

PROTECCION EFECTIVA DEL ACERO EN AMBIENTE DE ALTA CORROSIVIDAD

La necesidad de ofrecer mayor protección al acero en ambientes de alta corrosividad, como es el caso de instalaciones en áreas costeras e industriales, así como por requerimientos de señalización y de orden estéticas, ha generado el desarrollo del sistema de revestimiento dúplex. En Venezuela, en la extensa y poblada zona costera, los arquitectos, ingenieros, constructores, urbanistas y proyectistas de desarrollos urbanísticos y turísticos deben considerar el uso de revestimientos duplex para las obras de infraestructura a fin de protegerlas adecuadamente contra los efectos de la corrosión. Igualmente las instituciones del sector público deben considerar su utilización para garantizar la durabilidad de las obras en las que el acero sea elemento constructivo.

Por considerar la importancia de este tema y su aplicabilidad en Venezuela la Asociación Venezolana de Galvanizadores le dedica este boletín

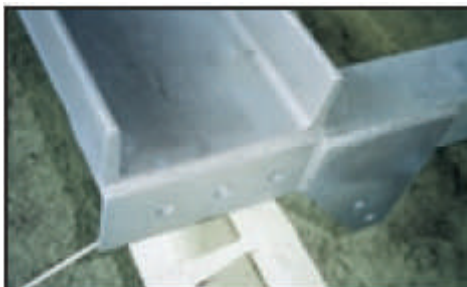
PINTADO DEL ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE-SISTEMAS DÚPLEX

Fuente: Asociación de Galvanizadores de Sudáfrica HDGASA © 2005, Cap. 17.

"Revestimientos Dúplex" es un término inventado por JFh van Eijnsbergen, el célebre experto en corrosión, a comienzos de los años 50. El término describe la protección del acero por un revestimiento de zinc que a su vez está recubierto por un revestimiento no metálico. El propósito es conferir una resistencia adicional contra la corrosión cuando se necesita, o cuando se requiere conseguir un aspecto atractivo. La duración de la resistencia contra la corrosión del revestimiento dúplex propiamente aplicado es mayor que la suma de las vidas individuales de los dos revestimientos. Típicamente, el factor de adición de vida en un clima bastante agresivo, es de 1,8 a 2,0; en agua salada es de 1,3 a 1,6 y en un clima no agresivo es de 2,0 a 2,7.

La protección efectiva del sistema dúplex sólo es posible cuando la adherencia a largo plazo del revestimiento interno se obtiene mediante revestimientos de pintura que no reaccionan con el sustrato de zinc. La preparación previa y la limpieza inadecuadas de la superficie de zinc, antes de la aplicación del sistema de pintura compatible o revestimiento en polvo, es la causa principal de falla prematura.

[Más detalles](#)



Revestimiento galvanizado preparado con chorreo por barrido, seguido de un sistema apropiado de pintura.

Próximos eventos

METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS: 20th ISO/TC 107 Plenary Meeting.

Reunión plenaria del Comité Técnico para Recubrimientos metálicos e inorgánicos. Febrero 25-27, 2008. Hotel Marina Bay Porlamar – Venezuela.

[Más detalles](#)

XLIII Asamblea General de la Asociación Técnica Española de Galvanización. Madrid 7 de febrero de 2008. El programa incluye una Jornada Técnica Informativa:

[Más detalles](#)

Tercer Premio AVGAL de Galvanizado. Para reconocer obras destacadas por el uso significativo o novedoso del acero galvanizado en edificaciones, construcción civil o equipamiento urbano. Salón Malaussena de Arquitectura y Urbanismo a celebrarse en Valencia en el mes de Julio.

SISTEMA DUPLEX EN EL III SEMINARIO INTERNACIONAL DE AVGAL

El tema Recubrimientos Duplex fue tratado por la Asociación Venezolana de Galvanizadores en su Tercer Seminario Técnico Internacional, realizado en Valencia el pasado 19 de marzo de 2007, en el auditorio de la Cámara de Industriales del Estado Carabobo. En este evento el experto británico en tecnologías contra la corrosión, Rob White, expuso el proceso y las ventajas de los "Revestimientos Duplex".



