

**Universidad de Matanzas**  
**Sede “Camilo Cienfuegos”**  
**Facultad de Ciencias Técnicas**  
**Departamento de Química e Ingeniería Química**  
**UDI-CEAT**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**Título:** Propuesta de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación en instalaciones del Hotel Princesa del Mar.

**Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico.**

**Autor:** Yadrián Armas Aguilar

**Tutor:** Ing. Adel Ortega Echeverría

**Matanzas, 2019.**

## **Pensamiento.**

*“... el éxito es tener conciencia clara y plena del trabajo bien hecho.”*

*Carlos Cano.*

## **DECLARACION DE AUTORIDAD**

Yo Yadrián Armas Aguilar declaro que soy el único autor de este Trabajo de Diploma Titulado: Propuesta de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación para las áreas del grupo electrógeno y del sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar, realizado en la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, como parte de la culminación de los estudios en la especialidad de Ingeniería Química, por tanto autorizo que el mismo sea utilizado en la institución con la finalidad que estimen conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

**Yadrián Armas Aguilar**

# NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma:

\_\_\_\_\_  
Presidente del Tribunal

\_\_\_\_\_  
Miembro del Tribunal

\_\_\_\_\_  
Miembro de Tribunal

Provincia: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Calificación: \_\_\_\_\_

## **Dedicatoria.**

### ***Dedico esta Tesis de Diploma a:***

- Mis padres por su gran apoyo incondicional y haber pasado junto a mí todos los momentos difíciles.
- A mi familia por alentarme a seguir adelante y a no rendirme nunca.
- A todos mis amigos porque siempre me han brindado su apoyo incondicional y confianza.

## **Agradecimientos.**

- A mi tutor Ing. Adel Ortega Echeverría por el tiempo y la dedicación que me ha brindado para la realización de este trabajo de diploma.
- Al profesor Asael González por su apoyo incondicional.
- A todos mis profesores que durante estos años han contribuido a mi superación profesional.
- A mis compañeros de estudio por brindarme su amistad y experiencias inolvidables.
- Al departamento de mantenimiento del Hotel Princesa del Mar especialmente a Alexei Martínez por su disposición para la contribución de este trabajo.

## **Resumen.**

El presente trabajo se realizó en las áreas del grupo electrógeno y del sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar. Como parte de un diagnóstico realizado se detectaron varios problemas de diseño anticorrosivos, una deficiente preparación de las superficies metálicas, una incompleta aplicación del sistema de pinturas y falta de protección anticorrosiva y de conservación adicional, todo ello repercute en pérdidas económicas por corrosión. Las causas fundamentales de estos problemas vienen dadas por la agresividad corrosiva de la atmósfera, los insuficientes métodos de protección anticorrosiva y la poca preparación del personal. Con el propósito de brindar solución a estos problemas se propone un Sistema de Protección Anticorrosiva y de Conservación (SIPAYC) representado en un manual de mantenimiento haciendo énfasis en el empleo de productos nacionales (DISTIN), por su fácil manipulación y sus bajos costos.

## **Abstract.**

The present work was realized in the áreas of the generation set and of the climate's system of beach block of Princesa del Mar hotel. It was detected several anticorrosive designing problems, a deficient preparation of metallic surfaces, an incomplete application of the system of paints and a lack of anticorrosive protection and additional conservation by a diagnostic. All of these has repercussions in the economic losses by corrosión. The fundamental causes of these problems come given for corrosive aggressiveness of the atmosphere, the insufficient protective methods antirust and the poor the personnel's preparation. In order to offer solution to these problems its propose a System of Anticorrosive Protection and Conservation (SYPAYC) represented in a maintenance manual emphasizing in the use of the DISTIN national products for its easy manipulation and its low cost.

# Índice

<b>Contenidos</b>	<b>pág.</b>
<b>Introducción.</b> -----	1
<b>Capítulo I: Análisis Bibliográfico.</b> -----	3
1.1 Antecedentes de corrosión en instalaciones turísticas.-----	3
1.2 Acercamiento al tema de la corrosión en Latinoamérica.-----	4
1.3 Corrosión, definición y tipos.-----	4
1.3.1 Definición de corrosión.-----	4
1.3.2 Tipos de corrosión.-----	6
1.4 Factores que influyen en la velocidad de corrosión.-----	12
1.4. 1 Influencia de los factores climáticos en la corrosión atmosférica.--	12
1.5 Caracterización de la agresividad corrosiva de la atmósfera en la zona de la instalación.-----	16
1.6 Preparación superficial de los metales.-----	17
1.7 El diseño anticorrosivo y su influencia en la corrosión.-----	19
1.8 Los recubrimientos en la protección anticorrosiva y conservación.----	22
1.9 Protección anticorrosiva y conservación adicional. Materiales que se pueden utilizar.-----	24
1.9.1 Materiales compuestos de matriz asfáltica.-----	24
1.9.2 Grasas de conservación.-----	25
1.9.3 Cera abrillantadora e impermeabilizante.-----	26
1.9.4 Disolución de fosfatado.-----	26
1.10 Conclusiones parciales del capítulo.-----	27
<b>Capítulo II: Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.</b> -----	28
2.1 Materiales y métodos.-----	28
2.2 Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivo y de conservación.-----	28
2.2.1 Grupos electrógenos.-----	29
2.2.2 Sistema de clima del bloque Playa.-----	33

2.3 Conclusiones parciales del capítulo.-----	39
<b>Capítulo III: Propuesta de un sistema de protección anticorrosiva y conservación.</b> -----	<b>40</b>
3.1 Propuesta de materiales.-----	40
3.2 Agresividad corrosiva de la atmósfera.-----	41
3.3 Preparación superficial.-----	42
3.4 Diseño anticorrosivo.-----	43
3.5 Selección del sistema de recubrimiento de pintura.-----	50
3.6 Conservación y protección anticorrosiva adicional. Fundamentación del sistema.-----	53
3.7 Resultados económicos esperados.-----	54
3.7.1 Aplicación de los productos DISTIN.-----	54
3.7.2 Valor Actual Neto (VAN).-----	57
3.8 Conclusiones parciales del capítulo.-----	59
<b>Conclusiones.</b> -----	<b>60</b>
<b>Recomendaciones.</b> -----	<b>61</b>

## **Introducción.**

Cuba es un destino turístico para muchos visitantes de todas partes del mundo gracias a su favorable condición climática. La mayoría de las instalaciones turísticas, por su ubicación geográfica próxima al mar; reciben la acción directa del aerosol marino, que está presente en el país y en mayor medida en la costa norte, provocando serias afectaciones por corrosión.

El aerosol marino está constituido por agua de mar o sal de mar que en pequeñas partículas son arrastradas por los vientos desde la superficie del mar y transportado a grandes distancias y grandes alturas. Este constituye uno de los factores que mayores influencias tiene en las elevadas pérdidas por corrosión que se producen en estas áreas.

Otros factores que intervienen en las afectaciones son la mala selección de los materiales para la construcción de los equipos, la mala preparación superficial para aplicar los recubrimientos de pinturas así como el incumplimiento de las normas establecidas para el diseño anticorrosivo. Ello junto con los problemas de diseños anticorrosivos y la poca preparación del personal provoca el deterioro prematuro de los materiales fundamentalmente metálicos y sus sistemas de protección.

Ante estos inconvenientes, se realiza un diagnóstico que permite identificar el deterioro por corrosión y se amplía el mismo para desarrollar un Manual de mantenimiento anticorrosivo mediante un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación, donde se integren todos los factores que protejan los componentes estructurales de las instalaciones y equipos, todos ellos con productos en su mayoría de producción nacional, desarrollados en el CEAT, producidos en la Planta Piloto y certificados por el laboratorio LABET.

Por la importancia que requiere y lo expuesto anteriormente se plantea el siguiente problema de investigación.

**Problema Científico:**

Deterioro por corrosión en las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar.

**Hipótesis:**

Si se analiza el deterioro por corrosión en las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar, se puede proponer un Sistema de Protección Anticorrosivo y Conservación (SIPAYC).

**Objetivo general:**

Proponer un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación para las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar.

**Objetivos específicos:**

- Identificar los principales problemas de diseño anticorrosivo, corrosión y de conservación en las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar.
- Proponer un (SIPAYC) para las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar apoyado en los procedimientos y productos de producción nacional.
- Valorar económicamente la propuesta del (SIPAYC) para las áreas objetos de estudio del Hotel Princesa del Mar.

**Alcance del trabajo:**

En el mismo se analiza el deterioro por corrosión en las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar, situado en carretera las Morlas, km 19 <sup>1</sup>/<sub>2</sub>, Punta Hicacos, municipio Cárdenas.

Este aborda lo referente a problemas de diseño anticorrosivo; corrosión con sus causas, mecanismos y factores que influyen, a los cuales se les propone soluciones mediante un SIPAYC, con el objetivo de alargar el tiempo de vida útil de las instalaciones.

## **Capítulo I: Análisis Bibliográfico.**

### **1.1. Antecedentes de corrosión en instalaciones turísticas.**

En este capítulo se abordan epígrafes relacionados con la corrosión, sus tipos y efectos en instalaciones turísticas, sus principales causas y los principales problemas de diseño.

El desarrollo del turismo ha provocado en los últimos años un incremento en el número de instalaciones turísticas principalmente en áreas costeras, todas ellas sometidas a las condiciones de la atmósfera de Cuba siendo uno de los principales problemas la incidencia directa del aerosol marino.

En Cuba, la agresividad corrosiva imperante se clasifica de media, alta, muy alta y extrema con predominio de las últimas clasificaciones, lo que provoca el deterioro prematuro de los materiales y sus sistemas de protección. La totalidad de las instalaciones y equipos están sometidas en lo fundamental a la acción del aerosol marino.

Según (Betancourt, N. et al, 2002) la influencia del aerosol marino afecta a las superficies metálicas en dependencia de la concentración existente en la atmósfera y de los tipos de metales que se encuentren expuestas a ellos.

Otra causa es el incumplimiento de las normas establecidas en el propio país, por falta de exigencia y control de la calidad de los procesos de diseño, construcción, preparación superficial, pintura, protección adicional, transportación y montaje.

En (Dominguez, J. A. et al.2010), se hace referencia a los costos por corrosión anual estimados del 3,5% del Producto Interno Bruto (PIB) y se plantea que constituye una aproximación por defecto, si se tiene en cuenta los elevados niveles de corrosividad existentes en Cuba en comparación con otros países, tal y como se observa en los Mapas de Ibero América, (Morcillo M. et al, 2002), además de la insuficiente aplicación de medios de protección anticorrosiva.

(López, I. 2008) señala que en Cuba la Administración Central del Estado, orienta a todos sus organismos el mantenimiento y conservación anticorrosiva de los equipos y materiales; así como el control periódico de esta actividad.

No obstante, cabe destacar que en Cuba no siempre se aplica lo establecido con respecto al diseño anticorrosivo. A criterio del autor estos problemas incrementan los efectos corrosivos en las estructuras metálicas y las insuficiencias en la preparación de superficies y protección con recubrimiento de pintura.

## **1.2. Acercamiento al tema de la corrosión en Latinoamérica.**

En Latinoamérica ha habido casos notables de estructuras exitosas, pero también son comunes los de aquellas majestuosas y casi insalvables por sus enormes problemas de corrosión. No tanto por haberlas construido mal, sino porque quizá en el momento de ser diseñadas no se contemplaron los problemas de diseño.

Es también sabido que los japoneses han trabajado mucho para desarrollar códigos, no solo para diseñar con criterios de durabilidad, sino también para prevenir problemas patológicos y remediar los ya existentes. Pero al igual que los japoneses, instituciones importantes han emprendido trabajos serios, todos ellos no solo se enfocan a definir conceptos, sino que dan herramientas plausibles para modelar la vida útil de estructuras y con ello prevenir problemas patológicos.

Un ejemplo de deterioro por corrosión es el caso del Hotel Gran Turismo, uno de los hoteles más importante de una capital Mexicana, el cual fue construido y puesto en servicio en 1993. El diseño arquitectónico y estructural de este Hotel es muy razonable y acorde con la época en la que se construyó. Sin embargo, a los pocos meses de construido empezó a mostrar signos de problemas patológicos en varias partes que incluían su estacionamiento pre- fabricado, su torre de acero, las uniones entre estructuras de acero y concreto, la piscina, etc. Durante la inspección del Hotel se pudieron notar detalles pequeños pero que dieron lugar a fuertes problemas por corrosión. Más aún, el desconocimiento en el tema de corrosión del personal los hizo, en varias ocasiones, tomar decisiones que no solo no resolvieron el problema sino que lo acrecentaron. Entre las acciones tomadas se cuentan los cambios de uso y las reparaciones caseras. (Castro, P. 2006)

## **1.3. Corrosión, definición y tipos.**

### **1.3.1. Definición de corrosión.**

Según (Echeverría, C.A. et al, 2010) Se entiende por corrosión, a la interacción o reacción electroquímica de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. El fenómeno corrosión puede ser definido también como el deterioro de los materiales a causa de alguna reacción con el medio ambiente en que son usados. Este fenómeno no siempre involucra un cambio de peso o un deterioro visible, ya que muchas formas de corrosión se manifiestan por un cambio de las propiedades de los materiales, disminuyendo su resistencia. La característica fundamental de este fenómeno, es que solo ocurre en presencia de un electrolito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas anódicas y catódicas. Por regla general los materiales son influidos por la atmósfera y en el aire se encuentran oxígeno, vapor de agua, humos, compuesto con azufre y fósforo, gases de la combustión tales como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), ácidos diluidos tales como el ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ).

La corrosión es un fenómeno espontáneo que se presenta prácticamente en todos los materiales procesados por el hombre. Si bien existen varias definiciones, es común describir la corrosión como una oxidación acelerada y continua que desgasta, deteriora y que incluso puede afectar la integridad física de los objetos o estructuras. La industria de la corrosión, si por ello entendemos todos los recursos destinados a estudiarla y prevenirla, mueve anualmente miles de millones de dólares. Este fenómeno tiene implicaciones industriales muy importantes; la degradación de los materiales provoca interrupciones en actividades fabriles, pérdida de productos, contaminación ambiental, reducción en la eficiencia de los procesos, mantenimientos y sobrediseños costosos. Se estima que los gastos atribuidos a los daños por corrosión representan entre el 3 y el 5 por ciento del producto interno bruto de los países industrializados; solamente hablando del acero, de cada diez toneladas fabricadas por año se pierden dos y media por corrosión. Por esta razón, cada día se desarrollan nuevos recubrimientos, se mejoran los diseños de las estructuras, se crean nuevos materiales, se sintetizan mejores inhibidores, se optimizan los sistemas de monitoreo. Todo esto en un

esfuerzo permanente por minimizar el impacto negativo de la corrosión. (Cortes, M. T. 2004).

El fenómeno de corrosión consiste en el proceso de deterioro de materiales metálicos mediante reacciones químicas y electroquímicas, debido a que estos materiales buscan alcanzar un estado de menor potencial energético. La corrosión tiene muchas repercusiones a nivel económico, de seguridad y de conservación de materiales, por lo que su estudio y mitigación es de suma importancia. (Salazar, J. A. 2015).

El término de corrosión tiene un significado esencialmente técnico-económico y no sustituye al término científico de oxidación. Es un proceso de retorno de los materiales metálicos a formas similares a aquellas de las cuales fueron obtenidas de la naturaleza.

### **1.3.2. Tipos de corrosión.**

#### ➤ **Corrosión uniforme u homogénea.**

El ataque se produce cuando los puntos anódicos y catódicos cambian constantemente de posición, lo que provoca un adelgazamiento progresivo y uniforme en la superficie expuesta hasta su destrucción total.

#### ➤ **Corrosión localizada macroscópica.**

Corrosión por picadura: perforaciones de tamaños y profundidades variables, pueden estar aisladas o tan cercanas unas de otras que aparentan superficies rugosas. Es causada cuando las áreas catódicas son mayores a las anódicas, y entre mayor sea la diferencia más rápida sería la corrosión. Se inicia cuando hay impurezas. Consta de dos etapas: primero es el daño de la columna y posteriormente la propagación, en el que el daño aumenta.

#### ➤ **Corrosión por hendiduras o fisuras.**

Se inicia cuando en la unión de los materiales (metales iguales, diferentes o con un elemento no metálico) se deposita una solución, como el polvo o un corrosivo, que actúa como escudo y crea un ambiente corrosivo debajo de él. Este tipo de

daño es común con pernos, tuercas, soldaduras o recubrimientos con mala adherencia.

➤ **Corrosión por exfoliación o laminar.**

El daño se origina bajo la superficie del metal, creando capas que se van botando en forma de hojas. Se inicia en los granos de los bordes del maquinado, hoyos o perforaciones.

