

Universidad de Matanzas
Sede "Camilo Cienfuegos"
Facultad de Ciencias Técnicas
Departamento de Química e Ingeniería Química



TRABAJO DE DIPLOMA

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico.

*Título: Propuesta de Tecnologías de Protección Anticorrosiva del Depósito
No. 37 perteneciente a la Comercializadora de Combustibles Matanzas.*

Autor: Luis Miguel Expósito Castañeira

Tutor: Dr.C. Ornan Méndez González

Matanzas, 2019.

Pensamiento

Hay que trabajar para enriquecer los conocimientos adquiridos durante los estudios, para saberlos aplicar en la práctica de manera creadora y recordar que la realidad es siempre mucho más rica que la teoría, pero que la teoría es imprescindible para desarrollar el trabajo profesional de un modo científico.”

FIDEL CASTRO RUZ



DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo, Luis Miguel Expósito Castañeira declaro que soy el único autor de este Trabajo de Diploma y lo pongo a disposición de la Unión CUBAPETROLEO(CUPET) y de la Universidad de Matanzas para hacer uso del mismo con el objetivo y finalidad que estimen conveniente. Quedando prohibida la reproducción parcial o total de este documento, sin la autoridad del autor y el tutor.

NOTA DE ACEPTACION

Presidente del Tribunal

Tribunal

Tribunal

Tribunal

Tribunal

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a:

- A mi abuela por su guía en mi formación y constante preocupación.
- A mis padres que siempre estuvieron presentes y preocupados que yo fuera un hombre de bien.
- A la Revolución Cubana, sin la cual no hubiese podido estudiar esta carrera.

AGRADECIMIENTOS

- A mis profesores de la Universidad de Matanzas sede “Camilo Cienfuegos” eternamente agradecido por toda la formación que me han brindado.
- A mi tutor por su gran apoyo en la elaboración del trabajo de diploma.
- Todo el colectivo de la Planta Piloto por su atención y dedicación durante el desarrollo de este Trabajo de Diploma.
- A todos mis amigos que se preocuparon por la realización de este trabajo de diploma.
- A la profesora Ailyn que me apoyo incondicionalmente para lograr un resultado adecuado.

RESUMEN

En el presente trabajo se identifican las principales afectaciones por corrosión y las causas que lo provocan que se presentan en el Depósito de combustibles de la UNION CUBAPETROLEO (CUPET) en la zona Industrial de Matanzas, donde se destacan los problemas de diseño anticorrosivo de las instalaciones y equipos, agravados por la agresividad de la atmósfera y deficientes métodos de protección anticorrosiva, conservación y falta de preparación del personal para enfrentar esta problemática, trayendo consigo la disminución del tiempo de vida útil de los equipos y el incremento de los gastos a la economía. En el presente trabajo se propone una tecnología de Protección Anticorrosiva y Conservación del depósito de fuel oil, con productos nacionales que han sido certificados en laboratorios acreditados, aceptado para su generalización en todo el país.

ABSTRACT

In this work, the main affectations because of the corrosion are identified, as well as the causes that spark them off. These affectations are presented at the fuel deposit of the CUBAPETROLEO (CUPET), located at the industrial area of Matanzas, place where the anticorrosive design problems of the installation are remarkable. They are aggravated due to the atmosphere aggression and deficient methods of anticorrosive protection, conservation and lack of the staff preparation in order to face these problems. All this has serious consequences, such as the time decrease of the equipment's useful life and the expenditure increase to the economy. This work proposes an Anticorrosive Protection Technology and a Conservation of the fuel oil, with national products that have been certified in accredited laboratories, accepted for its generalization in the whole country.

Índice

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.....	2
1.1 Corrosión Atmosférica.....	2
1.1.1 Factores que influyen en la corrosión atmosférica.....	3
1.1.2 Mecanismos Básicos del Proceso de Corrosión Atmosférica	3
1.1.3 Influencia de los vientos en la corrosión atmosférica.....	5
1.1.4 Impacto del aerosol marino en la corrosión.....	5
1.1.5 El ion cloruro y la corrosión atmosférica.....	6
1.1.6 El ion sulfato y la corrosión atmosférica.....	7
1.2 Corrosión en exterior de tanques.....	7
1.3 Corrosión por influencia del suelo.....	8
1.3.1 Causas que contribuyen al deterioro de los fondos por corrosión.....	8
1.4 Incidencia económica de la corrosión.....	9
1.5 Diseño anticorrosivo.....	10
1.6 Tipos y preparación de superficies.....	10
1.7 Mecanismo de acción de las pinturas anticorrosivas.....	11
1.8 Sistemas de pinturas protectoras.....	12
1.9 Protección anticorrosiva y conservación adicional.....	13
1.9.1 Materiales compuestos de matriz asfáltica.....	13
1.9.2. Grasas de conservación.....	14
1.9.3 Ceras impermeabilizantes.....	15
1.9.4 Disolución de Fosfatado.....	15
Conclusiones parciales del capítulo I.....	15
Capítulo II MATERIALES Y METODOS.....	15
2.1 Diagnostico de los Problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección.....	15
2.1.1 Problemas de diseño anticorrosivo.....	15
2.1.2 Problemas de Corrosión.....	20
2.2 Envoltente de los tanques.....	23
2.3 Fondo de los tanques.....	24
Conclusiones parciales del capítulo II.....	24
Capítulo III. Análisis de los Resultados.....	25
3.1 Propuesta de Sistemas de Protección Anticorrosiva.....	25
3.1.1 Diseño Anticorrosivo.....	26

3.1.2 Preparación superficial.....	27
3.1.3 Condiciones Meteorológicas.....	27
3.1.4 Pintura exterior.....	27
3.1.4.1 Método de aplicación.....	29
3.1.5 Protección del fondo del tanque.....	29
3.2 Algunos resultados económicos esperados.....	30
3.2.1 Aplicación de los Productos DISTIN.....	30
Conclusiones parciales del capítulo III.....	34
CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
RECOMENDACIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	42

INTRODUCCIÓN

En Cuba, tanto por su clima tropical húmedo como por su configuración geográfica larga y estrecha, se propicia que en gran parte de su territorio prevalezca una atmósfera con altos niveles de salinidad, sobre todo en áreas cercanas a la costa norte, donde los vientos predominantes son del noreste. La destrucción de materiales y equipos debido a la interacción de estos con el medio ambiente en que se encuentran es causada por la corrosión.

La Comercializadora de la zona industrial de Matanzas, perteneciente a Cuba-petróleo (CUPET) del Ministerio de Energía y minas, situada en el puerto de Matanzas, tiene como misión la recepción, tratamiento y comercialización del crudo que se extrae en la zona. La agresividad corrosiva en esta instalación, se clasifica de muy alta y los problemas de diseños anticorrosivos, entre otros factores, provocan el deterioro prematuro por corrosión de los materiales y sus sistemas de protección.

El incumplimiento de las normas establecidas, por falta de exigencia y control de la calidad de los procesos de diseño, construcción, preparación superficial, aplicación de recubrimientos y protección adicional, tributan a que los resultados en cuanto a protección de las acciones realizadas no sean los esperados, evidenciándose la necesidad de aplicar diferentes productos y técnicas del sistema de protección anticorrosiva y conservación, conjuntamente con los métodos de protección anticorrosivos aplicados en estos equipos para contrarrestar estos daños ya que no pueden ser erradicados en su totalidad. Teniendo en cuenta que estos tanques se encuentran a determinada altura frente a la Bahía de Matanzas, las influencias de la corrosión en las partes metálicas del mismo pueden llegar a la categoría alta o extrema. Considerando todo lo anterior, se plantea lo siguiente:

Problema Científico: ¿Cómo disminuir el deterioro por corrosión en el exterior del depósito de almacenamiento de crudo No37?

Hipótesis: Si se conocen las características de los tanques de almacenamiento de crudo y los factores que influyen en su deterioro, se puede proponer un sistema de protección anticorrosivo efectivo.

Objetivo General Proponer un sistema de protección anticorrosiva para disminuir o eliminar los problemas de corrosión en el depósito No.37.

Objetivos específicos:

- 1- Realizar el diagnóstico y caracterización del depósito de almacenamiento de crudo, según las normas internacionales.
- 2- Detectar los principales problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión que afectan el depósito de crudo por observación in situ de las estructuras afectadas.
- 3- Proponer un sistema de protección anticorrosiva adecuado a las estructuras existentes.

Capítulo I. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO.

1.1 Corrosión Atmosférica.

La atmósfera, plantean (Tomashov, 1979; Domínguez J.1987) es uno de los medios corrosivos naturales más ampliamente difundidos 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. Se considera que alrededor de un 80 % (y tal vez más) 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.

La lucha contra la corrosión o degradación atmosférica reclama la mayor atención, debido a la variedad de materiales y estructuras metálicas utilizadas en las construcciones, que, expuestas a la atmósfera, experimentan a través del tiempo serias afectaciones (González, J.A 1989).

(Echeverría, C. 1985), coincidiendo con (Tomashov, N.D 1979) plantea que el conocimiento más exacto posible, acerca de los factores que influyen en la agresividad corrosiva de la atmósfera en los diferentes ambientes, ayudaría a la planificación de las medidas anticorrosivas para la protección de metales y por ende a la disminución de las pérdidas o costos por corrosión.

Las preocupaciones que causa este tema, han llevado a científicos e investigadores a realizar numerosos trabajos y estudios que, no obstante, aún son insuficientes para aclarar numerosas cuestiones sobre los mecanismos, las variables y la cinética de la corrosión atmosférica. Esto se debe, en gran medida a que el fenómeno no es fácilmente tratable con las técnicas de la ciencia de los materiales y de la electroquímica. Uno de los mayores problemas a que se enfrentan los investigadores es la simulación precisa de las condiciones meteorológicas y atmosféricas que se dan en la práctica.

Tomando en consideración el grado de contaminación y la naturaleza de los contaminantes, (Feliú, M.S. 1971), y (Tomashov, N.D. 1979) clasifican las atmósferas en: industriales, marinas, urbanas, rurales, urbanas-marinas, industriales-marinas, urbanas industriales, rurales interiores y otras combinaciones.

Estas clasificaciones no necesariamente son una descripción acertada como reflejo de la agresividad de la atmósfera desde el punto de vista de la corrosión y expone que la agresividad de un lugar determinado está dada en primer lugar por las condiciones netamente climatológicas y en segundo lugar, por determinadas condiciones de contaminación aeroquímica específica, lo que hace que los datos de corrosión varíen dentro de un determinado rango, denominando a esto agresividad básica, a la que pueden adicionarse de modo esporádico o periódico, acciones suplementarias, por lo general de tipo aeroquímico (Echeverría, C.A. et al. 2002).

(Tomashov, N.D.1979) clasifica las atmósferas coincidiendo con (Domínguez, J.1987) según el grado de contaminación y la naturaleza de los contaminantes, planteando que la más corrosiva es la industrial altamente

contaminada, por la cantidad de impurezas sólidas y gases corrosivos que presentan, y la menos corrosiva la atmósfera rural pura, ya que no contienen contaminantes químicos fuertes.

En la zona (Matanzas, Varadero, y Cárdenas) se realizaron ensayos mensuales, trimestrales, semestrales y anuales para el caso del acero con el fin de determinar la cinética de corrosión. Se conoce por estudios ambientales, que en esta zona industrial existe una alta concentración de sulfuro de hidrógeno (H₂S), lo que incrementa considerablemente los procesos de corrosión. Los resultados obtenidos en los ensayos realizados demuestran que la mayor agresividad de las zonas estudiadas en el depósito de almacenamiento de 5000000 lt de full oil.