PINTADO DEL ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE-SISTEMAS DÚPLEX

Debido a que los revestimientos de pinturas son permeables, en mayor o menor grado, el agua puede penetrar, por un periodo de tiempo hasta la superficie de zinc y puede reaccionar con él. Los productos de corrosión sólida son aproximadamente 20% mayores en volumen que el zinc de donde provienen; mientras que los productos de la corrosión del acero ocupan el doble de volumen que el acero de donde se han formado. En el caso de revestimientos dúplex, esto puede ser beneficioso ya que los defectos de los revestimientos orgánicos pueden sellarse parcialmente y retardarse el corrimiento interno. Sin embargo, el ataque excesivo de la interface ocasionará que se pele el revestimiento o que aparezcan burbujas, pero en menor grado que cuando son producidos por los productos de corrosión del acero que son más voluminosos.

Los aceros calmados con silicio galvanizados por inmersión en caliente se pintan con más facilidad que las láminas revestidas por galvanizado en continuo; esto se debe a presencia de la aleación hierro/zinc en los primeros, mientras que en las láminas el revestimiento es de zinc puro.

Para revestimientos de zinc obtenidos por termorrociado, se recomienda aplicar un sellador inicial para prevenir la absorción de pintura en los poros del revestimiento de zinc, evitando así un revestimiento lleno de pigmento que tiende a desintegrarse.

El revestimiento de polvo con poliéster, epoxi-poliéster o epoxi es una práctica común.

CUÁNDO PINTAR UNA ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO EN CALIENTE

Estructuras existentes

La necesidad de pintar estructuras galvanizadas ya existentes ocurrirá una vez que el revestimiento galvanizado está cerca del final de su vida útil. La pintura de mantenimiento aplicada sobre una superficie galvanizada envejecida y limpia es normalmente más efectiva que cuando estas pinturas se aplican sobre la superficie oxidada del acero. Esto se debe a que los productos de corrosión de zinc son más fáciles de eliminar, por tanto constituye un sustrato más estable.

Al igual que con el acero sin galvanizar, la pintura de mantenimiento rara vez cumple el estándar de la pintura de revestimiento original. Los epoxis, que han sido formulados específicamente como pintura para el mantenimiento del acero, normalmente también son efectivos en superficies galvanizadas envejecidas, pero limpias. Sin embargo, con la previsión necesaria el alto costo de la pintura de mantenimiento podría evitarse o diferirse aplicando un revestimiento dúplex desde un principio.

Frecuentemente, el acero estructural galvanizado se pinta sin necesidad, por la creencia errada de que las manchas de óxido presentes en el revestimiento emanan del sustrato de

acero. Es importante considerar que las aleaciones de hierro/zinc constituyen una gran proporción del revestimiento.

A medida que ocurre el desgaste gradual del revestimiento, se observan las manchas de óxido provenientes de esta aleación; particularmente con los revestimientos muy gruesos formados durante el galvanizado de aceros reactivos calmados con silicio. La única prueba concluyente es determinar el espesor verdadero del revestimiento remanente, mediante indicadores de espesor electromagnéticos.

Estructuras Nuevas

Los resultados más satisfactorios del sistema dúplex se obtienen al aplicar el sistema de pintura tan pronto se termina de galvanizar. El galvanizado envejecido, previamente limpio, puede proveer una superficie satisfactoria donde aplicar la pintura, pero esta opción sólo debe considerarse cuando el material está ubicado en un sitio donde la corrosión es relativamente suave y se ha desarrollado una superficie de zinc envejecido.

Bajo ninguna circunstancia deben pintarse estructuras recién galvanizadas en un ambiente marino donde la necesidad de remover antes de pintar los productos inestables de la corrosión del zinc hará el sistema menos efectivo. En el caso de sistemas apornados, pintar antes de la edificación brinda un excelente beneficio porque las superficies de acople reciben protección agregada, a la vez que se previene el contacto metal-metal.

Una alternativa para aplicar un sistema de pinturas inmediatamente después de galvanizar es colocar un imprimante apropiado en esta etapa, luego aplicar las manos de pinturas de acabado en el sitio. Algunos imprimantes, como el plumbato de calcio, tienden a manejar el daño, aunque para la adherencia satisfactoria entre los revestimientos, la aplicación de la pintura sobre el plumbato de calcio no se debe postergar. Los imprimantes de copolímeros acrílicos modificados de base acuosa han demostrado ser mucho menos propensos al daño y también se puede aplicar el revestimiento final posteriormente en sitio. Sin embargo, la capa final debe aplicarse cuanto antes si el material preparado se entrega en un lugar corrosivo.

