



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

---

“SOLUCIÓN DE PROBLEMAS TÉCNICOS EN  
RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES PARA PROTECCIÓN  
DE EMBARCACIONES E INSTALACIONES MARÍTIMAS”

Memoria de Experiencia Profesional

que para obtener el

Título de

Ingeniero Químico Industrial

Presenta

HÉCTOR NAHUM ZAVALA BRAVO

Asesor

Dr. Héctor F. Martínez Frías



México, D.F., Noviembre de 2007

# INDICE

## AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

RESUMEN.....	-1
INTRODUCCIÓN.....	-2

## 1. INFRAESTRUCTURAS MARÍTIMAS TÍPICAS.....-3

1.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	-3
1.2. CLASIFICACIÓN DEL MERCADO MARINO.....	-15
1.2.1. EMBARCACIONES.....	-15
1.2.1.1. TIPOS DE EMBARCACIONES.....	-15
1.2.1.2. PARTES QUE INTEGRAN UNA EMBARCACIÓN.....	-19
1.2.2. PLATAFORMAS MARINAS.....	-24
1.2.2.1. PARTES QUE INTEGRAN UNA PLATAFORMA MARINA.....	-24
1.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN ELEMENTOS MARINOS.....	-26

## 2. CONDICIONES AMBIENTALES EN INFRAESTRUCTURAS MARÍTIMAS.....-28

2.1. TIPOS DE ORGANISMOS MARINOS.....	-28
2.2. CONDICIONES DE SERVICIO DE LOS ELEMENTOS MARINOS.....	-30
2.2.1. EMBARCACIONES.....	-30
2.2.2. PLATAFORMAS MARINAS.....	-32
2.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.....	-33

## 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....-36

3.1. FACTORES DE DEGRADACIÓN DE ESTRUCTURAS MARÍTIMAS.....	-36
3.2. TEORÍA DE LA CORROSIÓN.....	-37

## 4. MÉTODOS DE PROTECCIÓN EXISTENTES.....-42

4.1. USO DE INHIBIDORES.....	-42
4.2. USO DE MATERIALES MÁS RESISTENTES.....	-43
4.3. MODIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE.....	-44
4.4. PROTECCIÓN CATÓDICA.....	-44
4.5. SOBREDISEÑO DE EQUIPOS Y/O ESTRUCTURAS.....	-45
4.6. USO DE RECUBRIMIENTOS.....	-46

## 5. GENERALIDADES SOBRE RECUBRIMIENTOS DE PROTECCIÓN EN AMBIENTES SALINOS....-49

5.1. RECUBRIMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA OBRA VIVA.....	-49
---	-----

5.1.1. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.....	-49
5.1.2. EPÓXICO ALQUITRÁN DE HULLA.....	-50
5.1.3 RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS RICOS EN ZINC.....	-52
5.1.4. RECUBRIMIENTOS ANTIVEGETATIVOS.....	-53
5.1.5. INORGÁNICOS DE ZINC.....	-54
5.2. RECUBRIMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA OBRA MUERTA.....	-55
5.2.1. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.....	-55
5.2.2. RECUBRIMIENTOS VINIL - ALQUIDÁLICOS.....	-56
5.2.3. INORGÁNICOS DE ZINC.....	-57
5.2.4. RECUBRIMIENTOS BASE POLISILOXANO.....	-59
5.2.5. RECUBRIMIENTOS DE POLIURETANO.....	-60
5.2.6. RECUBRIMIENTOS ALQUIDÁLICOS.....	-63
5.3. RECUBRIMIENTOS PARA LAS ÁREAS ESPECIALES.....	-65
5.3.1. CAMAROTES.....	-65
5.3.1.1. EPÓXICO BASE AGUA.....	-65
5.3.2. BODEGAS DE ALIMENTOS.....	-67
5.3.2.1 RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.....	-67
5.3.3. CUARTO DE MÁQUINAS.....	-70
5.3.3.1. ALUMINIO ALTA TEMPERATURA.....	-70
5.3.3.2. EPÓXICO.....	-71
5.3.3.3. SILICÓN- ALQUIDAL.....	-72
5.3.3.4. HULE CLORADO.....	-73
5.4. RECUBRIMIENTOS PARA LA SUPERESTRUCTURA “DECK”.....	-73
5.4.1. INORGÁNICOS DE ZINC.....	-73
5.4.2. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.....	-74
5.4.3. RECUBRIMIENTOS DE POLIURETANO.....	-76
5.5. RECUBRIMIENTOS PARA LAS ZONAS DE MAREA Y OLEAJE.....	-77
5.5.1. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.....	-77
5.6. RECUBRIMIENTOS PARA LA SUBESTRUCTURA “JACKET”.....	-80
6. ESTADO DEL ARTE EN SISTEMAS DE APLICACIÓN.....	-81
6.1. INSPECCIÓN.....	-82
6.1.1. INSPECCIÓN PREVIA A LA APLICACIÓN.....	-83
6.1.2. INSPECCIÓN DURANTE LA APLICACIÓN.....	-85
6.1.3. INSPECCIÓN DESPUES DE LA APLICACIÓN.....	-86
6.2. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA.....	-87
6.3. REPARACIÓN DE SUPERFICIE.....	-89
6.4. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.....	-90
6.4.1. TÉCNICAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIE ACORDE AL SUSTRATO.....	-95
6.5. APLICACIÓN DE LA CAPA BASE.....	-97
6.6. APLICACIÓN DE INTERMEDIO.....	-99
6.7. APLICACIÓN DE ACABADO.....	-100
7. BASES PARA LA RECOMENDACIÓN Y PROPOSICIÓN DE PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO.....	-103
7.1. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN EMBARCACIONES PARA LA OBRA VIVA.....	-104
7.2. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN EMBARCACIONES PARA LA OBRA MUERTA.....	-105

7.3. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN EMBARCACIONES PARA ÁREAS ESPECIALES.....	-107
7.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN PLATAFORMAS MARINAS.....	-108
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD.....	-109
CONCLUSIONES.....	-113
BIBLIOGRAFIA.....	-115

# AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

## A DIOS

Quiero darle muchas gracias a Dios por darme la oportunidad de vivir y así permitirme conocer de él, por dirigir mi vida y mi camino, brindándome fuerzas, salud, empuje, el apoyo y la oportunidad de poder llegar a esta etapa de mi vida en la cual, gracias a el puedo concluir con mis estudios de licenciatura. Por permitirme conservar la vida y la salud con la fe de que me permita lograr y ambicionar cosas más grandes.

## A MI MAMÁ

Por la educación que sembró en mi espíritu en cada etapa de mi vida, por haber luchado por sacarnos adelante a pesar de tantas adversidades, por tomar la decisión de darme la vida, por sus consejos y por todo lo que sacrifico por nosotros.

## A MI PAPÁ

Que a pesar de que no lo conocí, quiero escribirle, y dedicarle este espacio para agradecerle la vida, por que lucho por nuestra familia, por haber amado a mi Mamà, y por que se, que siempre esta cuidándome desde el cielo.

## A MI ESPOSA SANDRA

Por compartir conmigo su vida, su amor tan grande que tiene para mí que me lo demuestra día con día, por ser mi complemento, por su paciencia, por ser la mujer que ambicioné tener a mi lado, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por sus consejos y sus palabras, por despertar en mí ese sentimiento de ternura que me hace amarla, por motivarme y empujarme con su ejemplo y actitud a ser mejor todos los días. TE AMO BB

## AL DOCTOR SALAZAR Y SU FAMILIA

Por ser un ejemplo en todo para mí, por llegar a mi vida cuando más lo necesitaba y permitirme el privilegio de compartir de mil formas a su lado, que me hicieron crecer como persona, como trabajador, como amigo y como ese padre que me faltaba.

## A MIS SUEGROS: PROFR. EVARISTO, SRA. PATRICIA

Por abrirme las puertas de su casa y aceptarme en su familia, por confiar en mí al darme a su hija, por su cariño y el apoyo que me brindan siempre que lo necesito, por la amistad que me han permitido llegar a construir con ustedes.

## RESUMEN

En nuestros tiempos, las industrias buscan obtener mayores beneficios utilizando menos recursos, pero además pretenden asegurarse que los recursos que ellos destinen, se inviertan en productos o servicios que rebasen sus expectativas de calidad, de esta forma, la industria de recubrimientos industriales para el sector marítimo requiere mayor eficiencia con los productos que ella demanda para cubrir las necesidades de protección y conservación de sus instalaciones brindando confiabilidad y tranquilidad. Es importante señalar, que este sector de la industria requiere una atención especial y profesional, ya que es uno de los más exigentes con los productos de recubrimientos que se usan en las infraestructuras por las condiciones de exposición ambiental altamente agresivas a las que son expuestas día con día.

Por lo tanto, es necesario contar con los conocimientos y la experiencia suficiente, para tener información confiable que garantice los servicios que se ofrecen en la protección de instalaciones y embarcaciones marítimas. Por ello, a través de esta memoria de experiencia profesional, se pretende recopilar la información que junto con la experiencia adquirida, nos enseñe las definiciones y conceptos que se requieren para entender las necesidades de este sector, tomando en cuenta las variables y condiciones de exposición ambiental, que permitan la elección de recubrimientos adecuados para la protección de superficies expuestas a condiciones marítimas, mostrando además, los cuidados, herramientas y recomendaciones que se necesitan realizar antes, durante y después de la aplicación de recubrimientos, para garantizar la funcionalidad del producto, proporcionando de esta forma, diversas opciones en sistemas de aplicación, que satisfagan a este mercado, buscando que los recursos que destinen en la inversión de recubrimientos, se refleje en su economía a través de la conservación y durabilidad de sus instalaciones.

Por lo anterior se pretende a través de 8 capítulos, transmitir los conocimientos necesarios que se requieren para dar mantenimiento y protección de estructuras marítimas.

De esta forma primeramente en la introducción se explican los conceptos básicos que se requieren para poder tener un mejor entendimiento del tema y ampliar los conocimientos del lector en cuanto a recubrimientos. En el Capítulo 1 se pretende dar a conocer las diferentes infraestructuras marítimas existentes, para poder entender las condiciones de servicio y de exposición ambiental. En el Capítulo 2 se detallan las condiciones ambientales a las que se exponen regularmente estas estructuras. En el Capítulo 3 se identifica y explica en que consiste el problema de degradación de los materiales de construcción de infraestructuras marítimas "corrosión". En el Capítulo 4 se explican los diferentes métodos existentes para la protección de la corrosión identificando cual de ellas es la más apropiada para la protección de estructuras marítimas. En el Capítulo 5 se detallan los diferentes tipos de recubrimientos mas comunes para la protección de estructuras marítimas, dando a conocer sus características y usos principales. En el Capítulo 6 se explica en que consisten los sistemas de aplicación e inspección de recubrimientos para garantizar el buen desempeño del recubrimiento antes, durante y después de la aplicación. En el Capítulo 7 se dan a conocer los sistemas de aplicación mas recomendados para la protección de estructuras marítimas. Finalmente en el Capítulo 8 se dan a conocer los resultados que se logran aplicando los sistemas recomendados a través de tablas comparativas.

## INTRODUCCIÓN

El campo de los recubrimientos en la industria marítima es muy amplio y de alta especialización, esto es debido a las condiciones de exposición extremas y agresivas del medio ambiente, a las dimensiones tan amplias de estructuras por recubrir, a los tiempos de aplicación prolongados, al personal que los produce y al equipo que se requiere para ejecutar las operaciones, lo cual representa elevados volúmenes de pintura que se consumen en una estructura marítima.

Tales situaciones repercuten en inversiones altas de capital, mismo que debe reeditar con los beneficios y ventajas que se obtienen al proteger una estructura utilizando el recubrimiento adecuado para su protección. Por esto surge la idea de recopilar la información necesaria que permita a los lectores conocer las herramientas necesarias para aquellas empresas y personas que estén interesadas en proteger estructuras marítimas.

Los problemas derivados de la competencia a la que se enfrentan las empresas dedicadas a la elaboración de recubrimientos emulsionados de aplicaciones domésticas, debido básicamente a la globalización de las economías, así como al constante aumento en el costo de los insumos para la elaboración de tales productos, obligan a dichas empresas a buscar alternativas que incrementen tanto la calidad como el buen desempeño de las formulaciones emulsionadas y que al mismo tiempo permitan reducir costos de producción, de tal manera que los consumidores encuentren productos diferenciados que por su aceptación sean capaces de captar mayores segmentos de este competido mercado. De manera simultánea es necesario que las empresas visualicen alternativas de productos o segmentos de mercado que les representen posibilidades de obtener ingresos adicionales; tal es el caso de la producción de recubrimientos de especialidad como los aplicables a instalaciones marinas.

El objetivo primordial de este trabajo es reseñar la experiencia profesional del Autor en el análisis de problemas técnicos para la protección de embarcaciones e instalaciones marítimas, con referencia a las repercusiones económicas en instalaciones industriales.

## OBJETIVOS

Los objetivos particulares son los siguientes:

- Describir los diferentes tipos de recubrimientos que se producen para aplicación a nivel doméstico.
- Analizar desde el punto de vista técnico la contribución que tienen los diferentes componentes de un recubrimiento emulsionado para uso doméstico.
- Establecer el “Estado del Arte” en materia de producción a nivel industrial de recubrimientos emulsionados.
- Plantear las bases para la sustitución de Insumos.
- Reseñar la resolución de un problema práctico con resultados satisfactorios.

# I. INFRAESTRUCTURAS MARÍTIMAS TÍPICAS.

## 1.1. CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación se mostrarán los conceptos básicos que se requieren conocer, para el buen entendimiento del tema.

### **Recubrimiento:**

Es una mezcla líquida o de composición pastosa la cual al aplicarse sobre una superficie, se convierte en un sólido, cuya principal función es proteger y en algunos casos decorar.

### **Componentes de los Recubrimientos**

- Componentes no Volátiles. son aquellos que juntos forman la película seca de un recubrimiento. Estos están integrados por:
  - *Aglutinante o Resina.* Es un componente líquido, principal responsable de mantener unidas las partículas sólidas de la pintura a la superficie sobre la cual es aplicado.  
Existen diferentes tipos de aglutinantes, por ejemplo, Acrílico, Vinílico, Hule clorado, Alquidàlico, Asfalto, Epòxico, Poliuretano y poliéster principalmente.
  - *Pigmentos.* Son sólidos insolubles finamente molidos, de origen natural o sintético, orgánicos o inorgánicos dispersos en aglutinante y que proveen además del color muchas de las propiedades esenciales de las pinturas y recubrimientos como opacidad, durabilidad y resistencia a la corrosión. Estos pueden ser blancos o de color:

Pigmentos blancos

De alto poder cubriente: están hechos de bióxido de titanio, tienen gran opacidad, concentración y luminosidad.

De bajo poder cubriente: también llamadas cargas o extenders, son pigmentos transparentes o semitransparentes que pueden ser usados para abaratar el costo de los recubrimientos, o para dar propiedades específicas deseables. Por ejemplo: incrementar la resistencia a la abrasión, resistencia a la inflamabilidad, el control del brillo, refuerzan a la película incrementando su consistencia y contribuyen al poder cubriente de pinturas mate. Sin embargo un exceso de cargas reduce la lavabilidad.

Pigmentos de color

Orgánicos. Son aquellos que contienen en su composición carbono, se obtienen en laboratorio por síntesis química, en su estado puro tienen una apariencia limpia, tienen un alto poder tintóreo, un bajo poder cubriente, comparados con los inorgánicos tienen baja resistencia a los rayos ultravioleta y son más costosos.

Inorgánicos. Son aquellos que generalmente no tienen carbono, se obtienen de los minerales, en su estado puro tienen una apariencia sucia, tienen un bajo poder tintóreo, un alto poder cubriente, comparados con los orgánicos tienen alta resistencia a los rayos del sol y son menos costosos.

Colorantes. Son dispersiones concentradas de pigmentos y/o tintas en agua, disolvente o resina, que dan color a otro mineral, estos pueden ser de origen natural o sintético, orgánico o inorgánico.

- Componentes Volátiles

- Disolventes. Son líquidos volátiles usados para reducir la viscosidad de un recubrimiento durante su fabricación y su aplicación. La elección del tipo de disolvente depende del tipo de aglutinante.

Expresiones para la Dilución de Recubrimientos

En términos de partes en volumen. Ej.: 2:1

En términos de porcentaje en volumen

En cualquier caso, la dilución óptima de un recubrimiento dentro de una variación de rango, lo determina su facilidad de aplicación, el espesor de película húmeda, el espesor de película seca y la nivelación del producto al ser aplicado.

➤ Aditivos.

Son sustancias químicas cuyo objetivo es proporcionar mejor apariencia, estabilidad y durabilidad, se adicionan en pequeñas cantidades proporcionales al volumen del aglutinante. Estos pueden actuar durante la fabricación de la pintura, durante su almacenaje o durante su aplicación y proceso de secado. Algunos aditivos llegan a formar parte de la película sólida, en cantidades despreciables.

*De estos componentes, el más importante es la resina, por aportar las características principales del recubrimiento, las cuales se mencionan a continuación:*

### **Características que Aporta el Aglutinante o Resina:**

#### **Adherencia.**

Se define como un estado en el que dos materiales se mantienen juntos (la película del aglutinante, con la superficie). Para determinarla se utiliza el kit de adherencia el cual contiene un peine rayador, una lupa con luz, un cepillo de cerdas de plástico y una cinta adhesiva de acuerdo a la norma ASTM 3359, que consiste en realizar un cuadrículado o un corte en forma de X sobre la superficie aplicada, dependiendo del espesor de película seca de la pintura. Esta prueba se divide en dos fases:

- Fase "A". Aplica para espesores mayores a 5 mils realizando el corte en forma de X.
- Fase "B". Aplica para espesores de hasta 5 mils realizando el corte cuadrículado.

#### **Brillo.**

Se define como el grado de reflexión de la luz que tiene una película seca de pintura la cual puede presentar los siguientes tipos:

Brillante. Presenta valor entre 70 y 85 unidades a un ángulo de 60°.

Semibrillante. Presenta valor entre 40 y 70 unidades a un ángulo de 60°.

Satinado. Presenta valor entre 25 y 40 unidades a un ángulo de 60°.

Semimate. Presenta valor entre 10 y 25 unidades a un ángulo de 60°.

Mate. Presenta valor entre 1 y 10 unidades a un ángulo de 60°.

La prueba consiste en medir la cantidad de luz reflejada por una superficie, para lo cual se utiliza el Brillómetro. El brillo se puede determinar en diferentes ángulos de inclinación como son: 25°, 60°, y 80°, y se basa en la norma ASTM D-523.

Este equipo se debe calibrar a la geometría de 60° utilizando el siguiente criterio:

Si el brillo a 60° da valores entre 10 y 70 unidades, utilizar este ángulo.

Si el brillo a 60° da valores menores de 10 unidades, utilizar el ángulo de 85°.

Si el brillo a 60°, da valores mayores de 71 unidades, utilizar el ángulo de 20°.

### **Resistencia Química.**

Es la propiedad de los recubrimientos para resistir con mayor o menor éxito el ataque de químicos específicos, como ácidos, álcalis o elementos del medio ambiente.

### **Resistencia Mecánica.**

Es el conjunto de propiedades de recubrimientos que están asociadas con las reacciones elásticas y no elásticas cuando una fuerza es aplicada, o que involucran la relación entre contracción y tensión, por ejemplo: abrasión, elasticidad, flexibilidad, dureza e impacto.

### **Mecanismo de formación de película.**

Son los procesos por los cuales un recubrimiento lleva a cabo su secado, se debe estar familiarizado con estos mecanismos para prevenir o corregir una posible falla en el uso de los productos recomendados. La siguiente es una lista de mecanismos de formación de película ejemplificados con los tipos de aglutinantes que usan cada método.

<i>Mecanismo</i>	<i>Ejemplos</i>
Evaporación de solventes.	Vinílicos, acrílicos, hule clorado, nitrocelulosa, alquitrán de hulla.
Oxidación.	Alquidálicos, epoxi esterres.
Reacción con bióxido de carbono.	Inorgánicos de Zinc
Reacción química.	Epóxicos, poliuretanos, vinyl esterres, inorgánicos de zinc, poliéster.
Por temperatura.	Alquidial urea, cumarona indeno, silicones, fenólicos.
Por humedad.	Poliuretanos monocomponentes, inorgánicos de zinc.

## **Tipos de Superficies a las que Puede Adherir un Aglutinante.**

Es importante reconocer los diversos tipos de superficies a las que puede adherir un aglutinante, para poder ofrecer una asesoría más eficiente.

Metales Ferrosos. Es un material metálico que contiene hierro y carbono, que exhibe características magnéticas. Por ejemplo: el acero al carbono y el acero inoxidable.

Metales no Ferrosos. Es un material metálico resistente a la oxidación, de difícil adherencia para la mayoría de las pinturas y recubrimientos, que no presenta características magnéticas. Por ejemplo: el aluminio, Bronce, Zinc.

Madera. Material orgánico formado naturalmente, que consiste en esencia de elementos tubulares y alargados, llamados células, dispuestos en su mayor parte paralelamente, y se clasifican en: maderas duras, maderas blandas, madera de albura y madera de corazón. Las maderas duras son producidas por los árboles de hoja ancha (angiospermos), como el roble, el arce y el fresno. Las maderas blandas, son producto de los árboles coníferos (gimnospermos), como los pinos, alerce, abeto y tsuga. La madera de albura es la madera viva de color pálido del exterior del tronco. La madera de corazón, es el núcleo interior de madera fisiológicamente inactiva del árbol y corrientemente es de color mas oscuro, mas densa, debido al material infiltrado y mas reciente a la putrefacción que la albura.

Vidrio. Sustancia dura, frágil y transparente por lo común, de brillo especial que esta formada por la combinación de la sílice con la potasa o sosa y pequeñas cantidades de otras bases que se fabrica generalmente en hornos y crisoles.

Concreto. Es un material fabricado a partir de la mezcla de cemento (10 a 15% en volumen), agregado, conformado por arena y grava (66 al 78% en volumen) y agua (7 a 14% en volumen), que bajo condiciones normales alcanza sus máximas propiedades en 28 días.

Mampostería. Es un sistema constructivo realizado con piedra natural o artificial.

Cemento. Proviene de la pulverización de materiales arcillosos y calizos, que contienen óxidos de calcio, silicio, aluminio, hierro y yeso sin calcinar.

Plásticos. Polímeros, usualmente sintéticos, combinados con otros ingredientes como rellenos, agentes reforzadores, plastificantes. La mezcla es capaz de ser formada o modelada bajo calor y presión, existen dos tipos, los termoplásticos que pueden ser reblandecidos con calor, mientras que los termofijos se carbonizan ante la presencia de calor.

## Pruebas Realizadas a los Recubrimientos Industriales.

Los recubrimientos industriales se rigen de ciertos requisitos que deben ser cubiertos en su totalidad para su buen desempeño, ya sea durante el proceso de aplicación o en su comportamiento.

Algunos de estos requerimientos son las propiedades y características que suelen ser evaluadas tanto en la planta responsable de la fabricación, como en la empresa donde se pretende ofrecer los servicios. Las pruebas que tradicionalmente se realizan son:

- Viscosidad

Es la propiedad de un fluido a resistirse al movimiento por si mismo, se puede expresar en centipoises, unidades krebs o segundos.

Esta prueba consiste en medir la resistencia que opone un líquido al fluir por un conducto. El equipo que se utiliza es la Copa Ford o la Copa Zahn y el resultado se mide en segundos, el cual es el tiempo en que tarda en vaciarse la copa llena de la pintura en cuestión por un orificio determinado de acuerdo a la norma ASTM D-1200.

- Tiempos de secado.

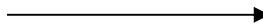
Durante el secado, el aglutinante en forma de película pasa por diferentes etapas, las cuales, están referidas a un intervalo de tiempo que comprende entre la aplicación del recubrimiento, hasta la etapa de secado referida. Estos intervalos varían dependiendo del tipo de aglutinante, las condiciones de preparación del producto, las condiciones ambientales, el espesor de película húmeda y la herramienta de aplicación.

Durante el proceso de aplicación, se suele evaluar con cronometro en mano los tiempos de secado al tacto, el tiempo adecuado para segunda mano y lo mas importante, el tiempo para su manejo sin que exista indicio de algún daño de la pieza pintada.

Las etapas van presentándose en el siguiente orden:

### Etapas de Secado de una Pintura o Recubrimiento:

Secado al polvo. Es el secado superficial de la película de pintura o recubrimiento, que impide que el polvo del medio ambiente se pegue a la misma





Secado al tacto. La película esta seca al tacto, cuando al pasar el dorso de la mano sobre la misma sin ejercer presión, esta no sufre ningún daño. En este momento se puede aplicar una segunda mano del mismo tipo de recubrimiento.