1.1.1 Factores que influyen en la corrosión atmosférica.

De acuerdo con (Morcillo, M. et. al. 1998), los principales factores que operan en la corrosión atmosférica se clasifican como:

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

Factores internos: • Como naturaleza y propiedades electroquímicas del metal, así como características de los productos de corrosión.

Entre los factores externos que determinan primariamente la intensidad del fenómeno están: la vida de la película de electrolito sobre la superficie del metal, la composición química de la atmósfera (contaminación del aire con gases, vapores ácidos y aerosoles de agua de mar) y la temperatura ambiente. La participación de gran número de otros factores es generalmente secundaria.

Estos factores mencionados anteriormente juegan un rol en la aparición y aceleración de la velocidad de corrosión. Pero el efecto combinado de varios de ellos, es lo que causa las mayores pérdidas.

1.1.2 Mecanismos Básicos del Proceso de Corrosión Atmosférica

Es conocido que todos los materiales se degradan por la influencia de las condiciones atmosféricas, principalmente por la presencia del oxígeno, la humedad y otros contaminantes atmosféricos (SO₂, NaCl, NO_x, H₂S, etc.). Otra fuente importante de degradación es la radiación proveniente del sol. Todas estas influencias constituyen lo que se denomina "Macroclima" de una zona determinada.

"Microclima", en cambio, es el clima específico que se forma alrededor del objeto de importancia fundamental a la hora de entender los mecanismos de degradación.

Entre los parámetros que definen el microclima podemos considerar: la formación de rocío, o en general, el tiempo de humectación de la superficie, el calentamiento de los objetos por la radiación global, especialmente la radiación infrarroja y la acumulación de iones de naturaleza ácida (SO_x⁻, NO₂⁻, Cl⁻) en la película acuosa depositada sobre el objeto.

A temperatura ambiente y en una atmósfera seca la corrosión metálica puede ser ignorada a efectos prácticos; en cambio adquieren especial relevancia sobre superficies humedecidas. El mecanismo es electroquímico. El electrolito está constituido bien por una película de humedad extremadamente delgada, o bien por una película acuosa (de centenares de micrómetros de espesor) cuando el metal aparece perceptiblemente mojado.

Se ha demostrado que la humedad relativa (HR) ejerce un papel decisivo en la corrosión atmosférica. Por debajo de un determinado nivel de HR la corrosión es insignificante, pues no existe película apreciable de electrolito sobre el metal. Uno de los tipos de corrosión atmosférica a señalar es la húmeda, donde el desarrollo de su mecanismo, que se presenta bajo la acción de delgadas películas de humedad no visibles, refiere (Domínguez, J. 1987), 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, entre ellos (Feliú, M. S. 1971; Tomashov, N.D. 1979).

El mecanismo de la corrosión atmosférica húmeda es el que se presenta en la mayoría de las horas del día y períodos del año, es por ello que constituye el mecanismo fundamental. A partir de este se pueden producir diferentes situaciones durante el proceso corrosivo, en dependencia del espesor de la película de humedad sobre la superficie metálica.

Se insiste que lo que determina en la magnitud de la corrosión atmosférica es el tiempo en que permanece la superficie metálica húmeda, destaca (Domínguez, J. 1987). El proceso de corrosión atmosférica es sumo de los procesos parciales (individuales) de corrosión que tienen lugar cada vez que se forma la capa de electrolito sobre el metal. Las precipitaciones acuosas (lluvia, nieve o niebla) y la condensación de humedad por cambios de temperatura (rocío) son, sin duda, los principales promotores de la corrosión en la atmósfera.

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

Cuando la película de humedad es más fina, ella representa una barrera menor para la difusión molecular del agente oxidante (el oxígeno del aire) desde el ambiente gaseoso hacia la superficie metálica y la capa de humedad puede ser prácticamente saturada de oxígeno disuelto. Su concentración y proceso de difusión se encuentran más afectados en el caso de una película de condensación más gruesa. (Espada, L.R 2005).

Por otro lado, es importante analizar en qué intervalos de temperatura se da el TDH, ya que los niveles de temperatura determinan la cinética del proceso de corrosión, es decir su velocidad de corrosión. Una diferencia

de 10 grados en la temperatura del ambiente, puede conllevar a un orden de aumento de la velocidad de corrosión. (Espada, L.R. 2005).

El efecto de la temperatura en la corrosión atmosférica no resulta determinante en las condiciones del ambiente de Cuba, ya que las variaciones no son de consideración. Su efecto fundamental se manifiesta en la temperatura de la superficie metálica, la que puede alcanzar niveles considerables (superiores a 70°C), bajo la acción de la radiación solar, condiciones en las cuales se elimina toda humedad. De acuerdo con lo anterior, al aumentar la temperatura de la superficie metálica, disminuye la velocidad de corrosión e incluso, el proceso corrosivo se detiene en ausencia de humedad (Morcillo, M. et. al. 1998).

Condiciones de alta humedad conjuntamente con altas temperaturas suelen favorecer notablemente los procesos de deterioro de los materiales en la atmósfera (ataque por hongos, bacterias, corrosión atmosférica, etc.).

1.1.3 Influencia de los vientos en la corrosión atmosférica.

El encargado de transportar los contaminantes es el viento, como han referido en Cuba (Corvo, F. 1980; Mertel, J. 1985; Echeverría, C.A. et. al. 2002), (Gómez, J. 1999) destaca que la velocidad del viento puede promover un doble efecto a su vez, si se conjuga con la lluvia ya que en ausencia de esta una alta velocidad del viento produce un efecto de secado sobre la superficie y por ende un decrecimiento en la velocidad de corrosión. Por su parte, un efecto combinado de la lluvia con el viento, da lugar al lavado de la superficie del metal, es decir una remoción de los contaminantes que aceleran el proceso corrosivo y por tanto también disminuye la velocidad de corrosión. Refiere (Feliú M.S. 1971) que la velocidad de corrosión depende de la velocidad y dirección del viento, principalmente en atmósferas marinas.

En investigaciones realizadas en Cuba, la obtención de bajos coeficientes de correlación entre las pérdidas por corrosión, las horas viento procedentes de las direcciones predominantes y la salinidad (concentración de cloruros y sulfatos), se atribuye a los métodos de captación empleados y las determinaciones analíticas, problema aún no resuelto en las investigaciones sobre corrosión atmosférica, de ahí la imposibilidad de establecer correlaciones matemáticas entre diferentes parámetros de contaminación y vientos en las más recientes investigaciones. (Corvo, F. 1995; Mendoza, A. 2002).

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

1.1.4 Impacto del aerosol marino en la corrosión.

La corrosión atmosférica en los países de climas tropicales húmedos como México, Taiwan, Egipto, Vietnam, India y Cuba ha sido abordada por varios investigadores, donde se determina la influencia preponderante en la corrosión del aerosol marino. (Echeverría, C. 1991), y (Gómez, J. 1999).

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, este constituye uno de los factores que mayores influencias tiene en las elevadas pérdidas por corrosión que se producen en estas áreas. En las condiciones climáticas de Cuba, este factor resulta determinante y responsable de agresividades altas, muy altas y extremas, aspecto destacado por. (Echeverría, C. 1991)

En el caso de Cuba, debido a su peculiaridad de isla estrecha y alargada, existe una gran influencia del aerosol marino. (Corvo, F. 1995), plantea que, en nuestro país, la influencia de los cloruros, transportados por el aerosol marino, es muy significativa en la elevación de la velocidad de corrosión y una vez que ya está formada la capa, existe un proceso de adsorción competitiva entre los cloruros y los sulfatos. Por otra parte, en cuanto a las condiciones ambientales de Cuba se ha planteado que se distinguen 2 períodos cualitativamente diferentes en el año, a saber:

1) Temporada Invernal o de seca (octubre a marzo), con gran influencia de los vientos del norte-nordeste que producen rompientes en la costa, y, por ende, grandes concentraciones de aerosol marino en el aire, suficientes para incrementar drásticamente la corrosividad.

2) Temporada de Lluvias o de verano (abril a septiembre), donde los vientos provenientes del sur originan rompientes y cabrilla de poca envergadura (Echeverría, 1991).

En la literatura consultada (Maldonado, 1998), (Corvo, F. 1995), (Echeverría, C. 2002), (Feliú, 1971) se demuestra la influencia del aerosol marino en la magnitud de la corrosión atmosférica, coincidiendo casi la totalidad de los autores, en las publicaciones más recientes, que el principal responsable de esta acción es el ion cloruro. Sin embargo, reconociendo que el aerosol marino es sal de mar y que en ella están presentes además de los cloruros, los iones sulfatos y que se reconoce como señala (Gómez, L. J. 1999), que los diferentes estudiosos de la corrosión atmosférica están totalmente de acuerdo que el sulfato ferroso y demás contaminantes salinos juegan un papel importante en el mecanismo de la corrosión atmosférica del hierro y el acero, llama la atención la poca referencia a este contaminante cuando se estudia la influencia del aerosol marino.

1.1.5 El ion cloruro y la corrosión atmosférica.

La influencia del ion cloruro en la magnitud de la corrosión atmosférica, se corrobora por las correlaciones que se obtienen entre la velocidad de deposición de cloruros y la velocidad de corrosión como han demostrado en Cuba. (Echeverría, C.A. 2002).

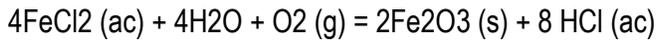
La deposición de iones Cl.- provoca una compactación de la capa de óxidos, pero también eleva la conductividad de la capa del electrolito. Al interactuar con la superficie del metal provoca un ataque continuo en el mismo como consecuencia de que el hierro no forma cloruros básicos estables. La corrosión atmosférica

del acero es un proceso de naturaleza electroquímica, bastante conocido, por lo que en presencia de oxígeno y humedad conduce a la formación de una capa de herrumbre.

La cinética del proceso de corrosión por cloruros, abordado por (Echeverría, C.A. et al. 2002) se explica a partir del ciclo de formación de herrumbre por cloruros, que consta de los siguientes pasos:

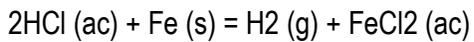
□ El cloruro se deposita sobre la superficie metálica, formando con el acero cloruro de hierro II (FeCl_2).

□ El cloruro de hierro II en presencia del oxígeno del aire y la humedad interviene en la siguiente reacción:



Como se observa se forma óxido férrico que precipita sobre la superficie metálica y forma la herrumbre y se origina ácido clorhídrico.

□ El ácido clorhídrico ataca el metal y forma nuevamente cloruro de hierro II.



Es importante observar que el ataque fundamental sobre el metal se debe a la acción del ácido, por lo cual se incrementa apreciablemente la velocidad de corrosión.

El cloruro de hierro repite el ciclo, por lo que basta con un solo ión cloruro para que se desencadene el proceso corrosivo. Debido a esto la corrosión se incrementa de forma casi proporcional a la salinidad.

1.1.6 El ion sulfato y la corrosión atmosférica.

Tomashov determina que del total de sales que contiene el agua de mar, el 7,68 % en peso corresponde al ión sulfato (Tomashov, N.D. 1979), realizado por Butler y citado por (Echeverría, C.A. et al. 2002) que por esta vía se emiten a la atmósfera 70 millones de toneladas anuales de sulfato, procedentes del aerosol marino. El mismo autor refiere que la producción de dióxido de azufre es de 130 millones de toneladas al año, lo que corresponde en emisiones de ión sulfato a 86 millones de toneladas, por lo cual no resulta despreciable el sulfato procedente del aerosol marino, máximo cuando no se reporta en Cuba una contaminación apreciable por dióxido de azufre. En estudios sobre corrosión atmosférica se ha demostrado, que, en varias partes del mundo, la corrosión atmosférica es más rápida cuando el contenido de dióxido de azufre en la atmósfera es más alto. (Gómez, J. 1999). Asimismo, se demostró que la herrumbre se formaba más rápidamente cuando el contenido de dióxido de azufre es más alto (1 molécula de dióxido de azufre permite la formación de 15 a 40 moléculas de herrumbre). Al referirse al proceso cíclico de formación de herrumbre por dióxido de azufre, (Gómez, J. 1999) haciendo referencia a Evans y Taylor, explica que están presentes dos mecanismos, el Ciclo de Regeneración Ácida y el Ciclo electroquímico.

