



Universidad
de La Laguna

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA, MÁQUINAS Y
RADIOELECTRÓNICA NAVAL**

TRABAJO FIN DE GRADO

**Sistema de Pintura estándar aplicado a un buque de
construcción de acero**

Silvia Valeria Soliz Choque

Y1018414-B

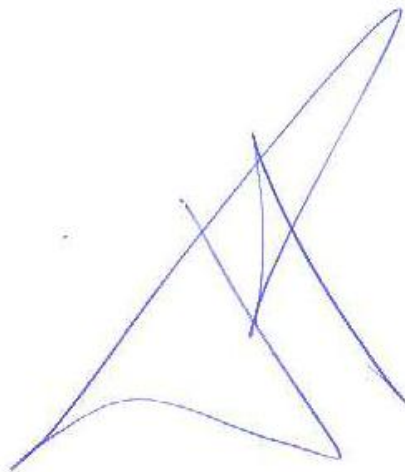
Junio 2014

Don Federico Padrón Martín, Profesor Ayudante perteneciente al Departamento de Ciencias de la navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de la Laguna certifica que:

Que Dña. Silvia Valeria Soliz Choque con NIE: Y1018414-B, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: ***Sistema de Pintura estándar aplicado a un buque de construcción de acero.***

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a fecha de 23 de junio de 2014.



Federico Padrón Martín
Director del trabajo Fin de Grado

Don Servando Luis León, Profesor Asociado perteneciente al Departamento de Ciencias de la navegación, Ingeniería Marítima, Agraria e Hidráulica de la Universidad de la Laguna certifica que:

Que Dña. Silvia Valeria Soliz Choque con NIE: Y1018414-B, ha realizado bajo mi dirección el trabajo de fin de grado titulado: ***Sistema de Pintura estándar aplicado a un buque de construcción de acero.***

Revisado dicho trabajo, estimo reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente Certificado en Santa Cruz de Tenerife, a fecha de 23 de junio de 2014.



Servando R. Luis León
Director del trabajo Fin de Grado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	5
II.	OBJETIVOS	6
III.	ANTECEDENTES Y REVISIÓN	7
3.1	Corrosión en el sector marítimo.	7
	El proceso de corrosión.....	9
	La corrosión de los metales	10
	Factores de la actividad corrosiva agua de mar.	12
	Salinidad.....	13
	Temperatura	14
	Exposición atmosférica	15
3.2	Como afecta el sistema de pintura de construcción de un buque a la pintura.....	16
3.3	Pintura naval ¿Qué es?.....	19
3.4	Tipos de pintura	21
	Por el nivel de capa específica de la propia pintura.....	21
	Por el sector al cual se destina su aplicación.....	22
	Por el número de capas aplicadas en el sistema de pintura	23
	Por el grado de emanación de compuestos volátiles	24
	Por el número de componentes o recipientes necesarios para que seque o cure la pintura.....	25
	Por la resina base que está compuesta la pintura	25
3.5	Operaciones y prescripciones del pintado	26
3.6	Tratamiento de superficies.....	29
3.7	Aplicación y combinación de pintura.....	30
IV.	METODOLOGIA.....	31
4.1	Metodología	31
4.1.1	Documentación Bibliográfica.....	31
4.1.2	Metodología del trabajo de campo	31

4.2	Marco referencial.....	32
V.	RESULTADOS	33
5.1	Sistema de pintura de construcción del buque de CMP.....	33
5.2	Ejemplo de sistema de pintura de mantenimiento de explotación y de varada del buque del buque “OPDR CANARIAS”	41
5.3	Descripción del sistema de pintado de “OPDR-CANARIAS”	45
5.4	Ejemplo del sistema de pintura de mantenimiento del buque CON/RO- Vessel57	
5.5	Carta RAL y Medidas de control de pintura	60
	Carta de colores RAL	60
	Medidor de espesor capa seca	61
	Higrómetro de carraca	62
	Peine medida espesor capa húmeda	62
5.6	Últimas tecnologías en pinturas antiincrustantes	63
VI.	CONCLUSIONES	65
VII.	BIBLIOGRAFÍA	66
	BIBLIOGRAFÍA DE ILUSTRACIONES.....	68

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Buque Corroído	7
Ilustración 2: Corrosión.....	8
Ilustración 3 Reacción: Agua-Acero	9
Ilustración 4: Zonas de corrosión en un entorno marino.	10
Ilustración 5: Proceso redox	11
Ilustración 6: Óxido-reducción.....	13
Ilustración 7: Tabla Corrosión- Temperatura.....	14
Ilustración 8: Corrosión por el medio ambiente.....	15
Ilustración 9: Degradación del material por reacción con el medio ambiente	15
Ilustración 10: Sistema eléctrico anticorrosión para buques	17
Ilustración 11: Sistema anticorrosión	18
Ilustración 12: Reparación Buque	19
Ilustración 13: Pinturas.....	21
Ilustración 14: Sistema de protección de metales	22
Ilustración 15: Pinturas para coches	23
Ilustración 16: Buque Varado	26
Ilustración 17: Preparación de superficies.....	26
Ilustración 18: Pintando buque	27
Ilustración 19: Control durante el pintado	27
Ilustración 20: Detectando porosidad en la capa de pintura.....	28
Ilustración 21: Limpiando con chorro de agua a presión el casco de un buque pesquero.....	29
Ilustración 22: Aplicación delantifouling	30
Ilustración 23 Sistema de pintura de mantenimiento del buque.....	41
Ilustración 24: ContainerShip / OPDR CANARIAS.....	57
Ilustración 25: Sistema de pintado del ContainerShip / OPDR CANARIAS Fuente: Trabajo de Campo.....	44
Ilustración 26: Esquema de pintado de la parte inferior a la línea de flotación	45
Ilustración 27: Esquema de pintado de la parte superior a la línea de flotación ...	46
Ilustración 28: Esquema de pintado de la superficies de la cubierta.....	47
Ilustración 29: Esquema de pintado de la cubierta	48

Ilustración 30: Esquema de pintado de los espacios debajo de la cubierta principal	49
Ilustración 31: Esquema de pintado de la sala de Máquinas	50
Ilustración 32: Esquema de pintado de los tanques de agua de lastre, de lodos	51
Ilustración 33: Esquema de pintado de la sala de CO₂, Espacios de almacenamiento debajo de la Cubierta principal	52
Ilustración 34: Esquema de pintado de la sala de CO₂, Espacios de almacenamiento debajo de la Cubierta principal	53
Ilustración 35: Esquema de pintado del sistema de anclaje	54
Ilustración 36 Esquema de pintado del tubo de escape de la caldera	55
Ilustración 37 Esquema de pintado del tanque de agua dulce	56
Ilustración 38: Carta de colores RAL	60
Ilustración 39: Medidor de espesor capa seca	61
Ilustración 40: Instrumento para medir espesor de Película Seca	61
Ilustración 41: Higrómetro de carraca	62
Ilustración 42: Peine medida espesor capa húmeda	62
Ilustración 43: Pinturas Antiincrustantes	64

I. INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo pretendo hacer una introducción de cómo se ha elaborado el trabajo fin de grado haciendo mención a los diferentes capítulos y un breve resumen de cada uno de ellos.

La temática de este del trabajo de fin de grado elegido trata sobre el sistema de pintura aplicada a un buque de construcción de acero y las características de la pintura producidas en un buque combinado porta contenedores y carga rodada.

En el capítulo dos titulado “Objetivos”. Se habla de los objetivos propuestos en la realización del proyecto. La meta de este estudio es mostrar la aplicación del Sistema de pintado aplicado a un buque de construcción de acero y un buque en explotación.

En el tercer capítulo titulado “Revisión y antecedentes” se definen conceptos previos a tener en cuenta para la comprensión del trabajo. Se hace mención a las diferentes soluciones planteadas para los problemas que han surgido, algunas de las cuales han seguido evolucionando y mejorando y otras van quedando en desuso dadas su complejidad y elevado coste a la hora de llevarlas a cabo y para su mantenimiento en el campo marino.

En el cuarto capítulo titulado “Metodología” trato el procedimiento llevado a cabo para la recolección de datos necesarios para la conclusión del trabajo de fin de grado.

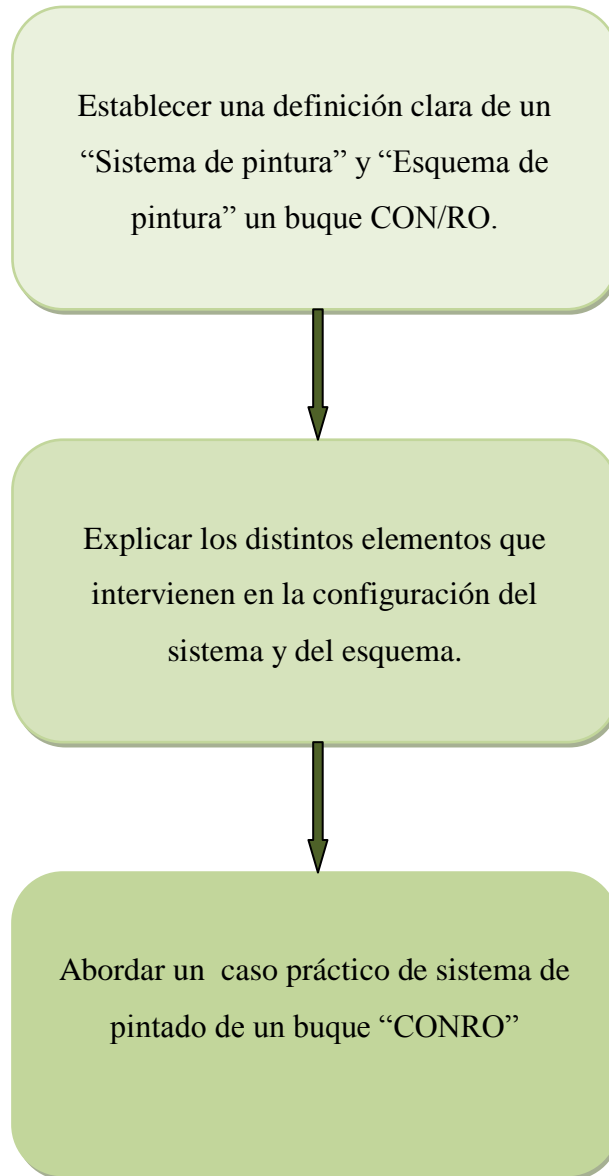
En el quinto capítulo se recogen los “Resultados” del estudio aportando algunos datos y aplicaciones prácticas destinadas al tema de estudio.

El capítulo número seis titulado “Conclusiones” se habla de las diferentes conclusiones que se alcanzado en la elaboración del presente proyecto.

Y en el último capítulo titulado “Bibliografía” se recoge una lista de bibliografía que se ha utilizado para este trabajo de fin de grado.

II. OBJETIVOS

A continuación expongo los objetivos que me he planteado a realizar en este proyecto:



III. ANTECEDENTES Y REVISIÓN

3.1 Corrosión en el sector marítimo.

La mayoría de buques que componen la flota mercante mundial están contruidos de aceros y operan inmersos en un medio corrosivo como es el agua del mar. La combinación de estos aspectos hace que la pintura desempeñe un papel importante como tratamiento contra la corrosión, fundamentalmente la que se origina al contacto con el agua. Además, la pintura ofrece finalidades como son: antiabrasivas, antideslizantes, antiincrustantes, pulimentantes, estéticas...etcétera. [1]

La corrosión es un fenómeno espontáneo que se presenta prácticamente en todos los materiales procesados por el hombre. La corrosión es definida como el deterioro de un material metálico a consecuencia de un ataque químico del entorno. También, se puede describir la corrosión como una oxidación acelerada y continua que desgasta, deteriora y que incluso puede afectar la integridad física de los objetos o estructuras. La industria de la corrosión, si por ello entendemos todos los recursos destinados a estudiarla y prevenirla, mueve anualmente miles de millones de dólares. Este fenómeno tiene implicaciones industriales muy importantes; la degradación de los materiales provoca interrupciones en actividades fabriles, pérdida de productos, contaminación ambiental, reducción en la eficiencia de los procesos, mantenimientos y sobre diseños costosos. Por esta razón, cada día se desarrollan nuevos recubrimientos, se mejoran los diseños de las estructuras, se crean nuevos materiales, se sintetizan mejores inhibidores. Todo esto en un esfuerzo permanente por minimizar el impacto negativo de la corrosión. [2] [3]



Ilustración 1: Buque Corroído

Fuente: www.histarmar.com.ar

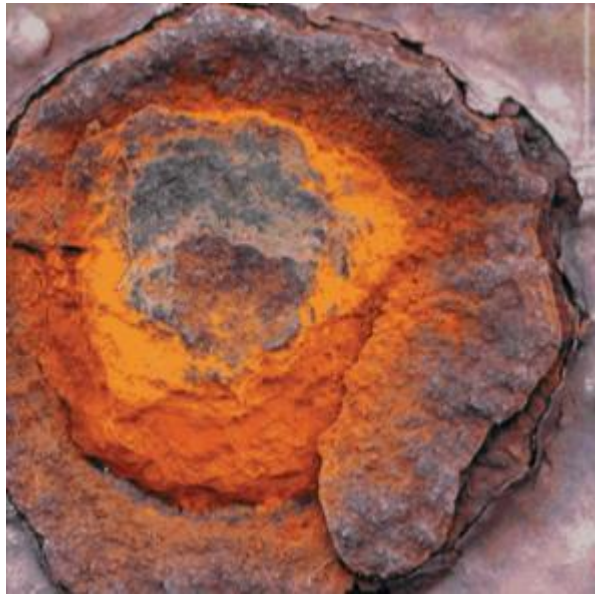


Ilustración2: Corrosión

Fuente: Apuntes Científicos Uniandinos No. 4 / Dic. 2004

Los cascos metálicos sobre todo los de acero, así como la mayor parte de los elementos de metal del barco están sometidos a este fenómeno. La oxidación es una reacción química natural que convierte al hierro en sus óxidos más estables. Una característica importante de los procesos de corrosión es que los eventos ocurren espontáneamente en la naturaleza, en términos termodinámicos. En el mar estos procesos se aceleran debido al medio salado. [4][5]

El óxido no es más que el resultado de una reacción de elementos donde el oxígeno del aire y el disuelto en el agua de mar se combinan con el hierro para crear óxido férrico. Es natural como la vida misma y ocurre irremediablemente al buscar el hierro su estado más estable en forma de óxido de hierro combinado con el oxígeno.

La capa de óxido que se forma aísla al acero del casco que queda debajo, deteniendo el proceso químico de oxidación hasta que no se vuelva a poner el acero limpio en contacto de nuevo con el oxígeno. El problema es que el óxido de hierro se desprende y disuelve fácilmente lo cual deja al descubierto el nuevo acero para continuar con el proceso destructivo.

Como la oxidación se produce en agua salada o ambiente húmedo, la reacción es mucho más virulenta al producirse un efecto electroquímico. Y todavía puede ser peor debido a las corrientes eléctricas en el casco, producidas por efectos de fricción del movimiento del barco, o por la utilización de metales diferentes, que actúan entre sí como si se tratara de una verdadera pila eléctrica.

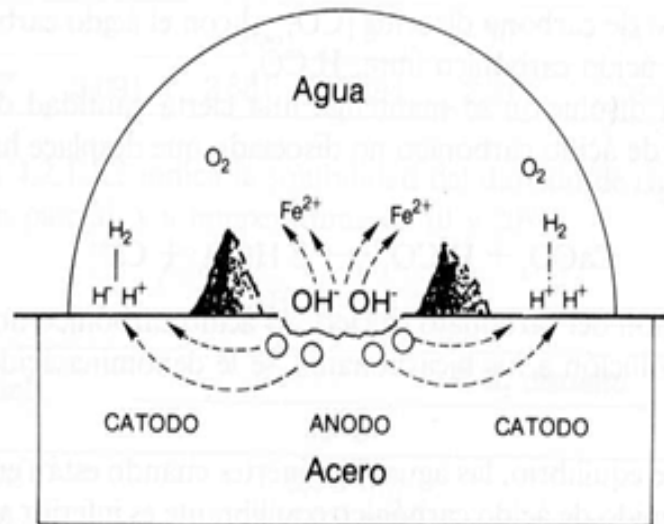


Ilustración 3 Reacción: Agua-Acero

Fuente: cidta.usa.es

Debido a su grado relativamente alto de resistencia, el acero tiene muchas ventajas como material de construcción, por lo que los productos de acero se han utilizado en una gran variedad de aplicaciones.

Sin embargo, el problema más común con la utilización de acero en un entorno marino es su susceptibilidad a la corrosión. Por lo tanto, para una utilización más efectiva de acero es necesario poseer algunos conocimientos de los fenómenos de corrosión y sobre los métodos existentes de protección contra los mismos. [5]

El proceso de corrosión

Para que el acero se corroa (es decir, para que se forme óxido) éste debe quedar expuesto al oxígeno o al aire. Además, el acero se corroe mucho más de prisa en presencia de otros agentes atmosféricos como el agua (lluvia o aire húmedo) y la sal (salpicaduras de agua salada).

