

UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS
UNIDAD DE DESARROLLO E INNOVACIÓN
CENTRO DE ANTICORROSIVOS Y TENSOACTIVOS (CEAT)



Título: Diagnostico de los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión de la bala de gas en la Estación Colectora Seboruco.

Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Químico.

AUTOR: Tony Noda Alvarez.

TUTOR: Ing. Medardo Domínguez Límia.

Profesor Asistente.

Ing. Carlos Alberto Nuñez Martínez.

Empresa Comercializadora Combustibles de Matanzas.

Matanzas, 2020

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, Tony Noda Alvarez 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.

Firma: _____

Idanys Ponte Hernández

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma:

Presidente del Tribunal

Miembro del Tribunal

Miembro de Tribunal

Provincia: _____ Fecha: _____

Calificación: _____

Agradecimientos.

- A mis tutores Ing. Medardo Domínguez Límia por el tiempo y la dedicación que me ha brindado para la realización de este trabajo de diploma y al Ing. Carlos Alberto Núñez Martínez de la Empresa Comercializadora Combustibles de Matanzas por su apoyo incondicional y toda la información que me brindo.
- A todos mis profesores que durante estos años han contribuido a mi superación profesional.
- A mis compañeros de estudio por brindarme su amistad y experiencias inolvidables.
- Y en especial a mis padres por su apoyo incondicional.

Dedicatoria

A mis padres por ser mi ejemplo, por su infinito amor, por estar siempre a mi lado, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de todos estos años y por darme los cimientos y valores para la realización de cualquier meta que me proponga.

A mi familia por alentarme a seguir adelante y a no rendirme nunca.

A todos mis amigos porque siempre me han brindado su apoyo incondicional y confianza.

Agradecimientos

- A mis tutores Ing. Medardo Domínguez Limia por el tiempo y la dedicación que me ha brindado para la realización de este trabajo de diploma y al Ing. Carlos Alberto Núñez Martínez de la Empresa Comercializadora Combustibles de Matanzas por su apoyo incondicional y toda la información que me brindo.
- A todos mis profesores que durante estos años han contribuido a mi superación profesional.
- A mis compañeros de estudio por brindarme su amistad y experiencias inolvidables.
- Y en especial a mis padres por su apoyo incondicional.

Resumen:

En el presente trabajo se identificaran los daños que provoca la corrosión en la bala de gas de la Estación Colectora Seboruco de la Empresa CUPET Matanzas y las principales causas, destacándose los problemas de diseño anticorrosivo, además de la alta agresividad corrosiva que caracteriza la zona, la falta de preparación del personal y los deficientes métodos de protección anticorrosiva y conservación, trayendo consigo un menor tiempo de vida útil de las instalaciones y afectaciones serias en la economía por lo que se propone un Sistema de Protección Anticorrosiva y Conservación la bala de gas de la Estación Colectora Seboruco con productos certificados en laboratorios acreditados y de producción nacional.

Abstract

In this work identified the damages that causes the corrosion in the gas tank in La Estacion Colectora de Seboruco, and the main causes that provoke them, pointing out the problems in the anticorrosive design, besides the high corrosive aggressiveness that characterize the zone, the lack of skills of the personal and the poor methods of anticorrosive protection and preservation bringing about less time of existence of the installations and great affectation in the economy, that's why. It is proposed a System of Anticorrosive Protection and Conservation of the gas tank in La Estacion Colectora de Seboruco, with certified products in accredited laboratory and of national production.

Índice

Introducción:	1
Capítulo I: Análisis Bibliográfico.....	3
1.1 La corrosión atmosférica en Cuba.	3
1.1.2 Agresividad corrosiva de la atmósfera.	4
1.1.3 El ión cloruro y la corrosión atmosférica.	6
1.1.4 El ión sulfato y la corrosión atmosférica.	6
1.2 Clasificación de la corrosión.	7
1.2.1 Tipos de destrucciones por corrosión.....	9
1.3 Incidencia económica de la corrosión.....	10
1.4 Factores que influyen en la velocidad de corrosión.....	11
1.4.1 Corrosión en exterior de balsas de almacenamiento de gas.....	13
1.5 Diseño Anticorrosivo	13
1.6. Preparación Superficial.	17
1.7. Sistemas de pinturas protectores.	18
Conclusiones Parciales del Capítulo:	19
Capítulo II: Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.	20
2.1 Materiales y métodos.....	20
2.2 Problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión.....	21
2.3 Preparación de la superficie.	27
2.3.1 Protección del Área.	27
2.3.2 Preparación del acero antes de pintar.	28
2.3.3 Lavado y desengrase.	28
2.4 Productos Anticorrosivos de protección temporal.....	28
2.4.1 Grasas de conservación.	28
2.4.2 Materiales compuestos de matriz asfáltica.	29
2.4.3 Disolución de Fosfatado.	30
2.4.4 Cera abrillantadora e impermeabilizante.	30
2.5 Conclusiones Parciales del Capítulo II.	30
Conclusiones Generales	32
Recomendaciones.....	33
Bibliografía	34

Introducción:

En muchos países del mundo, la agresividad corrosiva de la atmósfera, provoca elevados costos en la explotación de las instalaciones industriales, equipos, medios de transporte, etc; afectando seriamente su eficiencia, siendo necesario en las actuales condiciones un bien duradero. Tanto los países desarrollados como los subdesarrollados luchan contra la corrosión y muchos lo han implementado utilizando estudios de factibilidad.

Cuba es un país ubicado en el Mar Caribe, que se caracteriza por su forma estrecha de norte a sur y alargada de este a oeste, por tener un clima tropical cálido y muy húmedo, además de la acción de los vientos que oscilan del noreste transportan el aerosol marino que contiene iones de cloruros y sulfatos. Debido a estas características el territorio es vulnerable a la alta agresividad corrosiva, sobretodo la costa norte. Estas condiciones afectan seriamente las estructuras metálicas principalmente las que se encuentran en el norte donde la corrosión se clasifica de extrema.

La bala de gas de la Estación Colectora Seboruco se encuentra en la zona industrial de Matanzas, tiene como misión la recepción y almacenamiento de gas que es separado del petróleo crudo. La agresividad corrosiva en esta instalación, y los problemas de diseños anticorrosivos, entre otros factores, provocan el deterioro prematuro por corrosión de los tanques de almacenamientos y demás equipos metálicos. También por la falta de exigencia, el control de la calidad de los procesos de diseño, construcción, preparación superficial, la aplicación de recubrimientos y protección adicional, conllevan a que los resultados en cuanto a protección no sean los esperados. Por tanto es necesario realizar un diagnostico de los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión de la bala de gas para disminuir los daños por corrosión. Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea el problema siguiente:

Problema Científico:

El deterioro por corrosión que presenta la bala de gas en la Estación Colectora Seboruco.

Por lo que se propone como hipótesis:

Hipótesis:

Si se realiza un diagnóstico del deterioro de la bala de gas en la Estación Colectora Seboruco se podrán identificar los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión que esta presenta.

