

Boletín 5

DESEMPEÑO DEL GALVANIZADO EN CALIENTE EN BANDEJAS PORTACABLES FRENTE A LA CORROSION

Boletín técnico N°5
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

Desempeño del galvanizado en caliente en bandejas portacables frente a la corrosión

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

Inmersión en el Baño de Zinc:

Durante la inmersión en el baño de Zinc fundido, la superficie de las bandejas portacables fabricadas en acero reaccionan con el Zinc y forman distintas aleaciones Zn-Fe. Para facilitar esta reacción las piezas se mantienen sumergidas hasta que su temperatura alcanza la del baño de Zinc, entre 445°C y 450°C.

El tiempo de inmersión oscila desde pocos segundos en piezas de láminas finas como lo son las bandejas portacables y poco espesor, hasta varios minutos en piezas pesadas y espesores gruesos como lo son la soportería y accesorios.

Las piezas se extraen del baño de Zinc a una velocidad controlada y arrastran consigo una película de Zinc fundido que, al solidificarse, constituye la capa externa de Zinc puro.

El resultado es un recubrimiento tenaz, formado por una capa externa de Zinc y varias capas de aleaciones Zn-Fe que están unidas metalúrgicamente al acero base. En la figura 1 se puede observar la disposición de estas capas y su porcentaje de composición.

Esquema de la sección de una pieza galvanizada:

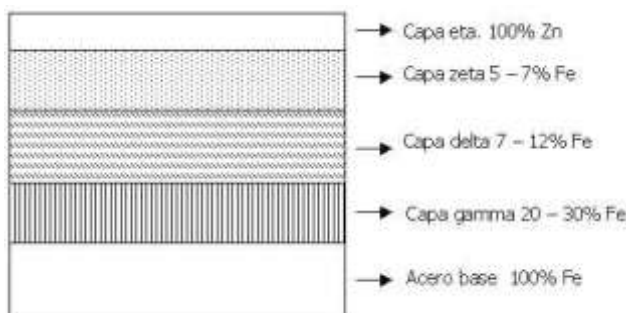


Figura 1

Los recubrimientos que se obtienen por galvanización en caliente están constituidos por varias capas de aleaciones zinc-hierro, fundamentalmente tres, que se denominan "gamma", "delta" y "zeta" y una capa externa de zinc prácticamente puro (fase "eta"), que se forma al solidificar el zinc arrastrado del baño y que confiere al recubrimiento su aspecto característico gris metálico brillante. En la figura 2 se puede observar el aspecto y color de estas capas.

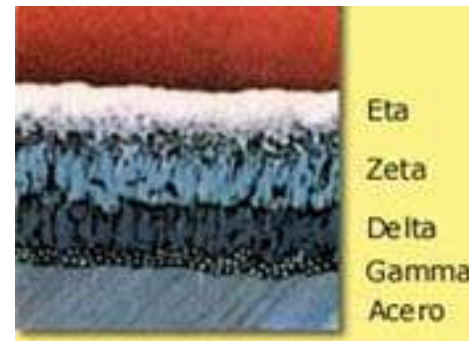


Figura 2

Al ser recubrimientos obtenidos por inmersión en zinc fundido, cubren la totalidad de la superficie de las piezas, tanto las exteriores como las interiores de las partes huecas así como otras muchas áreas superficiales de las piezas que no son accesibles para otros métodos de protección.

Resistencia a la abrasión

Los recubrimientos galvanizados poseen la característica casi única de estar unidos metalúrgicamente al acero base, por lo que poseen una excelente adherencia.

Por otra parte, al estar constituidos por varias capas de aleaciones zinc-hierro, más duras incluso que el acero, y por una capa externa de zinc que es más blanda, forman un sistema muy resistente a los golpes y a la abrasión.

Resistencia a la corrosión

Los recubrimientos galvanizados proporcionan al acero que compone a las bandejas portacables una protección triple.

- *Protección por efecto barrera.* Aislándola del medio ambiente agresivo en que fue instalada.

