

# **ESTUDIO DE LOS PROBLEMAS DE DISEÑO ANTICORROSIVO, PROTECCIÓN Y CORROSIÓN EN LOS CONTENEDORES DEL ÁREA DE ALMACÉN DE LA PLANTA PILOTO DE LA UNIVERSIDAD DE MATANZAS**

**Ing. Lic. Rommy Ruíz Sosa, Ing. Onier Montes De Oca Reyes**

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

## **Resumen.**

Es objetivo principal en este trabajo el estudio de los problemas de diseño anticorrosivo, y de corrosión presentes en los contenedores del área de almacen empleados en la Planta Piloto. Se expone el grado de corrosividad presente en la instalación, así como la aplicación de productos DISTIN, de acuerdo al tipo de problema de diseño existente, así como el uso de un sistema de pinturas y otros productos anticorrosivos. Se hace uso de la fotografía digital, como herramienta en el diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivos presentes en el Equipo. Se demuestra que los problemas de diseño anticorrosivo, son factores desencadenantes de la corrosión y limitantes de la protección anticorrosiva y la conservación.

**Palabras claves:** Aerosol Marino, corrosión, Corrosión Atmosférica, Diseño Anticorrosivo.

---

## Introducción.

El deterioro corrosivo está determinado por la agresividad corrosiva imperante que se clasifica en particular para la zona objeto de estudio (Planta Piloto), en la Universidad de Matanzas, de alta, grado de corrosividad C4, fundamentalmente por la influencia del aerosol marino. Dicho Centro de altos estudios se encuentra cerca de la zona costera. Aunque pueden influir otros factores, como el diseño anticorrosivo, la preparación superficial, la protección anticorrosiva, entre otros, como la preparación del personal encargado de estas tareas. En el presente trabajo se somete a consideración el estudio de los problemas de corrosión, protección y de diseño anticorrosivo, de los contenedores del área de almacén en dicha planta, a partir de su caracterización y diagnóstico. Dichas estructuras se encuentran ubicadas a la intemperie.

## Desarrollo

### 1. Caracterización del equipamiento en la instalación y diagnóstico.

En las Fig. 1, podemos ver una vista general del área de almacén con los dos contenedores.

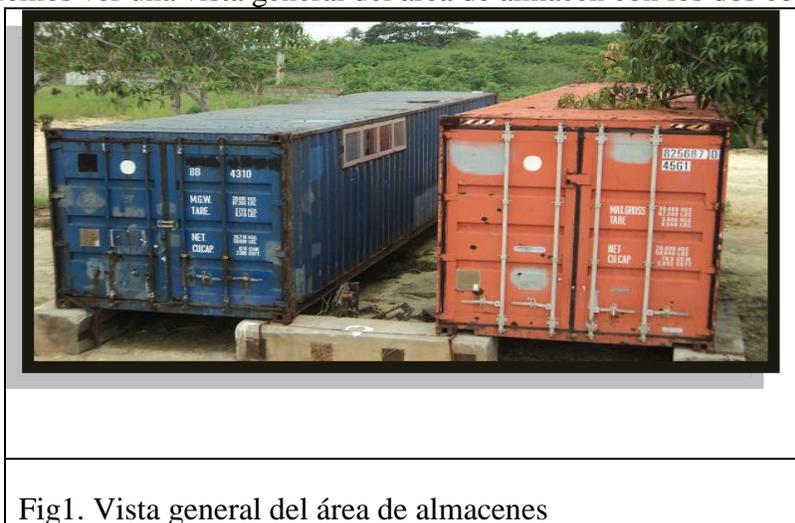


Fig1. Vista general del área de almacenes

#### 1.1. Características técnicas del equipo.

Ambos contenedores son de acero estructural de bajo contenido de carbono (AISI 1020). Son de estructura rectangular con ventanas en los laterales, para la ventilación de los mismos.

#### 1.2-Función que realiza.

La función que realizan los contenedores es almacenar la materia prima y los productos terminados en el proceso de producción de la planta piloto.