Además, cuando queda inmerso en agua del mar, el acero está expuesto también a corrosión galvánica, similar a la que tiene lugar entre el acero y los elementos de latón de una embarcación. [5]

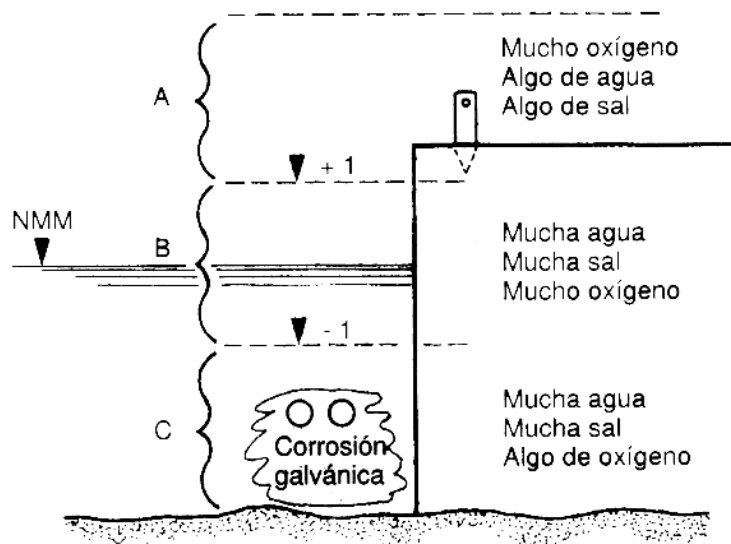


Ilustración 4: Zonas de corrosión en un entorno marino.

Fuente: www.fao.org

La corrosión de los metales

Es el deterioro de ciertos metales, por el proceso electroquímico que se produce, cuando su superficie está expuesta al ataque del oxígeno, en presencia de humedad. Un proceso electroquímico que necesita tres condiciones para desarrollarse espontáneamente: ánodo, cátodo y electrolito (solución acuosa eléctricamente conductora). Si alguno falta, la corrosión se detiene. Estos tres elementos constituyen lo que se conoce como pila galvánica o electroquímica. Este es un proceso redox de enorme importancia económica, ya que los daños que ocasiona en estructuras metálicas, obligan a destinar buena parte del hierro que se produce, a sustituir al que ya ha sido corroído. [3,4]

La corrosión se desarrolla en las zonas anódicas, mientras que las catódicas permanecen siempre inalteradas. La corrosión será más activa cuanto mayor sea la conductividad del electrolito. [3]

La corrosión ordinaria, es un proceso redox por el cual los metales se oxidan por medio del oxígeno O₂, en presencia de humedad. El oxígeno en estado gaseoso es un agente

Antecedente y Revisión

oxidante, y la mayoría de los metales tienen potenciales de reducción menores que éste, por lo tanto son fácilmente oxidables.

La oxidación de los metales tiene lugar más fácilmente en puntos donde la tensión es mayor. Un punto de tensión en un objeto de acero actúa como ánodo donde el hierro se oxida a iones Fe^{2+} y se forman hendiduras. [4]

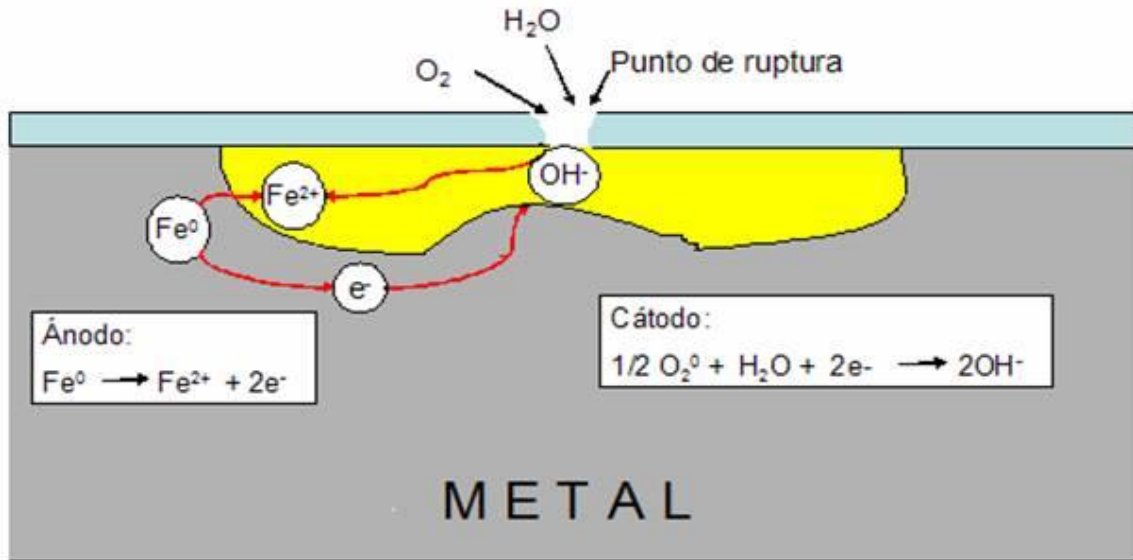


Ilustración 5: Proceso redox

Fuente: prepa8.unam.mx

Factores de la actividad corrosiva agua de mar.

El electrolito más abundante en nuestro planeta es el agua del mar. Los factores principales que inciden en la actividad corrosiva el medio marino son los siguientes: [1]

- ✓ Salinidad
- ✓ Temperatura
- ✓ Contaminación y sedimentos
- ✓ Exposición atmosférica
- ✓ La proliferación de soldaduras en la construcción del propio buque.

Las superficies metálicas habitualmente forman zonas propensas a corroerse (zonas anódicas) debido a varios factores, entre ellos: [3]

- Deformación del metal: Cambios en la estructura cristalina del metal, causados por calor, bruscas diferencias térmicas, efectos mecánicos, grietas y fisuras por fatiga, etc. La sección deformada tiende a ser corroída (zona anódica) frente a las zonas intactas que no se corroen. La corriente galvánica producida entre ambos se incrementa o disminuye proporcionalmente de acuerdo a la salinidad del fluido que los rodea.
- Contacto de dos metales diferentes: Debido a diferencias en sus potenciales de reducción, el metal más activo sufrirá corrosión frente al metal más noble, que se mantiene intacto. La corriente galvánica se incrementa o disminuye de acuerdo a la salinidad del fluido (electrolito).
- Corrosión por efecto Evans (influencia de las incrustaciones): Un sedimento sobre una superficie metálica origina una zona anódica justamente debajo del depósito, donde la concentración de oxígeno es muy pequeña, en comparación con la periferia. Diferencias en las concentraciones de oxígeno se originan con gran facilidad cuando tienen lugar procesos de incrustación de sales.

Siempre que la corrosión esté originada por una reacción química, la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, la salinidad del fluido y las propiedades de los metales en cuestión. [3]

Salinidad

En un agua salina, que tiene una conductividad alta, cualquier proceso corrosivo se verá incrementado en actividad y en velocidad. Un agua dulce será poco conductora, por lo que la corrosión será más lenta y menos activa en relación al primer caso. [3]

De unos mares a otros, las variaciones en la salinidad no son muy acusadas. La salinidad del mar está comprendida entre 33 - 37 %, dependiendo del lugar geográfico y de las condiciones climatológicas. [6]

Tanto la presencia de sales disueltas en el fluido, como la formación de incrustaciones sólidas sobre superficies metálicas, son factores que incrementan la velocidad e intensidad de los procesos corrosivos. [3]

Después de estudios realizados a este respecto podemos concluir diciendo que débiles variaciones en la salinidad del agua de mar no parecen producir cambios apreciables en la corrosión del acero sumergido en este medio. [6]



Ilustración 6: Óxido-reducción

Fuente: www.cirrocooper.com.mx

Temperatura

La temperatura del aire ocasiona efectos antagónicos en la corrosión atmosférica, hay que considerar un aumento de la temperatura acelera las velocidades de los diversos procesos físicos y químicos involucrados en la corrosión metálica: reacciones químicas y electroquímicas y procesos de difusión. [7]

La temperatura del agua de mar varía en función de la estación del año y de la posición geográfica del lugar. Los valores oscilan entre -2°C y 35°C . [6]

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. [6]

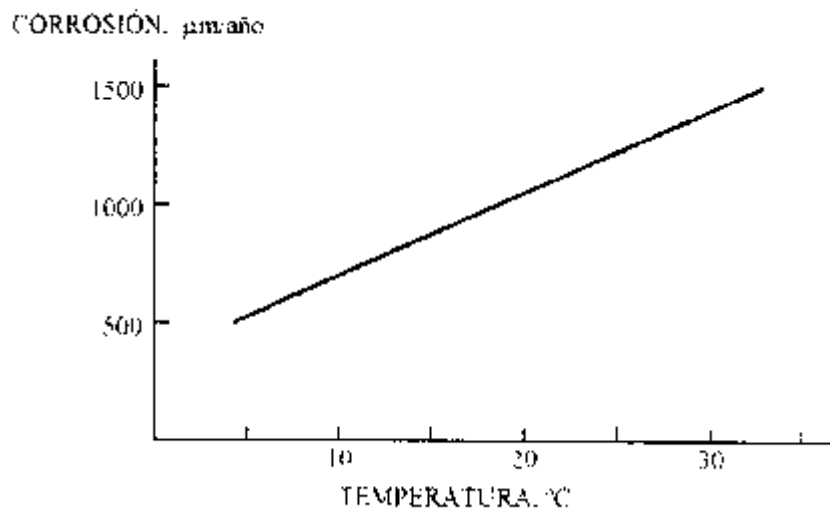


Ilustración 7: Tabla Corrosión- Temperatura

Fuente: Corrosión del casco del buque

Exposición atmosférica

La atmosfera es la que produce mayor cantidad de daños en el material porque son atacados por oxígeno y agua. La severidad de esta clase de corrosión se incrementa cuando la sal, los compuestos de sulfuro y otros contaminantes atmosféricos junto con la temperatura están presentes. El ambiente atmosférico marino se caracteriza por la presencia de clorhidro, un ión particularmente perjudicial que favorece la corrosión de muchos sistemas metálicos y al incremento sustancial de la temperatura. [7]



Ilustración 8: Corrosión por el medio ambiente

Fuente: <http://www.faunatura.com/>



Ilustración 9: Degradación del material por reacción con el medio ambiente

Fuente: www.docstoc.com

3.2 Como afecta el sistema de pintura de construcción de un buque a la pintura.

El sistema de pintura contiene el pretratamiento general de la superficie a pintar y los esquemas de pintura aplicados al buque. El esquema de pintura es compuesto por los tratamientos concretos para un área determinada del buque. El sistema de pintura aplicado a un buque trabaja con proveedor en concreto.

El sistema de pintura firmado por el armador y el astillero para la construcción y suministro de un buque de acero, dentro del apartado “Especificaciones Técnicas”, debe incluir la descripción de un “Sistema de lucha anticorrosión” que, a su vez, contemplará medidas encaminadas a conseguir los objetivos de reducción de niveles de corrosión, ralentización en la reposición de materiales, alargamiento de la vida útil del buque, mantenimiento de las condiciones operativas y de seguridad y , por último, reducción de los costes de mantenimiento. [1]

Para garantizar la calidad de todo el proceso de materialización de un sistema de protección contra la corrosión mediante pintura, han de poner los medios necesarios. En esencia, los medios que se articulan son: especificaciones escritas ya sea en el contrato de construcción, explotación, varada u obra. Y para la vigilancia del cumplimiento de las especificaciones mediante controles; pruebas antes de la entrega o finalización de trabajos; protocolos de aceptación de obra y garantías escritas sobre los trabajos realizados. [1]

El sistema anti-incrustante

Algunos de sistemas de lucha anti-incrustantes empleados en los buques son:

- Las corrientes impresas
- La protección catódica
- El antifouling

Surgen problemas cuando afloran organismos marinos en la obra viva como larvas que se solapan en la superficie de acero y tuberías donde crecen y se multiplican rápidamente. En algunos casos, las líneas completas del agua de mar pueden bloquearse, afectando la seguridad y la capacidad operacional del buque. En otros casos, la restricción gradual en el flujo del agua de mar a través de sistemas de enfriamiento puede deteriorar la eficacia de equipo e incluso incrementar consumos de combustible. [8]

El sistema se basa en el principio electrolítico y consiste en el cobre, el aluminio y los ánodos ferrosos que se alimentan con una corriente eléctrica impresionada de un panel de control. El ánodo se monta generalmente en pares en el buque donde están en contacto directo con el flujo del agua. En funcionamiento, el ánodo de cobre produce iones que son transportados por el agua de mar y llevados en el sistema. Aunque las concentraciones del cobre en la solución son extremadamente pequeñas son suficientes evitar que la vida marina se instale y se multiplique. Al mismo tiempo, la disolución lenta del ánodo ferroso produce iones que se separan a través del sistema y producen una capa anticorrosiva en la superficie interna de pipas. De esta manera, el sistema anti-incrustante da una protección completa y continua. [8]

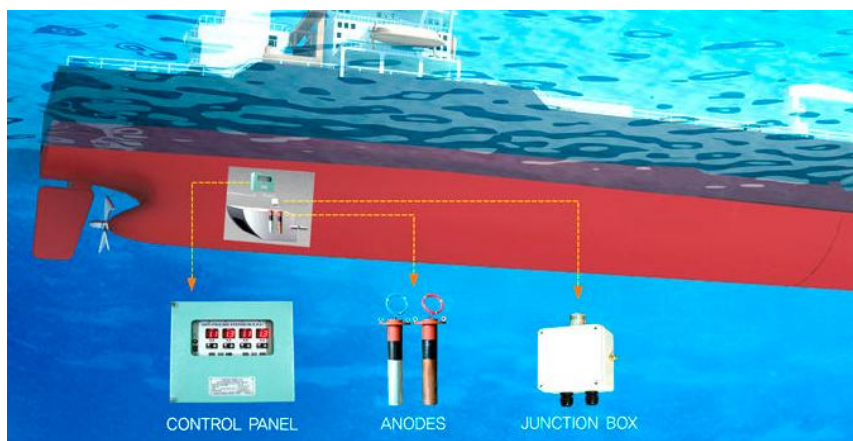


Ilustración 10: Sistema eléctrico anticorrosión para buques

Fuente: www.nauticexpo.es

Se entiende por obra viva aquella zona que está permanentemente sumergida en el agua y en contacto con los organismos vivos que activan la incrustación. Estas zonas están expuestas a una fuerte corrosión acentuada por la abrasión, impacto, incrustación de algas, percebes y otros seres, haciendo que el buque envejezca rápidamente o en el mejor de los casos pierdan velocidad y aumente su consumo de combustible a consecuencia de las incrustaciones.

Estos motivos hacen que esta zona sea la más cuidada de un buque, la que más recursos económicos se lleve y se preste una especial atención en su pintado. El coste de pintura solo es superado por el coste del acero del buque.

Sistema anticorrosión para buques mercantes (protección catódica por corriente impresa)

Sistema anti-incrustante + Anticorrosivo	Antifouling
	Protección catódica o corriente impresas (no pueden estar juntos)

En buques mercantes se emplean los sistemas especializados que previenen la corrosión del casco. El sistema se puede configurar para dos o tres zonas con cada montaje del ánodo. El uso de diversos electrodos proporciona control y flexibilidad óptimos. También asegura la protección de corrosión según las características operacionales del buque. [9]



Ilustración 11: Sistema anticorrosión

Fuente: www.nauticexpo.es

3.3 Pintura naval ¿Qué es?

Se puede definir como una mezcla mecánica o la dispersión de pigmentos o polvos, normalmente opacos, en un líquido o medio.

- a) La pintura se debe diseñada para ser aplicada con distintos medios; brocha, rodillo, aspersión o inmersión.
- b) Después de ser aplicada, se debe de solidificar y tener adherencia sobre la superficie.
- c) Debe hacer el trabajo para el cual fue diseñado

Protección

Decoración

Funciones especial



Ilustración 12: Reparación Buque

Fuente: www.nervion.com.mx

Una pintura moderna de aplicación naval consta de los siguientes componentes básicos: el pigmento (que proporciona color), el vehículo (disolvente más la resina) y distintos aditivos.

Los diversos tipos de resinas, también llamadas ligador (de composición polimérica), dan lugar a diferentes tipos de pinturas, con idoneidad específica para aplicaciones concretas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta los diversos ingredientes que suelen contener las pinturas. Algunos de ellos pueden ser nocivos. Por ello, se aconseja consultar la ficha técnica y de seguridad para realizar una manipulación sin riesgos para la salud.

También hay que tener en cuenta el mecanismo de secado-curado por el que una pintura pasa de estado líquido a sólido seco. El secado es, básicamente, un proceso exclusivamente físico de evaporación del disolvente. En cambio, el curado añade al proceso físico citado otras reacciones químicas complejas.