- *Protección catódica o de sacrificio.* El zinc constituirá la parte anódica de las pilas de corrosión que puedan formarse y se irá consumiendo lentamente proporcionando protección a la bandeja portacables. Mientras exista recubrimiento de zinc sobre la superficie de los laterales y fondo de la bandeja portacables, ésta no sufrirá ataque corrosivo alguno.
- *Restauración de zonas desnudas.* Los productos de corrosión del zinc, que son insolubles, compactos y adherentes, taponan las pequeñas discontinuidades que puedan producirse o estar presentes en el recubrimiento de las bandejas portacables por causa de la corrosión o por daños mecánicos (golpes, arañazos, etc.).

Diagrama de dureza de los recubrimientos galvanizados

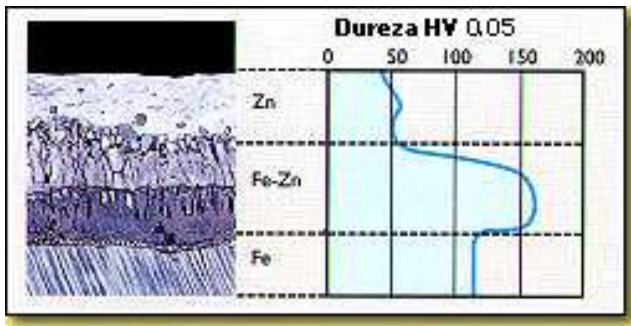


Figura 3

Corrosión en agua dulce

El acero galvanizado resiste generalmente bien la acción corrosiva de las aguas naturales, ya que el anhídrido carbónico y las sales cálcicas y magnésicas que normalmente llevan en disolución estas aguas ayudan a la formación de las capas de pasivación del zinc, que son inertes e insolubles y aíslan al recubrimiento de zinc del subsiguiente contacto con el agua.

La dilatada experiencia existente en el empleo de acero galvanizado en utilizaciones relacionadas con el transporte y almacenamiento de aguas dulces, son la mejor prueba de que el acero galvanizado tiene una excelente resistencia a la corrosión en este tipo de aguas.

Corrosión en agua de mar

Los recubrimientos galvanizados resisten bastante bien el ataque corrosivo del agua de mar.

Ello se debe a que los iones Mg y Ca presentes en este agua inhiben la acción corrosiva de los iones cloruro y favorecen la formación de capas protectoras.

Corrosión atmosférica

La duración de la protección que proporcionan los recubrimientos galvanizados frente a la corrosión atmosférica es extremadamente alta y depende de las condiciones climatológicas del lugar y de la presencia en la atmósfera de contaminantes agresivos, como son los óxidos de azufre (originados por actividades urbanas o industriales) y los cloruros (normalmente presentes en las zonas costeras).

Galvanización general

La norma básica que especifica las características que deben cumplir los recubrimientos galvanizados que se obtienen en las instalaciones discontinuas de galvanización en caliente (conocidas normalmente como instalaciones de galvanización general), es la norma española e internacional UNE EN ISO 1461:1999, "Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero.

Especificaciones y métodos de ensayo", que ha venido a sustituir a la norma UNE 37-508-88.

Las características que, según esta norma, sirven de criterio para determinar la calidad de estos recubrimientos son el aspecto superficial, el espesor y la adherencia.

El espesor es la característica más relevante, ya que la duración de la protección es directamente proporcional a su espesor.

Los espesores mínimos exigibles a estos recubrimientos, según la norma UNE EN ISO 1461, son los que se indican en la siguiente tabla, que están en relación con el espesor del acero base.

Espesores mínimos del recubrimiento.

TABLA 1				
Espesor de la pieza	Valor local (mínimo)		Valor medio (mínimo)	
	g/m ²	µm	g/m ²	µm
Acero ≥6 mm	505	70	610	85
Acero ≥3 mm hasta < 6 mm	395	55	505	70
Acero ≥1,5 mm hasta < 3 mm	325	45	395	55
Acero < 1,5 mm	250	35	325	45
Piezas moldeadas ≥6 mm	505	70	575	80
Piezas moldeadas < 6 mm	430	60	505	70

En la tabla 1 anterior se puede observar el espesor mínimo de recubrimiento donde se encuentran las bandejas portacables según el espesor de sus laterales que normalmente están en un espesor de pieza de 1,5 mm

Qué significa el término “vida útil del galvanizado”

Este término quiere decir el tiempo que el zinc del recubrimiento protegerá al acero base de la acción de la corrosión.