1.2 Corrosión en exterior de tanques.

La corrosión atmosférica puede ocurrir sobre las partes externas de un tanque (sobre todo en el envolvente y techo), el rango de corrosión puede estar entre insignificante a severa, de acuerdo con las condiciones atmosféricas de la localidad. Una atmósfera con sulfuros o ácidos puede dañar los recubrimientos protectores

e incrementar la velocidad de corrosión. Las superficies externas de los tanques y equipos auxiliares, pueden corroerse más rápidamente si no son protegidas con pintura u otro recubrimiento protector o con protección catódica donde la superficie está en contacto con la humedad. El contacto continuo con agua, dado por depresiones, causará rápidamente corrosión localizada.

Las áreas susceptibles a estos defectos deben ser protegidas por recubrimiento resistente a la inmersión. El tipo de tanque y los detalles de la construcción, pueden afectar la localización y extensión de la corrosión externa. La inspección debe ver las áreas donde los detalles de construcción, causen acumulación de agua y/o sedimentos. (Recomendación Práctica API 651)

1.3 Corrosión por influencia del suelo.

Un factor muy importante de la corrosividad de un terreno es su contenido de humedad, ya que un suelo seco no es corrosivo. Los suelos que retengan el agua serán, en principio mucho más agresivos que aquellos otros que la drenen con facilidad. Los terrenos son un soporte del agua, que es el auténtico electrolito, ahora bien, el suelo por las sales solubles que puede contener, puede modificar las características de esta agua aumentando o disminuyendo su agresividad. Suelos que contengan cloruros, sulfatos o bicarbonatos alcalinotérreos, con contenido alto de humedad, confieren al suelo un poder corrosivo alto.

La corrosión en suelos corresponde también a un proceso electroquímico. La intensidad de la pila de corrosión dependerá de la resistividad del medio, siendo tanto mayor, cuanto menor sea ésta. Por otro lado, la resistividad será tanto menor, cuanto mayor sea el contenido de humedad y de sales solubles. Se resalta nuevamente, la importancia del contenido de agua del suelo.

Encontrar un suelo con un contenido nulo de humedad es muy difícil, ya que considerando la que normalmente tiene la atmósfera, los gradientes de temperatura y la existencia de sales higroscópicas, tales como ciertos cloruros y sulfatos, el suelo puede permanecer siempre como mínimo con una ligera humedad. Hay suelos que esta humedad la tiene absorbida física o químicamente, siendo muy difícil eliminar especialmente en aquellos casos en que las partículas que lo forman sean muy finas, como ocurre con las arcillas (Conferencia de Protección Catódica de la Internacional de Protección Catódica. 1997).

1.3.1 Causas que contribuyen al deterioro de los fondos por corrosión.

La corrosión externa de los fondos de los tanques, puede ser muy significativa. El material usado como base o como fundamento para proteger el fondo, puede contener materiales corrosivos. Por ejemplo, el rocoso puede contener compuesto de azufre, que convierte el relleno muy corrosivo cuando se humedece. La presencia de madera, arcilla, gravilla, o piedra triturada, son contaminantes en un relleno de arena y pueden causar corrosión picadura, en cada punto de contacto, una preparación defectuosa del fundamento, un pobre drenaje, puede provocar la presencia de agua permanente en contacto con el fondo del tanque.

Si un tanque tuvo fuga de fluido corrosivo, la acumulación de este fluido bajo el tanque puede causar corrosión externa. Para tanques que son soportados sobre el nivel del suelo y tienen un anillo diferente en su construcción, esto provocará la acumulación de humedad, trayendo como consecuencia una acumulación de corrosión. (Recomendación Práctica API 651). La parte baja del campo del tanque, puede sufrir una corrosión severa, o puede ocurrir también en la misma línea de apoyo sobre el suelo, cuando el movimiento del suelo puede provocar el cubrimiento de la parte baja del campo.

1.4 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" (Echeverría, M. et al. 2008), 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 Interno Bruto (PIB), tanto en los países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo. Expresando que los mayores ahorros en los costos de la corrosión provienen de un mejor uso de los conocimientos ya adquiridos, representando una reducción de pérdidas de un 25-30 % (NACE Corporation, 2003).

Países como Japón, Reino Unido y EE.UU. han llevado a cabo estudios del costo de la corrosión y han estimado las pérdidas de la economía nacional debido a la corrosión hasta un 5% del PIB (Biezna, M. et al. 2005). Como se observa, se utiliza como criterio un porcentaje del PIB, el cual incluye todos los ingresos de un país.

En un estudio previo se asumió para Cuba el 4% del PIB, que como se observa no corresponde al mayor nivel de pérdidas reportado por (Biezna, M. et al. 2005). El porcentaje utilizado se debe a la agresividad corrosiva de Cuba y a la situación económica del país (Echeverría, C.A. et al. 2002).

El 50% de los costos por corrosión corresponden a la corrosión atmosférica plantea (Tomashov, N.D. 1979), con el que coinciden varios investigadores del tema (Echeverría, C.A. et al. 2005; 2006; Echeverría, M. et al. 2007). Este planteamiento tiene gran importancia si se tiene en cuenta que la mayoría de las instalaciones y equipos se encuentran sometidas a la acción de la atmósfera como es el caso del depósito No.37.

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.

1.5 Diseño anticorrosivo.

Por lo general las construcciones metálicas en las condiciones climáticas de Cuba y próximas a la costa norte, presentan afectaciones por corrosión que incrementan los costos del mantenimiento en la protección anticorrosiva, en lo que incide el efecto del aerosol marino y la posible influencia de contaminantes.

Incrementan los efectos corrosivos los problemas de diseño mecánico en estructuras metálicas y las insuficiencias en la preparación de superficies y protección con recubrimiento de pintura, además de la falta de medidas de conservación la preparación del personal encargado de esta actividad de mantenimiento y su organización.

El deterioro de los materiales es muy preocupante para los fabricantes y usuarios, por lo que la conservación de los recursos es un aspecto de suma trascendencia para las economías nacionales. Los problemas que originan la corrosión y degradación tienen que ser infundidos en el ánimo de los profesionales de todas las disciplinas relacionadas con la ingeniería y las ciencias aplicadas (Otero, E. 2000).

(Echeverría et al. 2008), plantea que para conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo hay que consultar de forma obligada la Norma (NC – ISO 12 944 – 32 007), ya que en ella se establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión. Entre ellos, que las superficies de las estructuras de acero expuestas a los agentes corrosivos deben ser pequeñas en extensión y tener el número más pequeño posible de irregularidades (superposiciones, esquinas, bordes). Además, que las uniones deben ser realizadas preferiblemente mediante soldadura (preferentemente continua), en vez de atornilladas o ribeteadas, para conseguir la superficie más uniforme posible. Sin embargo, como se ha destacado en esta norma no se aportan soluciones a los problemas que se relacionan. Destaca lo importante del método: “modificaciones del diseño del sistema o componente”.

Comenta que la etapa de diseño, probablemente sea la fase más importante en el control de la corrosión. Además, que los detalles de diseño son críticos para lograr una adecuada protección de la corrosión de larga duración. Sin embargo, no hay coincidencia con la Norma (NC - ISO 12 944-3 2007), en cuanto a los términos utilizados.

1.6 Tipos y preparación de superficies.

Para la elección del método de preparación de la superficie más apropiado en cada caso, es necesario un análisis previo considerando el estado inicial de la superficie a proteger, el material de construcción, el carácter y grado de la suciedad y oxidación. Además de consideraciones económicas, tecnológicas, de ubicación y de disponibilidad de mano de obra especializada (NC - ISO 12 944-4; 2014).

Esta es una de las etapas más importantes para que un esquema de pintura logre el desempeño esperado (Fragata, F. 2002; Morcillo, M. 2002; Ochoa, et. at 2005 y Echeverría, C.E. 2005); el cual obedece en un 90 % a la preparación de la superficie que se haga que es la causa de los fallos de los recubrimientos protectores

sobre acero en el 60 – 70 % de los casos (Ochoa, et. at 2005). Siempre que se pueda se debe utilizar el método a chorro, por ser el más efectivo, rápido y ofrecer mayor durabilidad (Ochoa, et. at 2005). Al respecto refiere (Morcillo, 2002), que tanto el chorreado como el decapado son los más seguros y efectivos y destaca que: “mejor comportamiento ofrece un recubrimiento de pintura de “baja resistencia” que uno de “alta calidad” si se aplican a superficies deficientemente preparadas”.

Esta etapa tiene una doble misión: limpiar la superficie y conferir cierta rugosidad para favorecer el anclaje de la pintura, todo lo cual tiene un objetivo final que es potenciar la adherencia del recubrimiento a la base metálica. Coinciden la mayoría de las fuentes consultadas con la falta de atención a la preparación de superficies (Echeverría, C.A. 2000, Iglesias, E.R 2000, Fragata, F. 2002 y Ochoa, et. at 2005). Mientras mejor es la preparación de superficie, mayor será la durabilidad del sistema, lo que se corrobora del comportamiento de algunos sistemas para ambiente industrial-costero. Una vez realizado el chorreado de arena (sanblasting) o granallado, se requiere una protección inmediata, ya sea mediante la aplicación de fosfatado, una pintura de protección temporal, o una imprimación reactiva (Iglesias, E.R. 2000). El chorreado no se recomienda en instalaciones turísticas por exigencias ambientales.

El fosfatado penetra a fondo en los resquicios u orificios, convierte el óxido, sella y forma una capa protectora temporal y resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera, previo a la aplicación del recubrimiento. Puede ser aplicada directamente sobre el metal oxidado o sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido y elimina la mancha en la pintura (Ficha Técnica, DISTIN 504).

1.7 Mecanismo de acción de las pinturas anticorrosivas.

Según el (Manual Técnico Hempel.1995.) se plantea tres mecanismos fundamentales de acción de las pinturas.

Física (Efecto barrera): Consiste en obtener un recubrimiento impermeable que, aplicado sobre el acero, constituya una auténtica barrera contra la penetración de la humedad, el oxígeno y las sales minerales.

No se puede decir que los recubrimientos obtenidos mediante pinturas sean absolutamente impermeables, ya que además de las porosidades originadas en la película durante la aplicación, existe la llamada micro porosidad estructural. Los diversos tipos de resinas, tanto aquellos que reticulan al secar como los que no lo hacen, dejan unos espacios intersticiales o interreticulares que, aunque se intente rellenar con pigmentos de granulometría adecuada para obtener un buen empaquetamiento, no se llegan a eliminar totalmente. En este caso, aplicando varias capas de pintura a espesores adecuados, no se disminuye la micro porosidad estructural que es inherente al tipo de pintura, pero se dificulta el acceso de los agentes de la corrosión.

A pesar de lo dicho y aunque no se puede hablar de películas de pintura totalmente impermeables, hoy en día existen formulaciones a base de resinas que dan una estructura compacta con un empaquetamiento muy denso y que proporcionan películas de pintura lo suficientemente impermeables.

Química (Efecto inhibidor): Otro sistema para proteger el acero contra la corrosión consiste en crear sobre la superficie unas condiciones químicas que inhiban las reacciones de corrosión, por ejemplo, creando un medio alcalino.