➤ **Corrosión galvánica por par metálico.**

Cuando dos metales diferentes están en contacto, uno activo y el otro noble, por un medio electrolítico hay flujo de electrones entre ellos. El metal menos resistente a la corrosión pasa a ser ánodo mientras que el más resistente se vuelve el cátodo. En este caso el cátodo se corroe muy poco, pero el ánodo aumenta su corrosión, comparado con los metales aislados entre sí. La velocidad de corrosión es proporcional al área de contacto.

➤ **Corrosión por erosión, desgaste y cavitación.**

Estos tipos de corrosión ocurren cuando hay movimiento entre un fluido y el metal o un metal y otro metal. La combinación del fluido corrosivo y la velocidad del flujo favorecen la corrosión por erosión.

Así mismo, la corrosión por desgaste es favorecida por el rozamiento entre los metales en donde el recubrimiento es removido por el rozamiento y el metal activo expuesto al ambiente corrosivo. El daño de estos tipos de corrosión ocurre en tiempos cortos (semanas) y son inesperados, ya que las pruebas se realizan en condiciones estáticas que no reflejan las condiciones de erosión del flujo.

➤ **Corrosión selectiva o desaleante.**

Se representa en aleaciones y el metal más activo es el que se corroe dejando al metal en forma de esponja. Comienza con pequeñas picaduras, por lo que el material queda poroso antes de producirse alguna fuga.

Este proceso puede minimizarse o prevenirse fabricando latones con menor contenido de zinc, es decir latones con 85% de Cu y 15% de Zn, o cambiando a

aleaciones cuproníquel, de 70-90% de Cu y de 10-30% de Ni. Otras posibilidades es modificar el ambiente corrosivo o usar una protección catódica.

➤ **Corrosión por esfuerzo.**

Existen dos tipos: por tensión y por fatiga. En ambos casos, el daño puede ser intergranular (entre los granos) o transgranular (rompiendo los granos). Es generada por operaciones cíclicas de esfuerzos de tensión y compresión.

➤ **Corrosión Atmosférica.**

La corrosión atmosférica en Cuba es la principal responsable de las mayores pérdidas por corrosión del país, esto se debe a la condición de ser una isla larga y estrecha rodeada de mar, por lo que tiene una gran influencia del aerosol marino, fuente importante de contaminantes y además por presentar una alta humedad relativa y por ende la condensación de humedad sobre las superficies metálicas. Hay dos tipos de corrosión atmosférica: la húmeda y la mojada.

La corrosión atmosférica es la causa más frecuente de la destrucción de los metales y aleaciones, es de naturaleza electroquímico, su caracterización principal es la presencia de un proceso anódico y otro catódico.

La corrosión atmosférica se clasifica en:

- a) Corrosión seca: se produce en los metales que tienen una energía libre de formación de óxidos negativos. Se lleva a cabo sin corriente eléctrica. Tal es el caso de la corrosión con gases a altas temperaturas. Algunos metales expuestos a gases oxidantes en condiciones de muy altas temperaturas, pueden reaccionar directamente con ellos sin la necesaria presencia de un electrolito. Generalmente esta clase de corrosión depende directamente de la temperatura.
- b) Corrosión húmeda: requiere de la humedad atmosférica y hay presencia de una corriente eléctrica dentro del medio corrosivo, aumenta cuando la humedad excede de un valor crítico, frecuentemente por encima del 70%.
- c) Corrosión mojada: se origina cuando se expone el metal a la lluvia o a otras fuentes de agua. Se presenta en aquellas zonas donde existe acumulación de

agua en la cual pueden o no estar disueltos contaminantes, como cloruros y sulfatos fundamentalmente, dificultando la difusión del oxígeno.

La corrosión atmosférica mojada es menor que la húmeda, ya que en la primera existe una delgada capa de humedad.

➤ **Corrosión electroquímica.**

La corrosión electroquímica se debe a la actuación de pilas electroquímicas, las cuales generan sobre la superficie del metal zonas catódicas. En las zonas anódicas se da la disolución o corrosión del metal.

➤ **Corrosión por celda de aireación diferencial.**

Corrosión electroquímica, atmosférica, no uniforme, galvánica por celda de aireación diferencial. Electroquímica en presencia de humedad adsorbida o de agua, galvánico por diferencia de concentración de oxígeno, que se explica de la forma siguiente: cuando surge un intersticio, defectos en la pintura, depósitos de óxido o suciedades provocando la aparición de las celdas de aireación diferencial. Debajo del depósito o en el interior del intersticio se crea un área de difícil acceso para el oxígeno, que se constituye en ánodo, tan pronto como en los alrededores con mayor acceso de oxígeno se crea el cátodo. El factor determinante es la presencia de humedad, conjuntamente con el depósito o intersticio, además de los contaminantes que como el aerosol marino acelera el proceso corrosivo.

➤ **Corrosión interfacial.**

Corrosión electroquímica, atmosférica, uniforme. Electroquímico homogéneo, en presencia de humedad adsorbida que penetra a la pintura, al igual que el oxígeno, pero que se desarrolla únicamente cuando hay contaminantes. El factor determinante es la presencia de contaminantes sobre la superficie metálica como aerosol marino, en la interface acero-pintura, la presencia de humedad y de oxígeno que deben atravesar la película de pintura, por lo cual influye además el espesor del recubrimiento de pintura.

➤ **Corrosión en resquicios.**

La corrosión en resquicios es otro tipo de ataque localizado que se produce cuando pequeñas cantidades de electrolitos permanecen en condiciones estacionarias en contacto con la superficie metálica sin que se produzca la renovación del mismo con el resto del medio circundante. Tales circunstancias pueden producirse en uniones remachadas o soldadas por puntos a solape, rincones con mala circulación, zonas bajo depósitos, grietas en el material, etc. Este ataque tiene lugar al producirse el agotamiento del oxígeno líquido situado en el resquicio, que al tener un pequeño volumen y estar mal comunicado con el exterior no puede renovarse, desarrollándose un proceso de heterogeneidad ambiental, conducente a una acidificación de la zona que provocará la aparición de un ataque al material dentro del resquicio.

El metal se encuentra en la naturaleza en su forma combinada, que es, molecularmente, la más estable. Pero para extraerlo y transformarlo en un producto útil se le debe adicionar energía termodinámica y mecánica. Sin embargo, el metal libre es inestable debido a los altos niveles de energía que tiene por lo que busca llegar a un estado estable y reacciona con el medio formando óxido compuesto análogo al elemento original. Por lo tanto, la corrosión es el proceso inverso a la metalurgia extractiva, entre mayor sea la energía requerida para extraer y procesar un mineral, mayor será la tendencia de este a corroerse. (Gonzales, J. 2013).

➤ **Corrosión por Picadura.**

Es altamente localizada, se produce en zonas de baja corrosión generalizada y el proceso (reacción) anódico produce unas pequeñas “picaduras” en el cuerpo que afectan. Puede observarse generalmente en superficies con poca o casi nula corrosión generalizada. Ocurre como un proceso de disolución anódica local donde la pérdida de metal es acelerada por la presencia de un ánodo pequeño y un cátodo mucho mayor.

Uno de los factores que determina primariamente la intensidad del fenómeno corrosivo en la atmósfera es la composición química de la misma. El SO<sub>2</sub> el NaCl

son los agentes corrosivos más comunes de la atmósfera. El NaCl se incorpora a la atmósfera desde el mar.

Es interesante el pensar que un metal puede permanecer estable por un período indefinido, si es que se mantiene al vacío, es decir, en donde el metal no entre en contacto con ningún medio o sustancia, incluyendo al aire por supuesto. La gran mayoría de los metales adquieren esa estabilidad sólo cuando se les aísla de ambiente, si esto no ocurre los metales pueden reaccionar y formar compuestos. Estos compuestos permanecen sobre la superficie del metal y son por lo general frágiles, de mal aspecto y fácilmente despreciables, por ejemplo los óxidos de hierro. Existen diversas formas por las cuales un metal o aleación deja de ser útil a consecuencia de su estabilidad frente al medio, el metal bien puede disolverse lentamente y llegar a transformarse totalmente en otra especie. Los metales bajo ciertas condiciones, pueden formar grietas y romperse súbitamente al estar sujetos simultáneamente a un medio agresivo y a un esfuerzo mecánico moderado.

Es un proceso de degradación y destrucción de materiales metálicos, así mismo de su estructura y propiedades, debido a la interacción con la atmósfera caracterizada por sus valores de temperatura y humedad del aire. Este fenómeno ocurre cuando los metales se encuentran expuestos en atmósferas con altas temperaturas, en ausencia de humedad sobre la superficie metálica, cuyos valores de temperatura no corresponde a la atmósfera. La mayor parte de la estructura metálica y equipos son expuestos en condiciones de intemperie y por otra parte sufren corrosión atmosférica.

Los fenómenos de corrosión en plantas químicas, estructuras subterráneas y en menor grado, en agua de mar o a temperaturas elevadas parecen ofrecer más atracción y ser más espectaculares, la mayor parte de corrosión a equipos y estructuras metálicas se producen en la atmósfera (Gonzales, J. 2013).

Los aceros son materiales más versátiles, menos caros y más ampliamente usados para la construcción de muchos sistemas ingenieriles. Sin embargo, una de las principales limitaciones de esos materiales es su gran corrosividad

(Morcillo, M. et al. 2002 (a)). Dada la alta corrosividad de la atmósfera a que están sometidas las construcciones metálicas, la necesidad conduce al desarrollo de recubrimientos anticorrosivos de gran eficiencia. Los ambientes corrosivos afectan la durabilidad del material, reduciendo así el rendimiento o funcionamiento y vida de servicio de las estructuras metálicas. Por tanto, la velocidad de corrosión proporciona las bases para definir las medidas preventivas requeridas para proteger las estructuras (Bhaskar, S. et al. 2004).

#### **1.4. Factores que influyen en la velocidad de corrosión.**

De acuerdo con (Morcillo, M. 2002) los principales factores que operan en la corrosión atmosférica son:

Factores externos:

Meteorológicos y de contaminación del aire.

- Condiciones de exposición que permitan el libre acceso del medio corrosivo a la superficie expuesta a la atmósfera, almacenamiento en caseta o bajo abrigo ventilado, en las cuales el metal sólo se humidifica por el rocío o el contacto accidental con la lluvia.

Factores internos:

- Como naturaleza y propiedades electroquímicas del metal, así como características de los productos de corrosión.

Cada uno de estos factores juega un rol en la aparición y aceleración de la velocidad de corrosión. Pero el efecto combinado de varios de ellos, es lo que causa las mayores pérdidas.

##### **1.4.1. Influencia de los factores climáticos en la corrosión atmosférica.**

Los parámetros más importantes son la temperatura y humedad relativa del aire, la radiación solar, las precipitaciones, velocidad de vientos y su dirección predominante, los contaminantes (parámetros aeroquímicos), acciones mecánicas, acciones químicas por fuerzas naturales, partículas de polvo, entre

otras vías. Estos factores pueden afectar la corrosión del metal expuesto en condiciones exteriores o interiores.

Los parámetros más importantes están relacionados por la combinación de:

- Temperatura (T) y Humedad Relativa (HR).
- Precipitación pluvial.
- Tiempo de humectación (TDH).

➤ **Temperatura (T).**

El efecto de la temperatura en la corrosión atmosférica no resulta determinante en las condiciones del ambiente de Cuba, ya que las variaciones no son de consideración. Su efecto fundamental se manifiesta bajo la acción de la radiación solar. De acuerdo con lo anterior, al aumentar la temperatura de la superficie metálica, disminuye la velocidad de corrosión e incluso, el proceso corrosivo se detiene en ausencia de humedad (Echeverría, C.A. et al. 2003). Por lo antes expuesto se puede observar que en muchos casos la corrosión atmosférica bajo techo simple es mayor que a la intemperie.

➤ **Humedad Relativa (HR).**

Uno de los tipos de corrosión atmosférica es la húmeda, la cual se presenta bajo la acción de delgadas películas de humedad no visibles, lo cual tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50 %, según refiere (Echeverría, M. et al. 2009).

El mecanismo de la corrosión atmosférica húmeda es el que se presenta en la mayoría de las horas del día y períodos del año, es por ello que constituye el mecanismo fundamental.

De acuerdo con lo antes tratado, se comprende que la presencia de humedad sobre la superficie metálica, incrementa considerablemente la velocidad de corrosión, e incluso se refieren resultados de mayores incrementos en zonas de humedecimiento y secado periódico, en lo que determina la falta de establecimiento de capas de productos de corrosión protectoras. No obstante se

insiste que lo que determina en la magnitud de la corrosión atmosférica es el tiempo en que permanece la superficie metálica húmeda.

➤ **Tiempo de humectación (TDH).**

Este parámetro es de gran importancia, puesto que es una medida directa para el tiempo real de corrosión del metal.

Habitualmente el TDH es calculado en horas, de acuerdo con la norma internacional ISO 9233: 92, utilizando el valor de HR= 80 % como valor crítico ( $T \geq 0^{\circ}\text{C}$ ), cuando inicia la condensación de agua sobre la superficie del metal. Al llegar la HR a 90 % y  $T < 25^{\circ}\text{C}$  se alcanza el punto de rocío y la capa húmeda es más gruesa. Este cambio induce una alteración en la velocidad de corrosión del metal.

Por otro lado es importante analizar en qué intervalos de temperatura se da el TDH, ya que los niveles de temperatura determinan la cinética del proceso de corrosión, es decir su velocidad de corrosión. (Espada, L.R. 2005).

➤ **Efecto de las lluvias.**

Las lluvias, la niebla y el rocío tienen una influencia marcada en el proceso corrosivo de los metales, debido al efecto de lavado de los contaminantes acumulados sobre la superficie metálica, lo que puede provocar un retardo del proceso corrosivo.

Así mismo, éstas pueden traer consigo especies disueltas que pueden provocar la corrosión, sobre todo en superficies donde el agua puede estancarse. La concentración de contaminantes en la lluvia, puede variar de un lugar a otro.

➤ **Influencia de los vientos.**

Según (González, A. 2010) en Cuba el encargado de transportar los contaminantes es el viento. Destaca (Echeverría, C.A. et al. 2006, Álvarez, Y. 2014) que la velocidad del viento puede promover un doble efecto, si se conjuga con la lluvia ya que en ausencia de esta, una alta velocidad del viento produce un efecto de secado sobre la superficie y por ende un decrecimiento en la velocidad de corrosión. Por su parte, un efecto combinado de la lluvia con el viento, da lugar

al lavado de la superficie del metal, es decir una remoción de los contaminantes que aceleran el proceso corrosivo y por tanto también disminuye la velocidad de corrosión.

Según (Álvarez, Y. 2014) refiere que la velocidad de corrosión depende de la velocidad y dirección del viento, principalmente en atmósferas marinas.

El esclarecimiento de esta influencia resulta determinante en los niveles de corrosividad que se reportan en Cuba para zonas consideradas libres de contaminación y donde las correlaciones entre las pérdidas por corrosión y el viento dan la medida de la influencia del aerosol marino.

➤ **Influencia del aerosol marino en la corrosión.**

La corrosión atmosférica en los países de climas tropicales húmedos como México, Taiwán, Egipto, Vietnam, India y Cuba ha sido abordada por varios investigadores, donde se determina la influencia en la corrosión del aerosol marino. (Echeverría, C.A. et al. 2010, González, A. et al. 2015).

Para las condiciones del clima tropical insular costero de Cuba y en otras zonas del Caribe, el factor que más ha influenciado en la corrosión atmosférica del acero al carbono ha sido la deposición de las sales de iones cloruro presentes en el aerosol marino, sobre todo cuando se forman capas del producto de corrosión. (Castañeda, A. et al. 2015)

El aerosol marino está constituido por agua de mar o sal de mar que en pequeñas partículas son arrastradas por los vientos desde la superficie del mar y transportado a grandes distancias y grandes alturas. Para los países costeros y las islas, este constituye uno de los factores que mayores influencias tiene en las elevadas pérdidas por corrosión que se producen en estas áreas. En las condiciones climáticas de Cuba, este factor resulta determinante, aspecto destacado por (Echeverría, M. et al. 2015)

En el caso de Cuba la influencia de los cloruros, transportados por el aerosol marino, es muy significativa en la elevación de la velocidad de corrosión y una vez

que ya está formada la capa, existe un proceso de adsorción competitiva entre los cloruros y los sulfatos.