Secado a la huella. La película se considera seca a la huella, cuando no se separa, arruga u ocurre alguna otra distorsión en el momento en que el dedo pulgar es asentado aplicando la máxima presión y girando simultáneamente. En este momento se puede aplicar una siguiente capa de recubrimiento de diferente resina a la primera.



Secado duro. Se considera secado duro, cuando cualquier marca ejecutada con máxima presión del dedo pulgar es completamente removida por un ligero pulido con un trapo suave.

Curado total. Es cuando el aglutinante cambia sus propiedades a una condición estable, evaporando todo su disolvente y/o reaccionando por completo. En esta etapa se desarrolla el máximo de sus propiedades físicas y químicas.



- Nivelación

Es la propiedad de la pintura líquida aplicada, de extenderse uniformemente, evitando la permanencia de las marcas del instrumento de aplicación.

- Poder Cubriente.

Es el área en metros cuadrados que un litro de pintura puede ser extendido hasta obtener una relación de contraste definida.

- Rendimiento.

Es el área promedio que un volumen determinado de pintura puede extenderse sobre un sustrato previamente definido bajo condiciones de aplicación establecidas.

- Vida Útil.

Tiempo que dura un producto catalizado antes de gelarse.

- Flexibilidad.

Esta prueba consiste en introducir una lámina de calibre 18 - 20 aplicada con la pintura a evaluar, entre los dos rodillos del equipo llamado Mandril Cónico y bajo la prueba ASTM D-522 se determina que tanta flexibilidad tiene la pintura.

### **Interpretación de información técnica.**

La carta técnica, es un documento controlado, elaborado por las plantas de fabricación, que nos informa de los usos, las características, propiedades físicas, propiedades químicas, recomendaciones de manejo, sistema de aplicación y datos requeridos para la inspección de nuestros recubrimientos. Este documento es muy importante como herramienta de ventas, por que permite a clientes especializados tomar decisiones a cerca de la compra de los productos.

Algunos datos importantes para este efecto son: viscosidad, densidad, espesor de película húmeda, espesor de película seca, porcentaje de sólidos en volumen, porcentaje de sólidos en peso.

Densidad. Es el peso correspondiente a un volumen de cualquier material.

Espesor de película húmeda. Es el espesor de una película fresca dejada inmediatamente después de la aplicación de un recubrimiento, se verifica con un equipo llamado medidor de película húmeda, y se expresa en milésimas de pulgada (0.001") o en micrones ( $1 \times 10^{-6} \text{m}$ ).

Espesor de película seca. Es el espesor de película aplicado de un recubrimiento cuando ha llegado por lo menos al secado duro y es expresado en milésimas de pulgada o en micrones. Para determinar este espesor, se usa un equipo llamado medidor de película seca.

Porcentaje de sólidos en volumen. Es la relación en volumen del material no volátil que compone la película seca de un recubrimiento entre el volumen total del recubrimiento líquido una vez que se han evaporado los solventes que la componen.

Porcentaje de sólidos en peso. Es la relación en peso del material no volátil que compone la película seca de un recubrimiento entre el peso total del recubrimiento líquido.

## Acabados para manufactura

Producto inflamable; mantenga el envase bien cerrado, en lugares frescos y fuera del alcance de los niños.

Use equipo de seguridad durante su aplicación.

### PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

PROPIEDADES	ESPECIFICACIÓN	MÉTODO
VEHICULO VISCOCIDAD SUMINISTRO FORD No.4	Alquidal modificado 50-60 segundos	ASTM D 1200
VISCOCIDAD SUMINISTRO FORD No.1	14-10 segundos	ASTM D 1200
RENDIMIENTO	7-8 m <sup>2</sup> /l según color a dos manos	
REDUCTOR	Xilol ó PT202 de 15 a 20 %	
APLICACIÓN MANOS RECOMENDADAS	Aspersión Dos	
TIEMPO DE OREO ENTRE MANO Y MANO	10-15 minutos	
TIEMPO DE OREO	15 minutos	
TIEMPO DE HORNEO	Durante 15 minutos a 150 C Durante 20 minutos a 140 C Durante 30 minutos a 190 C	
ESPESOR DE PELICULA SECA	1.5-2.5 milésimas de pulgada	
BRILLO A 60	90-92	A.S.T.M. D-529
DUREZA DE LAPIZ	HB	A.S.T.M. D-3383
ADHERENCIA	Pasa la prueba	
FLEXIBILIDAD MANDRIL CONICO 1/8	Pasa la prueba	A.S.T.M. D-522
IMPACTO FRENTE ACABADO	160 pulg/lb Brillante	A.S.T.M. D-2794
ESTABILIDAD	6 meses en envase cerrado	

### **Hoja de seguridad.**

Es un documento controlado, elaborado por las plantas de fabricación, que nos informa de los cuidados que se deben de seguir durante el manejo y aplicación de los recubrimientos, así mismo, menciona la clasificación de riesgos, las acciones a seguir en caso de contacto con alguna de las partes del cuerpo y los equipos de seguridad personal que se deben utilizar durante la aplicación de la pintura.

Producto: ESMALTES DE SECADO RAPIDO  
 Hoja: 1 De: 4



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD

<b>SALUD</b>	<b>2</b>
<b>INFLAMABILIDAD</b>	<b>3</b>
<b>REACTIVIDAD</b>	<b>0</b>
<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>	<b>F</b>
<b>RIESGO ESPECIAL</b>	<b>NA.</b>

FECHA DE ELABORACION  
26 DE MAYO, 1999

No. DE REVISION  
1

FECHA DE REVISION  
9 DE ABRIL, 2003

### SECCION I. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR  
COMERCIAL MEXICANA DE PINTURAS S.A DE C.V

2.- EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE AL TELEFONO  
SETIQ EN LA REPUBLICA MEXICANA TEL: 01-800-00-214-00, EN LA CIUDAD DE MEXICO Y AREA METROPOLITANA 5-59-15-88. PLANTA TEPEXPAN (594) 95-7-02-33.

3.- DOMICILIO COMPLETO:  
MARCOS ACHAR LOBATON  
CALLE  
ACOLMAN  
DELEGACION/MUNICIPIO

No. 6  
No. EXT.

No. INT.

TEPEXPAN  
COLONIA

55885  
CODIGO POSTAL

ESTADO DE MEXICO  
LOCALIDAD O POBLACION

### SECCION II. DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

1.- NOMBRE COMERCIAL  
ESM. DE SEC. RAPIDO ESTIRENADO PT-111, ESMATE  
MARTILLADO DE SECADO AL AIRE PT-179 Y FLASH  
COAT.

2.- NOMBRE QUIMICO O CODIGO  
031 Y 079

3.- FAMILIA QUIMICA  
ALQUIDAL MODIFICADO CON ESTIRENO

4.- SINONIMOS  
ESMALTE DE SECADO RAPIDO

5.- OTROS DATOS  
MATERIAL INFLAMABLE

NOTA: Estos productos pueden contener uno o más de los siguientes componentes

### SECCION III. IDENTIFICACION DE COMPONENTES

1.- NOMBRE DE LOS COMPONENTES	%	No. CAS	No. ONU	CPT.CCT o P	IPVS	GRADO DE RIESGO				E.P.P
						S	I	R	ESPECIAL	
ALQUIDAL MODIFICADO	13-56	ND	ND	ND	ND	2	2	0	NA	F
SOLVENTE AROMATICO	13-58	1330-20-7	1307	100PPM	10000PPM	2	3	0	NA	F
SOLVENTE AROMATICO	0-13	108-88-3	1294	100PPM	2000PPM	2	3	0	NA	F
COBALTO	0.04 MAX	7440-48-4	ND	ND	20mg/m³	2	2	0	ND	F
PLOMO	0-0.25	MEZCLA	1263	ND	ND	2	2	0	ND	B
CALCIO	0-0.20	MEZCLA	ND	ND	ND	2	2	0	ND	B
ALUMINIO	0-3.7	7429-90-5	1325	10mg/m³	NA	2	2	1	ND	F
PIGMENTOS DE CROMO Y PLOMO	0-19	1344-37-2	2291	0.5mg/m³	250mg/m³	3	0	0	ND	D
OXIDO DE FIERRO	0-22	1309-37-1	1376	10mg/m³	NA	1	0	0	ND	D
FTALOCIANINA DE COBRE	0-5	147-14-8	ND	ND	ND	1	1	0	ND	D
BIOXIDO DETITANIO	0-19	13463-67-7	2546	15mg/m³	NA	1	0	0	ND	D
NEGRO DE HUMO	0-3.0	1333-86-4	ND	3.5mg/m³	ND	0	1	2	ND	D
PLASTIFICANTE	2.5MAX	84-74-2	ND	5mg/m³	ND	2	2	0	ND	F

F-AAH02

## 1.2 CLASIFICACIÓN DEL MERCADO MARINO.

Las necesidades de protección en el mercado marino, se engloban principalmente en dos grandes grupos los cuales son:

### 1.2.1. EMBARCACIONES.

Una embarcación es una construcción capaz de flotar en el agua. Embarcación puede ser desde un grupo de troncos unidos entre sí, hasta un portaaviones. El hombre ha utilizado las embarcaciones desde hace miles de años, se tienen registro de hace más de 10 000 años en que el hombre utilizaba un tronco debidamente tallado como medio de transporte en las aguas.

No se sabe cuando aparecieron las primeras embarcaciones, pero con toda seguridad el hombre primitivo empleó troncos o pieles de animales inflados para atravesar ríos y lagos. El artefacto más sencillo para navegar se denomina armadía y consiste en varios troncos unidos; después del descubrimiento de América se les llamó balsa. En Egipto no había árboles por los que sus primeras embarcaciones se hacían con papiros o juncos amarrados en toda su extensión. El barco más sencillo fabricado por el hombre es la canoa que se hace ahuecando el tronco de un árbol y que sirve para llevar una o dos personas.

#### 1.2.1.1. TIPOS DE EMBARCACIONES.

Las embarcaciones se clasifican principalmente por su tamaño, aplicación y material de construcción primordial. Según su tamaño las embarcaciones pueden clasificarse en general en pequeñas (kayaks, canoas, balsas, botes) y barcos (corbetas, fragatas, motos acuáticas y navíos). Según su uso pueden clasificarse en embarcaciones deportivas o recreativas (kayaks o canoas), de transporte (botes o barcos), cargueros (de contenedores, de petróleo y gas), de guerra, entre otros tipos.

Algunas embarcaciones comunes se describen a continuación:

- Cruceros
- Buques Tanque
- Yates
- Lanchas
- Remolcadores
- Barcazas
- Veleros

- Pesqueras.
  - Camaroneros
  - Sardineros
  - Atuneros
  - Escameros
  - Pesca Múltiple

Canoa. Es pequeña de forma un tanto curva para pocas personas, generalmente construida a base de madera la cuál tiene socavado su interior para permitir espacio para la carga de personas u objetos. Se mueve a base de remos. Es Típica de los indígenas de Norteamérica.

Balsa. Es pequeña y primordialmente plana.

Barco. Buque. Embarcación. Nave. Navío. Cualquier construcción cóncava, de cualquier tamaño, movida por cualquier procedimiento, destinada a la navegación.



Balandra. Barco pequeño, con un solo palo, vela cangreja y varios foques.

Bergantín. Barco de dos palos y vela cuadrada o redonda. Siguen siendo mencionados a fines del siglo XVIII. Desplazan generalmente de 10 a 20 toneladas. Lleva vela en cruz en el palo de proa y de cuchillo en los restantes. El "bergantín redondo" lleva dos palos en cruz. Ideal para navegar en aguas poco profundas como las del Río de la Plata.

Bombarda. Barco de dos palos, el mayor casi en el centro y el otro a popa, armado de morteros instalados en la proa.

Bote. Barco pequeño y sin cubierta movido con remos.

Carabela. Barco de proa redondeada y popa plana, sintetiza las corrientes nórdicas y mediterráneas: 3 mástiles, timón de popa, codaste, velas cuadradas móviles, triangular atrás.

Lancha. Barca grande de vela y remo, a veces con motor, que se emplea para servicios auxiliares de los barcos, dentro de los puertos y para el transporte entre puertos de la misma costa. Específicamente, la mayor de las barcas que llevan a bordo los buques.



Lancha cañonera. Lleva a bordo un mortero y se emplea para aproximarse más que con los barcos grandes a los objetivos que hay que batir.

Navío. Barco grande, con más de una cubierta. Se daba este nombre al barco de guerra de tres palos y velas cuadradas, con dos o tres cubiertas o puentes y otras tantas baterías de cañones.



Patache. Se usaba para llevar avisos, reconocer las costas y guardar las entradas de los puertos. También como barco mercante. Se mencionan pataches de hasta 50 toneladas.

Paquebote. (Del inglés «pack-boat», barco correo —de paquetes—) Embarcación que hace servicio de pasajeros o de correspondencia entre dos puertos.

Pinaza. Barco de remo y vela, estrecho y ligero, que se usó en la marina mercante.

Queche. Barco usado en los mares del norte de Europa, de cien a trescientas toneladas, de igual forma por la proa que por la popa y con un solo palo.

Sumaca. Barco pequeño de dos palos, especie de goleta con cubierta, propio para aguas poco profundas, muy usado en la costa atlántica de América del Sur.

Urca. Barco grande, muy ancho por el centro, que se emplea para el transporte de granos y otros géneros.

Yate. Barco Holandés de recreo, de dimensiones similares a las de un bote grande.

Buque. Es un barco con cubierta que por su tamaño, solidez y fuerza es apropiado para navegaciones o empresas marítimas de importancia. Un buque para poder navegar debe poseer flotabilidad lo cual exige que su estructura sea impermeable al agua y resistente para soportar los esfuerzos a que estará sometida, lo que le proporciona esta impermeabilidad y resistencia es la calidad y forma de su casco.

### 1.2.1.2. PARTES QUE INTEGRAN UNA EMBARCACIÓN.

Existe una terminología marina para nombrar las partes básicas de una embarcación, así tenemos que la parte frontal se le llama proa, a la parte trasera se le llama popa, el lado izquierdo viendo de popa a proa se llama babor y al lado derecho viendo de popa a proa se le llama estribor.



A continuación se hace una descripción de las partes básicas:

Casco. Es el envoltorio impermeable de la nave. Debe tener una forma tal que favorezca su velocidad y le proporcione las mejores cualidades marineras para la navegación. La proa es la parte anterior del casco y la popa la parte posterior. Estribor y babor son respectivamente, las partes derecha e izquierda del buque suponiendo al observador mirando hacia la proa.

Cuadernas. Son las piezas curvas que se afirman a la quilla en forma perpendicular a esta. Sirven para dar forma al buque y sostener los forros.

Línea de flotación. Intersección del plano de nivel libre del agua con la superficie exterior del casco.

Obra viva. Es la parte sumergida del casco.

Obra muerta. Parte del casco que está fuera del agua, de forma permanente, cuando el barco está a plena carga.

Quilla. Pieza longitudinal que corre de proa a popa en la parte más baja del buque sirviendo de ligazón entre las cuadernas.

Forro exterior. Es la parte exterior del casco, formado por tablones o planchas, según el buque sea de madera o hierro.

Calafatear. Es la operación de impermeabilizar o hacer estanco el casco.

Cubiertas. Son cada una de las superficies (suelos) de madera o metálicos de un buque (barco) que, a diferentes alturas respecto de la quilla.



Todas las cubiertas tienen su destino en cada buque, ya sea de pasajeros (para camarotes), ya sea un buque de carga el cual prescindirá de cubiertas (para el uso de este espacio para carga).

Baos. Son piezas transversales que complementan las cuadernas y sirven para sostener a las cubiertas.

Castillo. Es la superestructura de proa.

Bodega. Espacio interior de una nave, bajo la cubierta principal.

Sentina. Zona más baja de la bodega donde llegan las aguas que puedan haber penetrado en ella.

Escotilla. Abertura practicada en las cubiertas que sirven para comunicarlas y dar paso a la luz y al aire.

Brazola. Brocal que rodea a la escotilla para impedir la caída de agua y objetos al interior del buque.

Fogonaduras. Son las aberturas de las cubiertas por donde atraviesan los palos.

Mamparos. Longitudinales o transversales, subdividen el casco en varios compartimientos, aumentando su rigidez y resistencia.

Mamparo estanco. Aquellos que se cierran herméticamente, mediante puertas estancas, que impiden que el agua se comuniquen entre ellos en caso de avería.

Doble fondo. Consiste en colocar un segundo forro interior entre las cuadernas, dividiendo en celdas el fondo de la nave.

Ancla. Elemento que lanzado al fondo del mar, se agarra en él gracias a sus uñas, manteniendo a la nave fija en su lugar de fondeo.

La hélice. Es un dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o álabes, los cuales están montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de éste en un mismo plano.



Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética (que adquiere al girar) a un fluido, creando una fuerza de tracción, o viceversa, "tomar" la energía cinética de un fluido para transmitirla mediante su eje de giro a otro dispositivo. El inventor de la hélice para los barcos fue el checo Josef Ressel.

Popa. Se designa con el nombre de popa a la terminación posterior de la estructura del buque.

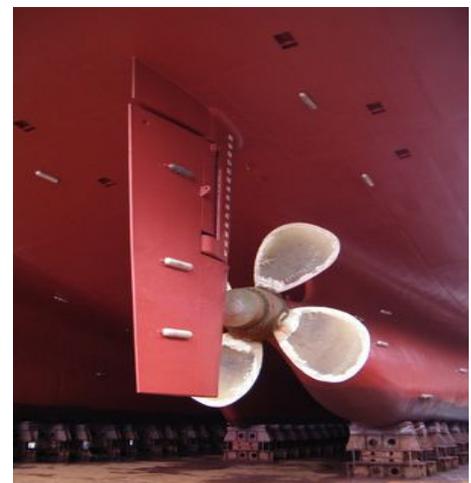


Por extensión se llama también popa a la parte trasera de un buque considerando a éste dividido en tres partes iguales a contar desde la proa. Al igual que la proa y a fin de evitar los remolinos y pérdida de energía, esta parte del buque es también afinada.

Cuarto de derrota. Es un área contigua a la timonera donde se sitúa la mesa de cartas náuticas y desde donde se efectúa el cálculo y trazado de posición.



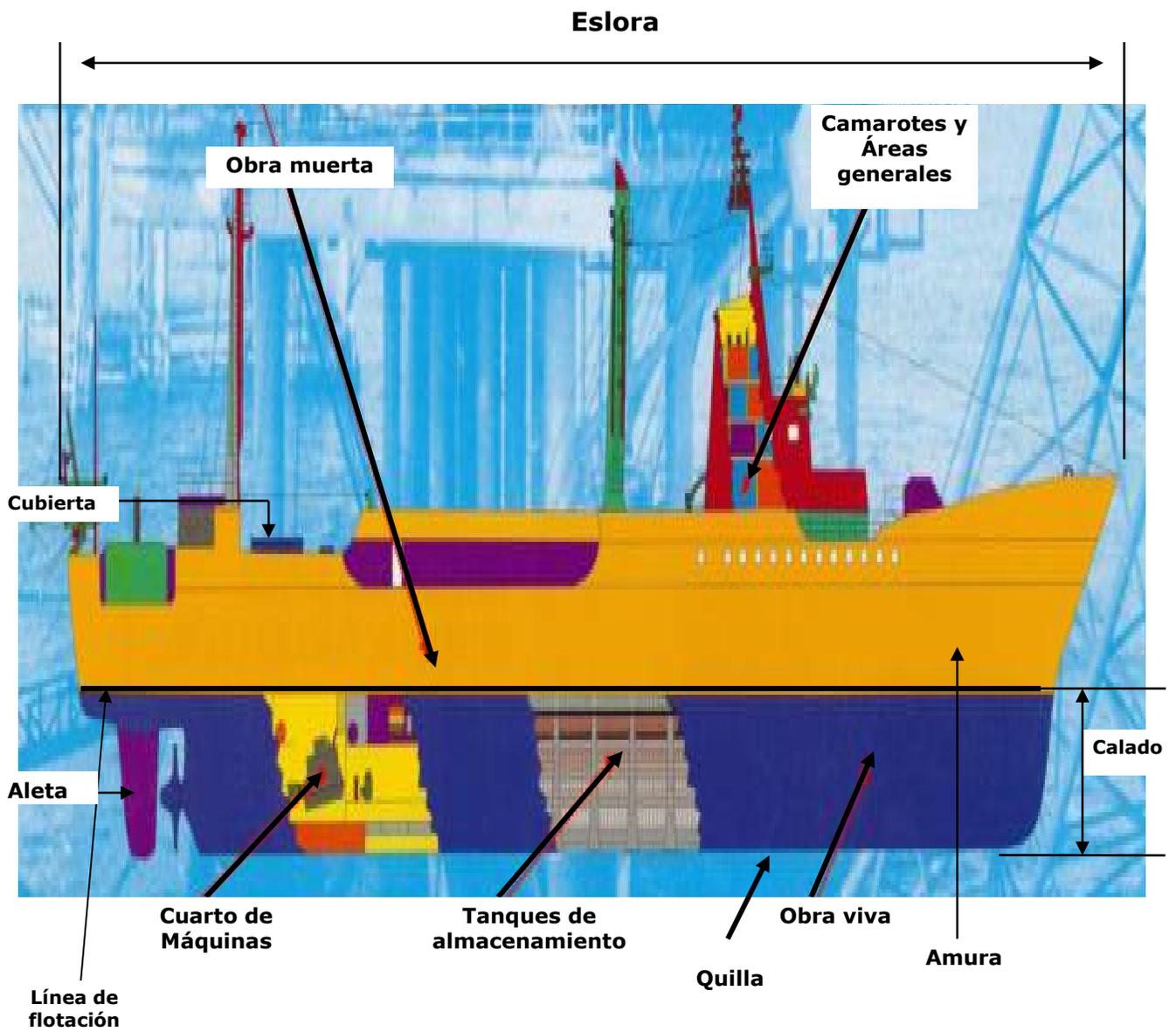
Pala del Timón. Es la estructura destinada a orientar la corriente de expulsión de la hélice y así permitir cambiar la dirección de avance de una embarcación. Existen varios tipos de palas de timón según esté suspendida o apoyada y según la superficie a proa y popa del eje de rotación de la pala esté compensada o no a fin de reducir las fuerzas requeridas para girar dicha pala



Eslora. Es la dimensión de un navío tomada a su largo, desde la proa hasta la popa. Esta distancia se mide paralelamente a la línea de agua de diseño, entre dos planos perpendiculares a línea de crujía; un plano pasa por la parte más saliente a popa de la embarcación y el otro por la parte más saliente a proa de la embarcación.

Sala de máquinas. Es el espacio destinado al alojamiento de la planta propulsora, generadores, calderas, compresores, bombas de lubricación, lastre y todo dispositivo para el normal funcionamiento de un buque.

Línea de flotación. Es la que separa la parte sumergida de una nave de la que no lo está, y es, evidentemente, indicada por la superficie del agua. Es variable en función de la carga, de la temperatura del agua y de otros factores menores.



## 1.2.2 PLATAFORMAS MARINAS.

La industria petrolera, como bien se sabe, hace uso principalmente de plataformas como tecnología primordial para la extracción del petróleo para su posterior refinación. Estas plataformas están hechas principalmente de acero, las cuales son expuestas a condiciones muy severas de deterioro por causa del medio ambiente, así como de los gases y agentes químicos derivados del proceso de extracción.

