



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

Facultad: Ciencias Técnicas

Carrera: Ingeniería Química

TESIS EN OPCIÓN AL GRADO DE INGENIERO QUÍMICO

Título: Estudio y propuesta para la conservación del vehículo comando blindado en el Museo de Playa Girón.

Autor: Mireya Cabrera Ávila

Tutor: Dr. C. Idaelsys López Arias.

-Matanzas, 2022-

“Ningún gran descubrimiento se ha conseguido sin haber hecho antes una audaz suposición.”

Isaac Newton

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mis padres, el logro no es solo mío, es de ellos también. Gracias por su amor incondicional, por confiar en mí, por alentarme siempre, por ayudarme en los momentos difíciles y celebrar conmigo cada pequeño triunfo. Ustedes han sido mi mayor impulso. Los amo y sé que están orgullosos de mí.

Agradecimientos

- ❖ *A mis padres por el apoyo día a día. Por hacer todo lo que estuvo en sus manos y más para darme todas las comodidades y que yo pudiera dedicarme a estudiar. Por tener siempre una palabra de motivación y un buen consejo. Pero sobre todo, por el amor infinito.*
- ❖ *A mis abuelos que a pesar de que no están físicamente, sé que están a mi lado en cada momento.*
- ❖ *A Cristi que ha sido mi compañera de viaje en esta etapa y en todas las etapas de mi vida. Gracias por estar siempre sea cual sea la circunstancia, por aguantarme que sé que es difícil, por hacer que todo esto sea mejor. Me siento muy feliz de poder compartir juntas el momento de hacernos ingenieras.*
- ❖ *A mi tía Yina por ayudarme, tenerme paciencia, ser tan buena y cariñosa. Gracias por todo el apoyo con la realización de esta tesis, para mí fuiste imprescindible.*
- ❖ *A mis hermanos por la complicidad y el cariño, son el amor de mi vida*
- ❖ *A mi familia en general que es lo mejor que tengo. Especialmente por ser partícipe de esto: mi prima Gaby, Daniela, mi tía Guera, mi tío Jose y mi tío Sergio.*
- ❖ *A mi tutora Idaelsys que ha sido la mejor, siempre positiva y con una sonrisa, por brindarme sus conocimientos y lograr que todo saliera de la mejor manera posible*
- ❖ *Gracias también al resto de los profesores que aportaron su grano de arena: Harold, Medardo, Javier y Daimarys.*
- ❖ *Gracias a Liz Beatriz por presentarme a su mamá, mi tutora maravillosa.*
- ❖ *A Lía y Tali por estar presentes siempre, mis mejores amigas.*

Declaración de Autoridad

Yo, Mireya Cabrera Ávila, declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Universidad de Matanzas, especialmente a la Facultad de Ciencias Técnicas a que hagan el uso que estimen pertinente de él. Y para que así conste, firmo la presente a los _____ días del mes de _____ del 2022.

Firma de Autor

Firma de Tutor

Nota de aceptación

Resumen

El museo de Playa Girón, ubicado al sur de la provincia de Matanzas, preserva en sus áreas, las huellas dejadas por una de las gestas más gloriosas de nuestra patria, a inicios de la Revolución. Uno de los vehículos que allí se encuentra, perteneció a los mercenarios que atacaron nuestro territorio en abril de 1961. Se muestra como prueba de la técnica empleada por el enemigo contra nuestros combatientes y el pueblo, para que no se pierda la memoria histórica de aquel hecho. Pero los efectos de la atmósfera que nos rodea, cargada de aerosol marino, causan daños a su estructura y provocan pérdidas en este, considerado bien patrimonial. Por esta razón, en el presente trabajo se estudia el deterioro por corrosión del vehículo Comando Blindado expuesto las áreas exteriores del mencionado museo y se propone un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC) para disminuirlo. Para ello, se realiza un diagnóstico del estado actual del vehículo, donde se tratan aspectos sobre materiales, tipos de corrosión, problemas de diseño anticorrosivo y se analizan los gastos de materiales para llevar a cabo la conservación, con la valoración económica de la propuesta. También se valora el impacto social de la conservación del vehículo, por su valor histórico-social.

Abstract

The Playa Girón museum, located in the south of the Matanzas province, preserves in its areas the traces left by one of the most glorious deeds of our country, at the beginning of the Revolution. One of the vehicles found there belonged to the mercenaries who attacked our territory in April 1961. It is shown as proof of the technique used by the enemy against our combatants and the people, so that the historical memory of that done. But the effects of the atmosphere that surrounds us, loaded with marine aerosol, cause damage to its structure and cause losses in this, considered a patrimonial asset. For this reason, in the present work the deterioration due to corrosion of the Armored Command vehicle exposed to the exterior areas of the aforementioned museum is studied and an Anticorrosive Protection and Conservation System (SIPAYC) is proposed to reduce it. For this, a diagnosis of the current state of the vehicle is carried out, where aspects of materials, types of corrosion, anticorrosive design problems are discussed, and the cost of materials to carry out conservation are analyzed, with the economic valuation of the proposal. The social impact of the conservation of the vehicle is also valued, due to its historical-social value.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo I: Análisis bibliográfico.....	3
1.1 Patrimonio.....	3
1.1.1 Patrimonio Cultural.....	4
1.1.2 Conservación del Patrimonio.....	5
1.1.3 Factores fundamentales a tener en cuenta en la conservación del patrimonio cultural.....	6
1.1.4 Patrimonio metálico. Su restauración.....	7
1.2 Corrosión.....	8
1.2.1 Tipos de corrosión.....	9
1.3 Corrosión atmosférica.....	13
1.3.1 Factores climáticos que influyen en la corrosión atmosférica.....	13
1.3.2 Influencia de los factores climáticos en la corrosión atmosférica.....	14
1.4 Aerosol marino.....	15
1.5 Impacto ambiental de la corrosión.....	16
1.6 Principales problemas de diseño anticorrosivo.....	16
1.7 Protección anticorrosiva.....	18
1.7.1 Preparación superficial.....	19
1.7.1.2 Protección anticorrosiva con pinturas.....	21
1.7.2 Protección y conservación adicional con otros recubrimientos.....	22
1.7.2.1 Recubrimientos fosfáticos.....	22
1.7.2.2 Materiales compuestos de matriz asfáltica.....	23
1.7.2.3 Grasas de conservación.....	24
1.7.2.4 Cera abrillantadora e impermeabilizante.....	25

1.8 Incidencia económica de la corrosión.....	25
1.9 Impacto social.....	26
Conclusiones parciales.....	27
Capítulo II: Materiales y Métodos.....	28
2.1 Metodología general para el análisis y solución de problemas de corrosión.....	28
2.2. Identificación del problema.....	28
2.2.1 Diseño anticorrosivo y recomendaciones de puesta en obra. Características mecánicas, químicas y físicas de los materiales empleados en la construcción y protección anticorrosiva.....	28
2.2.2. Condiciones de trabajo establecidas en el diseño y las reales.....	32
2.2.3 Cumplimiento de las Normas de Calidad y aspectos legales. Ensayos de recepción.....	33
2.3 Historia del problema.....	34
2.4 Toma de muestras, fotos, videos, entre otros para iniciar el análisis del problema.....	36
2.5 Análisis del problema. Propuesta de soluciones.....	36
2.5.1 Tipos de corrosión. Causas, mecanismos y factores que influyen. ¿En qué forma se presenta la corrosión?.....	36
2.6 Evaluación de la magnitud del daño por corrosión. Implicaciones técnico económicas y sociales.....	41
2.7 Medidas que deben aplicarse.....	43
2.8 Métodos de protección que pueden aplicarse.....	44
2.9 Análisis de los productos empleados para la conservación del Camión Comando Blindado.....	48
2.9.1 Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación.....	51
2.10 Metodología para el análisis económico.....	52
Conclusiones Parciales.....	54
Capítulo III: Análisis de los resultados.....	55
3.1 Análisis de las condiciones ambientales y de exposición del Camión Comando Blindado expuesto en el Museo Girón.....	55

3.2 Análisis de las características de los materiales que componen el Camión Comando Blindado y los productos con los que se conserva.	55
3.3 Análisis de los problemas de diseño anticorrosivo presentes en el Camión Comando Blindado.	56
3.4 Análisis de los problemas por corrosión presentes en el Camión Comando Blindado.	59
3.5 Análisis de las medidas a los problemas de diseño anticorrosivo.	60
3.6 Análisis de la aplicación del SIPAYC para el Camión Comando Blindado.	61
3.7 Análisis de los productos propuestos para la conservación del Camión Comando Blindado.	63
3.8 Análisis de la valoración económica.	66
3.9 Resultados del impacto social.	69
Conclusiones parciales.....	70
Conclusiones Generales.....	72
Recomendaciones.....	73
Bibliografía.....	74

Introducción.

La historia de nuestro país recoge hechos de importancia que han marcado el camino a seguir para llevar adelante nuestro proceso revolucionario. Uno de los más importantes y recordados es el ataque mercenario a Playa Girón, donde se escribió una de las páginas más gloriosas y significativas para Cuba, América Latina y el Mundo, por la victoria protagonizada por nuestros milicianos. Varios vehículos, armamento y técnica empleada en esta gesta, se encuentra expuesta en las salas y áreas del Museo Playa Girón, en la península de Zapata, a escasos metros de la costa sur de Cuba, donde los efectos de la atmósfera se reflejan en el deterioro de los materiales de lo que allí se guarda, y que constituyen bienes patrimoniales de nuestro país. Tal es el caso de un camión comando blindado empleado por los mercenarios para transportar a sus tropas, que permanece allí como constancia de la superioridad de la técnica empleada por el enemigo y aportada por el gobierno de Estados Unidos. La tarea que aquí se debe enfrentar está respaldada por los lineamientos aprobados en el VI Congreso del PCC en el cual el Lineamiento 163, plantea la necesidad de contribuir al fomento de la conservación del patrimonio, mediante la transferencia de tecnologías de productos y procedimientos aplicables a objetos patrimoniales.

El Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC) fue creado por la hoy Unidad de Desarrollo e Innovación - Centro de Anticorrosivos y Tensioactivos (UDI-CEAT) de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas, donde se ha venido desarrollando por más de 30 años de actividad docente e investigativa, estudios en el campo del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación. El mismo utiliza productos elaborados en dicho centro, los cuales tienen una gran eficacia y calidad según su propósito, dando solución a los problemas de diseño anticorrosivo, protección y conservación cuando no es posible ofrecerle una solución mecánica al problema. El SIPAYC, es denominado DUCAR (durabilidad del camión) cuando es aplicado en carros en explotación, a lo largo de los años este procedimiento ha obtenido grandes experiencias, siendo aplicado por la Universidad de Matanzas en diferentes organismos entre los que se encuentran el MININT, la Empresa Provincial del Transporte, el Ejército Central y otros.

Con este trabajo nos proponemos rescatar el componente estructural del camión comando blindado expuesto en el museo Playa Girón y para ello nos planteamos lo siguiente:

Problema:

Cómo disminuir el deterioro por corrosión del vehículo Comando Blindado en el Museo de Playa Girón.

Hipótesis:

Si se realiza el estudio del deterioro por corrosión del vehículo comando blindado en el Museo de Playa Girón, se puede proponer un adecuado Sistema de Protección Anticorrosivo y Conservación (SIPAYC) para disminuirlo.

Objetivo general:

Realizar el estudio del deterioro por corrosión del vehículo comando blindado en el Museo de Playa Girón y proponer el SIPAYC.

Objetivos Específicos:

1. Precisar los estudios de conservación de piezas patrimoniales en los museos.
2. Realizar el diagnóstico del deterioro por corrosión del vehículo comando blindado en el Museo de Playa Girón.
3. Determinar tipos de materiales y problemas de diseño anticorrosivo.
4. Determinar tipos de corrosión, causas, mecanismos, factores que influyen.
5. Proponer medidas y soluciones a los problemas.
6. Proponer el SIPAYC para el vehículo comando blindado del Museo de Playa Girón.
7. Realizar la valoración económica de la propuesta.
8. Realizar la valoración del impacto social de la propuesta.

Capítulo I: Análisis bibliográfico.

En este capítulo se abordan elementos teóricos acerca del deterioro por corrosión en exponentes del patrimonio histórico-cultural confeccionados en metal, en particular el vehículo comando blindado ubicado en el Museo de Playa Girón, Ciénaga de Zapata. Para ello, es preciso puntualizar conceptos como conservación del patrimonio, corrosión, problemas de diseño, protección anticorrosiva, entre otros.

1.1 Patrimonio.

En el siglo XXI la noción del patrimonio cultural no ha dejado de enriquecerse a partir del enfoque global antropológico y sociológico que lleva a considerarlo como un conjunto de manifestaciones diversas, que hemos recibido de nuestro pasado, que han llegado a ser testimonios insustituibles que representan el desarrollo de una sociedad y, debemos trasmitirlo a las futuras generaciones. El Patrimonio es un conjunto social de manifestaciones diversas, el cual está conformado por bienes de distintas naturalezas y procedencia. (Cabeza, 2007)

Se considera que el patrimonio incluye, por un lado aquello que una comunidad ha sido capaz de producir, en el transcurso de su historia, y por otro lado, el entorno tal como es percibido y considerado por su pueblo. (CNCP, 2002)

Según plantea UNESCO (2012) patrimonio es el conjunto de bienes valiosos, materiales o inmateriales, heredados de los antepasados. Ellos reflejan el espíritu de una época, de una comunidad, de una nación, y de la propia humanidad. El patrimonio que se va decantando de generación en generación conforma el sello distintivo de un pueblo. Por ello el patrimonio es una manera de acercarse al conocimiento de la identidad nacional. (Citado por San Martín, 2016, pág. 3).

1.1.1 Patrimonio Cultural.

El patrimonio cultural está vinculado a la identidad de los pueblos y constituye un espacio de conocimiento y reconocimiento mutuo, de comprensión y diálogo entre las diferentes culturas y grupos. Esa herencia pertenece, en primer lugar a la comunidad en cuyo territorio radica, pero también y por extensión a toda la humanidad, es algo que tenemos el deber de transmitir a las generaciones futuras, pues constituye su herencia y encarna su memoria colectiva. Es a su vez, el resultado de valores propios y valores aportados por otras culturas. (Muñiz, 2010: citado por Fantoni, 2017, pág. 5))

El patrimonio cultural de un pueblo comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios, así como las creaciones anónimas, surgidas del alma popular, y el conjunto de valores que dan sentido a la vida, es decir, las obras materiales y no materiales que expresan la creatividad de ese pueblo; la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte y los archivos y bibliotecas (UNESCO, 1982). La Unesco define el patrimonio cultural como: El conjunto de bienes que caracterizan la creatividad de un pueblo y que distinguen a las sociedades y grupos sociales unos de otros, dándoles su sentido de identidad, sean estos heredados o de producción reciente. Esta definición que consta en la Convención Mundial sobre la Protección del Patrimonio Cultural y Natural de 1972, fue ratificada por 186 Estados del mundo y es el concepto de patrimonio cultural más difundido y ampliamente aceptado.

Según la Agenda del Consejo Sectorial de Patrimonio de 2011– 2013, se anota que, de acuerdo a las definiciones convencionales, el patrimonio cultural está constituido por tradiciones, hábitos o destrezas, expresiones artísticas, así como los bienes y valores culturales que poseen un especial interés histórico, artístico, arquitectónico, urbano, arqueológico, testimonial y/o documental. Manifestaciones musicales, literarias, escénicas y todas las representaciones de la cultura popular, es decir, legados materiales e inmateriales que se constituyan en expresión o testimonio de la creación humana o de la evolución de la naturaleza, valorada y transmitida de una generación a otra. Las diferentes sociedades han incluido en su patrimonio toda su herencia cultural para hacerla conocer a su gente, poderla compartir, disfrutarla y de esa manera crear un sentido de pertenencia que ha movido a los pueblos a sentirse identificados con su pasado. (García, 2012)

El valor del patrimonio es el de ser el canal para relacionar a la gente con su pasado y conociendo este pasado, entender el desarrollo y el comportamiento del presente. El patrimonio material, como el inmaterial, debe considerarse de una manera integral, ya que está considerado como una unidad compuesta de varios elementos. Puede poseer distintos tipos de valores: simbólico, formal, de uso, histórico, estético y económico (García, 2012).

En el caso que nos ocupa (el Camión Comando Blindado utilizado por los invasores estadounidenses en Playa Girón) son importantes los valores, simbólico e histórico. Histórico, en tanto se relaciona con un suceso específico de la historia del país, el de la invasión norteamericana, a la bahía de Cochinos, en abril de 1961. Está presente, asimismo, el valor simbólico al representar un nexo, entre pasado y presente. El objeto en cuestión, está lleno de significados, en tanto simboliza un evento crucial de nuestra historia: el derrocamiento del imperialismo en tiempo breve y las consecuencias que esta hazaña tuvo para la ulterior construcción del socialismo y como ejemplo para los países del llamado tercer mundo, los que apreciaron en aquel suceso histórico la posibilidad real de enfrentamiento al imperialismo.

1.1.2 Conservación del Patrimonio.

Según documentación del Consejo Internacional de Museos (ICOM) se entiende por Conservación, “todas aquellas medidas o acciones que tengan como objetivo la salvaguarda del patrimonio cultural tangible, asegurando su accesibilidad a generaciones presentes y futuras”. (ICOM, 2008)

La Conservación se divide en dos grandes grupos relacionados entre sí: la conservación preventiva y la conservación curativa, cuyas acciones deben respetar el significado y las propiedades físicas del bien cultural en cuestión.

Conservación preventiva: Todas aquellas medidas y acciones que tienen como propósito evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien patrimonial, sin tener en cuenta su edad o condición. En este sentido, constituyen acciones indirectas, pues no interfieren con los materiales y las estructuras de los bienes. No modifican su apariencia.

La conservación preventiva incluye medidas y acciones necesarias para el registro, almacenamiento, manipulación, embalaje y transporte, control de las condiciones ambientales (luz, humedad, contaminación atmosférica e insectos), planificación de emergencia, educación del personal, sensibilización del público, aprobación legal.

Conservación curativa: Todas aquellas acciones aplicadas de manera directa sobre un bien con el objetivo de detener los procesos dañinos presentes o de reforzar su estructura. Estas acciones sólo se realizan cuando los bienes se encuentran en un estado de fragilidad notable o se están deteriorando a un ritmo elevado, por lo que podrían perderse en un tiempo relativamente breve. Estas acciones a veces modifican el aspecto de los bienes.

Ejemplos de conservación curativa son la desinfestación de textiles, la desalinización de cerámicas, la desacidificación del papel, la deshidratación de materiales arqueológicos húmedos, la consolidación de pinturas murales, la remoción de hierbas en mosaicos, la estabilización de metales corroídos, entre otros (ICOM, 2008)

1.1.3 Factores fundamentales a tener en cuenta en la conservación del patrimonio cultural.

Se deben tener en cuenta cuatro factores fundamentales (López. 2013) citado por (San Martín, 2016, pág.6):

- Medio ambiente: Incluye la luz natural o artificial, la humedad, la temperatura, al grado de polución atmosférica, las vibraciones o trepidaciones en distintas escalas, sismos, inundaciones, entre otras.
- Humanos: Relativo al manejo de un objeto o colección. Por ejemplo, el roce o el maltrato que un espectador o visitante pueda causar de manera inconsciente o premeditada. (vandalismo).
- Biológicos: por intermedio de animales, plantas, microorganismos, los cuales en un momento determinado pueden convertirse en verdaderas plagas.
- Mixtos: la combinación natural de los factores antes mencionados con otros elementos.

La restauración hace referencia a todas aquellas acciones aplicadas de manera directa a un bien individual y estable. Estas se realizan únicamente cuando el bien ha perdido una parte de su significado a causa de una alteración o un deterioro pasado. En la restauración es importante el respeto del material original, aunque en la mayoría de los casos, las acciones realizadas modifican el aspecto del bien.

La conservación tiene primacía sobre la restauración, pues mientras más se pueda prolongar esta, el objeto mantiene más su estado original. En la restauración se deben tener en cuenta los materiales homogéneos del objeto que sistemáticamente debe ser retocado. Al realizar la restauración es necesario determinar los faltantes para garantizar que se mantenga la sustancia original y para que la expresión general de la obra se conserve como una unidad de su imagen exterior. Restaurar un bien cultural significa preservarle, conservarle, pero nunca es sinónimo de devolverle su autenticidad como en muchas ocasiones se menciona (Quirós, 2010).

En el caso del camión comando blindado, se analizarán los problemas de diseño que están presentes y que son propios de su estructura, pero las soluciones que se proponen están más relacionadas con la conservación a partir de productos nacionales; pero en el caso de que presente corrosión picadura, será necesario reponer el material dañado por uno similar al que compone su estructura.

Existe un conjunto de leyes que rigen el Patrimonio Cultural en Cuba que respaldan las acciones de protección, conservación, restauración, etc., tratadas en este acápite. Entre ellas se destaca la Ley General de Protección al Patrimonio Cultural y Natural, 2022

1.1.4 Patrimonio metálico. Su restauración

El patrimonio metálico abarca gran variedad de objetos de diferente naturaleza y patología, los cuales se hallan sometidos a condiciones de conservación específicas. En esa

diversidad de bienes patrimoniales metálicos¹ se incluyen objetos artísticos (esculturas, por ejemplo) e históricos, ubicados en espacios abiertos (plazas, museos, etc.) y que, en dependencia de su composición se ven afectados con mayor o menor fuerza, por factores como la luz, la temperatura, la humedad, el biodeterioro o el propio deterioro antrópico que pueden llegar a provocar que dichos materiales modifiquen su estructura química y física (Álvarez, 2015).

