

## INTRODUCCIÓN

**Prolongación de la vida útil y eficiencia de la transferencia de calor de los sistemas de calefacción, aire acondicionado y refrigeración**

El recubrimiento por electrodeposición (E-Coat), una alternativa de primera calidad a los recubrimientos de poliuretano y fenólicos, proporciona protección contra la corrosión a largo plazo para equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración al aire libre en ambientes costeros (marinos), industriales, urbanos o altamente alcalinos. Además, el recubrimiento e-coat proporciona protección a equipos en ciertos ambientes interiores, como piscinas, instalaciones de procesos industriales y plantas de tratamiento de aguas residuales.

El ElectroFin E-Coat protege su inversión en equipos mediante la extensión de la vida útil y el rendimiento de eficiencia energética, por lo que reduce así los costos operativos de por vida. Los Intercambiadores de aleta para placa de tubo redondo (round-tube plate fin, RTPF) de los sistemas de calefacción, aire acondicionado y refrigeración y los intercambiadores de calor de microcanales (microchannel heat exchangers, MCH), los radiadores, las unidades de condensación y los ventiladores expuestos al aire salino, corrosivos o a la lluvia ácida comenzarán a oxidarse en los primeros meses de funcionamiento. El ataque corrosivo típicamente comienza en el tubo de cobre, la interfaz de la aleta de aluminio en el diseño RTPF y en la conexión de extrusión del cabezal en el diseño MCH, lo que causa que el rendimiento térmico disminuya rápidamente. Las disminuciones del rendimiento de hasta el 30% en un plazo de 6 meses no son inusuales.



SIN ELECTROFIN E-COAT



CON ELECTROFIN E-COAT

## COMPRENDA LOS BENEFICIOS DEL ELECTROFIN<sup>®</sup> E-COAT EN SISTEMAS COMERCIALES MECÁNICOS Y DE CALEFACCIÓN, AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN

Este documento explora los muchos beneficios de ElectroFin E-Coat, cómo funciona y la importancia de tener ElectroFin E-Coat especificado y aplicado durante la fabricación de equipos de calefacción, aire acondicionado y refrigeración comprados e instalados en edificios recién construidos o renovados. El contenido debe servir como ayuda para responder estas preguntas:

- ¿Qué es el recubrimiento E-Coat y cómo funciona?
- ¿Cuál es la diferencia de ElectroFin E-Coat?
- ¿Qué normas de rendimiento cumple o supera ElectroFin E-Coat?
- ¿Qué tipo de ahorro en costos o rendimiento de la inversión (return on investment, ROI) se puede esperar?
- ¿Cómo se debe especificar ElectroFin E-Coat para las unidades de calefacción, aire acondicionado y refrigeración en la fabricación OEM?

Después de revisar este documento, comprenderá los sistemas de recubrimiento E-Coat y estará mejor preparado para analizar su valor con el equipo de administración de su compañía y con los contratistas generales responsables de supervisar sus proyectos de construcción o renovación de edificios.