Actualmente existen mas de 6500 plataformas alrededor del mundo repartidas en aproximadamente 53 países. Las principales áreas de ubicación son:

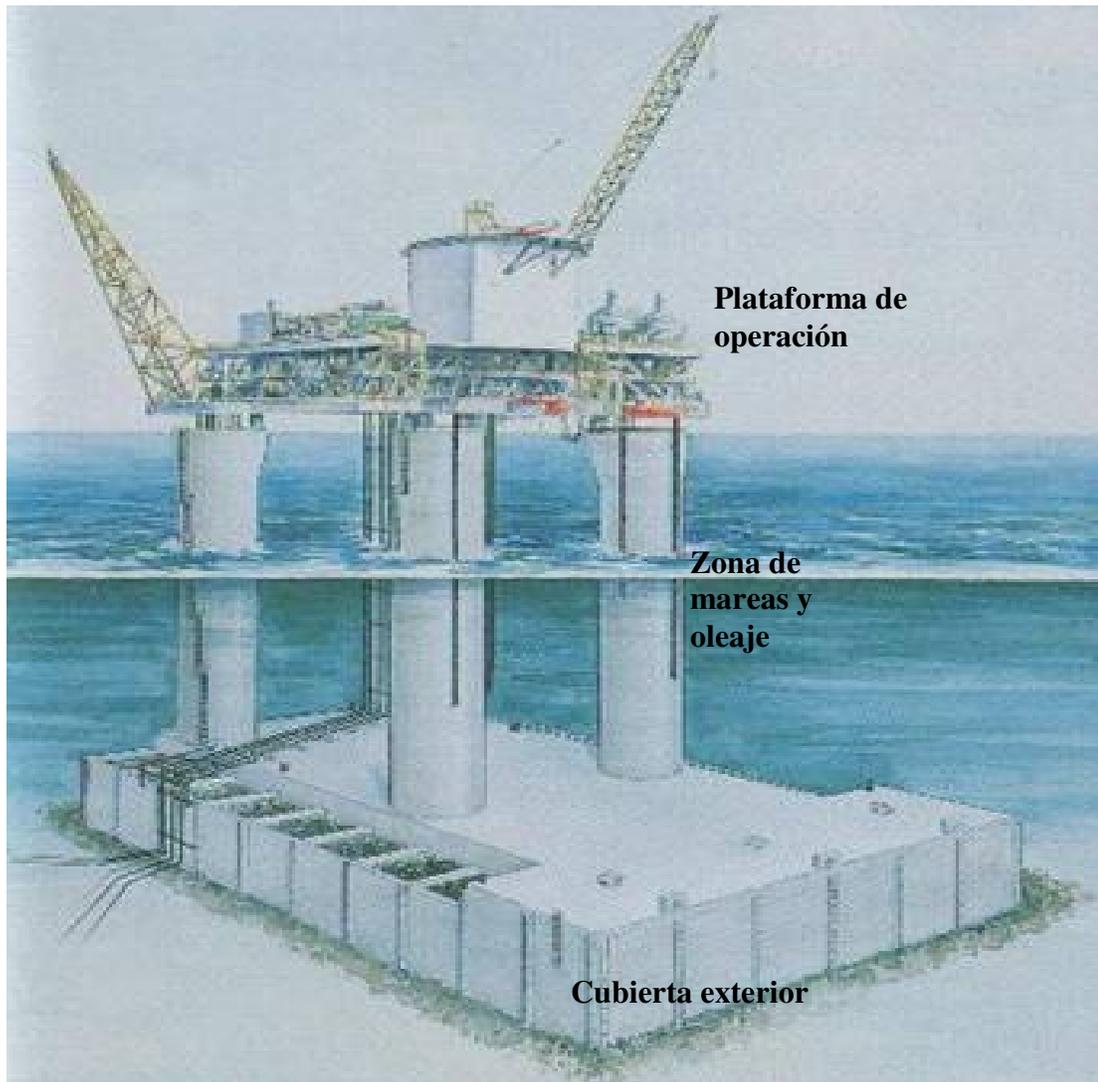
Golfo de México y E. U.	4000
Asia	950
Medio Oriente	700
Europa, Mar del Norte	490
Costas de África Oriental	380
Sudamérica	340

#### 1.2.2.1. PARTES QUE INTEGRAN UNA PLATAFORMA MARINA.

Una plataforma marina puede describirse como una construcción que consiste de tres partes principales:

- Superestructura "Deck". Es la parte superior de la plataforma, la cual es montada sobre el Jacket. Consiste en una serie de módulos, los cuales pueden almacenar equipo de perforación, equipo de producción incluyendo turbinas de gas, bombas, compresores, helipuerto, e inclusive cuartos de habitación. La superestructura también conocida como "Deck" suele pesar más de 40,000 toneladas.
- Zona de Mareas y Oleaje. Área donde las olas golpean con gran fuerza provocando un desgaste prematuro de la estructura. Es necesario estudiar la altura de las olas en condiciones de operación y sus parámetros asociados como son: periodo de la ola, altura de la marea, velocidades de viento y corriente.
- Subestructura. También conocida como "Jacket", la cual puede estar hecha de un estructura tubular o una estructura de concreto reforzado. El Jacket esta construido por tubos de acero de 1 a 2 metros de diámetro y pueden penetrar hasta 100 metros dentro del mar. Puede llegar a pesar más de 20,000 toneladas.

Para asegurar que la instalación ofrezca una determinada vida de servicio, se debe llevar a cabo un buen plan de mantenimiento, así como la inclusión de la protección catódica para el control de la corrosión.



### 1.3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN ELEMENTOS MARINOS

Los materiales mas comúnmente utilizados para la fabricación de barcos, plataformas marinas y tuberías son:

- **Metal Ferroso.** Es uno de los materiales mas utilizados debido a que ofrece excelentes propiedades de resistencia mecánica y a los esfuerzos, su principal problema es la facilidad con que se degrada principalmente en condiciones severas de humedad, salinidad y ambientes químicos a excepción del acero inoxidable.

Ejemplos de metales ferrosos:

Acero al carbón. Es un fierro común con un 2% de carbono.

Acero inoxidable. Es un producto cuyas características son resistencia a la corrosión, facilidad en su limpieza y también que evita la contaminación de los productos que entran en contacto con el, por lo tanto, generalmente no requiere recubrirse.

Metal no Ferroso. Es un material metálico resistente a la oxidación, de difícil adherencia para la mayoría de los recubrimientos, así mismo, no presenta características magnéticas. Ejemplos: Aluminio, Bronce, Zinc, Cobre.

Concreto. Es un material fabricado a partir de la mezcla de cemento (10 a 15% en volumen); agregados conformados por arena y grava (66 al 78% en volumen) y agua (7 a 14% en volumen), que bajo condiciones normales alcanza sus máximas propiedades en 28 días. Algunas veces un cuarto material es utilizado como un aditivo químico, que se adiciona por una variedad de propósitos tales como reducir el agua, acelerar la resistencia, incrementar la trabajabilidad del concreto.

Nota. Cuando el concreto contiene aditivos, puede presentar un problema para la aplicación de recubrimientos.

Plásticos. Polímeros usualmente sintéticos, combinados con otros ingredientes como rellenos y agentes reforzadores plastificantes. La mezcla es capaz de ser formada o moldeada bajo calor y presión, existen dos tipos, los termoplásticos que pueden ser reblandecidos con calor, y los termofijos los cuales se carbonizan ante la presencia de calor.

Fibra de Vidrio. Combinación de resina poliéster con cargas y reforzado con filamentos de vidrio.

Madera. La madera es un material orgánico formado naturalmente, que consiste en esencia de elementos tubulares alargados llamados células.

## 2. CONDICIONES AMBIENTALES EN INFRAESTRUCTURAS MARÍTIMAS

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamamos los residuos producidos por nuestras actividades. Pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, que se encuentran, en cantidades mayores o menores, al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo. Muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar al agua y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas.

Según el estudio realizado por el Consejo Nacional de Investigación de los EEUU, en 1985 se vertieron al mar unas 3.200.000 Toneladas de hidrocarburos. A lo largo de la década de los ochenta se tomaron diversas medidas para disminuir la contaminación de los mares y la Academia de las Ciencias de EEUU estimaba que se habían reducido en un 60% los vertidos durante estos años. Se puede calcular que en 1989 se vertieron al océano algo más de 2.000.000 de toneladas. De esta cifra el mayor porcentaje corresponde a las aguas residuales urbanas y a las descargas industriales (en total más del 35%). Otro tercio correspondería a vertidos procedentes de buques (más por operaciones de limpieza y similares, aunque su valor va disminuyendo en los últimos años, que por accidentes) y el resto a filtraciones naturales e hidrocarburos que llegan a través de la atmósfera.

### 2.1. TIPOS DE ORGANISMOS MARINOS.

Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar de muy diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos de la siguiente forma:

Microorganismos patógenos. Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis

diversas y hepatitis. Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas.

Desechos orgánicos. Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos y ganado. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno.

Sustancias químicas inorgánicas. En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo.

Nutrientes vegetales inorgánicos. Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas.

Compuestos orgánicos. Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes y detergentes, acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos.

Sedimentos y materiales suspendidos. Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.

Sustancias radiactivas. Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua.

Naturales. Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos.



Industrial. Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos, como metales tóxicos. En algunos países en vías de desarrollo la contaminación del agua por residuos industriales es muy importante.

Vertidos urbanos. La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo y otros metales), sales y ácidos.

Navegación. Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos.

Agricultura y ganadería. Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas.

## 2.2. CONDICIONES DE SERVICIO DE LOS ELEMENTOS MARINOS

### 2.2.1. EMBARCACIONES.

Las embarcaciones se encuentran sujetas a diferentes tipos de condiciones, las cuales deben ser solucionadas con el sistema de recubrimiento adecuado.

#### OBRA MUERTA

Esta área tradicionalmente se encuentra expuesta a ambientes húmedos, salinos, contaminantes y desde luego a la degradación de los rayos ultravioleta provenientes de la luz del sol.

A continuación se mencionan las condiciones ambientales a las cuales son sometidas las partes más importantes dentro de la obra muerta de una embarcación marina:

**Cubierta.** El principal servicio de esta área, es el tráfico peatonal, acompañado de un ambiente húmedo – salino y alta exposición a los rayos ultravioleta.

**Camarotes y áreas generales.** El ambiente de servicio es también de alta concentración de humedad y salinidad, aunque no se encuentran expuestos a los rayos del sol. Se requiere de un ambiente agradable para los operadores.

**Cuarto de Máquinas.** En estas zonas se encuentran condiciones de operación muy extremas como pueden ser: alta temperatura, derrames de combustible, derrames de aceite y trabajo mecánico.

**Tanques de Almacenamiento.** Las condiciones de operación de estas áreas son muy delicadas, los diferentes tanques que podemos encontrar son los que almacenan: agua potable, agua residual, combustible, lastre y productos alimenticios principalmente.

## OBRA VIVA

La parte crítica en la protección de una embarcación es la obra viva, debido a que en estas zonas se debe de evitar que la flora y la fauna se adhieran al casco del barco.

Es importante considerar que si no se reduce o evita la acumulación de la flora y fauna marina en el casco del barco se pueden generar las siguientes consecuencias:

- Aumenta el peso del barco.
- Incrementa la rugosidad de la superficie.
- Disminuye la maniobrabilidad.
- Incrementa la corrosión por daños en el sistema.
- Disminuye la velocidad de navegación.
- Aumenta los tiempos de navegación.
- Incrementa el consumo de combustible.
- Incrementa los costos de operación.
- Aumentan los costos de mantenimiento.



Casco de barco con presencia de microorganismos.

## 2.2.2. PLATAFORMAS MARINAS.

Uno de los ambientes más corrosivos del mundo, es aquel que se presenta en las estructuras marinas de las plataformas de perforación, por la acción combinada del ambiente marino en donde se encuentran localizadas y los vapores húmedos derivados del proceso mismo de la extracción del petróleo.

Todas las plataformas marinas son sometidas a un periodo de golpeo de olas, mismo que degrada fuertemente la estructura, y que se acompaña de fuertes velocidades de viento y corriente. También existen gradientes de alturas de marea que éstos favorecen el ataque de algas y microorganismos.

Las mareas tienen una gran influencia en los organismos costeros que tienen que adaptarse a cambios muy bruscos en toda la zona intermareal: unas horas cubiertas por las aguas marinas y azotadas por las olas seguidas de otras horas sin agua o, incluso en contacto con aguas dulces, si llueve. Además, en algunas costas, por la forma que tienen, se forman fuertes corrientes de marea, cuando suben y bajan las aguas, que arrastran arena y sedimentos y remueven los fondos en los que viven los seres vivos

Superestructura o "Deck". Las condiciones de operación de esta área, suelen ser muy variadas, ya que en esta zona se encuentran los equipos de perforación, compresión, instalaciones para habitación, tuberías, grúas y equipos, los cuales deberán ser protegidos contra el ambiente marino e industrial que prevalece sobre estas instalaciones.



Zona de Mareas y Oleaje. En esta zona, la corrosión suele ser de entre 10 a 20 veces mayor que en aquellas áreas expuestas a la intemperie y de entre 1.5 a 3 veces que en las áreas sumergidas. Los problemas de mantenimiento en estas condiciones severas de corrosión están relacionadas con la dificultad de la aplicación de recubrimientos en las estructuras y materiales utilizados para la construcción de la plataforma.

Además la problemática se incrementa por el continuo golpeteo de las olas y los depósitos de restos de aceites y otros contaminantes.

Subestructura "Jacket". Es una área sumergida en agua salada en forma permanente, por lo que es expuesta a ataques de bacterias, diatomáceos, crustáceos y plantas.



### 2.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Las condiciones ambientales (temperatura de las aguas, salinidad y concentración de oxígeno) en la plataforma continental sufren grandes fluctuaciones cuanto más cerca se está de la costa, por la acción de las olas, mareas y condiciones atmosféricas. En las zonas más alejadas las fluctuaciones de estas variables ambientales se ven más influenciadas por la dinámica de las corrientes oceánicas y atmosféricas. A continuación se explican las variaciones más importantes:

#### **Temperatura**

En los océanos hay una capa superficial de agua templada (12° a 30°C), que llega hasta una profundidad variable según las zonas, de entre unas decenas y 400 ó 500 metros.

El agua está más cálida en las zonas ecuatoriales y tropicales y más frías cerca de los polos y, en las zonas templadas. Y, también, más cálida en verano y más fría en invierno.

#### **Variaciones del nivel del agua**

Las mareas producen subidas y bajadas del nivel del mar, esto produce unas condiciones críticas a los organismos que habitan estas zonas adaptados a estas condiciones en zonas costeras.

#### **Acción de las olas**

Las olas son formadas por los vientos que barren la superficie de las aguas. Mueven al agua en cilindro, sin desplazarla hacia adelante, pero cuando llegan a la costa y el cilindro roza en la parte baja con el fondo inician una rodadura que acaba desequilibrando la masa de agua, produciéndose la rotura de la ola. Las olas rompen y

ejercen su fuerza sobre la costa. El impacto de una gran masa de agua con piedras y materiales en suspensión arrastrados por las olas dificultan el establecimiento de organismos en las costas, que tienen que vivir enterrados para no ser arrastrados por las olas, además es difícil la fijación de organismos que lo harán en grietas y lugares protegidos de las olas.

### **Salinidad**

La salinidad es la cantidad de materia inorgánica disuelta en el agua expresada en g, kg ó en partes por 1000 ‰. El valor normal de la salinidad del agua de mar es de 35 ‰. En mares cerrados la salinidad depende del aporte de agua dulce de los ríos y de la evaporación.

En las zonas costeras la variación de salinidad puede disminuir por las lluvias o por el aporte de agua dulce de los ríos. En cambio, por una irradiación excesiva del Sol puede producirse una gran evaporación del agua aumentando la salinidad en estas zonas. Normalmente el aumento de la salinidad y de la temperatura suelen ir parejos.

### **Oxígeno, Dióxido de Carbono y pH**

Las mayores variaciones suelen estar asociadas a la fotosíntesis y a la actividad bacteriana en zonas costeras. Si la iluminación es intensa, la fotosíntesis aumenta y en consecuencia la concentración de oxígeno en las aguas será mayor.

### **Irradiación**

La iluminación desciende con la profundidad. Hasta los 100 m de profundidad podemos percibir luz. En las costas, la influencia de las mareas afectará la incidencia de la luz en las aguas. Habrá mayor iluminación en marea baja, ya que baja el nivel de las aguas y el Sol puede llegar a más profundidad y descenderá en marea alta. La iluminación puede ser limitante para la proliferación de algas. Una mayor intensidad de luz puede favorecer el crecimiento de muchas algas, pero demasiado altas pueden ser nocivas, por ejemplo para algunas algas rojas.

La producción máxima por las algas se da en profundidades de 5 a 20m, siendo casi nula por encima de este nivel debido a la fuerte iluminación que daña al fitoplancton.

Las primeras radiaciones absorbidas son la luz UVA, seguida por la infrarroja en los primeros 2m.

Según la penetración de la luz se distinguen tres zonas:

- Zona eufórica o fotosintética. Hasta los 40 ó 50m en latitudes medias en verano y hasta los 100m en latitudes bajas con aguas claras. La flora está limitada a esta zona, siendo más numerosos los animales al pertenecer a las cadenas tróficas (la fauna experimenta migraciones verticales sincronizadas con el fitoplancton al amanecer y anochecer).
- Zona disfótica: Desde la zona anterior hasta los 200m. Muy débilmente iluminada, siendo insuficiente para la vida vegetal.
- Zona afótica. Desde la zona anterior hacia las profundidades. En la plataforma continental sólo afecta a su parte más inferior junto al talud continental. Con muy poca o ninguna luz. En aguas claras de los tópicos una baja cantidad de luz azul puede penetrar hasta los 1000m.

### **Perturbaciones por contaminación**

Estas perturbaciones han surgido en estos últimos años y generalmente se deben a contaminación por accidentes marítimos, en especial por derrame de petróleo. Los efectos biológicos de las mareas negras en las costas dependen de varios factores como son, la naturaleza del petróleo, el tiempo y la distancia que recorre antes de extenderse del todo por la costa, el perfil de la misma y los métodos de limpieza aplicados.

Existen otros tipos de contaminación marina cuyos efectos resumiremos a continuación:

- La utilización del mar como vertedero tiene sus ventajas e inconvenientes. Parece que el mar presenta una gran capacidad de degradación de sustancias especialmente en lo referente a residuos naturales, la dilución de productos tóxicos y la incorporación de residuos sólidos como sedimentos. Sin embargo hoy en día se han incrementado la producción de estos residuos por el aumento poblacional y no sabemos hasta que punto el sistema seguirá siendo sostenible.
- Los efectos del residuo en el mar dependen del tiempo que se tarda en convertirlo en un material inocuo, cuyo límite depende del tiempo de persistencia en el medio. Según dicha permanencia se dividen los residuos en diversas categorías: transitorios (aguas residuales, basuras domésticas, que son degradados fácilmente por bacterias marinas), moderadamente persistentes (petróleo), muy persistentes (DDT, PBC, HBC y Dieldrin muy difíciles de degradar y por procesos muy lentos) y virtualmente persistentes (isótopos radiactivos que son contaminantes de vida muy larga y permanecen mucho tiempo en el medio marino).

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Es importante conocer y entender el fenómeno de degradación que sufren los materiales (principalmente los metales), al exponerse a diversos ambientes que pueden ser altamente agresivos, y como ya hemos mencionado, en los ambientes marinos tanto en la estructura sumergida como en la que no está sumergida, se presentan diferentes fenómenos de degradación por la diversidad de microorganismos y agentes químicos existentes.

#### 3.1. FACTORES DE DEGRADACIÓN DE ESTRUCTURAS MARÍTIMAS

Los principales factores de degradación de estructuras marítimas se deben a la corrosión y al ataque de flora y fauna marina.

Este tipo de corrosión tiene como característica fundamental el medio en el que se produce la corrosión, pues el agua de mar es el electrolito corrosivo por excelencia que tiene la naturaleza. El alto contenido salino del agua de mar, la convierte en un electrolito perfecto para el buen funcionamiento de la pila de corrosión, manteniendo en todo momento en contacto eléctrico los posibles ánodos y cátodos.

El anión cloruro,  $\text{Cl}^-$ , es el más nocivo debido a su pequeño volumen iónico, que le hace capaz de adentrarse en el producto de corrosión, agrietándolo, pasando posteriormente a la red metálica, iniciando y activando túneles de corrosión en el casco del buque.

El oxígeno desempeña un papel principal en los fenómenos de corrosión, ya que suministra la sustancia para que se produzca la reacción catódica.

Las incrustaciones biológicas pueden ser causa de varios problemas de corrosión al fijarse al casco del buque. Cuando se sumerge un buque en el mar no tarda en recubrirse de lo que se llama "velo biológico". Este "velo biológico" retiene partículas minerales y orgánicas en suspensión en el agua. Su formación facilita la posterior fijación de organismos vegetales y animales, que constituyen las incrustaciones biológicas.

Las velocidades de corrosión, previsiblemente más elevadas en aguas calientes tropicales, se van amortiguando por la existencia en este tipo de aguas de abundante crecimiento de organismos marinos, lo que lleva consigo una reducción del oxígeno en la superficie metálica.

Conforme aumenta la velocidad, aumenta la probabilidad de que aparezcan fenómenos de la corrosión-erosión por turbulencias que aceleran notablemente el proceso corrosivo.

La velocidad máxima de corrosión del casco del buque se presenta en la zona de salpicaduras. Esto es debido a que el metal en esta zona, está continuamente mojado por una delgada capa de agua de mar, altamente aireada.

Las burbujas de aire disuelto en el agua de mar tiende a hacerla mas destructiva, al eliminar las películas de protección y recubrimientos.

El factor biológico puede tener una influencia importante en el fenómeno de la corrosión marina, siendo decisivo en el casco de los barcos, en donde, además de originar corrosiones en el casco, ofrece impedimentos a su movimiento.

### 3.2. TEORÍA DE LA CORROSIÓN

Corrosión es la degradación que sufren los materiales, normalmente el acero, cuando interactúan con el medio ambiente o alguna condición particular de algún proceso.

El óxido es un compuesto que resulta de la combinación de oxígeno con un metal, resultado en la pérdida gradual de este último.

#### **Elementos de la corrosión.**

Para que la corrosión se desarrolle se requiere de 4 elementos principales: cátodo, ánodo, electrolito y flujo de electrones. Expresado en términos prácticos, se requiere de agua, oxígeno, iones, metal y corriente eléctrica.

Oxígeno. Todo el oxígeno está disponible en la atmósfera, por lo que todo metal expuesto a ella está en constante contacto con él.

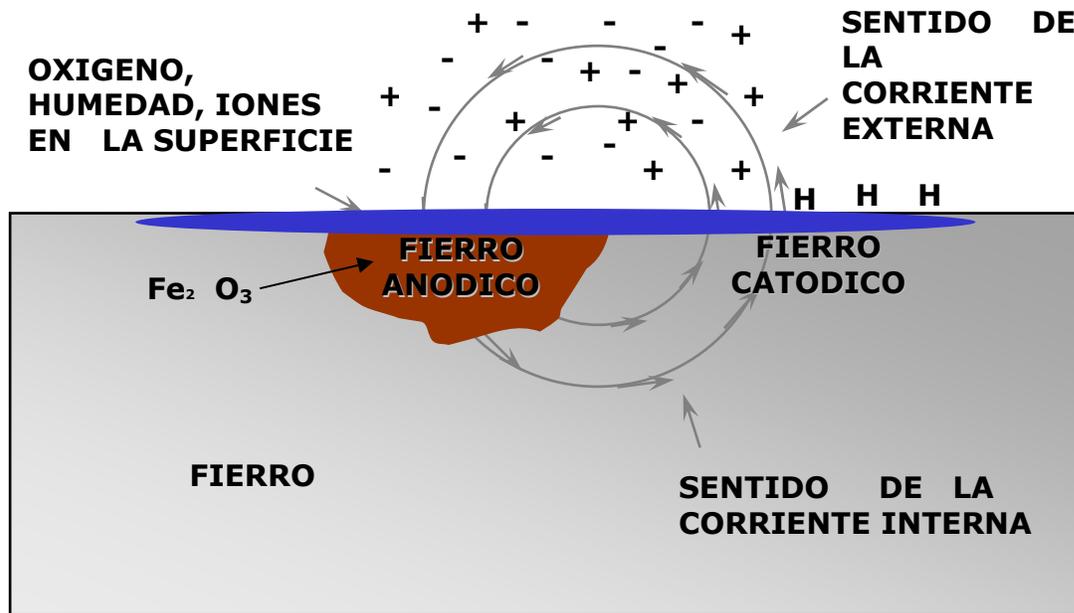
Agua. La atmósfera está cargada de humedad, tanto en forma de vapor como en pequeñas gotas. En estas dos formas se pone en contacto con la superficie de las estructuras.

Iones. El humo, la brisa salina, los polvos, vapores húmedos, derrames, salpicaduras de productos químicos y la contaminación de los suelos, pueden ser fuentes que proporcionen los minerales, sales, los ácidos o álcalis (iones) que al disolverse en agua producen un electrolito.

Cabe señalar que la única parte de los metales que sufre corrosión es el ánodo, mientras que el cátodo se protege durante la reacción de oxidación.

Batería de la corrosión:

Cuando dos metales humedecidos se ponen en contacto, forman una pila electroquímica. En esta pila el metal químicamente más activo la hace de polo negativo (ánodo) y el menos activo, de polo positivo (cátodo). Como consecuencia, el metal más activo se corroe más rápidamente, protegiendo así al menos activo



En un metal se forman partes anódicas y partes catódicas

Debido a este principio, es fundamental tomar en cuenta que al conectar dos materiales de diferente naturaleza, uno actuará como cátodo y el otro como ánodo, siendo este último el que se sacrifica protegiendo de manera automática al resto de la estructura.