1.2 Corrosión.

La corrosión de los diferentes metales ha sido estudiada de una manera muy amplia, desde la antigüedad, época a la que se remontan los primeros escritos en torno al tema y al interés de sus autores (Pausanias, Vitruvio o Plinio) por frenar el deterioro de un bien específico a través de acciones de restauración encaminadas a frenar el deterioro y a mantener su estructura y cohesión. Los primeros tratamientos consistían en la limpieza y posterior aplicación de grasa. (Moreno y Dávila, 2009) Como corrosión se entiende los cambios aparecidos sobre la superficie de un material originados por la influencia indeseada de los factores químicos y electroquímicos. Los materiales y en especial los metales, son obtenidos a partir de especies minerales estables en las condiciones naturales. (Águeda, 2010).

En términos técnicos simplificados, la corrosión ha sido definida como la destrucción de un metal por reacción química o electroquímica por el medio ambiente y representa la diferencia entre una operación libre de problemas con gasto de operación muy elevados. El control de la corrosión es llevado a cabo para comprender los mecanismos de la corrosión, así como la resistencia de los materiales y diseños, con sistemas y métodos de protección, dispositivos y tratamientos. (López, 2013).

¹ La mayoría de los metales no se encuentran en estado nativo en la naturaleza, los objetos metálicos son el resultado de una serie de procesos a los que se someten las materias primas constituyentes. En estos procesos las materias primas (minerales o menas conteniendo el elemento metálico en forma iónica) sufren transformaciones físico-químicas mediante diversas operaciones metalúrgicas que los reducen al estado metálico con propiedades físico-mecánicas apropiadas.

El fenómeno de la corrosión puede definirse como el ataque químico o electroquímico que sufren los materiales metálicos por acción del medio ambiente, siempre y cuando conlleve un deterioro de dicho material. (Domínguez, 1987).

La corrosión es un fenómeno que debe ser prevenido o eliminado de cualquier estructura metálica ya que es el principal causante del deterioro y destrucción de las mismas. (Fernández, López, Guillot, 2013).

1.2.1 Tipos de corrosión.

Los fenómenos de la corrosión pueden dividirse en dos grandes grupos atendiendo a su naturaleza:

- 1) Corrosión química.
- 2) Corrosión electroquímica.

La corrosión es un proceso heterogéneo, en el que participan al menos 2 fases.

La corrosión química se produce en un mismo punto o zona de la interface metal-medio corrosivo o metal óxido-medio corrosivo. Este medio corrosivo lo constituye un no electrolito que actúa fundamentalmente a altas temperaturas. Ej. Gases secos o gases a altas temperaturas.

La corrosión electroquímica se produce en presencia de un medio corrosivo electrolítico. Los procesos de oxidación de los átomos de metal y la reducción del agente corrosivo, ocurre en distintos puntos o zonas de la interface. Esto implica una corriente de electrones por el metal de las zonas anódicas a las zonas catódicas, lo que constituye un conjunto de micropilas galvánicas. Esta corrosión puede ser uniforme (ácida y por oxígeno; ocurre en materiales como el cobre y sus aleaciones, aluminio, zinc expuestos a la atmósfera) y no uniforme (galvánica por par metálico o por celdas de concentración, intersticial, picaduras por iones activos, intergranular, bajo tensión, selectiva e interfacial. (Echeverría, et. al 2015: citado por San Martín, 2016, pág. 15).

-Celdas de aireación diferencial.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme, galvánica por celdas de aireación diferencial.

Mecanismo: Electroquímico en presencia de humedad adsorbida o de agua, galvánico por diferencia de concentración de oxígeno, que se explica de la forma siguiente:

Cuando surge una grieta, hendidura, intersticio, desprendimiento de la pintura, depósitos de óxido o suciedades, todos ellos son causa de la aparición de celdas de aireación diferencial.

Factores que influyen: El factor determinante en el primer caso, es la presencia de humedad y contaminantes, por un mal diseño anticorrosivo, además de los contaminantes que como el aerosol marino acelera el proceso corrosivo (Echeverría, et al. 2012: citado por Jorrín, 2016, págs. 13 - 18).

-Corrosión intersticial.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme.

Mecanismo: Durante el diseño de una pieza, equipo o estructura metálica, el diseñador debe tener especial cuidado en no crear resquicios, ya que estos favorecen la acumulación de depósitos (contaminantes) y humedad, que propician el desarrollo de este tipo de corrosión.

Factores que influyen: El factor determinante en este tipo de corrosión es la presencia de resquicios (grietas, hendiduras, solapes, etc.), que se produce en la unión metal - metal, metal - madera, metal - hormigón y en general entre un metal y otro material, conjuntamente con la acumulación de contaminantes y la humedad. Es decir, un problema de diseño anticorrosivo. Los contaminantes provenientes del aerosol marino constituyen catalizadores del proceso corrosivo. (Echeverría, et al. 2012).

-Corrosión por par metálico.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme.

Mecanismo: Galvánico, donde el metal más activo actúa como ánodo y sobre el metal menos activo tiene lugar la reducción del agente oxidante y actúa como cátodo.

Factores que influyen: El factor determinante en este tipo de corrosión es la unión de metales de distinta naturaleza, aunque influye también la magnitud de la diferencia de potenciales, la diferencia de áreas, sobre todo cuando el área anódica es muy pequeña en comparación con el área catódica. Incrementa este proceso la presencia de contaminantes, la temperatura y el pH del medio (Echeverría, et al. 2012).

-Corrosión fatiga.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme por efectos mecánicos.

Mecanismo: Galvánico por efectos mecánicos, donde la grieta que se forma actúa como ánodo y en ella se concentra la corrosión y en los alrededores de la grieta, en el metal menos activo tiene lugar la reducción del agente oxidante y actúa como cátodo.

Factores que influyen: En la corrosión fatiga resulta fundamental la presencia de tensiones cíclicas, es decir la fatiga, la que provoca conjuntamente con la corrosión la aparición de la grieta y su rápido crecimiento por la acción combinada de la corrosión y la fatiga (Echeverría, et al. 2012).

-Corrosión selectiva.

Tipo: Corrosión electroquímica, no uniforme, por par metálico.

Mecanismos: El par metálico se presenta en aleaciones donde coexisten dos fases de diferente potencial y se manifiesta en aleaciones de aluminio, fundiciones, latones y otros materiales. La corrosión selectiva de los latones, es un mecanismo electroquímico, que tiene lugar en presencia de electrolitos, por formación de celdas galvánicas, donde el Cinc de determinadas aleaciones Cu - Zn (latones) sufre corrosión selectiva.

En las aleaciones bifásicas α/β , la fase β es más rica en Cinc y por tanto es más activa con respecto a la fase α , que es más rica en Cobre, estableciéndose una celda galvánica, donde la fase β actúa como ánodo y se disuelve preferentemente el Cinc y la fase α , actúa como cátodo y sobre la misma tiene lugar la reducción del agente oxidante.

Factores que influyen: Influye la predisposición de los latones que contienen más del 15% de Cinc a presentar la corrosión por par metálico, sobre todo en presencia de medios agresivos. Un medio agresivo que ataca preferentemente al Cinc, es el dióxido de carbono resultado de la combustión y el aerosol marino, principalmente los sulfatos presentes (Echeverría, et al. 2012).

-Corrosión interfacial.

Tipo: Corrosión Electroquímica, atmosférica, uniforme.

Mecanismo: La corrosión interfacial se presenta por debajo del recubrimiento como consecuencia de una mala preparación de la superficie y contaminación de la misma. Este

problema es muy frecuente en las carrocerías de los automóviles una vez que se realiza el proceso de chapistería, ya que posterior a la soldadura se aplica pintura, sin eliminar el óxido y sin descontaminar la superficie. Cuando la superficie queda contaminada antes de pintar, fundamentalmente con cloruros y sulfatos, ya están dadas las condiciones para la corrosión interfacial, de lo contrario no ocurre. Las pinturas son permeables al agua y al oxígeno, los cuales la penetran hasta la superficie metálica, pero ambos no pueden provocar el proceso de corrosión de no existir contaminantes sobre la superficie que aumenten la conductividad en la interfase acero - pintura y favorezcan el proceso corrosivo. Factores que influyen: El factor determinante es la presencia del contaminante sobre la superficie metálica como aerosol marino, en la interfase acero- pintura, la humedad y oxígeno que deben atravesar la película de pintura, por lo cual influye además el espesor del recubrimiento de pintura (Echeverría, et al. 2012)

Dentro de la corrosión electroquímica, también se destaca la corrosión atmosférica, que ocurre en superficies, estructuras y objetos que se encuentran expuestos a la atmósfera. Esta puede ser húmeda o mojada.

-Corrosión atmosférica húmeda.

Se presenta bajo la acción de delgadas películas de humedad no visibles, que se forman por condensación capilar, higroscopicidad, adsorción, etc., lo cual tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50. El factor determinante en este tipo de corrosión es la condensación de humedad y la presencia de contaminantes. Comprendiendo así, que la presencia de humedad sobre las superficies metálicas, hace que exista una mayor velocidad de corrosión, con resultados de mayores incrementos en zonas de humedecimiento y secado periódico (Echeverría, et al. 2012).

-Corrosión atmosférica mojada.

Se presenta en aquellas zonas donde existe acumulación de agua, en la cual pueden o no estar disueltos contaminantes, como cloruros y sulfatos, fundamentalmente. El factor determinante en este tipo de corrosión es la presencia de agua y contaminantes, además de la temperatura. En presencia de agua un aumento de la temperatura aumenta la velocidad de corrosión, hasta un punto en que se evapore y se detiene la corrosión (Echeverría, et al. 2012).

1.3 Corrosión atmosférica.

La importancia de la atmósfera como medio corrosivo natural ha sido demostrada en numerosos estudios. Por su amplia difusión, en este medio ocurre la mayor parte del daño por corrosión a equipos y estructuras metálicas. La corrosión es considerada como la causa más importante de fallo en los materiales metálicos y la corrosión atmosférica es la de mayor influencia. El elevado interés por el estudio de la corrosión atmosférica se debe a la frecuencia de su acción destructiva (Morcillo, 2002; Samoilova, 2005).

La atmósfera es uno de los medios corrosivos naturales más ampliamente difundido y es, precisamente, en este medio donde ocurre la mayor parte del daño por corrosión a equipos y estructuras metálicas, según demuestran los estudios realizados por varios autores. Alrededor de un 80 % de las estructuras metálicas están expuestas a la atmósfera y alrededor de un 50 % de las pérdidas por corrosión se deben a la corrosión atmosférica. (Crespo, 2009; Tomashov, 1979; González, 2012: citado por Jorrín, 2016)

1.3.1 Factores climáticos que influyen en la corrosión atmosférica.

Los principales factores que influyen 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, donde 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 ocurrencia y aceleración de la velocidad de corrosión. Pero el efecto combinado de varios de ellos, es lo que causa las mayores pérdidas. Se ha estudiado cada uno de estos factores por separado y la posible influencia en la velocidad de corrosión de diferentes metales.

El grado y forma en que los factores influyen en la corrosión atmosférica, varía según la región, el tipo de clima, tipo de material, interacciones, y no pueden ser reflejados en su totalidad y con exactitud en los modelos de pronóstico. Partiendo de los diferentes tipos de materiales, los efectos fundamentales están dados por los factores climáticos y los contaminantes atmosféricos. El conocimiento más exacto posible de estos factores, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas y por ende a la disminución de las pérdidas o costos por corrosión (López, 2007).

1.3.2 Influencia de los factores climáticos en la corrosión atmosférica.

-Precipitación pluvial:

Valores anuales de las precipitaciones pluviales. Tiempo de humectación: (TDH), durante éste existe humedad en la superficie del metal y la corrosión puede desarrollarse. Esta capa de humedad puede ser generada por lluvia, niebla, nieve, condensación capilar, rocío u otros fenómenos similares.

-Temperatura (T):

El aumento de la temperatura, cuando la humedad es alta, acelera la corrosión de los metales ((Fuente; Álvarez, 2003; Cao, 2005) ya que aumenta la velocidad de las reacciones electroquímicas, pero conduce también a la disminución de la película de electrolito y de la duración de su permanencia en la superficie del metal, ocurriendo como consecuencia la disminución de la solubilidad del oxígeno y de los gases activos del agua. (Torrens, 1999).

En Cuba, el efecto fundamental de la temperatura se manifiesta en la temperatura de la superficie metálica, la que puede alcanzar niveles considerables (superiores a 70 0 C), bajo la acción de la radiación solar, donde se elimina toda humedad, disminuye la velocidad de corrosión o se detiene el proceso. (Morcillo, 1998). Por ello, en muchos casos se observa que la corrosión atmosférica bajo techo siempre es mayor que a la intemperie (Mertel, 1985; Echeverría, 1998, 2002). Algunos autores han establecido que el rango de temperatura dentro del cual ocurre la corrosión atmosférica del acero quedaría restringido prácticamente entre los valores de (10-25) o C. (Torrens, 1999; Núñez, 2000)

-Humedad Relativa (HR).

Este factor considerado el fundamental en la corrosión atmosférica húmeda, se presenta en la mayoría de las horas del día y períodos del año (Domínguez, 1987; López, 2007) en delgadas películas de humedad no visibles, que se forman por condensación capilar, higroscopicidad, adsorción, etc., lo cual tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50 %, según refieren investigadores del tema (Tomashov, 1979; Feliú, 1984).

-Tiempo de humectación (TDH).

El parámetro TDH es una medida directa para el tiempo real de corrosión o de operación de las múltiples celdas de corrosión en la superficie del metal. Habitualmente el TDH es calculado en horas, de acuerdo con la norma internacional ISO 9223: 92, e incluye el complejo diario de T - HR, utilizando el valor de HR= 80 % como valor crítico ($t \geq 0 \text{ } 0 \text{ } C$), cuando inicia la condensación de agua sobre la superficie del metal. (Corvo; Veleza, 2003).

1.4 Aerosol marino.

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, et al. 2000; Echeverría, et al. 2006)

Las propiedades del agua de mar como medio corrosivo están fundamentalmente determinadas por su contenido salino. La salinidad total y la composición de los océanos son casi constantes, aunque puede variar considerablemente en los mares interiores. La acción del agua de mar sobre los materiales metálicos es de naturaleza electroquímica. Todas las leyes que rigen la corrosión electroquímica son aplicables a la corrosión marina. (Hing, 2010).

La corrosión atmosférica es una de las formas más comunes en que se presenta este fenómeno. De todos los componentes particulares que penetran en la atmósfera los aerosoles marinos son los más abundantes. Mientras mayor es la velocidad de los vientos, mayor es la abundancia de cabrillas generadoras de salpicaduras en la superficie del mar. (Echeverría, 1991)

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 (cientos de kilómetros) y grandes alturas (decenas de kilómetros). Para los países costeros y las islas, éste constituye uno de los factores que más influye en las elevadas pérdidas por corrosión que se producen en estas áreas.

1.5 Impacto ambiental de la corrosión.

Ya se ha mencionado la trascendencia que tendrían en el ahorro de energía y en el impacto ambiental, los progresos para reducir significativamente el 30% de la producción mundial de acero, que se pierde por efecto de la corrosión; la preocupación por analizar los detalles en efectos y tendencias de los multicontaminantes atmosféricos sobre los materiales metálicos, incluidos los monumentos históricos y culturales. (Crespo, 2009).

En el estudio de la corrosión, no solo es importante investigar la tendencia a la corrosión de los diferentes materiales en los diferentes ambientes, sino la velocidad del proceso para poder determinar la vida media del material en cada ambiente (Bilurbina, 2004).

1.6 Principales problemas de diseño anticorrosivo.

- Según la norma (Norma Cubana ISO 12944 - 3, 2020).
- 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 donde se debe lograr separaciones entre componentes superiores a 50 mm y profundidades menores de 100 mm, para garantizar la aplicación de recubrimientos y mantenimiento, además de todas las operaciones de preparación de superficie.
- 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 formación de este par galvánico también acelera la velocidad de corrosión del menos noble de los dos metales.
- Entallas: Las entallas en refuerzos, almas o componentes de construcción similares deberían 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, por ejemplo entre un alma y una pestaña, 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 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 durante su manipulación y transporte, así como las precauciones necesarias para prevenir daños en el sistema de pintura protector durante el transporte, las elevaciones y las operaciones a pie de obra.
- 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 inoxidables auténticos, 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 sobre bordes agudos, las capas protectoras en los bordes agudos son además más susceptibles al deterioro. Por consiguiente, todos 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. Es válido destacar que este problema de diseño es muy evidente y que se presenta con bastante frecuencia. .
- Imperfecciones en la superficie de las soldaduras: Las soldaduras deberían estar libres de imperfecciones (por ejemplo: aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones), que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema de pintura protector.
- Conexiones con pernos: Conexiones precargadas. Se debe prestar una atención especial a la especificación de películas de pinturas para conexiones con pernos precargados. 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.

1.7 Protección anticorrosiva.

Desde la antigüedad se ponía en práctica medidas contra la corrosión mediante la utilización de recubrimientos protectores, tales como pinturas, aceites, estañados o galvanizados. Incluso, la utilización de metales nobles respondía en ciertos casos a una necesidad concreta de protección frente a la corrosión (Cesáreo.2004).

El Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Universidad de Matanzas ha desarrollado entre sus líneas de investigación, la relacionada con los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), la cual comprende desde los componentes de un objeto o equipo hasta las estructuras de las instalaciones industriales, de acuerdo con una metodología desarrollada que se reporta en (Echeverría, et al. 2010).

Los productos de la Marca Estatal DISTIN, en 6 líneas diferentes y un total de 19 recubrimientos certificados, dan respuesta a los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación, que se pueden encontrar en la práctica, con un enfoque en sistema, que constituye el fundamento de los SIPAYC, con los cuales se elaboran las diferentes tecnologías específicas. (Echeverría, et al. 2010).

Los sistemas de protección anticorrosivas con pinturas se encuentran dentro de los sistemas de recubrimientos más difundidos, amparados en su mayoría por normas internacionales. Sin embargo, los mismos adolecen de un enfoque integral, al no incluir soluciones a los problemas de diseño anticorrosivo, protección adicional y conservación para el propio sistema. (Echeverría, et al. 2012).

1.7.1 Preparación superficial.

La durabilidad de las pinturas y en general de los recubrimientos está dada por la calidad de la preparación previa. La preparación de la superficie depende de muchos factores, entre los cuales podemos señalar:

- ✓ Agresividad corrosiva de la atmósfera.
- ✓ Tipo de metal y estado superficial.
- ✓ Forma y tamaño de la pieza o instalación.
- ✓ Tipo de recubrimiento a aplicar.
- ✓ Medios técnicos disponibles.
- ✓ Tiempo de duración deseado.

Es aceptado que las fallas de los recubrimientos antes del tiempo de vida útil se debe en un alto porcentaje a deficiencias en la preparación de la superficie, los cuales comprenden los tratamientos físicos y químicos que deben realizarse antes de aplicar la primera capa de pintura sobre la superficie a pintar. Una buena preparación es esencial para su eficaz protección y para su aspecto visual final. (Hassan, 2010).

Además se tienen que considerar a la hora de realizar la preparación algunos aspectos como el tipo de metal, el estado superficial, el tamaño del objeto, los costos de operación y las condiciones de trabajo, que pueden ser determinantes en la selección de la preparación superficial a desarrollar.

Los enjuagues cumplen la función de eliminar los contaminantes sobre la superficie metálica, que son los causantes de la corrosión interfacial.

En todos los casos es fundamental el secado de la superficie metálica, pues afecta directamente a la adherencia (Hassan, 2010).

Existen diferentes métodos de decapado de la superficie metálica: (Echeverría, et al. 2010).

Métodos manuales: Son los métodos más rudimentarios donde se emplean piquetas, espátulas y cepillos para eliminar gruesas capas de óxido, requiriendo posteriormente la utilización de otros métodos manuales mecanizados o químicos para completar la preparación. Estos métodos como máximo logran una superficie con un grado de preparación St 1.

Métodos manuales-mecanizados: Estos métodos están basados en el empleo de cepillos de alambre con taladros, lijas y discos abrasivos, los que tienen un mayor rendimiento que los manuales pero no logran una superficie bien preparada para recibir posteriormente el recubrimiento. Es necesario completar la preparación con otros métodos.

Métodos por proyección de partículas y agua: Estos métodos, que están basados en el chorreado de partículas a presión, entre las cuales se encuentra la arena, granallas de acero y de otros metales, aserrín o sales, así como agua a presión, son mucho más efectivos que los anteriores y producen acabados de la superficie que cumplen con los requerimientos de las normas internacionales.

Método químico (fosfatación): La formación de películas fosfóricas consiste en tratar las piezas con una solución compuesta por ácido fosfórico y algunas de sus sales, de la que precipita una fina película cristalina compuesta por fosfatos metálicos que quedan perfectamente adheridos al metal base y posee un elevado poder protector, el cual puede ser incrementado mediante tratamientos complementarios. (Hassan, 2010)

En general todos los métodos de preparación superficial conllevan los siguientes pasos:

- Desengrasado.
- Decapado.
- Se incluyen enjuagues intermedios y finales.