## 2-El diseño Anticorrosivo y Corrosión

En el proceso de diseño o creación conceptual de una pieza, se debe establecer una geometría o

distribución que evite la acumulación de humedad y contaminantes en las superficies, o también, disminuir las zonas de aceleración de los procesos de corrosión, como los pares bimetálicos. Lo anterior, unido a la lucha contra la agresividad del medio ambiente o a la de los procesos productivos que se desarrollan en instalaciones industriales, evita la aparición de fallos prematuros. La identificación de errores de diseño anticorrosivo es el primer paso en la conservación de estas estructuras. Su eliminación y la elaboración de un proyecto adaptado a las condiciones propias de las instalaciones, son procedimientos esenciales para prolongar la vida útil del medio con un uso óptimo y racional de los recursos que se destinen para ese fin. (Echeverría et al, 2002; 2004).

## **2.1- Principales problemas de diseño anticorrosivo en el Equipo.**

Para conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que presenta el equipo, hay que consultar las Normas internacionales, entre las que se encuentran las Normas (UNE-EN ISO 12 944-1 (1998), (UNE-EN ISO 12 944-3 (1998), (UNE-EN ISO 12 944-5 (1998) y (UNE-EN ISO 12 944-8 (1998). Las mismas en su conjunto, establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión, por su importancia se exponen seguidamente.

### **2.1.1—Accesibilidad**

Todas las superficies de la estructura que han de ser protegidas deberían ser visibles y encontrarse al alcance del operario mediante un método seguro. El personal involucrado en la preparación de la superficie, pintado e inspección debería poderse desplazar de un modo seguro y fácil por todas las partes de la estructura en buenas condiciones de iluminación. Las superficies que van a ser tratadas deberían ser lo suficientes accesibles como para permitir que el operario tenga un espacio adecuado para trabajar sobre ellas. Este primer aspecto de la accesibilidad, vinculado al acceso para las labores de mantenimiento de los operarios, se ha modificado con la introducción de nuevas tecnologías en las construcciones y buscando sobre todo variedad de estilos y belleza, las técnicas de mantenimiento se han tenido que ir modificando. Un segundo aspecto de la accesibilidad, es la accesibilidad de las herramientas y accesorios que se emplean en la protección anticorrosiva, mediante las labores de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos de pintura, entre otras técnicas de protección. En este caso la separación entre partes o estructuras, no puede ser menor de 50 mm de ancho y mayores de 100 mm en profundidad.

### **La norma internacional propone lo siguiente:**

Los componentes que se encuentren en riesgo de sufrir corrosión y sean inaccesibles después del montaje deberían, bien fabricarse a partir de materiales resistentes a la corrosión, o bien tener un sistema de pintura protector que debe ser efectivo a lo largo del tiempo en servicio de la estructura. Como alternativa debería considerarse una tolerancia a la corrosión (acero de mayor espesor). Se analiza seguidamente mediante ejemplos prácticos mostrados en las imágenes, donde no se cumple la accesibilidad a las herramientas y accesorios.

	
<p>Figura 2. Bisagra de la puerta izquierda</p>	<p>Fig.3. manigueta para abrir la puerta izquierda</p>

En las figuras 2 y la 3, se observan problemas de accesibilidad .En la figura 2 presenta problema de Accesibilidad en la base de la bisagra. Por el espacio reducido que no cumple las normas, no es posible ejecutar las labores de protección anticorrosiva.En la figura 3 existe problema de accesibilidad en el interior de la viga y el pasador.

### 2.1.2-Tratamiento de orificios.

Orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas son lugares potenciales para ser atacados por la corrosión procedente de la retención de humedad y suciedad, incluyendo cualquier abrasivo utilizado durante la preparación de la superficie. La corrosión de este tipo debería normalmente, evitarse mediante el sellado. En los ambientes más corrosivos, el espacio debería rellenarse con soldadura de acero que sobresalga alrededor de todas las secciones. Las superficies en contacto deberían sellarse con soldaduras continuas, para prevenir el atrapamiento de abrasivos y la entrada de humedad.

