

ETAPAS PARA LA SOLUCIÓN O MITIGACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE DISEÑO ANTICORROSIVO EN LOS PROYECTOS CON SISTEMAS DE PINTURA PROTECTORAS.

Dr. C. Carlos Alberto Echeverría Lage¹, Dr. C. Ornan Méndez González¹, M. Sc. Asael González Betancourt¹, M. Sc. Carlos Alberto Echeverría Boan², M. Sc. Mayrén Echeverría Boan², Ing. Juan E. Rodríguez Beltrán¹.

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca
Km.3, Matanzas, Cuba.*

2. Universidad de Vigo, Galicia, España.

Resumen.

Las normas internacionales y en particular (UNE-EN ISO 12 944-3: 2007), establece los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que deben ser objeto de atención para ejecutar adecuadamente un proyecto de protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. En trabajos precedentes (Echeverría, C. A., et. al. 2004, 2008, 2010), se ha destacado que en la propia norma no se ofrecen las soluciones a la mayoría de estos problemas, por lo que no quedan resueltos en la etapa correspondiente del proyecto. En el presente trabajo, partiendo de la experiencia práctica, en la solución o atenuación de los mismos, se fundamenta la existencia de una segunda etapa de tratamiento a estos problemas, con lo que se asegura una mayor durabilidad y eficiencia de los sistemas de pintura.

Palabras claves: *Monografías; Diseño Anticorrosivo; Normas Internacionales; Corrosión y Protección.*

Introducción.

Para conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo, que deben ser objeto de atención en un proyecto de pintura, hay que consultar de forma obligada la Norma (UNE-EN ISO 12 944-3 2007). Dado que en esta norma, se establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión. Entre ellos, que las superficies de las estructuras de acero expuestas a los agentes corrosivos deben ser pequeñas en extensión y tener el número más pequeño posible de irregularidades (superposiciones, esquinas, bordes). Además, que las uniones deben ser realizadas preferiblemente mediante soldadura (preferentemente continua), en vez de atornilladas o ribeteadas, para conseguir la superficie más uniforme posible. Estas situaciones, no encuentran la solución en el contenido de la referida norma. Al respecto en una investigación realizada sobre corrosión y protección con recubrimientos de pintura en los Hoteles Puntarenas y Playa Caleta en Varadero (Echeverría et al., 2008), se demuestra que los diferentes problemas en la generalidad de los casos no encuentran su solución en la referida norma.

Estos autores (Echeverría et al., 2008), coincidentemente con (Roberge, 2000) destacan la importancia del método: *“modificaciones del diseño del sistema o componente”*. Argumentan que la etapa de diseño, probablemente sea la fase más importante en el control de la corrosión. Además que los detalles de diseño son críticos para lograr una adecuada protección de la corrosión de larga duración.

Destacan por ejemplo citando a (Roberge, 2000), que sobre la acumulación y depósitos y el tratamiento de orificios, la norma de diseño (UNE-EN ISO 12 944-3 2007), establece las precauciones para prevenir la retención de humedad, depósitos y agua, donde destaca, que deben evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, y de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos. Observe que en este caso se aportan soluciones.

Con respecto al tratamiento de orificios la norma (UNE-EN ISO 12 944-3 2007), aborda: Orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas son lugares potenciales para ser atacados por la corrosión procedente de la retención de humedad y suciedad. La corrosión de este tipo debe normalmente, evitarse mediante el sellado. Observe que en este caso se propone el sellado, pero no recomienda los productos con que ejecutarlo.

La solución a los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que se presentan, destacan (Echeverría et al., 2008), requiere de un conocimiento de los mismos y de su interrelación con los problemas de corrosión y los métodos de protección que deben ser aplicados. La solución a los problemas de diseño anticorrosivo, conlleva sin lugar a dudas a un aumento de la eficiencia de los sistemas de protección con pintura, que parten de una buena preparación previa de la superficie metálica, además de organizar las actividades de mantenimiento y elevar la preparación del personal encargado de esta actividad, sobre la base de una disciplina basada en el control de la calidad de cada uno de los pasos que se ejecutan.