- Se incluye en dependencia de la situación el pasivado y el fosfatado.

Del criterio de los autores se puede inferir sobre la importancia que constituye la preparación de la superficie como parte del diseño anticorrosivo para la durabilidad de las pinturas y en general de los recubrimientos, empleando principalmente diferentes métodos de decapado de la superficie metálica. En nuestro caso serán de especial atención el método manual-mecanizado y el método químico de fosfatado.

1.7.1.2 Protección anticorrosiva con pinturas.

La aplicación de pinturas es un método de protección muy utilizado. En los últimos dos decenios se han producido cambios sustanciales en la composición de los sistemas de pinturas. Al respecto (Almeida, 2006: citado por Fantoni, 2017, pág. 25), destaca que a finales de los años 80 estaban disponibles excelentes formulaciones de pinturas. Sin embargo, la necesidad de la protección ambiental mundial y la protección de la salud humana, condujo a la completa prohibición de muchas de esas tradicionales formulaciones de pinturas, debido a que incluían productos tóxicos y/o carcinogénicos en su composición. Por tanto, los años 90 vieron un cambio radical en la dirección de las tecnologías de pinturas, lo que hizo necesario reformular la mayoría de estas, apareciendo las pinturas ecológicas.

La NC ISO 12944 - 5: 2020 ofrece varios esquemas de pinturas en función de la agresividad corrosiva del medio, cada uno de los cuales define el grado de preparación superficial, tipo de pintura, número de capas, espesor y durabilidad.

La durabilidad de un sistema de pintura protector depende de varios parámetros tales como: tipo de sistema de pintura, diseño de la estructura, condición del sustrato antes de la preparación, la efectividad de la preparación de superficie, la calidad de la aplicación y las condiciones de exposición antes y durante la aplicación (Urbán, 2009: citado por Jorrín, 2016).

Al respecto, se establecen tres niveles de durabilidad de los sistemas de pintura (Norma Cubana ISO 12944 - 5: 2020):

- Durabilidad Baja: Sistema sin afectación apreciable por debajo de 7 años.
- Durabilidad Media: Sistema sin afectación apreciable en un período de 7 a 15 años.
- Durabilidad Alta: Sistema sin afectación apreciable por un período de 15 a 25 años.

- Durabilidad muy Alta: Sistema sin afectación apreciable por un período de más de 25 años.

Los sistemas que más se han empleado en Cuba son los de durabilidad Baja, debido a la incidencia de la falta de cultura respecto al tema, las condiciones de agresividad atmosférica existente y a los altos precios que tienen las pinturas de durabilidad media y alta en el mercado. (López, I. 2013)

Sin embargo, los sistemas de pinturas no son totalmente resistentes a los medios de alta, muy alta y extrema agresividad corrosiva. Por limitaciones propias y ante la presencia de problemas de diseño anticorrosivo, se emplea otros sistemas protectores como una protección adicional, estos son: recubrimientos fosfáticos, materiales compuestos de matriz asfáltica, grasas de conservación y cera abrillantadora e impermeabilizante. (López, I. 2013)

La totalidad de los productos que hoy se emplean con estos fines son de importación, exceptuando los de la línea DISTIN que ya se comercializan a través de la prestación del servicio de conservación del transporte en explotación.

En el caso de los materiales que conforman las piezas de museo, no siempre se puede emplear pintura, porque es de importancia conservar el aspecto original de la pieza. No obstante, en los vehículos sí es factible emplear este tipo de recubrimiento, aunque conservando su color original. (López, I. 2013)

La NC ISO 12944 - 5: 2020, conjuntamente con los autores analizan la influencia de los recubrimientos en la protección anticorrosiva, siendo uno de los métodos más ampliamente utilizados, destacándose entre ellos las pinturas, por las ventajas que representa tanto desde el punto de vista económico, como de su facilidad de aplicación.

1.7.2 Protección y conservación adicional con otros recubrimientos.

Los recubrimientos protectores se emplean ampliamente para el control de la corrosión, proporcionando una protección de larga duración bajo un amplio rango de condiciones corrosivas. El principio esencial de acción es aislar o separar al metal del medio corrosivo (Roberge, 2000).

1.7.2.1 Recubrimientos fosfáticos.

La disolución de fosfatado actúa como decapante y fue especialmente elaborada para la preparación de las superficies metálicas previo a la aplicación de recubrimientos. Proporciona una

limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Produce un excelente acabado sobre estructuras previamente tratadas por métodos manuales-mecanizados que queden ligeramente oxidadas, protegiéndolas temporalmente de la oxidación hasta que reciban el recubrimiento de pintura. Pueden ser aplicadas 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. Garantiza la protección temporal de las superficies metálicas durante varios días o semanas, estando estas sometidas a la acción de las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de Muy Alta a Extrema, en dependencia de las condiciones de almacenamiento. (Reyes, 2013)

- 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.

1.7.2.2 Materiales compuestos de matriz asfáltica.

Uno de los materiales más utilizados como matriz en los materiales compuestos es el asfalto y una de las formas de mejorar sus propiedades es oxidándolo; y si se desea mejorar substancialmente sus propiedades mecánicas, en especial su recuperación elástica, ello se logra mediante la modificación con relleno de elastómeros. Los polímeros son sustancias macromoleculares naturales o sintéticas, obtenidas a partir de moléculas más sencillas por reacciones poliméricas. Por lo tanto, un polímero es un compuesto con un elevado peso molecular, con propiedades vinculadas a su composición. Una de las formas de mejorar sus propiedades es someter este producto al proceso de oxidación (Rodríguez, 2006).

En el CEAT se producen dos tipos de recubrimientos: Mástique Asfáltico con Goma Tipo Solvente con virutas de goma DISTIN 403 L, que se aplica por proyección y resulta muy resistente a la penetración de agua con sales y el producto Mástique Asfáltico Semisólido con virutas de goma DISTIN 403. El primero es especialmente preparado como recubrimiento antigravilla 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. Ambos tienen como principales características que proporcionan un recubrimiento flexible y resistente a los impactos, propiedades que no poseen las pinturas. Por las propiedades que aportan al sistema los mástiques asfálticos con polímeros, forman parte de los SIPAYC.

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 mayor período.

1.7.2.3 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, et al. 2008).

La grasa líquida de conservación DISTIN 314 L está 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 DISTIN 314 L, pero afecta los recubrimientos de pintura, por su coloración 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.

Debido a las propiedades que presentan las grasas mostradas anteriormente, pueden ser aplicadas en los sistemas de protección anticorrosiva y de conservación. (López, 2013)

1.7.2.4 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. (Echeverría, *et al.* 2008).

Condiciones de conservación:

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

1.8 Incidencia económica de la corrosión.

Los primeros estudios relacionados con los costos de la corrosión fueron desarrollados por Uhlig en 1949, en su trabajo “Los costos de la corrosión en los Estados Unidos” según plantea Echeverría, en el cual realiza los cálculos relacionados con la corrosión sobre la base de métodos de prevención. En ese reporte se estiman las pérdidas anuales directas causadas por la corrosión en alrededor del 3,5 % del Producto Nacional Bruto (PNB), tanto

en los países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo. (Echeverría, et al. 2008)

Se estima que el 50% de los costos por corrosión corresponden a la corrosión atmosférica según comenta López (2008), planteamiento con el que coinciden varios investigadores del tema (Betancourt, 2002; Echeverría, et al. 2002; 2004; 2005; 2006; Echeverría, et al. 2007). Este planteamiento tiene gran importancia si se tiene en cuenta que la mayoría de los equipos y componentes se encuentran sometidas a la acción de la atmósfera como es el caso de la Central Eléctrica.

Las pérdidas económicas totales (directas e indirectas) por corrosión para Cuba en el año 2007 ascendieron a 1760 millones de pesos. A partir de estas pérdidas económicas, se estima que las pérdidas ocasionadas por la corrosión atmosférica, según criterio anterior, ascienden a 880 millones de pesos. La cifra antes señalada resulta de consideración y justifica la necesidad de la toma de medidas para disminuir las pérdidas por corrosión atmosférica (Echeverría, et al. 2009).

La corrosión es un fenómeno que causa pérdidas económicas y sociales considerables para el país. Lo que hace que se defina la necesidad de conservar los materiales, para de esta forma alargar su vida útil y en el caso de los bienes patrimoniales conservar su estado original lo más fielmente posible, con vistas a poder transmitir las vivencias de una época determinada del desarrollo de la humanidad a las nuevas generaciones.

1.9 Impacto social.

Galindo, (2015) plantea que la conservación de los objetos adquiridos por las instituciones museísticas por su relevancia, significación y valor histórico, arquitectónico, cultural, arqueológico, científico e industrial, es de vital importancia para evitar su pérdida y deterioro, así como prolongar su existencia, ya que estos son la expresión o testimonio material de una época, un país, una localidad, una personalidad, un movimiento artístico, un hecho histórico o acontecimiento social.

La conservación permite mostrar los objetos en perfecto estado para que puedan ser apreciados por los visitantes. Los directivos en los museos, consideran que es la función principal de estas instituciones y que los conservadores son una de las personas más

importantes dentro de ellas. Resalta los juicios de una museóloga, al plantear que gracias a la conservación y su correcta aplicación se puede potenciar el sentido de pertenencia, describir la historia y valorar los avances de la ciencia y la técnica.

Establece que es necesario “continuar fomentando la defensa de la identidad, la conservación del patrimonio cultural, la creación artística y literaria y la capacidad para apreciar el arte, promover la lectura, enriquecer la vida cultural de la población y potenciar el trabajo comunitario como vías para satisfacer las necesidades espirituales y fortalecer los valores sociales”.

Conclusiones parciales.

1. El patrimonio cultural se ve afectado por la corrosión ya que es el principal causante del deterioro y destrucción del mismo, pues es un fenómeno que afecta las estructuras metálicas.
2. Nuestro país por su condición de isla y por presentar un clima tropical se ve sometido a la influencia en la corrosión del aerosol marino.
3. Con la conservación y su aplicación se puede garantizar el rescate del bien patrimonial que se trate y potenciar el sentido de pertenencia en las personas que compartan la historia que refleja este.
4. Los productos DISTIN, ofrecen grandes posibilidades para la conservación de objetos, equipos y estructuras metálicas.

Capítulo II: Materiales y Métodos.

En este capítulo se detallan los materiales y métodos empleados para dar solución al problema de la conservación contra el deterioro por corrosión del vehículo comando blindado ubicado en el Museo de Playa Girón.

El trabajo se desarrolla en base a la Metodología para el Análisis y Solución de Problemas de Corrosión, elaborada por la Unidad de Desarrollo e Innovación - Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (UDI-CEAT) de la Universidad de Matanzas, avalada por más de treinta años de experiencia de aplicación y perfeccionamiento.

2.1 Metodología general para el análisis y solución de problemas de corrosión.

Para el desarrollo de este trabajo se empleará la metodología para el análisis y solución de problemas de corrosión, que es el resultado de la experiencia práctica desarrollada por más de 30 años por la Unidad de Desarrollo e Innovación - Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (UDI-CEAT), de la Universidad de Matanzas. Además, se han tomado referencias del texto (Domínguez, 1987), del Capítulo XXII del libro de José A. González (González, 1989), así como de las Normas Cubanas ISO (NC ISO 12944 - 1: 2018 y NC ISO 12944 - 8: 2018).

2.2. Identificación del problema.

2.2.1 Diseño anticorrosivo y recomendaciones de puesta en obra. Características mecánicas, químicas y físicas de los materiales empleados en la construcción y protección anticorrosiva.

- Comprobar las normas de diseño empleadas y su cumplimiento.
- Un antecedente importante de los problemas de corrosión es el relacionado con el “Diseño Anticorrosivo”. Los investigadores consideran que estos problemas son creados por el propio diseñador, desde que se realiza el diseño. Existen

dificultades de diseño muy frecuentes, debido al incumplimiento de la metodología a seguir.

- En el diseño anticorrosivo debe tenerse en cuenta la selección de los materiales utilizados y por tanto hay que prestarle especial atención a estos y a los métodos de protección.
- Cumplimiento de las recomendaciones de puesta en obra de los materiales, componentes, estructuras, equipos, etc.
- Características de los materiales metálicos y no metálicos. Fichas técnicas de los diferentes productos.
- Fichas técnicas de los diferentes productos anticorrosivos.
- Correspondencia de los materiales con los previstos en el diseño.
- Aspectos legales del proyecto, garantías con su cumplimiento, especificaciones técnicas precisas y correctas, sin expresiones ambiguas y genéricas.

El vehículo Camión Comando Blindado, expuesto en las áreas del Museo de Playa Girón, presenta una serie de problemas de diseño anticorrosivo que se muestran en (anexo1, Figs. 1 – 9)

La estructura del cuerpo del Camión Comando Blindado está constituida por:

- Acero al carbono estructural: Este constituye una proporción importante de los aceros producidos en las plantas siderúrgicas. Con esa denominación se incluye a aquellos aceros en los que la propiedad fundamental es la resistencia a distintas solicitaciones (fuerzas tanto estáticas como dinámicas). De esta forma se los separa respecto a los aceros inoxidables, a los aceros para herramientas, a los aceros para usos eléctricos o a los aceros para electrodomésticos o partes no estructurales de vehículos de transporte.

Históricamente un 90% de la producción mundial total corresponde a aceros al carbono. Sin embargo, la tendencia es hacia un crecimiento de la proporción de los aceros aleados en desmedro de los aceros al carbono. En esta tendencia tiene importancia la necesidad de aligerar pesos tanto para el caso de las estructuras (con el consiguiente ahorro en las fundaciones) como los requerimientos de menor

consumo por peso en los automóviles, unido en este caso a la necesidad de reforzar la seguridad ante impactos sin incrementar el peso de los vehículos.

La composición química de los aceros al carbono es compleja, además del hierro y el carbono que generalmente no supera el 1%, hay en la aleación otros elementos necesarios para su producción, tales como silicio y manganeso, y hay otros que se consideran impurezas por la dificultad de excluirlos totalmente -azufre, fósforo, oxígeno, hidrógeno. El aumento del contenido de carbono en el acero eleva su resistencia a la tracción, incrementa el índice de fragilidad en frío y hace que disminuya la tenacidad y la ductilidad.

- Caucho: es un polímero elástico que surge de una emulsión lechosa conocida como látex en la savia de varias plantas, el caucho natural suele vulcanizarse, proceso por el cual se calienta y se le añade azufre o selenio, para mejorar su resistencia a las variaciones de temperatura y elasticidad. Los neumáticos son de caucho sintético, un tipo de elastómero, invariablemente un polímero. Un elastómero es un material con la propiedad mecánica de poder sufrir mucha más deformación elástica bajo estrés que la mayoría de los materiales y aun así regresar a su tamaño previo sin deformación permanente. El caucho sintético sirve como un sustituto del caucho natural en muchos casos, especialmente cuando se requieren propiedades mejoradas de los materiales. Puede ser hecho a partir de la polimerización de una variedad de monómeros incluyendo al isopreno (2-metil-1,3-butadieno), 1,3-butadieno, cloropreno (2-cloro-1,3-butadieno) e isobutileno (metilpropeno) con un pequeño porcentaje de isopreno para la reticulación.

El caucho y otros monómeros pueden ser mezclados en varias proporciones deseables para ser copolimerizado para un amplio rango de propiedades físicas, mecánicas, y químicas. Es ampliamente utilizado en la fabricación de neumáticos, llantas, artículos impermeables y aislantes, por sus excelentes propiedades de elasticidad y resistencia ante los ácidos y las sustancias alcalinas. Es repelente al agua, aislante de la temperatura y de la electricidad. Se disuelve con facilidad ante petrolatos, bencenos y algunos hidrocarburos.

Actualmente más de la mitad del caucho usado hoy en día es sintético. El caucho es una propuesta para el futuro como aislante en la industria motora.

➤ Vidrio (en las ventanas): es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo, se obtiene a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO_2), carbonato de sodio (Na_2CO_3) y caliza (CaCO_3).

Las propiedades del vidrio común, son una función tanto de la naturaleza como de las materias primas como de la composición química del producto obtenido.

La densidad es algo más elevada que en el cuarzo fundido 2,5 frente a 2,2 g/cm^3). El coeficiente de dilatación térmica lineal a temperatura ambiente, es notablemente más alto que el de la sílice fundida (unas 20 veces más), por lo que los objetos de vidrios de silicato sódico son menos resistentes al "choque térmico". Su índice de refracción es ligeramente mayor que el del vidrio de cuarzo y puede aumentarse mediante el uso de aditivos. La resistencia a la tracción en cualquier tipo de vidrio es una magnitud que depende extraordinariamente del estado de la superficie del objeto en cuestión, por lo que su cuantificación es compleja y poco fiable. La resistencia al ataque químico o físico (disolución) de los vidrios comunes es una función de su composición química fundamentalmente. El vidrio es un material totalmente reciclable y no hay límite en la cantidad de veces que puede ser reprocesado. Al reciclarlo no se pierden las propiedades y se ahorra una cantidad de energía de alrededor del 30% con respecto al vidrio nuevo.

➤ Recubrimiento: El vehículo posee recubrimiento, específicamente pintura con el objetivo de proteger contra la corrosión, dentro de lo que denominamos pinturas, se encuentran los barnices, los esmaltes, las lacas y las pinturas, aunque debe señalarse que estos nombres son cada vez menos concretos a medida que los componentes de las formulaciones modernas han aumentado en diversidad y

complejidad. Las pinturas son sustancias aparentemente homogéneas que pueden aplicarse en forma de capa delgada sobre cualquier superficie y que por procesos químico-físicos se solidifican produciendo capas adherentes y poco porosas, aislando el material del medio exterior y cumple diversas funciones tales como: protección anticorrosiva, color a gusto, brillo, entre otras.

Para la conservación de este vehículo es necesaria la utilización de más productos que den solución a todos los problemas de diseño anticorrosivo que presenta; por lo que es necesario acudir a la propuesta de productos nacionales elaborados para las condiciones específicas de nuestro clima comercializados por la UDI-CEAT de la Universidad de Matanzas.

2.2.2. Condiciones de trabajo establecidas en el diseño y las reales.

- Identificación de la zona, área, instalación y equipo donde se presenta el problema. Comprobar datos de diseño con datos de puesta a punto de la instalación y de operación en las condiciones de trabajo.
- De tratarse de un proceso o equipo, hay que hacer referencia a los parámetros fundamentales del mismo, entre ellos presión, temperatura, concentración de los electrolitos, pH, materias primas, subproductos, productos finales, etc.
- Caracterización de la agresividad corrosiva de la atmósfera en la zona donde se produce el problema, de ser necesario.
- Ubicación geográfica y con respecto a otras instalaciones. Para con ello poder esclarecer la acción de factores físicos, químicos y biológicos.
- Contaminación ambiental.
- Observar cambios en los fluidos o los parámetros fundamentales de operación del sistema.

El área donde está ubicado el Museo Playa Girón se encuentra a escasos metros de la costa sur de la provincia de Matanzas (100 metros) en el perímetro turístico del municipio de igual

nombre. Su cercanía a la zona costera, propicia una alta agresividad corrosiva por cloruros y sulfatos, procedentes del aerosol marino. Las edificaciones que rodean el local son sencillas y producen cierto apantallamiento, pero no detienen el paso de los contaminantes en su totalidad. El Camión Comando Blindado está ubicado a la intemperie en las áreas exteriores de la instalación. Presenta una agresividad corrosiva alta (C4) según el mapa de agresividad corrosiva de la atmósfera de Cuba (anexo 2, Figs. 10 y 11) porque está a menos de un kilómetro de la Costa Sur, a lo que se suma la contaminación por los gases de combustión de automóviles. Si lo cotejamos con la NC ISO 12944 - 2, por las características del ambiente en el Museo Playa Girón que presenta una salinidad atmosférica alta, se corresponde con la agresividad corrosiva C5 – Muy alta.

2.2.3 Cumplimiento de las Normas de Calidad y aspectos legales. Ensayos de recepción.

¿Tienen implementadas las Normas ISO 9000?

Cómo bien se conoce, para los propósitos de gestión de calidad, tienen que implementarse las Normas de la serie ISO 9000.

¿Qué Normas de Calidad emplean? Normas Cubanas, ISO, etc.

¿Han implementado sus propias Normas de Calidad en los procesos?

Con la respuesta a estas preguntas podemos tener elementos del rigor con que se trabaja.

Se puede profundizar al respecto además en:

- Normas de calidad de los materiales de que disponen.
- Normas de calidad en el proceso de construcción y montaje.
- Normas de calidad para el control de los procesos de protección anticorrosivo.
- Ensayos de calidad de los productos que emplean o información precisa al respecto.

Los aspectos legales del cumplimiento de las normas tienen mucha importancia. Baste señalar lo siguiente: En cada contrato, se establece el período de garantía, que tiene una consideración jurídica, objeto de cláusulas en la parte administrativa del contrato. El tiempo de garantía, tiene que ser menor que la durabilidad del sistema protector, que es una consideración técnica que puede ayudar al propietario a establecer un sistema de mantenimiento. En la NC ISO 12944 - 1: 2018 para sistema de pinturas, se establecen tres clases de durabilidad:

- Baja (L) hasta 7 años.
- Media (M) de 7 a 15 años.
- Alta (H) de 15 a 20 años.
- Muy alta (VH) más de 25 años.