Los orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas, son conocidos también como resquicios, de lo que se deriva la corrosión en resquicios.

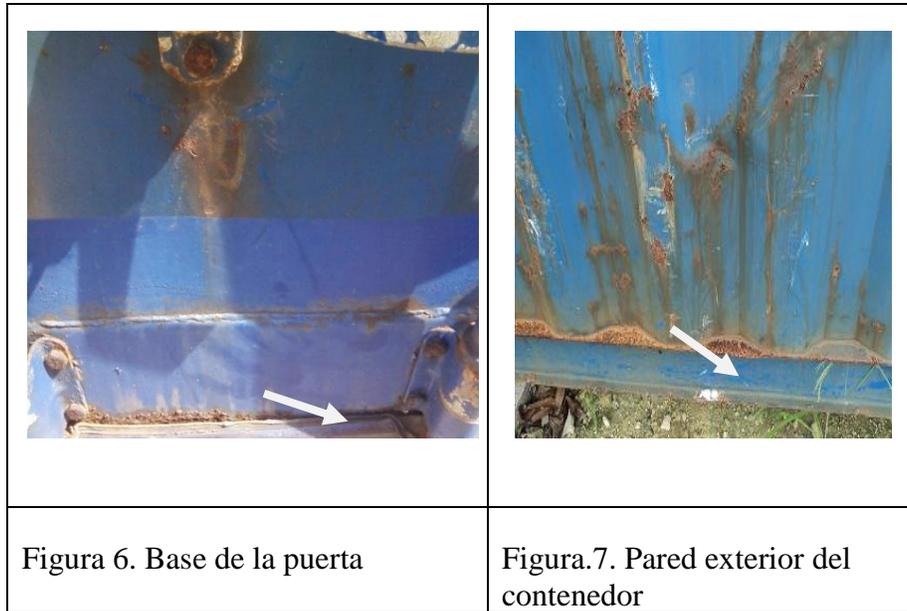
	
<p>Figura 4 Base del Contenedor</p>	<p>Figura.5 Parte inferior de la puerta izquierda</p>

En las figuras 4 y 5 se observan problemas de orificios, señalados con una flecha negra. En la figura 4 existe problema de orificios o resquicios en la base del contenedor con el dado de cemento. En la figura 5, se puede observar claramente cómo se producen orificios por una unión solapada con acero y goma. En todos los casos de orificios (resquicios), se origina en su interior la corrosión en resquicios u orificios, que comienza como una corrosión por celdas de aireación diferencial sobre el acero estructural, que es una corrosión localizada

### 2.1.3-Precauciones para prevenir la retención de humedad, depósitos y agua.

Deberían evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, y que puedan de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos. El diseñador debería también tener en cuenta los posibles efectos de contaminación por descuelgues, por ejemplo, de productos de corrosión de acero suave sobre aceros inoxidable austeníticos, o ferríticos, que puedan provocar la corrosión de estos últimos. Las precauciones apropiadas para conseguir estos objetivos son:

- a) Los diseños con superficies inclinadas o biseladas.
- b) La eliminación de secciones abiertas en la parte superior o su colocación en posición inclinada.
- c) La supresión de cavidades y huecos en los que puede quedar retenida el agua y la suciedad.
- d) El drenaje de agua y líquidos corrosivos lejos de la estructura.



Las zonas de acumulación de depósitos y agua favorecen la corrosión. Observe las zonas que favorecen la permanencia del polvo, y suciedad en general. Lo podemos ver en las figuras 6 y 7. La zona está señalizada con una flecha blanca.

#### 2.1.4- Imperfecciones de la soldadura y bordes

Las soldaduras deberían estar libres de imperfecciones (por ejemplo: aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema de pintura protector.



