experiencia en la aplicación han comprobado una ventaja adicional de Spine Fin™: una pérdida insignificante de efectividad por la cantidad de incrustación en el intercambiador de calor a causa de la acumulación de polvo. Existen dos razones para ésto:

Primera, las miles de aletas radiales presentan un área amplia y expuesta a la corriente de aire exterior no-filtrada. Una amplia superficie permite más flujo de aire a menor velocidad. Una menor velocidad significa que una menor cantidad de sólidos (tierra, hierba, hojarasca, etc.) sean recogidos en la corriente de aire exterior, reduciendo así la acumulación normal de basura.

Segunda, Spine Fin™ tiene miles de bordes principales (relación de borde alto).

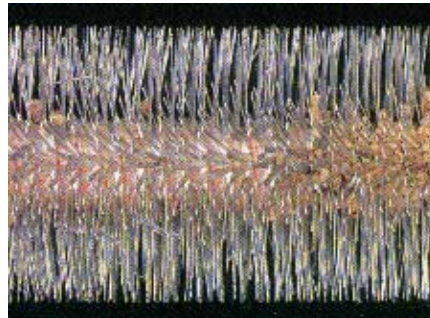
¡La basura se oculta en el tubo, dejando expuesto el material de aletas para transferir el calor!

**Debido a este fenómeno, muchas aletas intersectan la corriente de aire por sobre la acumulación normal de polvo. Así se mantiene la capacidad de transferencia del calor.**

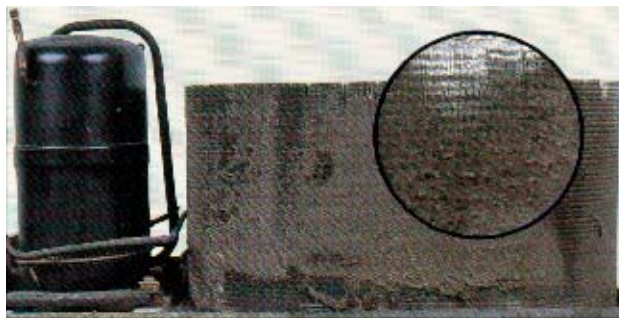
En contraste, los serpentines de aleta plana tienen un solo borde principal (baja relación de borde). El polvo tiende a acumularse aquí, puesto que este borde "toca" primero la corriente de aire. Este fenómeno ha sido designado como "carga de superficie", que puede reducir significativamente el flujo de aire y el desempeño del serpentín como si fuera una malla acumulando de pelusa y polvo). El resultado es una presión elevada de descarga del compresor, una eficiencia reducida y un alto esfuerzo mecánico.

Cuando así sea requerido, los serpentines de Spine Fin™ pueden limpiarse con un flujo de aire inverso a baja velocidad o bien con agua. Aún el peor ofensor, el álamo, puede retirarse fácilmente de un serpentín Spine Fin™, chamuscándolo con una flama baja y enjuagando los residuos con una manguera casera.

Se realizó una prueba para determinar los efectos de la acumulación de polvo y la limpieza del serpentín en dos tipos de serpentines.



**Carga de Profundidad.** Un Spine Fin™ de carga de profundidad tiene muchas aletas que siguen transfiriendo el calor por encima de la capa de polvo acumulado.



**Carga de Superficie.** He aquí lo que sucede al polvo en un serpentín de cara plana. La limpieza de la aleta plana de dos hileras es incluso más difícil.

Los resultados indicaron que la configuración de Spine Fin™ es más tolerante a la acumulación profunda de polvo y que responde satisfactoriamente a la limpieza. (Ver Página 10).

De hecho, hay Seis Maneras Fáciles de Limpiar el Spine Fin™ ... .. cepillo, peine, agua de manguera casera, una flama baja para el álamo, limpiador de serpentín de base protéica para pelaje de animal, enjuagues de agua y cualquier limpiador de serpentín no-ácido.

# Compromiso

## LA PROMESA DE NUESTRA GARANTÍA XL ....

“Además, si fallara el motocompresor sellado o, **si el *serpentin del condensador Spine Fin™ se tornara defectuoso***, una o ambas eventualidades **debidas a defecto de fabricación dentro del primero hasta el décimo año de la fecha de compra original**, Trane proporcionará, sin cargo adicional, la **reposición del serpentín del condensador**.

A partir de esta publicación, ¡sólo Trane ofrece una garantía completa de 10 años, no prorrateada, en el serpentín del condensador!