En esta propia norma se precisa: Que son de obligatorio cumplimiento para los países firmantes, en particular la Comunidad Europea y los países que la suscriban y además no cumplir con los requisitos y recomendaciones dados en esta norma puede conducir a serias consecuencias económicas.

Los ensayos de recepción, constituyen una de las acciones más importantes y a lo cual no se le presta mucha atención.

- Son muy importantes para comprobar la calidad de los productos utilizados en la preparación previa y como recubrimientos.
- Si el componente, equipo o instalación ya viene protegido, hay que exigir los ensayos de calidad realizados a los productos.

Para la protección anticorrosiva y los trabajos de mantenimiento que se le hacen al Camión Comando Blindado no se tiene en cuenta la calificación del personal para realizar dicha tarea, ni las normas internacionales establecidas, ya que se le aplica pintura sin tener en cuenta el número de capas, el espesor recomendado, limpiezas frecuentes; en las chapisterías que se ejecutan no se tienen en cuenta los problemas de diseño anticorrosivo porque surgen nuevas soldaduras irregulares con respecto a las ya existentes.

2.3 Historia del problema.

¿Qué experiencia anterior se tiene sobre el problema que se plantea?

- Antecedentes del problema. Historia del problema, que incluye años de servicio de la instalación y de los equipos, así como la acción de factores físicos, químicos, biológicos y combinación de ellos, sin profundizar en los mismos.
- Diagnóstico de la corrosión y protección en el área de haberse realizado con anterioridad. Puede incluir video, toma fotográfica, muestras, mediciones, etc.

- El edificio que es sede del Museo fue construido a finales de 1959, como albergue obrero de la escuela de mar y pesca radicada en el mismo lugar. En ese inmueble fue inaugurado, en 1964 el Museo Girón, que en su primera etapa contó con dos salas de exposición contentivas de una muestra fotográfica alegórica a la invasión yanqui. La ampliación del inmueble, reinstalación e inauguración se produjo el 19 de abril de 1976, fecha en que se abrió el local con carácter de Museo Municipal y sus funciones comenzaron a ser regidas por las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR). En enero de 1982, la institución pasó a ser rectorada por la Sección del Patrimonio del Ministerio de Cultura.
- Por los extraordinarios valores históricos que resguarda este Memorial, la Comisión Nacional de Monumentos, declaró al Museo de Playa Girón como Monumento Nacional descrito por la Resolución No. 3 del 10 de octubre de 1978.
- El Museo se dedica fundamentalmente a resaltar las acciones de abril de 1961. Constituye una muestra de cómo las Milicias Nacionales Revolucionarias, Ejército Libertador, Policía Nacional Revolucionaria y Marina de Guerra Revolucionaria, junto a la eficaz actuación de una reducida fuerza aérea, aniquilaron apenas en 65 horas a la bien equipada fuerza mercenaria , enviada por los gobernantes estadounidenses.

En el área exterior del Museo se encuentran vehículos y fragmentos utilizados en las acciones combativas de esta zona. El Camión Comando Blindado de fabricación norteamericana, perteneciente a los mercenarios que atacaron Playa Girón, fue tomado en abril de 1961 y expuesto en el área del museo desde el 19 de abril de 1976. Por tanto, desde hace 46 años este vehículo está expuesto a las condiciones naturales y ambientales de la zona. El Camión ha sido sometido a varias restauraciones, las que se evidencian en su casco exterior, donde pueden apreciarse soldaduras sin rebajar, que han dado lugar a nuevos problemas de diseño anticorrosivo y que se suman a los ya existentes. Se ha pintado varias veces sin atender a las normas internacionales que determinan la calidad de este tipo de trabajo. El vehículo presenta un avanzado grado de deterioro, pero nunca antes se le diagnosticaron los problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión existentes en él.

2.4 Toma de muestras, fotos, videos, entre otros para iniciar el análisis del problema.

Debe de realizarse por el especialista que realizará el análisis correspondiente o cumpliendo indicaciones precisas del mismo. Un error en las muestras que se presentan para iniciar un análisis o la alteración de las mismas por implicados en el problema, pueden originar falsas conclusiones y en la mayoría de los casos pérdidas de tiempo.

Profesionales del CEAT, trabajaron en la toma de fotos y video con una cámara marca Fujji Film durante el diagnóstico del estado de la conservación y el deterioro del Camión Comando Blindado donde se detectaron varios problemas de diseño anticorrosivo y corrosión en el mismo, que deberán resolverse en su totalidad para evitar restauraciones futuras y la degradación del valor patrimonial del vehículo. En su exposición no debe exhibir rastros de productos de conservación, como grasas y otros, que afecten su estética y apariencia original.

2.5 Análisis del problema. Propuesta de soluciones.

2.5.1 Tipos de corrosión. Causas, mecanismos y factores que influyen. ¿En qué forma se presenta la corrosión?

La forma en que se presenta la corrosión nos permite identificar el tipo de corrosión y con ello las causas que la originan, no obstante en algunos casos es necesario auxiliarse de medios de observación para poder identificarla, entre ellas el microscopio estereoscópico, metalográfico, mediciones ultrasónicas, rayos X, microscopía electrónica de barrido (MEB) y otros ensayos especiales.

¿Qué tipos de corrosión se presentan?

Ello implica conocer las características de los diferentes tipos de corrosión que pueden presentarse en las condiciones de problema dado. Por ello hay que considerar en este aspecto todos los posibles tipos que puedan estar presentes y considerar además la posibilidad de acción combinada de efectos físicos y químicos que influyen en la corrosión.

¿Cuáles son las causas de la corrosión?

Para contestar esta pregunta es necesario conocer profundamente los factores más importantes que influyen en la corrosión en el sistema estudiado y discriminar entre ellos para obtener el o los factores más influyentes. pues resulta frecuente que la causa de un problema de corrosión resulte de la acción combinada de varios factores, e incluso de problemas operacionales.

Considerando las dos preguntas anteriores, se precisa desarrollar los siguientes aspectos:

- Daños físicos y químicos que afectan por corrosión. Precisando los tipos de corrosión más comunes, descripción detallada de los mecanismos y los factores que influyen.
- Daños biológicos y/o biodeterioros. Precisando los tipos y factores que influyen.
- Cada tipo de corrosión debe ser analizado profundamente considerando todos estos elementos.

En el Camión Comando Blindado se presentan diferentes tipos de corrosión electroquímica localizada como la atmosférica húmeda y mojada, la galvánica por par metálico y por celda de aireación diferencial. No obstante los principales problemas de corrosión observados, en su mayoría provocados por problemas de diseño anticorrosivo son la corrosión en resquicios y la corrosión interfacial.

Tanto la corrosión en resquicios, como la corrosión interfacial tienen como origen una mala preparación de la superficie previa antes de pintar. Aunque en la corrosión en resquicios, la pintura no juega un papel efectivo por no ser flexible. Estos problemas se tratan en la preparación previa antes de aplicar las pinturas.

Tipos de corrosión

Corrosión electroquímica: Debida a la circulación de electrones entre zonas de diferente potencial, en contacto con el medio conductor. Esta diferencia de potencial puede darse entre dos puntos de un mismo material en cuyo caso la diferencia de potencial no acostumbra a ser

elevada o entre diferentes metales dando lugar a una pila galvánica en la que la corriente de corrosión es importante.

Corrosión uniforme: Corrosión que ocurre a igual velocidad en todos los puntos de la superficie, aunque de forma más clara se puede plantear que es aquella en que se produce un ataque uniforme en toda superficie. Esta no se observa en la estructura actual del Vehículo Comando Blindado

Corrosión no uniforme: (heterogénea o localizada). Corrosión que ocurre a distintas velocidades en diferentes partes de la superficie y por tanto se produce un ataque no uniforme. Es la que se presenta en la generalidad de la estructura del Camión Comando Blindado.

-Corrosión Atmosférica Uniforme o Generalizada (Húmeda).

Tipo: Corrosión electroquímica, atmosférica, uniforme.

Mecanismo: La corrosión atmosférica húmeda, se presenta bajo la acción de delgadas películas de humedad no visibles, que se forman por condensación capilar, higroscopicidad, adsorción, etc. lo cual tiene lugar para humedades relativas inferiores al 100 % y superiores al 50 %.

Factores que influyen: El factor determinante en este tipo de corrosión es la condensación de humedad y la presencia de contaminantes.

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

- Corrosión Atmosférica Mojada.

Tipo: Corrosión Electroquímica, atmosférica, uniforme.

Mecanismo: La corrosión atmosférica mojada se presenta en aquellas zonas donde existe acumulación de agua en la cual pueden o no estar disueltos contaminantes, como cloruros y sulfatos fundamentalmente.

Factores que influyen: El factor determinante en este tipo de corrosión es la presencia de agua y contaminantes, además de la temperatura. En presencia de agua un aumento de la temperatura aumenta la velocidad de corrosión, hasta un punto en que se evapora y se detiene la corrosión. La corrosión atmosférica mojada es menor que la húmeda, ya que en la primera existe una delgada capa de humedad.

-Corrosión por celda de aireación diferencial.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme, galvánica por celdas de aireación diferencial.

Mecanismo: Electroquímico en presencia de humedad adsorbida o de agua, galvánico por diferencia de concentración de oxígeno, que se explica de la forma siguiente: cuando surge una grieta, hendidura, intersticio, desprendimiento de la pintura, depósitos de óxido o suciedades, todos ellos son causa de la aparición de 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 un cátodo.

Factores que influyen: El factor determinante en el primer caso, es la presencia de humedad y contaminantes, por un mal diseño anticorrosivo, además de los contaminantes que como el aerosol marino acelera el proceso corrosivo.

-Corrosión interfacial.

Tipo: Corrosión Electroquímica, atmosférica, uniforme.

Mecanismo: 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. La corrosión interfacial se presenta por debajo del recubrimiento como consecuencia de una mala preparación de la superficie y contaminación de la misma. Este problema es muy frecuente en las carrocerías de los automóviles una vez que se realiza el proceso de chapistería, ya que posterior a la soldadura se aplica pintura, sin eliminar el óxido y sin descontaminar la superficie.

Cuando la superficie queda contaminada antes de pintar, fundamentalmente con cloruros y sulfatos, ya están dadas las condiciones para la corrosión interfacial, de lo contrario no ocurre.

Las pinturas son permeables al agua y al oxígeno, los cuales la penetran hasta la superficie metálica, pero ambos no pueden provocar el proceso de corrosión de no existir contaminantes sobre la superficie que aumenten la conductividad en la interface acero - pintura y favorezcan el proceso corrosivo.

Factores que influyen: El factor determinante es la presencia del contaminante sobre la superficie metálica como aerosol marino, en la interface acero- pintura. La presencia de humedad y oxígeno que deben atravesar la película de pintura, por lo cual influye además el espesor del recubrimiento de pintura.

-Corrosión en resquicios.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme.

Mecanismo: Durante el diseño de una pieza, equipo o estructura metálica, el diseñador debe tener especial cuidado en no crear resquicios, ya que estos favorecen la acumulación de depósitos (contaminantes) y humedad, que propician el desarrollo de este tipo de corrosión. La explicación de este mecanismo es similar al de las celdas de concentración, que fue explicado con anterioridad.

Factores que influyen: El factor determinante en este tipo de corrosión es la presencia de resquicios (grietas, hendiduras, solapes, etc.), producidas por la presencia del resquicio, que se produce en la unión metal - metal, metal -madera, metal - hormigón y en general entre un metal y otro material. Sin dejar de faltar los contaminantes y la humedad. Es decir, un problema de diseño anticorrosivo. Los contaminantes provenientes del aerosol marino constituyen catalizadores del proceso corrosivo. El factor determinante en este tipo de corrosión es la presencia de grietas, hendiduras, solapes, etc., conjuntamente con la acumulación de contaminantes y la humedad. El resquicio que aparece en las carretas de transportar la sal en la Empresa Salinera de Matanzas, se forma entre el metal y la madera.

-Corrosión galvánica por par metálico.

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme.

Mecanismo: Galvánico, donde el metal más activo actúa como ánodo y sobre el metal menos activo tiene lugar la reducción del agente oxidante y actúa como cátodo.

Factores que influyen: El factor determinante en este tipo de corrosión es la unión de metales de distinta naturaleza, aunque influye también la magnitud de la diferencia de potenciales, la diferencia de áreas, sobre todo cuando el área anódica es muy pequeña en comparación con el área catódica. Incrementa este proceso la presencia de contaminantes, la temperatura y el pH del medio.

-Corrosión rotura por tensión

Tipo: Corrosión Electroquímica, no uniforme.

Mecanismo: Este tipo de corrosión se presenta cuando se combina un efecto mecánico de tensión que puede ser interno, por acumulación de tensiones o externa y el ataque de un medio agresivo.

Factores que influyen: Influyen las fuerzas que actúan sobre los materiales en zonas, como por ejemplo, los pernos, donde se acumulan tensiones que modifican las características del material

2.6 Evaluación de la magnitud del daño por corrosión. Implicaciones técnico económicas y sociales.

- Incluye evaluaciones realizadas de la magnitud de daño con datos técnicos y económicos.
- Aplicación de métodos no destructivos para evaluar el daño causado.
- Ensayos para determinar la magnitud de la velocidad de corrosión y evaluaciones realizadas. Resultados de evaluaciones o fundamentación de los ensayos.

- Ensayos para identificar el biodeterioro. Evaluaciones realizadas.
- Aspectos económicos. En correspondencia con las Normas Internacionales actualmente vigentes, la relación coste- eficacia de un determinado sistema protector frente a la corrosión será, generalmente, directamente proporcional al tiempo durante el cual dicha protección es efectiva, reduciendo al mínimo el volumen de los trabajos de mantenimiento o de sustitución necesarios durante la vida en servicio de la estructura. Para recubrimientos protectores, la intensidad del fallo, antes de que sea sometido al primer trabajo de mantenimiento general, debe acordarse entre las partes interesadas y valorarse conforme a las Normas ISO 4628 - 1: 2018 y 4628 - 3: 2020. La primera que establece los principios generales y el esquema de evaluación y la segunda que establece los grados de oxidación permisibles, que son los que se acuerdan entre las partes. Al respecto se establece como máximo de afectación un 1% de la superficie afectada, posterior a lo cual hay que ejecutar el mantenimiento.
- Otros datos económicos que pueden obtenerse sobre el problema objeto de estudio, entre ellos monto de la inversión, pérdidas que se producen, costo de los mantenimientos, etc.
- Impacto ambiental con resultado del problema de corrosión. Posibles afectaciones.

El Camión Comando Blindado tiene afectada más del 1% de la superficie pintada por lo que es necesario identificar y aplicar la pintura adecuada para las condiciones de exposición (atmosféricas) y la durabilidad que se quiere lograr con esta. Se conoce que no se le efectúa la limpieza requerida antes de aplicar el recubrimiento y esto causa que se dañe el mismo, lo que es evidente en varias áreas donde se observa la corrosión interfacial y el desprendimiento de la capa de pintura. Aunque no se cuenta con datos sobre el costo de la pintura y el mantenimiento, se sabe que se ha pintado en varias ocasiones y no se ha logrado la protección deseada, por lo que se puede plantear que se ha incurrido en gastos sin beneficios, que representan

pérdidas económicas, aunque también implican pérdidas desde el punto de vista social, por la afectación al valor patrimonial de la pieza que continúa deteriorándose.

2.7 Medidas que deben aplicarse.

Este aspecto no se incluye en los textos, sin embargo en la práctica es de gran importancia ya que en la mayoría de los casos en que se presentan problemas de corrosión, los mismos son ocasionados por modificaciones introducidas por el propio hombre y que se resuelven con medidas que eliminen las causas que provocan el problema.

Para poner un ejemplo, citaremos el problema de la contaminación ambiental, la cual puede ser eliminada con la aplicación de medidas y no precisamente con la aplicación de métodos de protección, ya que la solución resultaría en la mayoría de los casos mucho más costosa.

- Medidas que deben aplicarse a corto, mediano y largo plazo. Incluye acondicionamiento, rehabilitación, así como las derivadas de la disminución o eliminación de la contaminación.
- Otras medidas que normalmente no se consideran métodos de conservación y/o protección. Ubicación de las instalaciones, apantallamiento con vegetación, etc.
- Con el objetivo de lograr la protección apropiada para el Camión Comando Blindado, se pueden orientar una serie de medidas las cuales son:
- Limpieza diaria de todas las áreas, teniendo en cuenta tanto las zonas en el exterior como interior del camión, con paño húmedo preferiblemente, cuidando la calidad del agua que no debe ser salobre. De no ser posible, entonces el paño debe estar seco.
- Colocar una lona a la pieza durante las horas de la noche y madrugada, para evitar el humedecimiento de la superficie metálica a causa del rocío o la lluvia.

- Brindar solución a los problemas de diseño anticorrosivo que no impliquen cambios en la estructura del vehículo, para que de esta forma no se pierda el valor patrimonial de la pieza.
- Aplicar correctamente un recubrimiento anticorrosivo con conservación adecuada sobre la superficie metálica.

2.8 Métodos de protección que pueden aplicarse.

Se aplican una vez analizadas todas las medidas que puedan proponerse, ya que económicamente, la aplicación de métodos motiva un incremento de los costos.

Los métodos de protección se seleccionan en base a las características del sistema y se fundamentan convenientemente.

Hay que tener en cuenta que, dentro de los métodos de protección contra la corrosión, se incluye el diseño y la operación adecuada.

- Métodos de protección contra el deterioro por corrosión.
- Métodos de protección contra el biodeterioro. Métodos de conservación.
- Métodos de diseño para la protección y conservación.
- Protección por operaciones adecuadas durante los procesos.

Uno de los métodos de protección más ampliamente difundidos es la aplicación de recubrimientos de pinturas. Al respecto la Norma ISO 12944 establece todos los aspectos a tener en cuenta en la elaboración, ejecución y control de un proyecto de pintura en la ISO (9), precisa las especificaciones del proyecto, del sistema de pintura, de los trabajos de pintado y de inspección y ensayo, tal cual se tiene que proceder al ejecutar cualquier proyecto de protección anticorrosivo.

Cuando se realiza un diagnóstico de un equipo o instalación, se tiene que tener en cuenta que todos los elementos que integran la misma, el ambiente que la rodea, el proceso que tiene lugar y los hombres que la operan, son elementos del sistema.

Por tanto todos intervienen en la protección anticorrosiva y conservación de la misma.

Se deben aplicar métodos de protección adecuados una vez solucionados los problemas de diseño anticorrosivo. Dentro de los métodos más apropiados está el uso de recubrimientos protectores tales como pinturas anticorrosivas, ceras abrillantadoras impermeabilizantes y grasas de conservación temporal. Productos como los mástiques asfálticos también se usan para solucionar algunos problemas de diseño anticorrosivo. Los productos DISTIN son de amplia utilización con estos fines y dentro de ellos pueden encontrarse grasas, ceras, mástiques y disolución de fosfatado para la limpieza de superficies. La implementación de un sistema de protección anticorrosivo y conservación SIPAYC permitiría la conservación más adecuada para este vehículo solucionando los problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión que se presentan garantizando que no haya que intervenir directamente al vehículo por un proceso de restauración por chapistería, que incidiría en el valor histórico y patrimonial de la pieza.

Entre los métodos de protección que pueden aplicarse están los recubrimientos anticorrosivos en la superficie del Camión Comando Blindado, para atenuar o disminuir los efectos de la corrosión. En este caso se sugiere el uso de pinturas anticorrosivas, seleccionadas por la norma NC_ISO_12944-5: 2020 teniendo en cuenta el grado de corrosividad de la atmósfera y la durabilidad que se quiere lograr del sistema de pintura.

Como parte de SIPAYC, se debe incurrir en dos etapas de solución a los problemas de diseño anticorrosivo. De esta forma en la primera etapa, antes de pintar deben solucionarse una parte de los problemas de diseño anticorrosivo que se detectaron en el camión (rebajar y emparejar soldaduras, biselar bordes, retirar y limpiar pernos, crear orificios de drenaje en áreas de acumulación de depósito y humedad).

Luego se limpia la superficie con métodos manual mecanizado, para lograr un grado de limpieza superficial de St y después con disolución de fosfatado DISTIN 504. El

sistema de pintura a cumplir de acuerdo a la clasificación de la atmósfera es el G5.02, el cual presenta un grado de preparación superficial similar al Sa 2 ½. El tipo de ligante es Poliuretano alifático (PUR). Existe una capa de imprimación y el número de capas de acabado es 2. El espesor total para la capa de imprimación es de 80µm, mientras que la de acabado presenta un espesor total de 160µm. Por tanto, el número de capas para el sistema es 3, con un espesor total de 240µm.

La pintura recomendada para este camión según el grado de corrosividad del ambiente es: para la capa de imprimación HEMPADUR AvantGuard 750 Gris(epoxi de dos componentes con alto contenido en zinc activado), para la capa del medio HEMPADUR MASTIC 45880 (epoxi de capa gruesa de dos componentes con aducto de poliamida y de alto contenido en solidos) y para el acabado HEMPATHANE 55930 (esmalte de poliuretano de dos componentes a base de isocianato alifático) (color verde)

La durabilidad de un sistema de pintura se garantiza en mayor grado con una buena preparación de la superficie, y esto precisamente es uno de los aspectos en que se presentan mayores deficiencias.