Por otra parte, en cuanto a las condiciones ambientales de Cuba se ha planteado que se distinguen dos períodos cualitativamente diferentes en el año, uno es la temporada invernal o de seca (octubre a marzo), con gran influencia de los vientos del norte-nordeste que producen grandes concentraciones de aerosol marino en el aire y el otro es la temporada de lluvias o de verano (abril a septiembre), donde los vientos provenientes del sur son de poca envergadura (Muxlhanga, R. et al. 2010).

En (Echeverría, C.A. et al. 2010) se demuestra la influencia del aerosol marino en la magnitud de la corrosión atmosférica, coincidiendo casi la totalidad de los autores, en las publicaciones más recientes.

### **1.5. Caracterización de la agresividad corrosiva de la atmosfera en la zona de la instalación.**

En los últimos años en Cuba se ha intensificado el desarrollo turístico por la importancia que reviste para la economía, sin embargo, las instalaciones no siempre se construyen siguiendo las normas de protección anticorrosiva establecidas, por lo que es necesario el perfeccionamiento en las instalaciones destinadas a dicha actividad para favorecer una mejor durabilidad de sus estructuras y conseguir el ahorro de recursos.

Un aspecto a tener en cuenta es que las condiciones ambientales en el territorio cubano tienden a acelerar el fenómeno de la corrosión. Esto nos obliga a prestarle gran atención a dicho fenómeno, pues la gran mayoría de los equipos e instalaciones están ubicados donde la acción de la atmósfera produce una Extrema Agresividad Corrosiva, lo que resulta poco común en la mayoría de los países de Ibero América, según los resultados del proyecto del Mapa Iberoamericano de Corrosión Atmosférica.

El conocimiento más exacto posible, acerca de los factores que influyen en la agresividad corrosiva de la atmósfera, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas para la protección de metales y por ende a la disminución de las pérdidas o costos por corrosión (López, I. 2008).

## **1.6. Preparación superficial de los metales.**

El éxito de un trabajo de pinturas no solo depende de una adecuada aplicación de ellas, sino que en mayor medida se debe a la preparación o trabajos previos que se realicen en la superficie antes de pintarla. Por “Preparación de superficies” se entiende la limpieza que se efectúa antes de aplicar la pintura, con el objeto de eliminar todo agente contaminante, partículas sueltas o mal adheridas, que sean ajenas o no a la superficie, dejándola apta para recibir el recubrimiento (Sayre, M. L. 2015).

Con el fin de establecer el volumen y alcance es necesario:

- Remover todos los contaminantes visibles como: cascarilla de laminación, óxido, grasa, lubricante y otros no visibles como: sales solubles, cloruros, sulfatos, carbonatos y silicatos.
- Eliminar las imperfecciones que producen aristas y vértices agudos como: gotas de soldadura, bordes de maquinado, esquinas geométricas, filos, cantos, picos y rebabas en general, pues el recubrimiento adopta bajos espesores y se pierde la continuidad de la película e inicia la corrosión.

Para alcanzar una preparación superficial existen diferentes métodos.

- Método mecánico (manual y/o mecanizado): Se utilizan instrumentos (cepillo de alambre, espátula, lija en el primero y pulidoras, cepillos, esmeriles u herramienta neumática, eléctrica, mecánica en el segundo), para limpiar las áreas y eliminar el óxido, las escamas, los restos de soldadura y la pintura en mal estado, obteniéndose dos niveles de limpieza el St2 donde la abrasión elimina el óxido y partículas extrañas y la superficie tiene ligero brillo metálico y el St3 donde la superficie llega a un pronunciado brillo metálico.
- Método Químico: Baños con soluciones alcalinas (sosa cáustica, silicatos y carbonatos), solventes orgánicos donde se emplean hidrocarburos (gasolina, benceno) y clorados como el tetra cloruro de carbono, etc.
- Fosfatación: Aplicación de disoluciones de fosfatado para convertir el óxido del metal en capa protectora.

➤ Método por chorro abrasivo seco y húmedo: Es el chorreado de partículas a presión como arena, granallas, sales, así como agua alcanzando grados Sa3, Sa2 1/2, para usar preferentemente en mantenimientos capitales.

En correspondencia a las regulaciones ambientales no es posible usar métodos a chorro que es el establecido para estos casos por la norma objeto de estudio.

Para una correcta preparación previa los factores que son indispensables tener en cuenta son el tipo de metal y estado superficial, la forma y tamaño de la pieza o instalación, el tipo de recubrimiento a aplicar, los medios técnicos disponibles y el tiempo de duración deseado.

Algunos pasos fundamentales para la preparación previa son:

- El desengrasado.
- El decapado.
- Los enjuagues intermedios y finales.
- El pasivado en dependencia de la situación.

En el método manual mecanizado se utilizarán cepillos de alambre con taladros, electro-esmeriladora, lijas y discos abrasivos, luego se limpiarán las superficies con un aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o un cepillo limpio, para adquirir un suave brillo metálico. Estos métodos tienen un mayor rendimiento que los manuales pero aun no logran una superficie bien preparada para la aplicación del recubrimiento. Por lo que después es necesario aplicar un método químico como la Disolución de Fosfatado Decapante DISTIN 504 o la Disolución de Fosfatado no Decapante DISTIN 505 dependiendo del estado inicial de la superficie y del resultado deseado, con lo cual se logra un acabado similar al Sa 2<sup>1/2</sup> que es el requerido por las normas, además de poseer una superficie con una protección.

Las superficies tratadas con disolución de fosfatado no requieren de ser enjuagadas pero en todos los casos es fundamental el secado de la superficie metálica, pues afecta directamente a la adherencia.

El objetivo del método propuesto es la de obtener un perfil de anclaje que asegure la buena adherencia mecánica del recubrimiento.

La preparación superficial posee un papel indispensable para obtener una buena calidad en la aplicación del sistema de pinturas y ofrecer a las estructuras una mayor garantía y durabilidad.

### **1.7. El diseño anticorrosivo y su influencia en la corrosión.**

El diseño apropiado constituye un elemento de gran importancia, que de conjunto con la selección de materiales, determinan que se prolongue o no la vida útil de las estructuras; puesto que puede evitar, demorar o minimizar la ocurrencia de muchas formas de corrosión. En diferentes investigaciones realizadas en Cuba y otros países, conjuntamente con trabajos de asesoría que se han desarrollado, se ha constatado, la importancia del diseño anticorrosivo en estructuras metálicas expuestas a la atmósfera. (Méndez, O. et al. 2009)

Proyecta (Núñez, C.A.2014) que para conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que presentan las instalaciones, hay que consultar de forma obligada las Normas Internacionales, en particular las Normas (NC-ISO 12944. 3: 2007, NC-ISO 12944. (1-2-5): 2008, NC-ISO 12944. 6: 2009, NC-ISO 12944. (4-7-8): 2014). Estas normas en su conjunto, establecen los criterios básicos de diseño, que deben cumplir como consideración técnica que: “El sistema protector debe ser efectivo por el tiempo de vida de la estructura”.

Es decir, cuando se presente un problema de diseño anticorrosivo, hay que garantizar mediante una protección adicional la durabilidad del sistema protector.

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 (por ejemplo, superposiciones, esquinas, bordes).

Las uniones deben ser realizadas preferiblemente mediante soldadura, en vez de atornilladas o ribeteadas, para conseguir la superficie más uniforme posible.

Las soldaduras discontinuas y por puntos se deben usar solamente cuando los riesgos de corrosión sean insignificantes (NC-ISO 12944. 3: 2007).

Según (Vera R, et al. 2012.) es posible encontrar en conjunto varios problemas de diseño anticorrosivo como son:

- **Accesibilidad:** Los componentes de acero deben diseñarse para que sean accesibles a la hora de aplicar, inspeccionar y mantener el sistema de pintura protector. Es muy importante cumplir con los criterios de lograr separaciones entre componentes superiores a 50mm y profundidades menores de 100mm, para garantizar todas las operaciones de preparación de superficie, aplicación de recubrimientos y mantenimiento.
- **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 debe normalmente, evitarse mediante el sellado. En los ambientes más corrosivos, el espacio debe ser rellenado con soldadura de acero que sobresalga alrededor de todas las secciones, y en las superficies en contacto sellarse con soldaduras continuas, para prevenir el atrapamiento de abrasivos y la entrada de humedad.
- **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 velocidad de corrosión depende, entre otros factores, de la diferencia de potencial entre los dos metales conectados, sus áreas relativas, la naturaleza y período de acción del electrolito.

- **Entallas:** Las entallas en refuerzos, almas o componentes de construcción similares deben tener un radio mínimo de 50 mm, para permitir la preparación adecuada de la superficie y la aplicación de un sistema de pintura protector.
- **Refuerzos:** Cuando se requieren refuerzos es esencial que la intersección entre el refuerzo y los componentes colindantes esté soldada a todo alrededor, para prevenir la formación de huecos. El diseño de refuerzos no debe permitir la

retención de depósitos, ni agua, pero sí el acceso para la preparación de la superficie y la aplicación de un sistema de protector.

➤ **Manipulación, transporte y montaje:** Durante la etapa de diseño, debe considerarse la manipulación, el transporte y el montaje de la estructura. Cuando sea necesario, se prestará atención al sistema de elevación y a los puntos de anclaje para la elevación además debe considerarse la necesidad de prever mordazas para sostener los componentes, así como las precauciones necesarias para prevenir daños en el sistema de pintura protector.

➤ **Precauciones para prevenir la retención de humedad, depósitos y agua:** 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.

El diseñador también debe tener en cuenta los posibles efectos de contaminación por descuelgues, por ejemplo, de productos de corrosión de acero suave sobre aceros inoxidable austenítico, o ferríticos, que puedan provocar la corrosión de estos últimos.

➤ **Bordes:** Los bordes redondeados son deseables, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr un espesor de película adecuado, las capas protectoras en los bordes agudos son más susceptibles al deterioro. Por lo que los bordes agudos deberían redondearse o biselarse desde el proceso de fabricación y las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes deberían eliminarse.

➤ **Imperfecciones en la superficie de las soldaduras:** Las soldaduras deben estar libres de imperfecciones (por ejemplo: aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema de pintura protector.

➤ **Conexiones con pernos:**

**Conexiones antideslizantes con pernos de alta resistencia:** Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse por chorreado, previo al

montaje, hasta un grado de preparación mínimo de Sa 2 ½, tal y como se define en la norma, con una rugosidad acordada y en la superficie de fricción puede aplicarse un material protector con un coeficiente de rozamiento apropiado.

**Conexiones precargadas:** Se debe prestar una atención especial a la especificación de películas de pinturas para conexiones con pernos precargados (pernos, tuercas y arandelas), los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la estructura.

➤ **Áreas cerradas y componentes huecos:** 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.

### **1.8. Los recubrimientos en la protección anticorrosiva y conservación.**

Según (Roberge, P. 2000; Morcillo, M. et al. 2002 (b); Ochoa, A. et al. 2005) los recubrimientos protectores se emplean considerablemente para el control de la corrosión, proporcionando una protección de larga duración bajo un amplio rango de condiciones corrosivas. Lo esencial de esta acción es aislar o separar al metal del medio corrosivo.

La aplicación de recubrimientos protectores es una de las alternativas más adecuadas para proteger superficies metálicas. Los recubrimientos de protección contra la corrosión deben tener una barrera física efectiva que impida el acceso de especies agresivas a la interface metálica, en especial cuando las estructuras se encuentran en ambientes hostiles como es el agua de mar. Adicionalmente, los recubrimientos protectores deben tener la capacidad de inhibir el proceso corrosivo cuando la barrera protectora es interrumpida o impedir la adhesión de

microorganismos en el caso de las pinturas antiincrustantes. (Gómez, M. A. et al. 2017).

Un sistema de recubrimiento protector es la suma total de capas de materiales metálicos y/o pinturas o productos relacionados aplicados sobre un sustrato para protegerlos contra la corrosión. Es posible además aplicar medidas de protección adicionales u otras medidas. Esta definición constituye el enfoque más acabado sobre sistemas de protección con recubrimientos, aunque la norma no incluye otros recubrimientos diferentes a las pinturas y no utiliza el término conservación.

El espesor de un recubrimiento es lo más importante en este proceso. Si es demasiado delgado no proporcionara la protección adecuada. Una película demasiado gruesa puede reducir la flexibilidad significativamente, causando arrugas o un curado incompleto u otros efectos adversos. Se recomienda realizar un franjeado en las zonas más vulnerables, como los bordes, filos y soldaduras, antes o después de aplicar el recubrimiento en toda la superficie. Debido a que la pintura se retrae en los bordes y filos reduciendo su espesor en esas zonas, el pintado de ellas en franjas proporciona un espesor adicional a la película protectora. Por estética se realiza ese franjeado antes de la aspersion. Finalmente la aplicación con el método elegido. (Sayre, M. L.2015).

No siempre un único método de protección garantiza que no se deteriore el material, sino que se requiere de la combinación de métodos de protección o medidas adicionales. Ello se logra con la aplicación de un material que puede ser fácilmente aplicado y removido, y que será reemplazado periódicamente durante la vida del sistema; el cual se clasifica en compuesto de unión, sellante y compuesto que desplaza el agua. El primero se usa para la protección en uniones (solapadas, juntas o uniones a tope), donde excluyen o separan la suciedad y la humedad. Los compuestos que desplazan el agua proporcionan una protección suplementaria a los sistemas de pintura que se han deteriorado o se dañan en servicio. Se aplican como fluidos y son usualmente inmiscibles con el agua, desplazándola de las superficies, grietas o hendiduras. Son fluidos que contienen

varios solventes e inhibidores y deben exhibir excelentes características de desplazar el agua y crear una capa delgada y oleosa.

Refiere (Espada, L. R. 2005), que los recubrimientos pueden ser de distinta naturaleza: orgánicos, inorgánicos, metálicos, de conservación, entre otros.

La conservación por recubrimientos de pinturas es una de las técnicas que más se emplean por su fácil aplicación, sus ventajas económicas y sus propiedades protectoras y de conservación.

### **1.9. Protección anticorrosiva y conservación adicional. Materiales que se pueden utilizar.**

Como los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios agresivos y la presencia de problemas de diseño anticorrosivo obliga a emplear en los sistemas protectores una protección adicional.

#### **1.9.1. Materiales compuestos de matriz asfáltica.**

Los materiales compuestos están constituidos básicamente por matrices y rellenos. La combinación adecuada de la matriz y el relleno origina unos materiales con mejores propiedades que las partes que lo componen por separado (Echeverría, M. et al. 2006). Los rellenos poseen altos valores de dureza, resistencia y módulo de elasticidad, absorben en su superficie los aceites aumentando la termoresistencia y la dureza del mástique.

Los mástiques asfálticos son una mezcla de asfalto y materia mineral en tales proporciones que pueda extenderse en caliente o en frío compactándolo hasta obtener una superficie lisa según (González, A. 2013) una de las formas de mejorar sus propiedades es oxidándolo.

Otra de sus características es que presentan buenas propiedades mecánicas, en particular, una excelente resistencia mecánica tanto a tracción, como a compresión, flexión, cortadura y resistencia al impacto, lo cual justifica su utilización en estructuras. (Echeverría, M. 2007).

Los Mástiques asfálticos DISTIN 404 y DISTIN 404L presentan una consistencia semisólida con goma, de alta flexibilidad, resistencia a la corrosión y adherencia,

especialmente preparado para las uniones metal-metal, metal-mortero y metal-hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad. Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras y a la acción agresiva de la atmósfera. Su espesor estará en dependencia de la aplicación específica que se requiera, tanto para sellar cavidades, formar recubrimientos, entre otros. Especialmente preparado para sellar orificios. Como es un producto semisólido que puede aplicarse con diferentes espesores de recubrimiento, ello determina el rendimiento del producto. Este es especialmente preparado como recubrimiento antigavilla para la protección inferior y exterior de los automóviles, contenedores y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana.

### **1.9.2. Grasas de conservación.**

Las grasas protectoras constituyen la base de los llamados recubrimientos temporales que tienen como finalidad proteger la superficie de los metales hasta tanto no se les aplique un recubrimiento o protección definitiva. Es una de las formas más usadas en la protección de laminados, piezas, equipos, etc., durante su transportación y almacenamiento.

Por sus propiedades probadas durante muchos años en condiciones de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva, las grasas de conservación de consistencias semisólidas y líquidas, DISTIN 314 y DISTIN 314 L han ofrecido excelentes resultados. Al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua.

Otras propiedades importantes de estas grasas son su alta resistencia al agua, medios salinos, la no afectación a los recubrimientos de pintura y la formación de una capa protectora que se endurece con el tiempo por curado y no se cuarteo ni chorrea, resistiendo temperaturas superiores a 80° C sobre la superficie metálica (Echeverría, C.A. et al. 2008).