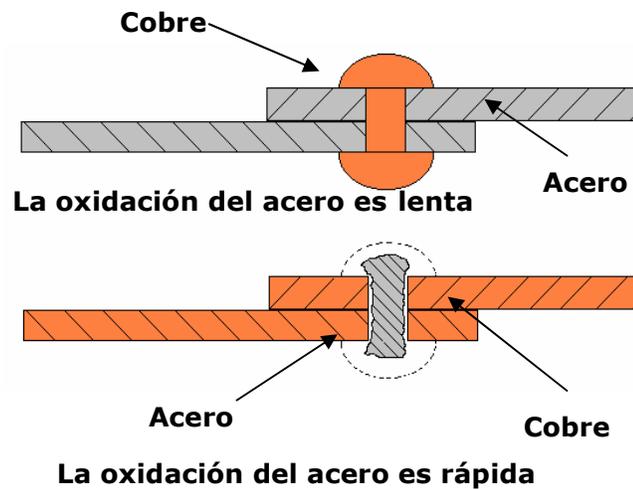
## SERIE GALVANICA

La manera más simple de proteger el hierro contra la corrosión es formar una barrera entre el metal y la atmósfera. La barrera puede ser una capa de pintura, de aceite, de una grasa o de un plástico. Pero a veces se utiliza otra técnica: el hierro se recubre de una fina capa de otro metal, como por ejemplo el zinc. Este metal debe tener la propiedad de ser más activo químicamente que el hierro. El Zinc es un metal más activo que el hierro y se oxida más rápidamente, actúa de metal de sacrificio y protege al hierro de la corrosión. Lo mismo ocurre cuando tenemos en contacto magnesio con hierro.

A continuación se presenta la serie galvánica en la que se muestra desde el magnesio (metal más activo químicamente) hasta el platino (metal menos activo químicamente).

Magnesio	Terminal Anódica
Zinc	
Aluminio	
Acero	
Hierro Fundido	
Latón	
Cobre	
Bronce	
Plata	
Titanio	
Oro	
Platino	Terminal catódica

Un aspecto a considerar, es que aparte de tener dos materiales de diferente naturaleza, influye en gran manera el tamaño de las áreas que han sido puestas en contacto directo.



## TIPOS DE CORROSIÓN

Todos los tipos básicos de corrosión pueden ocurrir en el agua de mar. Los fallos más abundantes ocurren por la formación de picaduras, corrosión en resquicios, corrosión galvánica, corrosión bajo tensión, corrosión por fatiga, ataque por choque y corrosión selectiva.

Corrosión uniforme. Es una forma de corrosión en la cual un metal es atacado a la misma velocidad sobre la superficie entera. Se da fundamentalmente cuando el ataque se extiende casi por igual por toda la superficie metálica, siendo éste de carácter superficial. El remedio más recurrido para éste tipo de corrosión es mediante un recubrimiento apropiado o bien mediante la protección catódica.

Corrosión localizada. Consiste en un ataque muy localizado y profundo, frecuentemente es difícil de descubrir, dado el pequeño diámetro de las perforaciones y porque las bocas de éstas perforaciones están recubiertas con productos de corrosión. Se requieren meses e incluso años para que los agujeros lleguen a perforar el metal.

Corrosión intergranular. Los bordes del grano son más propensos al ataque electroquímico, no solo porque en ellos los átomos metálicos están más débilmente empaquetados en la red cristalina, sino también por las impurezas y segregaciones que allí se acumulan.

Las áreas inmediatamente contiguas a la soldadura quedan empobrecidas en elementos aleantes por lo que se vuelven activas frente al resto del metal. En las soldaduras se da en paralelo el fenómeno de unión bimetálica, ya que el electrodo de soldadura introduce un compuesto de distintas características electro-químicas.

Corrosión selectiva. La corrosión selectiva se presenta en aleaciones en las que los aleantes difirieren bastante entre sí por sus potenciales electro-químicos. El elemento más electro-negativo (activo) se disuelve, quedando una estructura esponjosa de malas propiedades metálicas.

Corrosión galvánica. Siempre que se unen dos metales o aleaciones diversas tiende a la corrosión el más electro-negativo de los dos y tanto más intensamente cuanto más distanciados se encuentran ambos metales en la serie galvánica. Este es el caso generalizado del par galvánico hélice (bronce) y casco (acero); y el existente antiguamente en buques con remaches.

Corrosión por picadura. Ocurre sobre un metal cuando la cantidad de oxidación en uno o más puntos es mucho más grande que la promedio. Las soluciones que contengan cloruros podrían atacar por una acción de picado, y en las picaduras se podrán desarrollar celdas galvánicas. Los daños debidos a este picado son también llamados pinchazos de alfiler causados por la corrosión. Los cloruros ácidos, tales como el cloruro férrico y el cloruro sódico son particularmente peligrosos, pero cualquier cloruro en concentración apreciable puede ser la causa posible de perturbaciones

Corrosión por rajadura. Este tipo de corrosión es localizada dentro o adyacente a grietas.

Corrosión por corriente extraviada. Esta corrosión ocurre sobre superficies de metal donde una corriente directa pasa desde ellas a un electrolito. La corrosión acelerada por corrientes extraviadas ocurre frecuentemente sobre estructuras de metal cerca de rieles eléctricos o sistemas de grúas, equipos de soldadura inapropiadamente aterrizados y sistemas de protección catódica adyacentes.

Corrosión por fatiga. La corrosión por fatiga es otro de los riesgos que han de ser eliminados. Casi todos los metales y aleaciones, pueden fallar al agrietarse o quebrarse debido a la corrosión por fatiga en condiciones que impliquen esfuerzos aplicados o tensiones residuales combinadas con agentes ligeramente corrosivos. El mecanismo causante de la corrosión por fatiga todavía no ha sido determinado. Es principalmente transgranular y puede ir acompañado de ataques de picado. Son muy susceptibles las piezas que han estado sometidas a un fuerte trabajo en frío, pero el acero recocido puede también agrietarse cuando se le somete a condiciones difíciles.

## **ÁREAS CRÍTICAS**

Las áreas críticas son puntos en donde la corrosión se puede presentar con mayor facilidad por el tipo de trabajo que ahí se realizó. Por lo que se mencionan las siguientes áreas críticas más comunes en estructuras marinas:

- El uso de cordones discontinuos de soldadura.
- Los traslapes.
- El uso de remaches y tornillos.
- Áreas de difícil acceso.
- Doblar la lámina.
- Acumulación de sales corrosivas procedentes del material aislante, del goteo o de pulverizaciones o salpicaduras corrosivas en el área del recipiente.
- cavidades donde se recoja agua durante el ciclo de operaciones, acumulándose una concentración de sales en la cavidad.

## 4. MÉTODOS DE PROTECCIÓN EXISTENTES

La tendencia de los metales a corroerse es un hecho natural y permanente. El problema radica en controlar este efecto destructivo con la mayor economía posible, en la forma técnicamente adecuada, optimizando los recursos existentes.

Existen diferentes métodos para proteger las estructuras del ataque de la corrosión y así mismo evitar su desgaste. Dado que para que exista un proceso de corrosión, debe formarse una pila o celda de corrosión y, por tanto, un ánodo, un cátodo, un conductor metálico y una solución conductora, además de una diferencia de potencial entre los electrodos o zonas anódicas y catódicas, la eliminación de alguno de los componentes esenciales de la mencionada pila, podría llegar a detener el proceso.

Por esto, mencionaremos los métodos más utilizados para la protección de la corrosión, describiendo en que consiste cada uno de ellos, explicando cual de estas es la más utilizada en la industria marítima.

Debe quedar claro que un proceso de corrosión involucra tanto la reacción anódica como la catódica, y que si una de las dos reacciones falla, el proceso de corrosión se detiene.

### 4.1. USO DE INHIBIDORES

El uso de inhibidores químicos normalmente se restringe a sistemas de circulación o abastecimiento de agua, a líneas de vapor y condensado y a líneas de salmuera. Como todos estos sistemas actúan por inmersión en soluciones, su uso en el campo de la manutención es limitado. Además de ello, deberán tenerse precauciones en cuanto al tipo y cantidad de los productos químicos agregados como inhibidores. Una mala selección de ello o la manutención inadecuada de las concentraciones puede acelerar más la corrosión que evitarla. Sin embargo, si se usa en buena forma dentro de su campo limitado ayudaran eficientemente a minimizar al problema a un costo relativamente bajo.

## 4.2. USO DE MATERIALES MÁS RESISTENTES

El control de la corrosión es sólo uno de los muchos factores que intervienen en la selección de un material. El ingeniero de materiales al efectuar una determinada selección debe tener en cuenta una serie de factores, como propiedades físicas y mecánicas del material, resistencia a la corrosión, disponibilidad, facilidad de trabajo, además de los aspectos económicos, antes que pensar en el material en sí mismo.

La selección debería realizarse en base al material más económico, pero que reuniera la combinación de propiedades necesarias para el uso que se le va a dar.

Las consideraciones económicas son muy importantes, así como el tiempo de vida esperado para el equipo e instalación. No se trata, por ejemplo, de esperar un material más barato, si el costo de la demora puede llegar a ser mayor que el de un material más caro, pero del que se tiene una disponibilidad inmediata. Tampoco se trata de seleccionar un material muy resistente a la corrosión, y por lo general muy caro, que supere largamente la duración prevista para el equipo.

La selección de los materiales que vayamos a usar será factor decisivo en el control de la corrosión. Entre los metales comúnmente usados en aleaciones con aceros se encuentra: el Cromo, el Cobre, el Níquel y el Molibdeno. En otros casos se usan metales como Aluminio, cuyo precio es muy razonable. Materiales menos comunes como Titanio y Tantalio se emplean solamente bajo condiciones muy severas.

Para condiciones oxidantes se usan aleaciones que contengan cromo. Los elementos cerámicos poseen buena resistencia a la corrosión y a las altas temperaturas pero son quebradizos, su utilización se restringe a procesos que no incluyan riesgos.

La primera y más elemental forma de evitar la corrosión está dada por el buen diseño y las prácticas de construcción adecuadas. El concreto en sí es una barrera física que protege al acero por su baja conductividad, por lo que el grosor de la capa de concreto puede reducir las condiciones de agresividad; lamentablemente muchas veces esto no es ni económico ni técnicamente factible. El uso de materiales tales como el acero pretensado en lugar de varillas convencionales es otra opción, pero existe preocupación por la posibilidad de que la corrosión cause una reducción en la sección transversal, con la consecuencia de falla del acero.

### 4.3. MODIFICACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Las condiciones ambientales son muy importantes para el control de corrosión, algunos métodos usados son:

La reducción de la concentración de iones corrosivos en una solución que está corroyendo un metal puede hacer que disminuya la velocidad de corrosión, se utiliza principalmente en aceros inoxidable.

La adición de inhibidores que son principalmente catalizadores de retardo disminuye las probabilidades de corrosión. Los inhibidores son de varios tipos: los inhibidores de absorción que forman una película protectora, los inhibidores barrenderos que eliminan oxígeno. En general, los inhibidores son agentes químicos, añadidos a la solución de electrolito, emigran preferentemente hacia la superficie del ánodo o del cátodo y producen una polarización por concentración o por resistencia.

### 4.4. PROTECCIÓN CATÓDICA

La protección catódica se puede definir como una técnica que reduce la corrosión de una superficie metálica, haciendo circular por la misma superficie corriente catódica, de tal forma que la velocidad de la disolución anódica llega a ser despreciable. Desde un punto de vista simple, corresponde al empleo de corriente continua proveniente de una fuente externa, que se opone a una corriente de corrosión en las áreas anódicas de una estructura metálica sumergida en un medio conductor, o electrolito, tal como el suelo o el agua. Cuando un sistema catódico está instalado en forma apropiada, toda la porción de estructura protegida, recoge corriente del electrolito que la rodea y toda la superficie expuesta se comporta como una sola área catódica; de aquí su nombre.

La protección catódica no elimina necesariamente la corrosión, sino que transfiere la corrosión desde una estructura bajo protección concentrándola en otro lugar conocido en donde la descarga de corriente anódica o el ánodo puede ser diseñada para una gran duración y/o reemplazado fácilmente.

La protección catódica ocurre cuando un metal es forzado a ser el cátodo de la celda corrosiva adhiriéndole (acoplándolo o recubriéndolo) de un metal que se corroe más fácilmente que él, de forma tal que esa capa recubridora de metal se corroe antes que el metal que está siendo protegido y así se evite la reacción corrosiva. Una forma conocida

de Protección Catódica es la Galvanización, que consiste en cubrir un metal con Zinc para que éste se corra primero. Lo que se hace es convertir al Zinc en un ánodo de sacrificio, porque él ha de corroerse antes que la pieza metálica protegida.

La protección catódica constituye sin duda, el más importante de todos los métodos empleados para prevenir la corrosión de estructuras metálicas enterradas en el suelo o sumergidas en medios acuosos.

Tanto el acero como el cobre, plomo y bronce son algunos de los metales que pueden ser protegidos de la corrosión por este método. Las aplicaciones incluyen barcos, tuberías, tanques de almacenamiento y puentes.

En la práctica, la corriente necesaria para proteger una estructura desnuda suele ser demasiado grande como para ser rentable económicamente.

#### 4.5. SOBREDISEÑO DE EQUIPOS Y/O ESTRUCTURAS

Este método consiste básicamente en usar partes estructurales sobredimensionadas en espesor, anticipándose a pérdidas de material debidas a fenómenos de corrosión.

Este método se usaba mucho antiguamente, pero hoy en día existe una tendencia a usar estructuras cada vez más livianas pero mejor protegidas contra la corrosión. La principal desventaja del sobredimensionamiento es que además de ser de costo alto, nadie puede predecir cuánto será la velocidad de corrosión ya que no se tiene normalmente control sobre las condiciones ambientales, siendo suficiente un leve cambio para producir una alteración en la velocidad de corrosión.

Se debe tener en cuenta la acción penetrante de la corrosión junto con los requerimientos de la fuerza mecánica cuando se considere el espesor del metal utilizado.

Se debe hacer un diseño eficiente de aquellas piezas que se espera queden inservibles en poco tiempo, para que sean fáciles de reemplazar.

## 4.6. USO DE RECUBRIMIENTOS

En términos generales, en aislar la superficie del ambiente, de los agentes corrosivos, mediante una barrera impermeable. Específicamente significa revestirla con una pintura o recubrimiento. Estos materiales son responsables de la protección de la vasta mayoría de las superficies metálicas, además de los concretos en práctica en todas las plantas industriales y ambientes marítimos. Como tales son las principales armas que el hombre dispone contra la corrosión. Pueden variar de películas relativamente delgadas de pinturas hasta del ladrillo de 12" de espesor en estanques.

No solamente es importante seleccionar una barrera adecuada para cumplir los requisitos en una situación dada, sino que es de igual importancia también, especificar la preparación de la superficie, la técnica de aplicación y más aún, el controlar que esto sea realmente repetido en terreno. Hay a disposición una variedad amplia de materiales, equipos y procedimientos disponibles. El comportamiento de un recubrimiento frente a un eventual problema de corrosión, dependerá de la correcta aplicación sobre cada punto y de un buen control de las operaciones durante su aplicación.

El uso de pinturas, lacas, barnices y muchos materiales orgánicos poliméricos han dado muy buen resultado como protección contra la corrosión. Estos materiales proveen barreras finas tenaces y duraderas para proteger el sustrato metálico de medios corrosivos. El uso de capas orgánicas protege más el metal de la corrosión que muchos otros métodos.

Los recubrimientos se aplican mediante capas finas que separen el ambiente corrosivo del metal, es decir que puedan servir como ánodos sacrificables que puedan ser corroídos en lugar del metal subyacente. Los galvanizados son un buen ejemplo de este caso. Un recubrimiento continuo de zinc y estaño aísla el acero respecto al electrolito.

Una película de recubrimiento protege realmente los sustratos de metal de tres formas:

- Los recubrimientos pueden disminuir la tasa de difusión de agua y el oxígeno del ambiente hacia la superficie de metal. Esto limita el electrolito disponible para completar el patrón de la corrosión.
- La capa de recubrimiento puede disminuir la tasa de difusión de productos de corrosión desde la superficie del metal a través de la película. Este importante paso lento limita el flujo electrónico que es la corrosión
- Los pigmentos anticorrosivos que contiene un primario formulado cambia las propiedades de la superficie de metal base. El resultado de este cambio es que el metal desarrolla una alta resistencia eléctrica que bloquee el proceso de corrosión. Diferentes pigmentos llevan a cabo esta tarea de distintas maneras. Algunos se pegan a la superficie de metal de tal manera que bloquean la capacidad del oxígeno para recoger electrones. Otros crean películas de óxido tan gruesas que

son malas conductoras de electrones. Los otros reaccionan con iones de la superficie como los clorhídricos o los sulfatos para formar sales insolubles, impidiendo el efecto pernicioso de estos contaminantes.

Las pinturas funcionan porque le dan un paso lento a la reacción corrosiva. Esta reducción en la tarea de flujo de corriente en el proceso electroquímico de corrosión, disminuye sustancialmente la velocidad a la cual se corroe el metal.

Una adecuada preparación superficial contribuye más que ningún otro factor al éxito de los sistemas protectores de pintura. Esto es particularmente cierto tratándose de esquemas de pinturas de alta calidad y resistencia química, cuyo requisito imprescindible es su aplicación sobre sustratos limpios y adecuadamente preparados.

Estos recubrimientos se utilizan para aislar el metal del medio agresivo.

Veamos en primer lugar aquellos recubrimientos metálicos y no-metálicos que se pueden aplicar al metal por proteger, sin una modificación notable de la superficie metálica.

Recubrimientos no-metálicos: Podemos incluir dentro de éstos las pinturas, barnices, lacas, resinas naturales o sintéticas. Grasas, ceras, aceites, empleados durante el almacenamiento o transporte de materiales metálicos ya manufacturados y que proporcionan una protección temporal.

Recubrimientos orgánicos de materiales plásticos: Esmaltes vitrificados resistentes a la intemperie, al calor y a los ácidos.

Recubrimientos metálicos: Pueden lograrse recubrimientos metálicos mediante la electro deposición de metales como el níquel, cinc, cobre, cadmio, estaño y cromo.

Los recubrimientos metálicos utilizados se dividen en nobles y de sacrificio. Estos últimos aprovechan el principio de la corrosión galvánica para proteger el acero. Los recubrimientos nobles, como son los de cobre o níquel, sólo protegen al acero siempre y cuando el recubrimiento no esté dañado ya que el acero es anódico respecto a estos materiales. De todos estos recubrimientos el galvanizado de zinc es el comúnmente más utilizado; sin embargo, aun en este caso los resultados no han sido del todo satisfactorios ya que retrasan la corrosión de las estructuras y la consecuente fractura del concreto, pero no la previenen.

Inmersión en metales fundidos: Cinc (galvanización en caliente) y aluminio (aluminizado).

### **Propiedades físicas de los recubrimientos metálicos.**

Refiriéndonos al caso del acero como el material de más amplia utilización, la selección de un determinado recubrimiento metálico se puede efectuar y justificar sobre la base de una de las siguientes propiedades físicas determinadas:

- Impermeabilidad, esto es, que el recubrimiento sea continuo y de espesor suficiente, lo cual permitirá aislar la superficie del acero de los agentes agresivos.
- Resistencia mecánica de los metales utilizados en los recubrimientos, para garantizar una buena resistencia a los choques y rozamientos ligeros o accidentales.
- Buena adherencia al acero.
- Posibilidad de proporcionar superficies pulidas o mates, capaces de conferir a los objetos un acabado con fines decorativos.

Para obtener buenos resultados con los recubrimientos metálicos, hay que tener en cuenta una serie de operaciones que deben llevarse a cabo con anterioridad a la aplicación del recubrimiento.

## 5. GENERALIDADES SOBRE RECUBRIMIENTOS DE PROTECCIÓN EN AMBIENTES SALINOS.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el método para la protección de estructuras marítimas más viables, económicas y accesibles para la industria, es el uso de recubrimientos. Ya que estos generan una capa protectora que aísla los materiales de construcción del medio ambiente, brindando protección, durabilidad y estética a la estructura.

La selección de los recubrimientos más adecuados, dependerá de las condiciones de operación y las necesidades del cliente.

Por esto se mencionarán y describirán a continuación las características de los recubrimientos que se están aplicando en la actualidad en la protección de estructuras marítimas.

### 5.1. RECUBRIMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA OBRA VIVA

#### 5.1.1. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.

##### *AMERCOAT 385.*

Es un recubrimiento que se puede usar como primario y acabado de alto funcionamiento, duro y resistente a la abrasión. Se adhiere fuertemente a superficies de acero, acero previamente pintado y a inorgánicos de Zinc. Es adecuado para construcción nueva y mantenimiento.

- Cascos de embarcaciones, tanques de lastre.
- Para protección de: acero, aluminio, concreto, mampostería, galvanizado.
- Para sistemas de protección durables con acabados de poliuretano y acrílicos.
- Excelente barrera contra la corrosión y aplicable a una gran variedad de superficies.
- Excelente primario de taller, para servicios corrosivos.
- Aplicable para servicio de inmersión.
- Cumple con los requerimientos del contenido de volátiles orgánicos de los Estados Unidos (VOC).
- Proporciona una excelente barrera contra la corrosión en áreas dañadas, por la acción de sus pigmentos inhibidores. Y su buena resistencia química, garantiza un buen comportamiento en ambientes agresivos.
- Cumple con las especificaciones de la Military Sealift Command para cascos en inmersión, tanques de lastre y tanques de servicio.

- Superior funcionamiento que los recubrimientos convencionales aún con limpieza manual (SP-2) ó mecánica, (SP-3).

## USOS PRINCIPALES

- Interior de tanques.
- Plataformas marinas, cadenas, cajas de pañoles, cascos de aluminio y barcos de trabajo.
- Como primario para sistemas de servicios de inmersión y uso de antivegetativos.
- Tanques de lastre.

## 5.1.2. EPÓXICO ALQUITRÁN DE HULLA

### ***AMERCOAT 78HB CURADO CON AMINAS.***

## CARACTERÍSTICAS

Para: acero, concreto, dimetcote.

Para mantenimiento o inmersión.

Protección única en una sola capa, evita problemas de adherencia cuando se tiene que dar 2 capas de epoxi-alquitrán de hulla.

Una sola capa de aplicación reduce significativamente los costos de aplicación, baja absorción de agua, dureza, resistencia química y excelente adherencia.

Excepcional resistencia al agua, crudo, varios solventes y soluciones ácidas y alcalinas.

Debido a su alto volumen de sólidos, las superficies de concreto o metal son completamente protegidas en solo una capa.

## USOS PRINCIPALES

Mantenimiento de:

- Estructuras marinas.
- Exterior de tanques.
- Acero estructural.
- Refinerías o de tratamiento de aguas.
- Estructuras de concreto.
- Superficies con Dimetrote.
- Estructuras en plantas hidroeléctricas.
- Plantas de producción y refinación de aceite.
- Recubrimiento para inmersión continua o intermitente en aceite crudo.
- Recubrimiento industrial para plantas de poder.

Vapores químicos severos o moderados, derrames o salpicaduras así como agua, intemperie o abrasión: 1 capa (cada una de 16 mils (400 micras) de espesor seco mínimo. Ningún acabado o primario es requerido.

## INMERSIÓN

Amercoat 78HB, puede trabajar bajo inmersión intermitente y continua en álcalis, productos del petróleo, sales solventes y agua dulce o salada; una capa (cada una de 16 mils (400 micras) de espesor seco mínimo). No se requiere acabado o primario.

- Cascos y estructuras marinas.
- Interior de tanques.
- Tanques sanitarios de desperdicios.

## *AMSA E - 507*

Magnífico recubrimiento protector a base de alquitrán de hulla-epoxi.

Formulado para aplicarse por aspersion airless o convencional.

Excelente estabilidad de almacenamiento.

Alta resistencia al gusano barrenador. Baja absorción de humedad, gran dureza, resistencia química y excelente adherencia.

Para mantenimiento e inmersión, costo mínimo por metro cuadrado.

A diferencia de los alquitranes de hulla ordinarios la viscosidad se mantiene constante durante el almacenamiento.

Su alto contenido de sólidos proporciona máxima protección en una sola capa.

Se ajusta a la lista de productos clasificados en las especificaciones Navales de E.U. (MIL-P-23236, barcos tipo 1, clase 2). También satisface los requerimientos de los Guardacostas de E.U., bajo las especificaciones Navales.