### ¿Qué es el recubrimiento E-Coat y cómo funciona?

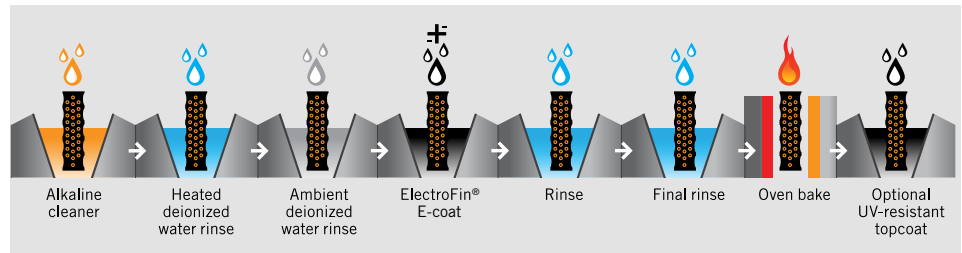
El ElectroFin E-Coat es un proceso de recubrimiento por electrodeposición que involucra partículas de pintura epoxi uniformemente suspendidas en agua desionizada. Cuando se cargan eléctricamente, las partículas de pintura migran y se unen con el aluminio, el cobre y otras superficies metálicas conductoras que forman los serpentines del intercambiador de calor en los sistemas de calefacción, aire acondicionado y refrigeración. Después de limpiar y desengrasar la superficie metálica que se debe recubrir se conecta a tierra eléctricamente y se suspende en el tanque de recubrimiento E-Coat. Las partículas de pintura llevan una carga eléctrica positiva, por lo que son atraídas por las superficies metálicas y se acumulan hasta que logran formar una película uniforme. Las superficies recubiertas luego son cocidas al horno hasta que el recubrimiento se endurece, y crea una cáscara lisa diseñada para resistir la corrosión, las picaduras y el descascarado. Los intercambiadores de calor con el recubrimiento e-coat de ElectroFin se incorporan luego a la unidad de calefacción, aire acondicionado y refrigeración fabricada.

### ¿Cuál es la diferencia de ElectroFin E-Coat?

La mayoría de los demás procesos de recubrimiento involucran inmersión o rociado manual, lo que puede crear imperfecciones en la superficie o espesores inadecuados. Estos dejan orificios microscópicos que permiten que el aire salino u otros agentes corrosivos lleguen al metal, comprometiéndose de este modo el rendimiento y la vida útil. uniforme, y una cobertura del 100%. Comienza con un proceso de desengrase ultralimpio que elimina los contaminantes de las superficies. A esto le sigue un baño de agua que limpia cualquier residuo de polvo o contaminación. El componente es entonces sumergido y se le aplica un recubrimiento por electrodeposición y las partículas son atraídas eléctricamente a todas las superficies. Esto produce una película delgada con un espesor uniforme de 1 mil (0.001 pulgadas) que penetra profundamente y cubre los bordes. El ElectroFin E-Coat protege hasta 30 aletas por pulgada sin puente de material.

A continuación, se retira el componente metálico del baño eléctrico y se le da un enjuague final. Durante el baño de enjuague final, se retira y recupera el material de recubrimiento residual, lo que garantiza un recubrimiento suave y mínimo desperdicio durante el proceso. Un horno de cocción controlado con precisión a 375 °F/190 °C cura el recubrimiento uniformemente para garantizar una adhesión uniforme a las superficies de cada serpentín. Por último, se aplica una capa final resistente a los rayos UV para proteger el acabado E-Coat contra la degradación ultravioleta y para garantizar la máxima durabilidad y vida útil del recubrimiento.

## Proceso ElectroFin aplicado en la fábrica



A diferencia de los recubrimientos fenólicos quebradizos y cocidos en horno que pueden agrietarse, astillarse, pelarse y quedar alojados en las aletas, los recubrimientos e-coat permanecen flexibles. El ElectroFin E-Coat, en particular, puede expandirse y contraerse a medida que la unidad funciona, lo que permite enderezar las aletas dobladas sin comprometer la protección. La fórmula de ElectroFin también se caracteriza por su construcción de borde alto, que proporciona una excelente adhesión en superficies afiladas.

Cuando compare recubrimientos protectores, busque la garantía más larga disponible. Se garantiza que ElectroFin E-Coat está libre de defectos en materiales y mano de obra durante cinco años, siempre que a los serpentines y componentes se les dé mantenimiento de manera apropiada y rutinaria, y los registros demuestren que se utilizaron los procedimientos de limpieza adecuados y productos aprobados.