En la secuencia de pasos para ejecutar un proyecto de pintura, relacionados en las referidas normas y en particular (UNE-EN ISO 12 944-5 2007), corresponde a la de

“*consideraciones de diseño*” resolver los problemas de este tipo que se presentan, lo que no es factible en la práctica para todos los tipos que se relacionan, en ese momento de ejecución del proyecto. Precisamente, el presente trabajo particulariza en esa problemática, no considerada en la norma, proponiendo una nueva etapa de tratamiento de algunos problemas de diseño anticorrosivo que no pueden ser resueltos en la precedente.

Se parte en el desarrollo de esta propuesta, de la experiencia práctica que se ha adquirido en el colectivo, en diferentes investigaciones, donde la solución a los problemas de diseño anticorrosivo constituye una prioridad.

Desarrollo.

En trabajos precedentes (Echeverría, C. A., et. al. 2004, 2010), se insiste que en las condiciones climáticas de Cuba, y fundamentalmente en el interior de áreas cerradas y componentes huecos, sobre todo en estructuras contaminadas, los efectos de la corrosión son de consideración y por tanto deben ser objeto de una atención especial. Al respecto la norma de referencia (UNE-EN ISO 12 944-5 2007), no aporta soluciones y se limita a señalar:

“Dado que las áreas cerradas (interior accesible) y los componentes huecos (interior inaccesible) minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que se cumplan los requisitos dados a continuación.”

“Las áreas cerradas y los componentes huecos que estén expuestos a la humedad superficial, deben estar provistos de aberturas de drenaje y estar protegidos de un modo efectivo contra la corrosión.”

Observe que no se aportan soluciones, ya recomendadas en otros trabajos desarrollados en el CEAT (Echeverría, C. A., et. al. 2004, 2010), (Méndez, O., et al. 2008), (Betancourt, A. et al. 2011) donde se poseen experiencias de la aplicación interior de grasas anticorrosivas y de conservación, de consistencia líquida tipo solvente, como el producto DISTIN 314 L.

Los componentes huecos al igual que las áreas cerradas, tienen que ser protegidos por el tiempo de vida de la estructura, de lo contrario hay que aplicar otros métodos de protección no basados en las pinturas, ya que estas áreas no pueden ser preparadas convenientemente.

Las áreas inaccesibles no permiten la preparación de superficie ni la aplicación de recubrimientos de pinturas, una posible solución en muchos casos es convertirla en un componente hueco con protección interior con acceso sellado.

La conversión de un área inaccesible en un componente hueco o en un área cerrada, estaría entre las soluciones de diseño que se plantean en la primera etapa, antes de desarrollar la etapa de preparación superficial.

Todos los problemas de acumulación de depósitos y agua tienen que ser eliminados, bien mediante la realización de drenajes o mediante relleno de la superficie de forma tal que facilite la evacuación del agua y los depósitos mediante el lavado.

Cuando se observan cordones de soldadura irregulares, con la formación de crestas o valles, que favorecen el fallo de los recubrimientos de pintura y dificultan la preparación de la superficie, estos deben ser tratados previo a la etapa de preparación superficial.

En cada caso la solución, requiere de un tratamiento y propuesta particular.

En un trabajo precedente (Echeverría et al. 2010), donde se abordan los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones, se hace referencia a las etapas del sistema para la protección anticorrosiva con pinturas de acuerdo con la norma internacional (Norma UNE-EN ISO 12 944. 2007), que se resumen en:

- Clasificación de ambientes.
- Consideraciones de diseño.
- Preparación de superficies.
- Sistemas de pinturas protectores.

Como se ha sugerido, no resulta suficiente una sola etapa donde se aborden las consideraciones de diseño. Esto presupone abordar una *“1era y 2da etapa de tratamiento de los problemas de diseño anticorrosivo”*, lo que se argumentará seguidamente.

1era etapa de tratamiento de los problemas de diseño anticorrosivo.

Como se ha destacado en trabajos precedentes (Echeverría, C. A., et. al. 2004, 2010), (Méndez, O., et al. 2008), (Betancourt, A. et al. 2011), en la ejecución de un proyecto de pintura, los problemas de diseño anticorrosivo que se presentan y que relaciona la norma (UNE-EN ISO 12 944-3: 2007), deben ser eliminados, ya que son causantes de la mayoría de las fallas que se originan en los recubrimientos y que motivan el deterioro prematuro de estos. Muchas veces los recubrimientos orgánicos aplicados a estructuras metálicas expuestas al ambiente fallan prematuramente debido al diseño particular de la estructura, por la presencia de áreas con mayor predisposición al ataque corrosivo.