La grasa líquida de conservación DISTIN 314 L esta especialmente formulada para el procedimiento de conservación estructural en componentes huecos, intersticios, áreas cerradas y otras zonas inaccesibles de estructuras metálicas y equipos en general, proporcionando una barrera al agua y otros agentes.

La grasa DISTIN 316 L cumple con todos los parámetros de la DISTIN314 L, pero afecta los recubrimientos de pintura, por su composición negra, por lo que se recomienda para materiales no pintados almacenados. No se inflama, en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico, una vez formada la capa libre del solvente.

### **1.9.3. Cera abrillantadora e impermeabilizante.**

La cera abrillantadora e impermeabilizante DISTIN 603 L es una cera líquida formulada para la protección de superficies metálicas con recubrimientos de pinturas. Penetra a fondo en orificios, sella e impide la penetración del agua, el oxígeno y los contaminantes atmosféricos impermeabilizando los poros.

Proporciona una protección adicional contra la radiación ultravioleta y brillo a los recubrimientos de pintura. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas.

### **1.9.4. Disolución de Fosfatado.**

Según planteamientos de (Echeverría, C.A. et al. 2008) la disolución de fosfatado actúa como decapante y fue especialmente elaborada para la preparación de las superficies metálicas previo a la aplicación de recubrimientos Puede ser aplicada sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido, penetra a fondo, elimina la mancha en la pintura y además elimina y protege de los microorganismos que manchan a esta.

La disolución de fosfatado decapante DISTIN 504 está formulada para la preparación rápida de superficies metálicas. Esta proporciona una limpieza a fondo de la superficie. Penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora con sales insolubles que es resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Requiere de un enjuague y secado posterior si va a aplicar algún recubrimiento antes de las 72 horas. Su efecto es inmediato al

tratar superficies oxidadas de chapas, accesorios, piezas, etc., previo a la aplicación de recubrimientos. Se recomienda aplicar recubrimiento después de las 72 horas.

Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas días, semanas e incluso meses, en las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de alta a extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento.

#### **1.10. Conclusiones parciales del capítulo.**

- Es de gran importancia conocer los antecedentes de la corrosión en instalaciones turísticas, así como su definición y los diferentes tipos en que se puede presentar para un mejor estudio del problema.
- La caracterización de la agresividad corrosiva de la atmósfera en la zona de la instalación y los principales factores que influyen en la velocidad de la corrosión son vitales para proyectar medidas que den solución a los diferentes problemas.
- El conocimiento y correcto uso de las normas de diseño anticorrosivo pueden minimizar considerablemente los daños por corrosión.
- El sistema de recubrimientos es muy empleado para proporcionar una mayor durabilidad del metal y aislarlo del medio ambiente.
- Los materiales compuestos de matriz asfáltica poseen propiedades como la elasticidad, adherencia, resistencia a los microorganismos, impermeabilidad al agua y resistencia a los impactos que superan en algunas aplicaciones a las pinturas.
- La ceras impermeabilizantes encuentran aplicación en la conservación de los recubrimientos de pinturas al proporcionarle impermeabilidad al agua y sales, resistencia a la radiación ultravioleta entre otras propiedades.
- En los problemas de diseño anticorrosivo como componentes huecos, áreas cerradas y otros, las grasas de conservación encuentran gran aplicación.

## **Capítulo II: Diagnostico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.**

### **2.1. Materiales y métodos.**

En el área del grupo electrógeno y del sistema de clima del bloque Playa, los materiales que principalmente se emplean son el acero estructural de bajo contenido de carbono, los aceros aleados y estructuras de hormigón armado.

Para la elaboración del trabajo de mesa es necesario conocer los problemas de diseño anticorrosivo que muestran las áreas de estudio por lo que se hace necesario conocer las Normas Internacionales así como en particular las Normas (NC-ISO 12944. 3:2007, NC-ISO 12944. (1-2-5):2008, NC-ISO 12944. 6:2009, NC-ISO 12944. (4-7-8):2014), las cuales emiten los criterios básicos de diseño que se deben tener en cuenta para prevenir la corrosión.

Para la confección del diagnóstico y poder proporcionar una efectiva solución a los problemas de corrosión, se utilizan los siguientes pasos:

➤ **Análisis visual.**

Se debe realizar un análisis visual para obtener un correcto estudio de los problemas de diseño anticorrosivo en el grupo electrógeno y del sistema de clima del bloque Playa. Dichas observaciones deben ser efectuadas de derecha a izquierda, de adelante hacia detrás y de abajo hacia arriba.

➤ **Fotografía digital.**

Luego de ejecutado el análisis visual se procede a la toma de fotografías a los problemas de diseño anticorrosivo encontrados para ser analizados en el trabajo de mesa haciendo uso de las normas establecidas.

### **2.2. Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivos y de corrosión.**

Lo principal a tener en cuenta es la identificación de los problemas de diseño anticorrosivo. La eliminación de estos puede mitigar en gran medida los daños producto a la corrosión y por lo tanto aumentar la vida útil de las instalaciones.

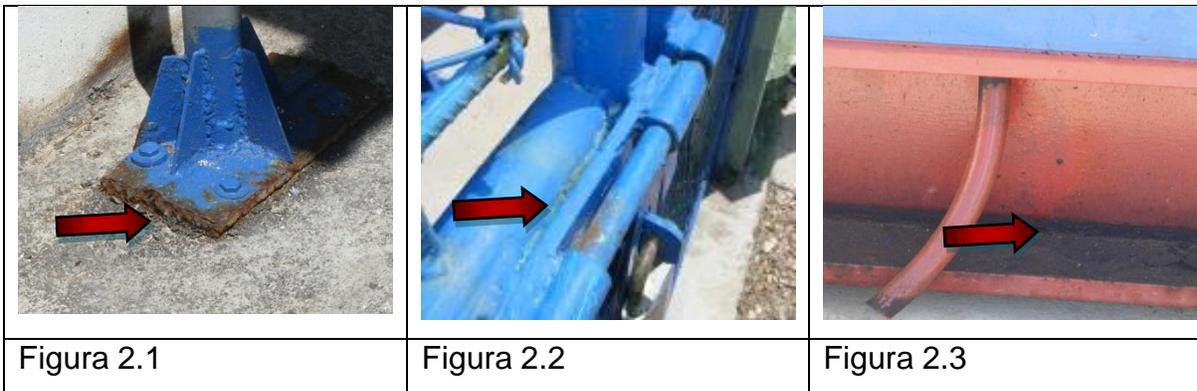
Muchas veces son frecuentes los problemas planteados debido al incumplimiento de las normas internacionales establecidas para el diseño anticorrosivo y otro factor de importancia es en el momento del diseño y la mala selección de los materiales, este último debe estar de acuerdo con las exigencias físico-químicas, incluyendo la resistencia a la corrosión.

La determinación de los tipos de corrosión, sus causas, mecanismos y factores que influyen, es de gran importancia para el diagnóstico de los problemas de corrosión y en la búsqueda de la solución adecuada.

### 2.2.1. Grupo electrógeno.

#### Orificios o resquicios.

Un problema de diseño anticorrosivo que afecta, es el problema de tratamiento de orificios, que se puede observar en las siguientes figuras (2.1–2.3) representadas por flecha roja; trae consigo la corrosión en resquicios, que es corrosión de tipo electroquímica, no uniforme. Esta favorece la acumulación de depósitos como los provenientes del aerosol marino y la humedad. En los resquicios tiene lugar la condensación a humedades relativas por debajo del 100 %, ya que se comporta como un capilar y favorece la acumulación y depósitos de contaminantes así como de la corrosión.

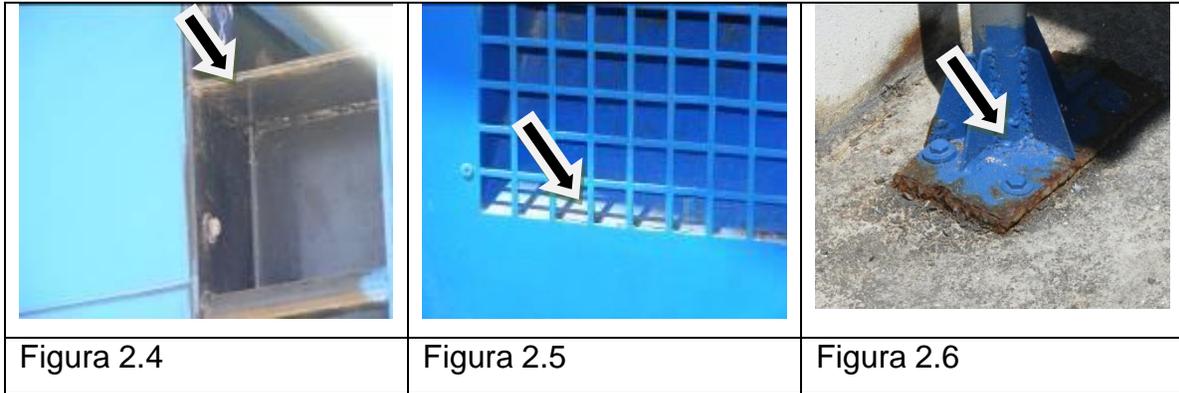


#### Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.

Las piezas deben ser diseñadas de tal forma que no existan zonas de acumulación y depósitos que traen consigo serios problemas de corrosión tal y

como se muestran en las siguientes figuras (2.4–2.6) representado por flecha negra.

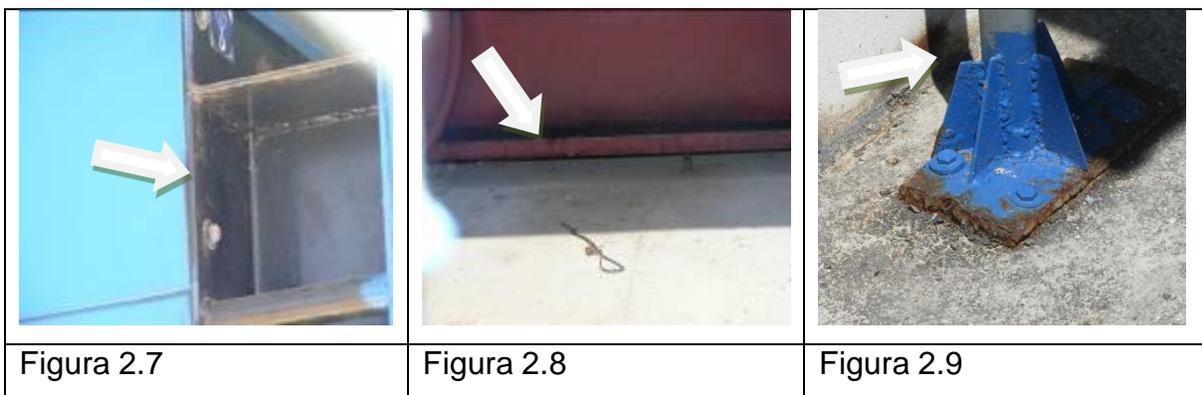
Los tipos de corrosión que pueden generar este problema es la corrosión atmosférica húmeda y/o mojada, además de las celdas de aireación diferencial.



**Bordes.**

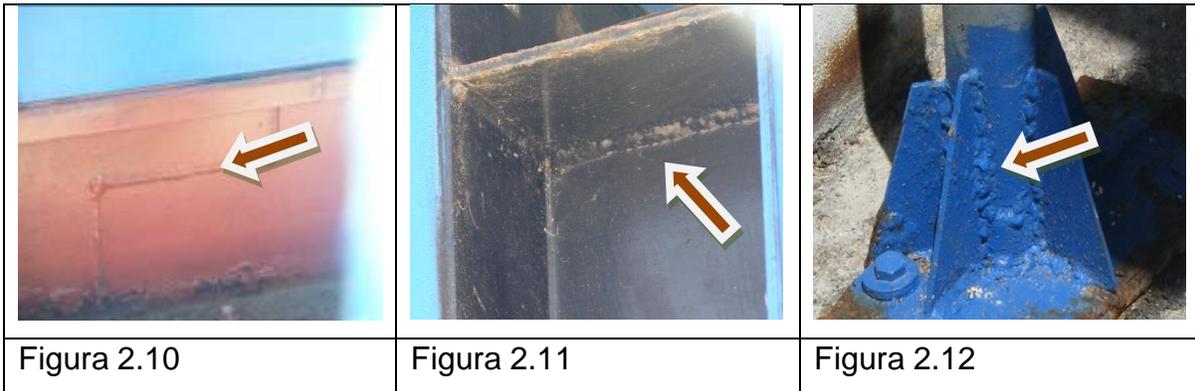
Los bordes deben ser redondeados o biselados desde el proceso de fabricación, las rebabas en torno a orificios y a lo largo de otros bordes cortantes que deberían eliminarse para que favorezca el anclaje de los recubrimientos por pinturas.

Varias partes de esta área presentan problemas en los bordes, que por lo general, no se les presta la atención que requieren y por consiguiente traen grandes afectaciones a los sistemas de pinturas. Este problema se observa en las siguientes figuras (2.7–2.9) que están representados con flecha blanca. En estas zonas está presente la corrosión interfacial.



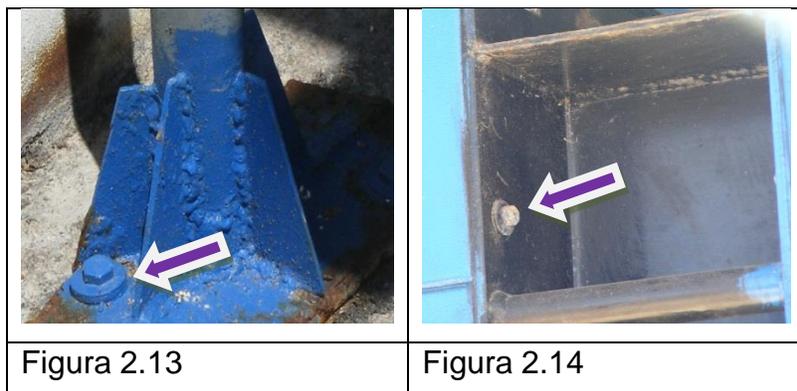
**Imperfecciones de la superficie de la soldadura.**

El problema de las soldaduras se puede manifestar de dos formas, una continua e irregular y la otra es por puntos. Este problema se puede observar en las siguientes figuras (2.10–2.12) representada con flecha carmelita. En este caso se observa problemas de imperfección en la superficie continua que provocan que se depositen los contaminantes como son los cloruros, sulfatos provenientes del aerosol marino principalmente. Trae consigo la corrosión en resquicios de tipo electroquímica, no uniforme y la corrosión por celdas de aireación diferencial.



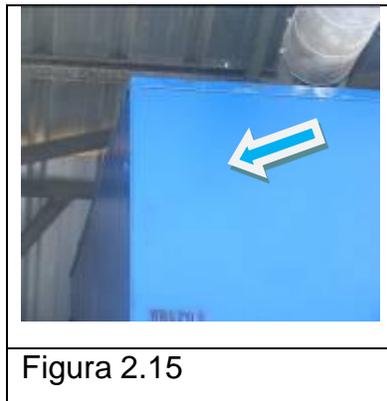
**Conexiones con pernos.**

Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse, previo al montaje. Se debe prestar una atención especial a la especificación de películas de pinturas, los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la estructura. Estos elementos están sujetos a la corrosión en resquicios por tener muchas zonas de unión. Este problema está representado en las siguientes figuras (2.13–2.14) con flechas violetas.



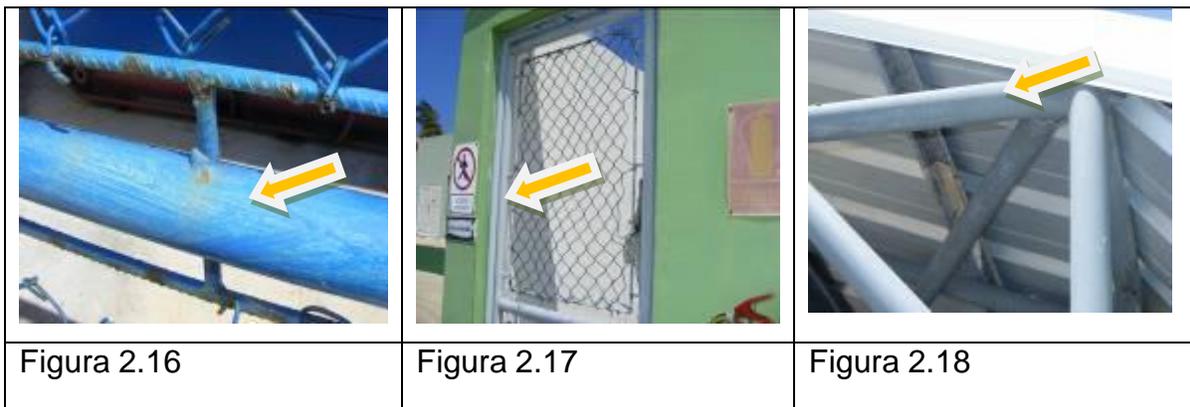
### Áreas cerradas

Dado que las áreas cerradas (interior accesible) disminuyen la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión, siempre que estén protegidos de un modo efectivo contra la corrosión ya que en estos casos no se observa la corrosión que viene de adentro hacia fuera. Este problema está representado con flecha azul en la figura 2.15.



