

## **ANTECEDENTES**

Los tanqueros de doble casco representan la mayor evolución en la construcción naval y han significado un desafío tanto para los astilleros, armadores y operadores de la industria naval.

Comparando un tanquero de simple casco de 2 millones de barriles, se tiene un área de 120,000 m<sup>2</sup> a protegerse, en cambio un tanquero de porte similar de doble casco, la nueva superficie es de 230,000 m<sup>2</sup>. Esta duplicación de área a conducido a un mayor desafío para proteger la superficie contra la corrosión.

Muchos métodos de protección han sido inventados para disminuir el tiempo de aplicación de pinturas, de los cuales no todos han sido exitosos. Por esta razón cuando la relación de desgaste se la estimaba en 0.1 mm por inspección, con los nuevos tanqueros de doble casco se puede esperar entre 1 a 2 mm por inspección y en ciertos casos mas alto.

Por los motivos expuestos, se presenta a continuación los lineamientos generales para realizar un buen mantenimiento y reparación de los sistemas de protección con pintura.

### **Regulación 87 GUIA PARA REPARACION Y MANTENIMIENTO DE CAPAS DE PINTURA EN LOS TANQUES DE LASTRE Y TANQUES COMBINADOS PRODUCTO/LASTRE EN TANQUEROS**

## **OBJETIVO**

El objetivo principal de las regulaciones IACS, es proporcionar normas para los estándar de los buques, para garantizar la seguridad, y un adecuado comportamiento en el mar. Con estas Guías, IACS ayuda a asistir a los Inspectores, Armadores, Astilleros, Administradores de Bandera y otras partes involucradas en las inspecciones, evaluación y reparación de capas de pintura en tanques de lastre y en los tanques combinados de lastre/producto, los cuales serán referidos como "tanques de lastre" en buques tanqueros.

La motivación por desarrollar esta Guía es la revisión del IACS UR Z10.1 la cual indica que las pinturas encontradas en no tan buenas condiciones, serán reparadas o mantenidas para

---

\* GERENTE DE TECNAVIN S.A., Proyectos Navales, [www.tecnavin.com](http://www.tecnavin.com)

Presentado en el 4to Simposio de Mantenimiento y Reparación Naval, Julio 2006, IPEN, Ecuador

evitar la inspección anual. Esta Guía dará una definición clara de la condición de la capa BUENA y cómo reparar las capas de pinturas de condición INTERMEDIA y/o POBRE, a la condición BUENA.

La base por desarrollar esta Guía han sido las variadas publicaciones del Foro de Cooperativa de Estructura de Tanqueros (TSCF)

## **1.- INTRODUCCION**

### **a) APLICACIÓN**

Estas Guías enfocan el procedimiento de supervisión, mantenimiento y reparación de capas de pintura.

Estas guías no cubren sistemas de prevención de corrosión ni el diseño, instalación y mantenimiento de ánodos, estos tópicos deben ser consultados con la Sociedad de la Clasificación involucrada. Para consultar las guías para reparación de estructuras de acero, se debe consultar la Guía IACS Rec No. 47 "Estándares de Calidad en la Construcción y Reparación."

La intención de esta Guía es:

. Mantener la condición de la capa de pintura BUENA

. Restaurar la condición si la capa de pintura es POBRE o INTERMEDIA

El mantenimiento y reparación pueden ser en:

En el dique seco

En el muelle

Durante el viaje

### **b) REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN DE CLASE**

El sistema de pintura en los tanques de lastre será examinado tomando en consideración:

- Inspecciones Intermedias para tanqueros que excedan 5 años de vida,
- Inspecciones Especiales para todos los tanqueros

La condición de las capas de pintura en los tanques de lastre se clasifican como BUENO, INTERMEDIO o POBRE, basado en la inspección visual y en el porcentaje estimado de áreas con fallas en las capas de pintura y superficies oxidadas. (ver Tabla II )

Los tanques de lastre estarán sujetos a Inspección Anual cuando, durante una Inspección Intermedia o Especial, si es aplicable, se encuentra con:

- ninguna protección desde su construcción,
- una capa de protección ligera,
- corrosión avanzada,

- la capa de protección es inferior a la indicada en la condición BUENA, o
- la capa de protección no se repara a satisfacción del Inspector

Las mediciones de los espesores estructurales ampliadas, son requisitos obligatorios de la Inspección Intermedia para buques petroleros que exceden de los 15 años de edad o previo a una Inspección Especial. Sin embargo, independiente de la edad del tanquero, el Inspector puede solicitar mayores mediciones de espesores

Si los resultados de las mediciones de los espesores indican que hay corrosión avanzada (Substantial Corrosión), la medición de espesores ampliada será incrementada.