## USOS PRINCIPALES

Protege contra la corrosión de vapores, salpicaduras o derrames de ácidos, álcalis, soluciones salinas u otros agentes químicos corrosivos y al ataque por el agua, la intemperie o los abrasivos en:

Cubiertas marinas,

Fondos Marinos, barcazas, chalanes, remolcadores y Buque tanques.

Estructuras marinas sujetas a inmersión en agua de mar.

Interior de tanques,

Acero estructural,

Inorgánicos de zinc.

### 5.1.3 RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS RICOS EN ZINC

#### *AMERCOAT 68 PRIMARIO EPOXICO ZINC-RICH*

#### CARACTERÍSTICAS

Tipo. Epóxico zinc-rich.

Primario de campo, y mantenimiento.

Adecuado para: acero, dimetcote y galvadur.

Combina la tenacidad de los Epóxicos con la protección superior del zinc.

Excelente resistencia al agua, intemperismo.

Excelente adherencia a los recubrimientos inorgánicos de zinc.

Fácil aplicación por sistema "airless" o convencional.

Formulado con resinas epóxicas y polvo de zinc.

Forma una película tenaz y resistente a la abrasión; se adhiere firmemente al acero y a superficies inorgánicas de zinc.

Su contenido de zinc proporciona a las superficies de acero una protección catódica cuando el recubrimiento se daña físicamente.

#### USOS PRINCIPALES

- Acero
- Superficies de inorgánicos de zinc.

Aplique una capa de Amercoat-68 a 3 mils (75 micras) de espesor de película seca, y recúbrase con un acabado Epòxico recomendado o un sistema de acabado.

#### TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA

Intemperismo. Proporciona excelente protección con un acabado adecuado.

Agua: no es dañado por derrames, salpicaduras o inmersión intermitente en agua dulce o salada si se recubre adecuadamente.

Productos del petróleo: resiste derrames, salpicaduras y vapores.

Solventes: no se daña con derrames, salpicaduras y vapores.

Aceites vegetal y animal: resiste derrames y salpicaduras de los aceites animal y vegetal.

#### 5.1.4. RECUBRIMIENTOS ANTIVEGETATIVOS.

Controlan el asentamiento de organismos marinos.  
Liberan biocidas a través de la superficie de la película.  
Utilizan como biocida el Óxido Cuproso.

Tipos de Antivegetativos:

Convencional (12 - 18 meses).  
Ablativo (3 o más años).  
Autopulible (5 años).

#### **ABC 3.**

*RECUBRIMIENTO ANTIVEGETATIVO AUTOPULIBLE LIBRE DE ESTAÑO DE ALTO DESEMPEÑO.*

#### CARACTERÍSTICAS

Para usos Marinos y Plataformas

- Contiene alto nivel de Óxido Cuproso.
- Único con mecanismo autopulible que previene la proliferación de organismos marinos.
- Proporciona larga vida de protección, aún bajo condiciones severas de incrustación marina.
- Disponible en colores contrastantes.
- Por su tersura facilita la navegación.
- Proporciona una larga vida de servicio sobre un sistema anticorrosivo adecuado.
- Adecuado para la mayoría de las embarcaciones en distintas condiciones de operación.
- Después de aplicado puede permanecer en dique seco por 90 días sin que esto afecte sus propiedades.
- Totalmente compatible con la mayoría de recubrimientos anticorrosivos, con enlaces Epóxicos y antivegetativos autopulibles.

## USOS PRINCIPALES

El Recubrimiento Antivegetativo ABC 3 se recomienda para:

- Protección antivegetativa de larga duración en servicio severo.
- Reducir los costos de operación pues amplía los intervalos para mantenimiento en dique seco.
- Usar cuando las regulaciones prohíben o restringen el uso de compuestos de estaño orgánico (TBT).
- Lograr máxima compatibilidad con una amplia gama de sistemas para fondo u otras superficies especiales.

### **ABC 4.**

#### **RECUBRIMIENTO ANTIVEGETATIVO AUTOPULIBLE LIBRE DE ESTAÑO**

## CARACTERÍSTICAS

Para usos Marino y Plataformas.

Protección Antivegetativa económica.

Contiene un balance especial de niveles de óxido cuproso para la prevención de incrustación marina.

Totalmente compatible con la mayoría de los recubrimientos anticorrosivos.

## USOS PRINCIPALES

ABC 4 se usa en recubrimientos para cascos de acero en embarcaciones, botes y lanchas.

## 5.1.5. INORGÁNICOS DE ZINC

### **DIMETCOTE 4**

## CARACTERÍSTICAS

Tipo. Autocurante base acuosa.

Recubrimiento a base de Zinc, 100% inorgánico.

Alto contenido de sólidos.

Fácil aplicación.

Una sola capa proporciona máxima protección contra intemperie, abrasión y disolventes.

Base acuosa, no usa disolventes, no hay peligro de explosión e incendio.

Excepcional adherencia al acero.

Proporciona protección catódica a filos ángulos, remaches, cordones de soldadura ásperos y áreas expuestas a la abrasión.

Fácil de aplicar en una vasta gama de espesores.

Puede ser usado como primario de taller para producción en serie.

Cumple con la especificación Mil-P-23236 Navíos Tipo 1, Clase 3 de Sistemas para Pinturas de Tanques de

Navíos, Combustibles y Lastre de Agua Salada de USA.

## 5.2. RECUBRIMIENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA OBRA MUERTA

### 5.2.1. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS

#### ***AMERLOCK 400***

#### ***EPÓXICO MODIFICADO DE ALTOS SÓLIDOS AUTO PRIMARIO.***

#### CARACTERÍSTICAS

Amerlock 400 es un recubrimiento que funciona como primario y acabado. Tiene la ventaja de poderse aplicar a superficies con un mínimo de limpieza.

Esta formulado para humectar completamente la superficie. La adhesión a superficies con diferentes grados de limpieza excelente adherencia, incluyendo el óxido firmemente adherido y recubrimientos viejos.

El bajo contenido de solventes reduce el problema de ablandamiento cuando se aplica sobre recubrimientos viejos.

La relación de mezcla 1:1 asegura que la mezcla sea rápida exacta y fácil.

Tiene excelentes características de aplicación, con airless, aspersion convencional, rodillo y brocha.

El alto contenido de sólidos disminuye la posibilidad de solvente atrapado, que provoque fallas en la interfase del recubrimiento y la superficie.

Los modificadores de viscosidad del Amerlock 400, tienen la característica de no emigrar, asegurando así el buen funcionamiento del material, mejorando las propiedades de atomización y dándole mayor resistencia a los cambios de temperatura y una mayor fuerza de adhesión. Si se requiere Amerlock 400 puede ser recubierto con una gran variedad de acabados.

Se usa principalmente en aquellas áreas donde el método de limpieza con abrasivos es impracticable o difícil de efectuar, protege al acero contra la corrosión provocada por derrames, salpicaduras, vapores de productos químicos, agua de mar, brisa marina y agua dulce.

## USOS PRINCIPALES

- Instalaciones industriales.
- Intemperismo marino.
- Exterior de tanques.
- Plataformas marinas.
- Interior de tanques de almacenamiento de agua.
- Tuberías.

## TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA

MEDIO	INMERSION	DERRAMES	VAPORES
AMBIENTE	NO RECOMENDADO	SALPICADURAS	INTEMPERISMO
ÁCIDO	NO RECOMENDADO	REGULAR	BUENO
ALCALINO	NO RECOMENDADO	EXCELENTE	EXCELENTE
SOLVENTES	EXCELENTE	BUENO	EXCELENTE
AGUA SALADA	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE
AGUA	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE

## 5.2.2. RECUBRIMIENTOS VINIL - ALQUIDÁLICOS

### **AMERCOAT 38**

### **PRIMARIO VINIL ALQUIDÁLICO SIN PLOMO**

#### CARACTERÍSTICAS

Aplicable sobre: Acero, alquidáticos, epóxicos y vinílicos.

Versátil, aplicable con equipos airless, convencional o con brocha, sobre metal o diversas pinturas viejas.

Proporciona de 6 a 12 meses de protección desde la fabricación hasta su montaje.

Elaborado con pigmentos inhibidores sin plomo, satisface las regulaciones ecológicas a nivel nacional e internacional.

Protege contra ambientes marinos, intemperie, abrasión o humos ácidos.

## USOS PRINCIPALES

- Acero Estructural.
- Exterior de Tanques.
- Equipos de Proceso.

## EXPOSICIÓN SEVERA.

Ambiente atmosférico o humos de productos químicos. Una capa de 3.0 mils (75 micras) de grosor seco. Puede recubrirse con acabados vinílicos.

## EXPOSICIÓN MODERADA.

Una capa de 2.0 mils (50 micras) de grosor seco, puede recubrirse con acabados vinílicos.

## REPARACIÓN:

AMERCOAT 38 puede ser utilizado para repararse a sí mismo, a vinílicos o vinil acrílicos.

AMERCOAT 38, no se recomienda para inmersión continua o exposición prolongada a ácidos fuertes o álcalis. Tampoco se recomienda para aplicación sobre Dimetcote, galvanizado u otras superficies alcalinas como el concreto.

## 5.2.3. INORGÁNICOS DE ZINC

### ***GALVADUR INORGÁNICO DE ZINC AUTOCURANTE***

#### CARACTERÍSTICAS.

Tipo: inorgánico de zinc, autocurante, base solvente adecuado para; acero, limpiado con chorro de abrasivo.

Sobresalientes características de aplicación en un amplio rango de condiciones atmosféricas.

Proporciona protección catódica a las superficies de acero.

Excelente protección con una sola capa por su contenido de zinc.

Proporciona una larga protección contra la corrosión reduciendo los costos de mantenimiento.

## USOS PRINCIPALES

- Estructuras de acero.
- Exterior de tanques.
- Tuberías.
- Plataformas marinas.
- Puentes.

Como sistema de una sola capa, para mantenimiento o como primario, controla la corrosión.

Resiste salpicaduras y derrames de productos derivados del petróleo, como:

- Solventes orgánicos.
- Alcoholes.
- Aceites vegetales.
- Agua.

No es afectado por la luz ultravioleta.

GALVADUR con una sola capa a 2.5 mils (62.5 micras) de espesor seco tiene una excelente resistencia al intemperismo.

TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA.

MEDIO AMBIENTAL	DERRAMES Y SALPICADURAS	VAPORES E INTEMPERISMO
ÁCIDO	NO	NO
ALCALIS	NO	NO
SOLVENTES	EXCELENTE	EXCELENTE
AGUA SALADA	EXCELENTE	EXCELENTE
AGUA CRUDA	EXCELENTE	EXCELENTE
PROD. DEL PETROLEO	EXCELENTE	EXCELENTE
ACEITES VEGETALES Y ANIMALES (HASTA 2% DE ÁCIDO GRASO LIBRE)	EXCELENTE	EXCELENTE

Como sucede con todos los recubrimientos de zinc, GALVADUR no se recomienda para inmersión o derrames de soluciones ácidas o alcalinas.

Una capa de GALVADUR como primario a 2.5 mils (62.5 micras) de espesor seco. Puede recubrirse con un acabado epóxico, vinílico, acrílico, hule clorado y otros acabados.

## 5.2.4. RECUBRIMIENTOS BASE POLISILOXANO.

### **PSX - 700**

El PSX 700, es un recubrimiento siloxano patentado de alta tecnología que incluye las propiedades de un recubrimiento epóxico y de un recubrimiento de poliuretano de grandes cualidades. Este recubrimiento ofrece el descubrimiento de un producto resistente al medio ambiente y control de la corrosión.

### CARACTERÍSTICAS

- *Recubrimiento auto-primario, de alto brillo.*
- *Se puede aplicar directamente sobre un inorgánico de zinc - sin provocar burbujas.*
- *Cura a temperatura ambiente.*
- *Excelente adherencia a la superficie, incluyendo oxidación.*
- *Brillo y apariencia superior al mejor poliuretano.*
- *Costos de aplicación significativamente más bajos.*
- *Excelente resistencia a la corrosión y a los ácidos.*
- *Altos sólidos. cumple con el VOC.*
- *Resiste altas concentraciones de humedad.*
- *Se aplica con brocha, rodillo o aspersión - sin necesidad de adelgazar.*
- *Buena resistencia a la salpicadura o derrame de productos químicos.*

### USOS PRINCIPALES

El PSX 700, se adhiere fuertemente al acero sin recubrir, recubrimientos viejos y a superficies recubiertas con inorgánico de zinc. En construcciones nuevas, proyectos de reparación y mantenimiento en campo. Provee de una excelente protección en el control de la corrosión e intemperismo.

- Acero estructural
- Puentes
- Marina
- Tanques
- Tuberías
- Plantas Industriales
- Eléctricas
- Tratamiento de agua
- Pulpa y papel
- Química y Petroquímica
- Pisos y paredes de concreto.
- Transportación

- Exterior de carros de ferrocarril
- Vehículos como: camiones, autobuses
- Marina
- Cubiertas
- Obra muerta y superestructura en barcos
- Costados
- Barcazas y plataformas marinas.

TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA

MEDIO AMBIENTE	DERRAMES Y SALPICADURAS	VAPORES E INTEMPERIE
ÁCIDO	EXCELENTE	EXCELENTE
ALCALINO	EXCELENTE	EXCELENTE
<b>SOLUCIONES SALINAS</b>		
ÁCIDO	EXCELENTE	EXCELENTE
NEUTRO	EXCELENTE	EXCELENTE
ALCALINO	EXCELENTE	EXCELENTE
AGUA	EXCELENTE	EXCELENTE
SOLVENTES	EXCELENTE	EXCELENTE
PRODUCTOS DEL PETRÓLEO	EXCELENTE	EXCELENTE

### 5.2.5. RECUBRIMIENTOS DE POLIURETANO

#### **AMERSHIELD.**

#### **POLIURETANO DE ALTOS SÓLIDOS AUTO PRIMARIO**

#### CARACTERÍSTICAS

Único recubrimiento versátil de altos sólidos y alto espesor, auto primario de alto brillo y fácil limpieza.

Se encuentra dentro de los requerimientos ambientales del contenido de volátiles orgánicos (V O C).

Excelente resistencia química a solventes, y al manchado.

Posee excelentes características de dureza y flexibilidad.

AMERSHIELD es un producto con alto brillo que muestra una excelente retención del mismo y de color, durante largos periodos de servicio. Tiene la capacidad de adherirse

directamente al metal y concreto, proporcionando un sistema de protección en una sola capa disminuyendo los costos de aplicación en ambientes moderados.

AMERSHIELD se adhiere sobre superficies de acero laminado en frío y en caliente. Tiene una destacada resistencia a la abrasión, al impacto directo e indirecto (rebote). AMERSHIELD se adhiere de manera excelente al concreto proporcionando un sistema con brillo duradero y fácil de limpiar en los sistemas de pisos. Puede ser aplicado sobre Amerlock 400 como un acabado resistente a ambientes corrosivos.

Se aplica como acabado directamente sobre inorgánicos de Zinc, tales como Galvadur, Dimetcote 4 y acabados epóxicos como Amerlock 400. Para mantenimiento AMERSHIELD puede ser aplicado sobre pintura vieja firmemente adherida AMERSHIELD esta disponible en un amplio rango de colores de acuerdo al sistema de colores de Amercoat Mexicana, S.A. de C.V.

#### USOS PRINCIPALES

- Acero estructural de uso industrial y arquitectónico.
- Tanques y tubería.
- Plantas de tratamiento de aguas, eléctricas, de pulpa y papel, químicas, petroquímicas, de alimentos y bebidas.
- Exterior de carros de ferrocarril e interior de tolvas.
- Acero estructural en puentes.
- Paredes y pisos de concreto industriales y arquitectónicos.

#### EN EL ÁREA MARINA:

- Acero estructural.
- Muelles, embarcaciones (cubiertas, costados, línea de flotación y superestructuras).
- Barcos de recreo y plataformas marinas.

## TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA

MEDIO AMBIENTE	DERRAMES Y SALPICADURAS	VAPORES INTEMPERISMO
ÁCIDO	REGULAR	BUENO
ALCALINO	EXCELENTE	EXCELENTE
SOLVENTES	BUENO	EXCELENTE
AGUA SALADA	EXCELENTE	EXCELENTE
AGUA	EXCELENTE	EXCELENTE
PROD. DEL PETRÓLEO	EXCELENTE	EXCELENTE

### ***POLIDUR.***

### ***POLIURETANO ALIFATICO***

#### CARACTERÍSTICAS

Polidur es un acabado a base de resina de poliuretano tipo acrílico, que por sus excelentes características de resistencia a la intemperie y a una gran diversidad de agentes químicos, buena flexibilidad, impermeabilidad, dureza, secado rápido y un acabado brillante, es uno de los recubrimientos más versátiles que actualmente existen en el mercado.

- Excelente resistencia al intemperismo.
- Buena resistencia a derrames y salpicaduras de algunos disolventes y agentes químicos.
- Buena resistencia al agua.
- Muy buena flexibilidad, dureza y resistencia a la abrasión.
- Adecuado cuando se requiere protección anticorrosiva y además acabado decorativo.

#### USOS PRINCIPALES

1. Mantenimiento industrial.
2. Protección de pisos.
3. Acabado decorativo.
4. acabado con excelente resistencia al caleo sobre sistemas epóxicos.

## TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA

Intemperie.- Excelente resistencia a intemperismo. Posee características sobresalientes de retención de color y brillo.

Mecánica.- Posee excelente resistencia al impacto y sobre todo tiene muy buena resistencia a la abrasión.

Agua.- Excelente resistencia al agua.

Alcalis.- Resiste derrames, salpicaduras y vapores de alcalis.

Temperatura.- Resiste temperatura continua de 93°C (calor seco), aunque en exposiciones prolongadas a temperaturas superiores a 120°C se amarillea ligeramente y pierde flexibilidad y resistencia al impacto.

Ácidos.- Resiste derrames, salpicaduras y vapores de ácidos inorgánicos y orgánicos.

Polvos y suciedad.- Debido a que no se adhiere ni el polvo ni la suciedad, las películas de este acabado se limpian fácilmente con disolventes o detergentes, recuperando su aspecto decorativo original.

## 5.2.6. RECUBRIMIENTOS ALQUIDÁLICOS

### **AMERCOAT 52**

*Alquidálico para mantenimiento.*

### CARACTERÍSTICAS

Amercoat 52 ha mejorado considerablemente la resistencia química y a la intemperie en comparación con la de los esmaltes alquidálicos ordinarios, se ha logrado esto sin afectar la facilidad de aplicación, brillo, formación de la película y poder cubriente.

Para aquellos problemas de conservación o mantenimiento en áreas en las que el humo o las condiciones del tiempo, restringen gradualmente la vida útil de las pinturas alquidálicas ordinarias pero que no llegan a justificar, económicamente, el empleo de pinturas protectoras de máxima resistencia a las sustancias químicas.

Amercoat 52 constituye la solución ideal. Es excelente para interiores o exteriores; 2 manos de Amercoat 52 aplicadas sobre un primario apropiado, en superficies de acero, madera, aluminio o galvanizadas, proporcionarán protección duradera y darán al

mismo tiempo una apariencia brillante y atractiva.

#### USOS PRINCIPALES

- Mantenimiento Industrial
- Acero Estructural y Arquitectónico
- Madera, Galvanizado
- Exterior de Tanques

#### TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA.

##### RESISTENCIA A LA TEMPERATURA

El brillo y la retención del color de Amercoat 52 son excelentes. Aún bajo la continua luz del sol, conservará la apariencia original por largo tiempo.

##### RESISTENCIA AL AGUA

Soportará la humedad prolongada, las salpicaduras y derrames. Sin embargo, no se recomienda este recubrimiento para inmersión continua.

##### RESISTENCIA QUÍMICA

La resistencia a las atmósferas ácidas o alcalinas es muy superior a la de los esmaltes alquidáticos ordinarios.

##### RESISTENCIA A LOS DISOLVENTES

Cuando ha secado completamente, resiste salpicaduras o derrames de la mayor parte de los disolventes orgánicos (ALIFATICOS).

##### RESISTENCIA AL CALOR

Resiste continuamente calor seco hasta 66°C

## 5.3. RECUBRIMIENTOS PARA LAS ÁREAS ESPECIALES

### 5.3.1. CAMAROTES

#### 5.3.1.1. EPÓXICO BASE AGUA

##### **AMERCOAT 335P**

##### CARACTERÍSTICAS

Primario inhibidor de la corrosión, para superficies de acero.

Libre de solvente.

Ideal para áreas restringidas y confinadas.

Puede ser recubierto con acabado base agua y base solvente.

Se puede aplicar con brocha, rodillo y aspersion.

Cumple con las especificaciones VOC.

Rápido y fácil de limpiar.

Amercoat 335-primario provee de una excelente protección anticorrosiva. Amercoat 335-primario puede ser aplicado sobre acero limpio, aluminio y galvanizado.

Amercoat 335-primario es un excelente primario de alto funcionamiento y compatible con acabados Amercoat, tales como Amercoat 355 epoxi-acrílico base agua y la mayoría de los acabados epóxicos Amercoat.

##### USOS PRINCIPALES

- Acero.
- Plantas químicas.
- Refinerías.
- Nucleoeléctricas y termoeléctricas.
- Plantas de alimentos.
- Laboratorios.
- Industria farmacéutica.
- Obra muerta e interiores de embarcaciones.
- Plataformas.
- Otros ambientes que requieren protección.

## AMERCOAT 335A

### CARACTERÍSTICAS

AMERCOAT 335 ACABADO es un recubrimiento epoxi-acrílico base agua.

Autoprimario.

Cumple con la reglamentación VOC. Americana

Seca un mínimo de tiempo.

Para uso interior y exterior.

Aplicable con equipo convencional, airless, brocha o rodillo.

Excelente brillo.

Resistente y durable.

Disponible en varios colores.

Brinda una protección a largo plazo, un epóxico con brillo y retención de color como un acrílico, Amercoat 335 acabado le provee una buena resistencia al manchado, apariencia atractiva mejor que los epóxicos y los tradicionales sistemas alquidáticos.

El Amercoat 335 acabado requiere mínima preparación de superficie.

Generalmente se usa limpieza mecánica o mordentado químico.

No dañino y con bajo olor, el Amercoat 335 acabado cumple con las regulaciones de calidad de aire y se limpia fácilmente.

Amercoat 335 acabado es resistente a derrames y salpicaduras en industrias químicas.

Provee una larga protección a largo plazo en industrias y ambientes químicos.

Resiste a limpiezas con vapor. La buena resistencia a la abrasión lo hace un recubrimiento durable para pisos, paredes y otras áreas.

### USOS PRINCIPALES

- Paredes y pisos.
- Plantas de proceso de alimentos.
- Escuelas.
- Hospitales.
- Hoteles.
- Cocinas.
- Laboratorios y Áreas de Almacenamiento.
- Concreto, Madera, Galvanizado, Sustratos de Aluminio, Mampostería.

Mantenimiento de industrias y construcciones nuevas en exterior de tanques, equipos, tubería y estructuras de acero.

Excelente para cuartos y pasillos de hoteles por su tersura y fácil limpieza de manchas.

No se recomienda para inmersión continua.

## 5.3.2. BODEGAS DE ALIMENTOS

### 5.3.2.1 RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS

#### **AMERCOAT 64 PRIMARIO EPÓXICO**

##### CARACTERÍSTICAS

Curado con poliaminas y sin pigmento inhibidor.

Excelente resistencia al agua.

Ideal para inmersión en agua cuando se recubre con AM-66.

Extraordinaria adherencia con acabados epóxicos.

Con acabado AM-66 cumple con las especificaciones de la fuerza aérea de los Estados Unidos para manejar combustibles de avión y jets y también con las especificaciones para la industria alimenticia.

No altera la calidad del combustible que maneja.

Cuando forma un sistema con AM-66 satisface la especificación mil- C-4556B de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos para servicio de inmersión en combustibles de aviación, también cumple con la enmienda Food Drug and Cosmetic ACT-Food Additives de 1958 y con los requerimientos de la división de inspección de carnes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, para uso en acero estructural o concreto en plantas empacadoras de carne, inspeccionadas federalmente.

##### USOS PRINCIPALES

Protección en tanques de acero o concreto que contengan agua, soluciones alcalinas, salinas y otras sustancias químicas, petróleo, combustible y desechos de aguas residuales, mampostería y aluminio.

(USADO COMO SISTEMA CON AM-66).

##### SISTEMAS CON AMERCOAT 64 PRIMARIO

En interiores de tanques de acero o concreto aplique una capa a 1.5 mils. (37.5 micras) de espesor de película seca, después recubra con acabado epóxico AM-66. Consulte la literatura del AM-66 para obtener más datos.

Amercoat 64 puede ser usado para repararse él mismo.

#### TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA

Esta guía es aplicable cuando Amercoat 64 es utilizado como primario para AM 66.

**TEMPERATURA:** Resiste temperaturas máximas hasta de 93°C, calor seco. En agua o soluciones concentradas de sal soporta hasta 60°C.

**ALCALIS:** Resiste inmersión en álcalis hasta 50% a temperatura ambiente, tales como sosa cáustica y potasa cáustica.

**ALCOHOLES:** Soporta inmersión continua en alcoholes como glicerina y etilenglicol.

**PRODUCTOS DEL PETRÓLEO:** Resiste y no contamina a hidrocarburos como aceites lubricantes, combustible para motor, gas avión, diesel y combustible para jets.

**SALES:** Resiste inmersión continua en soluciones alcalinas, neutras y no oxidantes de sales como cloruro de sodio, carbonato de sodio, sulfato de potasio y fosfato trisódico, entre otras, hasta temperaturas de 60°C.

**PRODUCTOS ALIMENTICIOS:** Es adecuado para inmersión continua a temperatura ambiente, en productos alimenticios, prácticamente todos los aceites y grasas animales y vegetales como melazas, aceites comestibles, margarina, soluciones de azúcar.

**AGUA:** Soporta inmersión continua en agua dulce, salada y desmineralizada hasta 60°C.

**OTROS PRODUCTOS:** Resiste inmersión continua de plastificantes ftálicos, hidrocarburos aromáticos y látex.

**RADIACIÓN NUCLEAR:** Resiste una radiación acumulativa de  $6 \times 10^9$  R y su factor de descontaminación es de  $4.32 \times 10^2$  (basado en el reporte no. 3589 de febrero de 1965 de los laboratorios nacionales de Oak Ridge).

**AMERCOAT 66**  
**ACABADO EPÓXICO**

**CARACTERÍSTICAS**

Un recubrimiento epóxico curado con poliamidas.

Elevado contenido de sólidos.

Excelente resistencia al intemperismo marino severo.

Resiste inmersión en agua, productos químicos y combustible para jets.

Resiste la extremada radiación nuclear siendo su descontaminación rápida y fácil.

Deja películas de 5.0 Mils (125 micras) o mas en una sola capa, con varios sistemas.

Adherencia excelente. Buena flexibilidad, absorbe expansiones y contracciones de la superficie recubierta.

La película seca es dura y resistente a la abrasión.

Cumple con las especificaciones de la Food and Drugs Administration, Enmienda 175.300 para aditivos alimenticios con los requisitos del Departamento de Agricultura, en la división Inspección de Carnes y es aceptado por el servicio de Salud Pública para el interior de tanques de agua potable en transportes interestatales, de los EE.UU.

Protege contra: agua, salpicaduras alcalinas, soluciones salinas, vapores y derrames corrosivos, así como de la radiación nuclear, intemperismo y abrasión.

**USOS PRINCIPALES**

- Cubiertas marinas.
- Estructuras marinas.
- Interior y exterior de tanques.
- Acero estructural.
- Superficies con Dimetcote.
- Concreto

**AMERLOCK 2**  
**EPÓXICO DE SECADO RAPIDO**

Recubrimiento auto primario de secado rápido y alto contenido de sólidos.

**CARACTERÍSTICAS**

Secado rápido.

Puede recubrirse después de 3 horas.

Cura a bajas temperaturas (-18°C).

Tiene el aval de la NSF para almacenar agua potable.

Ofrece buena resistencia química a derrames, salpicaduras e inmersión en agua dulce y salada.

Excelente protección anticorrosivo en ambientes marinos.

Requiere mínima preparación de superficie.

El alto contenido de sólidos y su secado rápido, evita el entrapamiento de solventes.

### 5.3.3. CUARTO DE MÁQUINAS

#### 5.3.3.1. ALUMINIO ALTA TEMPERATURA

*PT-125*

##### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Recubrimiento de aluminio altamente reflectivo a la luz solar y resistente a temperaturas elevadas

TIPO

Hidrocarbonada.

##### USOS RECOMENDADOS

Para superficies metálicas, hornos, calderas, chimeneas y en general para superficies que eventualmente vayan a estar expuestas a temperaturas hasta los 560°C

COLORES

Disponible en Aluminio.

ACABADO

Semibrillante.

##### CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

Excelente resistencia a temperaturas altas hasta 560°C intermitentes si es curado en forma adecuada.

##### DATOS DE APLICACIÓN

La superficie por pintar deberá estar seca y libre de óxido, aceites, grasas y todo tipo de contaminantes.

##### INDICACIONES SOBRE EL MEZCLADO

Previo a la aplicación deberá agitarse el producto hasta homogeneizar perfectamente, debido a que las pinturas pigmentadas con aluminio tienden a asentarse, será necesario agitar constantemente durante su aplicación.

La aplicación debe hacerse cuando la superficie metálica se encuentre a temperatura ambiente.

#### MÉTODO DE APLICACIÓN

Pistola de Aspersión con aire a presión.

#### APLICACIÓN

Aspersión Convencional.

#### TIEMPO DE SECADO

Al tacto en 15 min. se evapora el solvente que contiene pero su curado total y endurecimiento lo alcanza cuando la superficie se somete a un calentamiento de 1 Hr a 400°C.

#### RESISTENCIA A LA TEMPERATURA

Temperatura hasta de 560°C en forma intermitente.

#### LÍMITES DE LA TEMPERATURA DE SERVICIO

Intermitentes hasta 560°C

Constantes menores a 540°C

### 5.3.3.2. EPÓXICO

#### FLAME CONTROL 500 RECUBRIMIENTO RESISTENTE AL CALOR

##### **CARACTERÍSTICAS**

Las series de recubrimientos resistentes al calor Flame Control 500, están basados en una resina epóxi-ester especialmente modificada. Los recubrimientos secan al aire, por polimerización o por oxidación para formar una película gruesa, durable y resistente al calor, químicos y vapor. No requiere de ningún método de curado complejo para obtener sus propiedades de resistencia.

El Flame Control 500 también es apropiado para uso en superficies de acero inoxidable, están formulados con ingredientes especiales para reducir la contaminación de cloruros, halogenos, sulfuros, nitratos y metales que son conocidos por fomentar la corrosión.

## USOS PRINCIPALES

Para uso en interiores y exteriores, donde se puede estar expuesto al calor, humedad, y condiciones atmosféricas corrosivas. Puede ser usado como recubrimiento protector o decorativo en partes de metal, estufas, mofles, líneas de agua y vapor caliente donde las temperaturas de operación no excedan 500°F (260°C).

Posee excelente resistencia a atmósferas corrosivas, ambientes hostiles y temperaturas hasta 500°F (260°C).

### 5.3.3.3 SILICÓN- ALQUIDAL

#### FLAME CONTROL No. 850

#### CARACTERÍSTICAS

Producto diseñado para altas temperaturas, curado al aire.

Las capas resistentes al calor son fabricadas de una resina especial de silicón alquidálico modificado. las capas secas al ambiente, son fuertes, duras, con un acabado resistente al clima y al calor, pigmentos especiales son utilizados para obtener propiedades de una máxima resistencia al calor. el mecanismo de curado es una combinación única de evaporación de solventes y polimerización. Por ello no requiere ningún curado complejo para obtener sus propiedades de máxima resistencia al intemperismo y al calor.

#### USOS RECOMENDADOS

En donde se necesite una resistencia máxima al calor, humedad, e intemperismo. Puede ser usado sobre calentadores, boilers, mofles, radiadores, líneas de tuberías, líneas de vapor, chimeneas, tanques de almacenamiento, en donde la temperatura de operación no exceda de 454.4°C (850°F).

#### INFORMACIÓN IMPORTANTE

Estos productos de alta tecnología son muy buenos, como muchos otros recubrimientos fabricados de silicón puro, pero tienen la gran ventaja distintiva de poder curar a temperatura de operación o a temperatura ambiente, y pueden ser usados sobre el primario FLAME CONTROL 850, o aplicados directamente sobre el acero limpiado. Estos tienen propiedades con excepcional resistencia al calor, excelentes características al intemperismo y buena protección contra la corrosión.

### 5.3.3.4 HULE CLORADO FLAME CONTROL 8500 RETARDANTE DE FUEGO A BASE

#### CARACTERÍSTICAS

El Flame control 8500 es un recubrimiento retardante de fuego a base de hule clorado, puro, formulado para brindar máxima protección en superficies expuestas a ambientes corrosivos. presenta excelente adherencia a numerosas superficies, puede ser usado como acabado sobre una amplia gama de primarios. Intumescente resistente al fuego para aeronaves y acero. la característica de rápido secado de este recubrimiento hace posible una alta construcción de película.

el Flame control 8500 de hule clorado es altamente resistente a los efectos corrosivos de la mayoría de los ácidos orgánicos, álcalis y agua salada. es también altamente impermeable al agua y al vapor de agua, y presenta una excelente resistencia a la intemperie.

## 5.4. RECUBRIMIENTOS PARA LA SUPERESTRUCTURA “DECK”

### 5.4.1. INORGÁNICOS DE ZINC.

#### *DIMECOTE 4*

Ya mencionado anteriormente.



**RP-4B**  
**PRIMARIO DE ZINC 100% INORGÁNICO**  
**TIPO AUTOCURANTE BASE SOLVENTE**

**CARACTERÍSTICAS**

Primario inorgánico, constituido por un pigmento de polvo de zinc, y un vehículo de silicato orgánico parcialmente hidrolizado envasados por separado. Es sumamente duro y resistente a la abrasión, con excelente resistencia a la mayoría de los solventes, a los ambientes húmedo, salino y marino, con excepción de hidrocarburos clorados en presencia de humedad.

No se recomienda en contacto frecuente y/o inmersión en soluciones ácidas o alcalinas.

**USOS PRINCIPALES**

Este primario deberá aplicarse sobre superficies metálicas de hierro o acero limpiadas con chorro de abrasivo a metal blanco. Se usa como primario de un sistema, dependiendo de las condiciones ambientales. Si se emplea solo no se recomienda para inmersión en soluciones acuosas sin complementarlo con protección catódica. Para evitar la gelación al momento de efectuar la mezcla, deberá evitarse que los componentes estén expuestos al sol o cualquier otra fuente de calor.

**5.4.2. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS.**

**RP-6**  
**EPÓXICO POLIAMIDA.**  
**(ESPECIFICACIÓN PEMEX)**

**CARACTERÍSTICAS**

Tipo: Epóxico catalizado poliamida de dos componentes, altos sólidos para estructuras exteriores e interior de tanques.

El recubrimiento RP-6 se puede aplicar a superficies con limpieza mínima (sp2/sp3).

Es un producto que contiene inhibidores de corrosión libre de compuestos de plomo y cromo.

No contiene derivados de alquitrán de hulla.

La relación de mezcla 1:1 asegura que la mezcla sea rápida, exacta y fácil.

Tiene buenas propiedades de aplicación con airless, aspersion convencional, rodillo y brocha.

El alto contenido de sólidos disminuye la posibilidad de solvente atrapado, que provoque fallas en la interfase del recubrimiento y la superficie.

Protege al acero contra la corrosión provocada por derrames, salpicaduras, vapores de productos químicos y agua de mar.

Por sus características aislantes, es compatible con protección catódica.  
Este producto puede ser recubierto con una amplia variedad de acabados.

#### USOS PRINCIPALES.

- Instalaciones Industriales
- Intemperismo Marino
- Exterior de Tanques
- Plataformas Marinas
- Tuberías

El recubrimiento RP-6 forma un sistema de excelente funcionamiento cuando se aplica con los productos RA-26 y RA-28.

#### TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA.

Forma un sistema de altos sólidos, con excelente adherencia y gran resistencia a productos químicos que se manejan en la industria en general, en plantas químicas, en instalaciones para explotación y procesamiento del petróleo, en refinerías y en buque - tanques. Este sistema por incluir un acabado de poliuretano provee un excelente desempeño en diferentes condiciones ambientales, incluyendo ambientes marinos.

Soporta derrames y salpicaduras de:

- Crudo
- Gasolina sin tratar
- Agua dulce y de mar
- Soluciones diluidas de Hidróxido de Sodio
- Soluciones de Cloruro de Sodio.
- Hidrocarburos Alifáticos.
- Combustibles

#### **RA-26**

#### ***ACABADO EPÓXICO DE ALTOS SÓLIDOS***

#### CARACTERÍSTICAS

Esta especificación se requiere a un recubrimiento de acabado de altos sólidos a base de resinas epóxicas, solventes y pigmentos (componente epóxico), que endurece por adición de un reactivo químico de resinas poliamídicas, solventes y pigmentos reforzantes (componente poliamídico), envasado por separado, en proporción de 2 a 1 en volumen.

## USOS PRINCIPALES

Resistencia a las condiciones de exposición en ambientes salino, húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre y marino. Contacto frecuente con destilados sin tratar y agua.

### 5.4.3. RECUBRIMIENTOS DE POLIURETANO

#### *RA-28*

#### *POLIURETANO ALIFÁTICO*

#### CARACTERÍSTICAS

Tipo: Poliuretano alifático poliéster de dos componentes, altos sólidos para estructuras exteriores.

- Acabado brillante.
- Sobresaliente resistencia a la intemperie con excelente retención de brillo y color.
- Resistente a un amplia variedad de ambientes corrosivos.
- Cura en un amplio rango de temperaturas.
- Duro, flexible y con muy buenas características de apariencia.
- Posee excelente resistencia al impacto; y sobre todo, tiene muy buena resistencia a la abrasión.
- Adecuado para cuando se requiere un acabado decorativo, además de poseer propiedades anticorrosivas.

#### USOS PRINCIPALES.

El RA-28 puede usarse como capa de acabado donde se requiera una apariencia atractiva y resistencia a un amplio rango de agentes corrosivos en:

- Plantas químicas
- Plantas de pulpa y papel
- Plataformas marinas
- Refinerías de petróleo y contenedores

#### TABLA DE RESISTENCIA QUÍMICA.

##### INTEMPERIE.

Excelente resistencia a intemperismo severo; posee características sobresalientes de retención de color y brillo.

#### SOLVENTES.

Resiste derrames, salpicaduras y vapores de solventes y derivados del petróleo.

#### AGUA.

Posee excelente resistencia al agua dulce y de mar.

#### ÁLCALIS.

Resiste derrames, salpicaduras y vapores de álcalis.

#### ÁCIDOS.

Resiste derrames, salpicaduras y vapores de ácidos inorgánicos y orgánicos.

#### POLVOS Y SUCIEDAD.

Debido a que no se adhiere ni el polvo ni la suciedad, las películas de este acabado se limpian muy fácilmente con disolventes o detergentes, recuperando su aspecto decorativo original.

## 5.5. RECUBRIMIENTOS PARA LAS ZONAS DE MAREA Y OLEAJE

### 5.5.1. RECUBRIMIENTOS EPÓXICOS

#### ***TIDEGUARD 171***

#### CARACTERÍSTICAS.

Los revestimientos Tideguard 171 están formulados especialmente para proporcionar una larga protección a las plataformas de perforación marinas en zonas que se encuentran sumergidas continua e intermitentemente. El costoso daño que sufren las estructuras de acero en las zonas de oleaje, es el resultado de una severa corrosión, la acción de las olas puede eliminarse completamente con la aplicación de una barrera protectora de Tideguard 171. Tideguard 171 puede aplicarse en estructuras ya existentes o durante la construcción antes de ser botadas.

Tideguard 171 es el primero y el único revestimiento aplicable por atomización para las zonas de mareas y oleaje.

Se aplica fácilmente durante la fabricación de la estructura de la plataforma.

## PARA MANTENIMIENTO.

Para la reparación o retoque de superficies arriba del nivel del agua, Tideguard 171 puede ser fácilmente atomizado o aplicado con llana.

Con frecuencia es necesario hacer modificaciones al sustrato metálico en la zona de oleaje. Tideguard 171 puede removerse aplicando calor (un soplete para cortar metal es suficiente), seguido de un rasqueteo para eliminar los residuos.

## USOS PRINCIPALES:

Las plataformas de perforación marina en:

- zonas de mareas y oleaje
- cubiertas
- elevadores
- tuberías

## *AMERCOAT 1761*

## CARACTERÍSTICAS

Este producto consta de un material de base epóxica y un endurecedor de compuesto poliamídico que al mezclarse forman un compuesto de excelentes propiedades de protección anticorrosiva.

Esta formulado para usarse en espesores gruesos sobre superficies metálicas húmedas que vayan a estar en inmersión o sujetas al golpeteo constante de agua, protegiéndolas de la corrosión.

Por su naturaleza epóxica, también posee propiedades de resistencia a los solventes derivados del petróleo y a los agentes químicos en general.

Cuando se usa para proteger estructuras metálicas en inmersión en agua de mar, sus características dieléctricas lo hacen compatible con los sistemas de protección catódica.

Tiene la ventaja de no requerir una cuidadosa preparación de superficie aun en superficies húmedas o secas.

Posee una gran resistencia química por lo que puede usarse en lugares sujetos a salpicaduras y derrames de productos químicos y solventes.

Su dureza es sobresaliente por lo que resiste a la abrasión y el impacto.

#### USOS PRINCIPALES

Se utiliza principalmente como revestimiento para:

- Estructuras puentes
- Muelles
- Torres de perforación

En las zonas que estén bajo el agua o sujetas a la acción de las mareas y el oleaje.

#### *RE-32*

#### CARACTERÍSTICAS

Esta especificación se refiere a un recubrimiento de base epóxica y endurecimiento por mezcla con un compuesto poliamídico.

Este material esta formulado para aplicarse sobre superficies metálicas que hayan sido limpiadas con chorro de arena a grado comercial (especificación SSPC-SSP-6) o de no ser posible esto, limpiada con herramientas manuales (SSPC-SP-2).

#### USOS PRINCIPALES

Se utiliza principalmente como revestimiento para las estructuras de puentes, muelles, torres de perforación, en las zonas que estén bajo el agua o sujetas a la acción de las mareas y oleaje.

Proporciona un recubrimiento de espesores gruesos, con resistencia a los derivados básicos del petróleo, a la inmersión continua del agua dulce o salada y al golpe constante de esta en las zonas de marea y oleajes.

Su dureza es sobresaliente por lo que resiste a la abrasión y al impacto.

Este producto contiene 100% de material no volátil formador de película.

## 5.6. RECUBRIMIENTOS PARA LA SUBESTRUCTURA “JACKET”



### *RP-4 B*

Primario inorgánico de zinc sumamente duro y resistente a la abrasión, con excelente resistencia a la mayoría de los solventes, al ambiente húmedo, salino y marino. Este primario deberá aplicarse sobre superficies metálicas de hierro o acero limpiadas con chorro de abrasivo a metal blanco. Se usa como primario de un sistema, dependiendo de las condiciones ambientales.

### *RA26*

Recubrimiento tipo epóxico el cual puede utilizarse como intermedio o acabado, que endurece por adición de un reactivo químico de resinas poliamídicas en proporción 2 a 1.

Resiste ambientes salinos, húmedos y gases derivados del azufre.

### *RA28*

Poliuretano alifático poliéster de dos componentes para estructuras exteriores, adecuado para cuando se requiere un acabado decorativo, además de poseer propiedades anticorrosivos. Puede usarse como capa de acabado donde se requiera una apariencia atractiva y resistencia a un amplio rango de agentes corrosivos.

## 6. ESTADO DEL ARTE EN SISTEMAS DE APLICACIÓN

Se entiende por sistemas de aplicación a una secuencia de operaciones ejecutadas de manera planeada y ordenada que se recomienda ejecutar antes de la aplicación, durante la aplicación y después de la aplicación de algún recubrimiento para estructuras marítimas, con la finalidad de asegurar el desempeño y durabilidad del producto.

A continuación se describe el sistema de aplicación de recubrimientos utilizado para recubrimientos industriales en ambientes marinos:

- Acondicionamiento de Área.
- Reparación de Superficie.
- Preparación de Superficie.
- Aplicación de Capa Base.
- Aplicación de Intermedio.
- Aplicación de Acabado.

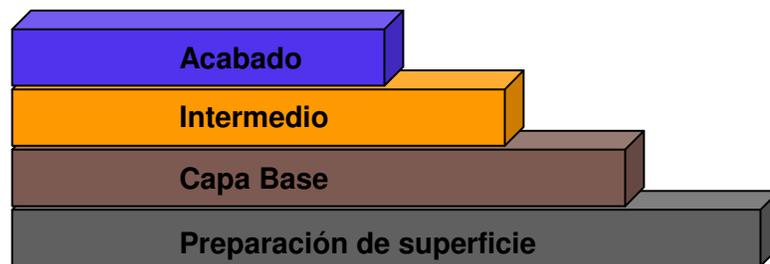
Así mismo un sistema de aplicación también puede ser referido a alguna familia o conjunto de recubrimientos con propiedades fisicoquímicas y de desempeño conocidas que serán seleccionados de acuerdo con los requerimientos de protección, y que servirá para el resguardo de la estructura marítima bajo las condiciones de aplicación y funcionalidad también conocidas.

En instalaciones marítimas se utilizan los siguientes sistemas de aplicación:

- Sistema básico: En este sistema encuentras dos recubrimientos, uno que desempeña el papel de capa base, y otro que es el acabado.



- Sistema reforzado: Este sistema consta de tres recubrimientos, como son: capa base, intermedio y acabado. A diferencia del sistema tradicional, encuentras el intermedio o enlace, que se utiliza preferentemente para garantizar adherencia entre la capa base (por ejemplo el inorgánico de zinc) y el acabado (ejemplo: Poliuretano) o para aumentar espesores del sistema.



- Sistema autoprimitario: Para la formación de este sistema, se necesita únicamente un recubrimiento, el cual desempeña la tarea de capa base y acabado al mismo tiempo.
- 



## 6.1. INSPECCIÓN

Es importante que desde el inicio, se inspeccione cada etapa del proceso que se seguirá para lograr la protección de la estructura marítima. En inspecciones industriales de estructuras marítimas, se maneja una bitácora de inspección. En ella, se registran todas las condiciones tanto de equipos, clima, personal, recubrimientos, procedimiento, preparación de superficie, fecha y hora, esto con la finalidad de tener un soporte técnico que muchas veces es útil para detectar errores y áreas de oportunidad.

A continuación se muestra un formato de inspección:

<b>Plan de Inspección de Recubrimientos</b>				
<b>Tipo de Recubrimiento:</b>				
<b>Superficie:</b>				
<b>Descripción de la Actividad</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Criterio de Inspección</b>	<b>Resultado</b>	<b>Fecha y Hora</b>

Existen normas asociadas en la inspección de recubrimientos las cuales son: ASTM D 1005 - 95, PEMEX y CFE.

### 6.1.1. INSPECCIÓN PREVIA A LA APLICACIÓN

Se refiere a las actividades que se deben tomar en cuenta antes de la aplicación.

- Condiciones del Recubrimiento
  - Identificación: fecha de caducidad
  - Incorporación
  - Preparación del recubrimiento: viscosidad
  - Condiciones de almacenamiento
  - Relación de mezcla
  - Temperatura del recubrimiento
  - Condiciones ambientales: humedad relativa, temperatura ambiental



Incorporación



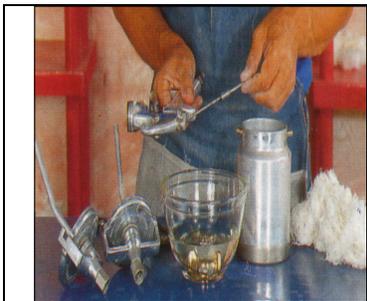
Almacenamiento



Relación de mezcla

- Equipo de Aplicación

- Equipo de aspersión: Convencional, Airless
- Aceite en línea de aire
- Limpieza de pistola
- Presión de aire
- Purga de compresor
- Lubricación del equipo
- Funcionamiento
- Herramientas manuales: limpieza de brochas y rodillos



Limpieza del equipo



Presión de aire



Purga de compresor

- Condiciones Ambientales.

- Humedad relativa
- Temperatura
- Punto de rocío



- Preparación de superficie.
  - Tipo de contaminantes
  - Grado de limpieza
  - Perfil de anclaje
  - Porcentaje de humedad superficial
  - Presencia de sales
  - Temperatura de superficies



### 6.1.2. INSPECCIÓN DURANTE LA APLICACIÓN

- Procedimiento de aplicación.
  - Numero de capas
  - Superficie a proteger
  - Retoques

- Condiciones ambientales.
  - Humedad relativa
  - Temperatura
  - Punto de rocío
  
- Espesor de película húmeda.