### Componentes huecos.

Dado que los componentes huecos (interior inaccesible), constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión ya que reducen la superficie expuesta, siempre que estén provistos de aberturas de drenaje y estén protegidos de un modo efectivo contra la corrosión. En estos casos no se observa la corrosión que viene de adentro hacia fuera. Este problema está representado en las figuras 2.16 – 2.18 con flechas amarillas oscuras.



**Diagnóstico de la preparación de superficies.**

Existen muchos elementos para argumentar que la preparación previa de la superficie resulta de vital importancia en la aplicación de los recubrimientos y para ello hay que tener en cuenta una serie de pasos que se deben cumplir de forma obligatoria. En las superficies de acero la pintura se debe mantener prácticamente intacta, los puntos de corrosión no deben sobrepasar un décimo de un por ciento de la superficie. Esto implica un daño no superior al 0,1%. Esto se puede observar las siguientes figuras (2.19 – 2.24).

		
<p>Figura 2.19</p>	<p>Figura 2.20</p>	<p>Figura 2.21</p>
		
<p>Figura 2.22</p>	<p>Figura 2.23</p>	<p>Figura 2.24</p>

**2.2.2. Sistema de clima del bloque Playa**

**Accesibilidad.**

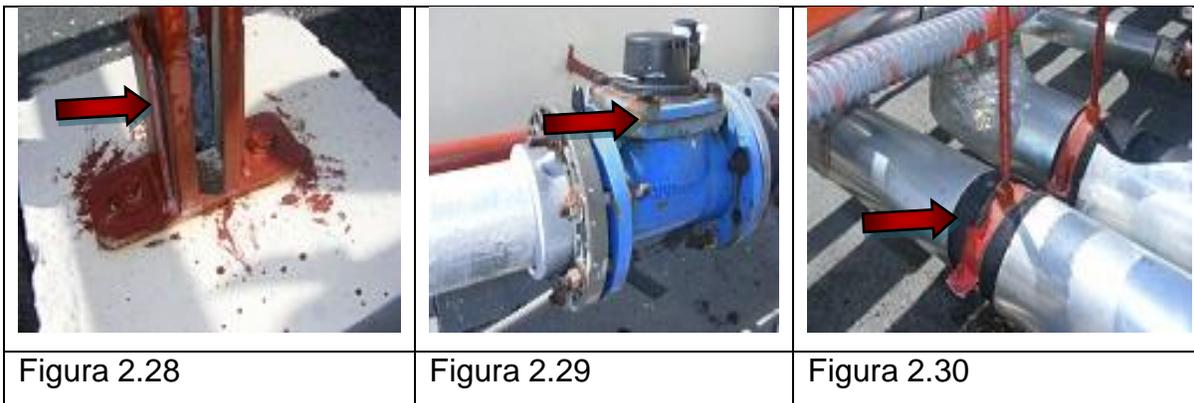
Los componentes que pueden sufrir corrosión y deban presentar inaccesibilidad después del montaje, deben fabricarse con materiales resistentes a la corrosión o tener un sistema de pintura protector que sea efectivo durante el tiempo de servicio de la estructura, evitando que tengan lugar:

Las áreas de difícil acceso se pueden observar en las siguientes figuras (2.25– 2.27) representadas con flecha azul.



**Orificios o resquicios.**

El problema de tratamiento de orificios es un inconveniente de diseño anticorrosivo que afecta, que se puede observar en las imágenes (2.28–2.30) siguientes simbolizadas por flechas rojas; consigo trae la corrosión en resquicios, que es corrosión de tipo electroquímica, no uniforme. Esta favorece la acumulación de depósitos como los provenientes del aerosol marino y la humedad. En los resquicios tiene lugar la condensación a humedades relativas por debajo del 100 %, ya que se comporta como un capilar y favorece la acumulación y depósitos de contaminantes así como de la corrosión.

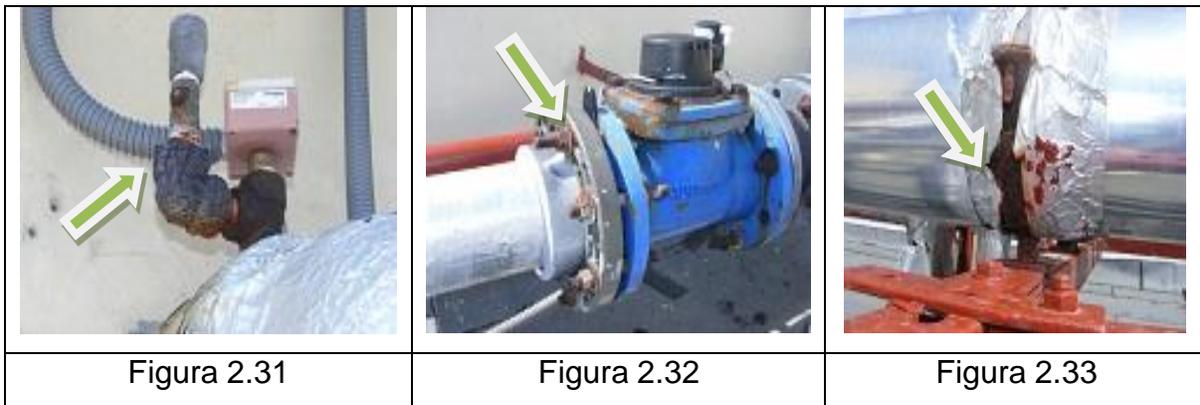


**Prevención de la corrosión galvánica.**

El problema de prevención de la corrosión galvánica es producto de la unión de materiales de naturaleza diferente.

La corrosión que originan estos problemas se puede observar por la presencia de diferentes materiales. La corrosión que se genera es del mismo nombre siendo del tipo electroquímica, no uniforme.

En ella el metal más activo actúa como ánodo y sobre el metal menos activo tiene lugar la reducción del agente oxidante y actúa como cátodo. En esto, influye la magnitud de la diferencia de potenciales y la diferencia de áreas entre metales. Si el diseño es tal que el par galvánico no puede evitarse, las superficies en contacto deberían estar aisladas eléctricamente. Este problema se puede observar en las siguientes figuras (2.31–2.33) representadas con flechas verdes.



Si el diseño es tal que el par galvánico no puede evitarse, las superficies en contacto deberían estar aisladas eléctricamente, por ejemplo pintando las superficies de ambos metales. Si solo es posible pintar uno de los metales adyacentes a la unión, se debe pintar, si es posible, el metal más noble. De modo alternativo, puede ser considerada la protección catódica.

### **Manipulación transporte y montaje.**

Por lo general este problema trae consigo el deterioro de los sistemas protectores de pinturas y por consiguiente los efectos de la corrosión atmosférica

En la figura 2.34 representado con flecha amarilla se observan los problemas que se pueden presentar cuando no se tiene cuidado en los momentos de manipular, transportar y montar las instalaciones y equipos.

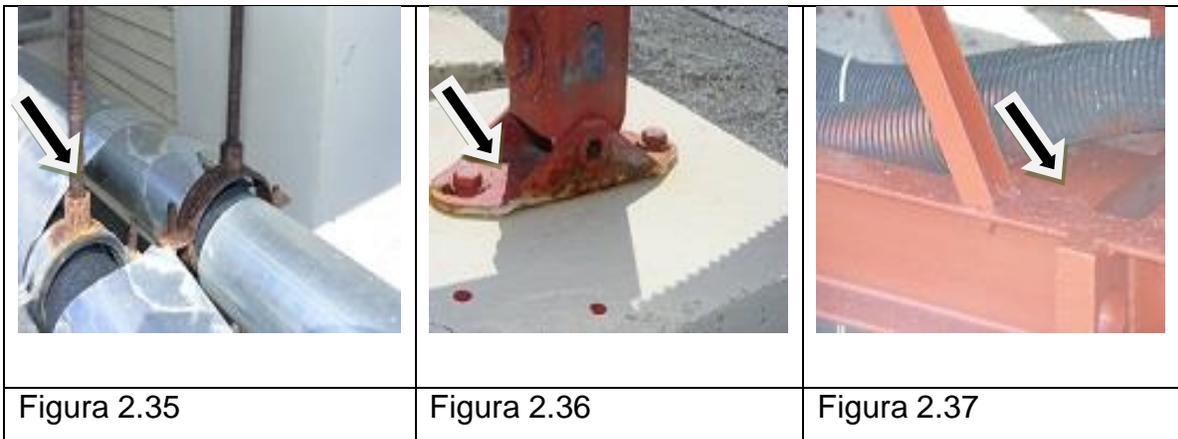


Figura 2.34

**Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.**

Consiguen crear este problema los tipos de corrosión atmosférica húmeda y/o mojada, además de las celdas de aireación diferencial.

El diseño de las piezas debe ser de tal forma que no existan zonas de acumulación y depósitos que traen consigo serios problemas de corrosión tal y como se muestran en las siguientes figuras (2.35–2.37) representado por flecha negra.

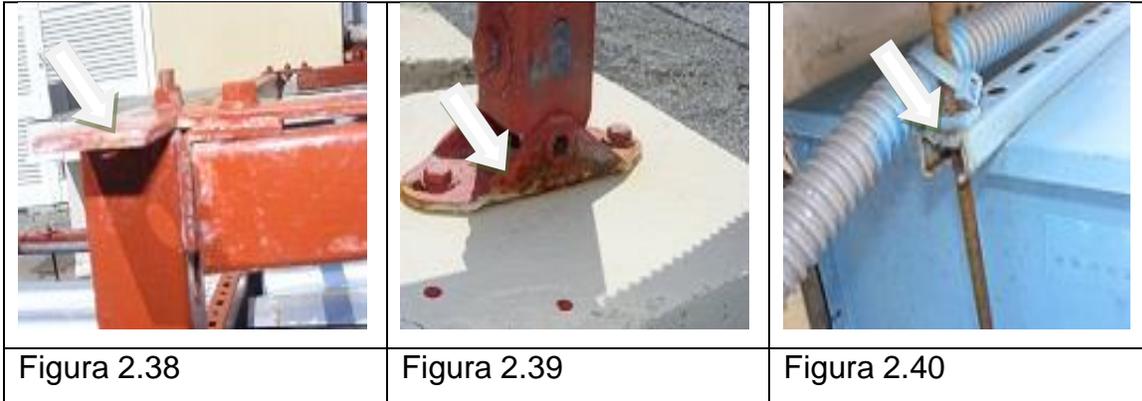


**Bordes.**

Desde el proceso de fabricación los bordes deben ser redondeados o biselados, deben eliminarse las rebajas a lo largo de otros bordes cortantes y en torno a orificios para obtener un mejor resultado en los recubrimientos por pintura.

Muestran problemas en los bordes varias partes de este sitio, por resultante traen grandes afectaciones a los sistemas de pinturas. Este problema se observa en las

siguientes figuras (2.38–2.40) que están representados con flecha blanca. En estas zonas está presente la corrosión interfacial.



### Imperfecciones de la superficie de la soldadura.

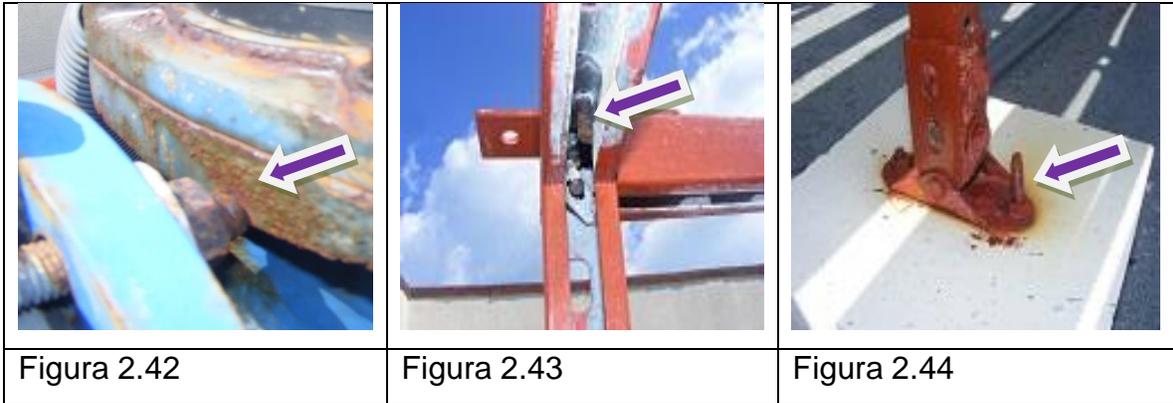
De dos formas se puede presentar el problema de las soldaduras, una continua e irregular y la otra es por puntos. Este problema se puede observar en la figura 2.41 representada con flecha carmelita. En este caso se observa problemas de imperfección en la superficie continua que provocan que se depositen los contaminantes como son los cloruros, sulfatos provenientes del aerosol marino principalmente. Trae consigo la corrosión en resquicios de tipo electroquímica, no uniforme y la corrosión por celdas de aireación diferencial.



### Conexiones con pernos.

Anterior al montaje deben prepararse las superficies de fricción en conexiones antideslizantes proporcionando una atención exclusiva a la especificación de películas de pinturas, los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la

estructura. Estos elementos están sujetos a la corrosión en resquicios por tener muchas zonas de unión. Este problema está representado en las siguientes figuras (2.42–2.44) con flechas violetas.



### Componentes huecos.

Mientras que estén provistos de aberturas de drenaje y estén protegidos de un modo efectivo contra la corrosión, los componentes huecos (interior inaccesible), constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión ya que reducen la superficie expuesta. En estos casos no se observa la corrosión que viene de adentro hacia fuera. Este problema está representado con flechas amarillas oscuras en la figura 2.45.



### Diagnóstico de la preparación de superficies.

La preparación previa de la superficie es de gran importancia por lo que se debe cumplir de forma necesaria una serie de pasos. En las superficies de acero la pintura se debe mantener prácticamente intacta, los puntos de corrosión no deben

sobrepasar un décimo de un por ciento de la superficie. Esto implica un daño no superior al 0,1%. Esto se puede observar las siguientes figuras (2.46 – 2.51).

		
<p>Figura 2.46</p>	<p>Figura 2.47</p>	<p>Figura 2.48</p>
		
<p>Figura 2.49</p>	<p>Figura 2.50</p>	<p>Figura 2.51</p>

### 2.3. Conclusiones parciales del capítulo.

- Después de haber realizado un análisis detallado del grupo electrógeno y del sistema de clima del bloque Playa podemos decir que los problemas de diseño repercuten en gran medida en el deterioro por corrosión.
- En las instalaciones el material más utilizado es el acero estructural.
- De forma general podemos decir que en el grupo electrógeno y el sistema de clima del bloque Playa no se utilizan otras técnicas de conservación.

### **Capítulo III: Propuesta de un sistema de protección anticorrosiva y conservación.**

Luego de realizar el diagnóstico en las áreas del grupo electrógeno y en el sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar, se obtuvo como resultado una serie de problemas de diseño anticorrosivo y se pudo constatar una mala aplicación de los sistemas de recubrimientos de pinturas.

Como resultado, en el siguiente capítulo se proyectaran una serie de medidas que den solución a dichos problemas así como los materiales que van a ser empleados en el SIPAYC.

#### **3.1. Propuesta de materiales.**

Los materiales a utilizar son de producción nacional fabricados en la planta piloto perteneciente al (CEAT).

- Disolución de Fosfatado Decapante de Acción Rápida DISTIN 504.

Producto que con el metal forman recubrimientos fosfáticos que se comportan como un recubrimiento con características protectoras y perfiles de anclaje excelentes. Se emplean para la preparación de la superficie, antes de la aplicación de recubrimientos de pintura, tanto en el mantenimiento periódico como en los mantenimientos generales. Se combina este tratamiento con un decapado previo por métodos manuales mecanizados. (Ver Ficha Técnica en Anexo 2)

Estas disoluciones obtuvieron la certificación por el ensayo de resistencia a la corrosión denominado: Cámara de Humedad Temperatura, durante 1600 horas, realizado en los Laboratorios de Ensayos de Tropicalización (LABET).

- Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L.

La grasa que se emplea está especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, resquicios y otras partes de las estructuras metálicas y equipos. (Ver Ficha Técnica en anexos 3).