Las áreas con corrosión avanzada (substantial corrosión) indicadas en las inspecciones Especial, Intermedia o Anual, en los que han sido tomado los espesores, estarán sometidas a inspección Anual indiferente de la condición de la pintura. La corrosión avanzada es un grado de corrosión tal que su condición indica un desgaste en exceso del 75% de los márgenes permitidos pero dentro de los límites aceptables.

Un registro de las corrosiones avanzadas debería de ser hecho aun si el Armador elige pintar las áreas y detener el avance de la corrosión.

## 2.- CONDICIONES DE CAPAS DE PINTURAS

### a) **CONDICION BUENA, INTERMEDIA, POBRE**

En esta guía se clasifica la condición de las capas de pintura como “Buena”, “Intermedia” o “Pobre”, de acuerdo a la Tabla II.

### b) **AREAS BAJO CONSIDERACIÓN**

Debido a que las superficies de un tanque experimentan diferentes comportamientos en la condición de protección con pinturas, para una rápida evaluación, se debe subdividir el tanque por las áreas de contornos, como son: mamparos, cubierta, fondos y áreas estructurales críticas (Ver figura N° 1), tal que la superficie a inspeccionarse sea identificada fácilmente (Cuaderna N°..., Longitudinal N°..., etc.). Cada superficie inspeccionada es entonces evaluada como: BUENA, INTERMEDIA O POBRE. Ejemplo de reportes, simple casco, doble casco (Ver Tabla III) y pique de proa.

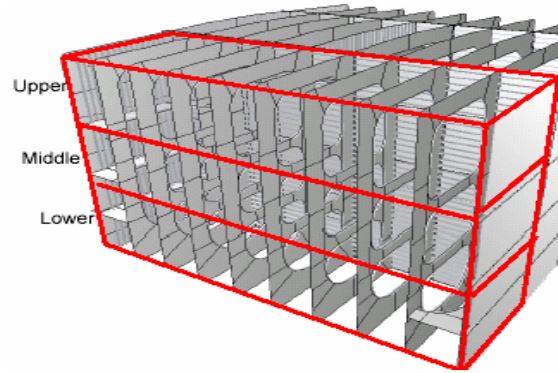


Fig. N° 1.- “áreas bajo consideración” indicadas en un tanque de lastre lateral, a una banda: cubierta, costados y mamparo transversal de proa [1]

Las “áreas bajo consideración” con el estado de condición de protección mas bajo establecerá si el tanque de lastre debe de ser inspeccionado anualmente, por lo que no se acepta el promedio de las condiciones de protección de pintura, en las áreas bajo consideración de un mismo tanque.

## 3.- MANTENIMIENTO Y REPARACION DE CAPAS DE PINTURA

### a) **PROCESOS A CONSIDERARSE**

Las principales consideraciones son:

**1. Seguridad.-** Familiarizar a la tripulación y personal de pintores con el uso de los equipos y herramientas a bordo.

**2. Contaminación de sal.-** Para realizar mantenimiento con pintura, remover óxidos, lavar con agua fresca (de preferencia alta presión y temperatura) hasta que el nivel de contenido de sal sea inferior a 30 mg/m<sup>2</sup>

**3. Herrumbre.-** La remoción de la capa de herrumbre superficial es fácil, sin embargo la capa inferior de herrumbre (negra) es mucho mas adherida. Si se pinta encima de esta capa negra, la capa de pintura se van desprender en conjunto con las capas subsiguientes. La vida esperada de la protección en estos casos es de 1 a 2 años dependiendo del sistema de aplicación de pintura.

**4. Corrosión por picadura (pitting).-** Si las picaduras por alguna razón no se han corregido con soldadura o rellenada con macilla y luego protegida con pintura; previamente debe de ser removida la sal de las picaduras. Un método frecuente de limpieza es a través del chorreado de agua, seguido por una limpieza de aire a presión para evitar que los residuos de sal se mantengan dentro de las picaduras.