Idealmente el material debería pintarse totalmente en el taller de galvanizado, donde el estricto proceso de control de calidad puede hacerse cumplir. El daño en el trayecto del material pintado es principalmente el resultado del mal apilamiento y rudo manejo. El uso de separadores de plástico o de materiales similares, al igual que colgaderos de nylon para cargar y descargar, generalmente causa poco daño a un revestimiento de pintura correctamente aplicado. Se recomienda usar productos de pintura de manera que cualquier daño que pueda ocurrir durante el tránsito sea fácilmente reparable en sitio, antes o después de la erección.

./...

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA EL REVESTIMIENTO DÚPLEX

Una superficie de zinc totalmente libre de contaminación es un prerrequisito importante para una pintura satisfactoria en el acero galvanizado. Casi todas las fallas ocurren por la preparación inadecuada de la superficie o recontaminación, después de limpiar y antes de pintar la superficie reactiva de zinc.

Cuando no se informa al galvanizador que se pintará posteriormente, a menudo el galvanizado se suministra con un baño de pasivado en una solución de dicromato sódico, que puede afectar de manera negativa la adherencia de la pintura. Del mismo modo, las protuberancias de zinc y los bultos, lo pueden ser aceptables en superficies galvanizadas, no se eliminarán si el galvanizador no sabe a priori de este requisito de pintura.

Aspereza de la superficie de el revestimiento de zinc

Al igual que cuando la pintura se aplica directamente al acero, las salpicaduras de soldadura, la escoria y los defectos en la superficie de acero serán notorios después del galvanizado en caliente, si antes esas fallas no son eliminadas previamente.

Las irregularidades en la superficie del revestimiento galvanizado podrían consistir de pequeñas partículas de escoria, óxido de zinc, depósito de flux superficiales y manchas provenientes de intersticios no sellados. Las protuberancias localizadas pueden ocurrir donde el drenaje del exceso de zinc durante la extracción del baño galvanizado es incompleto. Generalmente, estas características no disminuyen la resistencia a la corrosión del revestimiento galvanizado, pero si se aplica el sistema dúplex, serán más evidentes después de la pintura y se puede reducir localmente el espesor del revestimiento de pintura.

Una película de pintura más delgada, localizada sobre una pequeña partícula de escoria o una gota de zinc, es menos crítica que sobre una protuberancia en acero desnudo. Los productos de corrosión de zinc que se forman después que el área delgada de pintura se ha agotado por la corrosión prevenirán la corrosión acelerada, siempre que se mantenga la buena adherencia en todo el revestimiento de pintura. Esto se ha demostrado, por ejemplo en el caso de revestimientos en polvo donde la presencia de agujeros (pinoles) no influye en la resistencia a la corrosión del sistema dúplex, expuesto a la atmósfera. Sin embargo, en condiciones de corrosión severa, no se deben aceptar revestimientos de pintura más delgados.

Chorroado de barrido

El chorroado de barrido con abrasivos de grano fino es un método muy usado para preparar superficies galvanizadas que serán pintadas. No hay duda de que, si se aplica correctamente este producto, se logra una adherencia excelente ¹.

El uso de arenilla metálica ultra fina y una pistola de presión son importantes. Sin embargo, si se usa un material contaminado o un abrasivo en polvo, el chorroado puede hacer más daño que bien. La pistola de alta presión y el uso de abrasivos inadecuados pueden ocasionar la separación de escamas de aleación hierro/zinc, especialmente con capas de aleación muy desarrolladas, asociadas al galvanizado de acero calmado al silicio ².

El proceso es menos efectivo en piezas como rejillas donde las superficies inaccesibles quedan poco limpias, mientras que los bordes expuestos tienden a ser sobre atacados. El proceso de chorroado por barrido sólo debe usarse para la preparación de superficies de acero galvanizadas si se dispone del material y del equipo correcto, además debe ser operado por un personal entrenado.

Limpieza química

El zinc tiende a atraer contaminantes, como el aceite y el polvo. Todos los contaminantes deben eliminarse limpiando con un solvente detergente desengrasante calificado. Hacerlo de manera incorrecta es la causa principal de fallas del sistema dúplex.