Obtuvo la certificación por el ensayo de resistencia a la corrosión denominado: Cámara de Humedad Temperatura, durante 1600 horas y los de cámara de niebla

salina durante 500 horas, realizados en los Laboratorios de Ensayos de Tropicalización (LABET).

- Mástique Asfáltico Semisólido con Goma DISTIN 404 y Mástique Asfáltico Líquido Tipo Solvente con Goma DISTIN 404 L.

Están formados elementalmente por matrices y rellenos. Son aplicables como recubrimientos de sellado y rellenos de uniones, como material asfáltico impermeabilizante para techos y en estructuras para trabajos de ingeniería, formando un recubrimiento protector, además de que resisten el impacto de otros agentes sobre ellos. (Ver Ficha Técnica en anexos 4 y 5).

Ambos mástiques consiguieron la certificación por el ensayo de resistencia a la corrosión denominado: Cámara de Humedad Temperatura, durante 1600 horas y los de cámara de niebla salina durante 500 horas, realizado en los Laboratorios de Ensayos de Tropicalización (LABET).

- Cera Impermeabilizante y Abrillantadora Líquida DISTIN 603 L.

Esta cera es un producto líquido especialmente preparada para la protección de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno, que junto con los contaminantes atmosféricos son los causante del deterioro de las pinturas. (Ver Ficha Técnica en anexo 6).

Esta cera obtuvo la certificación por el ensayo de resistencia a la corrosión denominado: Cámara de Humedad Temperatura, durante 1600 horas y los de cámara de niebla salina durante 500 horas, realizado en los Laboratorios de Ensayos de Tropicalización (LABET).

### **3.2. Agresividad corrosiva de la atmósfera.**

Un aspecto de vital importancia para poder aplicar el SIPAYC es la caracterización de agresividad corrosiva de la atmósfera en el lugar donde se encuentran las áreas del grupo electrógeno y el sistema de clima del bloque Playa en el hotel Princesa del Mar.

Por su ubicación geográfica a pocos metros de la costa norte y según el Mapa de Agresividad Corrosiva de la Atmósfera en Cuba (anexo 1), la instalación se clasifica de acuerdo al nivel de corrosión en extremo (hasta 1km de la costa norte en zonas no apantalladas) y con relación a la categoría, en C4 (agresividad corrosiva alta)

Otra vía por la cual se puede determinar la agresividad corrosiva de la atmósfera es recurriendo a la Norma NC-ISO 12944: 2:2008.

### **3.3. Preparación superficial.**

Para una correcta aplicación de los recubrimientos, resulta imprescindible efectuar una considerada preparación superficial ya que la zona se encuentra en un ambiente de corrosión agresivo. Debido a que el lugar no cumple con las regulaciones ambientales, no se pueden aplicar los métodos a chorros orientados por las normas para estos casos.

Para lograr una preparación superficial similar a la establecida, es necesario combinar el método manual mecanizado con métodos químicos. El método manual mecanizado está basado en el empleo de cizallas o motores eléctricos a los cuales se les pueden acoplar dispositivos tales como cepillos de alambre, lijas y discos abrasivos, posteriormente se lava la superficie con agua a presión, para eliminar contaminantes del aerosol marino y los restos de herrumbre. Si se observan manchas de aceite o grasa, se limpiarán con un disolvente orgánico y/o detergentes industriales. Este sin lugar a dudas ofrece un mayor rendimiento que los manuales, pero aun así no se logra una superficie bien preparada para posteriormente aplicársele el recubrimiento, ya que se logra una superficie con preparación St2. Es por ello que después resulta necesario el uso de uno de los métodos químicos, que consiste en aplicación de la Disolución de Fosfato Decapante DISTIN 504 con un paño o brocha, frotándolo sobre la superficie, se puede aplicar de dos a tres manos con un intervalo de 30 min en caso necesario, esperar como mínimo 48 hrs para aplicar esquema de pintura, para lograr un acabado similar al Sa 2<sup>1/2</sup> registrado por las normas.

Es válido aclarar que las disoluciones de fosfatado no se emplean solamente durante la preparación superficial previa, la cuales además brindan una primera protección a estas partes afectadas, sino también en la conservación temporal, ya que permite que se puedan tratar las superficies pintadas con manchas de óxido, por la posibilidad que tienen estos productos de penetrar y fosfatar a la vez estas zonas dañadas, eliminando de esta forma a dichas manchas y restableciéndoles el aspecto original de la superficie.

Las superficies metálicas tratadas con las disoluciones no requieren ser enjuagadas, pero es indispensable que se le haga un excelente secado de la superficie para evitar posibles afectaciones de la adherencia del producto en el material.

#### **3.4. Diseño Anticorrosivo.**

El empleo de un eficiente diseño anticorrosivo debe ser capaz de disminuir los efectos que ejercen los diferentes tipos de corrosión a las superficies metálicas y dotar de una mayor durabilidad a los equipos y estructuras que integran las diferentes áreas. También debe asegurar una buena compatibilidad con sus funciones, estabilidad, resistencia, durabilidad, poseer un costo aceptable y ser estéticamente agradable.

Por su efectividad ya demostrada por el laboratorio LABET, por su fácil manejo a la hora de aplicarse y por los bajos costos que representan a la hora de dar mantenimiento ya que son de producción nacional, son recomendables para la solución a los diferentes problemas los productos DISTIN.

Las áreas tienen que estar limpias y secas, la humedad relativa no debe ser superior al 80 % y no se debe aplicar estas labores en época de frente frío.

A continuación se muestra un manual en forma de tabla con las herramientas y productos anticorrosivos a utilizar para los diferentes problemas de diseño que se presentan.

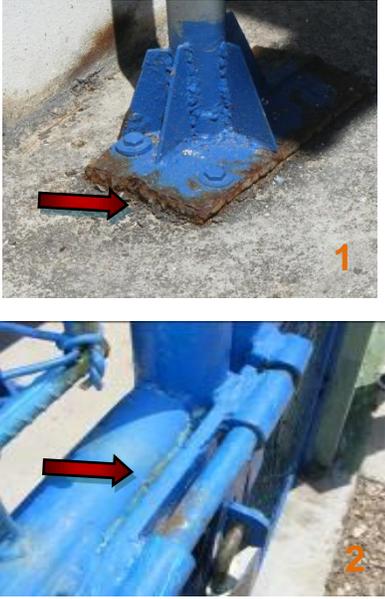
En la primera etapa se le dan tratamiento a los problemas de diseño de forma manual o manual mecánica. Esto se realiza antes de preparar la superficie y pintar

Mientras que en la segunda se le dan soluciones a los problemas de diseño que necesitan de productos anticorrosivos diferentes a las pinturas. Esta etapa se lleva a cabo cuando se aplicó el esquema de pintura específica para cada instalación objeto de estudio.

- En el grupo electrógeno.

Problema de diseño	Soluciones a utilizar.	Muestras fotográficas
<b>Primera etapa</b>		
Bordes	Los bordes deben ser redondeados o biselados. La solución en estos casos es redondear los bordes usando un electro-esmerilador, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr el espesor de la película adecuada.	
Componentes huecos.	La solución para los componentes huecos en esta etapa es practicarles un orificio de acceso en la parte superior y de drenaje en la inferior para una vez aplicado el recubrimiento de pintura posibilitar la aplicación de los productos DISTIN.	
Imperfecciones de la superficie de la soldadura.	Las soldaduras deben ser continuas y deben estar libres de superficies irregulares, por lo que la solución para este problema es emparejarlas con una electroesmeriladora.	

<p>Precauciones para prevenir la retención de humedad y depósitos de agua.</p>	<p>Una de las soluciones para cuando existen zonas donde pueden quedar retenida el agua y sirvan de depósitos para los contaminantes es la de practicar agujeros de drenajes para que todas las materias extrañas puedan quedar sobre la superficie metálica.</p>	
<p><b>Segunda etapa</b></p>		
<p>Conexiones con pernos</p>	<p>Desmontar el perno. Limpiar la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, eliminando la grasa que pueda existir y el óxido. Con el empleo de solventes y/o detergentes, cepillos de alambre y lijas. Sumergir los pernos, las tuercas y las arandelas en disolución de fosfatado por un tiempo no mayor de 5 minutos. Pasado 48 horas de aplicada la disolución se procede al pintado con pintura anticorrosiva por el método de inmersión. Una vez seca la pintura se le aplica Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 a las ranuras que se forman entre la tuerca, las arandelas, la pieza a fijar y el perno. Se procede a colocar nuevamente el perno y se eliminan los excesos del producto que puedan quedar. Se pinta la parte del perno que haya sido dañada por las tuercas en el momento del apriete. Se aplica Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 donde se haya eliminado el producto.</p>	

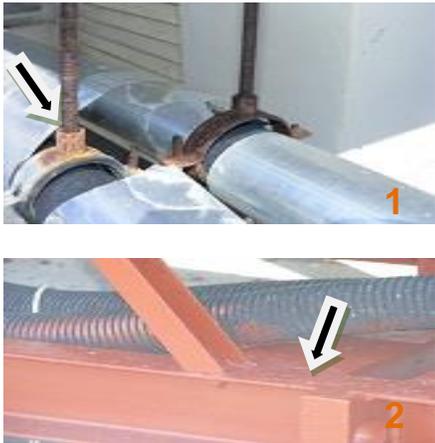
<p>Orificios o resquicios.</p>	<p>Figura 1: Desmontar y aplicar Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 en toda la zona de unión de las piezas (resquicio) creando una junta. Volver a colocar las piezas y eliminar el exceso de producto. Figuras 2: Atomizar Grasa Líquida tipo Solvente DISTIN 314 L en la zona de unión de las piezas (resquicio) y sellar con Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404.</p>	
<p>Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.</p>	<p>Figura 1: Una solución objetiva es la de crear superficies inclinadas a lo largo del perfil horizontal mediante la aplicación de Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404. Figura 2: Rellenar con Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 toda la base del grupo de tal forma que no se quede retenido los contaminantes atmosféricos. Eliminar los sobrantes del mástique asfáltico semisólido.</p>	
<p>Componentes huecos.</p>	<p>Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil circular por los orificios practicados cubriendo toda la superficie. Colocar tapones en los orificios y limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</p>	

<p>Áreas cerradas</p>	<p>Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil rectangular después de retirar las tapas. Limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</p>	
-----------------------	---	--

➤ En el sistema de clima del bloque Playa.

Problema de diseño	Soluciones a utilizar.	Muestras fotográficas
<b>Primera etapa</b>		
<p>Bordes.</p>	<p>Los bordes deben ser redondeados o biselados. La solución en estos casos es redondear los bordes usando un electro-esmerilador, para posibilitar la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y para lograr el espesor de la película adecuada.</p>	
<p>Imperfecciones de la superficie de la soldadura.</p>	<p>Se propone emparejar estas superficies usando un electroesmerilador para obtener un recubrimiento de pintura lo más uniforme posible. Las soldaduras deben ser continuas y parejas.</p>	
<p>Componentes huecos.</p>	<p>La solución es practicarles un orificio de acceso en la parte superior y de drenaje en la inferior para una vez aplicado el recubrimiento de pintura posibilitar la aplicación de los productos DISTIN.</p>	

<b>Segunda etapa</b>		
<p>Accesibilidad.</p>	<p>Atomizar grasa de conservación líquida tipo solvente DISTIN 314L, cubriendo todo el interior de la viga. Limpiar con paño seco y limpio los residuos de la grasa aplicada.</p>	
<p>Prevención de la corrosión galvánica.</p>	<p>Si el diseño es tal que el par galvánico no puede evitarse, las superficies en contacto deberían estar aisladas evitando la continuidad eléctrica con mastiques asfálticos semisólidos DISTIN 404, además de haber pintado el material más noble (acero estructural) con el mismo esquema de pintura seleccionado para el resto de las estructuras metálicas.</p> <p>Figura 1: desmontar, preparar superficie y pintar, volver a montar aplicando mastique asfáltico semisólido DISTIN 404 como aislante entre los metales de diferente naturaleza.</p> <p>Figura 2: eliminar el óxido grueso por métodos manuales mecanizado del elemento de acero estructural (codo 90°), preparar superficie y pintar reforzando el esquema de pinturas seleccionado.</p>	 
<p>Conexiones con pernos.</p>	<p>Desmontar el perno. Limpiar la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, eliminando la grasa que pueda existir y el óxido. Con el empleo de solventes y/o detergentes, cepillos de alambre y lijas. Sumergir los pernos, las tuercas y las arandelas en disolución de fosfatado por un tiempo no mayor de 5 minutos.</p>	

	<p>Pasado 48 horas de aplicada la disolución se procede al pintado con pintura anticorrosiva por el método de inmersión.</p> <p>Una vez seca la pintura se le aplica Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 a las ranuras que se forman entre la tuerca, las arandelas, la pieza a fijar y el perno.</p> <p>Se procede a colocar nuevamente el perno y se eliminan los excesos del producto que puedan quedar.</p> <p>Se pinta la parte del perno que haya sido dañada por las tuercas en el momento del apriete.</p>	
<p>Orificios o resquicios.</p>	<p>Desmontar y aplicar Mastique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 en toda la zona de unión de las piezas (resquicio) creando una junta.</p> <p>Volver a colocar las piezas y eliminar el exceso de producto.</p>	
<p>Precauciones para prevenir la retención de humedad depósitos y agua.</p>	<p>Figura 1: rellenar con Mástique Asfáltico Semisólido DISTIN 404 el depósito que se crea en la parte superior de la tuerca al colocarle el perno (tirante).</p> <p>Figura 2: crear una superficie inclinada a lo largo del perfil horizontal.</p> <p>Eliminar los sobrantes del mástique asfáltico semisólido.</p>	

<p>Componentes huecos.</p>	<p>Atomizar Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L en el interior del perfil rectangular por los orificios practicados de acceso y drenaje cubriendo toda la superficie. Colocar tapones en los orificios y limpiar con trapo limpio y seco los residuos de la grasa aplicada.</p>	
<p>Manipulación y transporte y montaje.</p>	<p>Para solucionar este problema, primeramente se comienza por preparar la superficie así como redondear los biselados que se observan en la figura y luego se le aplica Disolución de Fosfato DISTIN 504. Por último se le añade Mástique Asfáltico Semisólido con Goma DISTIN 404 y se selecciona un adecuado sistema de pintura para pintar esta superficie.</p>	

### 3.5. Selección del sistema de recubrimiento de pintura.

Para la selección del sistema de pintura adecuado hay que tener en cuenta lo establecido en la Norma UNE EN ISO 12944: 5: 2007, que posee tablas que proponen sistemas de pinturas adecuadas a las condiciones de agresividad existentes, en nuestro caso es C4.

Además hay que tener en cuenta el tiempo de duración del sistema de pintura que se desea lograr en las instalaciones, siendo este 2 a 5 años categorizándose de durabilidad baja. Este tiempo no es necesariamente un periodo de garantías, pero sirve para poder planificar los periodos de mantenimientos.

De forma General tenemos que el sistema tiene que cumplir con el número S4.08, con un grado de preparación superficial similar al Sa 2 ½. El tipo de ligante es

Clorocaucho (CR). El número de capas de imprimación es 2 y la de acabados 3, siendo siempre el espesor por capas de 40  $\mu\text{m}$  para un espesor total de 200  $\mu\text{m}$ .

Cumpliendo este esquema tenemos que para el área del grupo electrógeno el primario sería Hempadur 45880 y la de acabado Polyenamel 55100. Para el sistema de clima del bloque Playa tenemos como primario y acabado Hempalin 12050.

Todas las pinturas antes señaladas pertenecen a la firma HEMPEL y son las que utilizan las instalaciones y equipos del hotel, por lo que en los casos que los requiera no es necesario remover todo el esquema de pintura existente.

De darle solución a los problemas de diseño anticorrosivo existentes y la preparación superficial como se señaló anteriormente, los resultados serán satisfactorios, lográndose una durabilidad de 5 años, que es el tiempo que por lo general establece la norma para este tipo de agresividad.

Todos los pasos para la aplicación de los recubrimientos de pinturas deben ser controlados, ya que es la garantía de que los esquemas de pinturas propuestos proporcionen los resultados esperados. Se debe controlar desde el momento en que se adquiera la pintura hasta que se haya obtenido el espesor final del recubrimiento.

El pintado a brocha se realizará de forma que se obtenga una capa lisa y de espesor uniforme en lugares de difícil acceso, bordes, cantos, uniones en T y/o cuando se utilicen pinturas que contienen productos tóxicos. Se pintarán en lo posible todas las hendiduras y esquinas. Las acumulaciones o descuelgues de pintura se extenderán con la brocha.