Desde un punto de vista funcional, también hemos de distinguir entre pinturas de película final dura y las blandas o pegajosas; de ellas, las primeras son las más usuales y extendidas. [1]

3.4 Tipos de pintura

Las pinturas comercializadas en el ámbito naval pueden clasificarse según los siguientes criterios. [1]

- A. Según la aplicación de destino, tenemos pinturas para decoración, pintura para suelos, pinturas de protección industrial y pinturas de fabricación.
- B. Según el tipo de ligador o resina, existen multitud de ellas como son pinturas al aceite, poliésteres, acrílicas, epoxílicas, poliuretánicas, de silicona, etc.
- C. Según el número de componentes (mono y bi- componentes)

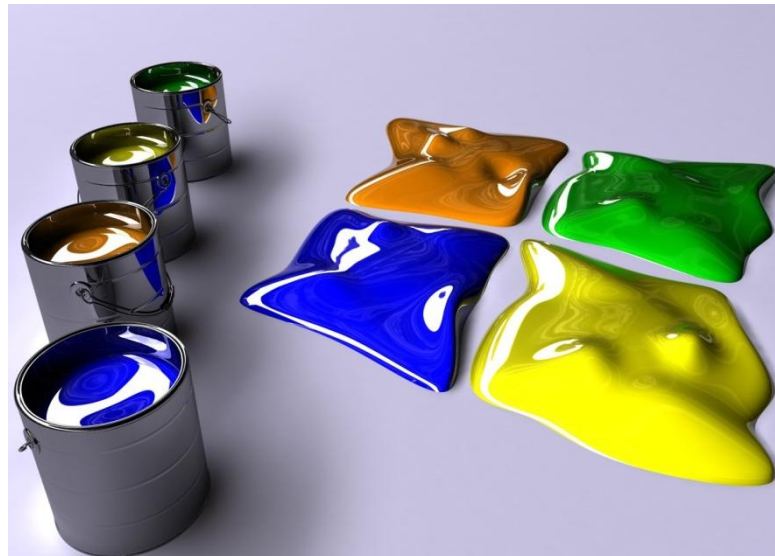


Ilustración 13: Pinturas

Fuente: www.soropintors.com

Entre las diversas formas de agrupar las familias de pinturas, podemos citar las siguientes clasificaciones:

- **Por el nivel de capa específica de la propia pintura:**
 - Pinturas de imprimación
 - Pinturas selladoras
 - Pinturas de acabado

Las imprimaciones son las primeras capas de pintura que se aplica sobre la pieza, las imprimaciones están diseñadas y formuladas para proteger la pieza contra la oxidación y la corrosión así como para ser la base de un buen anclaje para las posteriores capas de pintura.

Los selladores son las capas de pintura que se ubican entre las imprimaciones y las pinturas de acabado, generalmente se utilizan cuando se ha aplicado masilla a la pieza, con objeto de sellar y asilar la masilla de la capa de acabado así como mejorar la adherencia y compatibilidad con las siguientes capas de pintura.

Las pinturas de acabado hacen referencia a todo el conjunto de pinturas que se utilizan para dar color a la pieza, son pinturas que han de ser resistentes a la abrasión, la luz ultravioleta, agentes químicos, la humedad, etcétera, dado a que son las pinturas que se encuentran en contacto directo con el exterior.

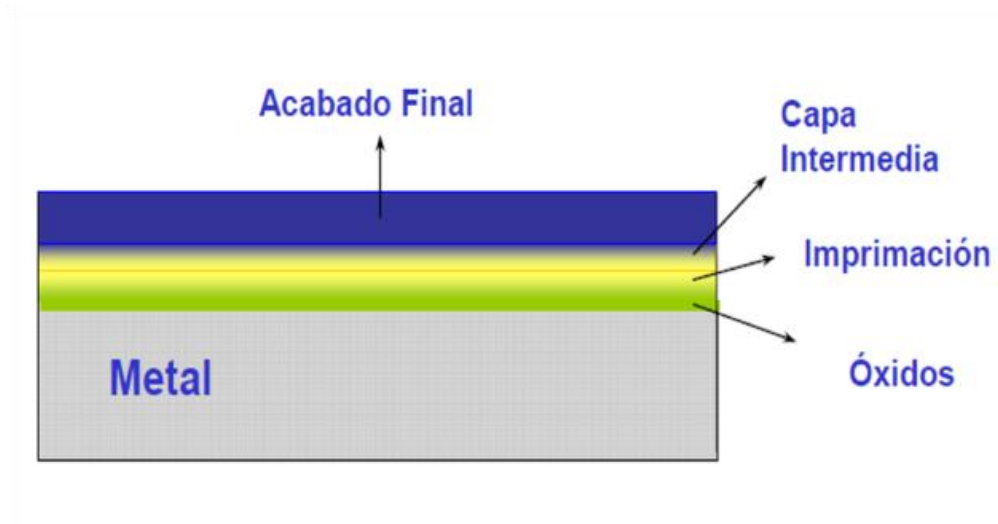


Ilustración 14: Sistema de protección de metales

Fuente: quimicathai.wordpress.com

➤ **Por el sector al cual se destina su aplicación:**

- Pintura para el sector automovilístico
- Pintura para la industria general
- Pintura para la edificación y construcción
- Pintura decorativa (hogar)

Las pinturas están diseñadas en función del sector al cual van a ir destinados, por ejemplo las imprimaciones utilizadas en el sector automovilístico son totalmente diferentes a las imprimaciones utilizadas en la fabricación de barcos transatlánticos, debido a los diferentes requerimientos funcionales (la pintura de los barcos ha de ser muy resistente a ambientes extremadamente húmedos y salinos) así como los diferentes materiales sobre los que se aplica la pintura (los coches utilizan mucho aluminio así como plásticos de distinta composiciones, mientras que los barcos utilizan principalmente acero).



Ilustración 15: Pinturas para coches

Fuente: mundoautosyeison.files.wordpress.com

➤ **Por el número de capas aplicadas en el sistema de pintura:**

1. Pintura directa
2. Monocapa
3. Multicapa

Las pinturas denominadas directas corresponden al conjunto de pinturas que se aplican directamente sobre el material o substrato, dichas pinturas ofrecen cierta resistencia tanto a la oxidación así como a la radiación ultravioleta y otros agentes externos, aportando directamente el color, brillo y estética final.

Las pinturas monocapas se denominan al sistema clásico de aplicación de 2 capas de pintura compuesto de imprimación más esmalte, la capa de imprimación protege el

material frente a la oxidación y la corrosión así como favorece la adherencia de la siguiente capa de pintura, la última capa llamada comúnmente esmalte o brillo directo es la que aporta el color, el brillo y la resistencia a la luz y agentes ambientales.

Las pinturas bicapas corresponden al sistema de pintura compuesto por 3 capas, imprimación más base color y laca, en este caso el acabado final se consigue por medio de 2 capas diferentes, una primera capa que aporta el color así como efectos metalizados, y una última capa de barniz o laca transparente que aporta el brillo y la protección de la pintura frente a agentes externos.

Por último nos encontramos con las pinturas tricapas, en las que el sistema de aplicación de pinturas está compuesto por 4 capas, la primera capa de imprimación y las 3 últimas capas corresponden al acabado, mediante estas tres últimas capas se consiguen los efectos buscados (cambio de color en función de la incidencia de la luz y el ángulo en el cual lo veamos), este tipo de pinturas son utilizadas principalmente en el sector automovilístico.

➤ **Por el grado de emanación de compuestos volátiles:**

- Pintura al polvo
- Pintura al agua
- Pintura de alto contenido en sólidos
- Pintura al disolvente

Por motivos ecológicos y referentes a la seguridad laboral, se han desarrollado nuevas gamas de pintura que tienen por objeto reducir la cantidad de solventes que se emiten y se utilizan durante la mezcla, aplicación y curado, dado que produce una fuente de emanación de compuestos orgánicos volátiles perjudiciales tanto para el ser humano como para el medioambiente.

Las pinturas al polvo son las más ecológicas puesto que no necesitan ni contienen ninguna concentración de solventes, las pinturas al agua contienen una ínfima concentración de solvente la cual resulta despreciable, les siguen las pinturas de alto sólidos las cuales necesitan menos cantidad de diluyente que las pinturas al disolvente.

➤ **Por el número de componentes o recipientes necesarios para que seque o cure la pintura:**

- Pintura de 1 componente
- Pintura de 2 componentes

Las pinturas de 1 componente son aquellas pinturas que no necesitan ser mezcladas con ningún endurecedor con objeto de que se produzca el secado, este tipo de pinturas secan por la acción de la humedad, luz ultravioleta, altas temperaturas, etcétera.

Las pinturas de 2 componentes son aquellas que necesitan añadir un endurecedor durante el proceso de mezcla, con la finalidad de conseguir y acelerar el secado y curado de la pintura.

➤ **Por la resina base que está compuesta la pintura:**

- Pinturas Epoxi
- Pinturas Poliuretano
- Pinturas Acrílicas
- Pinturas Alquídicas
- Pinturas de Poliéster
- Pinturas vinílicas
- Pinturas de caucho
- Pinturas de silicatos
- Pinturas de siliconas
- Etcétera.

Debido a la química de la resina base o polímero base, cada tipo de pintura ofrece unas características y cualidades propias las cuales pueden mejorarse mediante la adición de las cargas y aditivos, por ejemplo las pintura en base silicona son pinturas que repelen el agua así como facilitan la limpieza de grafitis, las pinturas en base silicatos son altamente resistentes a la temperatura por ello son resinas utilizadas en las pinturas anticorrosivas. [10]

3.5 Operaciones y prescripciones del pintado

La materialización de un sistema de protección contra la corrosión y los diferentes esquemas de pintado que lo conforman deben contemplarse en todos los buques existentes y los de nueva construcción. El proceso de materialización consta de las siguientes fases: [1]

- A. Preparación de superficies en la construcción de módulos, ensamblaje, varada y mantenimiento a bordo.



Ilustración 16: Buque Varado

Fuente: barcosenmalaga.blogspot.com.es

- B. Pre-tratamiento de superficies metálicas (primera etapa en el esquema).



Ilustración 17: Preparación de superficies

Fuente: www.nervion.com.mx

C. Aplicación del resto del esquema según la tabla de datos.



Ilustración 18: Pintando buque

Fuente: www.sylpyl.mx

D. Control de ejecución en cada fase.



Ilustración 19: Control durante el pintado

Fuente: www.garciamonge.es

E. Pruebas finales de verificación de cumplimiento.



Ilustración 20: Detectando porosidad en la capa de pintura

Fuente: www.arcamgranallados.com

3.6 Tratamiento de superficies

La primera fase de la prescripción de operaciones se ocupa del tratamiento de superficies, previo a cualquier aplicación de pintura. Entre las diferentes técnicas de preparación, mencionamos las siguientes: [1]

- ✓ Técnicas del alcance limitado: acoge la limpieza manual y aquella que se realiza con soporte de herramientas mixtas mecánico-manuales.
- ✓ Chorro de agua de limpieza previo para la eliminación de la sal, trabajando a baja presión entre 250-750 bar.
- ✓ Chorro abrasivo de granalla, ya sea metálica, no metálica o materiales especiales, con posibilidad de elegir dureza de partículas, tamaño de grano y huella de acabado. (Actualmente, no se utiliza, sino en casos muy concretos)
- ✓ Chorro de agua de alta presión a 750, o muy alta presión entre los 750 y los 3000 bar.
- ✓ Técnicas decapantes por adición de productos químicos.
- ✓ Adecuaron y secado final de la superficie tratada.
- ✓ En toda la fase de tratamiento de superficies se atenderá a la prescripción del esquema de pintado en lo concerniente a los grados de preparación según norma ISO 8501- y que prevé diferentes grados con denominaciones St, St-2, St-3. Sa1, Sa2, Sa2 (1/2) y Sa3



Ilustración 21: Limpiando con chorro de agua a presión el casco de un buque pesquero

Fuente: es.wikipedia.org

3.7 Aplicación y combinación de pintura

En una fase de la prescripción de operaciones se establece que antes de la aplicación, resulta imprescindible conocer o consultar la ficha técnica de cada tipo de pintura con el fin de aplicar procedimientos correctos: protección de partes no pintables, mezclado y disolución, homogeneización, filtrado, personal auxiliar y medios de sujeción o anclaje del operario aplicador, método de aplicación (brocha, rodillo, pistola con o sin aire) y secado- curado.

Además, para la elección del producto y combinación de pinturas adecuadas, en el mercado existen numerosos fabricantes y distribuidores que ofrecen diversidad de productos y la información técnica pertinente. La elección de producto suele hacerse en base a la funcionalidad, naturaleza, color-RAL, brillo, monocomponente, bicomponente, resistencia a la abrasión, forma de aplicación, etcétera. Dentro de la recomendación hecha por los suministradores, se aconseja respetar el sistema de protección anticorrosión y esquema suministrados al buque desde su construcción, no olvidando que, para mejoras o modificaciones, debe acudirse a un experto o soporte técnico del fabricante. [1]



Ilustración 22: Aplicación del antifouling

Fuente: www.fondear.org

IV. METODOLOGIA

4.1 Metodología

La metodología a seguir en el trabajo de fin de grado nos va a servir de ayuda para comprender que es un sistema de pintado en contraposición con el esquema y la aplicación de ambos al sector marítimo.

4.1.1 Documentación Bibliográfica

La documentación bibliográfica ha sido una recopilación realizada por la autora de este proyecto en base a datos bibliográficos, artículos y catálogos especializados y otras referenciadas relacionadas con el tema central de este trabajo.

4.1.2 Metodología del trabajo de campo

Para la elaboración de este trabajo de fin de grado, se ha incluido una relación de ilustraciones, tablas y otros elementos que configuran casos reales de aplicación de sistema de pintura a un buque.

4.2 Marco referencial

El marco referencial del presente proyecto se ubica en la necesidad de considerar un sistema de pintura como pauta técnica imprescindible en las labores de pintado de un buque, ya sea de nueva construcción o durante la explotación y varadas del mismo.

Se ha contado con la experiencia laboral de los directores del trabajo final de grado. Adicionalmente, se abordan aquellos elementos, dispositivos y parámetros necesarios para la correcta implementación de un “Sistema de pintura”. Como complemento a este proyecto, la autora añade al mismo una serie de anexos en relación a la temática del mismo. La información que se suministra para el capítulo de “Resultados” está suministrada por la naviera “OPDR-CANARIAS”.

V. RESULTADOS

5.1 Sistema de pintura de construcción del buque de CMP.

El “Sistema de pintura” contiene esquemas de pintura y tratamientos generales y básicos para pintar las distintas áreas del buque. El “esquema de pintura” engloba los tratamientos concretos para pintar un área determinada. El sistema de pintura aplicado a un buque se aplica en las distintas etapas de construcción, de mantenimiento y de varadas del buque. Además, el sistema trabaja con un proveedor en concreto.

Existen distintos tipos de sistemas de pintura:

- El sistema de pintura de la construcción del buque se emplea como referencia del sistema de pintura mantenimiento de explotación y el sistema de pintura de varadas.
- El sistema de pintura de mantenimiento se utiliza cuando el buque se encuentra navegando o en funcionamiento. En el sistema de mantenimiento de explotación se contemplan los esquemas de pintado para cada área.
- El sistema de pintura de varadas incide sobre el tratamiento de la obra viva y refuerza el sistema de mantenimiento.

Para elaborar el sistema de pintura se debe tener en cuenta la normativa actual y los últimos avances técnicos. La información de campo del sistema lo compone pinturas empleadas usualmente en este tipo de buque de acero en concreto. Estos resultados se centran a un caso concreto y hace referencia a un sistema y a un esquema de un fabricante determinado. En términos generales, los fabricantes recomiendan algo similar para este tipo de buque CON/RO (Portacontenedores y carga rodada).

El esquema de pintura específico para cada área contiene pinturas con determinadas características. Dichas pinturas son seleccionadas por las características a cubrir de las superficies (Por ejemplo, la pintura epoxi es una pintura bicomponente aplicada sobre superficies duras, como las rampas del buque. La pintura acrílica y alquídica son monocomponentes aplicadas a superficies débiles). Se debe tener en cuenta las características de la superficie a pintar y los materiales que están en contacto, en el caso

Esquema de Pintura estándar aplicado a un buque de construcción de acero

de los tanques de aceite del motor principal el acero se deja desnudo para evitar que el aceite provoque el desprendimiento de la pintura del tanque.