Objetivo General:

Realizar un diagnóstico a la bala de gas en la Estación Colectora Seboruco para identificar los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión.

Objetivos específicos:

- Realizar una búsqueda y estudio bibliográfico de la temática.
- Identificar los problemas de diseño anticorrosivo según la clasificación que establecen las normas técnicas establecidas.
- Identificar productos anticorrosivos que permitan atenuar los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión identificados.

Capítulo I: Análisis Bibliográfico.

1.1 La corrosión atmosférica en Cuba.

La corrosión es el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno; es la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos. El proceso de corrosión es natural y espontáneo. En la corrosión intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua, o por medio de una reacción electroquímica. Tomashov y Feliú clasifican las atmósferas de acuerdo con el grado de contaminación y la naturaleza de los contaminantes, no considerando otros factores que impiden lograr en todos los casos una descripción acertada de la realidad. Martel, y González, A. et al. 2018 (a), coinciden en que 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 .

(Gil, 2011), plantea que en términos técnicos simplificados, la corrosión ha sido definida como la destrucción de un metal por reacción química o electroquímica con el medio ambiente y representa la diferencia entre una operación libre de problemas, con gastos en operación muy elevados.

Según (Vázquez, 2013), La corrosión ha sido siempre un problema mayor en las industrias de procesos relacionadas con el gas y el petróleo. A medida que la industria ha ido creciendo y adoptando procesos modernos, los problemas de corrosión se han vuelto más numerosos y complejos. El 56% de los casos de fallas se relacionan con ambientes corrosivos.

La atmósfera es uno de los medios corrosivos naturales que más se han difundido ampliamente y, es precisamente, en este medio donde ocurre la mayor parte del daño por corrosión a equipos y estructuras metálicas, además de que alrededor de un 80% de las estructuras metálicas están expuestas a la atmósfera y alrededor de un 50% de estas pérdidas por corrosión, se deben a la atmosférica, según plantean los estudios realizados por varios autores (Domínguez, J.1987; Ruiz, R. et al. 2010).

1.1.2 Agresividad corrosiva de la atmósfera.

Considerando los parámetros que intervienen en la velocidad de corrosión, queda demostrado que resulta decisivo en la clasificación de la agresividad corrosiva de la atmósfera, coincidiendo así la mayoría de los investigadores, sin dejar atrás otros factores de importancia como la humedad, los vientos y temperatura. La agresividad corrosiva de la atmósfera es un factor de gran importancia cuando se proyectan y construyen nuevas inversiones, se realizan investigaciones sobre métodos de protección y se determinan sistemas de recubrimiento, entre otras aplicaciones. (González, A. et al. 2015), (Echeverría, C.A. et al. 2006, 2010, NC 12944 - 2: 2017), clasifica las atmósferas de acuerdo con el grado de contaminación y la naturaleza de los contaminantes, clasificándose en: industrial, marina, urbana, rurales, urbanas-marinas, industriales-marinas, urbanas industriales, rurales interiores y otras combinaciones de éstas. Donde se plantea que la atmósfera más corrosiva es la industrial altamente contaminada, y la menos corrosiva la atmósfera rural pura.

La determinación del nivel de la agresividad corrosiva de la zona donde está ubicada la instalación es un factor importante. En la Norma (NC 12944 - 2:2017) se establece la clasificación de la atmósfera, además del Mapa de Agresividad Corrosiva de la República de Cuba (Anexo 2). 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, los espesores de la pintura que se debe aplicar y los productos para la protección anticorrosiva y conservación adicional que se apliquen y el tiempo en que resultan efectivos los mismos.

A continuación se expresan los factores que afectan la velocidad de la corrosión.

➤ **Influencia de los vientos.**

Según (González, A. et al. 2018 (a)) en Cuba el encargado de transportar los contaminantes es el viento. Destaca (Echeverría, C.A. et al. 2006) que la velocidad del viento puede promover un doble efecto, si se conjuga con la lluvia ya que en ausencia de esta, una alta velocidad del viento produce un efecto de secado sobre la superficie y por ende un decrecimiento en la velocidad de corrosión. Por su parte, un efecto combinado de la lluvia con el viento, da lugar al lavado de la superficie del metal, es decir una remoción de los contaminantes que aceleran el proceso corrosivo y por tanto también disminuye la velocidad de corrosión.

Según (González, A. et al. 2018 (b)) refiere que la velocidad de corrosión depende de la velocidad y dirección del viento.

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

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

El aerosol marino está constituido por agua de mar o sal de mar que en pequeñas partículas son arrastradas por los vientos desde la superficie del mar y transportado a grandes distancias y grandes alturas. Para los países costeros y las islas, este constituye uno de los factores que mayores influencias tiene en las elevadas pérdidas por corrosión que se producen en estas áreas. En las condiciones climáticas de Cuba, este factor resulta determinante, aspecto destacado por. (Echeverría, C.A. et al. 2006; 2010)

Por otra parte, en cuanto a las condiciones ambientales de Cuba se ha planteado que se distinguen 2 períodos cualitativamente diferentes en el año, uno es la temporada invernal o de seca (octubre a marzo), con gran influencia de los vientos del norte-nordeste que producen grandes concentraciones de

aerosol marino en el aire y el otro es la temporada de lluvias o de verano (abril a septiembre), donde los vientos provenientes del sur son de poca envergadura (Echeverría, C.A. et al. 2006).

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.

1.1.3 El ión cloruro y la corrosión atmosférica.

La influencia del ión 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, 2002), (Corvo, 1995), y (Gómez, 1999). Citando a Espada, (Gómez, 1999) plantea que la deposición de iones Cl.- tiene un efecto de compactación de la capa de óxidos, pero que dicho ión 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 hierro y el acero es un proceso de naturaleza electroquímica, bastante conocido, por lo que el hierro en presencia de oxígeno y humedad conduce a la formación de una capa de herrumbre. La reacción anódica parcial viene dada por la disolución del metal.

1.1.4 El ión sulfato y la corrosión atmosférica.

(Tomashov, 1979), determina que del total de sales que contiene el agua de mar, el 7,68% en peso corresponde al ión sulfato.

Las emisiones de ión sulfato no resulta despreciable si se tiene en cuenta que el sulfato procede del aerosol marino, máxime cuando no se reporta en Cuba una contaminación apreciable por dióxido de azufre.

La corrosión atmosférica es más rápida cuando el contenido de dióxido de azufre en la atmósfera es más alto. (Gómez, 1999). Asimismo, se demostró que la herrumbre se forma más rápidamente durante las estaciones del año en las que el contenido de dióxido de azufre es más alto y que una pequeña cantidad produce un volumen relativamente grande de herrumbre.

Cuando se acumula sobre la superficie metálica suficiente producto de corrosión, principalmente sulfato ferroso y óxido, las condiciones son favorables para que exista un intercambio electroquímico en la celda $Fe/FeSO_4/FeOOH$.

En investigaciones más recientes de la corrosión atmosférica en Cuba, no se ha logrado demostrar la influencia directa del sulfato en la corrosión del acero a partir de correlaciones matemáticas. En el trabajo de (Gómez, 1999), no se demuestra de igual forma la influencia directa.