Tabla I.- Frecuencia de Inspecciones en tanques de lastre [1]

Condición capa de pintura	INSPECCIONES															
	S			I		S			I		S			I		S
BUENA	S			I		S			I		S			I		S
INTERMEDIA	S	A	A	I	A	S	A	A	I	A	S	A	A	I	A	S
POBRE	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nota: S: Inspección Especial I : Inspección Intermedia A: Inspección Anual																

La Tabla I indica que para los casos en que la pintura este en condición BUENA las inspecciones serán realizadas en un intervalos de 2 o 3 años y en promedio de 30 meses.

Tabla II.- Clasificación IACS de condiciones de capas de pintura [1]

	BUENA (3)	INTERMEDIA	POBRE
Pintura dañada o área oxidada (1)	< 3 %	3 - 20 %	> 20 %
Área con herrumbre (1)	-	< 10 %	≥ 10 %
Desprendimiento localizado de pintura u oxidación en bordes o cordones de soldadura (2)	< 20 %	20 - 50 %	> 50 %
Nota (1) % es el porcentaje del área bajo consideración o del "área estructural crítica" (2) % es el porcentaje de bordes o cordones de soldadura en el área bajo consideración o "área estructural crítica" (3) oxidación localizada sin una falla visible de la pintura			

Tabla III.- Ejemplo de Reporte: Tanquero de Doble Casco [1]

N°1 Tanque de Doble Fondo			Protección del Tanque <sup>1)</sup>	C, A
Estructura <sup>2)</sup>	Condiciones de Pintura <sup>3)</sup>		Observaciones <sup>4)</sup>	
	Áreas bajo consideración Abajo (Lower)	Arriba (Upper)		
Tanque de Doble Fondo	<b>P</b>	<b>F</b>		
<b>EVALUACIÓN DE TODO EL TANQUE</b>	<b>POBRE</b>		Para ser examinado en la próxima inspección Anual	
N°1 Tanque de Doble Fondo Babor			Protección del Tanque <sup>1)</sup>	C, A
Tanque de costado en doble casco	Áreas bajo consideración			
	Arriba Upper	Centro Middle	Abajo Lower	
Mamparo Transversal Proa	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	
Mamparo Transversal Popa	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	
Costado del casco	<b>F</b>	<b>F</b>	<b>F</b>	
Mamparo Longitudinal	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>	
Cubierta	<b>G</b>			
Fondo	<b>G</b>			
<b>EVALUACIÓN DE TODO EL TANQUE</b>	<b>F: INTERMEDIA</b>		Para ser examinado en la próxima inspección Anual	

Notas:

- 1) **C:** Pintura, **A:** Ánodos, **NP:** Sin protección
- 2) Las estructuras incluyen planchaje y sus elementos estructurales
- 3) **G:** Buena, **F:** Intermedia y **P:** Pobre de acuerdo con Tabla II.
- 4) Si la condición es diferente a "Buena", los lugares y miembros estructurales serán reportados.

**5. Temperatura.-** Es un parámetro crítico a considerar debido a que, cuando el agua está muy fría produce condensación en el interior de la superficie o afecta el tiempo de secado de la pintura.

**6. Ventilación.-** Ventilar los espacios interiores para remover los solventes peligrosos, inclusive cuando se use pintura epóxica libre de solvente (100% sólidos por volumen).

**7. Condensación.-** El equipo de pintores debe de estar bien familiarizado con la necesidad de controlar la humedad relativa, la temperatura del material a pintarse (sustrato) y el punto de rocío de la pintura.

**8. Des humidificación.-** Para los climas calientes se recomienda des humidificar mediante refrigeración y para los ambientes moderados y fríos es ideal usar un tipo de disecante. Estos métodos previenen los problemas de aplicación y los puntos de rocío.

**9. Compatibilidad de sistemas de capas de pintura.-** Para asegurar la compatibilidad de pinturas usar el mismo tipo de pinturas como fue aplicado originalmente, caso contrario debe de solicitarse al fabricante de pinturas el plan alternativo.

**10. Planificación de pintado de superficies.-** Los cordones de soldadura, esquinas, bordes y otras áreas de difícil acceso para la aplicación de pintura con soplete, deben ser tratadas previamente mediante una capa adicional de pintura aplicada con brocha y de un color diferente, de tal manera de alcanzar el correspondiente espesor de película seca.

