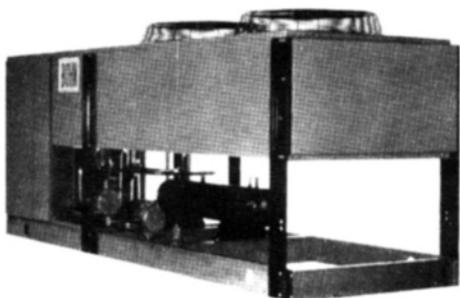
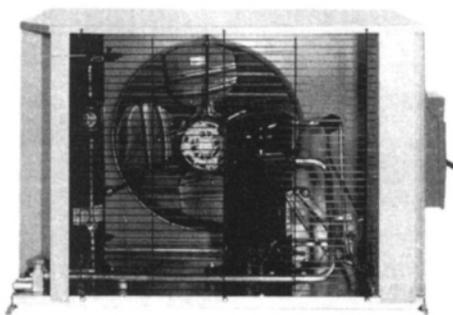
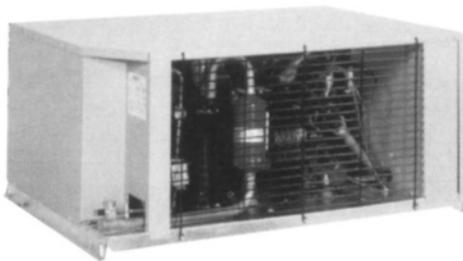
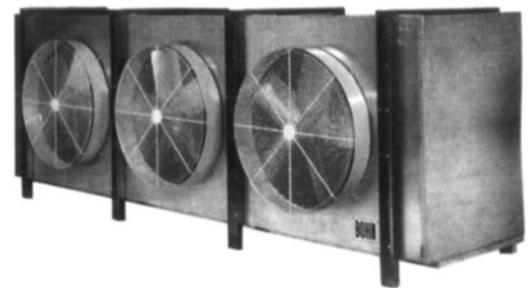
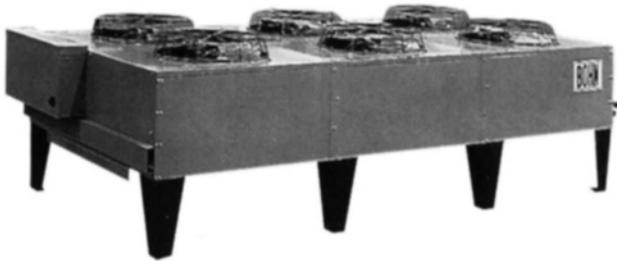




El Estándar del Frío

# BOLETIN DE INGENIERIA DE APLICACION



## ¿SABES COMO SON LOS TUBOS CORRUGADOS?

### TEMA

### PAG.

- Introducción ..... 2
- Compatimiento de los tubos  
Corrugados Internamente ..... 2
- Costo ..... 3

GRUPO FRIGUS THERME  
REGISTRO ISO 9001  
No. DE ARCHIVO: A5405

## ¿Sabes cómo son los tubos corrugados?

### Introducción

Los tubos corrugados, micro aletados, tubos de estriado interior, son llamados por muchos nombres, pero significan exactamente lo mismo. Son tubos de cobre con pequeñas crestas formadas en su interior.

En los años 70's y principios de los 80's cuando los costos de energía comenzaban a incrementarse dramáticamente, la demanda en eficiencia energética en los productos de aire acondicionado y refrigeración también se incrementó considerablemente. La contribución de la industria de intercambio de calor se enfocó hacia la comercialización de equipos de transferencia de calor formados con tubos de corrugados internamente para principios de los 80's. Antes de que se diseñaran estos tipos de tubos, los diseñadores de sistemas de aire acondicionado y/o refrigeración agregaban más superficie de intercambio de calor para aumentar la eficiencia de sus equipos. Hoy día debido a las recientes mejoras en el diseño de los equipos compuestos con tubos con un corrugado interno los diseñadores de equipos de la industria del aire acondicionado y/o refrigeración pueden aumentar la eficiencia de estos sin hacerlos más voluminosos.

Este boletín realiza una panorámica sobre las grandes ventajas que presentan estos diseños en la industria del aire acondicionado y/o refrigeración.

### Comportamiento de los Tubos Corrugados Internamente

Los tubos corrugados internamente fueron desarrollados para incrementar el rendimiento de los evaporadores y condensadores en aplica-

ciones de flujos bifásicos (refrigerante vapor-líquido). Las mejoras en la transferencia de calor son de alrededor del 50 % a 60 % más con respecto a equipos compuestos con tubos de pared interna lisa debido a que se reduce el espesor de la película de refrigerante líquido. La reducción del espesor de la película resulta en un incremento efectivo del diferencial de temperatura entre la pared del tubo y la interfase gas-líquido refrigerante para proveer una mayor transferencia de calor efectiva.

También en serpentines de evaporadores, dependiendo de la velocidad del refrigerante, los tubos corrugados internamente ayudan a formar un flujo anular resultando en un incremento en la cantidad de superficie húmeda para la evaporación. El coeficiente interno de transferencia de calor para tubos corrugados internamente es tanto como 2.5 a 3 veces que el considerado para tubos lisos para condiciones de evaporación y condensación.

Las crestas de los tubos corrugados son diseñadas para proveer una mejora en el rendimiento tanto en evaporadores como en condensadores, pero deben contar con suficiente resistencia para minimizar la deformación cuando el tubo se expande hacia las aletas. Los diseños ofrecidos hoy día deben de ser capaces de ofrecer un comportamiento óptimo bajo los criterios de operación anteriormente mencionados. La altura de la cresta, el ángulo de la cresta y el ángulo de la espiral todas contribuyen a la mejora de la eficiencia (ver figura 2). En la actualidad los tubos corrugados están disponibles en los siguientes diámetros: 5/16", 3/8" y 1/2".