En investigaciones en Ibero América, al respecto de la influencia del sulfato en la corrosión, existen muy pocas referencias, la mayoría de ellas tratan la influencia del dióxido de azufre, reportadas en la publicación que recoge las investigaciones del Programa MICAT (Maldonado, 1998).

1.2 Clasificación de la corrosión.

Por el mecanismo con que fluye el proceso de corrosión, esta se divide en corrosión química y electroquímica.

La corrosión química: es la corrosión de los metales en los no electrolitos líquidos (por ejemplo, aceites anhidros, petróleo, etc.) o en gases secos, principalmente a temperaturas más altas (corrosión por gas).

La corrosión electroquímica: es la corrosión de los metales en los medios conductores (entornos) electrolíticos. En la práctica, a menudo la corrosión química puede anteceder a la electroquímica por diversas razones (humedad, la inestabilidad de compuestos orgánicos y otros).

Según los términos de origen y fluido del proceso de corrosión los tipos más comunes de corrosión de los metales son los siguientes:

- **Corrosión atmosférica:** en el aire (en la atmósfera a la intemperie, en interiores).
- **Corrosión terrenal (suelo, subterránea):** en los suelos.
- **Corrosión en electrolitos** (marítima, fluvial, ácida, alcalina, sales, en masas fundidas de sales y álcalis).
- **Corrosión electrolitos no líquidos:** halógenos líquidos, azufre fundido, disolventes orgánicos, combustibles líquidos, etc.
- **Corrosión gaseosa:** en gases secos a altas temperaturas.
- **Corrosión bajo tensión:** bajo la acción simultánea del ambiente corrosivo y las tensiones mecánicas.
- **Corrosión por fricción (erosión por corrosión):** con la acción del ambiente corrosivo en términos de roce de metal contra otra superficie dura.
- **Corrosión por cavitación:** durante la acción de choque (cavitación) del entorno corrosivo.
- **Corrosión en hendidura:** en las grietas y huecos de unión de estructuras.
- **Corrosión de contacto:** bajo la influencia de los electrolitos en la unión de dos o más piezas de metal con diferentes el potenciales de electrodo.
- **Corrosión estructural:** causado por la heterogeneidad de la estructura metálica.
- **Corrosión por corriente externa:** bajo la acción del medio electrolíticamente conductor y la corriente eléctrica desde una fuente externa.
- **Corrosión por corriente parásito:** bajo la influencia del medio electrolítico conductor y corrientes parásitas.
- **Biocorrosión:** bajo la influencia de los productos de macro y microorganismos.

- **La corrosión por rozamiento:** por el desplazamiento oscilatorio (vibración) de dos superficies conectadas entre sí y la acción del ambiente corrosivo.

1.2.1 Tipos de destrucciones por corrosión.

Dependiendo de la naturaleza del metal, el ambiente de trabajo, las condiciones externas y de otros factores la fractura de metal se produce de diferentes maneras.

Se distinguen los siguientes tipos principales de daños (deterioros o destrucciones) por corrosión:

a) - la corrosión común (continua): que cubre toda la superficie del metal. La corrosión común puede ser:

- **uniforme:** fluye a la misma velocidad en toda la superficie de la muestra o artículo, por ejemplo, la corrosión en diferentes estructuras de acero al carbono en soluciones de H_2SO_4 (Anexo 1: Dibujo, a).

- **irregular:** que fluye a diferentes velocidades en diferentes partes de la superficie, por ejemplo, la corrosión de acero al carbono en agua de mar (Anexo 1: Dibujo, b).

- **electrol (selectiva):** en ella se descompone principalmente un componente de la aleación o un componente estructural, por ejemplo, desgalvanización del latón o la grafitización del hierro fundido (Anexo 1: Dibujo, c).

b) - corrosión local (no ajena): que cubre sólo algunas partes de la superficie de metal. La corrosión local puede ser:

- **por manchas:** en forma de manchas individuales, por ejemplo: como la corrosión del latón en agua de mar (Anexo 1: Dibujo, d).

- **por picaduras:** en forma de platos hondos separados (hendiduras), por ejemplo, la corrosión de los aceros en el suelo (Anexo 1: Dibujo, e).

- **Puntiforme (pitting):** en forma de puntos separados con un diámetro de 0,1... 2 mm, por ejemplo, la corrosión de acero inoxidable cromo-níquel en agua de mar (Anexo 1: Dibujo, f).
- **Pasante:** en forma de orificios pasantes (Anexo 1: Dibujo, g).
- **Subsuperficial:** a partir de la superficie, pero se distribuye principalmente bajo la superficie del metal (Anexo 1: Dibujo, h).
- **Intergranular (intercrystallite):** su propagación ocurre a lo largo de las fronteras (perímetro) de los granos (cristalitos) de metal, por ejemplo, la corrosión de algunos aceros de cromo-níquel bajo ciertas condiciones (Anexo 1: Dibujo, i).
- **corrosión por agrietamiento:** la creación de la grieta simultáneamente a la acción del entorno corrosivo las tensiones de tracción (Anexo 1: Dibujo, j).

1.3 Incidencia económica de la corrosión.

De los primeros reportes de la incidencia económica de la corrosión, se encuentra el Reporte Hoar en 1971, que consistió en un informe del Comité de Corrosión y Protección del Ministerio de Comercio e Industria en Londres, presidido por Hoar, según refiere (González, 1989). En el cual se estima las pérdidas anuales causadas por la corrosión, en los países industrializados y en vías de desarrollo, en alrededor del 3,5 % del Producto Nacional Bruto (PNB), cifra en la que se incluye solamente las pérdidas directas. Se expresa además, que los mayores ahorros potenciales en los costos de la corrosión, provienen de un mejor uso de los conocimientos ya adquiridos, cuya correcta aplicación se estima que representaría una reducción de pérdidas del 22,7 %, como resultado de la reducción de los costos en un grupo de sectores industriales. Coincidiendo (NACE Corporation, 2003), con ahorros de un 25-30 %. Sería de interés por tanto producir ahorros de esta magnitud en los costos por mantenimiento que se reportan actualmente y que se consideran de elevados, afectando directamente la eficiencia de la empresa.

Las acciones que más contribuyen a la disminución de las pérdidas (Espada, 2005), radican en el racional uso de materiales en función del medio,

tratamientos anticorrosivos más idóneos y el diseño adecuado desde la etapa del proyecto. Precisamente la tecnología de los SIPAYC está dirigida a complementar estos requisitos que normalmente no se consideran en la protección anticorrosiva.

Para hacer comparaciones entre países, los costos de la corrosión han continuado expresándose usualmente como una proporción del PNB, en un rango entre el 2 y el 5% (Roberge, Klassen et al, 2002; Biezna and San Cristobal, 2005), y dependiendo principalmente si las pérdidas indirectas atribuidas a la corrosión han sido consideradas en adición a la pérdidas directas. De un estudio realizado en el CEAT, se utiliza el rango del 3 al 4% del PIB (Echeverría, González et al, 2002), se asume para Cuba el 4%, que como se observa no corresponde al mayor nivel de pérdidas reportado, atendiendo a la agresividad corrosiva y la situación económica del país.