### 6.1.3. INSPECCIÓN DESPUES DE LA APLICACIÓN

- Tiempos de secado.
  - Polvo
  - Tacto
  - Huella
  - Duro
  - Entre capas
  - Curado total
  
- Espesor de película seca.
  - Prueba destructiva
  - Prueba no destructiva
  
- Propiedades y características.
  - Brillo
  - Dureza
  - Continuidad en la película
  - Adherencia (método A y B)
  
- Limpieza del equipo.
  - Aspersión
  - Herramientas manuales

## 6.2. ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA

Se entiende por acondicionamiento del área el preparar el lugar de trabajo con todas las herramientas necesarias para ejecutar la actividad, incluyendo equipo de seguridad, además de la protección del inmobiliario, estructuras, equipos y accesorios. También se considera la señalización y acordonamiento del espacio en donde se esta trabajando con el fin de evitar el paso de personas ajenas al área de aplicación, eliminar la posibilidad de accidentes o trabajos extra (por ejemplo: no tocar pintura fresca, no pasar y banderas de advertencia).

### COMPLEMENTOS PARA LA SEGURIDAD PERSONAL

Es el conjunto de elementos y dispositivos de uso personal, diseñados específicamente para proteger al trabajador contra accidentes, enfermedades que pudieran ser causadas con motivo de sus actividades de trabajo.

La norma oficial que hace referencia al equipo de protección personal en el trabajo es la NOM 017 STPS 2001.

En esta etapa el aplicador debe de portar el equipo de seguridad requerido para la tarea a realizar, a fin de evitar un posible accidente.

- Protección para la nariz.
  - Mascarilla contra polvos: mascarilla blanca, para polvos finos, para polvos gruesos.
  - Mascarilla contra vapores orgánicos: mascarilla para solventes y pinturas con carbón activado, mascarilla doble para solventes y pinturas.



- Protección para las Manos.

- Guante de látex multiusos.
- Guante industrial
- Guantes tipo japonés
- Guantes de lona
- Guantes de carnaza



- Protección para los Ojos.

- Goggles para pintor
- Anteojos de protección
- Pantalla facial

- Protección para los oídos.

- Tapones auditivos
- Conchas acústicas

- Protección para el Cuerpo.

- Mandil.
- Overol

- Escaleras.

- Plegables o de tijera
- Rectas
- Rectas de extensión

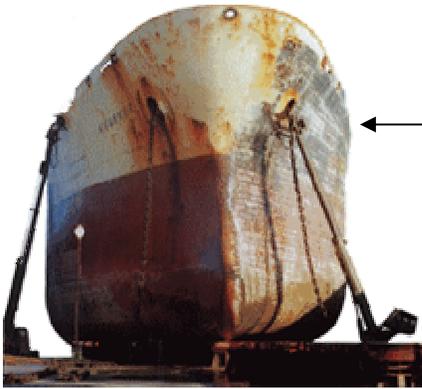
- Andamios.
  - andamios estacionarios
  - Andamios portátiles: Elevador telescópico, elevador de tijera
  - Hamacas: soportadas por cables, suspendidas
  
- Otros.
  - Herramientas de medición: flexómetro
  - Navajas
  - Herramientas de desmontaje
  - Cintas adhesivas: Maskin tape. Cinta canela, cinta Duct tape multiusos
  - Productos para la protección de áreas grandes: Plastiprotector uso rudo y uso ligero

### 6.3. REPARACIÓN DE SUPERFICIE

La reparación de una superficie consiste en realizar las actividades necesarias para obtener una uniformidad superficial de lo que se requiera recubrir. Básicamente es soldar y reparar huecos y grietas. Es necesario para el buen desempeño y para ayudar a prolongar la vida de los recubrimientos, que la superficie se encuentre uniforme, que no tenga rebabas ni puntos críticos que puedan a futuro ocasionar que el sistema de protección se trueque, abriendo la puerta a la corrosión.

Para esto se tiene que asegurar que la superficie se encuentre libre de huecos, grietas, rebabas de soldadura y cambio de piezas inservibles.

Las aberturas se pueden presentar en diferentes tamaños. Estas se reparan según sea el tipo de superficie ya que las podemos encontrar en metal, madera, yeso, mortero, plásticos y concreto.



Rellenado de huecos



Aplicar nuevos cordones de soldadura

#### 6.4. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La preparación de la superficie consiste en eliminar cualquier contaminante del área a aplicar con la finalidad de obtener una adherencia excelente. La durabilidad de los recubrimientos esta directamente relacionada con el grado de preparación de la superficie, esto significa que la superficie debe estar libre de polvo, grasa, oxido, moho, recubrimientos viejos y/o cualquier otro contaminante. La superficie que va a pintarse debe limpiarse completamente antes de proceder a pintarla. Si las instrucciones del fabricante de la pintura así lo indican, la superficie debe tratarse químicamente. Utilice una pistola de soplado y un cepillo de alambre para remover todo el polvo y la mugre. Ninguna cantidad de pintura podrá cubrir una superficie mal preparada.

La durabilidad de los recubrimientos esta directamente relacionada con el grado de preparación de la superficie. En el mantenimiento de barcos y plataformas marinas, la selección del método adecuado de preparación de superficies depende en mucho de la naturaleza de la capa base o el recubrimiento autoprimario que se haya recomendado, así como el servicio al que tenga que estar expuesto el sistema. En algunas ocasiones, las restricciones que pueden existir en el área de trabajo, suelen ser una limitante para utilizar algunos materiales para realizar esta tarea, es por esto que se debe tener mucho cuidado al seleccionar el método correcto.

Algunas de las restricciones que se pueden encontrar son:

- Áreas con altas concentraciones de humedad Relativa.
- Zonas donde se complica la limpieza por el constante golpeteo de las aguas de mar.
- Limitantes ecológicas y/o ambientales.
- Áreas de difícil acceso.
- Posible daño de equipo y/o áreas aledañas.
- Ubicación de la obra.
- Los espesores de película seca del sistema.
- Costos de la obra.

A nivel internacional existen conceptos para la preparación de superficie de acuerdo a la norma SSPC y NACE.

SSPC. Steel Structures Painting Council

NACE. National Association of Corrosion Engineers

Norma SSPC	Norma NACE	Significado
Sp - 1	1	Limpieza con Solvente
Sp - 2	3	Limpieza Manual
Sp - 3	4	Limpieza Mecánica
Sp - 5	2	Limpieza a Grado Metal Blanco
Sp - 6	5	Limpieza a Grado Comercial
Sp - 7	8	Limpieza a Grado Ráfaga
Sp - 8		Limpieza con Ácidos
Sp - 10		Limpieza Cercana a Metal Blanco
Sp -11		Limpieza a Metal Blanco con Herramienta
Sp - 12		Mecánica
Sp - 14		Limpieza con Agua a Presión
		Limpieza a Grado Industrial

Limpieza Grado Ráfaga: La superficie deberá estar libre de grasa, aceite, polvo, oxido flojo, escama de laminación floja, recubrimiento flojo, excepto: el oxido, escama de laminación y recubrimientos viejos bien adheridos.

Limpieza grado comercial: La superficie deberá estar libre de grasa, aceite, polvo, oxido, escama de laminación, recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante, excepto que el acabado presente ligeras manchas, vetas y decoloraciones no más del 33%. Si la superficie esta picada pueden presentarse residuos de oxido y recubrimiento viejo.

Limpieza cercana a grado metal blanco: La superficie deberá estar libre de grasa, aceite, polvo, oxido, escama de laminación, recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante, excepto que el acabado presente ligeras manchas, vetas y decoloraciones en no más del 5%.

Limpieza a grado metal blanco: El 100% de la superficie deberá estar libre de grasa, aceite, polvo, oxido, escama de laminación, recubrimiento viejo o cualquier otro contaminante. El acabado presenta un color gris claro uniforme y variará según el abrasivo usado.

Metal blanco	100% de limpieza
Cercana a metal blanco	95% de limpieza
Industrial	90% de limpieza
Comercial	67% de limpieza
Ráfaga	Menos del 50% de limpieza

Los métodos tradicionales para la preparación de la superficie en estructuras marítimas son el manual, mecánico, químico, chorro de arena (seco y húmedo) y agua a presión.

- a) **Manual.** Esta se lleva a cabo generalmente para remover y eliminar pintura, oxido, escama de laminación y otros tipos de contaminantes que no estén firmemente adheridos y cuando no hay posibilidad de utilizar herramientas de fuerza. El inconveniente de este método es que la operación es lenta y por consiguiente no se recomienda para áreas extensas. La limpieza de este tipo es muy usada a nivel de taller, debido a que se usan cepillos, fibras, lijas, martillos, cinceles, raspadores y espátulas. Con lijas se debe respetar la regla de los 100 puntos que consiste en usar lijas progresivas que tengan una diferencia de 100 unidades en tamaño de grano entre ellas como mínimo para evitar que la superficie quede con surcos y esto ocasione ralladuras difíciles de tapar. Por otra parte, este método no se recomienda cuando el recubrimiento trabajará en inmersión.
- b) **Mecánica.** La ventaja de usar herramienta de fuerza impulsada con energía eléctrica o neumática, es el avance, comparativamente más rápido que en la limpieza con herramienta manual, ejemplos: cardas, lijadoras, pulidoras, esmeril, cepillos rotatorios y herramientas de impacto. A nivel industrial las lijadoras tienen un uso muy frecuente ya que de esta manera se acelera la limpieza de la superficie retirando con más eficiencia los contaminantes sólidos que pueda tener la misma. Una desventaja de este método, es que tiene la tendencia a pulir la

superficie, provocando que el recubrimiento no tenga una adherencia satisfactoria.

- c) **Química.** Este método es usado para remover aceites, grasas y otros contaminantes usando solventes, ácidos, detergentes y Removedores, los cuales se recomiendan dependiendo de las características de la superficie y el tipo de recubrimiento que se desea aplicar. No es un método satisfactorio de preparación de superficie, debido, a que no remueve óxido, escama de laminación o residuos de recubrimientos.

- Desengrasantes
- Removedores
- Detergentes

- d) **Limpieza con ácidos.** Este tipo de limpieza se utiliza para objetos de tamaño adecuado para ser sumergidos en una solución ácida. Limpia grasa, aceite y otros contaminantes, una solución ácida que se recomienda es ácido sulfúrico al 10% a una temperatura de 80°C, no obstante el metal después de la limpieza se oxida, para evitar esto se recomienda un baño con ácido fosfórico al 5%, esto formará una película de fosfato de hierro protegiendo así el metal obteniendo una buena base para la aplicación del recubrimiento.

- e) **Sand Blast.** La limpieza con abrasivos es el mejor método de limpieza para superficies de acero, por la ventaja que tiene de eliminar la escama de laminación, el óxido, recubrimientos viejos, y además por que deja una superficie rugosa que contribuye a aumentar la adherencia del recubrimiento.

Impulsar con aire comprimido a través de una boquilla una partícula abrasiva a alta velocidad sobre la superficie con la suficiente fuerza para remover: escama de laminación, recubrimientos viejos, pintura vieja y óxido. Este método es el preferido para la preparación del acero para la aplicación de recubrimientos marítimos, no solo provee una superficie limpia, sino también provee rugosidad a la superficie para mejorar la adhesión de los recubrimientos. Con este método se pueden obtener diferentes grados de limpieza: Metal blanco, cercana a metal blanco, industrial, comercial y ráfaga.

Los abrasivos que se utilizan para limpiar la superficie pueden ser metálicos y no metálicos.

Entre los metálicos tenemos: granalla de acero, munición de acero, óxido de aluminio.

Entre los abrasivos no metálicos se encuentra: arenas de diferentes grados y tamaños, cáscara de nuez, olote molido, balines de plástico.

La elección del abrasivo está en función de la superficie a limpiar y del equipo presurizado que se tenga.

- f) **Wet Blast.** El sistema de arenado húmedo permite la supresión de polvo mediante la inyección de agua en cualquier máquina de arenado. Este sistema inyecta una pequeña cantidad de agua en el flujo de alta velocidad de abrasivo y aire, justo antes de la boquilla. Esta mezcla comprimida de aire y abrasivo, limpia, mantiene bajo control los niveles de polvo.
- g) **Agua a presión.** La limpieza con agua a presión se utiliza para preparar superficies de metal y concreto. El agua puede ser calentada, y algún detergente puede añadirse para ayudar a la limpieza. Una limpieza con agua a una presión de aproximadamente 5000 libras/pulgada<sup>2</sup> es efectiva para retirar hongos, polvo y suciedad en superficies con recubrimiento anterior. La clasificación de la limpieza con agua a presión es la siguiente:
- Baja presión. 5000 libras/pulgada<sup>2</sup>
  - Alta presión. 5000 a 25000 libras/pulgada<sup>2</sup>
  - Ultra-alta presión. arriba de 25000 libras/pulgada<sup>2</sup>

Cuando la presión excede las 100,000 libras/pulgada<sup>2</sup> el proceso de limpieza se conoce como "Water Jetting"

Una ventaja importante de la limpieza con agua sobre la limpieza con abrasivos, es la facilidad de remover las sales solubles en las superficies metálicas.

- h) Limpieza con calor.

El uso de calor en la preparación de superficie se restringe únicamente a la eliminación de recubrimientos y pinturas en metal, madera y concreto mediante el uso de sopletes de gas o pistolas de aire caliente que generan calor capas de derretir la pintura para su retiro inmediato con espátulas metálicas.



## 6.4.1. TÉCNICAS PARA LA PREPARACIÓN DE SUPERFICIE ACORDE AL SUSTRATO

### ACERO

Remueva todo el óxido suelto, mugre, grasa, aceite y otros contaminantes, por medio de uno de los siguientes métodos, dependiendo del grado de limpieza requerido. Limpieza manual SSPC-SP-2, mecánica SSPC-SP-3, limpieza con chorro de abrasivo ráfaga SSPC-SP-7. Comercial SSPC-SP-6. La limpieza con chorro de agua es aceptable.

Para un servicio más severo limpie con chorro de abrasivo cerca a metal blanco SSPC SP-10. La elección de la preparación de la superficie dependerá del sistema seleccionado y de las condiciones de servicio.

- 1.- Redondee las soldaduras y puntas agudas. Elimine las gotas de soldadura.
- 2.- Sopletee con abrasivo seco de acuerdo con la especificación SP-5 de la SSPC o NACE.  
Sopletee con arena sílica (malla 30-60) a una presión de 7 Kg/cm<sup>2</sup> (100 PSI).
- 3.- Aplíquese Primario tan pronto como sea posible para evitar la oxidación. Repase sopleteando por zonas para eliminar cualquier contaminación, la limpieza con solventes es insuficiente.

### GALVANIZADO Y ALUMINIO

Remueva aceite, grasas y otros contaminantes. Use un mordentador químico o use Sandblast SP-7.

### CONCRETO Y MAMPOSTERIA

El concreto no deberá presentar una humedad mayor al 10% y un curado después del fraguado de 28 días.

- 1.- Limpie las superficies de concreto, eliminando grasas, aceites, pinturas anteriores y cualquier contaminante.

No se usen antiadherentes, o aditivos para el curado del concreto donde el recubrimiento será aplicado.

- 2.- Rellénesse todas las imperfecciones con una masilla de mortero. Deje curar el mortero por tres días manteniendo húmeda la superficie. Remueva las superficies ásperas.
- 3.- Remueva aceite, grasas y otros contaminantes. Puede dar un rafageado ligero o mordentar con ácido. Mordénte la superficie con una solución de 1 parte de ácido clorhídrico (muriático) y dos partes de agua. Aplíquese con brocha abundantemente y déjese burbujear durante 1/4 ó 1/2 minuto. Lávese la superficie con agua dulce. Talle mientras se lave para remover sales. La superficie deberá ser ligeramente granular y libre de superficies muy lisas. Seque perfectamente.

Algunos compuestos curadores no pueden ser removidos por el mordentado con ácidos (probablemente presente membranas de curado) y deben prepararse por medio mecánico.

## MADERA

Remueva aceite, grasas y otros contaminantes. Lije para remover cualquier contaminación superficial.

## PINTURA VIEJA

Remueva aceite, grasas, químicos, pintura suelta, escama de laminación de la superficie, con una limpieza mecánica SP-3, ó ráfaga SP-7.

## PARA SERVICIO DE INMERSIÓN

Sopletee con abrasivo seco a metal blanco de acuerdo con la especificación SP-5 de la SSPC. El abrasivo de arena silica deberá tener una malla de 30-60 y hacer la limpieza a una presión de 100 psi. No rehúse el abrasivo. Para esta labor, puede utilizar un equipo de sopleteo marca CLEMCO modelo SCWB-2452 de una cámara o de un CADWB-2460 de doble cámara. Aplique primario tan pronto como sea posible para evitar la oxidación.

## EQUIPO REQUERIDO

### ASPERSIÓN AIRLESS

La preparación de superficie es un factor determinante en el comportamiento de los recubrimientos a aplicar, por lo que cuando se busca un alto desempeño de los mismos se especifica una preparación de superficie con chorro abrasivo, ya que esta limpieza además de eliminar recubrimientos viejos, escamas de laminación, contaminantes superficiales, también genera un perfil de anclaje que permite al recubrimiento tener mejor adherencia mecánica.

Relación de bombeo de 28.1 a una presión de 5.1 a 7 Kg/cm<sup>2</sup> (80-100 PSI). Use boquilla 0.017".

### ASPERSIÓN CONVENCIONAL

La pistola de rociado por aire es una herramienta que usa aire comprimido para atomizar pintura u otro material rociable, y aplicarlo a una superficie. Aire y material entran a la pistola por pasajes separados y se mezclan en la boquilla en un patrón controlado.

Existen diferentes tipos de pistolas de rociado por aire: pistola con el baso colocado por debajo de esta (succión), pistola con el baso conectado por encima de esta (gravedad), pistola con recipiente de material a alguna distancia de su pistola de alimentación por presión.

Equipo aspersión convencional.

Olla de presión con agitador mecánico.

Reguladores separados de aire y fluido.

Manómetro para la olla y para aire de atomización.

Suministro de aire. Compresor capaz de suministrar un mínimo de 0.56 m<sup>2</sup> p.m (20 PCM) a 5.1 Kg/cm<sup>2</sup> (180 PSI) en cada pistola.

Manguera de aire a la pistola de 7.9 mm (5/16") ó 9.5 mm (3/8") D.I.

Manguera de fluido de 12.7 mm (1/2) D.I.

Brochas de varios tamaños lija seca o húmeda No. 180.

Botes y cubetas limpias.

## 6.5. APLICACIÓN DE LA CAPA BASE

Es la capa de recubrimiento que está en contacto con la superficie, su función principal es asegurar la adherencia y permanencia de una capa posterior de recubrimiento, así como tapar la porosidad en materiales en donde se requiera y en mayor o menor medida proteger al sustrato del medio ambiente.

La capa base es también conocida como primario, la cual brinda un mayor refuerzo a la estructura marítima contra la corrosión. En esta categoría podemos encontrar selladores, primarios y auto-primarios.

El funcionamiento del recubrimiento es proporcional al grado de preparación de superficie. La superficie que se requiera proteger con primario debe de estar libre de humedad, grasa y otros contaminantes.

Existe gran diversidad de recubrimientos como capa base, algunos de ellos requieren solvente para formar la viscosidad de rociado adecuada. Otras pueden simplemente requerir la adición de un segundo componente a una relación prescrita para obtener una consistencia rociable. Muchas de ellas también tienen endurecedores, u otros químicos que se les han añadido para asegurar la igualdad de color, barniz, dureza, tiempo de secado y otras características necesarias para producir un recubrimiento de buena calidad.

Asegure de estar familiarizado con las hojas técnicas de cada recubrimiento. Lea y siga las instrucciones cuidadosamente. Estas hojas técnicas también proveen información sobre el manejo adecuado que se requiere para el buen desempeño. Si usted tiene dudas acerca de cómo proceder, no adivine, póngase en contacto con su distribuidor de recubrimientos para que le ayude.

### EQUIPO REQUERIDO PARA LA APLICACIÓN

Agitador mecánico o eléctrico de baja revolución para homogenizar el recubrimiento

Aspersión airless

Equipo de aspersión airless con una bomba de relación 28:1 y una presión de entrada de 5.6 a 7 Kg/cm<sup>2</sup> (80-100 psi).

La boquilla deberá ser 375 a 427 micras (17-21 mils.) de diámetro.  
(El equipo Airless que se utilice estará en función del tipo de recubrimiento a aplicar y de la velocidad de aplicación).

#### ASPERSIÓN CONVENCIONAL

1. Olla de presión con agitador mecánico.
2. Reguladores y manómetros separados para control de aire y fluido.
3. Suministro de aire con un compresor capaz de producir 0.56 m<sup>3</sup>pm (20 pcm) a una presión de 5.6 Kg/cm<sup>2</sup> (80 psi) en la pistola.
4. Manguera para aire de 7.9 mm (5/16") ó 9.5 mm (3/8") de D.I.
5. Manguera de fluido de 12.7 mm (1/2") del tipo Thiokol.
6. Equipo estándar de aspersión convencional con aguja y tobera de 70 mils.
7. Botes y cubetas limpios.
8. Lija del No. 180 húmeda o seca.
9. Brochas para pintar de cerdas suaves.

#### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Agite perfectamente la resina y el endurecedor por separado antes de mezclarlos usando un agitador mecánico.
2. Mezcle totalmente la parte de la resina y el endurecedor (si es que se especifica de acuerdo al recubrimiento), usando un agitador mecánico. De un tiempo de inducción de 15 min. Agítese antes y durante la aplicación.  
No mezcle más material del que pueda aplicar en el tiempo que especifica la hoja técnica del recubrimiento.
3. Si fuera necesario para facilitar el trabajo, adelgace con el solvente recomendado en cantidad necesaria según el método de aplicación. Si se adelgaza más de lo indicado puede presentar problemas de escurrimiento.
4. Regule la presión del aire de 5.2 a 7.0 kg/cm<sup>2</sup> (75-100 psi) en la pistola y de 1.4 a 2.1 Kg/cm<sup>2</sup> (20-30 psi) en el recipiente del material. Altas presiones puede presentar cáscara de naranja.  
Las presiones necesarias pueden variar de acuerdo a la longitud de la manguera y a la temperatura.
5. Aplique una capa gruesa y húmeda, haciendo pasadas paralelas, traslapando cada pasada en un 50%, dando especial atención a soldaduras, esquinas, evitando áreas desnudas o poros.  
- Permita que el producto seque de acuerdo a su especificación antes de aplicar la 2a. capa. Para mejores resultados la 2a. capa debe de aplicarse en un período no mayor a 24 horas.

- Limpie todo el equipo de aplicación inmediatamente después de usar.

#### RODILLO

Use un rodillo resistente a los solventes, de preferencia con centro fenólico.

#### BROCHA

De cerdas suaves.

### 6.6. APLICACIÓN DE INTERMEDIO

Intermedio se le conoce al recubrimiento que sirve de enlace entre el acabado y el primario, esto cuando el acabado no es compatible con el primario o cuando se requiere mayor espesor en el sistema.

En ciertas ocasiones, se pueden encontrar superficies en las que ya existe aplicado algún recubrimiento de capa base o acabado en estructuras marítimas.

Particularmente, los recubrimientos de tipo inorgánicos de zinc, presentan el problema de aceptar resinas de tipo alquídica, vinílica e incluso poliuretano, por lo que la selección del enlace apropiado, es un factor importante para el éxito o fracaso del sistema. Otro aspecto que se debe tomar en cuenta, es el acabado que se pretende aplicar en el sistema debido a que el enlace seleccionado debe garantizar así mismo, una buena adherencia con este último.

Antes de aplicar el intermedio sobre Primario no olvide:

1. Limpiar la superficie de polvo, grasa, aceite o contaminantes químicos y aplicar las capas del recubrimiento intermedio.
2. Limpie todo el equipo de aplicación.
3. Mezcle y agite vigorosamente el contenido de cada recipiente por separado, mezcle resina y endurecedor (si así se especifica), en un recipiente limpio y seco, agite con un mezclador mecánico o en forma manual.
4. Atomice el material, dejando capas gruesas, húmedas, traslapando 50% en cada pasada. Tenga atención especial en las esquinas, soldaduras, áreas rugosas y filos. Limpie todo el equipo inmediatamente después de aplicar.

Asegúrese de estar familiarizado con las hojas técnicas de cada recubrimiento. Lea y siga las instrucciones cuidadosamente. Estas hojas técnicas también proveen información sobre el manejo adecuado que se requiere para el buen desempeño. Si usted tiene dudas acerca de cómo proceder, no adivine, póngase en contacto con su distribuidor de recubrimientos para que le ayude.

## AIRLESS

Si usa este tipo de equipo no adelgace el material, sólo si es necesario y en este caso use un máximo del 10% de adelgazador.