Las partes, que no sean accesibles a la pistola, como: remaches, tornillos, hendiduras, etc., se pintarán con brocha. La brocha se trabaja a un ángulo de 45 a 50 grados sobre la superficie a pintar. No se pintarán a brocha superficies de acero que por excesiva temperatura originen burbujas o porosidad o puedan perjudicar de alguna forma la duración de la pintura.

No se realizará ninguna operación de pintado en zonas próximas a donde se esté soldando.

En el pintado por aspersión se debe utilizar equipos de pulverizar equipados con (reguladores, manómetros y purgadores). La presión a utilizar es entre 150 y 200 kg/cm<sup>2</sup>. El equipo de pulverización tiene que estar limpio de polvo, pintura seca y materias extrañas. Si se deja disolvente en el equipo se eliminará completamente antes de aplicar la pintura.

Es importante seleccionar adecuadamente el tipo de boquilla que se use. Cada boquilla determina el aporte de fluido, el ancho del abanico y la velocidad de salida de la pintura.

El abanico se regulará hasta obtenerse una huella de 25 a 30 cm de ancho y deberá producirse una película húmeda y lisa sobre el substrato, para ello debe mantenerse la pistola a unos 25 cm de la superficie a pintar.

La pistola debe desplazarse a una velocidad uniforme y perpendicular a la superficie a pintar. Las distintas franjas de pintura deben solaparse entre sí en  $\frac{1}{3}$  del ancho de las mismas.

Si se producen acumulaciones o descuelgues de pintura, se extenderán inmediatamente con brocha o se eliminará la pintura y se pintará de nuevo.

Seguir las instrucciones del fabricante de las pinturas, en cuanto a tiempo de secado e intervalo de repintado. Consultar ficha técnica del producto.

La pintura debe agitarse de forma que los componentes se mantengan mezclados en los recipientes de alimentación.

Las capas de recubrimientos brillantes que puedan perjudicar la adherencia de la capa siguiente se tratarán con abrasivos suaves, con disolventes u otro método adecuado que no influya en la duración de la pintura.

Una vez pintadas las estructuras, no deben ser objetos de manipulaciones. Se exceptúan las imprescindibles.

Las zonas que resulten dañadas deberán rasparse y retocarse con el mismo número de capas y clase de pintura.

Todos los pasos deberán ser controlados como una etapa más en la ejecución de los trabajos de aplicación de recubrimientos.

Para complementar las garantías y lograr una durabilidad de cinco años, es necesario realizar una correcta preparación superficial y seguir todos los pasos

que se indican para llegar a un buen resultado controlando específicamente la cantidad de micrómetros correspondientes a cada una de las capas para no violar de esta forma el valor final de espesor del recubrimiento de pintura.

### **3.6 Conservación y protección anticorrosiva adicional. Fundamentación del sistema.**

En los estudios realizados hemos verificado que las NC ISO 12944. 1-8: 2007 no son suficientes para dar solución a los problemas de diseño anticorrosivo existentes en cuanto a protección adicional ya que no indica los productos que pueden ser empleados.

Como se ha propuesto anteriormente, los productos DISTIN son recomendables como protección anticorrosiva adicional, por su garantía ya demostrada por el laboratorio LABET, por su fácil manejo a la hora de aplicarse y por los bajos costos que representa a la hora de dar mantenimiento ya que son de producción nacional.

La Cera Abrillantadora e Impermeabilizante DISTIN 603 L, está preparada para la conservación de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno. Dentro de sus aplicaciones está la conservación de los recubrimientos de pinturas en pizarras de control y en general sobre todas las superficies que han sido pintadas, ya que puede eliminar manchas y evitar la penetración del agua. Esta cumple una protección temporal, de meses, en función de las condiciones de agresividad a que esté sometido el equipo. Por tanto, tiene que establecerse en los planes de mantenimiento un período de control y reposición en este caso mensual. Posteriormente a partir de la experiencia práctica, puede extenderse o disminuirse estos plazos y ajustarse a las condiciones de explotación de cada equipo.

La Disolución de Fosfatado Decapante DISTIN 504, está diseñada para la preparación rápida de superficies metálicas oxidadas y superficies metálicas no oxidadas respectivamente, dejando así una superficie limpia para su posterior tratamiento de pintado. Esta cumple una función temporal antes de cada mantenimiento de pintado dependiendo del tiempo de durabilidad de la misma.

Además se pueden utilizar cuando existen manchas de óxido sobre las superficies pintadas, las que quitan las manchas de óxido y mantienen la pintura para posteriormente pintar las partes dañadas.

Otras medidas complementarias tenemos el lavado de las superficies metálicas para eliminar los contaminantes que puedan depositarse sobre las superficies. Por otro lado tenemos el apantallamiento con el terreno y la vegetación para impedir que los agentes contaminantes presentes en la atmosfera lleguen y se depositen sobre las superficies metálicas.

### 3.7. Resultados económicos esperados.

A continuación se mostraran algunos resultados económicos de las áreas del grupo electrógeno y del sistema de clima del bloque Playa en cuanto a la aplicación de los productos DISTIN, mantenimiento y reparación con pinturas.

#### 3.7.1. Aplicación de los productos DISTIN.

Para tener un conocimiento de lo necesario para la conservación primeramente vamos a conocer el costo de los equipos e instalaciones que serán objeto de estudio (Ver Tabla 3.1).

*Tabla 3.1: Costos de los equipos e instalaciones de las áreas de los grupos electrógenos y del sistema de clima.*

Nombre.	Cantidad	CUC
Grupo electrógeno 425 KVA a 400V	3	127602.45
Grupo electrógeno 450 KVA a 400V	1	43089.77
Grupo electrógeno 500KVA SCANIA	1	70678.81
Enfriadora de agua c/ recuperación d/ calor 112 TR	3	117051.42
Enfriadora de agua c/ recuperación d/ calor 92 TR	1	30027.79
Bombas grunfos 112 M3/H, sistema clima	3	6726.21
Bombas grunfos 66 M3/H, sistema clima	6	9008.04

<b>Total</b>		404184.49
--------------	--	-----------

**Fuente: Elaboración propia.**

Podemos observar de la tabla anterior que la inversión en las áreas de los grupos electrógenos y del sistema de clima asciende a más de 400 mil pesos en CUC, lo que demuestra la importancia de una buena conservación de las instalaciones y equipos. La aplicación de los SIPAYC puede alargar el tiempo de vida útil de los diferentes equipos.

El costo de los productos DISTIN que se proponen en la aplicación del SIPAYC se observan en la tabla 3.2. De ella se determina que antes de tener que invertir para poder montar nuevamente las instalaciones, es conveniente por su probada calidad la aplicación del SIPAYC; debido a que el costo es mucho menor en ambas monedas que lo que cuestan los equipos de dichas áreas.

*Tabla 3.2. Consumo y costo de los productos DISTIN*

<b>Materiales y operaciones</b>	<b>UM</b>	<b>CU MN</b>	<b>CU CUC</b>	<b>Total a utilizar</b>	<b>CT MN</b>	<b>CT CUC</b>
DISTIN 314	kg.	4,21	1,07	5,0	21.05	5.35
DISTIN 314 L	L	3,43	1,12	12,0	41.16	13.44
DISTIN 404	kg.	2,04	0,65	8,0	16.32	5.20
DISTIN 603	L	6,28	0,76	6,5	40.82	4.94
DISTIN 504	L	3,07	0,48	38,0	116.66	18.24
<b>Total</b>					236.01	47.17

**Fuente: Elaboración propia.**

Tabla 3.3. Consumo y costo del mantenimiento y reparación de pinturas anuales.

<b>Materiales y operaciones</b>	<b>UM</b>	<b>CU MN</b>	<b>CU CUC</b>	<b>Total a utilizar</b>	<b>CT MN</b>	<b>CT CUC</b>
Pintura Hempadur 45880	L	0,68	3,18	60	40.8	190.8
Pintura Polyenamell 55100	L	0,27	1,19	50	13.5	59.5
Pintura Hempalin 12050	L	0,57	2,97	50	28.5	148.5
Diluyente	L	0,69	3,2	50	34.5	160
Rodillos	U	1,53	9,58	10	15.3	95.8
Brochas	U	0,66	3,03	8	5.28	24.24
<b>Total</b>					<b>137.88</b>	<b>678.84</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

El consumo de los productos DISTIN se obtuvo mediante la toma de medidas de las zonas a aplicar, pues con el área y de acuerdo con el rendimiento de los mismos según las fichas técnicas de los productos, ver anexos del 2 al 5, se determina el consumo.

Los productos DISTIN se aplican en el primer año de forma completa y posteriormente se aplica en dependencia del estado de las superficies de los equipos y componentes, aunque en el consumo de los mismos se tiene en cuenta este aspecto.

Teniendo en cuenta que la aplicación del SIPAYC protege los equipos y componentes de las áreas de los grupos electrógenos y del sistema de clima por un período de cinco años contra la corrosión, la frecuencia de los gastos laborales por mantenimiento y reparación de pinturas incluyendo la aplicación de los sistemas de pintura dejaría de ser anual para efectuarse cada cinco años.

Los resultados de los costos; por lo expuesto anteriormente, para cinco años la aplicación del SIPAYC sería la suma de los costos del mantenimiento y reparación

de pinturas anuales que incluye los costos de los productos DISTIN a aplicar lo que equivale a 373.89 MN y 726.01 CUC.

De acuerdo a los costos del mantenimiento y reparación de pinturas anuales, entonces para cinco años se tendría un costo de 689.40 MN y 3394.20 CUC. Entonces, el ahorro que propicia la aplicación del SIPAYC sería la resta de estos valores con los gastos que se tendría para aplicarlo, esto propicia un ahorro de 315.51 MN y 2668.19 CUC.

### **3.7.2. Valor Actual Neto (VAN).**

Es el valor presente de los rendimientos futuros descontados al costo de capital aportado al costo de la inversión, no es más que la diferencia del valor actualizado de todos los flujos de efectivos que genera la inversión y el desembolso inicial. El VAN refleja la rentabilidad de la inversión en términos absolutos, expresa cuánto dinero se gana o se pierde con la consecuencia de la ejecución del proyecto. Un proyecto de inversión será viable si el VAN es mayor que cero, es decir, tiene que ser positivo y entre varias alternativas se escoge el mayor posible.

El costo de capital utilizado se fijó en un 10% teniendo en cuenta su variabilidad entre el 1 y el 10% a partir de las características que considera el Banco Central de Cuba, tales como: el objeto del crédito solicitado, la capacidad de pago del cliente y el análisis de riesgo. En este sentido al tomar la mayor tasa, en caso de que sea rentable, se supone la rentabilidad para niveles inferiores de costo de capital. Los análisis se realizarán en unidades monetarias totales.

La inversión utilizada para los cálculos del VAN es en la que incurren las instalaciones en la compra de los diferentes equipos y utensilios que son necesarios para llevar a cabo la aplicación correcta del SIPAYC.

$$VAN = -I + \sum \frac{FE}{(1+k)^n}$$

Para el cálculo de flujo de caja se tuvo en cuenta la variante que se utiliza actualmente todos los años y la variante que se propone de la aplicación de las

tecnologías de conservación anticorrosiva que se aplicaría una vez cada cinco años.

Para la obtención del valor de la inversión se tuvo en cuenta los costos de equipamiento necesarios para la aplicación de las tecnologías de protección anticorrosiva, los valores del costo de adquisición de las pinturas y de los productos DISTIN.

Tabla 3.4: Flujo de caja.

Año	Flujo de caja	Flujo de caja actualizado
0	-1099.90	-1099.90
1	816.72	742.47
2	816.72	674.97
3	816.72	613.61
4	816.72	557.83
5	816.72	507.11

Fuente: Elaboración propia

$$VAN = (-1099.90) + \sum \frac{816.72}{(1.10)^1} + \frac{816.72}{(1.10)^2} + \frac{816.72}{(1.10)^3} + \frac{816.72}{(1.10)^4} + \frac{816.72}{(1.10)^5}$$

$$VAN = (-1099.90) + 3095.99$$

$$VAN = \$1996.09$$

➤ **Período de recuperación.**

$$PR = \frac{I}{\sum FE}$$

$$= \$1099.90 / \sum 816.72 + 816.72 + 816.72 + 816.72 + 816.72$$

$$= 0.269 \text{ (3 meses y 7 días).}$$

➤ **Período de recuperación descontado**

$$PRD = \frac{I}{\sum FEa}$$

$$= \$1099.90 / \sum 742.47 + 674.97 + 613.61 + 557.83 + 507.11$$

$$= 0.355 \text{ (4 meses y 8 días).}$$

Realizado los cálculos correspondientes se obtuvo un VAN positivo mucho mayor que cero lo que expresa que una vez recuperada la inversión se obtendrá una ganancia absoluta de \$1996.09 por conceptos de ahorro. También se analizó el período de recuperación de la inversión (estático y dinámico), con el estático (PR), se determinó que la inversión se recupera en 3 meses y 7 días y con el dinámico (PRD), o sea, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo, la inversión se recupera en 4 meses y 8 días.

**Leyenda.**

k: tasa de interés.

<sup>n</sup>: tiempo de duración del proyecto.

I: inversión.

FE: flujo de caja.

FEa: flujo de caja actualizado.

**3.8 Conclusiones parciales del capítulo.**

- Mediante la aplicación del SIPAYC en las áreas y equipamiento de los grupos electrógenos y el sistema de clima del bloque Playa se da solución a los problemas de diseño anticorrosivo identificados.
- La utilización de los productos DISTIN son de gran importancia por su efectividad, fácil manipulación y sus bajos costos ya que se producen en nuestro país.
- Se aclaró que la preparación superficial juega un papel importante e invariable para obtener los resultados de conservación propuestos, además de ser fundamental para el logro del éxito del diseño anticorrosivo.

## **Conclusiones.**

- El aseguramiento de un buen sistema de protección anticorrosivo y de conservación para las áreas de los grupos electrógenos y del sistema de clima del bloque Playa del Hotel Princesa del Mar permiten dar respuesta a la hipótesis planteada y disminuir la corrosión.
- Se diagnosticó los problemas de diseño anticorrosivo y de conservación de los grupos electrógenos y del sistema de clima del bloque Playa para la correcta implementación del SIPAYC.
- El uso de los productos DISTIN se fundamenta y justifica a través del sistema de protección anticorrosiva y de conservación que se propone
- Con la aplicación del SIPAYC en las instalaciones se logrará un ahorro en cinco años de 315.51 MN y 2668.19 CUC por los conceptos de gastos laborales, mantenimiento, reparación de equipos y aplicación de pinturas; además se justifica la inversión con un VAN positivo mucho mayor que cero y un período de recuperación de la inversión (PRI) estático de 3 meses y 7 días y dinámico de 4 meses y 8 días.

### **Recomendaciones.**

- Aplicar los métodos recomendados de protección anticorrosiva para las instalaciones según el manual.
- Realizar un seguimiento de todos los procedimientos recomendados para la correcta implementación de los métodos de protección anticorrosiva y conservación.
- Ofrecer al personal encargado del mantenimiento en las áreas objeto de estudio cursos de superación sobre la aplicación del manual de mantenimiento anticorrosivo.

## Bibliografía.

1. Álvarez, Y. 2014 "Estudio Técnico - Económico de la propuesta de solución a los problemas de corrosión en La Central Eléctrica DIESEL MTU serie 4000", Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico.
2. Betancourt, N. et al. 2002. Influence of SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> on atmospheric corrosion of steel. Revista CNIC. Serie Ciencias Químicas 33 (2): 71-75.
3. Bhaskar, S. et al. 2004. Cumulative damage function model for prediction of uniform corrosion rate of metals in atmospheric corrosive environment. Corrosion Engineering, Science and Technology 39(4): 313-320.
4. Castañeda, A. et al. 2015. Estudio de la corrosión atmosférica en una zona estratégica de Cuba. CENIX Ciencias Químicas. México. Vol. 46 (No. Especial), p. 22.
5. Castro Borges, P. 2006. Prevención de problemas patológicos por corrosión en estructuras de hormigón. Conferencia especial en Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida. México.
6. Cortés Medina, M. T. 2004. Corrosión. Hipótesis. Colombia. Vol. 15 (No. 4), p. 14.
7. Dominguez, J. A. et al. 2010. Introducción a la corrosión y protección de metales. Edición ENPES. MES. La Habana, Cuba. 222-555 p
8. Echeverría, C.A., et al. 2003. Estudio de los problemas de corrosión diseño anticorrosivo y protección en el Complejo Paradiso Punta Arenas. Propuesta de soluciones. Informe Final del Contrato Marco entre el Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Universidad de Matanzas " Camilo Cienfuegos " y el Complejo Hotelero Paradiso -Puntarenas.
9. Echeverría, M. et al. 2006. Goma reciclada en recubrimientos anticorrosivos y de la construcción. Memorias del IX Congreso Internacional de Reciclaje. RECICLAJE 2006, Palacio de Convenciones. La Habana, CUBA. ISSN-1607-6281.
10. Echeverría, M. et al. 2009. Influencia del diseño en la protección anticorrosiva en condiciones climáticas de Cuba. Revista Tecnología Química Vol. XXIX, No. 1.