Una vez aplicada la pintura se soluciona el resto de los problemas de diseño anticorrosivo (atomizar grasa y convertir en área cerrada a los componentes huecos; colocar pernos pintados, ajustar, aplicar grasa o mástique semisólido y volver a pintar; crear superficies inclinadas en zonas de acumulación de depósitos y humedad; sellar resquicios u orificios con mástique asfáltico o cera abrillantadora; aislar el par metálico mediante pintura anticorrosiva, mástique asfáltico o cera abrillantadora según lo requiera la pieza y su exposición).

Conclusiones, recomendaciones.

- En el trabajo se realizan conclusiones parciales, por lo tanto las conclusiones y recomendaciones que se reflejan aquí tienen que dar solución al problema general.
- Las conclusiones deben dar respuesta a los objetivos del trabajo, precisando las principales causas del problema de corrosión y protección objeto de estudio.
- Las recomendaciones deben contener aquellas investigaciones que deben ser realizadas o todos aquellos aspectos que deben ser profundizados con posterioridad.

2. Bibliografía y referencias.

- Tiene que emplear con carácter obligatorio varias referencias en idioma inglés. Utilizar la norma establecida para el uso correcto de la bibliografía. Consultar en el CICT.

3. Anexos.

- Los anexos contienen tablas, mapas, gráficos, fichas técnicas, normas etc., que sean necesarios para la fundamentación del trabajo. Las figuras utilizadas para fundamentar los mecanismos de los tipos de corrosión, deben incluirse en el desarrollo del trabajo.

2.9 Análisis de los productos empleados para la conservación del Camión Comando Blindado.

Los productos DISTIN que se proponen para el Camión Comando Blindado son,

- Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida. DISTIN 603 L (Anexo 6), 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.
- Disolución de Fosfatado Decapante Acción Rápida DISTIN 504 (Anexo 7), 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

muestran 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.

- Mástique Asfáltico Líquido DISTIN 404 L (Anexo 8) 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 antigavilla 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.
- Mástique Asfáltico Semisólido con goma DISTIN 404 (Anexo 9), posee 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.
- Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L (Anexo 10). 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 chorro 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.

- Grasa Semisólida Conservante y Lubricante. DISTIN 314 (Anexo 11), Es una grasa especialmente preparada para la protección y ubicación de cables, bornes y válvulas. Proporciona una gran 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. 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. 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.

Los productos fueron evaluados por los laboratorios LABET mediante los ensayos siguientes.

1. Ensayos acelerados en cámaras de niebla salina (NSS).

La evaluación se realiza por cada un ciclo de 100 horas con una exigencia de 500 horas sin afectaciones. Todos los productos expuestos pasaron sin afectaciones.

2. Ensayos de resistencia a la humedad y temperatura con condensación constante.

Los productos pasaron el ensayo durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono según la norma correspondiente, sin afectaciones.

Los resultados obtenidos en ambas pruebas corroboran que el recubrimiento formado proporciona una protección temporal por años, de las superficies metálicas en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua, no se emulsiona por contacto.

Pintura anticorrosiva

La pintura recomendada para este vehículo según el grado de corrosividad del ambiente es: para la capa de imprimación HEMPADUR AvantGuard 750 Gris (epoxi de dos componentes con alto contenido en zinc activado), para la capa del medio HEMPADUR MASTIC 45880 (epoxi de capa gruesa de dos componentes con aducto de poliamida y de alto contenido en sólidos) y para el acabado HEMPATHANE 55930 (esmalte de poliuretano de dos componentes a base de isocianato alifático) (color verde). (Anexos. 12, 13, 14)

2.9.1 Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación.

En la mayoría de las metodologías que se orientan por la literatura, los problemas de diseño se tratan levemente. No se le da la importancia que requiere y resulta de gran incidencia en la corrosión y protección. Una causa de su incidencia es la falta de tropicalización de los equipos e instalaciones que se adquieren, las que generalmente responden a las condiciones de agresividad de los países de origen, que no tienen la misma agresividad corrosiva que Cuba. Otra causa de los problemas de diseño es la falta de exigencia, control y en ocasiones de conocimiento de los especialistas que adquieren la nueva tecnología.

La solución a los problemas de diseño anticorrosivo tiene dos etapas.

1era Etapa: Soluciones a los problemas antes de pintar.

Se biselan y emparejan los bordes, se emparejan las soldaduras se abren orificios de drenaje en zonas de acumulación y depósito, se retiran y se limpian los pernos, se limpia la superficie con métodos manual mecanizados y otros como la disolución de fosfatado y se convierten áreas cerradas en componentes huecos.

2da Etapa: Soluciones a los problemas después de pintar.

Una vez pintada la superficie se sellan los resquicios aplicando mástique asfáltico semisólido DISTIN 404, en el caso en que no se permita por estética u otro motivo se utiliza cera abrillantadora impermeabilizante DISTIN 603, se crean superficies inclinadas en zonas de acumulación y depósito, se atomiza mástique líquido en los guardafangos DISTIN 404L y parte inferior del vehículo para evitar la corrosión erosión por el impacto de piedras y gravas. Se aplica grasa líquida DISTIN 314L en las áreas cerradas, se colocan pernos pintados y se le aplican mástique asfáltico semisólido DISTIN 404 o grasa semisólida DISTIN 314 según el requerimiento de la pieza, luego se aprieta y se vuelve a pintar. Se aíslan los materiales que no pudieron ser sustituidos por materiales similares con un recubrimiento de pintura anticorrosiva o con mástique asfáltico semisólido DISTIN 404.

2.10 Metodología para el análisis económico.

Se lleva a cabo un entrenamiento con el Contador del CEAT en todas las temáticas relacionadas con fichas de costo, documentos normativos y determinación de los principales indicadores económicos que permitan la caracterización de los diferentes productos a utilizar en la propuesta del SIPAYC.

DISTIN, son desarrollados por el Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos (UDI-CEAT) de la Universidad de Matanzas. Cada uno de estos

presenta características técnicas, definidas en su Ficha Técnica. La capacidad productiva de los mismos se incrementa con el financiamiento aportado por los clientes, principalmente el Servicio DUCAR (FAR), la UNE y la EISA Matanzas.

El precio de los productos ofertados se rige por la RESOLUCIÓN CONJUNTA MFP-MEP No. 1-2020 de los Ministerios de Economía y Planificación y el Ministerio de Finanzas y Precios que establece la ficha de costo país de obligatorio cumplimiento, donde el margen de ganancia debe ser hasta un 20% por encima de los gastos totales. La ficha de costo del SIPAYC propuesto para el Camión Comando Blindado se muestra en (Anexo 3). El costo total por la aplicación de la conservación a este vehículo es de 7078,0 CUP.

Conclusiones Parciales

- La agresividad corrosiva de la atmósfera en el área del Museo Playa Girón es C5 – Muy alta (muy alta marina), por estar ubicado, aproximadamente a 100 m. de la costa sur.
- Las medidas elementales de conservación no se han aplicado con regularidad, lo que ha contribuido al aumento del deterioro del vehículo.
- Los productos DISTIN que se proponen para el Camión Comando Blindado proporcionan a los recubrimientos de pintura una resistencia a la corrosión adicional en condiciones climáticas adversas.
- Para la protección anticorrosiva de la superficie del Camión Comando Blindado se seleccionó un sistema de pintura con ligante poliuretano alifático y espesor total de 240 μm con una durabilidad que debe ser media, de 7 a 15 años, si se logra un mantenimiento adecuado.

Capítulo III: Análisis de los resultados.

3.1 Análisis de las condiciones ambientales y de exposición del Camión Comando Blindado expuesto en el Museo Girón.

El Museo de Girón está ubicado en el perímetro turístico de Playa Girón _ aledaño al poblado de Gironcito, perteneciente al municipio de Ciénaga de Zapata, provincia de Matanzas, en la costa sur de la Isla de Cuba.

En esta zona la corrosión atmosférica, provocada por las condiciones naturales, es menor, con respecto a la habitual en la costa norte. Por su parte, la influencia de los vientos, el aerosol marino, fluyen con mayor frecuencia de norte a sur, aunque no deja de ser alta la incidencia de los mismos en esta franja. La NC ISO 12944 - 2: 2020 tiene en cuenta que se trata de una zona costera con muy alta salinidad (C5 – Muy alta). Se usa para escoger el sistema de pintura a recomendar.

La contaminación que más afecta las áreas del museo es la marina, ya que las condiciones de exposición del Camión Comando Blindado, a la intemperie, contribuyen al deterioro del mismo. A ello se suma el incumplimiento de las normas para llevar a cabo la conservación adecuada.

3.2 Análisis de las características de los materiales que componen el Camión Comando Blindado y los productos con los que se conserva.

El Camión Comando Blindado está compuesto, fundamentalmente, por acero al carbono estructural, material que corresponde a aleaciones que contienen hierro, como componente principal, y pequeñas cantidades de carbono (0.4% aproximadamente), como principal elemento de aleación. El acero al carbono posee propiedades que le aportan alta resistencia a los tratamientos térmicos permitiendo que los pernos posean mejores características mecánicas, como una mayor solidez o resistencia para alcanzar mayor dureza y baja fragilidad de las piezas que lo

componen. El acero al carbono es de baja resistencia a la corrosión por lo que debe ser debidamente protegido, sobre todo en las condiciones que está expuesto el vehículo.

En la construcción de las gomas de los neumáticos de camión se emplea el caucho, material que tiene la propiedad mecánica de poder sufrir mucha más deformación elástica bajo estrés que la mayoría de los materiales, y aun así recuperar su tamaño previo, facilitando el paso del vehículo por la carretera, pero con el tiempo y bajo la radiación solar se endurece y se cuartea.

El recubrimiento con pintura le brinda a la estructura protección anticorrosiva, debido a los componentes que la integran. De esta no se tienen datos y sólo su color verde olivo es el indicado para esta técnica, pero como no se cumplen los requerimientos de limpieza y solución a los problemas anticorrosivos establecidos por la norma NC ISO 12944 - 5: 2020 se deteriora en poco tiempo y no provee al material la protección adecuada.

3.3 Análisis de los problemas de diseño anticorrosivo presentes en el Camión Comando Blindado.

Los problemas de diseño anticorrosivo aumentan las afectaciones que se producen en el vehículo. Están presentes en toda la estructura y son los siguientes:

- Imperfecciones en las soldaduras: Se aprecia en la estructura, en soldaduras irregulares, las mismas deben estar libres de imperfecciones. Por ejemplo: aspereza, fracturas, orificios, cráteres, proyecciones, que son difíciles de cubrir eficientemente con un sistema de pintura protector. En estos casos se presenta una corrosión atmosférica localizada e intersticial debido a una inadecuada preparación superficial, al no estar pareja la superficie.
- Resquicios: Este problema de diseño se pone de manifiesto en las uniones metal-metal del área exterior del vehículo, por la presencia de soldaduras discontinuas, irregulares, pernos, bordes, refuerzos. Estas fisuras propician la acumulación de humedad, polvo, contaminantes, provocando la formación de pilas electrolíticas

y desatando la corrosión intersticial, lo que puede 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. La superficie irregular debe emparejarse, para evitar que, por la cercanía del mar, los iones cloruros y sulfatos contenidos en el aerosol marino, se acumulen en estas irregularidades y desaten los ciclos de formación de herrumbre, incidiendo sobre el acero que compone esos materiales.

- Retención de humedad, depósitos y agua: Todos los diseños de piezas metálicas expuestas al medio ambiente deben estar desprovistos de configuraciones superficiales para evitar que el agua pueda quedar retenida, ya que conjuntamente con la presencia de agentes corrosivos (polvo, residuos abrasivos, aerosol marino, etc.) aumenta el daño por corrosión. Las áreas de configuraciones superficiales propician la acumulación de la humedad, desatando la corrosión atmosférica húmeda y mojada. Se considera mayor presencia de la corrosión atmosférica húmeda, aunque no se descarta la posibilidad de la existencia de la corrosión atmosférica mojada producida en las horas de la madrugada debido al rocío que se adhiere en las zonas planas de la estructura. La humedad tiende a disminuir en las horas del día por los efectos de la radiación solar y a aumentar en las horas de la noche, dando lugar a que exista un equilibrio entre la acumulación y secado del agua. Estas son zonas de depresión en la estructura que permiten el desarrollo de la corrosión atmosférica mojada y húmeda, por celda de aireación diferencial y localizada.

- Área cerrada y componente hueco: Se refiere a las estructuras que están huecas en su interior, que de no conservarse sufren deterioro por corrosión electroquímica atmosférica en cualquiera de las manifestaciones anteriormente descritas. Puesto que 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 cumpla que 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. El área cerrada debe ser debidamente conservada.

- Bordes: Este problema de diseño se puede visualizar con facilidad y lo encontramos reiteradamente en el Camión Comando Blindado. Generalmente los bordes son producidos desde el mismo proceso de fabricación o por las rebabas resultantes en taladradoras. En los bordes se acumulan tensiones, debido a que no se les realiza un tratamiento térmico adecuado, por lo que se convierten en focos de disolución activa ya que estas tensiones acumuladas disponen al material al ataque corrosivo, además de funcionar como un componente filoso. También se comportan como un objeto cortante, ocasionando que las capas protectoras de pintura no se apliquen de modo uniforme y sean más susceptibles al deterioro al no lograrse un espesor de película adecuado.
- Accesibilidad: La zona inferior del vehículo es un área de difícil acceso, ya que se plantea que la separación entre las partes o estructuras no puede ser menor de 50 mm de ancho, ni mayor de 100 mm en profundidad, ya que imposibilitan que se ejecuten las labores de protección anticorrosiva: inspeccionar, diagnosticar y aplicar distintas técnicas de protección.
- Conexiones con pernos: Las uniones por pernos, tuercas y arandelas son muy susceptibles a la corrosión por ser elementos tensionados, y es por ello que en los mismos surge la corrosión bajo tensión la cual contiene efectos mecánicos que posibilitan que se incremente el tipo de corrosión que tenga lugar inicialmente, ya sea la corrosión generalizada o la corrosión en resquicios u orificios. Esto trae como consecuencia la formación de resquicios y la presencia de la corrosión electroquímica, a través de disímiles mecanismos ejemplo de ello es la corrosión intersticial localizada, se observa también la celda galvánica por par metálico al ponerse en contacto el acero de los pernos con el acero estructural de la pieza, ya que el primero es menos activo y se reduce y el segundo es más activo y se oxida.

- 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 protector.
- Preparación inadecuada de la superficie: Está presente en casi la totalidad de la estructura del vehículo. La mala preparación de la superficie trae como consecuencia las aberturas de los recubrimientos antes del agotamiento de la vida útil de la pintura, la pérdida de la buena apariencia y como consecuencia el valor patrimonial de la pieza. La preparación superficial suele ser la fase más larga del tratamiento superficial con pintura porque incluye tratamientos químicos, físicos, así como la eliminación de polvo y contaminantes.

3.4 Análisis de los problemas por corrosión presentes en el Camión Comando Blindado.

El Camión Comando Blindado presenta deterioro por corrosión en toda su estructura, debido a que se encuentra expuesto al ambiente y a las inclemencias del tiempo. En toda su estructura se encuentran presentes varios tipos de corrosión derivadas de los factores predominantes en su entorno. La corrosión electroquímica es favorecida por la humedad de la atmósfera, la exposición a la lluvia y los contaminantes. El vehículo está sujeto a los dos tipos de corrosión atmosférica, la localizada y la generalizada por el efecto de los iones cloruro y sulfato provenientes del aerosol marino que son arrastrados por los vientos y aceleran el proceso corrosivo. Es destacable, sin embargo, que, las afectaciones en el mismo disminuyen por el efecto de apantallamiento que producen las edificaciones que lo rodean. En los meses de invierno aumenta la corrosión por el efecto del carácter estacional del aerosol marino, pero a su vez los vientos ayudan a la eliminación superficial de algunos contaminantes, aunque esto es menos significativo. Sin embargo, también puede disminuirla en algunas áreas del vehículo cuando elimina polvo, suciedad y contaminantes. El polvo es un componente que retiene la humedad y los contaminantes en un área específica favoreciendo allí la corrosividad

del metal. Los rayos del Sol penetran en la superficie en las horas del día y la tarde. La incidencia de la alta temperatura beneficia el proceso corrosivo funcionando como catalizador cuando permanece la película de humedad, pero a su vez seca la superficie metálica deteniendo la corrosión.

3.5 Análisis de las medidas a los problemas de diseño anticorrosivo.

Con el objetivo de lograr una protección y conservación adecuada para el Camión Comando Blindado se tomaron medidas dirigidas a disminuir los problemas de corrosión. Es importante la limpieza diaria de todas las áreas, utilizando, preferiblemente, un paño húmedo, cuidando la calidad del agua, que no debe ser salobre. De no ser posible, entonces el paño debe estar seco. Con dicha medida se contribuye a reducir las concentraciones de contaminantes, polvo, suciedad y humedad de la superficie.

Durante las horas de la noche y madrugada debe emplearse una lona para evitar el humedecimiento de la superficie metálica a causa del rocío o la lluvia. De esta forma se reduce el tiempo en que la superficie metálica permanece húmeda.

Brindar solución a los problemas de diseño anticorrosivo que no impliquen cambios en la estructura del vehículo, para que de esta forma no se pierda el valor patrimonial de la pieza. Los problemas de diseño anticorrosivo propician el desarrollo de la corrosión y el deterioro del sistema anticorrosivo protector. Su solución, para casos como este de objetos museables, no debe afectar su valor patrimonial, aunque sí debe buscarse una solución viable para evitar el deterioro por corrosión sin que se pierda el objeto.

Aplicar correctamente un recubrimiento anticorrosivo con conservación adecuada sobre la superficie metálica. Cumpliendo lo planteado, la superficie metálica quedaría protegida contra cualquier ataque químico o de origen climatológico.

3.6 Análisis de la aplicación del SIPAYC para el Camión Comando Blindado.

Las soluciones a los problemas de diseño se realizan antes y después de pintar con el objetivo de lograr una excelente aplicación de la protección anticorrosiva y de sus productos. Una buena preparación de la superficie es fundamental para la durabilidad de los recubrimientos con pintura. El Camión Comando Blindado en estudio, presenta deterioro por corrosión en la mayor parte del componente estructural, de acero de bajo contenido de carbono, por lo cual necesita la aplicación de métodos de limpieza superficial. Según la NC ISO 12944 - 4:2020 el grado de preparación que debe alcanzar la superficie metálica es Sa 2 ½, para que se encuentre bien preparada y con la aplicación de métodos manuales y manuales mecanizados solamente alcanza el grado de preparación St 3. Un método químico muy utilizado actualmente en nuestro país para la preparación superficial es el fosfatado.

➤ Antes de pintar:

Se debe primeramente rebajar y emparejar soldaduras, biselar bordes, retirar y limpiar pernos, abrir orificios de drenaje en áreas de acumulación y depósito y componentes huecos.

La correcta preparación de la superficie es importante para la estabilidad de los recubrimientos de pinturas, esto contribuye también a la disminución de los costos por reparación y mantenimiento.

Para lograr una limpieza adecuada, en dependencia del grado que se quiera alcanzar se puede emplear el método manual o mecanizado y luego aplicar una disolución de fosfatado DISTIN 504. Después se aplica la pintura según NC ISO 12944 - 5: 2020.

Para la adecuada selección de la pintura hay que regirse por la NC ISO 12944 - 5: 2020, en cuyo contenido se muestran tablas con los sistemas de pinturas que se ajustan a las condiciones agresivas evidentes en su entorno. Para seleccionar el sistema de pintura primeramente hay que conocer el nivel de agresividad

corrosiva de la atmósfera siendo en este caso C5 – Muy alta, también hay que conocer el tiempo de durabilidad del sistema de pintura, que sea medio, de 7 a 15 años para el vehículo estudiado, clasificándose como un sistema de pintura de duración media. Este tiempo no es necesariamente un período de garantías, pero sirve para poder planificar los períodos de mantenimiento.

En general el sistema de pintura seleccionado tiene que cumplir con el número G5.02, con un grado de preparación superficial análogo al Sa 2 ½, cuyo tipo de ligante es Poliuretano alifático (PUR). El número de capas de imprimación es una y la de acabado, 2. El espesor total para la capa de imprimación es de 80µm, mientras que la de acabado presenta un espesor total de 160µm. Por tanto, el espesor total para el sistema de pintura es de 240µm. Cumpliendo con este proyecto obtenemos que para el Camión Comando Blindado el primario sería HEMPADUR AvantGuard 750 Gris(epoxi de dos componentes con alto contenido en zinc activado), para la capa del medio HEMPADUR MASTIC 45880 (epoxi de capa gruesa de dos componentes con aducto de poliamida y de alto contenido en sólidos) y para el acabado HEMPATHANE 55930 (esmalte de poliuretano de dos componentes a base de isocianato alifático). Estas pinturas pertenecen a la firma HEMPEL y pueden emplearse para el pintado del vehículo teniendo en cuenta que para el acabado se debe solicitar el color que se usa para la técnica militar (color verde).