### .. .. y el Mantenimiento

La tubería Spine Fin™ es un componente altamente confiable que rara vez requiere de reparación. Su aplicación en la industria de aire acondicionado precedió a la industria de reparación con soldadura hasta entrado el Siglo XX. Durante los años sesenta y al inicio de los setenta, la reparación del aluminio con soldadura de latón o soldadura normal era difícil debido a la escasez de aleaciones y fundentes efectivos. Los mecánicos de refrigeración se volvieron temerosos de soldar aluminio.

Hoy, sin embargo, la necesidad de varillas de soldadura de aluminio así como fundentes, ha sido cubierta con una gran variedad de productos. Estos productos permiten rápidas reparaciones de alta resistencia de aluminio. La técnica es sencilla. El reparador utiliza una lija para retirar la capa de óxido que tiene un punto de fusión más alto que el metal base. Una llama carburizante, junto con la soldadura y fundente apropiados, asegurarán una reparación sólida.

Además de la reparación por

soldadura, la tubería de aluminio puede ser reconectada utilizando conexiones mecánicas. Trane ofrece un acoplamiento de compresión tipo aeronáutica. Otros proveedores de refrigeración fabrican una variedad de conexiones con abrazaderas, ganchos y epóxicas.

Debido al amplio uso del aluminio en la construcción de productos avanzados actuales (aviones, automóviles, acondicionadores de aire, ventanas residenciales, sartenes, etc.) la mayoría de los mecánicos de refrigeración moderna conocen las técnicas y productos para hacer las reparaciones de aluminio.

### Técnica de Reparación



*Todos los Acondicionadores de Aire y Bombas de Calor Trane utilizan la Tecnología Exclusiva Spine Fin™*

### del Serpentin (Pub. N°. 34-4035)

Materiales requeridos:

- Soplete
- Varilla de Soldadura All State #31 1/16" de All State Sealcor
- Fundente Especialmente Formulado para Uso con All State #31
- Lija

### Juego de Acoplamiento Opcional para Reparación de Serpentes de Aluminio

3/8" OD Kit 1146.....  
1/2" OD Kit 1147

Acuda a su Distribuidor Local para conocer los precios y la disponibilidad.