Mantenga la pistola perpendicularmente a la superficie y a una distancia de 45 a 60 cm.

## CONVENCIONAL

Si utiliza este tipo de equipo adelgace el material, sólo que sea necesario.

Regule la presión de aire entre 2.1-3.5 kg/cm<sup>2</sup> (30-50 psi) en el recipiente y 5.6-7.0 kg/cm<sup>2</sup> (80-100 psi) en la pistola. Estas presiones pueden variar con la temperatura y la longitud de la manguera.

Mantenga la pistola perpendicularmente a la superficie y a una distancia de 20 a 25 cm.

## 6.7. APLICACIÓN DE ACABADO

Se entiende por acabado a la última capa que se aplica de recubrimiento sobre la superficie, esta es la que se encuentra en contacto directo con el medio ambiente y que brinda la protección y durabilidad.

El funcionamiento del recubrimiento es proporcional al grado de preparación de superficie.

La superficie con intermedio debe estar libre de humedad, grasa y otros contaminantes. Asegure de estar familiarizado con las hojas técnicas de cada recubrimiento. Lea y siga las instrucciones cuidadosamente. Estas hojas técnicas también proveen información sobre el manejo adecuado que se requiere para el buen desempeño. Si usted tiene dudas acerca de cómo proceder, no adivine, póngase en contacto con su distribuidor de recubrimientos para que le ayude.

## EQUIPO REQUERIDO PARA APLICACIÓN

### ASPERSIÓN AIRLESS

Equipo de aspersión airless con una bomba de relación 28:1 y una presión de entrada de 5.6 a 7 Kg/cm<sup>2</sup> (80-100 psi).

La boquilla deberá ser 375 a 427 micras (17-21 mils.) de diámetro.

El equipo a utilizar para la aplicación estará en función del recubrimiento que se utilice como acabado.

## ASPERSIÓN CONVENCIONAL

1. Olla de presión con agitador mecánico.
2. Reguladores manómetros separados para control de aire y fluido.
3. Suministro de aire con un compresor capaz de producir 0.56 m<sup>3</sup> pm, a una presión de 5.6 kg/cm<sup>2</sup> (80psi) en la pistola.
4. Manguera para aire de 7.9 mm. (5/16") ó 9.5 mm (3/8") de D.I.
5. Manguera de fluido de 12.7 mm. (1/2") del tipo Thiokol.
6. Equipo estándar de aspersión convencional con agua y tobera de 70 mils.
7. Botes y cubetas limpios.
8. Lija del No. 180 húmeda o seca.
9. Brochas para pintar de cerdas suaves.

## PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

Homogenizar resina y el endurecedor por separado. Realice la mezcla en la proporción de resina-endurecedor acorde con el recubrimiento en caso que se requiera. La aplicación debe realizarse de la siguiente manera:

Si fuera necesario para facilitar el trabajo, adelgace con el solvente recomendado en cantidad necesaria según el método de aplicación. Si se adelgaza más de lo indicado puede presentar problemas de escurrimiento.

1. Mezcle totalmente la parte de resina y endurecedor usando un agitador mecánico. Dé un tiempo de inducción. Agítese antes y durante la aplicación. No mezcle más material del que pueda aplicar en el tiempo recomendado.
2. Regule la presión del aire de 5.2 a 7.0 kg/cm<sup>2</sup> (75-100 psi) en la pistola y de 1.4 a 2.1 kg/cm<sup>2</sup> (20-30 psi) en el recipiente del material. Altas presiones pueden presentar cáscara de naranja y espuma.  
Las presiones necesarias pueden variar de acuerdo a la longitud de la manguera y a la temperatura
3. Aplique haciendo pasadas paralelas, traslapando cada pasada en un 50%, dando especial atención a soldaduras, esquinas, evitando áreas desnudas o poros.
4. Permita que el producto seque un mínimo de 4 hrs. a 21°C., antes de aplicar la 2a. capa. Para mejores resultados la 2a. capa debe de aplicarse en un período no mayor a 24 horas.
5. Limpie todo el equipo de aplicación con el solvente adecuado y detergente o inmediatamente después de usar.

## RODILLO

Use un rodillo resistente a los solventes, de preferencia con centro fenólico.

## BROCHA

De cerdas suaves.

Antes de que el recubrimiento esté en inmersión, cuando la última capa de recubrimiento haya secado un mínimo de 6.0 hrs. a 21°C, inspeccione el recubrimiento buscando poros, ampollas y zonas desnudas por medio de un detector de poros de tipo no destructivo, de menos de 100 volts como el modelo M-1 de Tinker & Rasor.

Revise el espesor de la película seca del sistema con un medidor de tipo no destructivo. Si el espesor es inferior al especificado aplique otras capas de acabado, hasta obtener el espesor deseado. Parche los poros, ampollas y zonas desnudas igualmente.

## 7. BASES PARA LA RECOMENDACIÓN Y PROPOSICIÓN DE PRODUCTOS EXISTENTES EN EL MERCADO.

Una vez que se conocen los sistemas de aplicación (mencionados en el capítulo anterior), procedemos a la recomendación de sistemas completos con diferentes productos, que cumplen con las expectativas de protección para estructuras marítimas, mencionando principalmente los productos de la empresa Comex, ya que de esta se obtuvo la experiencia en el manejo y conocimiento de los productos para satisfacer el mercado marítimo.

En la siguiente tabla se muestran las propiedades fisicoquímicas que aportan las resinas más usadas en recubrimientos para la industria marítima:

TIPOS DE RESINA

	Alquidámica	Vinílica	Poliuretano	Epóxica	acrílica	silicón	fenólica	oleoresinosa	nitrocelulosa
Brillo	●		●		●			●	
Flexibilidad	●	●	●			●		●	
Resistencia Química		●	●	●			●		
Adherencia	●		●	●	●	●	●	●	
Resistencia Abrasión			●	●					
Dureza			●	●	●		●		●
Resistencia Humedad		●	●	●		●			
Secado rápido		●			●				●
Resistencia a altas temperaturas						●			
Curado por temperatura						●			

El plástico es un material que se utiliza para la fabricación de barcos. Los tipos de plásticos más comúnmente utilizados son el PVC, Polietileno y la fibra de vidrio. Las principales razones por las que se llegan a pintar son por higiene, identificación y apariencia, por lo que la protección realmente pasa a un segundo plano por la sencilla razón de que el plástico es un material altamente resistente al medio ambiente e incluso en servicio de productos químicos. Por esto, también se mencionaran las recomendaciones pertinentes para recubrir superficies de este tipo.

## 7.1. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN EMBARCACIONES PARA LA OBRA VIVA

En la siguiente tabla se puede visualizar sistemas completos que cumplen con las expectativas del mercado marítimo de acuerdo al tipo de superficie.

Antes mencionaremos lo siguiente:

- Los recubrimientos con mejor adherencia sobre la superficie de fibra de vidrio son los epóxicos.
- Para madera se puede utilizar el alquitrán de hulla.
- En acero se recomiendan recubrimientos de capa base que además de proporcionar adherencia, deben ser capaces de inhibir el proceso corrosivo.
- Los recubrimientos a base de resina epóxica, suelen ser los de mejor funcionamiento, sobre todo, cuando se requiere incrementar el poder anticorrosivo y el espesor de película seca, ya que por sus características de adherencia, ofrecen una duración extrema en requerimientos de resistencia al impacto, abrasión y medio ambiente.

Superficie	Preparación de Superficie.	Capa Base	Tipo	Intermedio	Tipo	Acabado	Tipo
Fibra de Vidrio	Sp-1,2,3 8	AM - 385 AM 235	Epóxico	NR		ABC - 3 ABC - 4	Antivegetativo
Madera	Sp-2,3	AM - 78 HB AMSA E - 507	Alqui- trán de Hulla	NR		ABC - 3 ABC - 4	Antivegetativo
		AM - 385 AM 235	Epóxico	NR		ABC - 3 ABC - 4	Antivegetativo
Acero	Sp-1, 5	Dimetcote 4	Inorgá- nico de zinc	AM - 385 AM 235 AM-78HB AMSA E- 507	Epóxico  ALQUITRÁN DE HULLA	ABC - 3 ABC - 4	Antivegetativo
Aluminio	Sp- 1, 7	AM - 385 AM 235	Epóxico	NR		ABC - 3 ABC - 4	Antivegetativo

Los productos que se mencionan en esta tabla como capa base, intermedio y acabado pertenecen a la línea de Comex

NR = No requiere

Los sistemas de recubrimientos que aquí se mencionan solo son algunas de las opciones que existen, sin embargo se pueden formar sistemas completos para casos específicos acorde con las necesidades del cliente.

## 7.2. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN EMBARCACIONES PARA LA OBRA MUERTA

<b>Superficie</b>	<b>Preparación de Superficie</b>	<b>Capa Base</b>	<b>Tipo</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Tipo</b>	<b>Acabado</b>	<b>Tipo</b>
Fibra de Vidrio	Sp-1,2,3 8	<b>Amerlock 400</b>	Epóxico	NR		<b>Amershield</b>	Poliuretano
						<b>PSX - 700</b>	Polisiloxano
		<b>AM - 385</b>	Epóxico	NR		<b>Polidur</b>	Poliuretano
						<b>AMSA U - 384</b>	Poliuretano
Madera	Sp-2,3	<b>Amerlock 400</b>	Epóxico	NR		<b>Amershield</b>	Poliuretano
		<b>AM - 385</b>	Epóxico	NR		<b>Amercoat 450 HS</b>	Poliuretano
		<b>Amercoat 38</b>	Alquidálico	NR		<b>Amercoat 52</b>	Alquidálico
Acero	Sp-1, 5	<b>Dimetcote 4</b>	Inorgánico de zinc	<b>Amerlock 400</b>	Epóxico	<b>Amershield</b>	Poliuretano
						<b>PSX - 700</b>	Polisiloxano

Superficie	Preparación de Superficie	Capa Base	Tipo	Intermedio	Tipo	Acabado	Tipo
Acero	Sp - 1, 5	<b>Dimetcote 4 y 3</b>	Inorgánico de zinc	<b>AM - 385</b>	Epóxico	<b>Amershield</b>	Poliuretano
		<b>Galvadur</b>	Inorgánico de zinc	<b>AM 235</b>	Epóxico	<b>AMSA U-384</b>	Poliuretano
		<b>Amercoat 68 HS</b>	Epóxico rico en zinc			<b>Amershield</b>	Poliuretano
Aluminio	Sp- 1, 7	<b>AM - 385</b>	Epóxico			<b>Amercoat 450 HS</b>	Poliuretano
		<b>Amerlock 400</b>	Epóxico			<b>Amershield</b>	Poliuretano

#### Comentarios:

- Los recubrimientos a base de resina de alquitrán de hulla, pueden ser aplicados también sobre superficies que cuentan con capa base de inorgánico de zinc. Esto incrementa la durabilidad del sistema ya que el espesor de película que se logra es lo suficientemente grande para proporcionar una excelente protección anticorrosiva.
- Los recubrimientos de resina epóxica suelen proporcionar también buena protección anticorrosiva en superficies de acero, aunque desde luego, no llegan a ser tan efectivos como los inorgánicos de zinc.
- Los recubrimientos de tipo inorgánicos de zinc, presentan el problema de no aceptar resinas de tipo Alquidálica, Vinílica e incluso Poliuretano, por lo que la selección del enlace apropiado, es un factor importante para el éxito o fracaso del sistema.
- Los recubrimientos a base de resina Epóxica, suelen ser los de mejor funcionamiento sobre todo cuando el acabado requerido es un poliuretano.

### 7.3. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN EMBARCACIONES PARA ÁREAS ESPECIALES

ÁREA	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	CAPA BASE	TIPO	INTERMEDIO	TIPO	ACABADO	TIPO
Camarotes	SP 1, 2, 3	Amercoat 335 P	Epóxico BA	NR		Amercoat 335 A	Epóxico BA
Bodegas de alimentos	SP 1, 2, 3	Amercoat 64 Amerlock 2	Epóxico FDA Epóxico autoprimary	NR		Amercoat 66 NR	Epóxico FDA
Tanques de agua potable	SP 1, 2, 3	Amercoat 64 Amerlock 2 Amerlock 400	Epóxico FDA Epóxico autoprimary	NR		Amercoat 66 NR	Epóxico FDA NR
Área de máquinas	SP 2, 3, 5	PT-125 FC500 FC850 FC8500	Aluminio alta temperatura Epóxico Silicón-Alq. Hule clorado.	NR		NR	

## 7.4. SISTEMAS DE APLICACIÓN EN PLATAFORMAS MARINAS

En ciertas ocasiones, se puede encontrar superficies en las que ya existe aplicado algún recubrimiento de capa base o incluso ya tiene el intermedio, sin embargo, el recubrimiento a aplicar no presenta buenas características de adherencia en el ya existente, en estos casos tienes que considerar el uso de un enlace que garantice la adherencia del acabado a aplicar.

ÁREA	PREPARACIÓN DE SUPERFICIE	CAPA BASE	TIPO	INTERMEDIO	TIPO	ACABADO	TIPO
Superestructura "DECK"	SP 1, 5	Dimetcote 4 RP-4B	Inorgánico de zinc BA Inorgánico de zinc BS	Amerlock400 RP-6 RA-26 NR	Epóxico	Amershield RA-28 NR	Poliuretano
Zona de mareas y oleaje	SP 1, 5	Tideguard Amercoat 1761 RE-32	Epóxico Autoprimario	NR		NR	
Subestructura "JACKET"	SP 1, 5	RP-4B	Inorgánico de zinc	RA-26	Epóxico	RA-28	Poliuretano

El acabado es la parte del sistema que entra en contacto con el medio ambiente y las condiciones de operación de la superficie, por lo cual la selección del recubrimiento debe estar en función de las necesidades, es decir, si se requiere protección contra los rayos del sol, derrames o salpicaduras de agua, aceites, solventes y vapores originados por el proceso de extracción del petróleo.

## 8. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

En este capítulo se mostrará a través de una tabla los resultados que podemos esperar cuando seguimos las instrucciones de aplicación y sistemas que son recomendados. Todos los sistemas de aplicación que se recomiendan en esta tesis son sistemas que se aplican en la actualidad para mantenimiento y protección de estructuras marítimas.

Cabe mencionar que los resultados y calidad de un trabajo dependen en mucho del control que se lleve en la preparación de la superficie y en la aplicación del sistema de recubrimientos. Sumando que existen atributos que dependen del medio ambiente, de las condiciones de exposición y del mantenimiento que se realice a las estructuras marítimas para prolongar la vida útil de los recubrimientos.

En las siguientes tablas, se mencionan los resultados y la calidad resultante que se espera de las descripciones siguientes realizadas en forma adecuada, en forma deficiente o simplemente no realizándolas:

DESCRIPCIÓN	REALIZADA ADECUADAMENTE	REALIZADA EN FORMA DEFICIENTE	NO REALIZADA
ACONDICIONAMIENTO DEL ÁREA	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se contara con un ambiente seguro para los trabajadores.</li> <li>-Se eliminan paros por falta de herramienta o material.</li> <li>-Se propicia un ambiente sin accidentes.</li> <li>-Avances mayores en la obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La seguridad y avance de la obra dependerá en mayor proporción de la habilidad del personal.</li> <li>-Se corre el riesgo de la contaminación de la superficie.</li> <li>-Mayor riesgo de accidentes y tiempos perdidos innecesarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Un alto riesgo de accidentes.</li> <li>-Contaminación del medio ambiente y la superficie de la estructura.</li> <li>-Paros continuos por falta de equipo y materiales.</li> </ul>

DESCRIPCIÓN	REALIZADA ADECUADAMENTE	REALIZADA EN FORMA DEFICIENTE	NO REALIZADA
<b>PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b>	Se puede garantizar que el sistema de recubrimientos que se aplique tendrá una adherencia permanente y confiable, que cumpla con la norma SSPC.	El recubrimiento no tendrá la adherencia suficiente, por lo que al exponerse al medio ambiente tendrá un desprendimiento prematuro, mismo que estará en función del uso y la agresión del ambiente hacia la estructura marítima.	Al no realizar ningún tipo de preparación de la superficie, simplemente el recubrimiento no tendrá adherencia al sustrato, sumando que los recubrimientos no desarrollaran sus propiedades de protección, dejando sin protección a la estructura marítima.

Al no garantizar la preparación de la superficie, se ocasionaran perdidas innecesarias, ya que se requerirá de mantenimientos correctivos, que de no aplicarse a tiempo, se tendrán que cambiar piezas completas, lo cual incrementará el costo y paros de la estructura ocasionando perdidas mayores.

DESCRIPCIÓN	REALIZADA ADECUADAMENTE	REALIZADA EN FORMA DEFICIENTE	NO REALIZADA
<b>REPARACIÓN DE LA SUPERFICIE</b>	Se tendrá un sistema de protección para la estructura marítima completo y confiable.	Al exponer la estructura marítima al medio ambiente en el que se desempeñe, provocará que el sistema de aplicación se degrade rápidamente, con riesgos de tener puntos sin protección.	No se contará con una protección completa para la superficie, ocasionando problemas mayores a la estructura marítima.

Al no reparar la superficie, no tiene caso aplicar algún tipo de protección.

DESCRIPCIÓN	REALIZADA ADECUADAMENTE	REALIZADA EN FORMA DEFICIENTE	NO REALIZADA
<b>APLICACIÓN DE LA CAPA BASE</b>	Se garantiza que la superficie cumple con las especificaciones de protección requeridas, así como la apropiada adherencia de la capa de recubrimiento posterior.	El recubrimiento de capa base no tendrá la adherencia ni resistencia que garantice la protección prolongada de la superficie.	La superficie no contará con un sistema completo de recubrimientos que la protejan de la corrosión.

Es importante aplicar un recubrimiento como capa base ya que de este depende en mucho la protección anticorrosiva de la superficie y parte la adherencia del recubrimiento posterior.

DESCRIPCIÓN	REALIZADA ADECUADAMENTE	REALIZADA EN FORMA DEFICIENTE	NO REALIZADA
<b>APLICACIÓN DE INTERMEDIO</b>	El sistema de recubrimientos tendrá la compatibilidad y espesor requerido por las especificaciones del producto.	No se garantiza la adherencia del recubrimiento final ni el espesor del sistema completo	Al no ser compatibles la capa base y el acabado, no habrá adherencia entre ellos, por lo que la superficie no contará con protección anticorrosiva.

Cuando el recubrimiento intermedio no se aplica correctamente puede perderse resistencia a la intemperie y la vida útil se vera reducida.

DESCRIPCIÓN	REALIZADA ADECUADAMENTE	REALIZADA EN FORMA DEFICIENTE	NO REALIZADA
<p align="center"><b>APLICACIÓN DE ACABADO</b></p>	<p>La superficie contará con una calidad de protección anticorrosiva que garantice la durabilidad de la estructura marítima.</p>	<p>El recubrimiento como acabado no protegerá lo suficiente a la superficie, lo que ocasionará una degradación prematura y por lo tanto un desgaste acelerado del sistema de recubrimientos aplicado.</p>	<p>El sistema de recubrimientos aplicados no tendrá la protección contra el medio ambiente y los rayos del sol.</p>

## CONCLUSIONES

En los proyectos que se realicen para proteger estructuras marítimas con recubrimientos que tengan por finalidad extender la vida útil de los diversos implementos o naves en las mejores condiciones posibles, es necesario contar con todos los elementos de aplicación, tales como equipo adecuado, mano de obra calificada, involucrar técnicamente al proveedor de recubrimientos y tener las instalaciones necesarias para asegurar que la aplicación sea de calidad y así garantizar la durabilidad de los sistemas.

Para garantizar la calidad del recubrimiento aplicado, es necesario llevar el control de la aplicación. Este control se debe de programar y ejecutar desde el acondicionamiento del área de aplicación, el tipo de preparación de superficie que sea la más adecuada de acuerdo al sustrato y al recubrimiento que se vayan a aplicar como capa base, intermedio y acabado. Considerando el equipo de aplicación acorde con la velocidad de avance de la obra y tipo de recubrimiento (% de sólidos), el equipo de seguridad completo y en óptimas condiciones, acompañado de las señalizaciones de los espacios en donde se esté trabajando y preparando los productos.

Es importante contar con personal de inspección, ya sea interno o externo. Es admisible hacer intervenir el proveedor de recubrimientos para llevar acabo esta inspección, el cual de cerciorarse periódicamente que los productos utilizados estén en buen estado, que se preparen correctamente en términos de diluciones y proporciones de la mezcla resina-catalizador, que se utilice la técnica de aplicación adecuada, corroborando los espesores de película seca aplicada y que se permitan los tiempos de secado entre capas.

También es necesario que se verifique la preparación de la superficie para asegurar la adherencia y durabilidad del producto.

Además de verificar la humedad relativa al momento de hacer la aplicación, la temperatura ambiente, así como la temperatura del sustrato.

Para evitar en lo posible errores y falta de control de las condiciones en cada caso, se recomienda llevar una bitácora en donde se registren todos los puntos de inspección. Con esto se evitarán tiempos muertos de trabajo, ya sea por falta de materiales, herramientas, implementos, productos o incluso de personal.

Tiempos muertos por mantenimientos correctivos innecesarios y costosos, paros prolongados de naves, sobrepeso en las estructuras por acumulación de especies marinas, lo cuál puede generar mayor demanda de combustible y que el navío sea más lento.

En términos generales puede decirse que las naves y estructuras llegaran sin ningún problema a su próximo mantenimiento preventivo programado cuando se cumplan las condiciones *ad hoc* a cada caso de aplicación.

Los sistemas de gestión de la calidad toman como punto de partida la idea de que satisfacer las necesidades de los clientes y hacerlo al menor costo posible es el objetivo de cualquier organización.

Una empresa exitosa será aquella que sea capaz de identificar, interiorizar, satisfacer y superar de forma continua las expectativas de sus clientes en relación con los productos y servicios suministrados. Lo revolucionario de esta noción de calidad radica en que es el propio cliente, el consumidor, el que determina si un producto es o no aceptable, convirtiéndose así en juez único y supremo de la calidad.

La experiencia del autor de la presente Memoria de Experiencias Profesional ha sido plasmada con el detalle que se consideró pertinente, de manera que los lectores se beneficien tanto de los conocimientos técnicos como de las sugerencias y recomendaciones emanadas del trabajo rutinario.

## BIBLIOGRAFIA

### PAGINAS EN INTERNET:

[http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:el\\_esbozo\\_perfecto](http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:el_esbozo_perfecto)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:el\\_esbozo\\_perfecto](http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:el_esbozo_perfecto)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:el\\_esbozo\\_perfecto](http://es.wikipedia.org/wiki/wikipedia:el_esbozo_perfecto)  
<http://www.galeon.com/sanfernandoisla/glosario.htm>  
<http://es.wikipedia.org/wiki/babor>  
[http://es.wikipedia.org/wiki/cubierta\\_%28barco%29](http://es.wikipedia.org/wiki/cubierta_%28barco%29)  
[http://dayra06.tripod.com/agua.htm#\\_toc148686997](http://dayra06.tripod.com/agua.htm#_toc148686997)  
<http://www.tecnun.es/asignaturas/ecologia/hipertexto/03atmhidr/132oceanos.htm#olas,%20mareas%20y%20corrientes%20costeras.%20modelado%20de%20la%20costa>  
[http://unad.edu.co/fac\\_ingenieria/pages/microbiologia\\_mutimedia/2\\_2\\_2eubacterias.htm](http://unad.edu.co/fac_ingenieria/pages/microbiologia_mutimedia/2_2_2eubacterias.htm)  
<http://www.ucm.es/info/ecologia/descriptiva/plataf2/plataf2.htm>  
<http://biblioweb.dgsca.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1987-2/articulo270.html>  
<http://www.inoxidable.com/corrosion.htm>  
<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/rincon-c/curiosid/rc-12.htm>  
<http://html.rincondelvago.com/corrosion-del-casco-del-buque.html>  
[http://html.rincondelvago.com/corrosion-de-materiales\\_1.html](http://html.rincondelvago.com/corrosion-de-materiales_1.html)  
<http://www.imcyc.com/revista/1998/oct/monitoreo.htm>  
[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/sec\\_10.html](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/sec_10.html)

### MANUALES:

Inspección de pinturas y recubrimientos Comex  
Recubrimientos Comex para mantenimiento de tanques  
Recubrimientos Comex para mantenimiento de estructuras y tuberías  
Complementos para la aplicación de pinturas y recubrimientos Comex  
Recubrimientos para la protección de estructuras marítimas y embarcaciones  
Conceptos básicos de pinturas y recubrimientos  
Complementos de pinturas y recubrimientos Comex  
Inspección de recubrimientos Comex