En Fig.2 y Fig. 8, con flecha roja se observan los problemas que ocasionan un mal diseño anticorrosivo por imperfecciones de la soldadura. En todos los casos se presenta una corrosión localizada. En todos los casos tiene lugar un deterioro por corrosión de forma prematura, es decir en las zonas donde existen problemas de diseño anticorrosivo, se producen primero los fallos por corrosión.

### 2.1.5-Conexiones con pernos y conexiones precargadas.

Los pernos, tuercas y arandelas al estar precargados, acumulan tensiones y por tanto son más susceptibles a la corrosión, al presentarse la corrosión bajo tensión. Los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la estructura.

En las Fig 9, 10 y 11, con flecha verde se observan los problemas de corrosión que se originan en las uniones con pernos por un mal diseño anticorrosivo. Por ello no es casual que en estas zonas aparezca la corrosión de forma prematura.

		
<p>Figura 9. tubo de cierre de la puerta</p>	<p>Figura 10. manigueta de abrir el contenedor</p>	<p>Figura 11. tubo de cerrar el contenedor</p>

### 2.1.6-Prevención de la corrosión galvánica.

Cuando exista continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico en condiciones de exposición continua o periódica a la humedad (electrolito), tendrá lugar la corrosión del metal menos noble de los dos. La formación de este par galvánico también acelera la velocidad de corrosión del menos noble de los dos metales. La velocidad de corrosión depende, entre otros factores, de la diferencia de potencial entre los dos metales conectados, sus áreas relativas y la naturaleza y período de acción del electrolito. Por consiguiente, debe tenerse cuidado cuando se unan componentes de metal menos noble (es decir, el más electronegativo) con componentes de metal más noble. Debe tenerse un cuidado especial cuando el componente de metal menos noble tenga un área pequeña en comparación con la del metal más noble.

En la Figura 10 y figura 11, podemos ver la corrosión galvánica. Se muestra un par metálico entre

la base de la estructura y los pernos.

### 2.1.7-Áreas cerradas y componentes huecos.

Las áreas cerradas (que se cierran) y los componentes huecos, son cavidades huecas que se crean durante el diseño de perfiles, equipos e instalaciones. La diferencia entre ellos radica en que las áreas cerradas pueden ser accesibles, ya que tienen tapas de diferentes formas y los componentes huecos no. Al respecto las normas internacionales plantean:

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, por el tiempo de vida de la instalación.

Las partes cerradas selladas y los componentes huecos sellados deben ser impermeables al aire y la humedad. Con este fin, sus bordes deben sellarse por medio de soldaduras continuas, y cualquier abertura debe estar provista de cubiertas selladas. Durante el ensamblaje de tales componentes, debe ponerse cuidado en asegurar que no quede agua atrapada.



Se pueden observar en las figura 12 y 13 con la flecha, que ambos contenedores en su estructura interna, en la base de los mismos son un componente hueco.

### 3-Preparación superficial

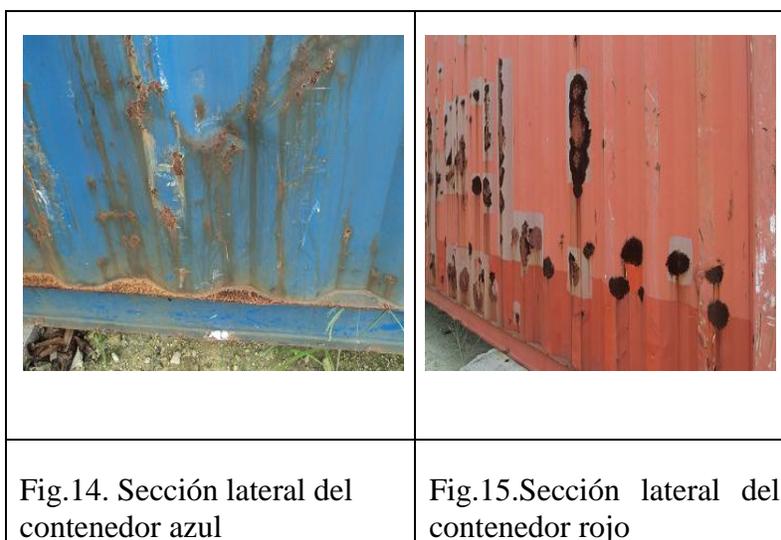
La preparación de la superficie, ejerce una influencia determinante sobre el posterior comportamiento y durabilidad de los sistemas de pintura o recubrimiento que se apliquen. Una buena preparación con una pintura de baja de calidad tiene una mayor durabilidad que una mala preparación, con una pintura de calidad.