Ello se consigue mediante la incorporación a la pintura de determinados pigmentos químicamente activos capaces de reaccionar formando compuestos cuya presencia inhiba las reacciones de corrosión del acero. Es decir, no se impide totalmente el acceso o penetración de los agentes corrosivos, sino que se inhibe su acción. Por este motivo, estos pigmentos reciben el nombre de pigmento inhibidores de la corrosión. Es un riesgo confiar la protección del acero a este solo efecto y lógicamente se busca combinar el efecto barrera con el de inhibición.

Electroquímica (Efecto catódico): Consiste en formar una pila de corrosión con otro metal de mayor potencial que tome el papel de ánodo y sitúe al acero como cátodo por eso las pinturas ricas en zinc debe poseer una elevada conductividad eléctrica y desarrolla un potencial de electrodo lo más elevado posible.

El mecanismo de acción es el siguiente:

Debido a la baja proporción de aglutinante y a pesar del empaquetamiento compacto del polvo de zinc, las pinturas ricas en zinc recién aplicadas presentan una microporosidad muy elevada. En estas condiciones, los agentes corrosivos (agua, oxígeno, sales y contaminantes), penetran fácilmente a través de la película, con lo que la pila de corrosión se pone en marcha inmediatamente, provocando la corrosión del zinc, que actúa como ánodo, mientras que el acero asume el papel de cátodo, quedando protegido contra la corrosión.

La corrosión del zinc origina una abundante cantidad de subproductos, especialmente carbonatos, óxidos y oxiclорuros, según la composición del medio ambiente, la mayoría de los cuales son insolubles en agua. Estos compuestos van rellenoando la porosidad de la pintura de zinc, hasta conseguir sellarla completamente, constituyendo una película impenetrable a los agentes corrosivos. A partir de este momento, la pila de corrosión se detiene y la pintura rica en zinc protege el acero por impermeabilización.

1.8 Sistemas de pinturas protectoras.

La elección de las pinturas incluye varios aspectos (Ochoa, et. at 2005), pero dentro de los más importantes están la durabilidad (en función de la exposición y superficie a proteger), extensión del trabajo a realizar (grandes superficies), condiciones de pintado (temperatura, humedad relativa, pintura previa y tiempo disponible para el pintado) y precio unitario de la pintura (por litro). Habitualmente las pinturas no se aplican en una sola capa, sino que lo hacen en una serie de ellas, cada una de las cuales poseen características específicas que responden a distintos requerimientos (Echeverría, C.A. 2003, Morcillo, M. 2002 y Ochoa, et al. 2005)

Un sistema de pintura está constituido por las siguientes capas:

Imprimación: Capa en contacto directo con el sustrato metálico y sobre la cual recaen dos funciones muy importantes: la adherencia al sustrato metálico y el control de la corrosión. La adherencia está influenciada además por la preparación superficial del sustrato.

Intermedia: Se aplica a continuación de la capa de imprimación y su composición generalmente no difiere de ésta. Su principal misión es aumentar el espesor total del sistema de pintura, de ahí que su requerimiento más importante sea una elevada compatibilidad con las capas de imprimación y acabado.

Acabado: Capa que está en contacto directo con el medio ambiente, por tanto, será la responsable de la resistencia a los agentes atmosféricos: radiación solar, resistencia a la abrasión, lluvia, etc.; además de cumplir exigencias estéticas.

Lo antes expuesto está en concordancia con lo planteado por la Norma (NC - ISO 12 944-5; 2008) y es criterio compartido de varios autores (Fragata 2002; Rodríguez 2004; Echeverría, C.A. 2003; Ochoa, et al. 2005).

(Ochoa, et al. 2005) considera, que la incompatibilidad entre las pinturas que conforman el sistema, es un factor determinante en la calidad del recubrimiento con pinturas, lo que conduce a defectos. Aspecto este con el que coinciden los autores consultados (Echeverría, C.A. 2001, y Fragata, F. 2002).

La Norma (ISO NC 12 944-5:2008), 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. Al respecto, se establecen tres niveles de durabilidad de los sistemas de pintura:

Durabilidad Baja: Sistema sin afectación apreciable de 2 a 5 años, Durabilidad Media: Sistema sin afectación apreciable en un período de 5 a 15 años y Durabilidad Alta: Sistema sin afectación apreciable por un período superior a 15 años (NC - ISO 12 944-5: 2008). En la actualidad, los sistemas que más se emplean en Cuba, sobre la base de la literatura consultada, son los de durabilidad Baja, en lo que incide la falta de cultura, experiencia y condiciones de agresividad existente.

1.9 Protección anticorrosiva y conservación adicional.

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

1.9.1 Materiales compuestos de matriz asfáltica.

Los materiales compuestos están constituidos básicamente por matrices y rellenos. La matriz es, en esencia, el elemento aglomerante y sus propiedades determinan la resistencia a la fatiga, a los efectos del medio, a la temperatura de trabajo, adherencia (Echeverría, M. et al. 2005).

Los rellenos poseen altos valores de dureza, resistencia y módulo de elasticidad, y ayudan a incrementar estas propiedades en los materiales compuestos. La combinación adecuada de la matriz y el relleno originan materiales con mejores propiedades que las partes que los componen por separado. Algunos rellenos presentan un excelente comportamiento ante la corrosión y ataque de agentes ambientales, por otra parte, los rellenos presentan buenas propiedades mecánicas, en particular, una excelente resistencia mecánica tanto a tracción, como a compresión, flexión, cortadura y resistencia al impacto, lo cual justifica su utilización en estructuras (Echeverría, M. 2007).

Uno de los materiales más utilizados como matriz es el asfalto y una de las formas de mejorar sus propiedades es oxidándolo (Rodríguez et al. 2006; Echeverría, M. et al. 2006).

El Mástique asfáltico DISTIN 404 está especialmente preparado para usarlo en las uniones metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad. Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras y a la acción agresiva de la atmósfera. Su espesor estará en dependencia de la aplicación específica que se requiera.

El 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.

1.9.2. Grasas de conservación.

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. Un ejemplo de ello es su duración por más de 5 años en la Empresa Comercializadora de Combustibles de Matanzas en similares condiciones. Estos resultados no se han reportado por otras grasas de importación en evaluaciones realizadas en Cuba a la intemperie y bajo techo (Echeverría, C.A. et al. 2008).

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

La grasa líquida de conservación DISTIN 314 L está especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas y equipos en

general. Por su composición líquida penetra a fondo, protege las superficies oxidadas y los recubrimientos de pintura. Proporciona una barrera al agua y otros agentes, con resistencia a la corrosión en las condiciones climáticas de Cuba de gran agresividad. La capa que se forma por evaporación del solvente, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente.

1.9.3 Ceras impermeabilizantes.

Como resultado del análisis bibliográfico sobre las ceras impermeabilizantes y abrillantadoras, se concluye que encuentran aplicación en la conservación de los recubrimientos de pinturas, al proporcionarle impermeabilidad al agua, resistencia a la radiación ultravioleta, entre otras propiedades.

1.9.4 Disolución de Fosfato.

La disolución de fosfato decapante DISTIN 504 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, previo a la aplicación de recubrimientos. Puede ser aplicada sobre recubrimientos de pintura que muestren partes oxidadas, convierte el óxido en sales protectoras y elimina la mancha en la pintura. Forma una capa protectora con sales insolubles, se recomienda aplicar recubrimiento después de las 72 horas.

Este producto garantiza la protección temporal de las superficies metálicas en 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.

Conclusiones parciales del capítulo I.

1. A mayor agresividad del ambiente, se requiere de mayor atención al diseño anticorrosivo, lo que exige de soluciones con técnicas y productos con enfoque de sistemas de protección, existiendo al respecto muy pocas referencias en la bibliografía consultada.
2. La tecnología de los SIPAYC integra el diseño anticorrosivo, la aplicación de recubrimientos y las técnicas de conservación, que tiene que ser desarrollada para cada equipo tecnológico.

Capítulo II MATERIALES Y METODOS

2.1 Diagnostico de los Problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección.

2.1.1 Problemas de diseño anticorrosivo.

Según Echeverría [29] es posible encontrar en conjunto varios problemas de diseño anticorrosivo como son:
Accesibilidad: Los componentes de acero deben diseñarse para que sean accesibles a la hora de aplicar, inspeccionar y mantener el sistema de pintura protector. Es muy importante cumplir con los criterios de lograr

separaciones entre componentes superiores a 50mm y profundidades menores de 100mm, para garantizar todas las operaciones de preparación de superficie, aplicación de recubrimientos y mantenimiento.



Fig. 2.1

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.



Fig.2.2

Prevención de la corrosión galvánica: Cuando exista continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico en condiciones de exposición continua o periódica a la humedad (electrolito), tendrá lugar la corrosión del metal menos noble de los dos. La formación de este par galvánico también acelera la velocidad de corrosión del menos noble de los dos metales. La velocidad de corrosión depende, entre otros factores, de la diferencia de potencial entre los dos metales conectados, sus áreas relativas, la naturaleza y período de acción del electrolito.

Durante el diagnostico no se detectó en el objeto de estudio problemas de corrosión galvánica.



Fig2.3

Es un cable de cobre con un revestimiento de latón para descargas eléctricas a tierra.

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 de protector.



Fig. 2.4

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 austeníticos o ferríticos, que pueden provocar la corrosión de estos últimos.



Fig. 2.5



Fig. 2.6

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.



Fig.2.7

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



Fig. 2.8

Conexiones con pernos

Conexiones antideslizantes con pernos de alta resistencia: Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse por chorreado, previo al montaje, hasta un grado de preparación mínimo de Sa 2 ½, tal y como se define en la norma ISO 8501 – 1 (2008), con una rugosidad acordada y en la superficie de fricción puede aplicarse un material protector con un coeficiente de rozamiento apropiado.

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



Fig. 2.9

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.



Fig. 2.10

En el Manual de protección y mantenimiento de metales y hormigones [30], también se hace referencia a varios de los problemas antes mencionados, sólo que lo consideran como zonas con tendencia al ataque corrosivo y no como problemas de diseño anticorrosivo como refiere la norma NC - ISO 12 944-3: 2007, con lo cual coincide Echeverría [28], [31], [32].

2.1.2 Problemas de Corrosión.

Se considera que la corrosión electroquímica no uniforme es más peligroso que el daño por corrosión uniforme porque es más difícil descubrir, predecir, y diseñar un método de prevención contra ella.

A continuación, se analizan las diferentes partes del tanque (techo, envolvente y fondo) mencionando los diferentes problemas de diseño anticorrosivo identificados como resultado del diagnóstico realizado, así como los tipos de corrosión que se originan.

Otro problema de corrosión que se puede encontrar en la figura 2.11 es la corrosión interfacial, siendo esta del tipo electroquímica, atmosférica, no uniforme. La humedad adsorbida penetra a la pintura, al igual que el oxígeno hasta la superficie metálica, pero ambos no pueden provocar el proceso de corrosión de no existir contaminantes sobre la superficie (en este caso existe la influencia del aerosol marino) que aumenten la conductividad en la interface acero – pintura y favorezcan el proceso corrosivo. Esto genera la corrosión por celdas de aireación diferencial, provocada por la diferencia de concentración de oxígeno entre la superficie donde se encuentra el contaminante y el resto. Esta es también corrosión del tipo electroquímica, atmosférica, pero no uniforme, galvánica por celdas de aireación diferencial. Esta diferencia de concentración, origina una diferencia de potencial, donde el ánodo es la zona donde aparece la acumulación o depósito y el cátodo sus alrededores.



Fig. 2.11 Celda de aeración diferencial

El de tratamiento de orificios es un problema de diseño que trae consigo la corrosión en resquicios, que es corrosión de tipo electroquímica, no uniforme. Esta favorece la acumulación de depósitos como los provenientes del aerosol marino y la humedad. En los resquicios tiene lugar la condensación a humedades relativas por debajo del 100 %, ya que se comporta como un capilar y favorece la acumulación y depósitos de contaminantes y la corrosión. La corrosión de este tipo debería normalmente, evitarse mediante el sellado.