A continuación, se expone el caso real y concreto del “Sistema de pintura” de construcción del buque “OPDR-CANARIAS”, realizado por CMP (Chogoku Marine Paints. Lto). Además, se observan en el siguiente sistema de pintura de construcción los siguientes datos en la tabla:

- A. Número del área
- B. Área a pintar
- C. Grado de preparación
- D. Descripción de la pintura
- E. Nombre comercial del producto
- F. Color sugerido
- G. DFT
- H. % de solidificación
- I. Área de cobertura
- J. Intervalo de tiempo de pintado
- K. Área de pintado
- L. Litros de pintura

A No.	B Painting Area	C Preparation Grade	D Paints Description	E Product No. & Name	F Suggested Colour	G DFT µm	H Solid %	I Coverage M ² /L/cover	J Painting Interval @ 20°C		K Area M ²	L QTY Ltr	
									min	max			
Á R E A 1	3.0 Shell outside												
	1.1	Bottom to be deep load line	St3	Anti-abrasive pure epoxy 5055 BANNOH 500 Anti-abrasive pure epoxy 5073 BANNOH 500 N Tin-free SPC 5917K SEA GRANDPRIX CF-10 Tin-free SPC 5917K SEA GRANDPRIX CF-10	Red brown Plum Light red Red	200 100 125 125	63 58 45 45	3,15 5,80 3,60 3,60	10h 8h 5h 12h	150 d 5d -	3300 3300 3300 3300	1048 569 917 917	
	Hydrolysis action Tin-free AF paint 36 months service												
	1.2	Topside	St3	Anti-abrasive pure epoxy 5055 BANNOH 500 Anti-abrasive pure epoxy 5055 BANNOH 500 Acrylic Finish 4038 ACRI 700 FINISH Acrylic Finish 4038 ACRI 700 FINISH	Red brown Grey RAL 1007 RAL 1007	100 100 40 40	63 63 37 37	6,30 6,30 9,25 9,25	10h 10h 8h 8h	- 3d -	3410 3410 3410 3410	541 541 369 369	
	Total: 550												
	1.3	Anchor and chain dipping into bituminous solution.											
	2.0 Weather Deck												
	2.1	Upper deck	St3	Anti-abrasive pure epoxy 5055 BANNOH 500 Anti-abrasive pure epoxy 5402 EPICON MARINE HB With anti-slip sand	Red Brown 50	150 58	63 58	4,20 11,60	10h 10h	- -	2800 2800	667 241	
	Total: 200												
	2.2	Bulwark inside, deck equipment etc.	St2~St3	Epoxy 6135H UMEGUARD SX CS-511 Epoxy 6135H UMEGUARD SX CS-614 Acrylic Finish 4038 ACRI 700 FINISH	Red brown Grey	100 100	58 58	5,80 5,80	14h 14h	- 3d	750 750	129 129	
Total: 240													
2.3	Deck machinery, winches		Marker's standard										
2.4	Foundation of deck machinery	St2~St3	Epoxy 6135H UMEGUARD SX CS-511 Epoxy 6135H UMEGUARD SX	Red brown 100	100 58	58 58	5,80 5,80	14h 14h	- -	400 400	69 69		
Total: 200													
3.0 Superstructure													

Resultados

ÁREA	No.	Painting Area	Preparation Grade	Paints Description	Product No. & Name	Suggest Colour	DFT um	Solid %	Coverage M ² /L/coat	Painting Interval @ 20°C		Area M ²	Q'TY Ltrs
										min	max		
3	3,1	Exposed surfaces of deckhouse, ceilings,walls,funnel,masts etc.	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	800	138
				Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	800	138
				Acrylic Finish	4038 ACRI 700 FINISH	White	40	37	9,25	8h	-	800	86
				Acrylic Finish	4038 ACRI 700 FINISH	White	40	37	9,25	8h	-	800	86
						Total:		280					
3	3,2	Eposed decks	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	660	114
				Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	660	114
				Acrylic Finish	4038 ACRI 700 FINISH	White	40	37	9,25	8h	-	660	71
						Total:		240					
4	4.0 Accommodation/Interior												
	4,1	Interior steel behind linings and insulation	St2	Alkyd Primer	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	100	49	4,90	20h	90d	5800	1184
						Total:		100					
	4,2	Unlined steel in way of accommodation,stores etc.	St2	Alkyd Primer	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	40	49	12,25	20h	90d	2500	204
				Alkyd White Primer	2130 ROSWAN QD	White	40	47	11,75	16h	90d	2500	213
				Alkyd Finish	2400 EVAMARINE	White	40	49	12,25	16h	-	2500	204
					Total:		120						
4,3	Decks (unsheathed)	St2	Alkyd Primer HB	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	40	49	12,25	20 h	90d	320	26	
			Alkyd Primer	2100 LZI PRIMER	Light	40	52	13,00	16 h	90d	320	25	
			Alkyd Deck Paint	2310 DECK PAINT QD	Green	40	52	13,00	16 h	-	320	25	
					Total:		120						
4,4	Decks (sheathed)		No coating								830		
4,5	Galv. or alum. sheathing in way of provision rooms and engine room		No coating										
4,6	Galv. or alum. sheathing in way of accommodation	Cleaning	Wash primer	8220 GALVANITE No.200 PRIMER	White	15	38	25,33	4h	30d	200	8	
			Alkyd Primer	2100 LZI PRIMER	Light	40	52	13,00	16 h	90d	200	15	
			Alkyd Finish	2400 EVAMARINE	White	40	49	12,25	16h	-	200	16	
					Total:		95						
5	5.0 Cargo spaces etc.												
	5,1	Cargo holds,passageways,store rooms below upper deck, CO2-room , bow thruster room	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	24100	4155
				Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	24100	4155
						Total:		100					
	5,2	Decks in cargo holds, Ramp top side	St3	Anti-abrasive pure epoxy	5055 BANNOH 500	Red brown	150	63	4,20	10h	-	3450	821
Anti-abrasive pure epoxy				5402 EPICON MARINE HB with anti-slip sand	White	50	58	11,60	10h	-	3450	297	
					Total:		200						
5,3	Drain sumps in cargo holds	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	300	52	
			Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	300	52	
					Total:		200						
5,4	Void spaces, cofferdams, ventilation ducts, ventilation heads	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	2000	345	
			Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	2000	345	
					Total:		200						
6	6.0 Engine Rooms												
	6,1	Engine rooms below floor plates	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	75	58	7,73	14h	-	700	91
				Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	75	58	7,73	14h	-	700	91
						Total:		150					
	6,2	Cofferdam, void space	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	2430	415
				Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	2430	415
					Total:		100						
6,3	Drain sumps	St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	100	17	
			Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	100	17	
					Total:		200						
6,4	Interior steel behind linings and insulation	St2	Alkyd Primer	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	100	49	4,90	20h	90d	1000	204	
					Total:		100						
6,5	Unline steel in engine room, work shops stores escapes etc.	St2	Alkyd Primer	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	40	49	12,25	20h	90d	4330	353	
			Alkyd White Primer	2130 ROSWAN QD	White	40	47	11,75	16h	90d	4330	369	
			Alkyd Finish	2400 EVAMARINE	White	40	49	12,25	16h	-	4330	353	
					Total:		120						
6,6	Decks in engine room	St2	Alkyd Primer	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	40	49	12,25	20 h	90d	750	61	
			Alkyd Primer	2100 LZI PRIMER	Light	40	52	13,00	16 h	90d	750	58	
			Alkyd Deck Paint	2310 DECK PAINT QD	Green	40	52	13,00	16 h	-	750	58	
					Total:		120						

Esquema de Pintura estándar aplicado a un buque de construcción de acero

No.	Painting Area	Preparation Grade	Paints Description	Product No. & Name	Suggest Colour	DFT um	Solid %	Coverage M ² /L/coat	Painting Interval @ 20°C		Area M ²	Q'TY Ltrs
									min	max		
Á R E A 6	6.7 Galv. or alum. sheathing		No coating									
	6.8 Main engine, aux. Engine, generator, pumps, rudder engine etc.		Maker's standard color shade to be agreed upon Any touch up subject to owner's approval.									
	6.9 Boiler, tower stack, exhaust pipes etc. (not galvanizes and insulated)	St3	Heat Primer	8009 SILICÓN NO.400 PRIMER	White	20	38	19,00	16 h	-	100	5
				8010 SILICON NO.400 SILVER	Silver	20	34	17,00	12 h	-	100	6
				Total:		40						
	6.10 Insulation pipes			Emulsion paint white Other maker supply							150	
6.11 Funnel inside	St2	Alkyd Primer HB	2104A LZI PRIMER ZR-HB	Red brown	60	49	8,17	20 h	90d	2230	273	
			8000 SILVA SPAR No.500	Met. silver	20	42	21,00	16 h	-	2230	106	
			8000 SILVA SPAR No.500	Met. silver	20	42	21,00	16 h	-	2230	106	
					Total:		100					
Paints Total : 30491												
Á R E A 7	7.0 Tanks, Void spaces etc.											
	7.1 Water Ballast Tanks, Fore Peak, Aft Peak, Sludge tanks, Chain locker	St3	Tar-free Epoxy	6180C NOVA 1000	Cream	150	70	4,67	15h	10d	17000	3643
				6180G NOVA 1000	Light Grey	150	70	4,67	15h	10d	17000	3643
				Total:		300						
	7.2 Fresh Watre Tanks	Sa2.5	Pure Epoxy	6025 EPICON T-500	Red brown	75	58	7,73	12h	7d	362	47
				6025 EPICON T-500	Grey	75	58	7,73	12h	7d	362	47
				6025 EPICON T-500	Light Grey	75	58	7,73	12h	7d	362	47
				Total:		225						
	7.3 Fuel oil tanks	St2	CK Oil	8250 RUST INHIBITIVE OIL "C	Clear	20	49	24,50	1h	-	2450	100
						Total:		20				
Gas oil tanks	St2	CK Oil	8250 RUST INHIBITIVE OIL "C	Clear	20	49	24,50	1h	-			
					Total:		20					
7.4 Lub. oil tanks			No coating, to be cleaned to St3 and oiled							260		
7.5 Vent. Trunks and cowls inside (not galvanized)	St2-St3	Epoxy	6135H UMEGUARD SX CS-511	Red brown	100	58	5,80	14h	-	300	52	
			6135H UMEGUARD SX CS-614	Grey	100	58	5,80	14h	-	300	52	
			Total:		200							
7.6 Urea tank	St3	Pure Epoxy	6025 EPICON T-500	Red brown	100	58	5,80	12h	7d	600	103	
			6025 EPICON T-500	Grey	100	58	5,80	12h	7d	600	103	
			6025 EPICON T-500	Light Grey	100	58	5,80	12h	7d	600	103	
			Total:		300							
Á R E A 8	8.0 Thinner (20 % of Paints) & Anti-slip sand											
											EPICON THINNER	4634
											RAVAX THINNER	579
											MARINE THINNER	791
											GALVANITE No.200 PRIMER	2
											SILICON THINNER	2
											EPICON T-500 THINNER	90
											CHUGOKU NON SLIP SAND(KG)	220
											Thinner Total :	6318
											Grand Total :	36809

En este sistema de pintura de construcción del buque “OPDR-CANARIAS” se aplica un criterio de agrupación de áreas, que propone un número de áreas y, por tanto, un esquema de pintado para cada área en concreto dentro del sistema. Cada grupo de áreas tiene acondicionantes parecidos que suponen la aplicación de un esquema de pintura determinado.

En el sistema de pintura de construcción aparece las pinturas empleadas en:

- Las partes o áreas que no se dañan. Por ejemplo; el interior de los tanques o la sentina.
- Las partes que sufren alteraciones y necesitan mantenimiento. Por ejemplo; la obra viva, las cubiertas...etc.

Este criterio atiende a las zonas/áreas más castigadas en la explotación del buque (exteriores, zonas de carga...etcétera). Con este sentido el armador/fabricante propone un sistema más o menos complejo.

Es este sistema de pintura de construcción se distinguen las siguientes áreas:

ÁREA 1 Las partes exteriores del casco del buque (ver la tabla anterior)

Abarcan:

- 1.1. La obra viva
- 1.2. La obra muerta del buque
- 1.3. el ancla y la cadena.

Estas áreas tienen el grado estándar de preparación primaria de superficie con limpieza manual St3. En este grado se debe realizar el rascado y el cepillado, y una vez eliminado el polvo, la superficie debe mostrar un aspecto metálico.

Se usan pinturas antiabrasivas pura epoxi, antiincrustantes y con acabado acrílico.

La pintura SEA GRANDPRIX CF 10, es una pintura antiincrustantes con polímero sin óxido de cobre, diseñada para obra viva del buque.

La pintura BANNOH 500 es aplicada como imprimación anticorrosiva epoxi, a base de resina epoxi pura. Esta pintura nos aporta excelentes propiedades físicas tales como dureza y resistencia a la abrasión, adhesión, especialmente para la adhesión con pintura

antiincrustante. Es recomendada para el casco exterior, cubierta y superestructura de los buques.

ÁREA 2 Las cubiertas a la intemperie (ver la tabla anterior)

Compuesta por:

- 2.1. La cubierta superior
- 2.2. Las amuradas interiores, los equipos de cubierta
- 2.3. La maquinaria de cubierta, los cabrestantes
- 2.4. La bancada de los equipos de cubierta

Se aplica pinturas antiabrasivas pura epoxi y acabado acrílico. Se usa la pintura BANNOH 500 y Umeguard SX.

Umeguard SX es una pintura epoxi modificada, que tiene propiedades físicas, tales como la adhesión, la dureza y la resistencia a la abrasión, la resistencia química al agua salada y al petróleo crudo.

ÁREA 3 La superestructura del buque (ver la tabla anterior)

Se compone por:

- 3.1. Las casamatas de la ventilación, los palos, los mástiles, las paredes y los techos...etc.
- 3.2. Las cubiertas expuestas

Se aplica Umeguard SX es una pintura epoxi modificada.

ÁREA 4 Espacios interiores de acomodación (ver tabla anterior)

Se constituye por:

- 4.1. Las partes interiores de acero, detrás de los revestimientos y del aislante.
- 4.2. Las zonas de aceros sin forros en alojamientos, tiendas...etc.
- 4.3. Las cubiertas (Sin forros)
- 4.4. Las cubiertas (Con forros)
- 4.5. Los recubrimientos galvánicos o de aluminio en salsa a baja temperatura y en la sala de máquinas
- 4.6. Los revestimientos galvánicos o de aluminio para alojamientos.

Se aplica la pintura Lzi Primer ZR con buenas propiedades de adhesión ricas en Zinc, de resistencia al agua salada y a la intemperie.

ÁREA 5 Los espacios de carga (ver tabla anterior)

Abarca a:

- 5.1. Las bodegas de carga, pasillos, Los espacios de almacenamientos/trasteros, zonas por debajo de la cubierta superior, la sala de las botellas de CO₂, sala de hélice de proa.
 - 5.2. Las cubiertas en las bodegas de carga, las rampas inclinadas
 - 5.3. Los colectores de drenaje
 - 5.4. Los espacios vacíos, los cofferdam, los conducto y las casamatas de ventilación
- Generalmente, se aplica sobre estas zonas Umeguard.

ÁREA 6 Espacios de la sala de máquina (ver tabla anterior)

Contiene:

- 6.1. Las zonas por debajo de los entrepuentes de la sala de máquinas
- 6.2. Los cofferdam, los espacios vacíos
- 6.3. Los colectores de drenaje
- 6.4. Las zonas interiores de acero sin forro, con revestimientos y aislante.
- 6.5. Los espacios de acero por detrás de los revestimientos y aislamientos, los talleres y
- 6.6. Los entrepuentes de sala de máquinas
- 6.7. Los revestimientos galvánicos o de aluminio
- 6.8. La zona del motor principal, del auxiliar, del generador, de las bombas y del timón.
- 6.9. La caldera, los tubos de escape (no galvanizados ni con aluminio)
- 6.10. Las tuberías aisladas
- 6.11. El interior de la chimenea

Se aplica Umeguard SX en algunas zonas, ver esquema de pintado.

ÁREA 7 Tanques y espacios vacíos (ver tabla anterior)

Se compone por:

- 7.1. Los tanques de agua de lastre, los piques de popa y proa, tanques de sentina y la caja de cadenas.
- 7.2. Los tanques de agua dulce
- 7.3. Los tanques fuel oil y gas oil

7.4. Los tanques de aceite

7.5. Las casamatas de ventilación, el interior de los conductos por donde circula calor.

(Sin galvanizar)

7.6. La sentina

Se aplica Umeguard SX en algunas zonas, consultar esquema de pintura.

ÁREA 8 Disolventes (ver tabla anterior)

Los disolventes componen el 20% de la pintura empleada.

5.2 Ejemplo de sistema de pintura de mantenimiento de explotación y de varada del buque del buque "OPDR CANARIAS"

A continuación, se expone una parte del "Sistema de mantenimiento de explotación y de varada del buque" que incluye el método básico para preparar la superficie de acero de cada área y para cada esquema de pintura. Además, este sistema utiliza como referencia el sistema de pintura de construcción del buque.



MAINTENANCE SCHEDULE

M/V " OPDR CANARIAS "

Shipowner OPDR CANARIAS S.A.

Pretreatment

General:

1

Area to be treated to be free of oil, grease, dirt, salt-deposits, and other contaminants.

Salt-deposits to be removed by means of rinsing with clean fresh water.

Oil and grease to be removed by means of a suitable de-greaser, preferably a water soluble type.

De-rusting:

2

Rust to be removed by means of rotating steelbrush and/or carborundum disks and/or scotch brite in order to have a sound clean substrate free of rust.

The surface to be clean and dry, free of dirt, salt and other contaminants before application of the coating.

As alternative we recommend Hydro Blasting with a minimum pressure of 800 bar.

Before application surface has to be dry, ginger rust should removed after 2 - 3 days.

Epoxy Paint Preparation and application:

3

Always follow instructions for the proper mixing of the base with curing agent. Mixing ratio is mentioned on the label or in our technical data sheet.

Mixing to be done by bosum using the mechanical mixer.

Wait 15 to 20 minutes after mixing for applacitaon.

Don't use any thinner for application by brush or roller. Umeguard SX is a surface tolerant Epoxy Primer which allows one coat application up to 100 microns dft by roller or brush after fully reaction of both components. Overcoation period is unlimited.

Use thinner, max 5 %, only for airless application.

Don't apply below + 5° C.

Alkyd and Acrylic Application:

Area to be painted to be free of any contamination and has to be dry.

Don't apply Finish Coats in the late afternoon. Humidity influence drying time and final gloss.

High air temperature influence viscosity of paint (down) and and in addition steel temperature reduce drying time so fast, that due to solvent retention film surface can be infected negative.

Application of Finish Coats should be done early morning time and not after long term temperature over 30 °C.

Ilustración 23 Sistema de pintura de mantenimiento del buque "OPDR CANARIAS"

Fuente: Trabajo de Campo

Traducción del anterior sistema de pintura de mantenimiento y varada del buque “OPDR CANARIAS”

Pretratamiento de superficies básico, antes de la aplicación de la pintura de cada esquema de pintura.

General (1)

Zona a tratar de ser libre de aceite, grasa, suciedad, sal-depósitos y otros contaminantes. Los depósitos de sales deben ser eliminados por medio de enjuague con agua limpia y fresca.