### ¿Qué normas de rendimiento cumple o supera ElectroFin E-Coat?

Los recubrimientos protectores, ya sean fenólicos, de poliuretano o E-Coat, deben cumplir con los estándares mínimos de la industria. Sin embargo, el ElectroFin E-Coat demuestra propiedades técnicas excepcionales en las pruebas ASTM, DIN y MIL-STD de resistencia a la pérdida térmica, degradación UV y penetración de humedad. Se realizan pruebas continuas para garantizar que el rendimiento continúe cumpliendo o excediendo los estándares establecidos.

ElectroFin E-Coat también resiste 90 productos químicos diferentes, mucho más que el recubrimiento fenólico. Además, el ElectroFin E-Coat presenta una excelente adhesión a todas las superficies metálicas de transferencia de calor más comunes, incluido el cobre, el aluminio y el acero galvanizado e inoxidable, para garantizar una larga vida útil por sus propiedades protectoras.

### Rendimiento técnico – ElectroFin® E-Coat

PRUEBA	ESTÁNDAR	CALIFICACIÓN
Aspersión de sal	DIN 53167/ASTM B117	Excede las 6000 horas
Inmersión en agua	ASTM D870	3 meses
Dureza al lápiz	ASTM D3363	HB-F
Adhesión de trama	ASTM D3359	0 (5B)
Humedad	ASTM D2247	1000 horas
Resistencia a los rayos UV	ASTM D4587	500 horas
Flexibilidad en mandril	ASTM D522	Probado en 1/8 pulgadas
Resistencia al moho	ASTM G21	Aprobado
Resistencia a la arena/polvo	MIL-STD 810F	Aprobado
Ambiente industrial y marino C5	ISO 12499	Aprobado

### ¿Por qué se necesita tanta protección?

Prácticamente todos los serpentines de condensadores, así como los gabinetes, controles y equipos auxiliares que residen al aire libre en los sistemas comerciales de calefacción, aire acondicionado y refrigeración están expuestos a condiciones severas de vez en cuando. Estos incluyen rayos UV fuertes y no filtrados, humedad de la lluvia y del aire húmedo, polvo y contaminantes. Todas estas condiciones pueden contribuir a la corrosión de las superficies metálicas en todo el sistema de calefacción, aire acondicionado y refrigeración, con la consiguiente degradación del rendimiento de transferencia de calor del serpentín y vida de funcionamiento.

*Si se dejan sin tratar los serpentines del condensador expuestos a atmósferas salinas y a condiciones severas, es de esperar que comiencen a degradarse en unos cientos de horas después de la instalación..*





***El ElectroFin E-Coat está específicamente formulado para extender la vida útil de los equipos entre cuatro y cinco veces más, y tiene menos del 1% de impacto en la eficiencia térmica de los serpentines que protege.***

El problema se agrava en las regiones costeras, donde el aire salino es la norma. Las propiedades corrosivas de la salinidad atmosférica están bien documentadas. Si se dejan sin tratar los serpentines del condensador expuestos a una atmósfera tal, es de esperar que comiencen a degradarse en unos cientos de horas después de la instalación. Por el contrario, las pruebas de exposición cuidadosamente controladas han revelado que, mientras que los serpentines tratados con ElectroFin E-Coat tienen relaciones de eficiencia energética (Energy Efficiency Ratios, EER) ligeramente más bajas que los serpentines no recubiertos en la instalación inicial, su rendimiento realmente mejora en las primeras 500 horas de uso y luego se mantiene casi estable a 2000 horas de exposición.

Por el contrario, los serpentines no recubiertos sufren una degradación continua del rendimiento desde el momento de la instalación. A las 3000 horas de exposición (el punto de finalización del ensayo), la EER de los serpentines recubiertos con ElectroFin E-Coat es aún mayor que la EER de los serpentines no recubiertos medida a 500 horas (ver gráfico).

Como es de esperar, en aplicaciones donde los serpentines del condensador están continuamente expuestos al aire salino, la duración y el rendimiento superior de los serpentines recubiertos con e-coat reducen el costo total de la propiedad (primer costo más costos de funcionamiento y mantenimiento) en comparación con los sistemas con serpentines no recubiertos.