11. Echeverría, C.A. et al. 2010. Los sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.
12. Echeverría, M. et al. 2015. Unravelingsulfur compounds origin in marine zones by using the chloride/sulfate ratio. Applications in atmospheric corrosion studies. Corrosion Cience.
13. Espada, L.R. 2005. La corrosividad atmosférica: zonas costeras, de interior y agresivas. 5(1). Disponible en <http://www.nervion.com.mx.web>.
14. Gómez, M. A. et al. 2017. Evaluación de metodologías para la aplicación de sistemas de protección contra la corrosión en el interior de tanques de lastre en embarcaciones marinas. Ingeniería y Desarrollo. Colombia. Vol. 35 (No. 1), pp. 176 – 177.
15. González, A. 2010. Propuesta de un sistema anticorrosivo y de conservación para el área de generación de una Central Eléctrica Diesel MTU. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7
16. González, A. 2013 "Influencia del diseño anticorrosivo en el deterioro por corrosión en el grupo electrónico del hotel Princesa del Mar" Revista Retos Turísticos. Vol., num.2.ISSN:2224-7947
17. González, A. et al. 2015. Influencia del diseño anticorrosivo en la protección anticorrosiva del área de combustibles de una Central Eléctrica Diesel MTU SERIE 4000. RTQ, Mayo 2015, vol., no.2, p.193-207. ISSN 2224-6185
18. Gonzales, J. 2013. " Propuesta de un Sistema Anticorrosivo y Corrosión de los Silenciadores y Radiadores de las Centrales Eléctricas Diesel MTU de Varadero", Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico.
19. López, I. 2008. Corrosión atmosférica y conservación en obras soterradas en Matanzas. Departamento de Ingeniería Química. Matanzas, Universidad de Matanzas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: 116.
20. Méndez, O. et al. 2009. Influencia del diseño en la protección anticorrosiva en condiciones climáticas de Cuba. Tecnología Química. Cuba. Vol. XXIX (No. 1), p. 52.

21. Muxlhanga, R. et al. 2010. Diagnóstico de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión y propuesta de soluciones en la empresa salineras de Matanzas, Cuba. CD Monografías. Universidad de Matanzas.
22. Morcillo, M. et al. 2002 (a). Factors influencing the corrosion behavior of coated steel sheets in lap-joints. Report EUR 20067 EN.
23. Morcillo, M. et al. 2002 (b). Factors influencing the corrosion behavior of coated steel sheets in lap-joints. Report EUR 20067 EN.
24. Núñez, C.A.2014. Propuesta de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación de un área de contra incendio en la Base de Supertanquero de Matanzas. Tesina del diplomado de corrosión.
25. Roberge, P. 2000. Handbook of Corrosion Engineering. Quebec, McGraw-Hill Companies.
26. Salazar, J. A. 2015. Introducción al fenómeno de corrosión, tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales. Tecnología en Marcha. Costa Rica. Vol. 28 (No. 3), p. 128.
27. Sayre, M. L. (2015). Tratamiento de limpieza superficial en estructuras de acero al carbon y su impacto en la industria metalmecánica. Trabajo de diploma. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
28. NC ISO 12 944-1. 2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 1: Introducción general.
29. NC ISO 12 944-2. 2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 2: Clasificación de ambientes.
30. NC ISO 12 944-3. 2007. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 3: Consideraciones sobre el diseño.
31. NC ISO 12 944-4. 2014. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part4: Tipos y preparación de superficies.

32. NC ISO 12 944-5. 2008. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 5: Sistemas de pinturas protectores.
33. NC ISO 12 944-8. 2014. 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.
34. NC ISO 6270-2. 2006. Pinturas y barnices. Determinación de la resistencia a la humedad. Parte 2: Métodos de exposición de probetas en atmósferas con condensación de agua.
35. NC ISO 8501-1:2008. Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies. Parte 1: Grados de óxido y de preparación de sustratos de acero no pintados después de eliminar totalmente los recubrimientos anteriores.
36. NC ISO 11303. 2009. Corrosión de metales y aleaciones. Directrices para la selección de métodos de protección contra la corrosión atmosférica.
37. Vera R, et al. 2012. Protección de estructuras metálicas en diferentes ambientes. Rev. LatinAm. Metal. Mat. vol 32 (2): 269-276.

# ANEXOS

## Anexo 1:

Mapa de Agresividad Corrosiva de la Atmósfera de Cuba



### MAPA REGIONAL DE LA AGRESIVIDAD CORROSIVA DE LA ATMÓSFERA EN CUBA

Map of the corrosive aggressiveness of atmosphere in Cuba

- **EXTREMA:** Hasta 1 km de la costa norte en zonas no apantalladas
- **ALTA:** Franja de 1 a 3 km de la costa norte y 1 km de la costa sur
- **MEDIA1:** Zonas montañosas (> 500 m) con mayor humedad
- **BAJA:** Zona a más de 20 km de las costas donde se alcanzan valores mínimos de corrosión
- **MEDIA:** Hasta 20 km de las costas, donde influye ligeramente el aerosol marino

CATEGORIA	TDE horas/año	CONTENIDO SO <sub>2</sub> mg SO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> .año	CONTENIDO Cloruro mg Cl/m <sup>3</sup> .año
C1	≤10	≤10	≤3
C2	10-250	10-35	3-50
C3	250-2500	35-80	60-300
C4	2500-5500	80-200	300-1500
C5	>5500	>200	>1500

## **Anexo 2:**

### **FICHA TÉCNICA DISTIN 504**

#### **Disolución de Fosfatado Decapante Acción Rápida.**

Disolución de fosfatado decapante para la preparación rápida de superficies metálicas. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Produce un efecto inmediato al tratar superficies oxidadas de chapas, accesorios, piezas, equipos del transporte, etc., previo a la aplicación de recubrimientos. Puede ser aplicada sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido y elimina la mancha en la pintura. Forma una capa protectora con sales insolubles, requiere del enjuague y secado posterior si va a aplicar algún recubrimiento antes de las 72 horas. El recubrimiento penetra en la capa de fosfato logrando un excelente anclaje.

#### **Modo de Aplicación:**

- **Proyección:** Pudiera aplicarse en áreas de difícil acceso, pero no resulta el método más adecuado por su carácter ácido, que requiere de protección.
- **Inmersión:** Se introduce la pieza desde 5 a 15 minutos en dependencia del grado de oxidación de la superficie a tratar, lográndose un alto rendimiento del baño, no requiere enjuague ni neutralización posterior si se espera al menos 72 horas para completamiento de la reacción.
- **Frotado:** Se emplea este método cuando no pueden ser empleado el método de inmersión, sobre todo en estructuras montadas, en el tratamiento de superficies oxidadas. Se recomienda para el aluminio y el zinc frotados ligeros.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo, los óxidos desprendibles y descontaminar con agua.

**Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 10 m<sup>2</sup> /l en la preparación de superficies por frotado con más de una aplicación. En baños donde se introducen las piezas, permite tratar

hasta 50 m<sup>2</sup>/litro.

**Protección Anticorrosiva:** Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas días, semanas e incluso meses, en las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de alta a extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento.

**Condiciones de Conservación:**

- **Intemperie:** De no encontrarse contaminada la superficie con aerosol marino, puede proteger la estructura por un período de hasta una semana.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por varias semanas.
- **Almacén cerrado:** Puede mantener las piezas protegidas hasta un mes o más, lo cual no se prefiere, dada la posibilidad de contaminación de la superficie.
- **Interior de tanques:** Puede utilizarse para preparar la superficie no pintada y protege la superficie durante meses si se logra un buen secado y sellaje. Procedimiento indicado especialmente para instalación de tanques de combustible.

**Almacenamiento:** El producto debe ser almacenado en tanques plásticos de diferentes capacidades. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto.

**Medidas de protección:** Por constituir una solución ácida deben tomarse todas las medidas que evite contactos con ojos, cortaduras. El producto no daña la piel y no contamina el ambiente del área de trabajo.

## **Anexo 3:**

### **FICHA TÉCNICA DISTIN 314 L**

#### **Grasa Líquida Tipo Solvente.**

Es una grasa especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas de los equipos del transporte, contenedores, puentes, estructuras en edificaciones, etc. Por su composición líquida penetra a fondo, protege a las superficies oxidadas y a los recubrimientos de pintura. Proporciona impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, no oxidadas o con recubrimiento, con resistencia a la corrosión en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. La capa que se forma por evaporación del solvente, resiste el contacto con agua de mar, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección adicional por formación de una capa impermeable a los agentes agresivos. El recubrimiento que se forma por evaporación del solvente, es un producto derivado de la oleoquímica, biodegradable, que no contamina al medio por emulsión en contacto con los líquidos. No se inflama en contacto con la llama de soplete oxiacetilénico, una vez formada la capa libre del solvente.

#### **Método de Protección:**

- **Proyección:** Es el método de aplicación que se recomienda.
- **Inmersión:** Se introducen las piezas que se quieren proteger en la grasa líquida, pero no es el más recomendado.
- **Brocha o frotado:** Se emplea este método cuando no existen condiciones para los anteriores.
- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para líquidos de 8 a 10 m<sup>2</sup> /Litro.

#### **Protección Anticorrosiva:**

El recubrimiento formado toma el espesor por proyección por capas, proporciona una protección temporal de las superficies metálicas por años en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua de mar, no se emulsiona por contacto y no contamina el agua por este efecto. Se recomienda más de una capa por proyección. Existen experiencias de su aplicación en la conservación de componentes huecos y áreas cerradas del componente estructural del transporte por más de 10 años sin afectaciones por corrosión.

#### **Condiciones de Conservación:**

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar que chorrea a muchas grasas, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y del espesor de la capa.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por más de 3 años y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.
- **Almacén cerrado:** Garantiza más de 5 años con las mismas características que bajo techo.

#### **Aplicaciones derivadas de sus propiedades:**

Por sus características está especialmente formulada para el procedimiento de conservación estructural en componentes huecos, áreas cerradas y zonas inaccesibles de estructuras metálicas del transporte, edificaciones, puentes, instalaciones industriales, ya que al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua.

#### **Transportación y Almacenamiento:**

El producto puede ser suministrado en tanques de 220 litros o plásticos de 20, 5 y 1 litro y otras capacidades en función de los requerimientos del cliente. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto exceptuando la evaporación del solvente por deficiente hermeticidad.

## **Anexo 4:**

### **FICHA TÉCNICA DISTIN 404**

#### **Mástique Asfáltico Semisólido con goma.**

Mástique asfáltico de consistencia semisólida con goma, de alta flexibilidad, resistencia a la corrosión y adherencia, especialmente preparado para las uniones metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad. Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras y a la acción agresiva de la atmósfera. Su espesor estará en dependencia de la aplicación específica que se requiera, tanto para sellar cavidades, formar recubrimientos, etc. Especialmente preparado para sellar orificios.

#### **Modo de Aplicación:**

- **Proyección:** Podría aplicarse cuando se prepara de forma líquida, en este caso se recomienda el producto DISTIN 403 L.
- **Esparcimiento:** Se recomienda el esparcimiento con espátula del producto en frío o en caliente donde mejora la aplicación.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo y los óxidos desprendibles. Puede ser aplicado directamente sobre superficies fosfatadas y secas con DISTIN 504.

**Rendimiento:** Como es un producto semisólido que puede aplicarse con diferentes espesores de recubrimiento, ello determina el rendimiento del producto.

**Protección Anticorrosiva:** Garantiza la protección anticorrosiva durante años, por ser un producto flexible, asimila las vibraciones, no parte. Tiene alta resistencia a la humedad de la atmósfera en las condiciones climáticas de Cuba, es resistente al biodeterioro.

### **Condiciones de Protección:**

- **Intemperie:** Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección sin afectaciones sobre acero por períodos de hasta 5 años.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección por un mayor período.

**Almacenamiento:** El producto debe ser almacenado en cajas de cartón, para facilitar su aplicación. No cambia sus propiedades con el tiempo.

**Medidas de protección:** Por ser un producto semisólido elaborado con asfalto oxidado y goma entre otras materias primas, estos productos le confieren combustibilidad, por tal motivo cuando se trabaje con oxicorte o sopletes, debe ser retirado con espátula y colocado nuevamente en caliente.

## **Anexo 5:**

### **FICHA TÉCNICA DISTIN 404L**

#### **Mástique Asfáltico Líquido.**

Mástique asfáltico de consistencia líquida para la protección anticorrosiva y conservación de superficies metálicas. Ofrece una capa protectora de la superficie por evaporación del solvente, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras, etc. la cual penetra en todas las cavidades e intersticios que puedan existir y protege contra la acción agresiva de la atmósfera. Especialmente preparado como recubrimiento antigraña para la protección de la parte inferior y exterior del piso de los automóviles, contenedores, equipos ferroviarios y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana.

#### **Modo de Aplicación:**

➤ **Proyección:** Es la forma principal de aplicación, donde el espesor de la capa deseada se logra por aplicaciones sucesivas, una vez logrado el secado por capas.

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo y los óxidos desprendibles.

El producto penetra al óxido no desprendible y protege y además puede ser aplicado sobre superficies previamente tratadas con la grasa líquida DISTIN 314 L, con la que se integra como un recubrimiento por poseer un constituyente común a ambos.

**Rendimiento:** Como es un producto líquido el rendimiento por capa se corresponde con el generalmente establecido de 10 m<sup>2</sup>/litro.

**Protección Anticorrosiva:** Garantiza la protección anticorrosiva durante años, por ser un producto flexible, asimila las vibraciones, no parte. Tiene alta resistencia a la humedad de la atmósfera en las condiciones climáticas de Cuba.

#### **Condiciones de Conservación:**

- **Intemperie:** Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección por más de un año en superficies de pisos de automóviles sin afectaciones.
- **Bajo techo:** Garantiza la protección por muchos años, cuando no está sometido a proyecciones de partículas, agua, etc.

**Almacenamiento:** El producto se almacena en recipientes plásticos de 5 y 20 litros. Antes de ser usado debe agitarse para que las partículas de goma que contiene se mantengan en suspensión antes de utilizarse.

**Medidas de protección:** Por ser un producto semisólido elaborado con asfalto oxidado y goma entre otras materias primas, estos productos le confieren combustibilidad, por tal motivo cuando se trabaje con oxicorte o sopletes, debe ser retirado con antelación.

Durante su aplicación por proyección se tienen que utilizar medios de protección para la vista y las vías respiratorias.

## **Anexo 6:**

### **FICHA TÉCNICA DISTIN 603L**

#### **Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida.**

Es una cera líquida especialmente preparada para la protección de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno, que junto con los contaminantes atmosféricos son los causante del deterioro de las pinturas. Por su composición líquida penetra a fondo en orificios, sella e impide la penetración de contaminantes. Proporciona a los recubrimientos de pintura una resistencia a la corrosión adicional en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. Además de mayor resistencia a la radiación ultravioleta, causante del deterioro de los recubrimiento de pintura. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección por formación de una capa impermeable a los agentes agresivos. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas.

#### **Método de aplicación:**

- **Proyección:** Pudiera aplicarse pero no se recomienda, ya que se pierde mucho producto.
- **Frotado:** Es el método más recomendado, para producir una fina capa sobre la superficie de pintura.
- **Rendimiento:** Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 8 a 10 m<sup>2</sup> /Litro.

#### **Protección anticorrosiva:**

El recubrimiento proporciona una protección adicional y temporal de las superficies metálicas pintadas e incrementa su durabilidad en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua de mar por salpicaduras. Como recubrimiento temporal debe ser aplicado con la frecuencia que requiera el tipo de técnica. En automóviles cuando se observe que el agua moja la pintura debe ser aplicada.

**Condiciones de conservación:**

- **Intemperie:** Resiste la acción de la radiación solar, no se chorrea hasta uno 100 ° C, resiste años en la conservación de superficies en dependencia de la agresividad del medio y del espesor de la capa.

**Aplicaciones derivadas de sus propiedades:**

Por sus características está especialmente formulada para la protección adicional de recubrimientos de pinturas, ya que las impermeabiliza contra la acción del agua, el oxígeno y los contaminantes que la penetran, le proporciona protección adicional contra la radiación ultravioleta y brillo.

**Transportación y almacenamiento:**

El producto se suministra en frascos de 1 litro de capacidad.