El aceite y la grasa son eliminados por medio de un adecuado desengrasante, preferentemente un tipo soluble en agua.

Eliminación del óxido (2)

El óxido es eliminado por medio de la radial y / o discos con carbono con el fin de tener una superficie limpia y libre de óxido.

La superficie debe estar limpia y seca, libre de suciedad, sal una otros contaminantes antes de la aplicación del recubrimiento.

Como alternativa le recomendamos HydroBlasting con una presión mínima de 800 bar.

Antes, la superficie de aplicación debe estar seca, debe retirarse los restos de óxido de 2 - 3 días después.

Preparación de pintura epoxi y aplicación: (3)

Siga siempre las instrucciones para la mezcla correcta de la base con el agente de curado. Relación de la mezcla se menciona en la etiqueta o en nuestra ficha técnica.

La mezcla debe ser hecha por el contraamaestre empleando el mezclador mecánico.

Espere 15 o 20 minutos después de la mezcla para su aplicación.

No utilice diluyente para aplicación con brocha o rodillo. Umeguard SX es una superficie tolerante imprimación epoxi que permite la aplicación de una capa de hasta 100 micras EPS con rodillo o brocha después de reacción de ambos componentes. El periodo de reacción ilimitado.

Más delgada usuario máx. 5 % sólo para la aplicación sin aire.

No aplicar por debajo de 5 ° C.

Aplicación de la alquídica y del acrílico

Área para ser pintado para estar libre de cualquier tipo de contaminación y tiene que estar seco.

No aplique Coste Final después de la tarde. Influencia Humedad tiempo de secado y brillo final.


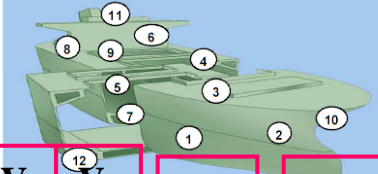
Influencia de la temperatura del aire de alta viscosidad de la pintura (debajo) y, además, la temperatura del acero a reducir el tiempo de secado muy rápido, que debido a los solventes de la película de la superficie de retención pueden ser infectados negativamente.

Aplicación del coste final se debe hacerse lo más temprano posible por la mañana y no a largo plazo después de que la temperatura este por encima de 30 ° C.

Esquema de Pintura estándar aplicado a un buque de construcción de acero

A continuación, se observa un sistema de pintado de buque CON/RO. Compuesto por un esquema mímico y una tabla que contiene filas concretas para un área determinada. Las columnas de la tabla nos especifican:

- I. El tipo de pintura
- II. El código referencia
- III. La descripción y el nombre del producto
- IV. El color del producto
- V. El tipo de disolvente La base de producto
- VI. El espesor de la película seca en micras y el espesor de la película húmeda en micras
- VII. El intervalo de tiempo entre capa y capa a diferente temperatura

C/M/P PAINTING SPECIFICATION

paint type	data sheet	product description	color	thinner type	dry film thickness micron	wet film thickness micron	overcoating intervals			
							at 20 C	at 30C		
min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	
Area 1 Side Bottom (Antifouling)										
Primer TAJ 348ee		Bannoh 500 R	grey	EPM Thinner	75	125	17h	-	12h	-
Finish 680vr		Sea Grandprix 500	red	Acir/Ravax Th.	50	100	7h	-	5h	-
Area 2 Topsides, Funnel Outside, Aft Mast, Funnel and Shipowner's Logo and Mark										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	red CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 585vr		Aciri 700 Finish	yellow RAL 1007	Acir/Ravax Th.	40	95	7h	-	5h	-
Finish 585vr		Funnel and Shipowner's Logo and Mark	Blue CS 643	Acir/Ravax Th.	40	95	7h	*	5h	5d
Finish 585vr		Aciri 700 Finish	Red CS 625	Acir/Ravax Th.	40	95	7h	*	5h	5d
Area 3 Bulwark Inside, Deck Equipment, Foundation of Deck Machinery, Exposed Decks on Superstructure, Ventilation Heads										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	red CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 585vr		Aciri 700 Finish	red CS 625	Acir/Ravax Th.	40	95	7h	-	5h	-
Area 4 Upper Deck, Lifting Platform Upper Surface										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 541ee		Epicon Marine Finish	red CS 625	EPM Thinner	50	85	12h	-	8h	-
Area 5 Decks in cargo holds, Ramp top side, Stern Rump Upper Surface, Lifting Platform Upper Surface, Ramp Cover Upper Surface										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	red CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 541ee		Epicon Marine Finish	green CS 518	EPM Thinner	50	85	12h	-	8h	-
Area 6 Exposed Surface of Decksouse Wall / Ceiling, Mast etc.										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	white	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 585vr		Aciri 700 Finish	white CS 651	Acir/Ravax Th.	40	95	7h	-	5h	-
Area 7 Cargo Holds, Void Spaces, Cofferdam, Ventilation ducts, Drain sumps										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	red CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Area 8 Floor of Passageway, Store Rooms below Upper Deck, CO 2 Room, Bow Thruster Room, Technical Room										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 426ee		Umeguard SX	green CS 518	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Area 9 Wall and Ceiling of Passageway, Store rooms below Upper Deck, CO2 Room, Bow Thruster Room, Technical Room										
Primer TAJ 426ee		Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish 426ee		Umeguard SX	white	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Area 9 Steeldecks in Acomodation and Engine Rooms										
Primer TAJ 202am		LZI Primer	grey	Marine Thinner	40	75	17h	-	12h	-
Finish 502am		Evamarine Finish	green CS 518	Marine Thinner	40	70	16h	-	12h	-
Area 9 Unlined steel in way of acomodation, stores, work shops, Auxiliary, Emergency Eng.Room										
Primer TAJ 202am		LZI Primer	grey	Marine Thinner	40	75	17h	-	12h	-
Primer TAJ 210am		Roswan QD HB	white	Marine Thinner	40	75	20h	90d	16h	60d
Finish 502am		Evamarine Finish	white	Marine Thinner	50	70	16h	-	12h	-
Area 10 Anchor, Chain, Hawse Pipe, Bollard, Roll Fairlead, Pedestal Roller, Chock										
Finish 410br		Bitumen Solution	black	Marine Thinner	40	70	15h	-	10h	-
Area 11 Exhaust Pipe Exterior up to 550° C, Boiler, lower stack										
Finish 505fr		Silcon No. 400 (2 x)	silver	Silicone Thinner	10	26	12h	-	8h	-
Area 12 Fresh Water Tanks										
Prim./Finish 566ee		Clean Keep	cream	EPM Thinner	300	300	3 h	30 d	-	-
550ee		or: Epicon T-500 I.grey or cream		EPM Thinner	2x100					
Area 12 BWT / FP Tank (repair)										
Prim./Finish 293ee		NOVA 5000 Barrier	grey	EPM Thinner	300	300	3 h	30 d	-	-

Ilustración 24: Sistema de pintado del ContainerShip / OPDR CANARIAS

Fuente: Trabajo de Campo

5.3 Descripción del sistema de pintado de “OPDR-CANARIAS”

A continuación, se realiza la descriptiva de cada esquema de pintura para cada área del “Sistema de pintura de mantenimiento explotación y de varada” de un buque CONRO.

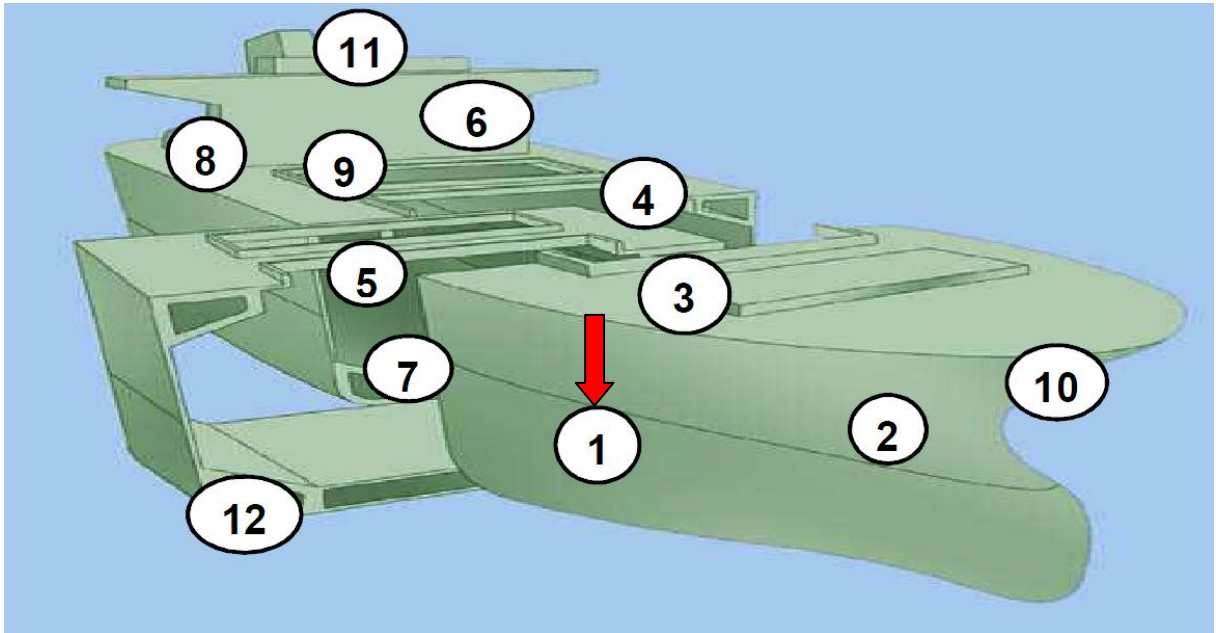


Ilustración 25: Esquema de pintado de la parte inferior a la línea de flotación

Fuente: Trabajo de Campo

paint type	data sheet no.	product description	color	thinner type	dry film thickness micron	wet film thickness micron	overcoating intervals			
							at 20 C		at 30C	
							min	max	min	max
Area	1	Side Bottom (Antifouling)								
Primer T/U	348ee	Bannoh 500 R	grey	EPM Thinner	75	125	17h	-	12h	-
Finish	680vr	Sea Grandprix 500	red	Acri/Ravax Th.	50	100	7h	-	5h	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 1**: Obra viva.

En esta área Se utiliza un anticorrosivo y un acabado.

La pintura que se emplea en el área por encima de la eslora es antiabrasiva pura epoxi y sin estaño.

Se usa SEA GRANDPRIX CF 10, es una pintura antiincrustantes con polímero sin óxido de cobre, está diseñado para obra viva del buque. El efecto anti-incrustante es producido por la hidrólisis de polímero altamente activo que garantiza la máxima eficacia y la lixiviación de los biocidas.

La activación en la superficie se mantiene mediante el control de la hidrólisis proporcionando así una protección antiincrustantes a largo plazo acorde con el espesor de la película aplicada

En la superestructura se aplica una pintura antiabrasivas pura epoxi y con acabado acrílico.

La pintura BANNOH 500 es aplicada como imprimación anticorrosiva epoxi, a base de resina epoxi pura y pigmentada. Esta pintura nos aporta excelentes propiedades físicas tales como dureza y resistencia a la abrasión, adhesión, especialmente para la adhesión con pintura antiincrustante. Es recomendada para el casco exterior, cubierta y superestructura de los buques.

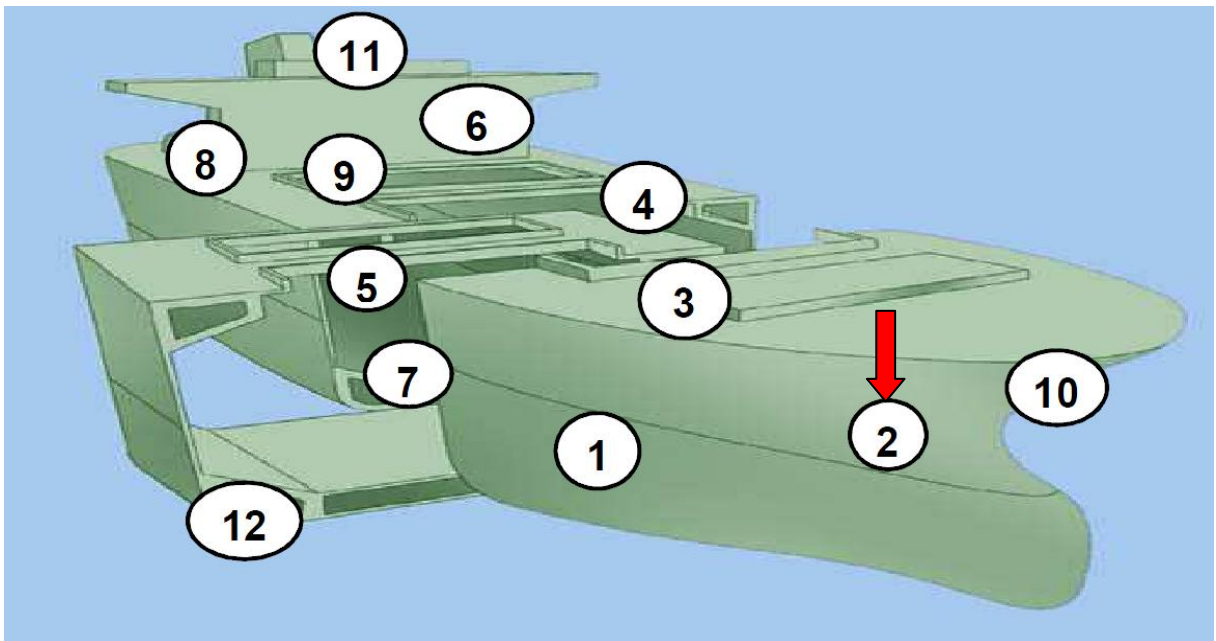


Ilustración 26: Esquema de pintado de la parte superior a la línea de flotación

Fuente: Trabajo de Campo

Area	2	Topsides, Funnel Outside, Aft Mast, Funnel and Shipowner's Logo and Mark									
Primer T/U	428cc	Umeguard SX	red	CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Primer T/U	420cc	Umeguard SX	grey	CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	585vr	Acri 700 Finish	yellow	RAL 1007	Acri/Ravax Th.	40	95	7h	-	5h	-
		Funnel and Shipowner's Logo and Mark									
Finish	585vr	Acri 700 Finish	Blue	CS 643	Acni/Ravax Th	40	95	7h	*	5h	5d
Finish	585vr	Acri 700 Finish	Red	CS 625	Acni/Ravax Th.	40	95	7h	*	5h	5d

Esquema de pintura para el **AREA 2**

Este esquema se aplica sobre la obra muerta, las chimeneas, los palos, los mástiles y los logos de la empresa.

En la cubierta se aplica una pintura antiabrasiva pura epoxi.

En la amurada interior y al equipo de la cubierta se aplica una resina epoxi con acabado acrílico.

Resultados

A la maquinaria de cubierta, cabestrantes se aplica una resina epoxi con acabado acrílico.

En el lugar de la maquinaria de cubierta se aplica resinas epoxi con marcadores estándar.

Umeguard SX es una pintura epoxi modificada, que tiene propiedades físicas, tales como la adhesión, la dureza y la resistencia a la abrasión, la resistencia química al agua salada y al petróleo crudo.

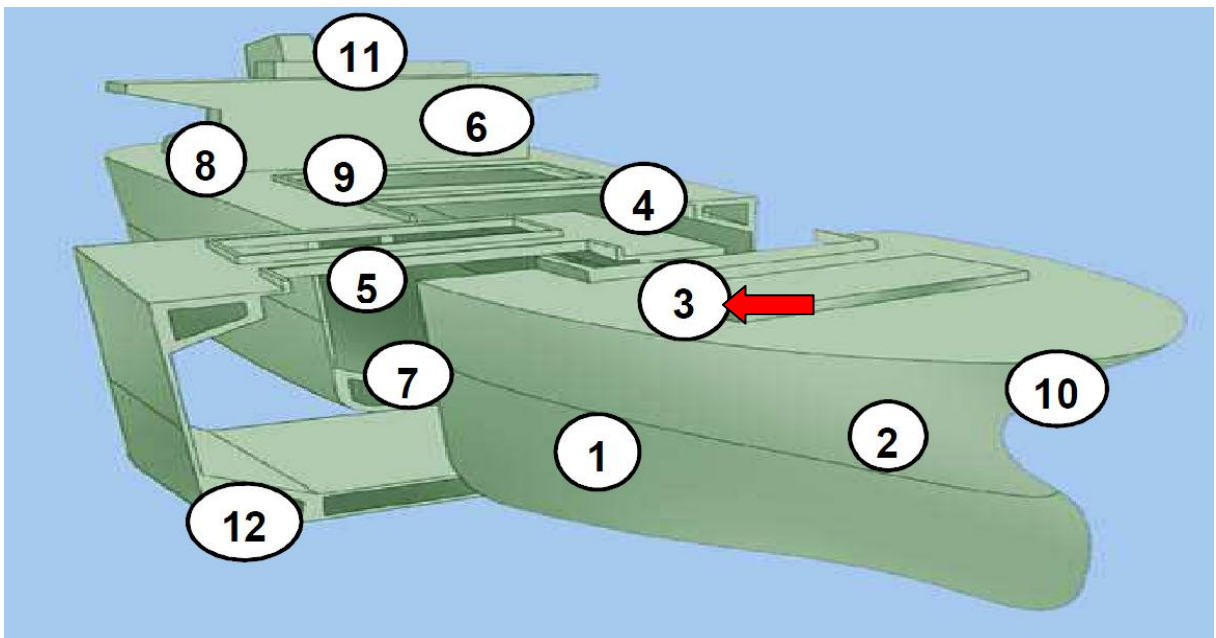


Ilustración 27: Esquema de pintado de la superficies de la cubierta

Fuente: Trabajo de Campo

Area	3	Bulwark Inside, Deck Equipment, Foundation of Deck Machinery, Exposed Decks on Superstructure, Ventilation Heads									
Primer T/U	426ee	Umeguard SX	red	CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Primer T/U	426ee	Umeguard SX	grey	CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	585vr	Acru 700 Finish	red	CS 825	Acru/Rawax Th.	40	95	7h	-	5h	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 3**

Este esquema se aplica sobre los mamparos exteriores e interiores, las bancadas, las cubiertas a la intemperie y las casamatas.