En esta 1era etapa de consideraciones de diseño, pueden y deben ser tratados todos los problemas que su solución sea mecánica, es decir, que se requiera del empleo de equipos o herramientas que actúan mecánicamente sobre el componente o equipo. De esta forma pueden ejecutarse las siguientes operaciones por tipo de problema de diseño:

- Accesibilidad. Puede convertirse un área cerrada o en un componente hueco, mediante soldadura, creación de accesos y drenajes, o puede convertirse en un área cerrada, todas ellas operaciones que identificamos como mecánicas. No así la protección interior como posteriormente se explicará.
- Tratamiento de orificios. Puede ejecutarse la eliminación de orificios mediante la aplicación de cordones de soldadura continua, el lijado, no así la aplicación de productos.

- Corrosión galvánica. Puede eliminarse o atenuarse, cuando sea factible cambiar los componentes, no así con la aplicación de productos, antes de los recubrimientos de pintura.
- Entallas. Pueden tratarse mecánicamente para mejorar la accesibilidad.
- Refuerzos. Pueden tratarse mecánicamente para mejorar la accesibilidad.
- Retención de humedad, depósitos y agua. Pueden practicarse orificios de drenaje, no así aplicar productos, antes de los recubrimientos de pintura.
- Bordes. Pueden ser redondeados mecánicamente.
- Imperfecciones en las superficies de la soldadura. Pueden eliminarse mediante el lijado mecánico.
- Conexiones con pernos. Su tratamiento fundamental es químico y no se puede ejecutar satisfactoriamente en esta primera etapa.
- Áreas cerradas y componentes huecos. En esta primera etapa pueden practicarse accesos y drenajes para facilitar el tratamiento posterior, que resulta fundamental ya que se le realiza por el interior donde por lo general no se aplican recubrimientos de pintura.

Preparación de superficies.

Posterior a la 1era etapa de tratamiento de los problemas de diseño, donde todos aquellos que tengan soluciones mecánicas deben ser resueltos, corresponde la preparación de superficies.

Como destaca la norma internacional (UNE-EN ISO 12 944-4:2007): Para la elección del método de preparación de la superficie más apropiado en cada caso, es necesario un análisis previo considerando el estado inicial de la superficie a proteger, el material de construcción, el carácter y grado de la suciedad y oxidación. Además de consideraciones económicas, tecnológicas, de ubicación y de disponibilidad de mano de obra especializada.

Como se trata en un trabajo precedente (Echeverría, C. A. et. al. 2010): La etapa más importante para que un esquema de pintura logre el desempeño esperado, es la preparación superficial, de lo contrario es la causa de los fallos de los recubrimientos protectores sobre acero en el 60 – 70 % de los casos. Esta etapa tiene una doble misión: limpiar la superficie y conferir cierta rugosidad para favorecer el anclaje de la pintura, todo lo cual tiene un objetivo final que es potenciar la adherencia del recubrimiento a la base metálica.

Afectaría la adherencia y con ello la efectividad del sistema de pintura, si se aplican productos que contengan grasas, posterior a esta etapa.

Sistemas de pinturas protectores.

En un trabajo precedente (Echeverría, C. A. et. al. 2010). se señala al respecto de los sistemas de pinturas protectoras, que la elección de las pinturas incluye varios aspectos, pero dentro de los más importantes están la durabilidad (en función de la exposición y superficie a proteger), extensión del trabajo a realizar (grandes superficies), condiciones de

pintado (temperatura, humedad relativa, pintura previa y tiempo disponible para el pintado) y precio unitario de la pintura. Se destacó además citando a (Pérez, M. 1998), que habitualmente las pinturas no se aplican en una sola capa, sino que lo hacen en una serie de ellas, cada una de las cuales poseen características específicas que responden a distintos requerimientos.