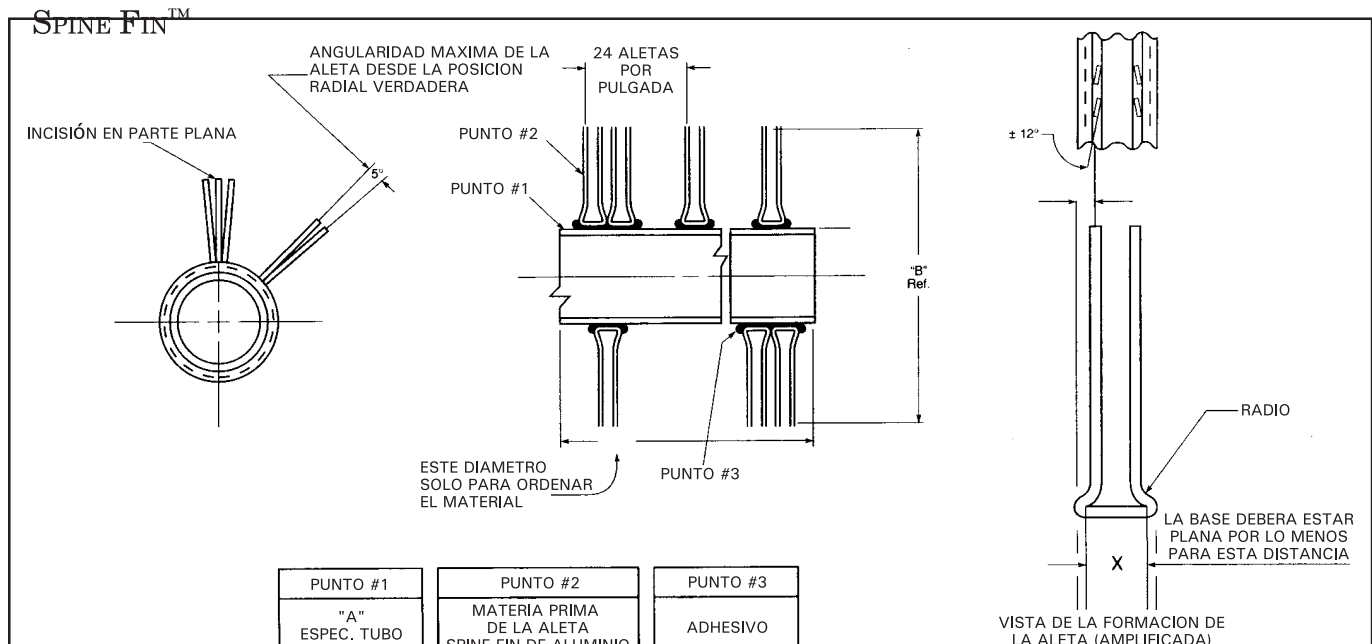
# Especificaciones Spine Fin™

## PARA LOS MERCADOS DE OFERTA Y ESPECIFICACIONES....

Los ingenieros y los diseñadores necesitan definir las especificaciones de Spine Fin™. Lo que usted necesita es dar esta información a su especificador y pedirle al ingeniero que solicite "Spine Fin™" o su "equivalente". Las especificaciones que aparecen abajo definen completamente todo lo que su especificador necesita saber sobre Spine Fin™ para lograr una especificación muy precisa. Esto es suficiente o igual a las especificaciones requeridas para las obras de gobierno que requieren de aletas planas que lleven un recubrimiento fenólico protector.

La Marina de Guerra aceptó el serpentín Spine Fin™ para ser utilizado en ambientes corrosivos - el único serpentín aceptado sin recubrimiento "Heresite". Muchos serpentines de los competidores requieren de su reemplazo, antes de la caducidad de la garantía estándar del serpentín de Trane. Muchos serpentines de Trane continúan funcionando después de 10 años en estos ambientes corrosivos. "¡Comparado con la aleta plana común, Spine Fin™ dura de 3 a 6 veces más!".

**SPINE FIN™**



PUNTO #1	PUNTO #2	PUNTO #3
"A" ESPEC. TUBO	MATERIA PRIMA DE LA ALETA SPINE FIN DE ALUMINIO	ADHESIVO

... ..o bien deberá construirse un intercambiador de calor completamente de aluminio con tubería de aluminio 3102, que cumpla con las propiedades químicas y mecánicas B-491 de la ASTM y que tenga un mínimo de presión de ruptura de 1,800 PSIG, con material de aleta de aluminio 7072, que cumpla con la norma B-209 de

ASTM, adherida a la tubería de aluminio con una capa delgada y continua de adhesivo sólido, altamente térmico, de base acrílica, que impida la entrada en contacto directo de una solución electrolítica entre la tubería de aluminio y el material de la aleta de aluminio.



# Conclusión

---

El intercambiador de calor singular Spine Fin™ de Trane es lo más avanzado en tecnología de transferencia de calor para las aplicaciones actuales de aire acondicionado y de bomba de calor. Se le otorga esta distinción por lo siguiente:

- La configuración Spine Fin™ reduce las fugas.
  - El bajo volumen de refrigerante de Spine Fin™ realza la vida del sistema del compresor.
  - La configuración menos densa de Spine Fin™ reduce el tiempo del modo de desescarche de la bomba de calor.
  - La construcción monometálica de aluminio de Spine Fin™ resiste la corrosión en ambientes exteriores.
- La superficie abierta de Spine Fin™ y los ángulos de sus aletas evitan la incrustación de la cara del intercambiador de calor.
  - El método de fabricación de Spine Fin™ es superior.
  - Garantizamos nuestro serpentín de “metal similar” Spine Fin™ por 10 años: garantía del fabricante.
  - El primer fabricante en garantizar el serpentín exterior por 10 años—incluso en áreas costeras de agua salina, de alta corrosión.



*El viejo y el nuevo — ¡todavía funcionando y funcionando! Un modelo Trane de 1987 muestra corrosión galvánica, más no da muestras de corrosión por separación del serpentín debido a los metales similares y al adhesivo de unión.. Además, se observa una segunda unidad XE 1000 1994 perfectamente reluciente.*

# Historial del Spine Fin™

## Desarrollo del Spine Fin™

La historia del Spine Fin™ comenzó 70 años atrás, lo cual supone muchos años de investigación básica, evaluaciones comparativas, mejoras en los diseños, aplicación en los sistemas y progreso en la fabricación. Los momentos más importantes de esta historia se indican a continuación.

- 1927 - Preparación de un extenso resumen de leyes y datos sobre la transferencia de calor tomados de la literatura mundial.
- 1932 - Publicación del resumen; la información apoyó el diseño de los primeros condensadores de refrigeración.
- 1937 - Investigación fundamental sobre la transferencia de calor entre la superficie de aleta y una corriente de aire, en relación con las dimensiones de la superficie y las caídas de presión. Se lograron importantes resultados.
- 1945 - Las mejoras durante la post-guerra con respecto al diseño y la tecnología de fabricación, hicieron del aluminio el metal elegido como materia prima de las aletas en la industria de los intercambiadores de calor.
- 1950 - La demanda por sistemas centrales pequeños de acondicionadores de aire e intercambiadores de calor de aleta-tubo, aumentó notablemente debido a: (1) crecimiento del mercado residencial; (2) desarrollo de motocompresores herméticos; (3) uso del R-22 (4) cambio a condensadores enfriados por aire; y (5) tendencia hacia el uso de ventiladores de propela por sobre los ventiladores centrífugos para secciones exteriores.