### 3.3 -Solución a la preparación superficial.

La preparación de la superficie, ejerce una influencia determinante sobre el posterior comportamiento y durabilidad de los sistemas de pintura o recubrimiento que se apliquen. Una buena preparación con una pintura de baja de calidad tiene una mayor durabilidad que una mala preparación, con una pintura de calidad.

La preparación mínima que requiere una superficie sin fosfatar de acuerdo con la Norma ISO 12944- 4, es la de Sa 2½, que implica una superficie completamente limpia de óxido.

De acuerdo con el diagnóstico, se puede observar afectaciones a la preparación de la superficie, en las figuras 14 y 15.



Se pueden observar en ambas figuras, que se aplicó la pintura sobre la superficie oxidada, razón por la cual surge la corrosión por debajo de la pintura, aún sin esta desprenderse, creando posteriormente las celdas de aireación diferencial. Esto denota la existencia de una mala preparación y la aparición prematura de la corrosión interfásica, tal y como se señaló en el punto anterior. Todo esto provoca desprendimiento de la pintura. También se puede decir, que la pintura también está vencida.

De lo expuesto queda claro que la preparación superficial que se puede aplicar en la instalación, dicho anteriormente, es una combinación de los métodos manuales mecanizados con cepillos de alambre y lijas, hasta lograr un grado Sa 2 y posterior fosfatización de las superficies metálicas por frotado, hasta lograr un acabado Sa 2 ½.

Para las piezas pequeñas como pernos, tuercas y arandelas y similares, se puede emplear

directamente el fosfatado por inmersión, lográndose un acabado Sa 2 1/2, con una superficie completamente fosfatada.

En el primer caso, como la superficie está oxidada y el proceso por frotado es lento, de debe aplicar el producto DISTIN 504, es decir disolución de fosfatado decapante de acción rápida. En el segundo caso por inmersión, se puede aplicar el mismo producto anterior, pero hay que cuidar no dejar mucho tiempo la pieza, ya que recibe mucho más ataque el metal.

#### **4-Sistema de Pintura**

Como se observa en las figuras 14 y 15 anteriores, el sistema de pintura está vencido. El sistema utilizado fue de una pintura de aluminio resistente a la alta temperatura. Por lo que es recomendable desde el punto de vista de compatibilidad, usar una pintura con similares características.

#### **4.1-Propuesta de solución a la pintura.**

Previo al proceso de pintado se realiza la preparación superficial de la superficie. En este caso fueron tratadas con método manual mecanizado y posteriormente fosfatadas. No obstante si demora la aplicación de la pintura, deben ser cuidadosamente lavadas para eliminar las sales provenientes del aerosol marino y polvo.

De la Norma ISO UNE-EN ISO 12944-5: Sistemas de Pinturas protectores, para un grado de corrosividad C4, escogemos el Sistema siguiente:

#### **S.4.03**

1-Grado de preparación de la superficie: Sa 2 1/2

2-Capas de Imprimación: 1 capa de 100 micras.

3-Capas de acabado: 2 capas de 100 micras.

4-Número de capas totales: 3

5-Espesor Total: 300 micras

A continuación, brindamos algunos datos de la pintura, que conforma el esquema de pinturas. Para más información ver fichas técnicas.