## ***b) PRINCIPIOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN***

### **i.- TANQUES DE LASTRE**

Procesos de mantenimiento y reparación:

- . Sacar lodo del tanque y bombearlo
- . Quitar óxidos y herrumbre
- . Fosfatado de las partes picadas (controlando los riesgos de salud)
- . Lavado con agua dulce
- . Secado
- . Preparación de superficie (el método depende de la cantidad de fallas y la vida útil de servicio)
- . Protección anódica
- . Pintado

### **ii.- CONTRATISTAS**

Es indispensable que el proceso, especificación, parámetros de aplicación, normas, y el tiempo se discuta y estén de acuerdo las partes involucradas.

### **iii.- REGISTRO DE CONDICIONES EN SERVICIO**

El éxito de los procedimientos del mantenimiento y reparación comienzan con una buena información. Por consiguiente, un requisito es que el Armador realice como mínimo la inspección anual de todos los tanques y espacios interiores, tanto por la tripulación como con la asistencia de inspectores externos. Los reportes deben de ser estandarizados y enviados al superintendente contestando las siguientes preguntas:

- . Nombre de la nave
- . Número del tanque
- . Fecha de inspección
- . Inspeccionado por
- . Año de pintado
- . Nombre de pintura y tipo
- . Última reparación
- . Área de la superficie
- . Cantidad de ampollamiento (blistering) ISO 4628-2. (Ver apéndice A)
- . Cantidad de óxido ISO 4628-3
- . Cantidad de agrietamiento (cracking) ISO 4628-4. (Ver apéndice A)
- . Cantidad de desprendimiento (Flaking) ISO 4628-5. (Ver apéndice A)
- . Cantidad de corrosión por pitting
- . Cantidad de herrumbre ligera
- . Cantidad de herrumbre dura
- . Extensiva pérdida de acero, si es relevante – lugar -
- . Estado de protección (BUENO/INTERMEDIO /POBRE)
- . Soldaduras oxidadas
- . Bordes oxidados
- . Condición de tubos de sondaje
- . Condición de tubos de venteo
- . Condición de tubos de lastrado
- . Superficie bajo las piezas de succión de lastrado
- . Cantidad de lodo
- . Cualquier daño estructural
- . Otros comentarios
- . Tripulación de mantenimiento <sup>1</sup>
- . Daños mecánicos, lugar y extensión

## **APENDICE**

### **A. FALLAS**

#### **i.- FALLAS EN LAS CAPAS DE PINTURA**

<sup>1</sup> “Tripulación de mantenimiento”.- Es recomendado que la tripulación este en condiciones de identificar las acciones necesarias, dependiendo de los estados de protección de pintura y proporcionar al departamento técnico de la empresa información valiosa para juzgar de mejor manera la magnitud y urgencia para cualquier reparación necesaria

***Agrietamiento de capas (cracking)***

Es el daño en la cual hay una fisura de al menos una de las capas de la pintura, esperándose que se incremente el agrietamiento en todas las capas. Tales fisuras (Ver figura N° 2) pueden aparecer por:

- sobre espesor de pintura,
- deformaciones plásticas de las estructuras excediendo las propiedades de elongación de la capa de pintura
- esfuerzos de fatiga localizada debido a un diseño inapropiado



Fig. N° 2.- Agrietamiento de capas de pintura [3]

***Desprendimiento (Flaking)***

Consiste en el desprendimiento de la pintura o pérdida de adhesión, producido por:

- Preparación inadecuada de superficie,
- Incompatibilidad con capas precedentes,
- Contaminación entre capas de pintura,
- Excesivo tiempo de curado entre capas.



Fig. N° 3.- Desprendimiento de pintura [1]

***Ampollamiento (Blistering)***

Aparece como una formación de burbujas diseminadas en la superficie de la pintura con un diámetro que varía de 3-4 mm a 20-30 mm. Estas ampollas o burbujas contienen líquido, vapor o gas.

El ampollamiento es una pérdida localizada de adhesión y el levantamiento de la pintura produciéndose generalmente por el efecto ósmosis debido a una de las siguientes razones:

- Retención de solventes,
- Impropia aplicación de la pintura,
- Contaminación de sales solubles en las capas precedentes de pintura, causado por la insuficiente limpieza de la superficie.

El blister algunas veces a sido observado en partes planas (Ver fig. N° 4) y frecuentemente

en áreas de difícil acceso para realizar un trabajo adecuado.