Los limpiadores para galvanizado, que contienen abrasivos, han demostrado ser eficaces con un fregado adecuado. Los componentes abrasivos tienden a sedimentarse en recipientes que han estado en reposo y se recomienda mezclar cuidadosamente antes de usar. Después de desengrasar es fundamental lavar con un cepillo de cerdas y enjuagar con agua potable para eliminar toda traza de limpiadores químicos. Entonces en la superficie de zinc debe formarse una película continua de agua. Una vez que se logra ese estado y la superficie esté seca, debe pintarse de inmediato.³

Revestimientos de conversión química

El pretratamiento químico se diseña, en primer lugar, para proporcionar un enlace fuerte duradero entre revestimientos metálicos y no metálicos, también para prevenir o retardar la acción física o química indeseable entre ambos revestimientos.

Los pre-tratamientos químicos más ampliamente utilizados son los fosfatos y cromatos, que son muy usados para pintar láminas y para revestimientos en polvo. Ciertos productos se han desarrollado que contienen una pequeña adición de sales de cobre, lo que le da al revestimiento de zinc un color plomo oscuro. La ventaja de estas formulaciones es que es posible establecer que todas las superficies han sido tratadas simplemente por una inspección visual.

Se ha demostrado que estas formulaciones promueven una excelente adherencia, aunque puede decirse que las sales de cobre son en teoría dañinas cuando entran en contacto con el revestimiento de zinc. La experiencia en el Reino Unido ha demostrado que esto sólo ocurre si el revestimiento orgánico posterior se malogra o si ha sido aplicado en una superficie donde el pretratamiento químico continúa reaccionando.

SELECCIÓN DEL SISTEMA

Al seleccionar el sistema apropiado, se recomienda, de ser posible, que todos los productos sean suministrados por el mismo fabricante de pinturas. Esto asegurará la compatibilidad.

Ciertas fórmulas de pintura no deben aplicarse directamente a las superficies de zinc. Entre otros, los alquídicos pueden ocasionar saponificación con la formación de ácido fórmico que atacará el sustrato de zinc y ocasionará una mala adherencia a largo plazo. Algunas pinturas aplicadas a superficies de zinc debidamente limpiadas proporcionan una buena adherencia entre el revestimiento de zinc y la pintura sin la aplicación de un imprimante; particularmente si la superficie galvanizada ha sido tratada por chorreado de barrido.

Una excelente adherencia en algunos revestimientos especialmente formulados de epoxi y poliuretano bien estructurados ya pueden obtenerse sin el uso de un imprimante o revestimiento de enlace.

Imprimación

Los imprimantes, aplicados correctamente en superficies limpiadas, que han demostrado ser muy eficientes en proporcionar la adherencia, necesaria a largo plazo, entre el revestimiento orgánico y el sustrato de zinc incluyen:

- Componentes Amina epoxi, solvente que contiene óxidos y silicatos de zinc.
- Copolímeros acrílicos de base acuosa modificada. Estas imprimaciones no deben usarse si se anticipa una saturación permanente en servicio.

Revestimientos de acabado

El material a usarse estará determinado por las condiciones a encontrar en el servicio. Los revestimientos de dos componentes (Polyamide cured highbuild epoxy coatings) se han usado exitosamente en la industria minera corrosiva; pero en algunos productos se han encontrado problemas asociados con abrasión y fragilidad por envejecimiento.

Los epoxi con aluminio (Highbuild, high volume solids, twin pack, aluminium filled epoxies) se aplican exitosamente a las superficies galvanizadas imprimadas. Estos productos pueden suministrarse con pigmentos de óxido de hierro micáceo o pigmento de un solo color, si el endurecimiento por efecto de la luz solar no es problema. Estos productos también se usan exitosamente para pintura de mantenimiento.

Los poliuretanos se están haciendo populares en situaciones donde se requiere retener el color brillante y el satinado. El sobre revestimiento con caucho clorinado (clorocaucho) ha sido exitoso, pero este producto está siendo sustituido por revestimientos de vinil bien estructurados. Se ha obtenido logros importantes con el alquitrán epoxi especialmente formulado, cuando se aplica a superficies de zinc apropiadamente preparados, éstos pueden brindar protección a largo plazo sin mantenimiento.

Para información más detallada, refiérase a las publicaciones de la Asociación de Galvanizadores de Sudáfrica: Specification for the Performance Requirements of Coating Systems y Code of Practice For Surface Preparation and Application of Organic Coatings.