**Pintura** HEMPADUR HI-BUILD 45200/45201

Descripción: Pintura epoxi de capa gruesa, de dos componentes. Forma una película dura y tenaz,

Uso recomendado: Como capa de imprimación, intermedia o de acabado para sistemas epoxi en

ambientes fuertemente corrosivos

Sólidos por volumen: 59±2%

Rendimiento teórico: 5.9 m<sup>2</sup>/litro - 100 micras

Diluyente : THINNER 08450

## **5- Solución a los problemas de Diseño Anticorrosivo.**

### **5.1-Accesibilidad.**

Una de las soluciones es convertir estas áreas en un componente hueco o en un área cerrada. En la primera se cierran los accesos con laminados soldados. Se le practican orificios de accesos en puntos superiores y drenaje en las partes inferiores, para que pueda ser protegida interiormente mediante la atomización de la Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L. En la segunda se prepara una tapa o cubierta que pueda ser retirada, cuando las labores de mantenimiento lo requieran. Antes de colocar la tapa o cubierta se aplica interiormente por atomización Grasa Líquida tipo Solvente DISTIN 314 L.

### **5.2-Tratamiento de orificios.**

En este caso se recomienda las llamadas uniones blandas, es decir, preparar la superficie, pintar, colocar mástique asfáltico semisólido DISTIN 404. Una vez montada, se corta el sobrante. Cuando ya existen la mejor manera es aplicar Grasas Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L y posteriormente aplicar mástique asfáltico semisólido DISTIN 404.

### **5.3-Prevención de la corrosión galvánica.**

La solución es evitar la unión de metales de diferente naturaleza y de realizarse tratar de aislar ambos metales con mastiques asfálticos semisólidos DISTIN 403 y/o pintar el material más noble.

### **5.4-Retención de humedad, depósitos y agua.**

Las formas de atenuar su efecto una vez creadas son mediante la práctica de orificios de drenaje que faciliten la salida del agua y depósitos y por otro lado producir superficies inclinadas mediante la aplicación de Mástique Semisólido DISTIN 404.

### **5.6-Imperfecciones en la superficie de las soldaduras.**

En las irregularidades la solución es emparejarla con cepillo o lija y posteriormente preparar la superficie y pintar. En las discontinuas la solución es atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente

DISTIN 314 L y completar la soldadura de forma continua y pareja para después preparar la superficie y pintar.

### **5.7-Conexiones con pernos y conexiones precargadas.**

La solución es la preparación de la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, pintarlos y después colocarlos con mástique semisólido DISTIN 404, para rellenar los orificios que quedan. Una vez que se produzca el apriete, se pintan nuevamente.

### **5.8-Áreas cerradas y componentes huecos.**

La solución en estos casos es proteger interiormente con Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L, por atomización, colocando tapones en los accesos y drenajes.

### **Conclusiones.**

Del estudio realizado al Equipo, en cuanto al diseño anticorrosivo. Utilizando como base la fotografía digital, se detectaron deficiencias en correspondencia con las exigencias de las normas ISO. También se propusieron productos DISTIN, un sistema de pintura Y otros productos anticorrosivos para resolver estos problemas de diseño y corrosión.

### **Bibliografía**

Echeverría C. A; Rodríguez J. E; Agüero J; González A; Beatón M. 2002. La corrosión por problemas de diseño anticorrosivo en condiciones climáticas de Cuba. Soluciones con productos y tecnologías nacionales. Memorias. ANTICORROSION'2001. ISBN 959 – 16 – 0190 – 5. T 21.

Echeverría C.; Echeverría M; Echeverría C. A.; Rodríguez J. E. 2004. Los problemas de diseño anticorrosivo: Factores desencadenantes de la corrosión en condiciones climáticas de Cuba. Monografías UMCC, (ISBN: 959 - 16 - 0295 - 8).

UNE-EN ISO 12 944-1 (1998). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 1: Introducción general.

UNE-EN ISO 12 944-3 (1998). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 3: Consideraciones sobre el diseño.

UNE-EN ISO 12 944-5 (1998). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 5: Sistemas de pinturas protectores.

UNE-EN ISO 12 944-8 (1998). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 8.Desarrollo de especificaciones para

trabajos nuevos y mantenimiento.