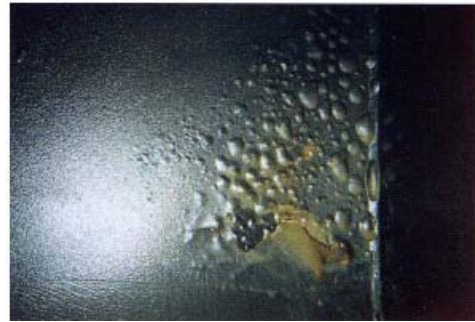


Fig. N° 4.- Ampollamiento en parte plana [1]

***ii.- CORROSIÓN EN TANQUES DE LASTRE DE AGUA SALADA***

**Corrosión Uniforme**

Aparece como una oxidación uniforme en las superficies interiores de los tanques que no están protegidas.

Las áreas anódicas y catódicas en la misma pieza de acero cambian con el tiempo permitiendo la formación de una corrosión relativamente uniforme del acero

**Corrosión Localizada**

Es una de las formas mas comunes que aparecen en los tanques de lastre. Esta corrosión localizada ocurre en las planchas del fondo, superficies horizontales y en detalles estructurales que entrapan agua. Cuando la superficie está pintada, se producen picaduras profundas y de pequeños diámetros que pueden llegar a perforar el casco.

En el caso de tanques desprotegidos, el progreso de las picaduras puede llegar hasta diámetros de 300 mm, dando la apariencia de una corrosión generalizada. Esto se debe a la acción de una celda localizada de corrosión que actúa en una avería de la pintura (si es que esta presente) y la presencia de impurezas y contaminantes en la superficie del acero

**Corrosión por Hendidura (Crevice)**

Es una corrosión localizada similar a los pittings. La mayoría de los casos ocurren en superficies de acero cubiertas por depósitos y residuos. Ejemplos típicos son cordones de soldadura, soportes de tubos y pernos. El fenómeno es debido cuando una pequeña superficie de acero por falta de oxígeno, llega a ser ánodo de la corrosión, mientras que el restante de la superficie libre, al mantenerse con abundante oxigenación se torna cátodo. Debido a que el

área anódica es muy pequeña comparada con la catódica, el proceso de corrosión es muy rápida.

### Corrosión Bacterial

La corrosión bacterial, llamada también corrosión influenciada micro biológicamente (MIC) aparece como pitting esparcido y/o localizado (Ver fig. N° 5).

MIC es una forma de corrosión originada por la presencia de una celda microscópica, donde viven organismos incluidos las bacterias, hongos y algas. La bacteria corrosiva viven en el fondo de los tanques de carga, en la capa de agua, como también en los sedimentos de los tanques de lastre. La Bacteria Reducida de Sulfato (SRB) y la Bacteria Productora de Ácido (APB), son los más importantes de los grupos de microorganismos los cuales causan la corrosión. SRB y APB viven junto con otras especies de bacteria en colonias, en la superficie del acero permitiendo el crecimiento de estas

Cuando la bacteria está activa el proceso de corrosión originado, puede ser extremadamente rápido y puede producir picaduras de corrosión en una relación de 1.5 a 3 mm por año, lo cual es aproximadamente 5 veces mas alto de la velocidad de corrosión esperada.

La colonia de bacterias puede aparecer como un depósito lodoso negro sobre la superficie del acero.

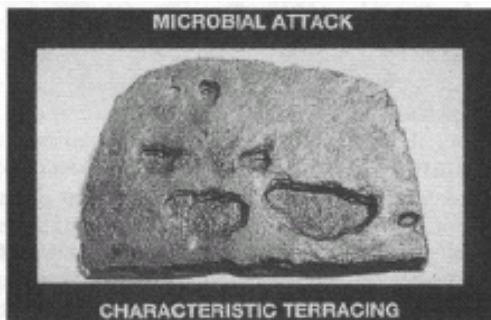


Fig. N° 5.- Picaduras (pitting) descubiertas en los tanqueros de doble casco [3]

### Corrosión por Esfuerzos

El acero esta sujeto a esfuerzos o fatigas que pueden ser afectadas por fisuras (aun pequeñas) y/o pandeos. Estas áreas actúan como una hendidura y debido a la baja aireación de la superficie, se corroerán (Ver fig. N° 6). Mas adelante, una fisura puede además causar micro-raduras de la capa de protección y tornarse en un foco muy activo de corrosión.