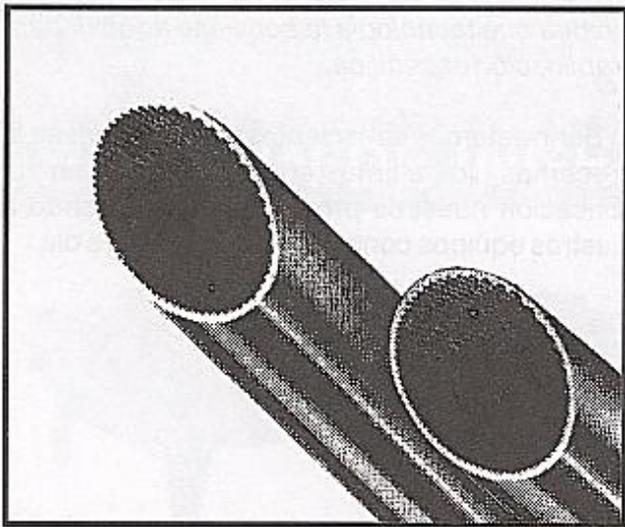


Figura No. 1.: Vista de la sección de un tubo con espiral.

Usando tubos corrugados en un evaporador es más efectivo que en un condensador para mejorar la eficiencia de capacidad en los sistemas de refrigeración. ¿Por qué es esto?, debido a que el incremento del 10 % en la eficiencia del serpentín del evaporador, resultará en alrededor de 3 % en incremento en la eficiencia del sistema; comparada con 1.5 % de incremento debido al mismo 10 % en incremento en la eficiencia del serpentín del condensador. Los tubos corrugados son también más efectivos bajo condiciones de flujo bifásicos. Un serpentín de evaporador tiene un mayor porcentaje de área de superficie interna en flujos bifásicos que en condensadores, los cuales tienen secciones de sobrecalentamiento y subenfriamiento.

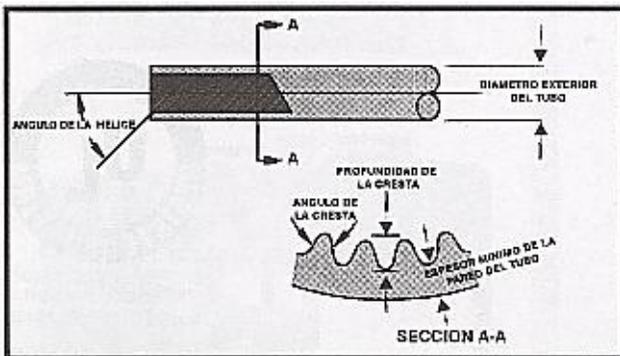


Figura No. 2: Características que mejoran el rendimiento del tubo corrugado.

## Costo

La decisión para el uso de tubos corrugados en serpentines generalmente es determinado por la cuestión económica. Cuando se introdujeron al mercado los tubos corrugados en 1983, se ganó sustancialmente en la reducción de material para la construcción de los serpentines de los evaporadores. Hubo también casos donde los diseñadores fueron capaces de reducir el tamaño de los evaporadores por ejemplo de tres filas a dos filas sin obtener pérdidas en eficiencia. Sin embargo, cuando se compararon los precios de los equipos con tubos corrugados y lisos, los costos adicionales para fabricar un equipo con tubos corrugados; hicieron difícil su utilización en aquellos días.

La decisión fue sobre todo más compleja cuando se consideraban unidades manejadoras de aire. Si la combinación del costo del serpentín y el costo del gabinete son reducidos con tubos corrugados

Actualmente, los costos de fabricación de serpentines formados con tubos corrugados presentan costos competitivos con grandes ventajas tales como:

Equipos más compactos al ser capaces de reducir el número de filas de los serpentines.

- Se ha logrado disminuir la caída de presión del aire a través de los tubos en aplicaciones de aire acondicionado y refrigeración.
- Se ha logrado disminuir el número de aletas por pulgadas en la construcción de los serpentines, etc.

Queremos dejar en claro que los tubos corrugados y/o de espiral interior no necesariamente son la respuesta a todas las aplicaciones, más sin embargo ellos ciertamente le permiten a la mayoría de los ingenieros y contratistas mejorar sus respectivos costos de fabricación, eficiencia y tamaños de los equipos que antes no se podían lograr por algún otro medio.

*Por lo antes expuesto, cuando cotice un sistema de refrigeración y/o aire acondicionado debe de tener presente la cotización de equipos con tubos corrugados y/o de espiral interior si desea obtener mejoras en eficiencia además, debe evaluar los costos respecto a un equipo fabricado con serpentín de pared lisa para saber la rentabilidad de su proyecto. Con esto, usted*

*decidirá que tecnología le conviene adquirir para su aplicación específica.*

En Bohn estamos conscientes de esto, por eso le ofrecemos lo último en tecnología en la fabricación nuestros productos introduciendo a nuestros equipos constantes mejoras día a día.

Frigus Bohn, S.A. de C.V.



GRUPO FRIGUS THERME  
REGISTRO ISO 9001  
No. DE ARCHIVO: A5405

---

Ventas: Bosques de Alisos No. 47-A 5o. Piso Col. Bosques de las Lomas C.P. 05120  
México, D.F. Tel.: (0155) 5261-81-00 Fax: (0155) 5259-55-21 Tel. Sin Costo: 01-800-50-970-00  
Planta: Acceso II Calle 2 No. 48 Parque Industrial Benito Juárez Querétaro, Qro. C.P. 76120  
Tel.: (01442) 238-45-00 Fax: (01442) 217-06-16 Tel. Sin Costo: 01-800-40-049-00