Existen problemas de diseño que no pueden ser tratados con recubrimientos de pinturas, un ejemplo de ello son las áreas cerradas y los componentes huecos. Al respecto señala la norma (UNE-EN ISO 12 944-3: 2007):

Dado que las áreas cerradas (interior accesible) y los componentes huecos (interior inaccesible) minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que se cumplan los requisitos dados a continuación.

Las áreas cerradas y los componentes huecos que estén expuestos a la humedad superficial, deben estar provistos de aberturas de drenaje y estar protegidos de un modo efectivo contra la corrosión. Precisamente ese “modo efectivo” que señala la norma, no se garantiza con recubrimientos de pintura durante el mantenimiento, ya que no es posible la preparación de la superficie interior de estos componentes antes.

Estas y otras razones que se analizan seguidamente, son las que justifican la existencia de una 2da etapa de tratamiento de los problemas de diseño anticorrosivo.

2da etapa de tratamiento de los problemas de diseño anticorrosivo.

En esta etapa, posterior a la aplicación de los recubrimientos de pintura, es donde pueden ser tratados varios problemas de diseño anticorrosivo anteriormente destacados. La razón fundamental está dada porque el tratamiento anticorrosivo a realizar, se aplica sobre superficies pintadas en algunos casos y en otros conlleva la aplicación de grasas anticorrosivas y de conservación que afectarían la adherencia de las pinturas.

Seguidamente se particulariza sobre estos tratamientos al diseño anticorrosivo, no contemplados en la norma.

- **Accesibilidad.** Como ya se señaló un área inaccesible puede convertirse un área cerrada o en un componente hueco, con accesos y drenajes y aplicar los recubrimientos de pintura en toda la superficie exterior. En el interior, solamente para las áreas cerradas, con limitaciones en la preparación superficial. El producto indicado para estos interiores son las grasas anticorrosivas y de conservación, de consistencia líquidas tipo solvente, que se aplican por atomización, tales como la DISTIN 314 L, que conserva además los recubrimientos de pintura. Un ejemplo de esta solución es la aplicación de la grasa líquida de referencia en las bóvedas de un auto al cual se coloca un cobertor plástico. Observe la Fig. No 1 y No 2.

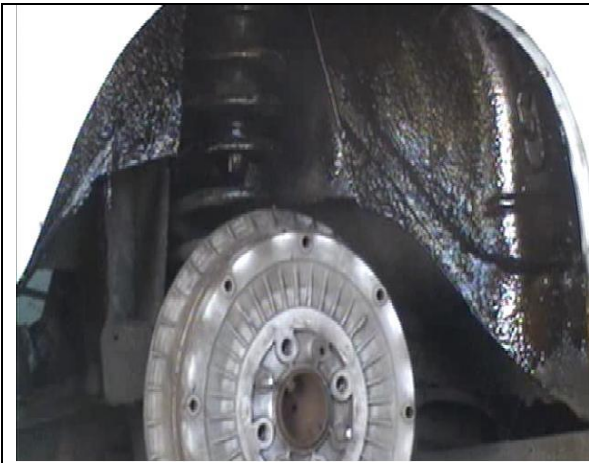


Fig. 1. Bóveda de un auto área inaccesible que se convierte en un área cerrada con un cobertor plástico. Observe la grasa aplicada en su interior.



Fig. 2. Guardafangos delantero, con igual solución para la protección interior. Observe el recubrimiento de grasa aplicada interiormente.

- Tratamiento de orificios. Para su eliminación, tienen que utilizarse las llamadas “uniones blandas”, que no son precisamente los recubrimientos de pintura que parten y facilitan el acceso a los resquicios. En estos casos después de pintar las superficies que serán unidas mediante pernos por ejemplo, en la unión se aplica mástique asfáltico semisólido, que sí elimina los resquicios. Otro ejemplo puede ser el resquicio que se crea entre la base de un tanque y el soporte de hormigón. Ver Fig. 3 y 4



Fig. 3. Orificios sin sellar entre la base del tanque de combustible y el soporte de hormigón. Se aplicaría un mástique.



Fig. 4. Idem a la anterior, aunque la separación hace que sea más propio de un área inaccesible. Aplicar mástique.