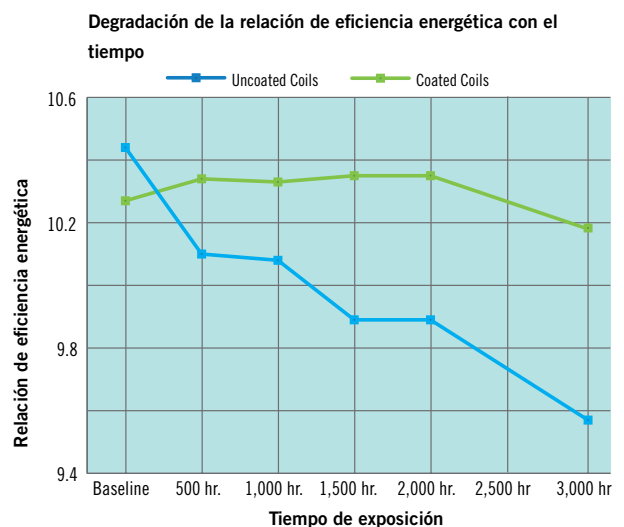
Lo que no es tan obvio es que los serpentines recubiertos con e-coat pueden proporcionar la protección necesaria y la mejora del rendimiento para reducir el coste total de la propiedad en un gran número de otras aplicaciones donde los serpentines del condensador están sujetos a microambientes corrosivos. Por ejemplo, las unidades de calefacción, aire acondicionado y refrigeración instaladas cerca de piscinas o que se encuentran en áreas de piscinas cubiertas pueden estar sometidas a microambientes de alta humedad y alto contenido de cloro. Donde quiera que haya altas concentraciones de gases de escape de vehículos o contaminantes industriales, proteger las aletas de los serpentines de aluminio o cobre con ElectroFin E-Coat también es una sabia elección. Los serpentines de cobre son especialmente susceptibles al ataque de los contaminantes industriales.

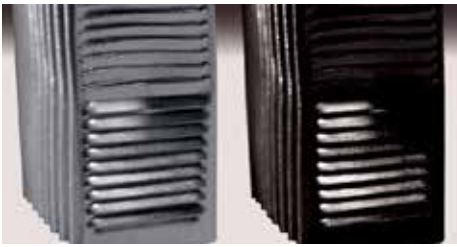
### ¿Qué tipo de ahorro en costos o rendimiento de la inversión (return on investment, ROI) se puede esperar?

En ambientes templados, no costeros, los serpentines de aleta de aluminio que tienen un recubrimiento previo con un epoxi ofrecen un poco más de protección que los serpentines sin recubrimiento, y pueden ser más económicos que los serpentines de cobre o con recubrimiento e-coat. Los

proveedores de recubrimientos a veces garantizan que tanto su producto aumenta la vida útil del equipo, y manifiestan que su recubrimiento extiende la vida útil de un serpentín “varias veces en comparación con un serpentín sin recubrimiento”. El ElectroFin E-Coat está específicamente formulado para extender la vida útil de los equipos entre cuatro y cinco veces más, y tiene menos del 1% de impacto en la eficiencia térmica de los serpentines que protege.

Los principales fabricantes de equipos originales (Original Equipment Manufacturer, OEM) de calefacción, aire acondicionado y refrigeración aprueban el uso del ElectroFin E-Coat para sus sistemas. De hecho, un OEM vio que los costos de la garantía de reemplazo de serpentines disminuyeron sustancialmente después de cambiar a los serpentines recubiertos con e-coat de ElectroFin en sus líneas de fabricación. El ElectroFin E-Coat también ofrece otras ventajas: puede ayudar a reducir el consumo de energía y puede ayudar a que los nuevos proyectos de construcción alcancen la certificación LEED por el Consejo de Edificios Verdes de los Estados Unidos.