Tomashov estima que el 50% de los costos por corrosión corresponden a la corrosión atmosférica (Tomashov, 1979), planteamiento con el que coinciden investigadores del tema (Betancourt, Corvo et al, 2002; Echeverría, González et al, 2002; Echeverría, Rodríguez et al, 2004; Echeverría, Echeverría M (hija) et al, 2005; Echeverría, Echeverría M (hija) et al, 2006; Echeverría (hija), Echeverría et al, 2007).

1.4 Factores que influyen en la velocidad de corrosión.

Según (Echeverría, CA. et al, 2006) los principales factores que operan en la corrosión atmosférica son:

Factores externos:

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

- Como naturaleza y propiedades electroquímicas del metal, así como características de los productos de corrosión. El efecto combinado de varios de ellos, es lo que causa las mayores pérdidas.

Los principales factores que se deben considerar en el estudio de las protecciones contra la oxidación y la corrosión son los siguientes:

a) Clase y estado del metal.

Evidentemente hay que tener en cuenta, en primer lugar, la clase de metal y el estado en que se encuentra. Para esto hay que conocer su posición química, su constitución, estructura, impurezas que contiene, procedimientos de elaboración, tratamientos térmicos a que ha sido sometido, tratamientos mecánicos, etc. Las heterogeneidades químicas, estructurales y las debidas a tensiones internas originan pares galvánicos que aceleran la corrosión.

b) Estado de la bala de gas.

Destaca el estado de la superficie (los surcos de mecanizado, rayas, grietas, orificios, etc., favorecen la corrosión; por el contrario, un pulido perfecto la dificulta), su radio de curvatura y orientación con relación a la vertical, naturaleza del tanque en contacto y esfuerzos a que está sometida.

c) Medio en que se encuentra.

El ataque al metal partirá del medio en que se encuentra y, por tanto, cuanto mejor lo conozcamos, más fácilmente será prever la clase de corrosión que se puede producir y los medios de evitarla. Sobre el medio conviene conocer su naturaleza química, su concentración, el porcentaje de oxígeno disuelto, el índice de acidez (pH), presión, temperatura, etc.

d) Clase de contacto entre el metal y el medio en que se encuentra.

El contacto entre el metal y el medio en que se encuentra queda definido por la forma del tanque, estado de la superficie, condiciones de inmersión, etc.

En sistemas con flujo se deberán evitar, bien por diseño o cualquier otro método las zonas muertas, donde puedan estancarse el fluido, pues se formaran depósitos de productos de corrosión, debajo de los cuales pueden producirse una intensa corrosión localizada. (Domínguez, J, 2010).

Teniendo en cuenta cada uno de estos factores podemos resaltar que juegan un papel fundamental en la aparición y aceleración de la velocidad de

corrosión, sin embargo las mayores pérdidas ocurren en el efecto que ocasionan cuando se combinan varios de ellos.

1.4.1 Corrosión en exterior de balas de almacenamiento de gas.

La corrosión atmosférica puede ocurrir sobre las partes externas de una bala de gas, 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 las balas de gas 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 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)

1.5 Diseño Anticorrosivo

Los principales causantes de los problemas de corrosión son generalmente los problemas de diseño anticorrosivo, los cuales surgen durante el diseño del equipo y darle solución de forma posterior incurre en mayores gastos. (Echeverría, A. et al, 2008).

Para prolongar la vida útil de las estructuras es de vital importancia el diseño apropiado, que de conjunto con la selección de materiales permite regular la ocurrencia de muchas formas de corrosión. (Méndez, O. et al. 2009).

Existen una serie de Normas Internacionales que presentan los diferentes problemas de diseño anticorrosivo, en particular las Normas (ISO 12944 – 1, 3, 5, 6: 2017). Dichas normas establecen en su conjunto los criterios básicos de diseño, que deben cumplir como consideración técnica que: “El sistema protector debe ser efectivo por el tiempo de vida de la estructura”. Es decir, cuando se presente un problema de diseño anticorrosivo, hay que garantizar

mediante una protección adicional la durabilidad del sistema protector. (González, A. et al, 2018).

Las superficies de las estructuras de acero expuestas a los agentes corrosivos deben ser pequeñas en extensión y tener el número más pequeño posible de irregularidades (por ejemplo, superposiciones, esquinas, bordes). Las uniones deben ser realizadas preferiblemente mediante soldadura, en vez de atornilladas o ribeteadas, para conseguir la superficie más uniforme posible. Las soldaduras discontinuas y por puntos se deben usar solamente cuando los riesgos de corrosión sean insignificantes. (ISO 12944 – 3: 2017).

Atendiendo al criterio de (González, A. et al. 2018), entre los problemas de diseño anticorrosivo encontramos:

- **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 50 mm y profundidades menores de 100 mm, para garantizar todas las operaciones de preparación de superficie, aplicación de recubrimientos y mantenimiento.

- **Tratamiento de orificios:**

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

- **Prevención de la corrosión galvánica:**

Cuando exista continuidad eléctrica entre dos metales de diferente potencial electroquímico en condiciones de exposición continua o periódica a la humedad

(electrolito), tendrá lugar la corrosión del metal menos noble de los dos. La velocidad de corrosión depende, entre otros factores, de la diferencia de potencial entre los dos metales conectados, sus áreas relativas, la naturaleza y período de acción del electrolito.

- **Entallas:**

Las entallas en refuerzos, almas o componentes de construcción similares deben tener un radio mínimo de 50 mm, para permitir la preparación adecuada de la superficie y la aplicación de un sistema de pintura protector.

- **Refuerzos:**

Cuando se requieren refuerzos es esencial que la intersección entre el refuerzo y los componentes colindantes esté soldada a todo alrededor, para prevenir la formación de huecos. El diseño de refuerzos no debe permitir la retención de depósitos, ni agua, pero sí el acceso para la preparación de la superficie y la aplicación de un sistema de protector.

- **Manipulación, transporte y montaje:**

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

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

Deben evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, y de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos. El diseñador también debe tener en cuenta los posibles efectos de contaminación por descuelgues, por ejemplo, de productos de corrosión de acero suave sobre aceros inoxidable que puedan provocar la corrosión de estos últimos.

- **Bordes:**

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

- **Imperfecciones en la superficie de las soldaduras:**

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

- **Conexiones con pernos:**

- **Conexiones antideslizantes con pernos de alta resistencia:**

Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse por chorreado, previo al montaje, hasta un grado de preparación mínimo de Sa 2 ½, tal y como se define en la norma, con una rugosidad acordada y en la superficie de fricción puede aplicarse un material protector con un coeficiente de rozamiento apropiado.

- **Conexiones precargadas:**

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

- **Áreas cerradas y componentes huecos:**

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

expuestos a la humedad superficial, deben estar provistos de aberturas de drenaje y estar protegidos de un modo efectivo contra la corrosión.