➤ Después de pintar:

Se sellan los resquicios, tratando que no ocurran afectaciones en la estética del camión por ser un objeto museable que debe conservar su valor patrimonial. Además, se le aplica mástique asfáltico DISTIN 404 en aquellas zonas donde no afecte la estética y cera abrillantadora impermeabilizante DISTIN603 en las zonas visibles. Después se atomiza grasa en los componentes huecos con grasa DISTIN 314 L y se colocan pernos sellando el resquicio con la aplicación de mástique en aquellos que no se van a retirar en todo el tiempo que requiere la conservación o grasa semisólida en los que se van a retirar periódicamente.

La aplicación de los productos DISTIN debe realizarse desde la limpieza superficial, para la que se utiliza Disolución de Fosfatado DISTIN 504 para alcanzar el grado Sa 2 1/2. Se utilizará además, grasa anticorrosiva DISTIN 314 L en lugares que sean inaccesibles, componentes huecos y áreas cerradas. Se aplicará la cera abrillantadora impermeabilizante DISTIN 603 sobre la pintura para lograr sellar los poros y los resquicios e intersticios que se crean en las uniones y todas aquellas partes que permanezcan a la vista del visitante. El mástique semisólido DISTIN 404 se empleará para sellar resquicios en las áreas no visibles.

Si se le proporciona solución a los problemas de diseño anticorrosivo evidentes en el camión y la preparación superficial como se señaló anteriormente, los resultados serán satisfactorios, consiguiéndose una durabilidad de 7 a 15 años para el sistema de pintura que se propone, como establece la norma para este tipo de agresividad. Los pasos para la aplicación de los recubrimientos de pinturas deben ser controlados en su totalidad, ya que es la garantía de que los proyectos de pinturas sugeridos den los resultados esperados. Es necesario controlar desde el momento en que se obtenga la pintura hasta que se haya logrado el espesor final del recubrimiento.

3.7 Análisis de los productos propuestos para la conservación del Camión Comando Blindado.

Los productos que se proponen para la conservación del Camión Comando Blindado son:

- Disolución de Fosfatado Decapante (DISTIN 504) de acción rápida, Para la preparación de superficies metálicas oxidadas. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido y forma una capa protectora, resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Aplicada sobre superficies pintadas elimina las manchas de óxido y convierte al óxido no afectando el recubrimiento de pintura. Formulado especialmente para tratar superficies oxidadas de alambres, perfiles, laminados, equipos y piezas.

Garantiza la conservación temporal de superficies metálicas de días a semanas en las condiciones climáticas de Cuba en zonas de agresividad de la 4 a la 6 dependiendo de las condiciones de almacenamiento.

Al aplicar DISTIN 504 se forma una capa protectora con sales insolubles garantizando una superficie ideal para la aplicación posterior de grasas o aceites, las cuales penetran en la capa de fosfato. Como preparación previa antes de la aplicación de los recubrimientos de pintura, proporcionan un excelente anclaje de la pintura y una protección adicional por rotura del recubrimiento.

➤ Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida. DISTIN 603 L

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 causantes 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 recubrimientos 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.

➤ Mástique Asfáltico Líquido DISTIN 404 L,

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.

➤ Mástique Asfáltico Semisólido con goma DISTIN 404.

Posee 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.

➤ Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L.

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.

➤ Grasa Semisólida Conservante y Lubricante. DISTIN 314.

Es una grasa especialmente preparada para la protección y lubricación de cables, bornes y válvulas. Proporciona una gran 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. 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. 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.

Las fichas técnicas de estos productos se encuentran en: (anexo 6 - 9).

Los productos fueron evaluados por los laboratorios LABET mediante los ensayos siguientes.

1. Ensayos acelerados en cámaras de niebla salina (NSS).

La evaluación se realiza por cada un ciclo de 100 horas con una exigencia de 500 horas sin afectaciones. Todos los productos expuestos pasaron sin afectaciones.

2. Ensayos de resistencia a la humedad y temperatura con condensación constante.

Los productos pasaron el ensayo durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono según la norma correspondiente, sin afectaciones.

Los resultados obtenidos en ambas pruebas corroboran que el recubrimiento formado proporciona una protección temporal por años, de las superficies metálicas en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas marítimas. Resiste la acción del agua, no se emulsiona por contacto.

3.8 Análisis de la valoración económica.

Se hizo una ficha de costo para el SIPAYC propuesto, según la metodología expuesta en el capítulo II para la realización del análisis económico

Se puede apreciar que la mayor incidencia de los costos está en los gastos de fuerza de trabajo, representando el 55% del costo total (7078.0 CUP) de la aplicación del SIPAYC, aquí se encuentran elevados costos como son: costo de salario, vacaciones y seguridad social. El resto de los costos está por debajo de este valor. (Gráficos de costo, de pastel y de barra Figs. 3.1, 3.2)

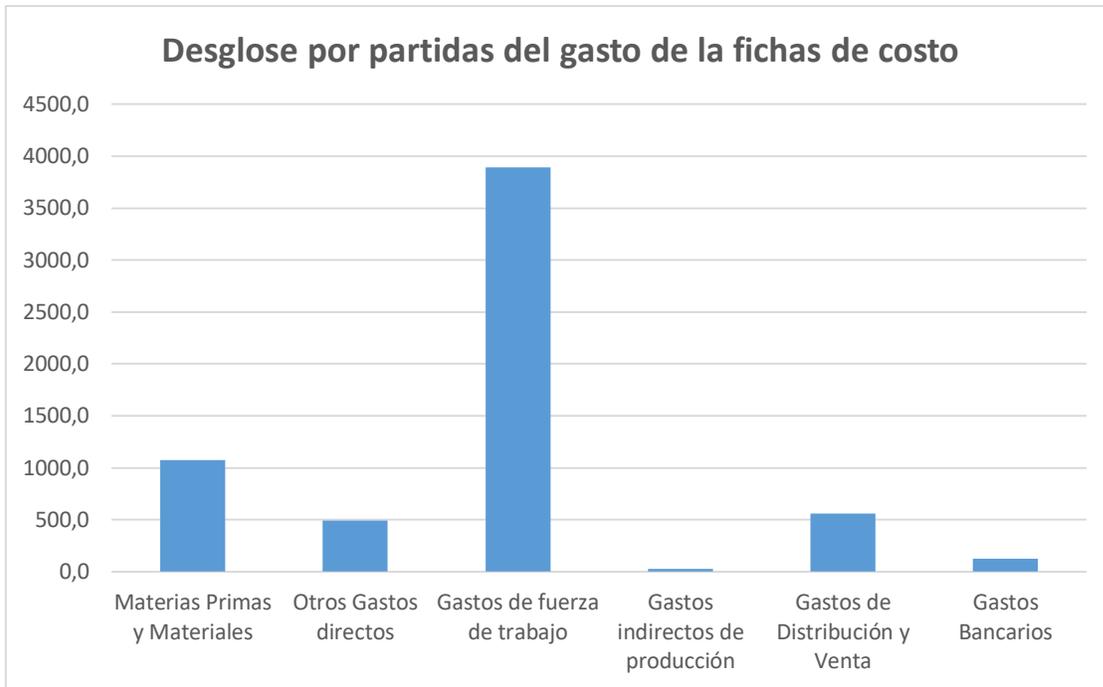


Fig. 3.1: Estructura de costo para el SIPAYC propuesto.

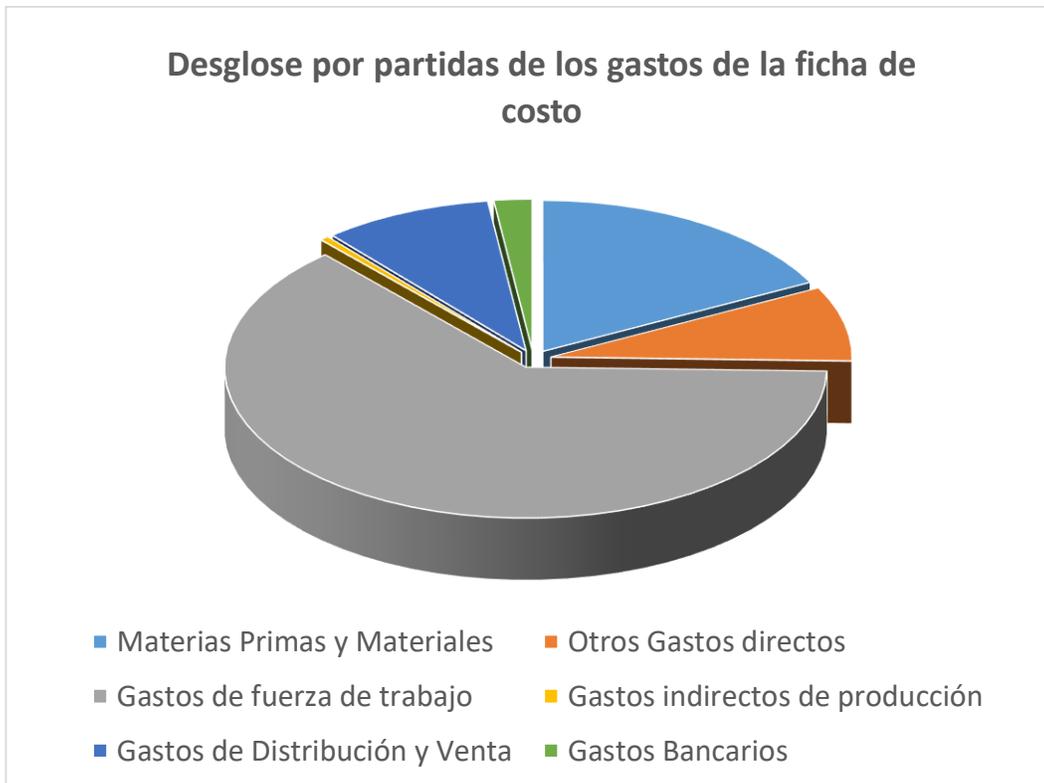


Fig. 3.2: Gráfico de porcentaje de costo del SIPAYC propuesto.

El costo total tiene un valor de 6434.5 CUP. De acuerdo con este el precio del SIPAYC regido por la RESOLUCIÓN CONJUNTA MFP-MEP No. 1-2020 de los Ministerios de Economía y Planificación y el Ministerio de Finanzas y Precios es 7078.0, siendo ventajoso con respecto a los del mercado internacional y además, el servicio es más completo con respecto a otros, nacionales e internacionales. (Ficha de costo, anexo 3)

Además, en estos momentos se aplica pintura a este vehículo sin tener en cuenta las normas internacionales, lo que implica que no se cumplan los plazos de durabilidad del sistema y ello trae como consecuencia que se incurra en reiterados gastos de producto y mano de obra para dar mantenimiento al equipo sin que se logre evitar el daño al componente estructural del mismo. El área del componente estructural del camión comando blindado que se va a pintar es de aproximadamente 6m². El sistema de pintura que se propone en este trabajo para este vehículo consta de tres componentes: Hempadur Avantguard epóxico rico en Zinc (683.06 \$/L) con un rendimiento teórico de 10,8 m²/L; Hempadur Mastic 45880 (150,613 \$/L) con un rendimiento teórico de 6,4 m²/L; Hempthane 55930 (349,56 \$/L) con un rendimiento teórico de 11,6 m²/L. Se necesitan para pintar al camión 1L de cada uno de los componentes, por lo que el costo aproximado total del sistema de pinturas que se necesitan para este vehículo será de 1183. 233 pesos. Si le sumamos los 7078.0 pesos de la aplicación del SIPAYC, se incurre en un gasto de 8261, 233 pesos cada cinco años, sin la mano de obra para la pintura, logrando una adecuada protección del vehículo y la preservación de su valor patrimonial. Por otra parte, el sistema de pintura podría tener durabilidad media de hasta 15 años, lo que disminuiría los gastos de pintura y también la durabilidad del SIPAYC, pudiera extenderse reduciendo los gastos de la protección del vehículo y preservando su valor patrimonial. Pero de la forma que se hace hasta el momento, aplicando pintura sin seguir los requerimientos de la norma, el sistema falla antes de cumplir su vida útil y hay que pintar cada seis meses o anualmente, por lo que se gastarían solo en pintura entre 5916.165 – 59 161.65 pesos sin contar la mano de obra, cada cinco años y no se lograría proteger la estructura del camión adecuadamente.

Por otra parte, como consecuencia de los daños ocasionados al componente estructural del camión, se requiere someterlo a un proceso de chapistería. Esta, de manera general, puede ser: leve (14,946.40 CUP), media (40,355.28 CUP) o grave (65,016.84 CUP). En el caso del Camión Comando Blindado por su avanzado estado de deterioro requiere una chapistería de nivel grave, pero si no se conserva adecuadamente continuará deteriorándose y deberá ser sometido a este proceso reiteradamente. Sin embargo, si se aplica el SIPAYC propuesto el vehículo permanecerá conservado durante 5 años con una profilaxis anual, garantizando así que el material no tenga que ser intervenido por chapistería por aproximadamente 20 años. Como ya se mencionó el tiempo de conservación mediante el SIPAYC de este bien patrimonial podría extenderse lo que se traduce en beneficios para el componente estructural de la pieza.

Atendiendo a esto, se puede afirmar que el SIPAYC propuesto representa amplias ventajas desde el punto de vista económico ya que se logra mantener el buen estado del componente estructural con un ahorro de más de 57,938.84 CUP. Hay que señalar que la frecuencia para la conservación es de un año, pero no se logra en estos momentos, por lo que se incurre en pérdidas materiales directas en el equipo.

3.9 Resultados del impacto social.

El Museo Girón atesora una importante colección relacionada con uno de los hechos épicos más sobresalientes de la historia contemporánea de Cuba, la primera gran derrota del imperialismo yanqui en América Latina. Desde 1964 hasta 1976 sus dos salones exhibieron una exposición fotográfica alegórica a las acciones y respuesta del pueblo cubano sobre las intenciones de las fuerzas mercenarias que pretendían aniquilar la naciente Revolución Cubana. Reinaugurado en 19 de abril de 1974, con carácter de Museo Municipal, el mismo se destinó a resaltar las acciones de abril de 1961 y en sus años de existencia ha sido visitado por miles de visitantes cubanos y extranjeros.

En esta institución se programan y realizan visitas dirigidas y especializadas destinadas a centros de estudio, trabajo, organismos de base de las organizaciones políticas y de masas, instituciones culturales, turistas y otros interesados. El museo abre sus puertas de lunes a domingo, recibiendo entre 500 y 1000 visitantes por día, mayormente turistas. Anualmente es visitado por un promedio de 50 000 personas. Los ingresos ganados por concepto de visitantes extranjeros son significativos, pero no se destinan a la protección y conservación de las piezas que exhibe la institución, a pesar de constituir exponentes del patriotismo cubano y del patrimonio histórico de la nación. Por lo tanto es altamente significativo resguardar el Camión Comando Blindado mediante un Sistema de Protección Anticorrosivo y de Conservación (SIPAYC) con el empleo de productos nacionales elaborados para este fin.

Conclusiones parciales

- 1- En el museo Girón la agresividad corrosiva de la atmósfera, no llega a ser extrema, pues en la costa sur existe menor penetración de los vientos que en la costa norte.
- 2- El vehículo se encuentra expuesto a la influencia de varios factores entre los que se encuentran: el viento, las precipitaciones, la humedad relativa, las deposiciones de polvo y la temperatura, los cuales contribuyen a su corrosión.
- 3- El acero estructural que conforma al Camión Comando Blindado, es de baja resistencia a las condiciones atmosféricas por lo que su deterioro es acrecentado.
- 4- Dentro de los costos del SIPAYC el de mayor influencia es el de gastos por fuerza de trabajo donde se encuentran: salarios, vacaciones y contribución a la seguridad social.

Conclusiones Generales

1. Se realizó el estudio del deterioro por corrosión del Camión Comando Blindado expuesto en el Museo Playa Girón y se propuso un adecuado Sistema de Protección Anticorrosivo y de Conservación (SIPAYC) para disminuirlo, validando la hipótesis planteada.
2. De la búsqueda bibliográfica, se pudo constatar, que la corrosión atmosférica es la principal causante de la corrosión en Cuba, incluidos los ambientes de museos.
3. Se comprobó que en el camión existen varios tipos de diseño anticorrosivo, entre los que se destacan: las imperfecciones en las superficies de las soldaduras, intersticios y zonas de acumulación de depósitos, entre otros.
4. El vehículo presenta deterioro por corrosión en toda su estructura por estar expuesta al ambiente y las inclemencias del tiempo, destacándose la corrosión atmosférica localizada, intersticial y por celdas de aeración diferencial.
5. Las medidas expuestas para dar solución a los problemas de diseño anticorrosivo permiten mantener el valor patrimonial del vehículo y contrarrestar los efectos de la corrosión.
6. Para la correcta aplicación del SIPAYC se debe lograr la adecuada preparación de la superficie, que es trascendental para la estabilidad de los recubrimientos de pinturas, y esto contribuye también a la disminución de los costos por reparación y mantenimiento.
7. El costo total para la aplicación del SIPAYC es de 6434,5 CUP y define el precio del mismo que es de 7078,0 CUP, que es un precio ventajoso comparado con los del mercado por un servicio más completo.
8. La tarea de conservar el Camión Comando Blindado mediante un SIPAYC es de gran importancia desde el punto de vista social por lo que se considera de impacto.

Recomendaciones

1. Implementar las medidas propuestas para contrarrestar el efecto del deterioro por corrosión del Camión Comando Blindado.
2. Aplicar el SIPAYC al vehículo.
3. Dar a conocer en actividades la forma en que se realiza la conservación con productos de fabricación nacional para elevar la cultura de los visitantes y estimular las jóvenes generaciones al desarrollo y empleo de técnicas y productos anticorrosivos

Bibliografía

- Agueda, E. (2010). Elementos fijos. Quinta edición.
- Almeida, E., D. Santos, (2006). "Anticorrosive painting for a wide spectrum of marine atmospheres: Environmental-friendly versus traditional paint systems." *Progress in OrganicCoatings*: 11-22.
- Álvarez Romero, Carla: La Conservación de objetos metálicos. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València
- Bilurbina, L. (2004). Corrosión y protección de los metales. P.134-153.
- Cabeza, M. (2007). *Criterios de intervención en materiales metálicos*. (Edición 2015).
- Cesáreo, A. (2004). Manual básico de corrosión para ingenieros.
- Crespo, M. García, N. Mateo, P. (2009). Sesenta años de investigación metalúrgica en el CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas.
- CNCP. (2002)
- Corvo, F; Veleva, L. (2003). Corrosión Atmosférica. En: Andrade da Silva, J.R. (Ed) *Productos Electro - Electrónicos en Ambientes Tropicales*. Sao Paulo: Campinas, p.137-170.
- Domínguez, J. (1987). Introducción a la corrosión y protección de metales. La Habana: Editorial EMPES, p. 25-29, p. 426-431, p. 325-368.
- Echeverría, C. (1991). La corrosión atmosférica del acero y la protección temporal de los centrales azucareros en la provincia de Matanzas. Matanzas. Tesis de opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. Instituto Superior Agroindustrial —Camilo Cienfuegosll.
- Echeverría, C; Cortijo, O; Sarraff, M. (2000). Influencia de la corrosión Atmosférica en la industria azucarera cubana. *Revista Centro Azúcar*, no. 3, ISSN- 0253 - 5777-p. 83-86.
- Echeverría, C. A., González, A., López, I., Echeverría, M. (2002). Corrosión atmosférica del acero en condiciones climáticas de Cuba: Influencia del aerosol marino. Matanzas: Universidad de Matanzas. 32 p. Disponible en: <http://monografias.umcc.cu>. ISBN: 9590-16-0188-3. Echeverría, C. A.,
- Echeverría, M. Méndez, O. Rodríguez, J. González, A. Oquendo, Y. Castellanos, T. Molina, A. Rosales, N. Muñiz, O. Pérez, N. (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-1607-6281.67

Echeverría, M. Méndez, O. Rodríguez, J. González, A. Oquendo, Y. Castellanos, T. Molina, A. Rosales, N. Muñiz, O. Pérez, N. (2008). Los Problemas de Diseño Anticorrosivo: Factores desencadenantes de la corrosión en condiciones climáticas de Cuba. Revista Retos Turísticos 7(1).

Echeverría, M. Méndez, O. Rodríguez, J. González, A. Oquendo, Y. Castellanos, T. Molina, A. Rosales, N. Muñiz, O. Pérez, N. García, H. (2010). Los sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.

Echeverría, Méndez, O. Rodríguez, J. González, A. Oquendo, Y. Castellanos, T. Molina, A. Rosales, N. Muñiz, O. Pérez, N. García, H. (2012). Etapas para la solución o mitigación de los problemas de diseño anticorrosivo en los proyectos con sistemas de pinturas protectoras. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978 - 959 - 16 - 2070 - 5.

Echeverría, M. Méndez, O. Rodríguez, J. González, A. Oquendo, Y. Castellanos, T. Molina, A. Rosales, N. Muñiz, O. Pérez, N. García, H. (2015). Material de conferencia de Ciencia de los materiales y corrosión.

Fantoni, L.K. (2017). *Propuesta de un Sistema de protección anticorrosiva y conservación SIPAYC para los carros General Motors y American la France del Museo de Bomberos de Matanzas*. [Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico] Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Técnicas, Cuba.
<http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/Trabajo> de Diploma/Ingeniería Química

Feliú, M. (1984). Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión. Ed. Geafimol: Madrid, p. 45 - 48.