Por los efectos que posea la agresividad ambiental en un determinado lugar las capas que constituyen el recubrimiento se van desgastando progresivamente, primero lo hace la capa de zinc puro y posteriormente las sucesivas capas de aleaciones de zinc-hierro que conforman el recubrimiento de zinc.

Cuando el desgaste llega a las capas interiores más ricas en hierro, es cuando se observa que en las superficies del material se torna en un color marrón rojizo.

Lo anterior no significa que el acero base se esté oxidando o el propio acero de la estructura o pieza, pero sí que es el momento de ir previendo en la aplicación de un recubrimiento o sistema de pintura de mantenimiento.

Como la composición del acero base influye sobre el desarrollo relativo de las distintas capas de aleaciones zinc-hierro, no puede determinarse a priori el tiempo que tardará en aparecer esta coloración marrón rojiza.

Velocidad de corrosión del zinc en diferentes atmósferas (según ISO 9223)		
Categoría de Corrosividad	Ambiente	Pérdida media anual de espesor de zinc (µm)
C1 Muy baja	Interior: Seco	0,1
C2 Baja	Interior: Condensación ocasional	0,1 a 0,7
C4 Alta	Interior: Piscinas, plantas químicas, etc. Exterior: Industrial no marítimo, y urbano marítimo	2,1 a 4,2
C5 Muy alta	Exterior: Industrial muy húmedo o con elevado grado de salinidad	4,2 a 8,44

Los recubrimientos de zinc protegen el acero sacrificándose a su favor, de tal manera que aunque se presentaran daños diversos como cortes, raspaduras o perforaciones, estarán igualmente protegidos contra la oxidación, debido a la diferencia de potencial electroquímico que existe entre el zinc y el acero (protección catódica).

Resistencia a la Corrosión de los Recubrimientos Galvanizados

Espesor del Recubrimiento		Número de años en promedio de duración hasta que aparece una oxidación de 5% sobre la superficie de acero en atmósfera			
Milésimas de pulgada	gr/m ²	Rural	Marina	Urbana	Industrial
0.0015 a 0.0031	269 a 557	17 - 35	12 - 20	10 - 15	4 - 8
0.0031 a 0.0047	557 a 844	35 - 50	20 - 35	15 - 25	8 - 12
0.0047 a 0.0078	884 a 1400	50 - 75	35 - 50	25 - 40	12 - 18

Norma ISO

ISO 1461 "Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero.

Espesores mínimos del recubrimiento

Espesor de la pieza	Valor local (mínimo)		Valor medio (mínimo)	
	g/m ²	µm	g/m ²	µm
Acero > 6 mm	505	70	610	85
Acero >3 mm hasta < 6 mm	395	55	505	70
Acero >1,5 mm hasta < 3 mm	325	45	395	55
Acero < 1,5 mm	250	35	325	45
Piezas moldeadas > 6 mm	505	70	575	80
Piezas moldeadas < 6 mm	430	60	505	70

Consideraciones:

La mayor parte de los aceros se pueden galvanizar: aceros suaves al carbono, aceros de alta resistencia y baja aleación y los aceros hasta con el 0.20% de cobre, siendo los más adecuados los aceros suaves.

Lo que tiene una influencia notable sobre el espesor y el aspecto del galvanizado es el contenido de los elementos aleables habitualmente presentes en el acero: carbono, manganeso y silicio.

Al aumentar la proporción de estos elementos aumenta el espesor del recubrimiento y toma una coloración gris mate. El efecto mayor lo produce el silicio en concentraciones mayores al 0.12%

En las bandejas portacables normalmente el espesor promedio de la capa de zinc aplicada es superior a las **120 µm** sobre piezas fabricadas con espesores de 1.5 a 3 mm, tales como tramos rectos, curvas y accesorios.