- Conexiones con pernos. Su tratamiento fundamental es químico y no se puede ejecutar satisfactoriamente en la primera etapa. En este caso después de pintados los pernos, se

colocarían con mástique asfáltico semisólido para eliminar los resquicios entre pernos, tuercas y arandelas.

- Áreas cerradas. En las áreas cerradas que se pueda aplicar pinturas, se realizaría como primera acción y posteriormente completar con la atomización de grasas. Un ejemplo es el maletero de los autos, que tienen vestidura y se convierten en un área cerrada, observe que tienen además componentes huecos y zonas muy inaccesible que no pueden ser pintadas. Ver Fig. 5 y 6.



Fig. 5. Orificios sin sellar entre la base del tanque de combustible y el soporte de hormigón. Se aplicaría un mástique.



Fig. 6. Idem a la anterior, aunque la separación hace que sea más propio de un área inaccesible. Aplicar mástique.

- Componentes huecos. Los componentes huecos en su interior, no tienen otra solución que la aplicación de grasas líquidas tipo solvente por atomización y se presentan con bastante frecuencia en el transporte y en muchas edificaciones metálicas. En la Fig 7 se observa los componentes huecos de refuerzo interior del capot, en la Fig. 8 se observa una estructura de sección rectangular hueca que falló por corrosión desde su interior por no estar protegida.



Fig. 7. Observe la protección interior que se realiza a los componentes huecos con



Fig. 8. Observe el daño por corrosión desde el interior del componente hueco

grasa DISTIN 314 L.	por no ser protegido.
---------------------	-----------------------

Lo tratado con anterioridad, constituye una validación de la necesidad de introducir una segunda etapa de tratamiento al diseño anticorrosivo, para poder atenuar los efectos de la corrosión posterior a la aplicación de los recubrimientos de pintura.

En un trabajo anterior (Echeverría, C. A. et. al. 2010), esta etapa fue identificada dentro de: Otros componentes del Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), fundamentando su aplicación al fundamentar que: Los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, por limitaciones propias y ante la presencia de problemas de diseño anticorrosivo, estando obligados a emplear otros recubrimientos protectores como una protección adicional.

Conclusiones.

En los proyectos de aplicación de sistemas de pinturas protectoras, basados en la Norma UNE-EN ISO 12 944, se requiere de una segunda etapa en el tratamiento a los problemas de diseño anticorrosivo, posterior a la aplicación de los recubrimientos de pintura, lo que no se ha considerado en la norma de referencia.

Bibliografía.

Echeverría, C. A., Echeverría, M. et al. (2004). Los problemas de diseño anticorrosivo: Factores desencadenantes de la corrosión en condiciones climáticas de Cuba. CD Monografías (ISBN 959 – 16 – 0295 – 8). Matanzas, Universidad de Matanzas.

Echeverría, C. A., Méndez, O. et. al. (2010). Los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD Monografías (ISBN 978 - 959 - 16 - 1326 - 4). Matanzas, Universidad de Matanzas.

González A., Chávez G. A, et. al (2011). Propuesta de un sistema anticorrosivo y de conservación para el área de generación del Grupo Electrógeno MTU Diese de Varadero. CD Monografías (ISBN 978 - 959 - 16 - 1378 - 3). Matanzas, Universidad de Matanzas.

Méndez, O., Echeverría, C. A. et. al. (2008). Sistemas de protección anticorrosiva para los carros militares en los climas tropicales húmedos. CD Monografías (ISBN 978 - 959 - 16 - 0948 - 9). Matanzas, Universidad de Matanzas.

Pérez, C., (1998). Estudio de los sistemas de protección de las superficies metálicas expuestas a la intemperie. Departamento de Química Inorgánica. Universidad de Santiago de Compostela.: Santiago de Compostela. p. 245.

Roberge, P., *Handbook of Corrosion Engineering*. 2000, Quebec: McGraw-Hill Companies. 1129.

UNE-EN ISO 12 944-2 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part2: Clasificación de ambientes.

UNE-EN ISO 12 944-3 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part4: Tipos y preparación de superficies. Consideraciones de diseño.

UNE-EN ISO 12 944-4 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part4: Tipos y preparación de superficies.

UNE-EN ISO 12 944-5 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 5: Sistemas de pinturas protectores.