- 1954 - Se inició la investigación sobre el desarrollo y fabricación de una nueva aleta según indicaban investigaciones anteriores. Los resultados dramáticamente favorables confirmaron los hallazgos anteriores.
- 1957 - Se establecieron los métodos de producción y configuración de la tubería Spine Fin™ Comenzó la producción a gran escala..
- 1964 - Aplicación a gran escala de la tubería Spine Fin™ en los condensadores centrales de aire acondicionado.
- 1967 - Aplicación de Spine Fin™ en las secciones exteriores de las bombas de calor.
- 1969 - Producción a gran escala de la tubería de Spine Fin™ construida en su totalidad de aluminio (mono-metálica).
- 1973 - Garantía del serpentín por 5 años.
- 1986 - Trane presenta la primera garantía por 10 años del intercambiador de calor residencial. Madura la tecnología de la transferencia de calor. El Spine Fin™ mejorado de Trane, encabeza la industria estadounidense al lograr, con muchos esfuerzos, grande ganancias en eficiencia.
- 1996 - Se inicia la producción normal de Spine Fin™ de 2 hileras.

## ¿Qué Mostró la investigación?

Los principales proyectos emprendidos en 1927, 1937 y 1954 proporcionaron la información para diseñar y construir el intercambiador de calor Spine Fin™. Las principales tareas, hallazgos y logros fueron:

1. Derivación, a partir de definiciones básicas, de ecuaciones que expresaron el área de superficie y área frontal en términos de coeficiente de transferencia de calor y caídas de presión del aire que se mueve a través del intercambiador de calor.
2. Búsqueda de una mejor configuración de la aleta.
3. Conceptualización de una multiplicidad de cintas angostas.
4. La configuración de las espinas permite el libre flujo del aire y reduce la capa límite o "inactiva" la cual aísla y obstaculiza el funcionamiento del serpentín de aleta plana. Incremento dramático en la eficiencia neta de la superficie de transferencia de calor del nuevo "Spine Fin™".
5. El alto coeficiente de transferencia de calor de los tubos de "Spine Fin™" permite menos hileras, y evita el fenómeno de disminución de la efectividad de las hileras.
6. Los prototipos de máquinas y el desarrollo de modelos de producción para lograr alta velocidad en la fabricación de la configuración final de la tubería de Spine Fin™.

En 1980, después de 24 años de uso a gran escala, se obtuvo esta otra conclusión adicional de ingeniería en relación a los beneficios de Spine Fin™ desde el punto de vista de efectividad térmica y de costo:

«Esta tubería proporciona el menor peso del material de las aletas y el menor caudal para un desempeño térmico específico de cualquier otra forma de tubería aleteada considerada hasta ahora para su uso en los condensadores del equipo de aire acondicionado».

# Referencias

---

## Referencias

- 1. Compact Heat Exchanger**  
History, Technological  
Advancement and **Mechanical  
Design Problems** HTD -  
Volumen 10 Editado por R. K.  
Shah, et al. The American  
Society of Mechanical Engineers
- 2. The Corrosion of Light Metals**  
H.P. Godard et al. John Wiley &  
Sons, 1967
- 3. Performance of Uncoated and  
Coated Nonferrous Heat  
exchangers in a Temperate  
Marine Environment for Two  
Years**  
T. Roe Jr. et al. Naval Civil  
Engineering Laboratory, 1979
- 4. Attachment "B" Coastal  
Equipment Installations (9  
Year Test Period)**  
5 units at U.S. Naval Station  
Mayport, Florida, Building 27 Post  
Office, 161 Open Club, 414 Hobby  
Shop and 299 Pass & I.D.  
BRW0060 BGWA12, BWR960  
  
80 Units Seascape Condos, 1601  
Ocean Drive South, Jacksonville,  
Florida (5 miles from Mayport)

**Nota: 30% de las unidades  
originales estaban aún en  
operación en área costera  
después de 20+ años.**



**TRANE**<sup>®</sup>

**The Trane Company**  
**An American Standard Company**  
**[www.trane.com](http://www.trane.com)**

*For more information contact  
your local sales office or  
e-mail us at [comfort@trane.com](mailto:comfort@trane.com)*

---

No. de Catálogo	22-8900-02-ES
Fecha	Junio 2000
Reemplaza	50-5073-1
Almacenaje	La Crosse

---

*En virtud de que The Trane Company mantiene una política de mejoramiento continuo de sus productos, se reserva el derecho de cambiar sus diseños y especificaciones sin previo aviso.*