Esto representa alrededor de unos **920 grs/m²** de revestimiento en las bandejas portacables. Partiendo de estos valores suministrados por los proveedores de servicio de galvanizado, podemos proyectar el tiempo de vida útil del revestimiento del galvanizado en las bandejas portacables de acuerdo a la tabla de resistencia a la corrosión de los recubrimientos galvanizados, de la siguiente forma:

Resistencia a la Corrosión de los Recubrimientos Galvanizados en bandejas portacables

Espesor del Recubrimiento		Número de años en promedio de duración hasta que aparece una oxidación de 5% sobre la superficie de acero en atmosferas			
		Rural	Marina	Urbana	Industrial
µm	gr/m ²				
120	920	55 - 80	35 - 55	25 - 55	15 - 25

Comportamiento en medios ácidos

Atención!. No debe especificarse la galvanización para la protección del acero en medios ácidos, porque no es adecuada. La razón es que el zinc es atacado con facilidad por los medios cuyo pH sea inferior a 5,5.

Comportamiento en medios alcalinos

El zinc tolera mucho mejor los álcalis que los ácidos. El acero galvanizado se comporta bien en medios moderadamente alcalinos. El límite máximo de alcalinidad recomendable es el correspondiente a pH 12,5.

El problema, muchas veces, es conocer la alcalinidad real del medio en el que vaya a trabajar el material galvanizado. Si usted tiene alguna duda a este respecto, consulte con la Asociación de Galvanización de su país.

Comportamiento frente a los compuestos orgánicos

Normas Referenciales de Galvanizado

A continuación se indica una lista de normas utilizadas en el galvanizado en sus diferentes aplicaciones:

Normas Venezolanas (FONDONORMA)

COVENIN 1212: 81 Recubrimiento con zinc por inmersión en caliente para utilería de acero y fundición de hierro.

COVENIN 0565: 80 Productos de hierro y acero. Determinación de las características del recubrimiento del zinc.

COVENIN 0535: 2001 Alambre de acero galvanizado para refuerzo de cables de aluminio.

COVENIN 1721: 81 Láminas acanaladas o perfiladas galvanizadas.

COVENIN 2064: 2000 Alambres de acero galvanizado para jergones.

COVENIN 2577: 93 Tubos metálicos intermedios de

acero galvanizado para instalaciones eléctricas.

Consultas:

Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Avenida Andrés Bello, Edf. Torre Fondo Común, Pisos 11 y 12, Apartado Postal 51116 Caracas 1050-A Tel: (212) 575 41 11 Fax: (212) 574 13 12
central@fondonorma.org.ve
<http://www.fondonorma.org.ve>

Normas Españolas

UNE 37-501-88 Galvanización en caliente. Características y métodos de ensayo.
UNE 37-505-89 Tubos de acero galvanizados en caliente. Características. Métodos de ensayo.
UNE 37-507-88 Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
UNE 37-509-89 Instalaciones de fontanería realizadas con tubo de acero galvanizado. Recomendaciones para la prevención de la corrosión prematura.
UNE 19.047-85 Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente.
UNE EN ISO 14713 Protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Recubrimientos de zinc y aluminio - Directrices (ISO 14713:1999).
UNE EN 10218-1 "Alambres y productos trefilados en acero. Generalidades. Parte 1. Métodos de ensayo".

Consultas: <http://www.atteg.es>

Normas Americanas

ASTM A123. Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coating on Iron & Steel products (Especificación para recubrimientos con zinc en hierro y acero)
ASTM A153. Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware (Especificación para partes de hierro y acero recubiertas con zinc)
ASTM A385. Practice for Providing High-Quality Zinc Coatings (Hot-Dip) (Practica para generar un recubrimiento de zinc de alta calidad)
ASTM A 653. Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized) or Zinc-Iron Alloy-Coated (Galvannealed) by the Hot Dip Process (Especificación para hojas de acero galvanizadas o con recubrimiento con aleación Zn-Fe por inmersión en caliente)
ASTM A767. Zinc coated steel bars for concrete reinforcement (Cabillas de acero recubiertas con zinc para concreto reforzado)
ASTM A780. Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings (Reparación de áreas dañadas y sin recubrir de piezas galvanizadas por inmersión en caliente)

ASTM A 902. Terminology Relating to Metallic Coated Steel Products. (Terminología relacionada a productos de acero recubiertos con metal)

ASTM D 6386-99. Standard practice for preparation of zinc galvanized coated iron & steel products & hardware surface for painting (Estándar de preparación de superficie de piezas de acero y galvanizadas por pintarse)

Consultas: <http://www.astm.org>