Entre las soluciones propuestas se señala la aplicación de productos anticorrosivos, con o sin modificaciones del diseño existente, para los problemas que se detecten durante el servicio del equipo o estructura. Los productos que se proponen son recubrimientos anticorrosivos, diferentes a las pinturas, que confieren una protección adicional efectiva, y que permiten el uso de técnicas de ensamblaje mojado, para crear una barrera sellante que complementa al sistema de protección anticorrosiva con pintura. (González, A. 2011).

Los componentes que se encuentren en riesgo de sufrir corrosión y sean inaccesibles después del momento de montaje deberían fabricarse a partir de materiales resistentes a la corrosión (acero de mayor espesor), o tener un sistema de pintura protector efectivo. En el diseño de los equipos o su estructura es fundamental considerar el aspecto del diseño anticorrosivo ya que determinará en gran medida las pérdidas por corrosión y protección. En esto coinciden varios investigadores. (Shixer, DA. 2005; González, A. et al. 2018).

1.6. Preparación Superficial.

La preparación previa de la superficie resulta de vital importancia en la aplicación de los recubrimientos y más cuando el área se encuentra en un ambiente marino, donde la preparación superficial del mismo es fundamental, ya que la durabilidad de los recubrimientos está dada por la calidad de la preparación superficial previa. Para lograr una preparación superficial similar a la de la norma es necesario combinar el método manual mecanizado con métodos químicos, ya que debido a las regulaciones ambientales no es posible usar métodos a chorro que es el establecido por las normas.

Siempre es necesario tener en cuenta el tipo de metal y estado superficial, la forma y tamaño de la pieza o instalación, el tipo de recubrimiento a aplicar, los medios técnicos disponibles, el tiempo de duración deseado, ya que estos factores son indispensables para una preparación previa eficiente.

Algunos pasos fundamentales para la preparación previa son: el desengrasado, el decapado, los enjuagues intermedios y finales y en dependencia de la situación el pasivado y el fosfatado.

El método manual mecanizado, está basado en el empleo de cepillos de alambre con taladros, lijas y discos abrasivos, los que tienen un mayor rendimiento que los manuales pero aun no logran una superficie bien preparada para recibir posteriormente el recubrimiento.

1.7. Sistemas de pinturas protectores.

La elección de las pinturas incluye varios aspectos, dentro de los más importantes están la durabilidad, extensión del trabajo a realizar, condiciones de pintado (temperatura, humedad relativa, pintura previa y tiempo disponible para el pintado) y precio unitario de la pintura. 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. Un sistema de pintura está constituido por las siguientes capas:

- **Imprimación:** Capa en contacto directo con el sustrato metálico provocando la adherencia al sustrato metálico, el control de la corrosión y la adherencia a la capa intermedia.

- **Intermedia:** Se aplica a continuación de la capa de imprimación y su composición generalmente no difiere de ésta. Su principal función es aumentar el espesor total del sistema de pintura, por lo que es importante que tenga 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 además de cumplir exigencias estéticas. (Echeverría C.A., 2003)

Con respecto a la durabilidad de la pintura se establecen tres niveles de los sistemas de pintura (Echeverría, C.A. et al., (2010)):

- **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.

- **Durabilidad Alta:** Sistema sin afectación apreciable por un período superior a 15 años.

En Cuba los sistemas que más se emplean en la actualidad son los de durabilidad Baja, debido a la incidencia de la falta de cultura respecto al tema, las condiciones de agresividad atmosférica existente y a los altos precios que tienen las pinturas de durabilidad media y alta en el mercado.

Conclusiones Parciales del Capítulo:

1. La revisión bibliográfica acerca de la temática de estudio aborda la importancia de la misma para reducir los costos de mantenimiento de las estructuras y equipos en ambientes que se encuentran sometidos a condiciones de elevada agresividad corrosiva.
2. Las normas técnicas revisadas aportan los criterios básicos que deben seguirse para lograr reducir los daños que ocasiona el fenómeno de la corrosión, en particular, en las estructuras y equipos de acero.
3. Dadas las características geográficas y el clima de Cuba, además de la alta agresividad corrosiva, resulta de vital importancia controlar la calidad de los procesos de diseño, construcción, preparación superficial, la aplicación de recubrimientos y protección adicional.

Capítulo II: Diagnóstico del diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación.

2.1 Materiales y métodos.

En la bala de gas de la Estación Colectora Seboruco, el material que principalmente se emplea en la construcción de estas instalaciones y equipos existentes es el acero estructural de bajo contenido de carbono (AISI 1020), aunque se pueden encontrar los aceros aleados (AISI 403 12 Cr).

Para darle solución a los problemas de corrosión primeramente hay que conocer los diferentes problemas de diseño anticorrosivo que presenta la instalación, por lo que hay que consultar las Normas Internacionales, en particular las Normas NC ISO 12 944 de la 1 - 8: 2017. Las mismas en su conjunto, establecen los criterios básicos de diseño que tienen que cumplirse para prevenir la corrosión. Es válido señalar que Cuba suscribe y aplica las Normas ISO.

Como método para la realización del diagnóstico tuvimos en cuenta los siguientes pasos:

Análisis visual.

Para realizar un correcto análisis de los problemas de diseño anticorrosivo, corrosión, protección y conservación, lo primero que hay que efectuar es un adecuado diagnóstico de las instalaciones y equipos. Para ello se realiza un análisis visual detallado para poder observar todos los problemas que existen. Observación que se realiza de derecha a izquierda, de adelante hacia atrás y de abajo hacia arriba.

Fotografía digital.

Después de realizado el análisis visual, con el procedimiento anteriormente descrito se continua a la toma de las muestras fotográficas de todos los problemas existentes en los equipos e instalaciones, para posteriormente analizarlas en trabajo de mesa mediante el uso de la norma NC ISO 11303. 2009.

2.2 Problemas de diseño anticorrosivo y de corrosión.

Para el tratamiento anticorrosivo y conservación primeramente hay que identificar los problemas de diseño anticorrosivo. Su eliminación atenúa en gran medida los efectos de la corrosión y evita que aparezcan algunos tipos específicos, lo que debe prolongar la vida útil de las instalaciones y equipos.

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

Un factor ignorado frecuentemente es el cumplimiento de las normas internacionales de diseño anticorrosivo desde la etapa inicial del diseño de las construcciones metálicas. Esto decididamente favorece y acelera el proceso de la corrosión, lo que conlleva sin dudas a considerables pérdidas económicas.

Seguidamente se analizarán la bala de gas de la Estación Colectora Seboruco (Ver Fig 2.1), mencionando los diferentes problemas de diseño anticorrosivo identificados como resultado del diagnóstico realizado, así como los tipos de corrosión que se originan.



Figura 2.1

Según Echeverría [29] es posible encontrar en conjunto varios problemas de diseño anticorrosivo como son:

Conexiones con pernos.

Las superficies de fricción en conexiones antideslizantes deben prepararse, previo al montaje. Se debe prestar una atención especial a la especificación de películas de pinturas, los pernos, las tuercas y las arandelas deben protegerse contra la corrosión para obtener la misma durabilidad que la protección de la estructura. Estos elementos están sujetos a la corrosión en resquicios por tener muchas zonas de unión. Este problema está representado en la Figura 2.2.