A las superficies de la superestructura interiores e exteriores se aplica una pintura epoxi con acabado acrílico.

Como comentamos en el caso anterior, Umeguard SX es una pintura epoxi modificada con propiedades físicas, tales como la adhesión, la resistencia a la abrasión, al agua salada y al petróleo.

La pintura Acry 700 Finish se emplea como capa de acabado a base de resina acrílica y el secado es por evaporación de los disolventes. Acry 700 Finish tiene excelentes propiedades de adherencia, resistencia a la intemperie y retención de brillo y color.

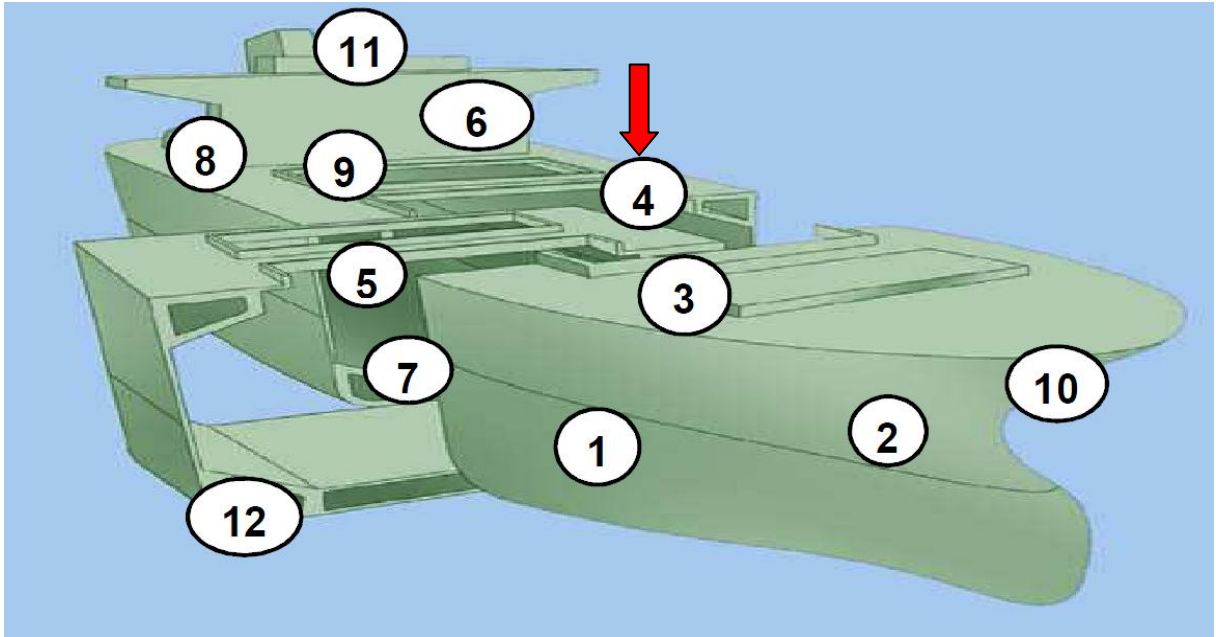


Ilustración 28: Esquema de pintado de la cubierta

Fuente: Trabajo de Campo

Area	4	Upper Deck, Lifting Platform Upper Surface							
Primer T/U	426ee	Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h
Finish	541ee	Epicon Marine Finish	red CS 825	EPM Thinner	50	85	12h	-	8h

Esquema de pintura para el **ÁREA 4**

El esquema de pintura se aplica sobre las cubiertas a la intemperie y los ascensores.

Al alojamiento interior de la estructura se le aplica una pintura con imprimación alquídica, con imprimación alquídica blanca y con acabado alquídico. Al alojamiento de provisiones y a la de máquinas se le aplica una pintura sin revestimiento.

Como he comentado en los casos anteriores, Umeguard SX es una pintura epoxi modificada con propiedades físicas como: la adhesión, la resistencia a la abrasión, al agua salada y al petróleo.

La pintura Epicon Marine Finish se basa en una combinación de una resina epoxi y un agente de curado, tiene un alto espesor, gran durabilidad, brillo y propiedades de adhesión. El fabricante la recomienda como capa de acabado, para la protección de los buques de acero, puentes y estructuras de acero.

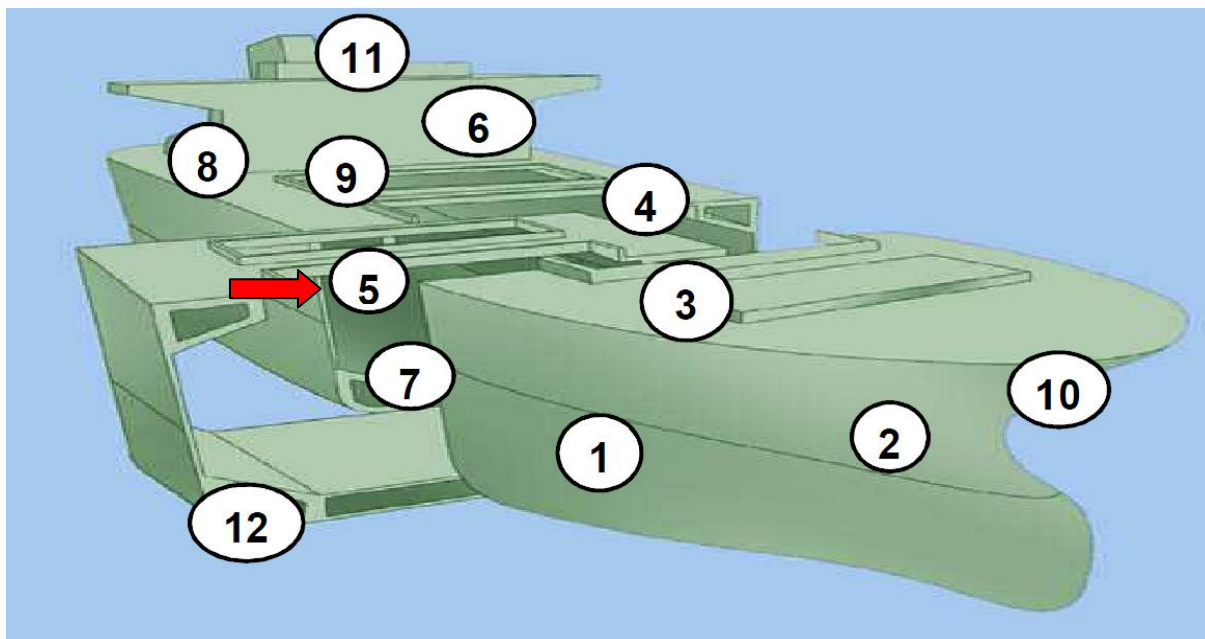


Ilustración 29: Esquema de pintado de los espacios debajo de la cubierta principal

Fuente: Trabajo de Campo

Area	5	Decks in cargo holds, Ramp top side, Stern Rump Upper Surface, Lifting Platform Upper Surface, Ramp Cover Upper Surface									
Primer T/U	426ee	Umeguard SX	red	CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	541ee	Epicon Marine Finish	green	CS 518	EPM Thinner	50	85	12h	-	8h	-

Esquema de pintura para el **AREA 5**

El esquema se aplica sobre: las cubiertas de las bodegas y de rodaduras, las rampas inclinadas y de popa.

A los espacios de carga se le aplica una pintura antiabrasiva pura epoxi. Se utiliza la pintura Umeguard SX y Epicon Marine Finish.

Umeguard SX es una pintura epoxi modificada con propiedades físicas como: la adhesión, la resistencia a la abrasión, al agua salada y al petróleo.

La pintura Epicon Marine Finish se basa en una combinación de una resina epoxi y un agente de curado, tiene un alto espesor, gran durabilidad, brillo y propiedades de adhesión. El fabricante la recomienda como capa de acabado, para la protección de los buques de acero, puentes y estructuras de acero.

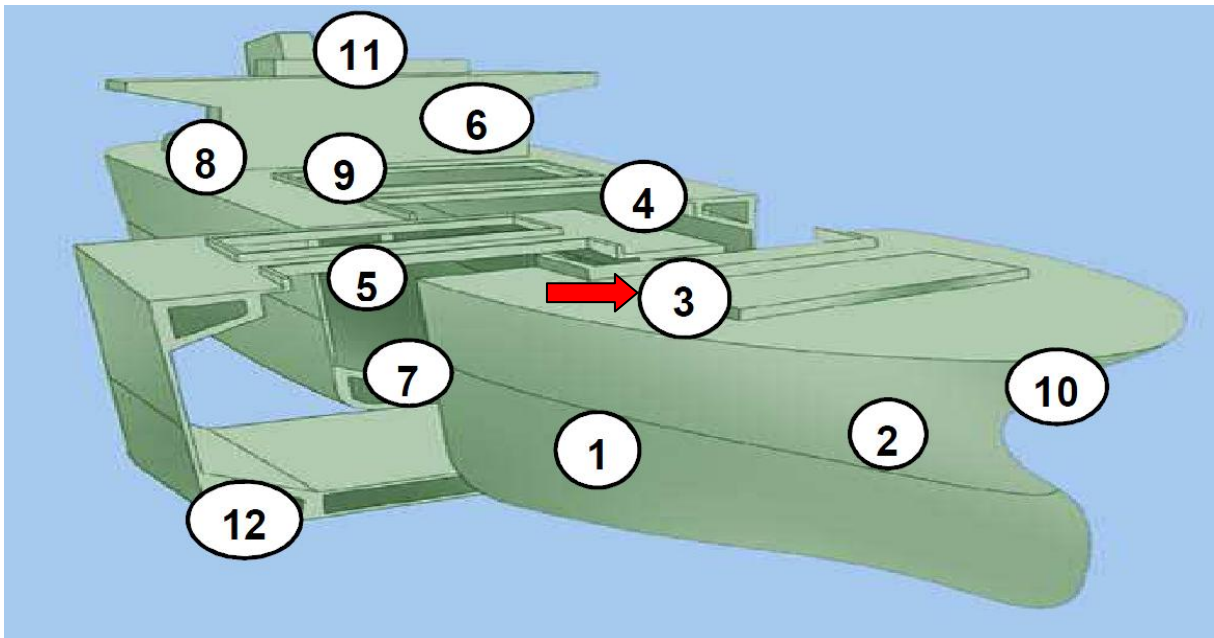


Ilustración 30: Esquema de pintado de la sala de Máquinas

Fuente: Trabajo de Campo

Area	6	Exposed Surface of Deckshouse Wall / Ceiling, Mast etc.								
Primer T/U	425ee	Umeguard SX	grey CS 814	FPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Primer T/U	425ee	Umeguard SX	white	FPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	585vr	Acrl 700 Finish	white CS 651	Acrl/Ravax Th.	40	95	7h	-	5h	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 6**

Se aplica sobre los palos/techos, las paredes expuestas y los mástiles.

A la sala de máquinas se le aplica una pintura epoxi, con imprimación alquídica, con imprimación alquídica blanca y con acabado alquídico.

Se aplica la pintura Lzi Primer ZR con buenas propiedades de adhesión ricas en Zinc, de resistencia al agua salada y a la intemperie.

A las áreas con revestimiento galvanizado o de aluminio se le aplica una pintura sin revestimiento.

Al motor principal, auxiliar, generador, bombas... etc. se le aplica un color de tono estándar del marcador que se convenga.

En la caldera se aplica una imprimación de calor.

Para el aislamiento de las tuberías se aplica pintura de emulsión blanca.

En el interior se aplica una pintura con imprimación alquídica y pintura resistente al calor.

No se debe pintar cualquier objeto sin la aprobación de la naviera.

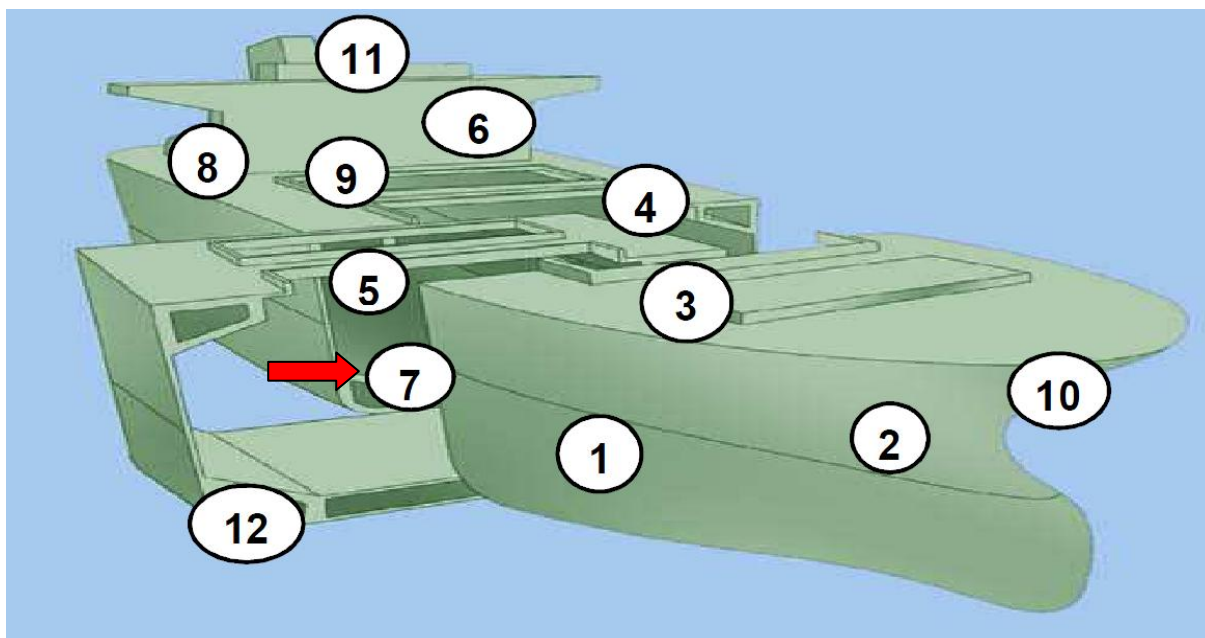


Ilustración 31: Esquema de pintado de los tanques de agua de lastre, de lodos

Fuente: Trabajo de Campo

Area	7	Cargo Holds, Void Spaces, Cofferdam, Ventilation ducts, Drain sumps									
Primer T/U	426ee	Umeguard SX	red	CS 511	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	426ee	Umeguard SX	grey	CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 7**

El esquema se usa sobre las bodegas, los espacios vacíos, los colectores de drenaje y los cofferdam.

En el tanque de agua de alastre, en el pique de proa y en la sentina

En los tanques de agua dulce se aplica una pintura epoxi.

En los tanques de fuel oil y gas oil se aplica una pintura CK oil.

En los tanques de aceite lubricante se emplea una pintura sin revestimiento, se limpia a 3 St. y aceite.

La área de ventilación y remolcadores se pinta con pintura epoxi.

Los tanques de lodo se pintan con resina epoxi pura.

Generalmente, se aplica sobre estas zonas una pintura epoxi sin alquitrán.

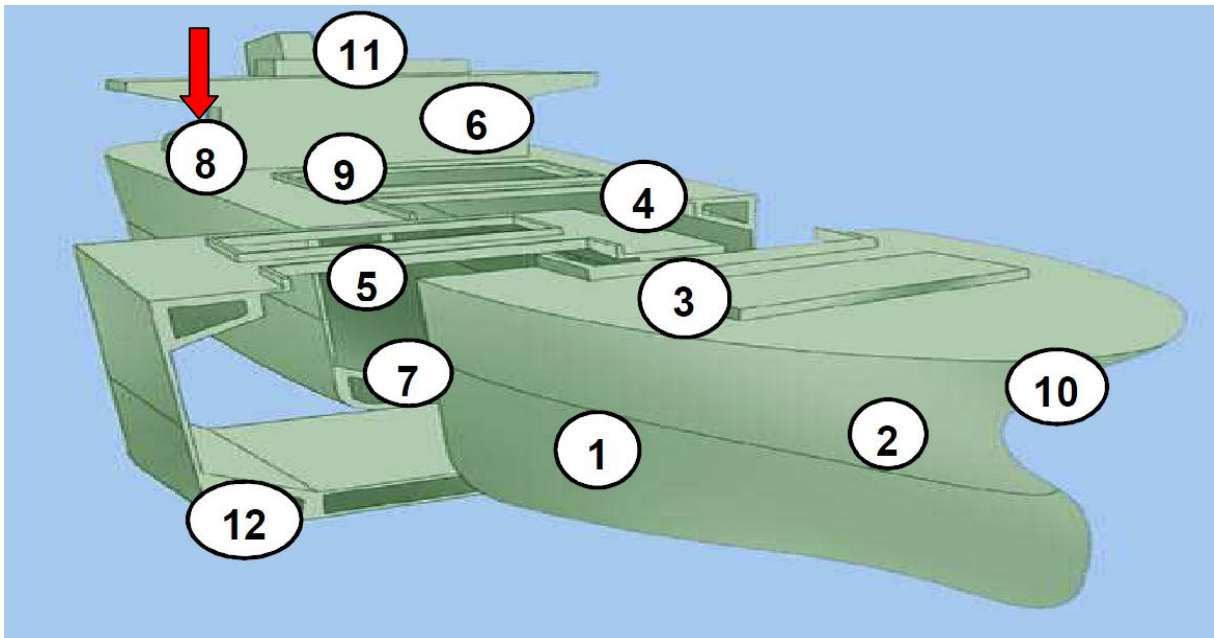


Ilustración 32: Esquema de pintado de la sala de CO2, Espacios de almacenamiento debajo de la Cubierta principal

Fuente: Trabajo de Campo

Area	8	Floor of Passageway, Store Rooms below Upper Deck, CO 2 Room, Bow Thruster Room, Technical Room								
Primer T/U	425ee	Umeguard SX	grey CS 614	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	426ee	Umeguard SX	green CS 518	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 8**

Este esquema se aplica sobre los pisos de pasillos, los paños de la cubierta superior, los compartimentos de las botellas de CO₂ y de la hélice transversal, los espacios técnicos (equipos instalados).