NO RECUBIERTOS

RECUBRIMIENTO E-COAT

*Si tiene alguna otra pregunta o quisiera obtener más información sobre ElectroFin E-Coat aplicado en fábrica, envíenos un correo electrónico a [Coatings@Modine.com](mailto:Coatings@Modine.com).*

## ¿Cómo se debe especificar ElectroFin E-Coat para las unidades de calefacción, aire acondicionado y refrigeración en la fabricación OEM?

El ElectroFin E-Coat es la opción número uno de los OEM para la protección contra la corrosión. Todas las principales marcas de los OEM lo ofrecen a sus clientes, que valoran su protección adicional y eficiencia de refrigeración. Generalmente, la inclusión del recubrimiento e-coat en la etapa de fabricación agrega aproximadamente dos semanas al ciclo de pedido/entrega.

La clave para mantener, según lo previsto, el itinerario de construcción o renovación de su empresa es llegar a su contratista general lo antes posible. Pida a su contratista que separe el costo de agregar recubrimientos de ElectroFin a su oferta general. Algunos contratistas pueden estar reacios a hacerlo porque creen que incluir el costo de cualquier recubrimiento aplicado en fábrica -incluso por separado- hará que su oferta sea menos competitiva.

Permita que el contratista sepa que usted es consciente de los beneficios adicionales que ElectroFin E-Coat ofrece, una vida útil más larga, mantenimiento reducido, costos de energía más bajos, mayor capacidad y un período breve de recuperación de la inversión. Los clientes incluidos WalMart, Home Depot, Marriott, K-Mart, Target y Dillard's ya lo especifican. De hecho, el ElectroFin E-Coat protege más de 100 millones de pies cuadrados de sistemas de calefacción, aire acondicionado y refrigeración cada año, sobre miles de edificios comerciales en todo el mundo.

## Especificación del recubrimiento e-coat para todos los intercambiadores de calor de microcanales (MCHE) de aluminio

Los intercambiadores de calor de microcanales de aluminio suponen un reto particular para el proceso de recubrimiento e-coat debido a sus altas densidades de aletas y su consiguiente potencial de puente de material.

ElectroFin ha desarrollado un recubrimiento específico e-coat para permitir la extensión de la protección del recubrimiento e-coat en la tecnología MCHE. Para garantizar una cobertura de recubrimiento adecuada sin puente de material, el ElectroFin E-Coat con tecnología de construcción de bordes altos debe ser especificada. ElectroFin ha aplicado con éxito el recubrimiento e-coat de construcción de bordes altos a más de cien mil condensadores de microcanales en servicio a nivel mundial, incluidos muchos en ambientes extremadamente difíciles. Para los sistemas de calefacción, aire acondicionado y refrigeración ya instalados en campo, los recubrimientos para gabinetes y serpentines ElectroFin Insitu® pueden ser de ayuda.

Para los sistemas ya instalados en azoteas, junto a muelles de carga, en exteriores de edificios urbanos sujetos a los altos niveles de gases de escape de los vehículos, o en otros lugares problemáticos, los recubrimientos protectores ElectroFin Insitu pueden aplicarse mediante sistemas de aspersión. Estos recubrimientos contienen tecnología de pigmentos de acero inoxidable (ES2) incorporados para mejorar la resistencia a la humedad, corrosión y degradación UV casi hasta el mismo punto que la lograda con el ElectroFin E-Coat.

Además, se pueden aplicar recubrimientos por aspersión a los gabinetes del sistema y componentes auxiliares, lo que ofrece la opción no solo de agregar protección, sino también de cambiar el color de los equipos visibles para mejorar la estética del edificio o para apoyar a los propietarios de los edificios.

## ¿Qué debe hacer ahora?

Ahora que usted está más familiarizado con los diversos tipos de recubrimientos protectores para las unidades de calefacción, aire acondicionado y refrigeración, y entiende sus diferencias, puede hablar con más conocimiento con otros en su organización acerca de los beneficios que aportan a sus edificios.