Fig.2.12 y 2.13 Orificios y resquicios

En las figuras 2.15 y 2.16 se exponen componentes huecos, estos minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión.



Fig. 2.14 y 2.15 componentes huecos

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

El planteamiento anterior no se logra en las condiciones de agresividad en Cuba, ya que se ha demostrado que, en el interior de perfiles rectangulares huecos, tubos y otros tipos de estructuras (componentes huecos), donde no pueden aplicarse o no se recomienda sistemas de pinturas protectores en su interior, no se logra una protección efectiva a lo largo del tiempo de vida físico de la instalación, situación muy frecuente y que causa el deterioro de instalaciones.

Otro de los problemas que existen es la corrosión en resquicios entre interface metal mortero como se muestra en las figuras siguientes.





Fig. 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19

2.2 Envoltorio de los tanques.

Dentro de los problemas de diseño anticorrosivo en el envoltorio de los tanques se encuentran los problemas de soldadura y refuerzos como muestra la fig. 2.20 y la corrosión generalizada en la fig. 2.21.



Fig. 2.20 Fig. 2.21

En las figuras 2.23 y 2.24 se observan problemas de imperfecciones en la soldadura, al cual se hizo referencia anteriormente. Este problema es muy frecuente, 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.

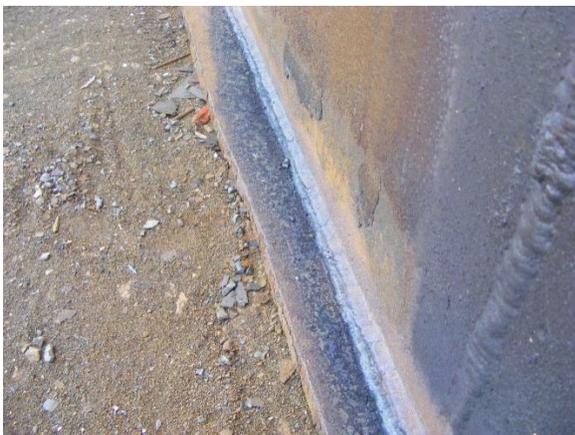


Fig. 2.22 Fig. 2.23

Otro de los problemas está en los refuerzos (ver figuras 2.24 y 2.25). Cuando se requieran estos, 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 orificios. El diseño de refuerzos no debería permitir la retención de depósitos ni agua y debe permitir el acceso para la preparación de la superficie y la aplicación de un sistema protector de pinturas.



Fig. 2.24 y 2.25

2.3 Fondo de los tanques exterior.

En el piso se puede ver problemas en los bordes y de retención de humedad, depósito y agua, como se muestran en las figuras 2.27



Fig. 2.26

Por experiencia se puede decir que el fondo exterior de un tanque se ve afectado aproximadamente 1m de la periferia hacia dentro, debido a que ésta zona está expuesta a la penetración de humedad. Aquí la humedad permanece mayor tiempo que en el resto del tanque.

Conclusiones parciales del capítulo II

1. Los diferentes problemas de diseños anticorrosivos unido a los efectos de los contaminantes atmosféricos, son la principal causa de los problemas de corrosión que se presentan en los tanques.

2. La solución a los diferentes problemas de corrosión que se presentan, requieren de conocimientos sobre cómo eliminar los problemas de diseños anticorrosivos, preparación superficial y de los métodos de protección que deben ser aplicados.

3. En el diagnóstico realizado se detectan problemas en el sistema de pintura con respecto a la preparación superficial.

Capítulo III. Análisis de los Resultados.

Como resultado del diagnóstico realizado en los tanques, se logró identificar un grupo de problemas de diseño anticorrosivo, y tipos de corrosión que se presentan en estas instalaciones y que fueron detallados en el capítulo anterior.

En este capítulo se aborda lo referente a las soluciones de los problemas de diseño anticorrosivos mencionados anteriormente, así como los materiales y métodos, que son empleados en la propuesta del Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC).

3.1 Propuesta de Sistemas de Protección Anticorrosiva.

La norma NC-ISO 12 944 de la 1-8:(2007-2014) resulta ser el documento publicado más completo sobre los sistemas de protección anticorrosiva y conservación, aunque tiene varias insuficiencias.

Las Normas NC-ISO 12 944:1-8, (2007-2014), abarcan desde los estudios para la clasificación del medio, hasta los proyectos de ejecución y mantenimiento, que incluyen el control de la calidad para la protección anticorrosiva, todo ello tratado en el análisis bibliográfico.

El Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la Universidad de Matanzas ha desarrollado entre otras líneas de investigación, la relacionada con los Sistemas de Protección Anticorrosiva y Conservación (SIPAYC), que abarca componentes, piezas, equipos y estructuras, de acuerdo con una metodología desarrollada que se reporta en (Echeverría, C.A. et al. 2010).

La Clasificación del Ambiente según la norma NC-ISO 12944: 2(2008) se establece la clasificación de la atmósfera, además nos podemos guiar por el Mapa de Agresividad Corrosiva de la República de Cuba (Anexo 1). La agresividad corrosiva determina las medidas a tomar para darle solución a los problemas de diseño anticorrosivo, así como la preparación superficial que se tiene que lograr, el esquema y los espesores de la pintura que se debe aplicar y los productos para la protección anticorrosiva y conservación adicional que se aplican y el tiempo en que resultan efectivos los mismos. El depósito No.37 CUPET Matanzas se encuentran en una atmósfera con gran influencia del aerosol marino cargado de iones cloruros y sulfatos, debido a cercanía al mar.

Las direcciones del viento predominante son de norte al sur, es decir, del mar a la tierra, acelerando de este modo el proceso del depósito de agentes contaminantes en el depósito No.37. Al estar cerca de la costa norte

y por la alta presencia de gases corrosivos relacionados con su proceso productivo, según la Norma ISO 12944-2 Clasificación de Ambientes de Corrosividad, le corresponda la categoría máxima, donde manifiestan condiciones combinadas de C5I (máxima en ambiente industrial), con C5M (máxima en ambiente marino).

3.1.1 Diseño Anticorrosivo.

Al analizar la Norma Internacional NC-ISO 12944: 3:(2007) donde se abordan los problemas de diseño en la protección anticorrosiva con pinturas, se aprecia que surte efectos, pero está aún es insuficiente en las soluciones que propone.

El diseño anticorrosivo de una estructura debe asegurar una buena compatibilidad con sus funciones, estabilidad, resistencia, durabilidad, se construye con un costo aceptable y estéticamente agradable.

▣ Imperfecciones en la superficie de la soldadura: En las irregulares la solución es emparejarla con amoladora y disco de desbaste; posteriormente aplicar un sistema de preparación superficial adecuado antes del sistema de pintura y reforzar con brocha cada capa de pintura.

▣ Tratamiento de orificios o resquicios: Los orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas se debe proteger con grasa DISTIN 314L (Grasa Líquida Tipo Solvente) y después aplicar mastiques 404 (Mástique Asfáltico Semisólido con goma), correspondientes a los anexos.

▣ Precauciones para prevenir la retención de depósitos y agua: Las formas de atenuar su efecto una vez creadas son mediante la práctica de orificios de drenaje que faciliten la salida del agua y depósitos, así también, originando superficies inclinadas mediante la aplicación de Mástique Semisólido DISTIN 404 (Ver anexo 12).

▣ Conexiones con pernos: La solución es la preparación de la superficie de los pernos, tuercas y arandelas, primero preparar la superficie por el método manual mecanizada luego aplicarle disolución de fosfatado, colocarle grasa semisólida DISTIN 314 o mastique asfaltico semisólido DISTIN 404 en dependencia del huso. Una vez que se produzca el apriete, se pintan nuevamente.

▣ Prevención de la corrosión galvánica. La solución es evitar la unión de metales de diferente naturaleza, en el caso del aterramiento de los tanques es inevitable, por tanto, se debe realizar una correcta preparación superficial y posteriormente aplicar el esquema de pintura, además de la grasa DISTIN 314 (Grasa Semisólida Conservante y Lubricante) (Ver anexo11).

▣ Bordes: La solución en estos casos es redondear los bordes usando herramientas manuales y mecánicas, que facilite la aplicación de la capa protectora de modo uniforme y se alcancen las especificaciones del espesor y la adherencia del recubrimiento.

▣ Componentes huecos: La solución en este caso es proteger interiormente con Grasa Líquida Tipo Solvente DISTIN 314 L (Ver anexo 10), por atomización, colocando tapones en los accesos y drenajes.

Los productos DISTIN son de producción nacional que compiten en precio y calidad con otros productos importados similares. El propietario es el CEAT ubicado en la Universidad de Matanzas, distinguido por la calidad de sus productos, reconocida por laboratorios certificados.

3.1.2 Preparación superficial.

Se propone el lavado de la superficie a tratar, para lo cual se empleará agua a presión con detergentes (HEMPEL`S NAVI WASH 9933)

Durante las operaciones de preparación de superficie se deberá cumplir con todas las regulaciones y normativas de seguridad industrial vigentes para este tipo de actividad. La preparación de superficie se realizará mediante la aplicación de chorro abrasivo, debiendo lograr en el sustrato el grado de preparación Sa 2½ (limpieza a metal casi blanco) según la Norma ISO 8501-1: 1988 para la Preparación de Superficies de Acero (Ver anexo 2), con una rugosidad equivalente al patrón BN10- BN-11 de Rugotest N° 3, el cual equivale a un perfil de anclaje medio de Ra = 12.5 y 25µ respectivamente y máximo de Rz = 75 y 150µ respectivamente para el Sistema de Pintura a aplicar (Ver anexo 3). Una vez concluido la operación de Chorreado Abrasivo se debe realizar el Soplado de la superficie para eliminar el polvo que queda sobre la misma. Acto seguido se tiene que aplicar disolución de fosfatado.

3.1.3 Condiciones Meteorológicas.

En el desarrollo de las acciones de Preparación de Superficie y Pintado se tomarán muy en cuenta las condiciones meteorológicas especialmente la lluvia, temperatura, punto de rocío, % de humedad relativa, nivel de los vientos y otros parámetros de interés, todo lo cual afecta la calidad de la preparación de superficie, aplicación, rendimiento de la pintura, etc. (Ver anexo 4.)

Es responsabilidad del Jefe de Brigada o Supervisor de Pintura el control de los parámetros meteorológicos, siendo facultad del mismo detener los trabajos de pintura cuando las condiciones meteorológicas así lo aconsejen.

3.1.4 Pintura exterior.

Todos los tanques de almacenamiento de petróleo crudo o sus derivados se pintarán completamente en toda su superficie exterior y aditamentos. Para la protección anti corrosiva de los tanques de almacenamiento de petróleo crudo o sus derivados, teniendo en cuenta que están expuestos a un medio de alta corrosividad (ambiente marino-industrial), se aplicará un esquema de pintura resistente a la corrosión existente en el lugar. Se propone un sistema basado en una imprimación de etilsilicato de zinc (estos recubrimientos recién aplicados son porosos, por lo que se deben sellar convenientemente para evitar la aparición de burbujas en las capas siguientes), una capa intermedia de epoxi y un acabado de 2 capas de poliuretano alifático con un espesor total de película seca de 250µ (Ver anexo 5).

Este esquema de pintura se propone para un tiempo de duración de 5 a 15 años categorizándose de durabilidad media. Este tiempo no es necesariamente un periodo de garantías, pero sirve para poder planificar los periodos de mantenimientos.

En todos los casos la aplicación de sistemas de pintura se realizará siguiendo lo establecido por el fabricante y en base a una recomendación técnica hecha por el personal competente para ello.