1. Las condiciones operativas más usuales son: máxima presión de aire 2 bar; distancia de la boquilla a la superficie 40 – 50 cm; diámetro de la boquilla 5 – 6,5 mm; ángulo de incidencia 35 - 45°; velocidad de tratamiento 30 – 45 m² por hora; reducción media del espesor de la capa de zinc 10 – 15 mm.
2. Es preciso rebajar la presión de chorreado a 1,5 bar, como máximo, para evitar provocar daños en los mismos. En ningún caso debe utilizarse granalla de acero.
3. Un método de limpieza/desengrase eficaz es el frotado con un trapo embebido en polvo de corindón y una solución acuosa amoniacal (1 – 2 % en peso de NH₄OH) hasta que se forme una espuma gris, que se deja actuar durante 10 minutos y luego se lava bien con agua.

Sitios de interés

1. <http://www.corp.indgalv.com.au/technical/prepare.htm>
2. ASTM D6386-99(2005) Standard Practice for Preparation of Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coated Iron and Steel Product and Hardware Surfaces for Painting. <http://www.astm.org/DATABASE.CART/PAGES/D6386.htm>
3. <http://www.hdg-online.net/index.php?>



Schedule for the 20th ISO/TC 107 Plenary meeting
 From February 25th to February 27th, 2008
 Hotel Marina Bay Urb. Costa Azul, calle Abancay, Porlamar
 Isla de Margarita-Venezuela
 Teléfonos: (58-0295) 262.52.11 (Master)
 Reservaciones: (58-0295) 262.12.56 Fax: (58-0295) 262.41.10
 Email: grupos@hotelmariabay.com

Mon., February 25 th	Tue., February 26 th	Wed., February 27 th
8:30 a.m. to 9:00 a.m. Please register and pick up badges at		
9:00 a.m. TC 107/SC 3 <i>Electrodeposited coatings and related finishes</i> Secretary: Sik-Chol Kwon Chairperson: Paul Ray ISO member responsible: BSI	9:00 a.m. TC 107/WG 1 <i>Thermal Spraying</i> Secretary: Xuebin Zheng Convener: Simo-Pekka Hannula	9:00 a.m. TC 107 <i>Metallic and other inorganic coatings</i> Secretary: Soo W. Lee Chairperson: Sung Namgung ; ISO member responsible: KATS
Lunch – 12:00 to 1:30 p.m.	Lunch – 12:00 to 1:30 p.m.	Lunch – 12:00 to 1:30 p.m.
2:00 p.m. TC 107/SC 4 <i>Hot dip coatings (galvanized, etc.)</i> Secretary: William Smith Chairperson: Bernard Shelley ISO member responsible: BSI TC 107/SC 7 <i>Corrosion tests</i> Secretary: Dorota Hitczenko Chairperson: Lech Kwiatkowski ISO member responsible: PKN TC 107/SC 8 <i>Chemical conversion coatings (KATS) – Do-Yon Chang,</i> Secretary: Man-Been Moon Chairperson: Do-Yon Chang ISO member responsible: KATS	2:00 p.m. TC 107/WG 2 <i>Vitreous and porcelain enamel coatings</i> Convener: John Mullis TC 107/WG 3 <i>Terminology</i> Convener: Paul Ray Conference dinner – 6:00 p.m. (to be arranged)	2:00 p.m. TC 107 <i>Metallic and other inorganic coatings</i> Secretary Secretary: Soo W. Lee Chairperson: Sung Namgung ; ISO member responsible: KATS

ASOCIACION TECNICA ESPAÑOLA DE GALVANIZACION

Los temas a tratar en esta Jornada Técnica son los siguientes.

- “Estudio sobre alternativas de recuperación / valorización de los ácidos agotados de decapado”.
- “Desarrollos en las tecnologías de inspección de los crisoles de galvanización. Revisión de la dinámica de corrosión de estos crisoles en diferentes tipos de hornos”.
- “Proceso de recuperación del ácido clorhídrico de los baños de decapado”.
- “Consideraciones sobre el Reglamento Europeo REACH y sus implicaciones para la industria de la galvanización en caliente”.
- “El nuevo Registro PRTR de emisiones y fuentes contaminantes.
- Estructura del PRTR - España y procedimientos de Registro y Notificación”.
- “Avance de la Guía de Orientación Sectorial para la notificación de sus emisiones al Registro PRTR por parte de las empresas de galvanización en caliente”.