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.



Figura 2.2

Corrosión interfacial:

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. Este problema se representa en la Figura 2.3.



Figura 2.3

Imperfecciones en la superficie de las soldaduras:

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

En este caso se observa problemas de imperfección en la superficie continua que provocan que se depositen los contaminantes como son los cloruros, sulfatos provenientes del aerosol marino principalmente. Trae consigo la corrosión en resquicios de tipo electroquímica, no uniforme y la corrosión por celdas de aireación, como se observa en la Figura 2.4.



Figura 2.4

Orificios, hendiduras, solapes (resquicios):

Orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas son lugares potenciales para ser atacados por la corrosión procedente de la retención de humedad y suciedad, incluyendo cualquier abrasivo utilizado durante la preparación de la superficie. La corrosión de este tipo debería normalmente, evitarse mediante el sellado.

Precisamente la principal solución se encuentra mediante el sellado, pero la norma no proporciona más información al respecto. En la presente tecnología, sí se proporcionan soluciones y productos que pueden cumplir estos objetivos. En los ambientes más corrosivos, el espacio debería rellenarse con soldadura de acero que sobresalga alrededor de todas las secciones. Las superficies en contacto deberían sellarse con soldaduras continuas, para prevenir el atrapamiento de abrasivos y la entrada de humedad. En este caso se sellaron con productos DISTIN que son hechos en la Planta Piloto de la Universidad de Matanzas y posteriormente se aplicó el esquema de pintura. (Observar Figura 2.5).

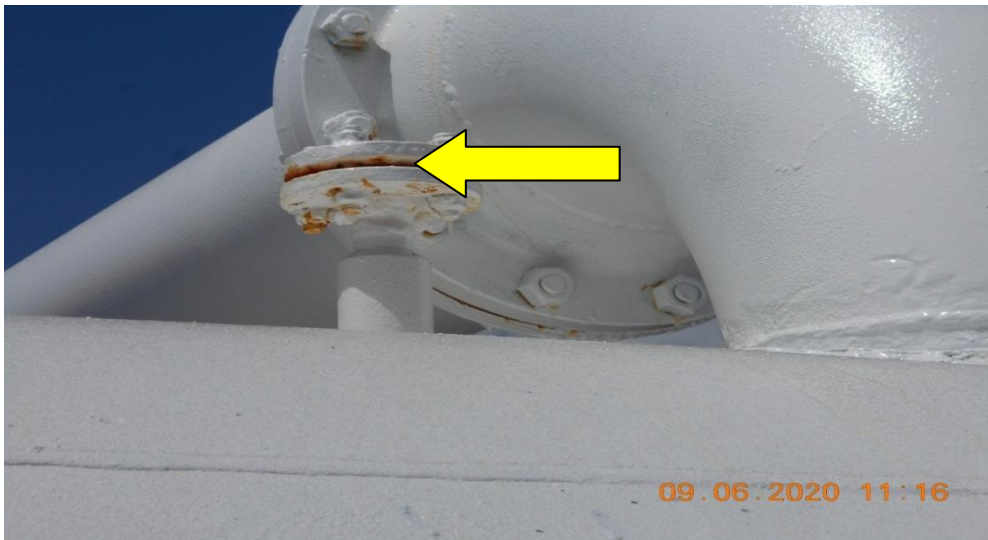


Figura 2.5

Retención de humedad:

Deberían evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, y que puedan de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos. (Ver Figura 2.7).

Precauciones para la retención de humedad:

- Los diseños con superficies inclinadas o biseladas.
- La eliminación de secciones abiertas en la parte superior o su colocación en posición inclinada.

- La supresión de cavidades y huecos en los puede quedar retenida el agua y la suciedad.
- El drenaje de agua y líquidos corrosivos lejos de la estructura.



Figura 2.7

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. (Ver Figura 2.8).



Figura 2.8

2.3 Preparación de la superficie.

Muchos de los problemas vistos anteriormente también pueden ser causados por la deficiente preparación de la superficie, debido a que en muchos casos no se cumplen las normas establecidas, por ejemplo:

- Para la preparación con herramientas manuales es recomendable utilizar la norma ISO 8501-1 ST2.
- Para la preparación con herramientas mecánicas o de poder la norma SSPC-SP11, esta trata del grado de limpieza.
- Para el lavado y desgrase de bases, bridas y soportes la norma SSPC-SP1.

2.3.1 Protección del Área.

Antes de comenzar los trabajos de preparación de la superficie se deben proteger los siguientes objetos: todas válvulas, vástagos de válvulas, así como actuadores de las mismas, los manómetros, termómetros, flujómetros, u otros indicadores existentes, los visores o indicadores de nivel de cristal u otro material similar, las chapillas de datos técnicos y motores eléctricos de los

equipos similares cercanos al área de trabajo, además los propios equipos de trabajo (compresores, airless. etc.)

2.3.2 Preparación del acero antes de pintar.

Los cordones de soldaduras deben presentar una superficie lisa, continua y homogénea para asegurar la calidad del sistema de pintado. Deben evitarse las grietas, fisuras, etc. que puedan causar discontinuidades en la capa de pintura y si se encuentran deben eliminarse mediante soldadura o esmerilado. Eliminar todas las proyecciones de soldadura. Los cantos y aristas vivos deben aplanarse o redondearse a fin de que se pueda obtener un espesor de película uniforme en estos puntos. El radio de curvatura del canto debe ser aproximadamente 2 mm.

Eliminar la escoria y salpicaduras de soldadura, redondear bordes agudos, nivelación de cordones de soldadura y marcas de cortes, eliminar estructuras auxiliares.

2.3.3 Lavado y desengrase.

Eliminar con trapo y espátula o raspillas grasa gruesas existentes. Aplicar la disolución de fosfatado (DISTIN 504) y dejar actuar entre 45 min y 2 horas., eliminar toda la solución con abundante agua dulce a presión y cepillando al mismo tiempo con cepillo de cuerda vegetal. Los residuos alcalinos de los cordones de soldadura recientes, así como los restos jabonosos de las pruebas de presión de los tanques deben eliminarse con agua dulce a presión, cepillando al mismo tiempo si es necesario. Comprobar visualmente la efectividad del desengrase realizado.

2.4 Productos Anticorrosivos de protección temporal.

2.4.1 Grasas de conservación.

Las grasas de conservación (DISTIN 314, 314 L) se utilizan para la conservación y lubricación de los vástagos de las válvulas, en los bornes de las baterías de los motores de combustión interna y de los contactos eléctricos, en la conservación temporal de tuercas, pernos y arandelas durante las operaciones de mantenimiento frecuente.

En la parte inferior de los contenedores, donde no es posible preparar superficies y aplicar recubrimiento de pintura, en zonas inaccesibles, en el sellado de los orificios en las uniones acero – hormigón.