Es de carácter obligatorio analizar las fichas técnicas de los fabricantes de cada producto que se vaya aplicar y así garantizar la calidad requerida en la protección de estos equipos. Cualquier problema que se presenta en la ficha técnica de un producto y que pudiera afectar las condiciones de su aplicación a la calidad final del trabajo, debe ser consultado al fabricante. Si la ficha técnica no indica las condiciones de almacenamiento, para pinturas se aconseja a las temperaturas de 3 a 33 °C y en área segura.

La imprimación debe cubrir todo el material y al mismo tiempo uniforme a lo largo de la superficie que va a ser protegida. Además, se debe ejecutar un pintado cuidadoso en los lugares que presentan problemas de diseño anticorrosivo de tipo soldadura, bordes y conexiones con pernos (reforzar capa de pintura con la brocha). Se deben respetar los intervalos de aplicación de capas dados en la ficha técnica del fabricante para el material de recubrimiento, o lo que, de otro modo, requiera en la especificación.

Se proponen las pinturas siguientes:

Imprimación: HEMPEL`S SILICATO DE ZINC 143 EO (etilsilicato de zinc de 2 componentes de un espesor de película seca de 50 μ) (Ver anexo 7).

El sellado consiste en aplicar sobre el silicato una capa de 30 μ seca de la misma pintura empleada como capa intermedia, pero diluida en un 30 %.

Diluyente: HEMPEL`S THINNER 08700

Intermedia: HEMPADUR MASTIC 45881 (recubrimiento epóxido de 2 componentes con alto contenido de sólido y curado con poliamida), con un espesor de película seca de 100 μ (Ver anexo 8).

Diluyente: HEMPEL`S THINNER 08450

HEMPEL`S TOOL CLEANER 99610 para limpieza de equipos empleados en la aplicación del silicato y la pintura epódica.

Acabado: HEMPEL`S POLYENAMEL 55100 (esmalte de poliuretano brillante de 2 componentes de base isocianato alifático), se aplicarán 2 capas con un espesor de película seca de 35 μ cada una de ellas (Ver anexo 9).

Diluyente: HEMPEL`S THINNER 08880 para dilución del esmalte poliuretano y limpieza del equipo.

Este esquema de pintura cumple con lo establecido en la norma NC-ISO 12 944: 5, (2008), el mismo es S5.09.

3.1.4.1 Método de aplicación.

□ Aires: Es muy útil en grandes áreas y es de gran aplicación a nivel industrial. Un solo pintor puede aplicar recubrimientos, en la superficie que 3 operarios del chorreo con abrasivos preparen durante una jornada de labor.

□ Aplicación a brocha: Las brochas deben ser apropiadas para su fin. Esto es especialmente importante para áreas pequeñas, esquinas, cabezas de remaches, soldaduras y zonas de difícil acceso donde el uso del aire les provoca sobre espesores de áreas aledañas.

Supervisión del trabajo de pintado: La ejecución del trabajo debe ser supervisada en todas las etapas. La supervisión debe ser realizada por personal debidamente cualificado y experimentado. El Jefe de Brigada o Supervisor de Pintura controlará el espesor de película seca a partir de mediciones del espesor de película húmeda que realizará durante la aplicación. (Ver anexo 5)

Toda la supervisión llevada a cabo debe ser registrada para posteriores consultas en caso de fallas que ocurran.

3.1.5 Protección del fondo del tanque.

El fundamento de estos tanques está construido con material rocoso, el cual fue compactado y sobre éste se aplicó una mezcla asfáltica. Esto crea una barrera que impide colocar un sistema de protección catódica por ánodo de sacrificio o por corriente impuesta, ya que el intercambio entre estos sistemas y el fondo exterior del tanque estaría afectado. Al no poder aplicar la protección catódica, las planchas no deben pintarse, pues al soldarlas por el interior quedaría afectada esta misma zona por el exterior. El acero con ese recubrimiento quemado por el exterior actuará como ánodo y tendrá que satisfacer la demanda de electrones de la zona anódica, al ser un área pequeña, la intensidad del ataque en ella será mayor.

Se propone para la protección del fondo del tanque:

□ La construcción de un anillo de hormigón.

Cuando se considera un tanque con cuerpo pesado o alto, accesorios pesados en el borde del tanque impone una severa carga sobre el perímetro del fundamento. El asentamiento del borde o fuera del plano se convierte en un problema. Para contrarrestar la posibilidad de que el tanque se asiente, como se observó en el capítulo 2, se puede construir una pared anular de concreto.

Las ventajas de la pared anular son:

- a) Mejor distribución de la carga bajo el cuerpo en una plataforma más amplia.
- b) Plano nivelado y sólido para soportar el tanque.
- c) Retención del fundamento bajo el resto del tanque (no hay escurrimiento).
- d) Minimiza el ingreso de agua bajo el tanque.

La pared anular tiene que ser bien diseñada y adaptada a las condiciones del subsuelo.

□ Aplicar mastique asfáltico DISTIN 404 para el sellado entre los resquicios e intersticios de la interface intersticio metal mortero en toda la circunferencia exterior del tanque y el anillo de hormigón.

3.2 Algunos resultados económicos esperados.

3.2.1 Aplicación de los Productos DISTIN.

En primer lugar, hay que tener en cuenta lo que cuestan los equipos e instalaciones que serán objeto de estudio para tener idea de lo necesario de la conservación (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Costo de un depósito de 50000lt

Nombre.	CUP	CUC
Depósito	31614643.33	395305846.67

De la tabla anterior podemos inferir que la inversión en el depósito de 50000 m³ asciende a más de ciento ochenta mil pesos en CUP y a más de dos millones en CUC. La aplicación de los SIPAYC puede alargar el tiempo de vida útil de los diferentes equipos.

En la tabla 2 se observa el costo de los productos DISTIN que se proponen en la aplicación del SIPAYC. De ella se aprecia que el costo es mucho menor en ambas monedas que lo que cuesta un depósito de 50000 m³, por lo que su probada calidad es conveniente su aplicación antes de tener que invertir

Tabla 2. Consumo y costo de los productos DISTIN.

Materiales	UM	CU	CU	Total	CT	CT
		MN	CUC		A utilizar	MN
DISTIN 314	kg.	4,18	1,73	130	543.4	224.9
DISTIN 314 L	L	3,56	1,71	420	1495.2	718.2
DISTIN 404	kg.	4,74	0,46	428	2028.72	196.88
DISTIN 504	L	3,40	1,24	160	544	198.4
Total					4611.32	1143.38

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el consumo de los productos DISTIN se tomaron las medidas de las zonas a aplicar, pues con el área y de acuerdo con el rendimiento de los mismos según las fichas técnicas de los productos, ver anexos del 2 al 8, se determina el consumo.

Tabla 3: Consumo y costo del mantenimiento y reparación de pinturas anuales.

Materiales	UM	CU MN	CU CUC	TOTAL A UTILIZAR	CT MN	CT CUC
Pintura Hempadur 45881	L	0,68	3,18	1143.5	777.58	3636.33
Pintura Polyenamel 55100	L	0,27	1,19	1143.5	308.75	1360.77
Imprimación Antitérmica 143EO	L	0.71	3.21	1143.5	811.88	3670.64
Diluentes	L	0,69	3,2	1700	1173	5440
Brochas	U	0,66	3,03	40	26.4	121.2
Total					3097.61	14232.94

Fuente: Elaboración propia.

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

Teniendo en cuenta que la aplicación del SIPAYC protege el depósito. por un período de cinco años contra la corrosión, la frecuencia de los gastos laborales por mantenimiento y reparación de pinturas incluyendo la aplicación de los sistemas de pintura dejaría de ser anual para efectuarse cada cinco años.

Los resultados de los costos; por lo expuesto anteriormente, para cinco años para la aplicación del SIPAYC sería la suma de los costos del mantenimiento y reparación de pinturas anuales incluyendo los costos de los productos DISTIN a aplicar lo que equivale a 7708.93 MN y 15376.323 CUC.

De acuerdo a los costos del mantenimiento y reparación de equipos anuales, entonces para cinco años se tendría un costo de 15488.05 MN y 7164.7 CUC. Entonces, el ahorro que propicia la aplicación del SIPAYC sería la resta de estos valores con los gastos que se tendría para aplicarlo, lo que propicia un ahorro de 7779.12 MN y 8211.623 CUC.

Para realizar el análisis económico de la propuesta de soluciones se tuvieron en cuenta el valor actual neto (VAN), periodo de recuperación (PR) y periodo de recuperación descontado (PRD). Los análisis se realizarán en unidades monetarias totales.

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

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

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

Para el cálculo de flujo de caja se tuvo en cuenta la variante que se utiliza actualmente todos los años y la variante que se propone de la aplicación de las tecnologías de conservación anticorrosiva que se aplicaría una vez cada cinco años. Para ello se restó anualmente el costo de la primera variante menos el costo de la segunda variante.

Tabla4: Flujo de caja.

Año	Flujo de caja	Flujo de caja actualizado
0	=31347.323	=31347.323
1	5893.9	5358.1
2	21271.4	17579.7
3	21271.4	15981.5
4	21271.4	14528.7
5	21271.4	13207.9

Fuente:

Elaboración propia.

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

$$VAN = (-31347.323) + \frac{5893.9}{1.10} + \frac{21271.4}{(1.10)^2} + \frac{21271.4}{(1.10)^3} + \frac{21271.4}{(1.10)^4} + \frac{21271.4}{(1.10)^5}$$

$$VAN = \$35308.47$$

Dónde

FE: Flujo de caja.

k: Costo de capital de la inversión.

n: vida útil del producto.

Criterios de aceptación

Si el VAN es mayor que 0 se acepta el proyecto de inversión.

Si el VAN es menor que 0 se rechaza el proyecto de inversión.

Período de Recuperación (PR): Es el tiempo que la empresa tarda en recuperar la inversión. Este método selecciona aquellos proyectos cuyos beneficios permiten recuperar más rápidamente la inversión, es decir, cuanto más corto sea el período de recuperación de la inversión mejor será el proyecto.

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

PR = $\$31347.1 / \sum 5893.9 + 21271.4 + 21271.4 + 21271.4 + 21271.4 = 0.3445$ 3 meses y 18 días.

Dónde:

FE: Flujo de caja.

Período de recuperación descontado (PRD): Al igual que el PR, se trata de conocer el tiempo que la empresa tarda en recuperar la inversión, pero esta vez teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo, o sea, utilizando los flujos de cajas actualizados.

55939.7

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

PRD = $\$31347.06 / \sum 5358.1 + 17579.7 + 15981.5 + 14528.7 + 13207.9 = 0.474$ 4 meses y 24 días

Donde

FEa: Flujo de caja actualizado.

Realizado los cálculos correspondientes se obtuvo un VAN positivo lo que expresa que la inversión tiene una rentabilidad absoluta de \$2707.189. También se analizó el período de recuperación (estático y dinámico). Con el estático (PR), se determinó que la inversión se recupera en 4 meses y 20 días y con el dinámico (PRD), o sea, teniendo en cuenta el valor del dinero en el tiempo, la inversión se recupera en 6 meses y 14 días.

Ejemplo

Solamente en un producto para la protección anticorrosiva en los depósitos de 50000m³ se obtiene un ahorro considerable evitando la importación de producto como refleja la siguiente tabla.

Comparación entre la alternativa tradicional empleada y la nueva propuesta de solución en la base del tanque No 37 de la Comercializadora CUPET Matanzas.