Fuente, D; Álvarez, J. (2003). Fundamentos de la corrosión. En: Andrade da Silva, J.R. Productos Electro – Electrónicos en Ambientes Tropicales. Sao Paulo: Campinas, p. 59-94.

Galindo, L. (2015). Promoción sociocultural de los productos marca DISTIN en los museos del municipio Matanzas en la actualidad. Trabajo de diploma en opción al título de

licenciado en estudios socioculturales.

García, P. (2012). *El Patrimonio cultural. Conceptos básicos*.

Hassan, A. (2010). Aprende los fundamentos de la tecnología de la preparación de superficies. CD de Monografías. Centro de Estudio de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas. Parte I. ISBN: 978 -959 - 16 - 1326 - 4.

Hing, R. (2010). Estudio del comportamiento corrosivo de algunos materiales metálicos en agua de mar. Universidad de Oriente.

ICOM, (2008). Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible.

Jorrín, N. (2016). *Propuesta para la protección anticorrosiva y conservación de los vehículos (373-M y Super Skoda) expuestos en el Museo de Bomberos de Matanzas*. [Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico]. Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Técnicas, Cuba. <http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/Trabajo> de Diploma/Ingeniería Química

López, I. (2007). Corrosión Atmosférica y Conservación en Obras Soterradas en Matanzas. Matanzas. Tesis presentada para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Matanzas.

López, I. (2013). *Conservación del patrimonio*. CD Monografías. Matanzas: Universidad Camilo Cienfuegos.

Medina, C. (2015). *Propuesta de Tecnologías para la Conservación Anticorrosiva de bombas de vapor y autos cisternas expuestos en el Museo de Bomberos, de Matanzas*. [Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico]. Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Técnicas, Cuba. <http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/Trabajo> de Diploma/Ingeniería Química

Mertel, J. 1985. Peculiaridades de la corrosión atmosférica del acero de bajo contenido de carbono en Ciudad de la Habana y sus implicaciones técnico- económicas. La Habana: Centro Universitario "José Antonio Echeverría" (CUJAE). Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Técnicas.

Morcillo, M. (1998). Corrosión y Protección de Metales en la Atmósfera de Iberoamérica: Parte I, Mapas de Iberoamérica de Corrosividad Atmosférica. Proyecto MICAT. Editor Programa CYTED. p.787.

Morcillo, M. (2002). Fundamentos sobre protección anticorrosiva de metales en la atmósfera. Corrosión y protección de metales en las atmósferas de

- Iberoamérica. Parte II- Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Iberoamérica (Red Temática Pátina, XV.D/CYTED). Madrid.
- Muñiz, Y. (2010). Fuentes bibliográficas para el proceso de Interpretación del Patrimonio. Metodología para su utilización efectiva. Tesis en opción al título de Licenciado en Estudios Socioculturales. Matanzas.
- NC ISO 12944 - 1: 2018. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 1: General Introduction.
- NC ISO 12944 - 2: 2020. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 2: Classification of environments.
- NC ISO 12944 - 3: 2020. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Design considerations.
- NC ISO 12944 - 4: 2020. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 4: Types and surface preparation.
- NC ISO 12944 - 5: 2020. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Protective paint systems.
- NC ISO 12944 - 6: 2018. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 6: Laboratory performance test methods. .
- NC ISO 12944 - 7: 2018. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 7: Execution and supervision of paint work.
- NC ISO 12944 - 8: 2018. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 8: Development of specifications for new work and maintenance.
- NC ISO 12944 - 9: 2018. Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Part 9: Protective paint systems and laboratory performance test methods for offshore and related structures.
- Núñez, L. (2000). Corrosión del acero al carbono y el cobre en agua de mar y sus aerosoles. . La Habana. Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Químicas. Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC).
- Quirós Vicente, Francisco Javier: Conceptos contemporáneos aplicados a la restauración de bienes culturales muebles. Tlatemoani. Revista Académica de Investigación. No. 1, marzo de 2010.
- Reyes, R. (2013). Propuesta de un sistema de mantenimiento y protección anticorrosiva y conservación, para las áreas de combustible y centrifugado del Diésel de la Central Eléctrica de Varadero. Tesis en Opción al Título de Ingeniería Mecánica. Universidad de Matanzas, Matanzas.

- Roberge, P. (2000). Handbook of Corrosion Engineering. Quebec, McGraw-Hill Companies.
- Rodríguez, A . (2006). Desarrollo de aditivos para asfaltos modificados con bajos contenidos de hule. Publicación Técnica, 160.
- San Martín, L. (2016). *Propuesta de un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación de objetos museables (extintores) que se encuentran expuestos en el Museo de Bomberos, de Matanzas*. [Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico]. Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Técnicas, Cuba. <http://cict.umcc.cu/repositorioTesis/Tesis/Trabajos> de Diploma/Ingeniería Química
- Torrens, A. (1999). Corrosión Atmosférica en Interiores en el clima tropical. La Habana. Centro Nacional de Investigaciones científicas. CNIC.
- UNESCO. (1982). Definición elaborada por la Conferencia Mundial de la UNESCO sobre el patrimonio cultural, Méjico.

Anexos

ANEXO 1 Fotografías del camión



Fig. 1: Vista del Camión Comando Blindado

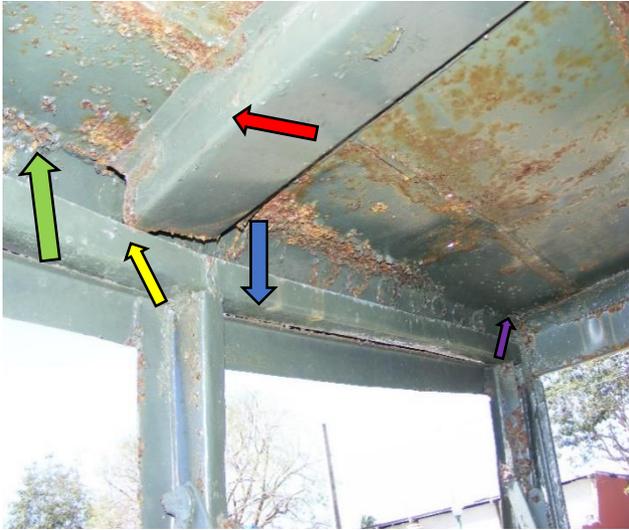


Fig. 2: Problemas de intersticios (verde), componente hueco (azul), refuerzo (rojo), bordes (amarillo), soldadura irregular (morado). Corrosión electroquímica localizada, intersticial y por celdas de aireación diferencial, corrosión atmosférica húmeda. Además, hay mala preparación superficial, corrosión interfacial.

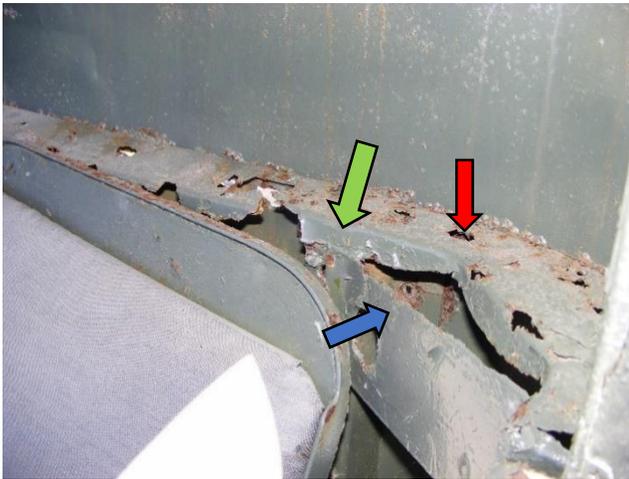


Fig. 3: Acumulación de depósitos y humedad (verde), intersticios (rojo), bordes (azul). Corrosión electroquímica localizada, atmosférica húmeda, intersticial, por celdas de aireación diferencial y picadura.

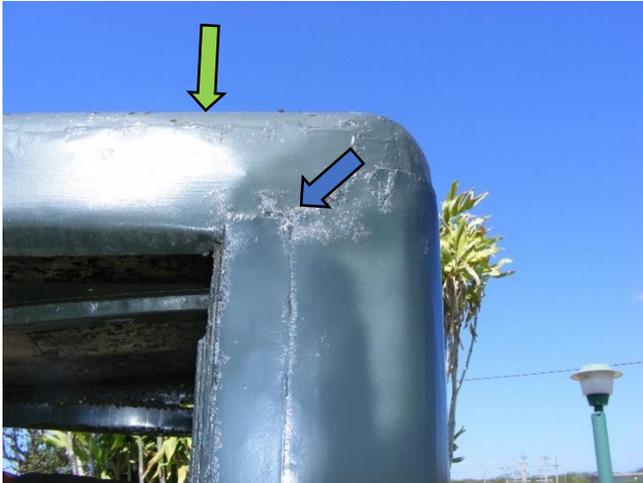


Fig. 4: Acumulación de depósitos y humedad (verde), soldadura irregular y discontinua (azul). Corrosión electroquímica localizada, atmosférica mojada, húmeda e intersticial.

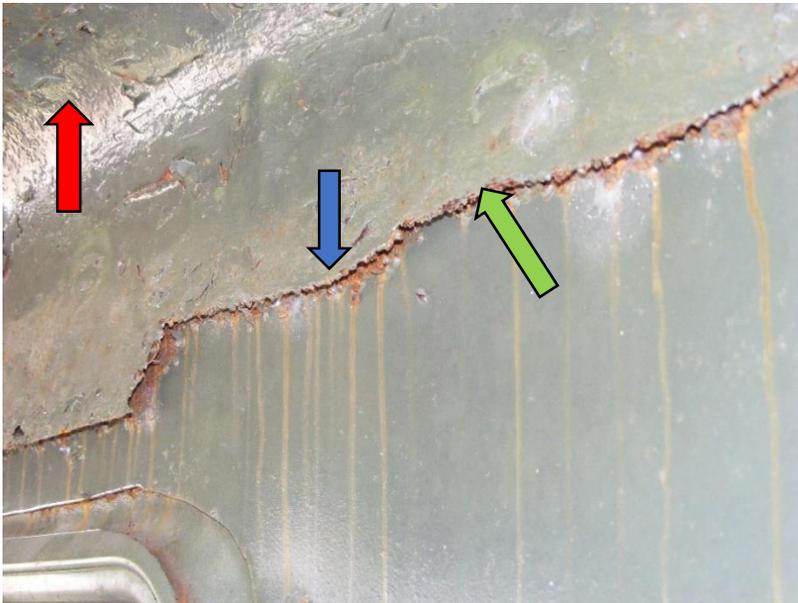


Fig. 5: Intersticios (verde), bordes (azul). Además hay mala preparación de la superficie (rojo). Corrosión electroquímica localizada, atmosférica húmeda, intersticial e interfacial.

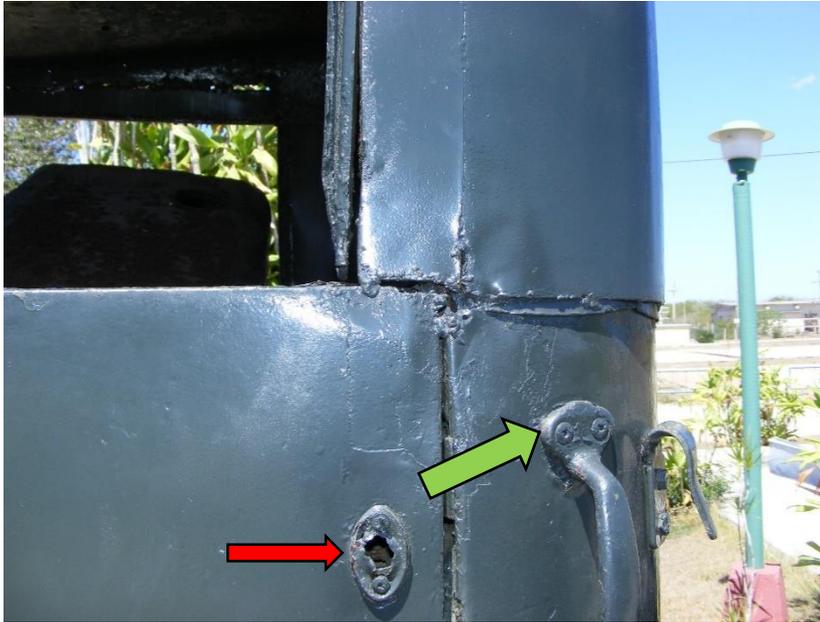


Fig. 6: Refuerzo (verde), orificio (rojo). Corrosión electroquímica localizada, atmosférica húmeda e intersticial.

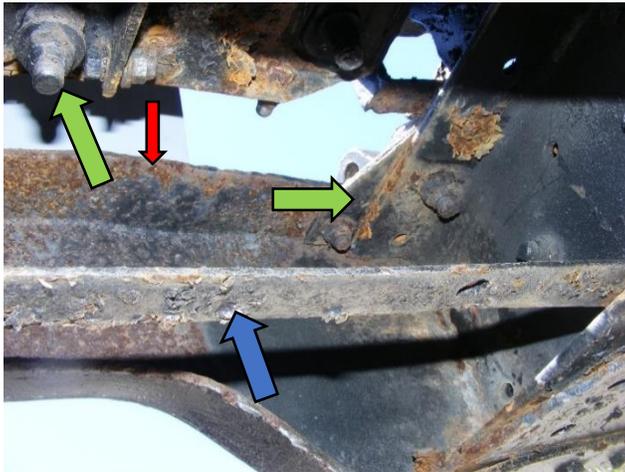


Fig. 7: Conexiones con pernos (verde), bordes (rojo), componente hueco (azul). Corrosión electroquímica localizada, atmosférica húmeda, intersticial, galvánica por par metálico y bajo tensión.

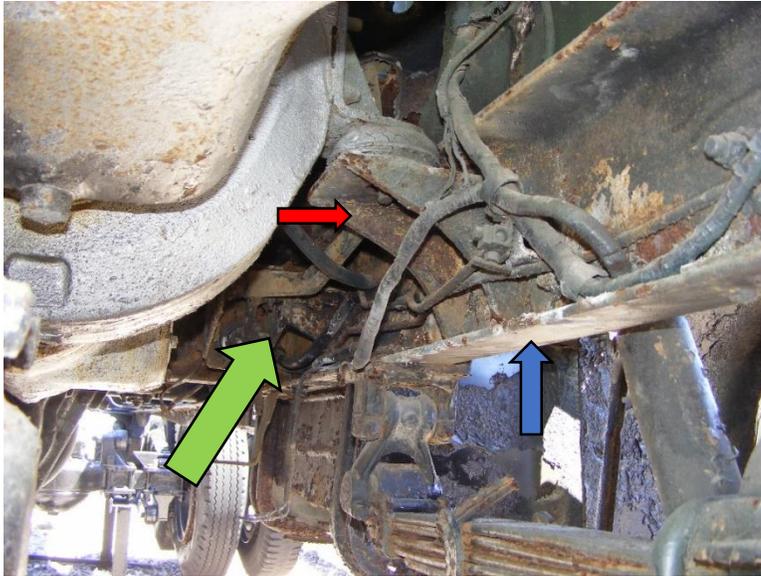


Fig. 8: Accesibilidad (verde), acumulación de depósitos y humedad (azul), bordes (rojo), mala preparación de la superficie. Corrosión electroquímica localizada, atmosférica húmeda y mojada, intersticial, por celdas de aireación diferencial.

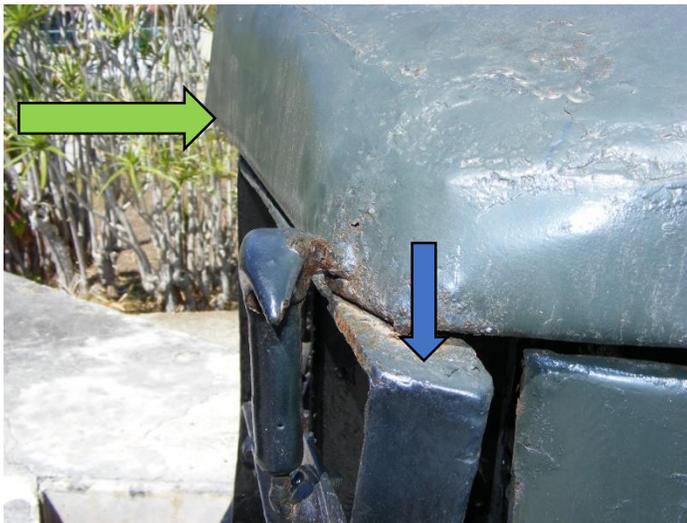


Fig. 9: Área cerrada (verde), acumulación de depósitos y humedad (azul), mala preparación de la superficie. Corrosión electroquímica localizada, atmosférica húmeda y mojada, corrosión interfacial.

ANEXO 2 Mapas



Fig. 10: Mapa de las características corrosivas de la atmósfera de Cuba



MAPA REGIONAL DE LA AGRESIVIDAD CORROSIVA DE LA ATMOSFERA 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 hum. rel.	CONTENIDO SO ₂ mg SO ₂ /m ³ .Año	CONTENIDO Cloruro mg Cl ⁻ /m ³ .Año
C1	≤10	≤10	≤3
C2	10-25	10-35	3-5
C3	250-2500	35-50	60-300
C4	2500-5500	80-200	300-2500
C5	>5500	>200	>1500

Fig. 11 Mapa Regional de la Agresividad de la Atmosfera en Cuba cobrn

ANEXO 3

FICHA PARA DETERMINAR EL PRECIO Y SU COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES.

EMPRESA: Universidad de Matanzas.	Código: DUCAR Camión Blindado	
Organismo: MES Plan de Produc: 60	Capac. Instalada: 2 vehículos	
Producto o Servicio: Servicio.	% utiliz.Capacidad: 50	
Código Servicio: Servicio DUCAR. UM: \$/vehículo.	Producc.Period. Anterior	
Concepto de gastos	Fila	Total Unitario
1	2	3
Materias Primas y Materiales	1	1076,8
Materia Prima y materiales fundamentales	1,1	1042,6
Combustible y Lubricantes	1,2	32,3
Energía Eléctrica	1,3	1,9
Agua	1,4	0,0
Sub total (Gastos de elaboración)	2	5357,7
Otros Gastos directos	3	493,9
Depreciación	3,1	12,0
Arrendamiento de equipos	3,2	0,0
Ropa y calzado (trabajadores directos)	3,3	481,9
Gastos de fuerza de trabajo	4	3891,7
Salarios	4,1	2654,8
Vacaciones	4,2	241,3
Impuesto utilización de la Fuerza de trabajo.	4,3	663,7
Contribución a la seguridad social.	4,4	331,9
Estimulación en pesos convertibles	4,5	0,0
Gastos indirectos de producción	5	29,3
Depreciación	5,1	0,0
Mantenimiento y Reparación	5,2	0,0
Gastos Generales y de Administración	6	254,4
Combustible y Lubricantes	6,1	254,4
Energía Eléctrica	6,2	0,0
Depreciación	6,3	0,0
Ropa y Calzado (trabaj. Indirectos)	6,4	0,0
Alimentos	6,5	0,0
Otros	6,6	0,0
Gastos de Distribución y Venta	7	562,1
Combustible y Lubricantes	7,1	537,2

Energía Eléctrica	7,2	0,0
Depreciación	7,3	0,0
Ropa y Calzado (trabaj. Indirectos)	7,4	0,0
Otros	7,5	25,0
Gastos Bancarios	8	126,2
Gastos Totales o Costo de producción	9	6434,5
Margen utilidad S/ base autorizada	10	643,5
Precio según lo establecido por el MFP	11	7078,0
Elaborado por: Harold García Betancourt	Firma:	Cargo:
Revisado por: Wendy de Armas Rodríguez	Firma:	Cargo:
Aprobado por: Leyda Finalé de la Cruz	Firma:	Cargo:

ANEXO 4

Fuerza de Trabajo

Trabajadores no directos			
Especialidad	Cantidad	Salario (\$/mes)	Salario (\$/día)
Director	1	1130	47,1
Subdirector		575	24,0
Esp. "C" en Gest Calidad	1	525	21,9
Esp. en Gest Económica	1	605	25,2
Técnico B en ensayo FQM	1	435	18,1
Técnico B en ensayo FQM	1	435	18,1
Técnico en Ciencias Informáticas	1	455	19,0
Técnico en Gestión Comercial	1	395	16,5
Investigador Asistente	1	765	31,9
Investigador Asistente	1	855	35,6
Investigador Asistente	1	855	35,6
Total	12	7030	292,9
Indice BC			29,29

BC (Autos):	2
Base de Cálculo: 2 autos diarios	

ANEXO 5

Valor total de salario por tipo de automóvil		
Personal encargado	Tipo de automóvil	Valor en MN
Jefe de brigada	Auto Fargo	535,9375
Técnico Ppal	Auto Fargo	#¡REF!
Técnico	Auto Fargo	#¡REF!
Obrero	Auto Fargo	#¡REF!
Total en MN	Auto Fargo	#¡REF!
Personal encargado	Tipo de automóvil	Valor en MN
Jefe de brigada	Auto mediano	535,9375
Técnico Ppal	Auto mediano	520,61
Técnico	Auto mediano	#¡REF!
Obrero	Auto mediano	#¡REF!
Total en MN	Auto mediano	#¡REF!
Personal encargado	Tipo de automóvil	Valor en MN
Jefe de brigada	Camión Blindado	535,9375
Técnico ppal	Camión Blindado	520,61
Técnico	Camión Blindado	731,75
Obrero	Camión Blindado	1402,49
Total en MN	Camión Blindado	2654,84

ANEXO 6

FICHA TECNICA

Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida DISTIN 603 L

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 causantes 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 recubrimientos 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** : Podría 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 m²/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.