Esta cumple por lo general una protección temporal, por tanto tiene que establecerse en los planes de mantenimiento un período de control anual del estado de las superficies protegidas con estos productos. Estos compuestos se pueden aplicar por proyección, inmersión o por brocha o frotado. El rendimiento está dado por su consistencia. (Anexo3 y 4).

2.4.2 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. 2009).

Los rellenos poseen altos valores de dureza, resistencia y módulo de elasticidad. La combinación adecuada de la matriz y el relleno origina unos 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, presentan buenas propiedades mecánicas frente a la tracción, como a compresión, flexión, cortadura y resistencia al impacto, lo cual justifica su utilización en estructuras (Echeverría, M. et al. 2009).

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. (Anexo 5).

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 antigraffiti para la protección inferior y exterior de los automóviles, contenedores y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana. (Anexo 6).

2.4.3 Disolución de Fosfatado.

La disolución de fosfatado 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. (Anexo 7).

2.4.4 Cera abrillantadora e impermeabilizante.

La cera abrillantadora e impermeabilizante DISTIN 603 L proporciona a los recubrimientos de pintura una mayor resistencia a la radiación ultravioleta. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas. Es una cera líquida especialmente preparada para la protección de superficies metálicas pintadas, en las cuales penetra a fondo, impermeabiliza los poros, impidiendo la penetración del agua y el oxígeno, que junto con los contaminantes atmosféricos son los causante del deterioro de las pinturas.(Anexo 8).

2.5 Conclusiones Parciales del Capítulo II.

1. La causa principal de los problemas de corrosión que se presentan en la bala de gas de la Empresa Colectora Seboruco son los problemas de diseño

anticorrosivo, la mala preparación de la superficie y la acción de los efectos contaminantes de la atmosfera.

2. Se puede apreciar la influencia que tienen los problemas de diseño anticorrosivos sobre los problemas de corrosión. Se deduce que el conocimiento de estos parámetros son aspectos de gran importancia para poder emprender el combate contra este fenómeno.

3. Las pinturas constituyen un componente fundamental en los sistemas de protección con recubrimientos, estas dependen de una correcta preparación de la superficie.

4. Se requiere de conocimientos sobre cómo eliminar los problemas de diseño anticorrosivo, preparación superficial y de los métodos de protección que deben ser aplicados para encontrarle solución a los diferentes problemas de corrosión que se presentan.

Conclusiones Generales

1. Se identificaron los principales problemas de diseño anticorrosivo causantes de la corrosión en la bala de gas en la Estación Colectora Seboruco siendo los más comunes las conexiones con pernos, zonas de acumulación y depósito soldaduras irregulares y resquicios dando respuesta a la hipótesis planteada.
2. Mediante el estudio bibliográfico se logra una familiarización con la temática y conocimiento del estado del arte.
3. Entre los productos más recomendados para atenuar los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión se encuentran: las grasas de conservación (DISTIN 314,314L) y el mástique asfáltico con polímeros de goma DISTIN 403.
4. La influencia de los problemas de diseño anticorrosivo y corrosión que se identifican en las estructuras y el equipamiento, provocan afectaciones tanto a la pintura como a la estructura de estos equipos, lo cual disminuye el tiempo de vida útil de estos.

Recomendaciones

1. Aplicar y generalizar las tecnologías de protección anticorrosiva y conservación propuesto para la instalación según la norma.
2. Efectuar un análisis de factibilidad económica y ambiental de los productos recomendados.
3. . Impartir curso de superación al personal encargado de la actividad de mantenimiento de la Empresa Colectora Seboruco sobre la aplicación del manual de mantenimiento anticorrosivo

Bibliografía

1. 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.
2. Bienza, M., San Cristóbal, J. (2005). Methodology to study cost of corrosion. Corrosion Engineering, Science and Technology 40 (4): 344-352.
3. Domínguez, J. A. et al. 2010. Introducción a la corrosión y protección de metales. Edición ENPES. MES. La Habana, Cuba. 222-555 p
4. Domínguez, J. (1987). Introducción a la corrosión y protección de metales. La Habana: Editorial EMPES, p. 25-29, p. 426-431, p. 325-368.
5. Domínguez, Jorge A. et al. Introducción a la corrosión y protección de metales. Edición ENPES. MES. La Habana, 2010. 222-555 p.
6. Echeverría C.A; et al. 2002. La corrosión por problemas de diseño anticorrosivo en condiciones climáticas de Cuba. Soluciones con productos y tecnologías nacionales. Memorias.
7. Echeverría, C.A. 2003 (a). Métodos de protección a la atmósfera. Matanzas, Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensioactivos (CEAT), Universidad de Matanzas. Conferencia especializada.
8. 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 Tensioactivos (CEAT), de la Universidad de Matanzas " Camilo Cienfuegos " y el Complejo Hotelero Paradiso -Puntarenas.
9. 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.

- 10.** Echeverría, C.A. et al. 2005. El deterioro por corrosión de instalaciones turísticas. Retos Turísticos 3(2): 21-30.
- 11.** 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.
- 12.** 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.
- 13.** 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.
- 14.** 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
- 15.** 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).
- 16.** Echeverría, M. et al. 2009. Influencia del diseño en la protección anticorrosiva en condiciones climáticas de Cuba. Revista Tecnología Química Vol. XXIX, No. 1.
- 17.** Espada, L.R. (2005). La corrosividad atmosférica: zonas costeras, de interior y agresivas. 5(1). Disponible en <http://www.nervion.com.mx.web>.
- 18.** Feliú, S. et al. 1971. Principios de corrosión y protección de metales: Corrosión y protección.
- 19.** Gómez, J. 1999. Estudio corrosivo sobre cuatro metales en estaciones cubanas del proyecto MICAT. Centro de Investigaciones del Petróleo. MINBAS.

La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas: 183.

20. González, A. 2011. Contribución a la disminución del deterioro por corrosión de una Central Eléctrica Diésel MTU Serie 4000. Tesis en Opción al Título de Máster en Ciencias de Ingeniería Química. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

21. González, A. et al, (2015). Influencia del diseño anticorrosivo en la protección anticorrosiva del área de combustibles de una Central Eléctrica Diésel MTU SERIE 4000. RTQ, Mayo 2015, vol.35, no.2, p.193-207. ISSN 2224-6185.

22. González, A. et al. 2018. Impacto de la Transferencia de tecnologías y el diseño anticorrosivo en el mantenimiento por corrosión de los grupos electrógenos en zonas de alta agresividad corrosiva. Memorias del Evento Cuba Industria.

23. ISO12944-3(2017). Paints and varnishes. Corrosion protection of Steel structures by protective paint systems. Design considerations. 28. ISO12944-5(2017). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Protective paint systems. 29. ISO12944-6(2017). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Laboratory performance test methods.

24. Méndez, O. et al. 2009. Influencia del diseño en la protección anticorrosiva en condiciones climáticas de Cuba. Tecnología Química. Cuba. Vol. XXIX (No. 1), p. 52.

25. NACE Corporation. (2003). Costos de la corrosión y estrategias preventivas en los EE.UU. Disponible en: <http://www.costosnace.com>. Consultado: diciembre 2014.