Umeguard SX es una pintura epoxi modificada con propiedades físicas como: la adhesión, la resistencia a la abrasión, al agua salada y al petróleo.

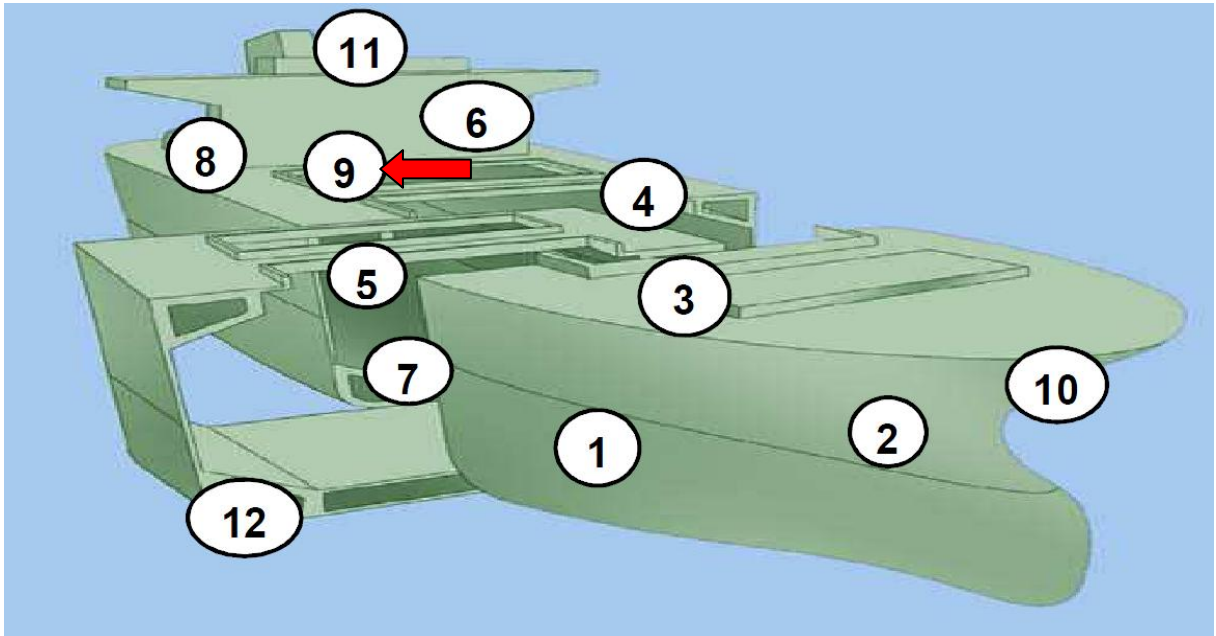


Ilustración 33: Esquema de pintado de la sala de CO2, Espacios de almacenamiento debajo de la Cubierta principal

Fuente: Trabajo de Campo

Area	9	Wall and Ceiling of Passageway, Store rooms below Upper Deck, CO2 Room, Bow Thruster Room, Technical Room								
Primer T/U	426ee	Umeguard SX	grey CS 814	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Finish	426ee	Umeguard SX	white	EPM Thinner	100	170	17h	-	12h	-
Area	9	Steeldecks in Accomodation and Engine Rooms								
Primer T/U	202am	LZI Primer	grey	Marine Thinner	40	75	17h	-	12h	-
Finish	502am	Evamarine Finish	green CS 518	Marine Thinner	40	70	16h	-	12h	-
Area	9	Unlined steel in way of acomodation, stores, work shops, Auxiliary, Emergency Eng.Room								
Primer T/U	202am	LZI Primer	grey	Marine Thinner	40	75	17h	-	12h	-
Primer T/U	210am	Ruswan QD HB	white	Marine Thinner	40	75	20h	90d	16h	60d
Finish	502am	Evamarine Finish	white	Marine Thinner	50	70	16h	-	12h	-

Esquema de pintura para el AREA 9

Este esquema se utiliza sobre las paredes y los techos de los pasillos interiores, las cubiertas de plataformas, los pañoles de la cubierta superior, los pasillos de acceso de la zona en sala de máquinas, la sala del generador de emergencia.

Para pintar los espacios de almacenamiento debajo de la cubierta principal se emplea la pintura Umeguard SX.

Umeguard SX es una pintura epoxi modificada con propiedades físicas como: la adhesión, la resistencia a la abrasión, al agua salada y al petróleo.

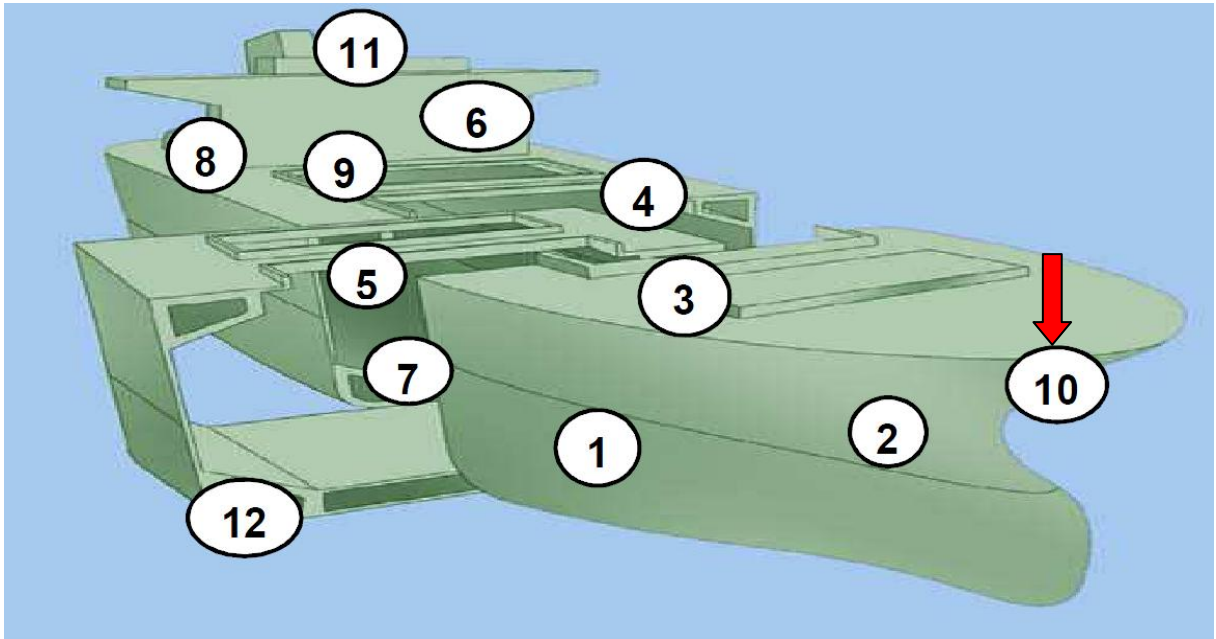


Ilustración 34: Esquema de pintado del sistema de anclaje

Fuente: Trabajo de Campo

Area	10	Anchor, Chain, Hawse Pipe, Bollard, Roll Fairlead, Pedestal Roller, Chock								
Finish	41Cbr	Bitumen Solution	black	Marine Thinner	40	70	15h	-	10h	-

Esquema de pintura para el AREA 10

Este esquema de pintura se usa sobre el ancla, la cadena, el escobén, la caja de cadena.

Se aplica Bitumen Solucional ancla, la cadena, el escobén, el bolardo, el rodillo pedestal y la cuña. Esta pintura es una pintura bituminosa que tiene excelentes propiedades de adherencia a placas de acero. Se emplea previamente al Bitumen Enamel, y se puede aplicar por sí mismo como una pintura anticorrosiva temporal.

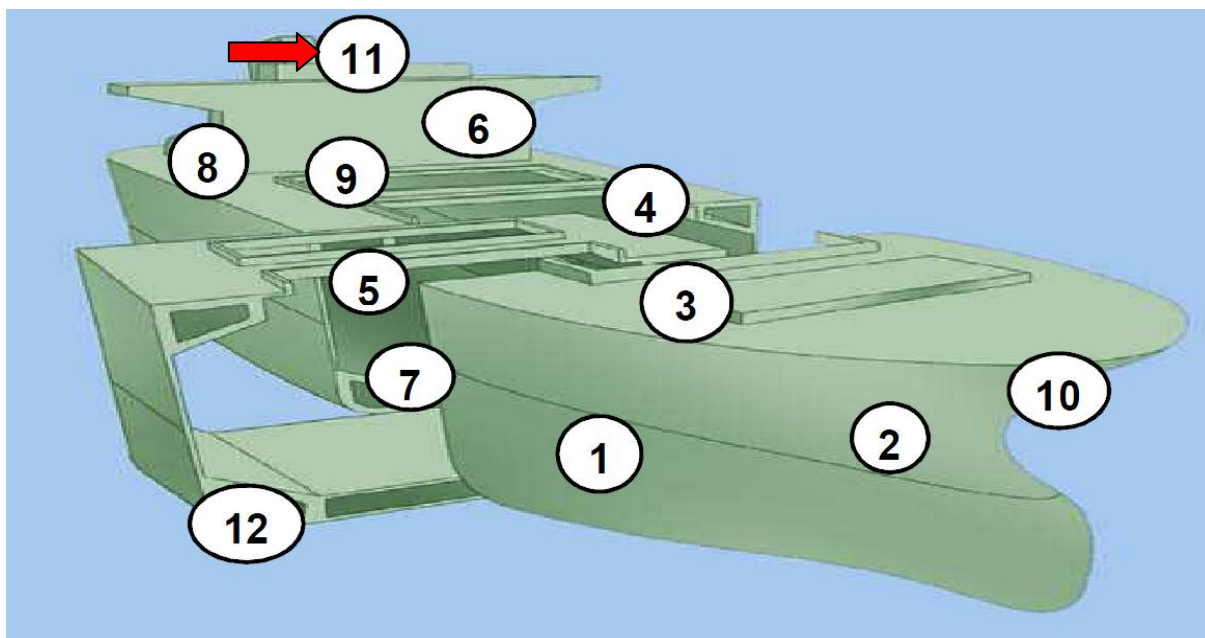


Ilustración 35 Esquema de pintado del tubo de escape de la caldera

Fuente: Trabajo de Campo

Area	11	Exhaust Pipe Exterior up to 550° C, Boiler, lower stack								
Finish	505ir	Silicon No. 400 (2 x)	silver	Silicone Thinner	10	26	12h	-	8h	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 11**

Este esquema de pintura se aplica sobre el tubo de escape y la caldera. Se aplica SILICIO No.400, esta es una pintura de resina de aluminio y de silicio basada en una combinación de resina de silicio y pigmentos de aluminio. Tiene las siguientes características.

1. Tiene una excelente resistencia al calor. Resiste temperaturas de hasta 400 °C.
2. Tiene una excelente adhesión a SILICIO No.400 PRIMER.
3. Tiene una excelente resistencia a la intemperie

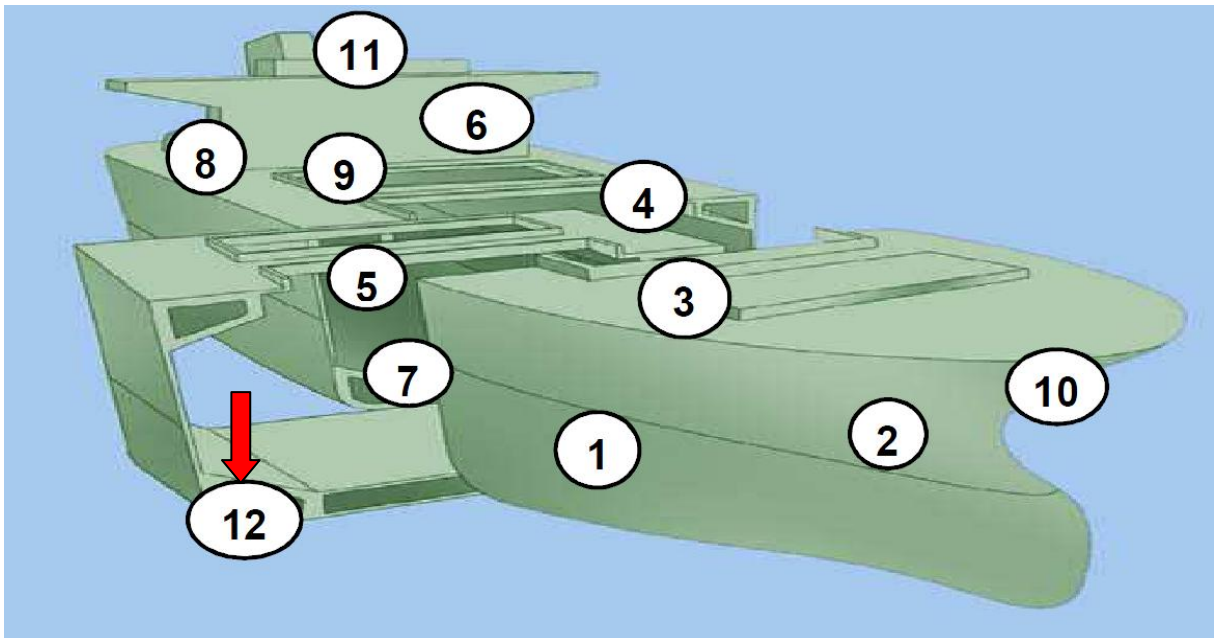


Ilustración 36 Esquema de pintado del tanque de agua dulce

Fuente: Trabajo de Campo

Area	12	Fresh Water Tanks							
Prim./Finish	566ee	Clean Keep	cream	FPM Thinner	300	300	3 h	30 d	-
	560ee	or: Epicon T-500 (grey or cream)		FPM Thinner	2x100				
Area	12	BWT / FP Tank (repair)							
Prim./Finish	293ee	NOVA 5000 Barrier	grey	EPM Thinner	300	300	3 h	30 d	-

Esquema de pintura para el **ÁREA 12**

Este esquema se emplea sobre los tanques de agua dulce y de agua salada.

Se aplica una pintura EPICON T-500. Esta pintura tiene un revestimiento tipo epoxi de alto espesor, tiene excelentes propiedades físicas, tales como la adhesión, dureza, resistencia a la abrasión, etc., así como resistencia química al agua salada, agua dulce, petróleo productos, el petróleo crudo, los álcalis y ácidos débiles. Además, es recomendad como una capa protectora para los interiores de los tanques.

5.4 Ejemplo del sistema de pintura de mantenimiento del buque CON/RO-Vessel

A continuación, se expone un sistema de pintura de mantenimiento en explotación sin varada de la suministradora Hempel, es decir, no se incluye el esquema de pintura de la obra viva.