:: Aclaración al usuario ::

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 261013 Ext. 326. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cu

ANEXO 7

FICHA TECNICA

Disolución de Fosfatado Decapante Acción Rápida DISTIN 504

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 m² /l en la preparación de superficies por frotado con más de una aplicación. En baños donde se introducen las piezas, permite tratar hasta 50 m²/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 mas, 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.

Comuníquese: Teléfono: 261013 Ext. 326. Fax: 253101 E.Mail: merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu.

ANEXO 8

FICHA TECNICA

Mástique Asfáltico Líquido DISTIN 404 L

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 antigavilla 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 m²/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.

Comuníquese: Teléfono: 261013 Ext. 326. Fax: 253101 E.Mail: merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu Se agradece nos solicite cualquier información adicional.

ANEXO 9

FICHA TECNICA

Mástique Asfáltico Semisólido con goma DISTIN 404.

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:** Pudiera 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.

Comuníquese: Teléfono: 261013 Ext. 326. Fax: 253101 E.Mail: merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu Se agradece nos solicite cualquier información adicional.

ANEXO 10

FICHA TECNICA

Grasa Liquida Tipo Solvente DISTIN 314 L

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 m²/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.

Aclaración al cliente:

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para estas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 261013 Ext. 326. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cu

ANEXO 11

FICHA TECNICA

Grasa Semisólida Conservante y Lubricante DISTIN 314.

Es una grasa especialmente preparada para la protección y lubricación de cables, bornes y válvulas. Proporciona una gran 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. 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.

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.

Método de Aplicación:

- >> **Proyección:** Pudiera aplicarse de prepararse líquida, se oferta una grasa líquida con estas características.
- >> **Inmersión:** Se introducen las piezas que se quieren proteger en la grasa fundida que posee una alta estabilidad coloidal, lo que permite fundirla en repetidas ocasiones, sin separar el aceite.
- >> **Brocha o frotado:** Se emplea este método principalmente para la protección y lubricación de cables de acero, aunque puede ser aplicada a otros componentes o piezas que lo requieran.
- >> **Rendimiento:** Para la aplicación de la grasa en forma líquida cuando está fundida, el rendimiento es de 8 a 10 m² /Kg a unos 100 ° C. En la preparación de superficies por frotado o brocha depende del espesor.

Protección Anticorrosiva:

Garantiza la 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 las aguas por este efecto.

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.
- >> **Bajo techo:** Garantiza la protección temporal por más de 5 años y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.
- >> **Almacén cerrado:** Garantiza de 5 a 10 años con las mismas características antes apuntadas.

Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

Al ser aplicada penetra a fondo formando una capa protectora, lubricante y estable que no se endurece y proporciona una alta impermeabilidad al agua. Está especialmente formulada para la protección y lubricación de cables, vástagos de válvulas, etc., aunque puede ser utilizada además en la conservación de equipos, partes y piezas, con superficies oxidadas, ya que penetra el óxido y protege, no afectando además a las pinturas.

Transportación y almacenamiento:

El producto puede ser suministrado en tanques de 220 litros o cubetas plásticas de 17 Kg y otras capacidades. En estas condiciones se garantiza varios años sin afectación del producto.

Aclaración al Cliente:

Se agradece nos solicite cualquier información adicional para éstas u otras aplicaciones.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 261013 Ext. 326. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cuanexo

ANEXO 12

Ficha Técnica HEMPADUR AvantGuard 750



1736G

HEMPADUR AvantGuard 750: BASE 1736U: CURING AGENT 97043

Descripción	HEMPADUR AvantGuard 750 es una imprimación de tipo epoxi de dos componentes con alto contenido en cinc activado, que cumple con los requerimientos de la norma ISO 12944 parte 5, 2007, y con un nivel 2, tipo II de la norma SSPC Paint 20, 2002. Puede formularse con polvo de cinc tipo II según la norma ASTM D520.
Uso recomendado:	Como imprimación versátil para la protección del acero a largo plazo en ambientes altamente corrosivos.
Características	<ul style="list-style-type: none">• Reduce los efectos de la corrosión y ofrece una protección excelente• Buena resistencia mecánica, incluso en temperaturas cíclicas, con una mejor resistencia al agrietamiento debido a su gran flexibilidad y a sus cualidades auto reparadoras de micro fisuras• Gran tolerancia a distintas condiciones climáticas (altas temperaturas y alta humedad) durante la aplicación, así como a espesores altos de película seca• Cumple con la norma UNE 48277:2005
Temperatura de servicio:	Máximo, exposición en seco: 160°C.
Certificados:	Cumple con la norma UNE 48277:2005 Cumple con la European Fire Standard EN 13501-1; classification B-s1, d0. Cumple con la Directiva EU 2004/42/EC subcategoría j.
Disponibilidad	Parte del Surtido del Grupo. Disponibilidad local sujeta a confirmación

DATOS TÉCNICOS:

Colores	19840 / Gris oscuro
Acabado	Mate
Volumen de sólidos, %:	65 ± 1
Rendimiento teórico:	10.8 m ² /l [433.1 sq.ft./US gallon] - 60 micras.
Punto de inflamación	25 °C [77 °F]
Peso específico	2.3 kg/ltr [19.5 lb/gal EE. UU.]
Secado superficial	10 minuto(s) 20°C
Seco en profundidad:	1.5 hora(s) 20°C
Curado completo	7 día(s) 20°C
Contenido en COV:	315 g/l [2.6 lb/gal EE. UU.]
Estabilidad de almacenaje:	1 año para la BASE y 3 años (25°C) para el CURING AGENT desde la fecha de fabricación.

Los valores de las constantes físicas aquí expresados son valores nominales de acuerdo con las fórmulas del grupo Hempel.

DETALLES DE APLICACIÓN:

Versión, producto mezclado:	HEMPADUR AvantGuard 750
Proporción de mezcla:	BASE 1736U: CURING AGENT 97043 8.5 : 1.5 en volumen
Método de aplicación:	Pistola airless / Pistola de aire / Brocha / Rodillo (Ver OBSERVACIONES al dorso.)
Diluyente (vol. máx.):	08450 (5%) / 08450 (10%) / 08450 (5%)
Vida de la mezcla:	4 hora(s) 20°C
Boquilla:	0.017 - 0.021 "
Presión:	220 bar [3190 psi] (Los datos de pistola airless son indicativos y sujetos a ajustes) Usar un filtro con un tamaño de malla mínimo de 250 micras.
Limpieza de utensilios:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
Espesor recomendado, seco:	60 micras [2.4 mils] Ver OBSERVACIONES al dorso.
Espesor recomendado, húmedo:	100 micras [4 mils]
Intervalo de repintado, min	Ver OBSERVACIONES al dorso.
Intervalo de repintado, max.	Ver OBSERVACIONES al dorso.

Seguridad:	Manipular con cuidado. Observar las etiquetas de seguridad en los envases antes y durante el uso. Consultar las Fichas de Datos de Seguridad HEMPEL y seguir las regulaciones locales o nacionales.
-------------------	---

NOTA DE REPINTADO:

De acuerdo con la especificación.

***Dependiendo de las condiciones locales, el intervalo máximo de repintado podría variar. Póngase en contacto con HEMPEL si necesita más información.**

Es esencial que la superficie este completamente limpia para asegurar adhesión entre capas, especialmente para largos intervalos de repintado. Trazas de suciedad, aceite, grasa, y otras materias extrañas deben eliminarse con un detergente apropiado seguido de un lavado a alta presión.

Adicionalmente, puede ser necesario frotar con un cepillo para eliminar los productos de la corrosión del zinc (óxido blanco). Si se sobrepasa el intervalo máximo de repintado, conferir rugosidad a la superficie para asegurar la adherencia entre capas.

Nota:

HEMPADUR AvantGuard 750

1736G es únicamente para uso profesional.

EDITADA POR:

HEMPEL A/S

1736G19840

Esta Ficha Técnica sustituye a las editadas con anterioridad. Para la correcta interpretación de esta hoja, ver la "Guía para las Hojas de Características Técnicas". Los datos, recomendaciones e instrucciones que se dan en esta hoja de características corresponden a los resultados obtenidos en ensayos de Laboratorio y en la utilización práctica del producto en circunstancias controladas o específicamente definidas. No se garantiza la completa reproducibilidad de los mismos en cada utilización concreta. El suministro de nuestros productos y la prestación de asistencia técnica quedan sujetos a nuestras CONDICIONES GENERALES DE VENTA, ENTREGA Y SERVICIO y, a menos que se hayan tomado otros acuerdos específicos por escrito, el fabricante y el vendedor no asumen otras responsabilidades que las allí señaladas por los resultados obtenidos, perjuicios, daños directos o indirectos, producidos por el uso de los productos de acuerdo con nuestras recomendaciones. Las hojas de características pueden ser modificadas sin previo aviso y caducan a los cinco años. *Marca registrada por HEMPEL.

Agitación:

Agitar debidamente la base antes de añadir el agente de curado para redispersar cualquier posible sedimento después del almacenamiento. Es igualmente importante, después de mezclar, mantener la agitación para conservar la pintura como una mezcla homogénea. Esto es específicamente importante en el caso de una dilución alta o si se hacen paradas largas durante la aplicación, donde se corre el riesgo de sedimentación del zinc por ser más pesado.

APLICACIÓN(ES):

Additional coats may be required to reach specified film build during brush/roller application and the overcoating times may be extended.

ESPESOR DE PELÍCULA/

DILUCIÓN:

Puede especificarse a otro espesor de película del especificado dependiendo del propósito y área de uso. Esto alterará el rendimiento y puede influenciar al tiempo de secado y al intervalo de repintado. El rango de espesor seco es: 50 - 100 micras / 2 - 4 mils.

Repintado

Intervalos de repintado según las condiciones de exposición: Si se sobrepasa el intervalo máximo de repintado, conferir rugosidad a la superficie para asegurar la adherencia entre capas.

Si la superficie ha estado expuesta a ambientes contaminados, se debe limpiar adecuadamente con agua dulce a alta presión y dejar secar antes de repintar.

Una especificación anula y sustituye a las indicaciones de repintado en la tabla.

Medio ambiente	Atmosférica, media.					
	0°C (32°F)		20°C (68°F)		30°C (86°F)	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
HEMPADUR	2 h	Ext.*	1 h	Ext.*	45 m	Ext.*

NR = No Recomendado, Ext. = Extendido, m = minuto(s), h = hora(s), d = día(s)

Anexo 13

Ficha Técnica HEMPADUR MASTIC 45880



45880: BASE 45889: CURING AGENT 95880

Descripción	HEMPADUR MASTIC 45880 es un recubrimiento epoxi de capa gruesa de dos componentes con aducto de poliamida y de elevado contenido en sólidos. Forma una película dura y tenaz con excelentes propiedades de humectación. Cura a bajas temperaturas.
Uso recomendado:	<ul style="list-style-type: none">- Como autoimpresión, sobre superficies no preparadas óptimamente o como capa intermedia o de acabado cuando se requiere un sistema de elevadas prestaciones con un bajo contenido en COV y un elevado grosor de capa.- Recubrimiento muy versátil para especificaciones de mantenimiento incluyendo tanques de lastre y acero nuevo donde no se precise un producto más específico.- Puede especificarse cuando se requieren unos intervalos amplios de repintado para acabados con poliuretano. Puede utilizarse directamente sobre silicato de zinc (GALVOSIL) o superficies metalizadas para minimizar la aparición de burbujas.- Como acabado cuando el factor estético no es relevante.
Temperatura de servicio:	Máximo, exposición en seco: 120°C.
Certificados:	Según especificación Aramco APCS1, APCS12, APCS26 y 26T Cumple la sección 175.300 del Code of Federal Regulations Title 21 - Alimentos secos Para detalles consultar a Hempel. Cumple con la UNE 48278. Cumple con la European Fire Standard EN 13501-1; classification B-s1, d0. Comprobado como no contaminante de cargas de grano por el Newcastle Occupational Health, Gran Bretaña. Aprobado como retardante del fuego cuando se usa como parte de un sistema previamente definido. Consulte "Declaration of Conformity" en www.Hempel.com para más detalles. Cumple con la Directiva EU 2004/42/EC subcategoría j.
Disponibilidad	Parte del Surtido del Grupo. Disponibilidad local sujeta a confirmación

CONDICIONES DE APLICACIÓN: Aplíquelo únicamente sobre una superficie limpia y seca con una temperatura superior al punto de rocío para evitar condensación. Usar solo donde aplicación y curado puedan tener lugar a temperaturas por encima de: - 5°, preferiblemente superior a 0°C. La temperatura de la pintura debe ser de 15 °C o superior. En espacios confinados, proporcionar una ventilación adecuada durante la aplicación y el secado.

CAPA PRECEDENTE: Ninguna, o según especificación.

CAPA SUBSIGUIENTE: Ninguna, o según especificación.

OBSERVACIONES:

VOC - Directiva EU 2004/42/EC:

Producto	Suministrado	5 vol. % thinning	Fase límite II, 2010
4588012170	216 g/l	248 g/l	500 g/l

Para el COV de otros colores, consultar la Ficha de Seguridad.

Temperaturas de servicio: La tendencia natural de revestimientos epoxi en el exterior como el caleo y a volverse más sensibles a daños mecánicos y a la exposición química a elevadas temperaturas está también presente en este producto.

APLICACIÓN(ES): Aplicación sobre silicato de zinc o superficies metalizadas (dilución): Se recomienda aplicar la pintura utilizando el procedimiento "mist coat" si la temperatura de la pintura es aproximadamente superior a: 20°C. Aplicar una capa fina sin diluir (mist coat) y después de unos minutos aplicar una segunda capa hasta obtener el espesor final especificado Si la temperatura de la pintura es inferior a: 20°C, puede requerir dilución (máx. 15%).

**ESPESOR DE PELÍCULA/
DILUCIÓN:** Puede especificarse a otro espesor de película del especificado dependiendo del propósito y área de uso. Esto alterará el rendimiento y puede influenciar al tiempo de secado y al intervalo de repintado. El rango de espesor seco es: 100-200 micras/4-8 mils. Puede especificarse a un espesor de película inferior lo que significa que se requiere dilución adicional. Ver INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN adjuntas. **Evitar la aplicación de espesores de película excesivos.**

Tonalidades El producto está también disponible en Óxido de Hierro Micáceo (MIO) tonalidad pigmentada (color gris rojizo 12430).

Este producto está disponible en diversos tonos de pigmentos de aluminio con diferente volumen de sólidos.

Repintado Intervalos de repintado según las condiciones de exposición: Si se sobrepasa el intervalo máximo de repintado, conferir rugosidad a la superficie para asegurar la adherencia entre capas.

Si la superficie ha estado expuesta a ambientes contaminados, se debe limpiar adecuadamente con agua dulce a alta presión y dejar secar antes de repintar.

Una especificación anula y sustituye a las indicaciones de repintado en la tabla.

ANEXO 14

Ficha Técnica HEMPATHANE 55930



55930: BASE 55939: CURING AGENT 98930

Descripción	HEMPATHANE 55930 es un esmalte de poliuretano brillante de dos componentes a base de isocianato alifático.
Uso recomendado:	Como capa de acabado de un esquema de pintura de elevada calidad. Aplicable sobre una gran variedad de sustratos como acero, aluminio, poliéster reforzado con fibra de vidrio, etc., cuando se desean óptimas prestaciones técnicas y estéticas.
Características	Excelente brillo y retención de color. Resistente a la intemperie, impacto, abrasión y a ambientes marinos e industriales. . Secado rápido . Excelente cubrición.
Temperatura de servicio:	Máximo, exposición en seco: 120°C Ver OBSERVACIONES al dorso.
Certificados:	Cumple con la Directiva EU 2004/42/EC subcategoría j.
Disponibilidad	Disponibilidad sujeta a acuerdo especial.

DATOS TÉCNICOS:

Colores	17980*/ Gris. (Ver OBSERVACIONES al dorso.) RAL 9018
Acabado	alto brillo
Volumen de sólidos, %:	58 ± 1
Rendimiento teórico:	11.6 m ² /l [465.2 sq.ft./US gallon] - 50 micras.
Punto de inflamación	30 °C [86 °F]
Peso específico	1.2 kg/ltr [10.4 lb/gal EE. UU.]
Secado al tacto	4 hora(s) aprox. 20°C
Curado completo	7 día(s) , 20°C
Contenido en COV:	400 g/l [3.3 lb/gal EE. UU.]
Estabilidad de almacenaje:	3 años para la BASE y 1 año (25°C) para el CURING AGENT desde la fecha de fabricación. * Extensa gama de colores disponible mediante HEMPEL MULTI-TINT <i>Los valores de las constantes físicas aquí expresados son valores nominales de acuerdo con las fórmulas del grupo Hempel.</i>

DETALLES DE APLICACIÓN:

Versión, producto mezclado:	55930
Proporción de mezcla:	BASE 55939: CURING AGENT 98930 4:1 en volumen
Método de aplicación:	Pistola airless / Pistola de aire / Brocha
Diluyente (vol. máx.):	08710 (15%) / 08710 (20%) / 08710 (5%)
Vida de la mezcla:	2 hora(s) aprox. 20°C
Boquilla:	0.013 - 0.015 "
Presión:	150 bar [2175 psi] (Los datos de pistola airless son indicativos y sujetos a ajustes)
Limpieza de utensilios:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
Espesor recomendado, seco:	50 micras [2 mils] Ver OBSERVACIONES al dorso.
Espesor recomendado, húmedo:	100 micras [4 mils]
Intervalo de repintado, min	De acuerdo con la especificación.
Intervalo de repintado, max.	De acuerdo con la especificación.

Seguridad:	Manipular con cuidado. Observar las etiquetas de seguridad en los envases antes y durante el uso. Consultar las Fichas de Datos de Seguridad HEMPEL y seguir las regulaciones locales o nacionales.
-------------------	---

Colores/color estabilidad:	La estabilidad de color en algunos tonos puede verse afectada por la exposición a atmósferas químicas severas. Esto no afecta al comportamiento de la pintura. Para algunos colores (amarillo, rojo, naranja, verde, etc.), puede ser necesario la aplicación de capas extras para obtener una cubrición completa. Para colores pigmentados en aluminio, los arañazos o la alta humedad/presencia de agua, podría ocasionar decoloración/variaciones en la superficie. Esto no tiene influencia sobre el rendimiento. Este fenómeno puede evitarse aplicando una capa de barniz transparente.
Temperaturas de servicio:	A temperaturas de servicio superiores a: 100°C, El producto se puede reblandecer. La temperatura elevada puede causar decoloración y pérdida de brillo.
ESPESOR DE PELÍCULA/ DILUCIÓN:	Puede especificarse a otro espesor de película del especificado dependiendo del propósito y área de uso. Esto alterará el rendimiento y puede influenciar al tiempo de secado y al intervalo de repintado. El rango de espesor seco es: 30-60 micras. El tipo y la cantidad de disolvente dependen de las condiciones de aplicación, método de aplicación, temperatura, ventilación y sustrato.
CONDICIONES DE ALMACENAJE:	Almacenar en lugar seco y mantener los envases convenientemente cerrados hasta su uso.
Agente de curado:	CURING AGENT 98930 es sensible a la humedad. Almacenar en lugar seco y mantener los envases convenientemente cerrados hasta su uso. Abrir los envases de agente de curado con precaución ya que puede existir sobrepresión. Pequeñas trazas de agua en la mezcla de pintura reducirán la vida de la mezcla y producirán defectos de pintura.
NOTA DE REPINTADO:	Una superficie completamente limpia es indispensable para garantizar la adhesión de las capas, especialmente a intervalos de repintado largos. Cualquier acumulación de suciedad, aceite, grasa o cualquier otro material se debe eliminar con el detergente seguido de agua dulce a alta presión. Las sales deben eliminarse mediante lavado con agua dulce. Para comprobar si la calidad de la limpieza de la superficie es la adecuada, un parche de prueba puede ser de gran utilidad.
Nota:	HEMPATHANE 55930 es únicamente para uso profesional.
EDITADA POR:	HEMPEL A/S 5593017980

Esta Ficha Técnica sustituye a las editadas con anterioridad. Para la correcta interpretación de esta hoja, ver la "Guía para las Hojas de Características Técnicas". Los datos, recomendaciones e instrucciones que se dan en esta hoja de características corresponden a los resultados obtenidos en ensayos de Laboratorio y en la utilización práctica del producto en circunstancias controladas o específicamente definidas. No se garantiza la completa reproducibilidad de los mismos en cada utilización concreta. El suministro de nuestros productos y la prestación de asistencia técnica quedan sujetos a nuestras CONDICIONES GENERALES DE VENTA, ENTREGA Y SERVICIO y, a menos que se hayan tomado otros acuerdos específicos por escrito, el fabricante y el vendedor no asumen otras responsabilidades que las allí señaladas por los resultados obtenidos, perjuicios, daños directos o indirectos, producidos por el uso de los productos de acuerdo con nuestras recomendaciones. Las hojas de características pueden ser modificadas sin previo aviso y caducan a los