	Alternativa empleada en la actualidad por CUPET		Alternativa propuesta como parte del SIPAYC	
Nombre del Producto	Devothane 40 macilla mono componente. Marca DEVOX.		Mástique asfáltico semisólido Distin 404	
Precio por Kg	1.429 CUP	12.15 CUC	4.740	0.460
Consumo en el tanque 37	382 kg		428 kg	
Gastos totales	545.88 CUP	4641.30 CUC	2028.72 CUP	196.88 CUC
Ahorro de una alternativa Vs otra			+ 1482.84	-4444.42

Conclusiones parciales del capítulo III.

Las normas (UNE-EN ISO 12944: 1 – 8, 2007 y UNE-EN ISO 11303. 2009), aunque son los únicos documentos que más abarcan la solución a los problemas de diseños anticorrosivos, son insuficientes y pueden ser mejoradas con el enfoque en sistema del presente trabajo. Esta misma norma hace referencia a la aplicación de la protección anticorrosiva adicional, pero no precisa cómo realizarla, ni recomienda soluciones al respecto. El esquema de pintura propuesto para la instalación está acorde a lo establecido en las normas internacionales para la agresividad imperante, donde la preparación de la superficie juega un papel fundamental.

Las tecnologías de conservación que se proponen mediante un sistema de protección anticorrosivo pueden garantizar la solución o disminución de los problemas de corrosión existente en el depósito de 50000m³.

Con la aplicación del sistema de protección anticorrosivo se logrará un ahorro en cinco años por los conceptos de gastos laborales por mantenimiento, reparación de equipos y aplicación de los sistemas protectores de pinturas.

CONCLUSIONES

La fundamentación de las tecnologías de protección anticorrosiva mediante un sistema, para el Depósito de 50000m³ de combustible, ubicada en una zona con agresividad corrosiva muy alta, permite disminuir el deterioro por corrosión y cumplir la hipótesis planteada.

De la búsqueda bibliográfica se detectó que las normas (UNE-EN ISO 12944: 1 – 8, 2007 y UNE-EN ISO 11303. 2009), son los únicos documentos que más abarcan la solución a los problemas del deterioro por corrosión, pero estas son insuficientes y pueden ser mejoradas con el enfoque en sistema del presente trabajo.

Del diagnóstico realizado a los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión, se detectó que existen serios problemas que afectan su estructura.

Con la aplicación del Sistema de protección anticorrosiva al Depósito de 50000m³ permitirá un ahorro en cinco años por los conceptos de gastos laborales por mantenimiento y reparación de equipos y de aplicación de los sistemas protectores de pinturas de 15488.05 MN y 7164.7 CUC; lo que demuestra que es factible económicamente la inversión, que se sustenta en un VAN positivo y con un Período de Recuperación de la Inversión (PR) de 3 meses y 18 días. y un Período de Recuperación dinámico (PRD) de 4 meses y 24 días.

RECOMENDACIONES

- Aplicar y generalizar las tecnologías de protección anticorrosiva y conservación propuesto para el Depósito.
- Atender el control de la aplicación de todos los pasos para la implantación de las tecnologías de protección anticorrosiva y conservación.
- Impartir curso de superación del personal encargado de la actividad sobre las tecnologías de protección anticorrosiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, Y. (2014). " Estudio Técnico - Económico de la propuesta de solución a los problemas de corrosión en La Central Eléctrica DIESEL MTU serie 4000", Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico.
2. Albrecht, P, et al., (2003). Atmospheric corrosion resistance of structural steels. *Materials in Civil Engineering*15 (1): 2-24.
3. Almeida, E. et al., (2006). Anticorrosive painting for a wide spectrum of marine atmospheres: Environmental-friendly versus traditional paint systems. *Progress in Organic Coatings* 57(5): 11–22.
4. Betancourt, N. et al., (2002). Influence of SO₂ and NO_x on atmospheric corrosion of steel. *Revista CNIC. Serie Ciencias Químicas* 33(2): 71-75.
5. Bhaskar, S. et al., (2004). Cumulative damage function model for prediction of uniform corrosion rate of metals in atmospheric corrosive environment. *Corrosion Engineering, Science and Technology* 39(4): 313-320.
6. Biezna, M., San Cristóbal, J. (2005). Methodology to study cost of corrosion. *Corrosion Engineering, Science and Technology*40 (4): 344-352.
7. Blascos, M. (2004). Formulación y evaluación de imprimaciones epoxis anticorrosivos, curables a temperatura ambiente. Departamento de Tecnología y Ciencias Experimentales, Universitat Jaume.
8. Castro, Fernández M. (2009) Diplomado de Generación Distribuida para Especialistas de Mantenimiento. La Habana-Cuba.
9. Committee on Cost of Corrosion in Japan, (2013). "Survey of Corrosion Cost in Japan". http://www.nims.go.jp/corrosion/corrosion_cost.pdf.
10. Cook, D.C. (2005). Spectroscopic identification of protective and non-protective corrosion coatings on steel structures in marine environment. *CorrosionScience*47(6): 2550-2570.
11. Echeverría, C.A. et al., (2000). Influencia de la corrosión atmosférica en la industria azucarera cubana. *Revista Centro Azúcar* (3): 83-86.
12. Echeverría, C.A. et al., (2001). Estudio de los problemas de corrosión, diseño anticorrosivo y protección en el Complejo Paradiso Puntarenas. Propuesta de soluciones. Matanzas. Universidad de Matanzas.
13. Echeverría, C.A. et al., (2002). Corrosión atmosférica del acero en condiciones climáticas de Cuba. Influencia del aerosol marino. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN: 959 – 16 – 0188 – 3.
14. Echeverría, C.A. (2003) (a). Métodos de protección a la atmósfera. Matanzas, Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), Universidad de Matanzas. Conferencia especializada.

15. Echeverría, C.A. et al., (2003) (b). Estudio de los problemas de corrosión diseño anticorrosivo y protección en el Complejo Paradiso Puntarenas. Propuesta de soluciones. Informe Final del Contrato Marco entre el Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT), de la Universidad de Matanzas " Camilo Cienfuegos " y el Complejo Hotelero Paradiso -Puntarenas.
16. Echeverría, C.A. et al., (2003) (c). Registro de Autor de Invención 4/2003: Procedimiento de conservación anticorrosiva de carrocerías de automóviles. Cuba.
17. Echeverría, C.A. et al., (2004). Corrosión atmosférica del acero en la Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 959 – 16 – 0250 – 2.
18. Echeverría, C.A. et al., (2005). El deterioro por corrosión de instalaciones turísticas. Retos Turísticos 3(2): 21-30.
19. Echeverría, C.A. et al., (2006). Esclarecimiento de los niveles de deposición de cloruros y sulfatos por diferentes métodos de captación establecidos internacionalmente en la Universidad de Matanzas. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 959 – 16 – 0388 – 6.
20. Echeverría, C.A. et al., (2008). Grasas de Conservación Anticorrosivas Características y Aplicaciones. Parte 1: Primeros desarrollos en la Universidad de Matanzas y en Cuba. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.
21. Echeverría, C.A. et al. (2010). Los sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) y sus aplicaciones. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.
22. Echeverría, M. et al. (2006). Goma reciclada en recubrimientos anticorrosivos y de la construcción. Memorias del IX Congreso Internacional de Reciclaje. RECICLAJE 2006, Palacio de Convenciones. La Habana, CUBA. ISSN-1607-6281.
23. Echeverría, M. et al., (2007). Estudio y evaluación de materiales compuestos de matriz asfáltica modificado con polímeros (MAP) para su aplicación como recubrimientos anticorrosivos. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 959-16-0490-4
24. Echeverría, M. et al., (2008). Los Problemas de Diseño Anticorrosivo: Factores desencadenantes de la corrosión en condiciones climáticas de Cuba. Revista Retos Turísticos 7(1).
25. Echeverría, M. et al., (2009). Influencia del diseño en la protección anticorrosiva en condiciones climáticas de Cuba. Revista Tecnología Química Vol. XXIX, No. 1.
26. Eslinda, P.A. (2012). La corrosividad atmosférica: zonas costeras, de interior y agresivas. 5(1). Disponible en: <http://www.nervion.com.mx.web>.

27. Fragata, F. (2002). La pintura como técnica de protección anticorrosiva. Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica. Parte II-Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Iberoamérica.
28. Fragata, F. et al., (2006). Compatibility and incompatibility in anticorrosive painting. The particular case of maintenance painting. *Progress in Organic Coatings* 56: 257–268.
29. González, A. (2011). Contribución a la disminución del deterioro por corrosión de una Central Eléctrica Diesel MTU Serie 4000. Tesis en Opción al Título de Máster en Ciencias de Ingeniería Química. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.
30. González, A. et al, (2013) "Influencia del diseño anticorrosivo en el deterioro por corrosión en el grupo electrónico del hotel Princesa del Mar" *Revista Retos Turísticos*. Vol.12, num.2.ISSN:2224-7947
31. González, A. et al, (2014) "Propuesta de soluciones a los problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión del grupo electrónico del hotel Punta Arena" *Revista Retos Turísticos*. Vol.13.num.1. ISSN:2224-7947
32. González, A. et al, (2015). Influencia del diseño anticorrosivo en la protección anticorrosiva del área de combustibles de una Central Eléctrica Diesel MTU SERIE 4000. *RTQ*, May 2015, vol.35, no.2, p.193-207. ISSN 2224-6185
33. Gonzales, J. (2013) " Propuesta de un Sistema Anticorrosivo y Corrosión de los Silenciadores y Radiadores de las Centrales Eléctricas Diesel MTU de Varadero", Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico.
34. López, D. (2009). " Estudio para la Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la fiabilidad Operacional y Energética en los grupos Electrógenos Modelo MTU SERIE 4000", Tesis Presentada en Opción al Grado Científico de Máster en Termoenergética Industrial.
35. López, I. (2008). "Corrosión atmosférica y conservación en obras soterradas en Matanzas. Departamento de Ingeniería Química. Matanzas, Universidad de Matanzas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: 116.
36. Mirabal, G. (2011). "Contribución a la disminución del deterioro por corrosión en el área de combustible de la Central Eléctrica Diesel MTU de Varadero", Tesis en opción al Título de Ingeniero Químico.
37. Molina, JD, et. al., Junio (2011) "Atmospheric corrosion revenue in Colombian transmission system" *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia* N° 59 pp. 257-266.
38. Morcillo M, Almeida M, Fragata F, Panssian Zehbour (2002). Corrosión y protección de metales en las atmósferas de Iberoamérica. Parte II- Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de