26. NC-ISO 12944 – 1:(2017). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. General Introduction.

- 27.** NC- ISO 12944 – 3: 2017. Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pinturas protectores. Parte 3. Consideraciones sobre el diseño.
- 28.** NC-ISO 12944–6 :(2017). Paints and varnishes. Corrosion protection of steel structures by protective paint systems. Laboratory performance test methods.
- 29.** 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.
- 30.** Ruiz, R. et al. 2010. Propuesta de unos sistemas de protección anticorrosiva y conservación (SIPAYC) para la planta piloto de Universidad de Matanzas. CD Monografías. Matanzas, Universidad de Matanzas. ISBN 978-959-16-0632-7.
- 31.** Shixer, D.A. 2005. Marine Corrosion Branch, CD., Naval Surface Warfare Center, Understanding material interactions in marine environments to promote extended structural life, Corrosion Science, 47.2335-2352. Disponible en www.sciencedirect.com.
- 32.** Tomashov, N.D. (1979). Theory of corrosion and protection of metals. La Habana. Ed. Revolucionaria. 672 p.
- 33.** Vásquez, Romero, Eduardo, Luis. Elaboración de procedimientos para la inspección técnica, mantenimiento y reparación de tanques a presión para almacenamiento de G.L.P. 12-nov-2013. QUITO/EPN/2013. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7039>.

ANEXOS

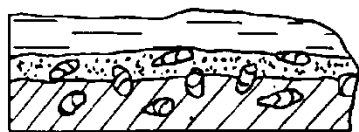
Anexo 1: Dibujos: Tipos de destrucciones (deterioros o daños) corrosivos.



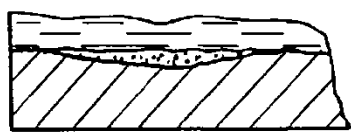
a



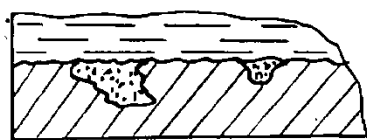
б



в



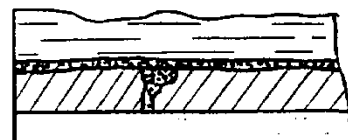
г



д



е



ж



з

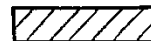
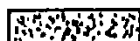
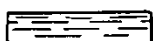


и



к

Обозначения:



Коррозионная среда

Продукты коррозии

Металл

Anexo 2: Mapa de la agresividad corrosiva en Cuba.



MAPA REGIONAL DE LA AGRESIVIDAD CORROSIVA DE LA ATMÓSFERA EN CUBA

Map of the corrosive aggressiveness of atmosphere in Cuba

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

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

MAPA REGIONAL DE LA AGRESIVIDAD CORROSIVA DE LA ATMÓSFERA EN CUBA

Map of the corrosive aggressiveness of atmosphere in Cuba

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

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

Anexo 3:

Unidad de Desarrollo e Innovación Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas . Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

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: 45256811. E.Mail: harold.betancourt@umcc.cu

Anexo 4:

Unidad de Desarrollo e Innovación Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas . Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

FICHA TÉCNICA DISTIN 314 L

Grasa Líquida Tipo Solvente

Es una grasa especialmente preparada para la protección por proyección de componentes huecos, áreas cerradas, intersticios y otras partes de las estructuras metálicas de los equipos del transporte, contenedores, puentes, estructuras en edificaciones, etc. Por su composición líquida penetra a fondo, protege a las superficies oxidadas 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: 45256811. E.Mail: harold.betancourt@umcc.cu

Anexo 5:

Unidad de Desarrollo e Innovación Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas . Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

FICHA TÉCNICA DISTIN 404

Mástique Asfáltico Semisólido con goma

Mástique asfáltico de consistencia semisólida con goma, de alta flexibilidad, resistencia a la corrosión y adherencia, especialmente preparado para las uniones metal – metal, metal – mortero y metal – hormigón, donde resiste vibraciones sin partir, evitando la penetración de los contaminantes. Sella orificios y protege superficies sometidas a la acción del agua y la humedad. Ofrece una capa protectora a la superficie, resistente a 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: Pudiera aplicarse cuando se prepara de forma líquida, en este caso se recomienda el producto DISTIN 403 L.

Esparcimiento: Se recomienda el esparcimiento con espátula del producto en frío o en caliente donde mejora la aplicación. Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo y los óxidos desprendibles. Puede ser aplicado directamente sobre superficies fosfatadas y secas con DISTIN 504.

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

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.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 45256811. E.Mail: harold.betancourt@umcc.cu

Anexo 6:

Unidad de Desarrollo e Innovación Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas . Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

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 antigavilla para la protección de la parte inferior y exterior del piso de los automóviles, contenedores, equipos ferroviarios y en estructuras o pisos en contacto con agua y humedad, impermeabilizando y protegiendo contra la acción microbiana.

Modo de Aplicación:

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

Para aplicar este producto es necesario desengrasar, eliminar el polvo y los óxidos desprendibles. El producto penetra al óxido no desprendible y protege y además puede ser aplicado sobre superficies previamente tratadas con la grasa líquida DISTIN 314 L, con la que se integra como un recubrimiento por poseer un constituyente común a ambos.

Rendimiento: Como es un producto líquido el rendimiento por capa se corresponde con el generalmente establecido de 10 m²/litro.

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

Condiciones de Conservación:

Intemperie: Por ser un producto elaborado con goma se ve afectado por la radiación ultravioleta, aunque se tienen resultados de protección por más de un año en superficies de pisos de automóviles sin afectaciones.

Bajo techo: Garantiza la protección por muchos años, cuando no está sometido a proyecciones de partículas, agua, etc.

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

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

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 45256811. E.Mail: harold.betancourt@umcc.cu

Anexo 7:

Unidad de Desarrollo e Innovación Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas. Km 3 ½ Autopista a Varadero. Matanzas.

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.

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 45256811. E.Mail: harold.betancourt@umcc.cu

Anexo 8:

Unidad de Desarrollo e Innovación Centro de Anticorrosivos y Tensoactivos. Universidad de Matanzas . 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 causante del deterioro de las pinturas. Por su composición líquida penetra a fondo en orificios, sella e impide la penetración de contaminantes. Proporciona a los recubrimientos de pintura una resistencia a la corrosión adicional en condiciones climáticas de alta, muy alta y extrema agresividad. Además de mayor resistencia a la radiación ultravioleta, causante del deterioro de los recubrimiento de pintura. No afecta los recubrimientos de pintura y le proporciona una protección por formación de una capa impermeable a los agentes agresivos. Puede ser aplicada sobre madera, hormigón, mortero, no teniendo reacciones adversas.

:: Método de aplicación:

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

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

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

:: Protección anticorrosiva:

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

:: Condiciones de conservación:

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

:: Aplicaciones derivadas de sus propiedades:

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

:: Transportación y almacenamiento:

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

:: Aclaración al usuario:

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

Dirección: CEAT Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" Km 3.5 Autopista a Varadero, Matanzas, Cuba. Teléfono: 45256811. E.Mail: harold.betancourt@umcc.cu