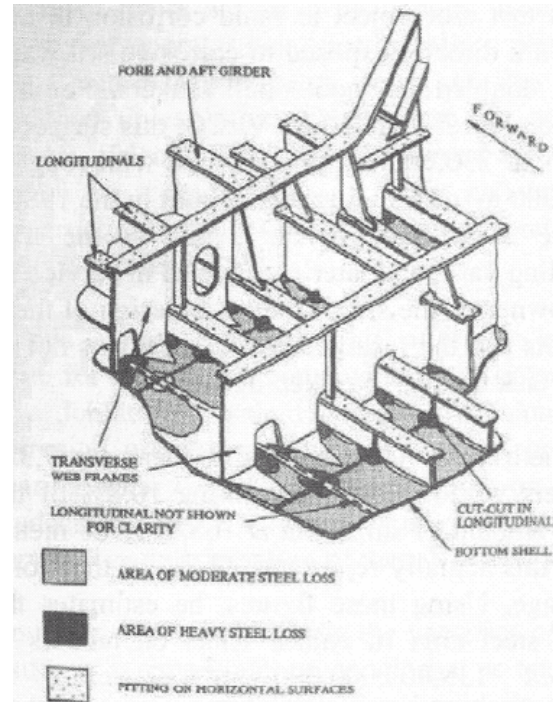


Fig. N° 6.- Sectores más frecuentes de oxidación [3]

## B. PREVENCIÓN DE LA CORROSIÓN

### i.- CAPAS PROTECTORAS (PINTURA)

Las capas de pintura pueden proteger la superficie de los metales de la corrosión, proporcionando una barrera entre el metal y el electrolito, previniendo o inhibiendo el proceso de corrosión

Si las capas de pintura son aplicadas apropiadamente y se ha realizado un conveniente programa de mantenimiento, se puede controlar el proceso de corrosión de superficies en los tanques de lastre, por el resto de la vida del buque (Ver fig. N° 7).

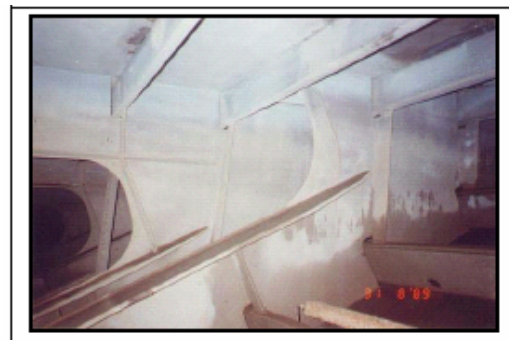


Fig. N° 7.- Tanque de Lastre después de 16 años [1]

### Sistema de Pinturas

Un sistema de pinturas es formado por una o mas capas de pintura, cada una de las cuales son aplicadas con un espesor específico de película. Esta secuencia de capas, llamadas sistemas de

pintura, provee un control de corrosión para uno o varios de los siguientes mecanismos:

- **barrera protección** (proporciona una barrera aislante entre el electrolito y el metal)
- **inhibición química** de reacción de corrosión
- **protección catódica** (cuando una capa de primer rica en zinc es aplicada, actuando como ánodo de sacrificio)

El sistema de la pintura puede presentarse en el siguiente esquema: Primer – Base – Acabado.

- **Primer** es la primera capa de pintura. Tiene funciones muy importantes como por ejemplo, asegurar la adherencia del sistema entero y proporcionar la protección anticorrosivo requerida. Debe aplicarse después de una apropiada preparación de la superficie. La aplicación del primer debe seguir las recomendaciones del fabricante.
- **Base.** Se usan para conectar el primer con la capa de acabado y aumentar el espesor total del sistema, como requiera el material a ser protegido y el lugar (por ejemplo el fondo, costados superiores, etc.).
- **Acabado.** Proporciona las características específicas del área donde sea aplicado.