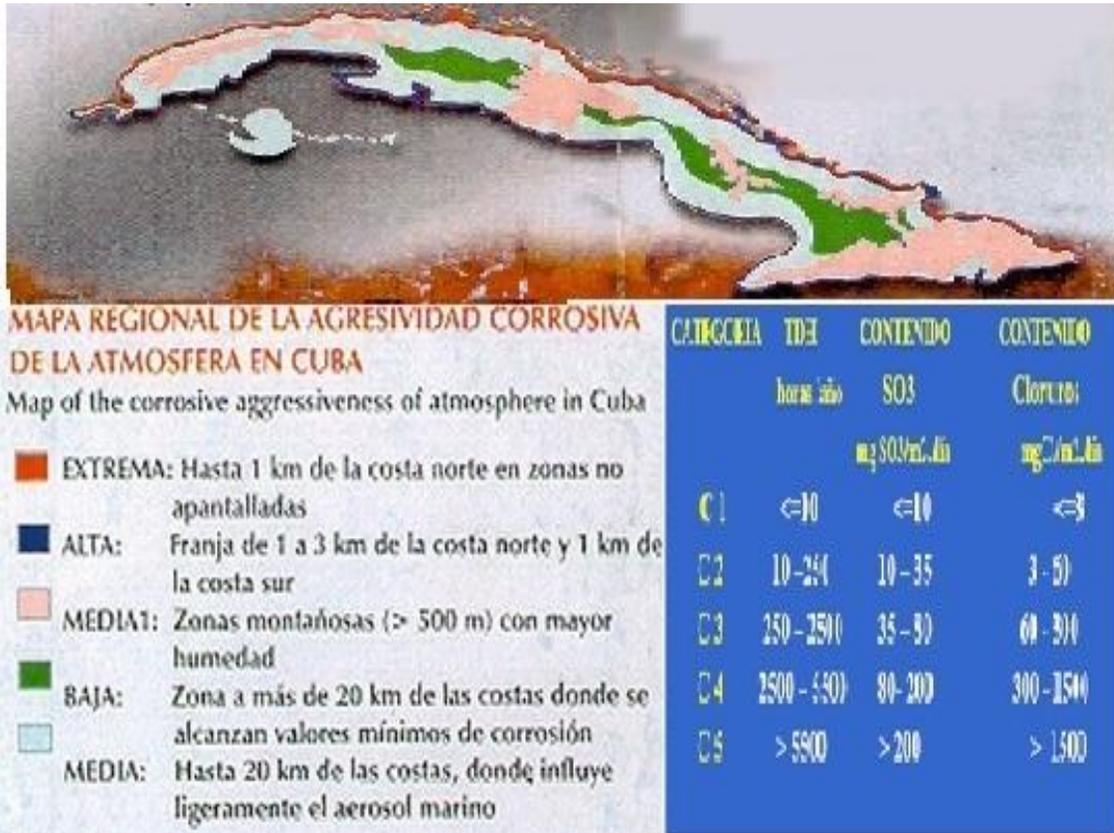
- Iberoamérica (Red Temática Patina, XV.D/CYTED). Capítulo: Fundamento sobre la protección anticorrosiva de metales en la atmósfera. Madrid. España.
39. Morcillo, M. et al., (2002) (a). Factors influencing the corrosion behavior of coated steel sheets in lap-joints. Report EUR 20067 EN.
 40. Morcillo, M. et al., (2002) (b). Corrosión y protección de metales en atmósferas de Ibero América. Parte II- Protección anticorrosiva de metales en las atmósferas de Ibero América (Red temática Pátina). Madrid.
 41. NACE Corporation. (2003). Costos de la corrosión y estrategias preventivas en los EE.UU. Disponible en: <http://www.costosnace.com>. Consultado: diciembre 2014.
 42. Ochoa, et al., (2005). Pinturas anticorrosivas. Habana, Empresa Nacional de Pinturas.
 43. Pierre, R. (2007). Handbook of Corrosion Engineering. New York. United State.
 44. Revuelta, E. (2000). Estudios de los problemas de corrosión en sistemas de gas natural en la EPEP-Centro. Matanzas, Universidad de Matanzas. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias: 116.
 45. Roberge, P. (2000). Handbook of Corrosion Engineering. Quebec, McGraw-Hill Companies.
 46. Rocha, José. Andradi da Silva. (2003). Productos electro – electrónicos en Ambientes Tropicales. Campiñas, SP: SITTA, gráfica.
 47. Rodríguez, M.T. (2004). Formulación y evaluación de imprimaciones epoxis anticorrosivas curables a temperatura ambiente. Departamento de Ciencias Experimentales. Castellón, Universitat Jaume I. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: 251.
 48. Schmidt, D.P. et al., (2006). Corrosion protection assessment of sacrificial coating systems as a function of exposure time in a marine environment. Progress in Organic Coatings 57: 352–364.
 49. Shifler, D. (2005). Understanding material interactions in marine environments to promote extended structural life. Corrosion Science 47(5): 2335-2352.
 50. UNE-EN ISO 11303. (2009). Corrosión de metales y aleaciones. Directrices para la selección de métodos de protección contra la corrosión atmosférica.
 51. NC-ISO 12944 – 1:(2008). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. General Introduction.
 52. NC-ISO 12 944-2 (2008). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part2: Clasificación de ambientes.

53. NC-ISO 12 944-3 (2007). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part4: Tipos y preparación de superficies. Consideraciones de diseño.
54. NC-ISO 12 944-4 (2014). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Part4: Tipos y preparación de superficies.
55. NC-ISO 12 944-5 (2008). Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 5: Sistemas de pinturas protectores.
56. NC-ISO 12944-6 : (2007). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Laboratory performance test methods.
57. NC-ISO 12944-8: (2014). Pinturas y Barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Especificaciones para el desarrollo de nuevos trabajos y el mantenimiento.
58. Vera R, Delgado D, Araya R, Puentes M. 2012Rev. LatinAm. Metal. Mat.; 32 (2): 269-276.

ANEXOS

Anexo 1

Mapa de Agresividad Corrosiva de la Atmósfera de Cuba



FICHA TÉCNICA DISTIN 314

Grasa Semisólida Conservante y Lubricante.

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 oleo química, 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. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

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: 256811. E.Mail: carlos.echeverria@umcc.cu

FICHA TÉCNICA DISTIN 314 L

Grasa Líquida Tipo Solvente 314L.

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 de tuberías, laminados y perfiles almacenados a la intemperie. Proporciona impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, 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, no se emulsiona, ni chorrea a temperatura ambiente. No afecta los recubrimientos de pintura. 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, no se emulsiona por contacto. Se recomienda más de una capa por proyección. Existen experiencias de su aplicación en la conservación de componentes huecos y áreas cerradas. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

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 el número de capas.

>> 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 la conservación de materiales oxidados que permanecen almacenados a la intemperie y en la conservación estructural en componentes huecos, áreas cerradas y zonas inaccesibles de estructuras metálicas no pintadas, donde incluye parte inferior de contenedores, 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 éstas u otras aplicaciones. Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 256811. Email: carlos.echeverria@umcc.cu.



FICHA TECNICA DISTIN 404

Mástique Asfáltico Semisólido con goma

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

Modo de Aplicación:

Proyección: Podría aplicarse cuando se prepara de forma líquida, en este caso se recomienda el producto DISTIN 403 L.

Esparcimiento: Se recomienda el esparcimiento con espátula del producto en frío o en caliente donde mejora la aplicación.

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

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

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

Condiciones de Protección:

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

Bajo techo: Garantiza la protección por un mayor período.

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

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

Comuníquese: Teléfono: 256811 Fax: 253101 E-mail: merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu



FICHA TÉCNICA DISTIN 404 L

Mástique Asfáltico Líquido

Mástique asfáltico de consistencia líquida para la protección anticorrosiva y conservación de superficies metálicas. Ofrece una capa protectora de la superficie por evaporación del solvente, resistente a altas temperaturas, deformaciones por golpes de agua, piedras, etc. la cual penetra en todas las cavidades e intersticios que puedan existir y protege contra la acción agresiva de la atmósfera. Especialmente preparado como recubrimiento antigrailla 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.

Comuníquese: Teléfono: 256811. Fax: 253101 E-mail: merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu



FICHA TÉCNICA DISTIN 504

Disolución de Fosfatado Decapante Acción Rápida

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

Modo de Aplicación:

Proyección: Pudiera aplicarse en áreas de difícil acceso, pero no resulta el método más adecuado por su carácter ácido, que requiere de protección.

Inmersión: Se introduce la pieza desde 5 a 15 minutos en dependencia del grado de oxidación de la superficie a tratar, lográndose un alto rendimiento del baño, no requiere enjuague ni neutralización posterior si se espera al menos 72 horas para completamiento de la reacción.

Frotado: Se emplea este método cuando no pueden ser empleado el método de inmersión, sobre todo en estructuras montadas, en el tratamiento de superficies oxidadas. Se recomienda para el aluminio y el zinc frotados ligeros.

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

Rendimiento: Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 10 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.

Pasó el ensayo climático de Humedad – Temperatura, acreditado por el Laboratorio LABET, por las Normas UNE – EN – ISO 6270: 06 y DIN 50017:82, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono, durante 1600 horas, sin afectaciones.

Condiciones de Conservación:

Intemperie: De no encontrarse contaminada la superficie con aerosol marino, puede proteger la estructura por un período de hasta una semana.

Bajo techo: Garantiza la protección temporal por varias semanas.

Almacén cerrado: Puede mantener las piezas protegidas hasta un mes o más, lo cual no se prefiere, dada la posibilidad de contaminación de la superficie.

Interior de tanques: Puede utilizarse para preparar la superficie no pintada y protege la superficie durante meses si se logra un buen secado y sellaje. Procedimiento indicado especialmente para instalación de tanques de combustible.

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

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

Comuníquese: Teléfono: 256811. Fax: 253101 E-mail: merca.ceat@umcc.cu, o comercial.ceat@umcc.cu.

Anexo 7



Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas
"Camilo Cienfuegos". Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

FICHA TECNICA DISTIN 603 L.

Cera Abrillantadora e Impermeabilizante Líquida.

Es una cera líquida especialmente preparada para la protección de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno, que junto con los contaminantes atmosféricos son los 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 del 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.

>>Proyección: Pudiera aplicarse, pero no se recomienda, ya que se pierde mucho producto.

>> Frotado: Es el método más recomendado, para producir una fina capa sobre la superficie de pintura.

>>Rendimiento: Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquidos de 8 a 10 m² /Litro. 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 aplicado.

>>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.

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.

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

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: 256811. Email: carlos.echeverria@umcc.cu

Anexo 8



Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas
"Camilo Cienfuegos". Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

FICHA TÉCNICA DISTIN 318 A

Aceite de Conservación

Es un aceite especialmente preparado para la conservación del grupo cilindro – pistón en los motores de combustión interna, se fabrica con el propio aceite que se emplea en cada tipo de motor, con lo que se evita tener que retirar el producto para proceder al arranque. Por su composición líquida penetra a fondo, protege a las superficies de la oxidación y neutraliza la acción de los agentes agresivos del ambiente y de la propia combustión. Proporciona impermeabilidad al agua en superficies oxidadas, no oxidadas o con recubrimientos, con resistencia a la corrosión en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. Se formula para la conservación de Grupos Electrónicos.

Método de Protección:

>> Inmersión: Se introducen las piezas que se quieren proteger en el aceite de conservación, cuando se desea que la misma penetre a componentes huecos y orificios.

>> Esparcimiento: Se emplea este método en la protección del grupo cilindro - pistón.

>> Rendimiento: Se corresponde con el generalmente establecido para los productos líquido de 8 a 10 m² /Litro.

Protección Anticorrosiva:

El recubrimiento formado, proporciona una protección temporal de las superficies metálicas por meses en las condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad, propias de las zonas con influencia marina. Existen experiencias de su aplicación en la conservación de objetos museables. Pasó el ensayo de Resistencia a la humedad y Temperatura con condensación constante durante 1600 horas, sobre probetas de acero de bajo contenido de carbono por la norma UNE – EN – ISO 6 270: 06 y DIN 50017: 82, y el ensayo de Resistencia a la niebla salina durante 500 horas por la norma ISO 9 227: 07, sin afectaciones. Estos ensayos se realizaron por el Laboratorio LABET.

Condiciones de Conservación:

>> Intemperie: No se recomienda para estas condiciones, aunque proporciona una capa impermeable que resiste la acción de la intemperie por días.

>> Bajo techo: Garantiza la protección temporal por meses y resiste el ataque de microorganismos causantes de la corrosión microbiológica.

>> Almacén cerrado: Garantiza protección temporal por meses con las mismas características.

Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

Por sus características está especialmente formulado para la conservación del grupo cilindro – pistón en motores de combustión interna. Estos aceites de conservación se formulan con los mismos aceites que se emplean como lubricantes en los motores de combustión interna, evitando así la sustitución del aceite cuando se aplica la conservación.

Transportación y Almacenamiento:

El producto puede ser suministrado en tanques de 20, 5 y 1 litro y otras capacidades en función de los requerimientos del cliente. En estas condiciones se garantizan 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: 256811. E. Mail: carlos.echeverria@umcc.cu