En los tanques de lastre, para optimizar la prevención de corrosión, la misma pintura es generalmente aplicada en más capas, proporcionando más propiedades al mismo tiempo. Es útil, en primer lugar, aclarar algunas términos de uso reciente:

- **Capas Duras:** Anexo a la Resolución de IMO A.798(19) artículo 2.6 define como Capas Duras a "una capa que se convierte químicamente durante su proceso de curado, normalmente usada para nuevas construcciones. La capa dura puede ser inorgánica u orgánica". Todas las pinturas convencionales son incluidas en esta definición, por ejemplo: epóxica, poliuretano, silicato de zinc, vinil, etc.,
- **Capas Semi duras:** son las capas que, después de secar, permanecen flexible y suficientemente dura para ser tocado y pisoteado sin daño y que no son afectados por la erosión del agua durante la operación de deslastrado.
- **Capas Suaves:** son capas que no secan, pero permanecen suaves. No son recomendadas las capas suaves. Donde las Capas Suaves han sido aplicadas, un acceso seguro se proveerá para que el inspector verifique la efectividad de la pintura y lleve a cabo una evaluación de las condiciones internas. Esta inspección puede incluir la remoción de una muestra de la capa de pintura. Cuando no puede proporcionarse un acceso seguro, la capa suave será quitada.

### ***Sistemas de pinturas para los tanques de lastre***

Hay muchos sistemas de pintura disponible para la protección de superficies de tanque de lastre. Una descripción esquemática de los varios sistemas de pintura sería demasiado vaga y genérica. La Tabla IV muestra las características básicas de los sistemas de pintura usados para los tanques de lastre.

Tabla IV.- Características de los sistemas de pintura para tanques de lastre

<b>Sistema de Pintura</b>	<b>Características</b>
Epóxico modificado o puro	2 Componentes
Epóxico con poco solvente	2 Componentes
Epóxico libre de solventes	2 Componentes
Epoxy mastic	2 Componentes

### **ii.- PROTECCIÓN CATÓDICA**

Es un control de corrosión por medio de la cual una cantidad de corriente pasa a una superficie metálica para convertirse de ánodo a cátodo. La protección catódica se produce solamente cuando la superficie está sumergida. La protección catódica puede ser realizada por dos maneras: por corriente impresa o por ánodos de sacrificio. En los tanques de lastre el sistema de corriente impresa no está permitido debido a que una gran cantidad de gas hidrógeno puede ser producido. Por consiguiente, solamente el sistema de ánodos de sacrificio (zinc o aluminio) serán usados. En forma general una corriente de diseño de 5 mA/m<sup>2</sup> es aceptado en los tanques de lastre.

Ánodos Pitguard son aconsejados para contrarrestar la corrosión por la bacteria SRB.

### **iii.- DISEÑO**

La prevención de la corrosión inicia durante las primeras etapas de construcción del barco. Un adecuado diseño estructural puede controlar la corrosión, eliminado uno o mas componentes, tal que permita con facilidad la aplicación de cualquiera de los métodos de control de corrosión y prevención mencionados. Un buen diseño debe de evitar:

- . Contacto de materiales disímiles
- . Estancamiento de agua
- . Hendiduras (soldaduras encadenadas, intermitentes o soldaduras irregulares), que a más de las razones ya descritas son difíciles de proteger con pintura.
- . Superficies agudas e irregulares, debido a que ellas son difíciles de pintar y proporcionar el espesor de la pintura adecuado.
- . Dificultad en el acceso a todas las áreas.

### **C.- METODO DE PREPARACION DE SUPERFICIES**

Los principales métodos de preparación de superficies pueden ser:

- 1.- picasaleo manual
2. Limpieza con herramientas eléctricas: pistola picasal, pistola cincel, amoladoras, picasales rotatorios, etc.
3. Chorreado de agua (15.000 psi)
4. Chorreado de agua con muy alta presión (30.000 psi)
5. Chorreado de arena
6. Chorreado de agua con inyección de granalla
7. Chorreado de agua con inyección de granalla a alta presión
8. Chorreado con hielo seco
9. Chorreado con bicarbonato de sodio
10. Limpieza con chorreado
11. Des incrustación de magnesio
12. Chorreado de granalla con esponja recuperadora

### **BIBLIOGRAFIAS**

1. IACS, Rec. 87, GUIDELINES FOR COATING MAINTENANCE & REPAIRS FOR BALLAST TANKS AND COMBINED CARGO/BALLAST TANKS ON OIL TANKERS, Junio 2004
2. Lamb T., Oil Tanker, CAP 29, VOL 2, SNAME 2004
3. Rauta D., Gunner T., Eliasson J., DOUBLE HULL TANKERS AND CORROSION PROTECTION, SNAME, Transactions, Vol. 112, 2004