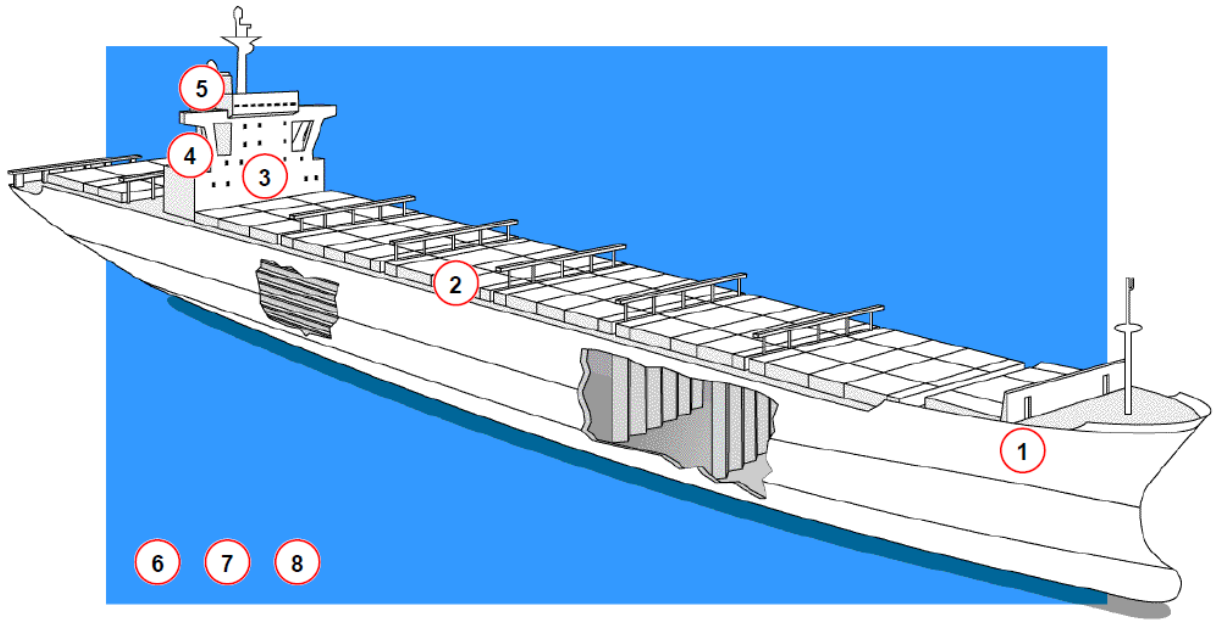


Ilustración 37: ContainerShip / OPDR CANARIAS

Fuente: Trabajo de Campo

Agrupación de las distintas áreas del sistema de pintura. A cada grupo se le aplica un determinado esquema de pintura.

<p>1 Topside</p> <p>Parqueo HEMPEL'S IMPRIMACION S.R. 127E1-12080 Acabados HEMPATEX ENAMEL 56360-27070 (Amarillo) HEMPATEX ENAMEL 56360-50806 (Rojo) HEMPATEX ENAMEL 56360-30100 (Azul)</p>	<p>2 Main Decks</p> <p>Parqueo HEMPADUR MASTIC 45880-50630 Acabado HEMPADUR FC 45660-5017 (Rojo)</p>	<p>3 Superstructure</p> <p>Parqueo HEMPEL'S IMPRIMACION S.R. 127E1-12080 Acabado HEMPATEX ENAMEL 56360-10000</p>
<p>4 Superstructure Deck</p> <p>Parqueo HEMPADUR MASTIC 45880-50630 Acabado HEMPADUR FC 45660-5017 (Rojo)</p>	<p>5 Funnel</p> <p>Parqueo HEMPEL'S IMPRIMACION S.R. 127E1-12080 Acabado HEMPATEX ENAMEL 56360-50806 (Rojo) Acabado HEMPATEX ENAMEL 56360-30100 (Azul)</p>	<p>6 GARAJES</p> <p>Parqueo HEMPADUR MASTIC 45880-11480 Acabado cubiertas HEMPADUR FC 45660-47020 (Verde) Acabado mamparos HEMPADUR FC 45660-11150 (Gris) Acabado locales HEMPADUR FC 45660-3000 (Blanco azul)</p>
<p>7 SALA DE MAQUINAS E INTERI</p> <p>Parqueo HEMPEL'S IMPRIMACION 127E1-12080 Acabados HEMPALIN ENAMEL 52140-3000 (Blanco azulado) Cuadros electricos POLYENAMEL 55100-11150 (Gris)</p>	<p>8 VARIOS</p> <p>Anticalórica HEMPEL'S SILCON ALUMINUM 56910-1900 Naranja, alta visibilidad HI-VEE 96540-50180 Bombas de servicio HEMPALIN ENAMEL 52140-40980 (verde claro)</p>	

Maintenance Specification

A continuación se traduce el anterior sistema de pintura de Hempel.

ÁREA 1

1 Superestructura

Parcheo ->HEMPEL'S IMPRIMACION S. R. 127E1 – 12080

Acabados ->HEMPATEX ENAMEL 56360 - 27070 (Amarillo)

HEMPATEX ENAMEL 56360 – 50806 (Rojo)

HEMPATEX ENAMEL 56360 – 30100 (Azul)

ÁREA 2

2 Cubierta Principal

Parcheo -> HEMPADUR MASTIC 45880-50630

Acabados -> HEMPADUR FC 45660 – 5017 (Rojo)

ÁREA 3

3 Superestructura

Parcheo ->HEMPEL'S IMPRIMACION S. R. 127E1 – 12080

Acabados ->HEMPATEX ENAMEL 56360 - 10000

ÁREA 4

4 Cubierta de la Superestructura

Parcheo -> HEMPADUR MASTIC 45880-50630

Acabados -> HEMPADUR FC 45660 – 5017 (Rojo)

ÁREA 5

5 Chimenea

Parcheo ->HEMPEL'S IMPRIMACION S. R. 127E1 – 12080

Acabados -> HEMPATEX ENAMEL 56360 – 50806 (Rojo)

Acabados -> HEMPATEX ENAMEL 56360 – 30100 (Azul)

ÁREA 6

6 Garajes

Parcheo -> HEMPADUR MASTIC 45880- 11480

Acabados -> HEMPADUR FC 45660 –47020 (Verde)

Acabados -> HEMPADUR FC 45660 – 11150 (Gris)

Acabados -> HEMPADUR FC 45660 – 3000 (Blanco azul)

ÁREA 7

7 Sala de Máquinas e interior

Parqueo ->HEMPEL´S IMPRIMACION S. R. 127E1 – 12080

Acabados -> HEMPALIN ENAMEL 52140- 3000 (Blanco azulado)

Cuadros eléctricos -> POLYENAMEL 55100 – 11150 (Gris)

ÁREA 8

8 Varios

Anticalórica -> HEMPEL´S SILCON ALUMINUM 56910 - 1900

Naranja, alta visibilidad -> HL-VEE56540-50180

Bombas de servicio -> HEMPALIN ENAMEL 52140 – 40980 (Verde claro)

5.5 Carta RAL y Medidas de control de pintura

El control de calidad de las pinturas se realiza a través de la supervisión del trabajo, con el objetivo de conseguir un trabajo de campo de calidad.

Carta de colores RAL



Ilustración 38: Carta de colores RAL

Fuente: www.dscounto.com

La carta de colores RAL es una guía de colores con una numeración de cuatro dígitos, que es utilizada en diversas ramas de trabajo como puede ser la distribución de pinturas o la fabricación de éstas.

Medidor de espesor capa seca

Los medidores de espesores de capas determinan el espesor de las capas y pintura. Los principios de medición de los medidores de espesores de capas y de pintura son el de la inducción magnética o el de la corriente parásita. Los medidores de espesores de capas y de pintura pueden emplearse en superficies de todo tipo de materiales metálicos.



Ilustración 39: Medidor de espesor capa seca

Fuente: www.pce-iberica.es



Ilustración 40: Instrumento para medir espesor de Película Seca

Fuente: www.arcamgranallados.com

Higrómetro de carraca



Ilustración 41: Higrómetro de carraca

Fuente: elcometer.com.mx

Instrumento que determina el porcentaje de humedad relativa (%HR) y el punto de rocío en cualquier momento. Se fabrica con una escala Celsius.

Peine medida espesor capa húmeda

El peine-formado con huecos del corte de la precisión son indicadores mojados del espesor, para determinar el grueso de capa colocando verticalmente sobre un substrato revestido mojado.

Dichos indicadores del espesor tienen 10 huecos con las inscripciones del grueso en el lado de cada hueco. Se recomienda para sustituir por un nuevo si tiene grieta en los huecos del indicador.



Ilustración 42: Peine medida espesor capa húmeda

Fuente: spanish.huatecgroup.com

5.6 Últimas tecnologías en pinturas antiincrustantes

En 2008 se prohibieron utilizar compuestos orgánicos que actuaban como biocidas en las pinturas AF (anti fouling) que recubrían la obra viva de buques y estructuras sumergidas.

Se adoptando numerosas soluciones técnicas: siliconas, híbridos dipolares, resinas insolubles, recubrimientos autolimpiantes, fibras electroestáticas y mecánicas, pinturas metálicas o empleo de biocidas marinos naturales.

La pintura de cascos compuesta de polvo de hierro, cemento y cobre se empleo como medida protectora en 1625, pero el sulfato de cobre se convierte en el biocida universal en 1854. Luego con la implantación del acero, se buscaron otras medidas de protección contra en óxido y las incrustaciones, se descubrió la molécula llamada Tributiltin (TBT-tributil estaño) altamente biocida. Sin embargo, el MEPC (Marine Environment Protection Committe) de la OMI debatió su peligro y prohibió su utilización en 1990.

Los sistemas de recubrimiento protector pueden clasificarse en tres grandes categorías:

- **Biocidas:** Se dispersa en la matriz o resina de la pintura, es componente ácido que se disuelve liberando las moléculas del biocida.
- **Autolimpiables:** Son recubrimientos basados en la silicona, lisos y brillantes, blandos o esponjosos.
- **Innovadores:** Trata de desarrollar pinturas recorridas por corrientes eléctricas, el trabajo con nanotecnología y se realizan experiencias en pinturas biomiméticas.

Hempel desarrollo el recubrimiento Hempaguard, protege el buque en períodos de inactividad, compuesto por un polímero precursor con biocida y un hidrogel activo capaz de crear un superficie saturada de agua que rechaza a los microorganismos y los expulsa por fricción. El producto es efectivo en buques tanques, portacontenedores y graneleros en distintos modos de operatividad, es decir, en buques que navegan a elevadas velocidades.

JOTUN introdujo el primer revestimiento antiincrustantes a base de resinas de epoxi y polisiloxato. La pintura compuesta por resinas y endurecedores recibe el nombre comercial de Sea Lion Resilient.

CHUGOKU MARINE PAINTS (CMP) presento un sistema para la identificación de antiincrustantes de baja resistencia a la fricción. Un recubrimiento de Akzo Nobel

combina sus propiedades biocidas con un SPC, conocido como Lubyon. Es un recubrimiento superhidrófilo, lubricante y reduce la fricción y el combustible 5%.

Otro recubrimiento es el Interseek 1100 SR, un fluoropolímero que combate con eficacia la formación del biofilm. Puede formarse biofilm al detenerse el buque, pero es eliminado con el movimiento.

Pintagel actúa como aislante térmico. Se aplica como una pintura de alta cubrición, idónea para evitar saltos térmicos y alternativa al sistema de lana de roca y “coquilla”.

[11]



Ilustración 43: Pinturas Antiincrustantes

Fuente: www.depintur.com

VI. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo final de grado se ha profundizado en el campo de los esquemas de pintado para ver sus características actuales así como sus aplicaciones más prácticas en los buques de la marina mercante.

En este capítulo expongo las conclusiones sacadas del conjunto del trabajo final de grado llevado a cabo.

- He realizado un estudio de diferentes características del esquema de pintado que se han utilizado para satisfacer las necesidades comunes a cubrir abordo.

- He llevado a cabo en todo momento la explicación de las diferentes aplicaciones del esquema de pintado en diferentes partes del buque para conseguir entender porque se escoge una pintura u otra según resulte conveniente.

- Se han expuestos el caso práctico del esquema de pintado que dispone de algunas características de la pintura expuestas en el presente trabajo. Dirigiendo la atención hacia el medio marítimo.

- Hago mención de algunas cuestiones que condicionan la elección del esquema de pintura más adecuado según el tipo de buque, la superficie a pintar, la localización y propiedades de la superficie, el mantenimiento e incluso a cuestiones de espacio que afecten directamente al diseño del buque y por tanto a la construcción naval.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Artículo: La pintura como técnica aplicada al sector naval. Servando R. Luis León, Federico Padrón Martín, José A. Rodríguez Hernández. Revista “El Capitán”. [1]

(ANEXO I)

Artículo: “Corrosión”. María Teresa Cortés M. / Pablo Ortiz H. Apuntes Científicos Uniandinos No. 4 / Dic. 2004. [2]

http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/como_pintar_barco.php

Corrosión: Remando contra la corriente [3]

<http://www.ionis.com.ar/agua/corrosion.htm>

Proyecto INFOCAB SB 202507: Corrosión de metales, un proceso espontáneo. I. Q. Raquel Enríquez García [4]

<http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/quimica/infocab/unidad124.html>

Ensayo: La corrosión de los barcos. Lizbeth Zit. [5]

<http://www.buenastareas.com/ensayos/La-Corrosion-De-Los-Barcos/4193608.html>

Corrosión del casco del buque [6]

<http://todoproductividad.blogspot.com.es/2011/09/estudiando-la-corrosion-altas.html>

Efecto de la temperatura sobre la corrosión en materiales metálicos. [7]

<http://prezi.com/orqi8caecnye/efecto-de-la-temperatura-sobre-la-corrosion-en-materiales-metalicos/>

Sistema eléctrico anticorrosión para buques [8]

<http://www.nauticexpo.es/prod/kc-ltd/sistemas-electricos-anticorrosion-buque-32307-332048.html>

Bibliografía

Sistema anticorrosión para buques mercantes (protección catódica por corriente impresa) [9]

<http://www.nauticexpo.es/prod/cathelco-ltd/sistemas-anticorrosion-buques-mercantes-proteccion-catodica-por-corriente-impresa-37784-406837.html>

<http://www.las-pinturas.com/clasificacion-pinturas.html> [10]

Revista Marina Civil nº 108. “Nuevas tecnologías en pinturas antiincrustantes”. [11]
(ANEXO II)

Material para resultados aportado por la naviera OPDR – CANARIAS. [12]

Fichas de pintura: <http://www.hempel.es/>

BIBLIOGRAFÍA DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 1: www.histarmar.com.ar/SubArch/PeciosRevisitados.htm

Ilustración 2: Apuntes Científicos Uniandinos No. 4 / Dic. 2004

Ilustración 3: http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/curso/uni_03/u3c6s2.htm

Ilustración 4: <http://www.fao.org/docrep/003/v5270s/v5270s08.htm>

Ilustración 5:

<http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/quimica/infocab/unidad124.html>

Ilustración 6: <http://www.cirrocooper.com.mx/2011/10/la-corrosion/>

Ilustración 7: <http://html.rincondelvago.com/corrosion-del-casco-del-buque.html>

Ilustración 8:

<http://www.faunatura.com/agua-corrosion.html>

Ilustración 9: <http://www.docstoc.com/docs/11587101/corrosion---PowerPoint>

Ilustración 10: <http://www.nauticexpo.es/prod/kc-ltd/sistemas-electricos-anticorrosion-buque-32307-332048.html>

Ilustración 11: www.nauticexpo.es

Ilustración 12: http://www.nervion.com.mx/web/por_sector/productos_marino.php

Ilustración 13: www.soropintors.com

Ilustración 14: mundoautosyeison.files.wordpress.com

Ilustración 15:

quimicathai.wordpress.com/2010/01/21/contra-la-corrosion-algo-mas-de-teoria/

Ilustración 16:

barcosenmalaga.blogspot.com.es/2012/03/varada-programada-del-buque-topas

Ilustración 17: www.nervion.com.mx/web/conocimientos/como_pintar_barco.php

Ilustración 18:

www.sylpyl.mx/Productos/Productos/Categoria/82/Equipos_De_Aplicacion_y_Control_De_Calidad

Ilustración 19: <http://www.garciamonge.es/servicios-nauticos/pintura-nautica/patente-antifouling>

Ilustración 20: http://www.arcamgranallados.com/maquinaria_equipo.html

Ilustración 21: http://es.wikipedia.org/wiki/Astillero_naval

Ilustración 22:

http://www.fondear.org/infonautic/mar/El_Mar/Mar_Proteger/Mar_Proteger.htm

Bibliografía

Ilustración 23 a 37: Trabajo de campo

Ilustración 38: <http://www.dscuento.com/ral/>

Ilustración 39: <http://decoracionlapubilla.blogspot.com.es/2013/02/carta-ral.html>

Ilustración 40:

<http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores/medidores-de-espesor.htm>

Ilustración 41: http://elcometer.com.mx/climaticos/Elcometer_116.php

Ilustración 42:

http://spanish.huatecgroup.com/china-wet_film_thickness_gauges_comb_shape-9899.html

Ilustración 43: <http://www.depintur.com/marina-pinturas-transocean-coatings.html>

ANEXOS

ANEXO I

LA PINTURA COMO TÉCNICA APLICADA AL SECTOR NAVAL

Servando R. Luis León

Profesor Dpto. de Ingeniería Marítima de la ULL

Federico Padrón Martín

Profesor Dpto. de Ingeniería Marítima de la ULL

José A. Rodríguez Hernández

Profesor Dpto. de Ciencias y Técnicas de La Navegación de la ULL

Para aquellos que trabajamos en el sector marítimo, no resulta extraña ni ajena la estampa de un marinero efectuando labores de pintado a bordo de un buque. A primera vista, sin efectuar reflexión alguna, podríamos pensar que éste es un trabajo rutinario y poco importante. Si así lo hacemos, nos equivocáramos ya que, en la actualidad, la aplicación de pinturas descansa sobre una base técnica bien conocida, en continua evolución y con gran influencia sobre el periodo de vida útil de un barco.

Las características propias del entorno obligan a tener en cuenta los factores que afectan a la conservación y mantenimiento a bordo, así como las medidas que debemos considerar para hacer frente y paliar en lo posible la principal causa de envejecimiento que sufre cualquier embarcación en el medio marino, *la corrosión*.

1. Corrosión. La gran mayoría de buques que componen la flota mercante mundial están contruidos de acero. Además, operan inmersos en un medio altamente corrosivo como es el agua del mar. La combinación de estos dos aspectos hace que la pintura desempeñe un papel importante como tratamiento contra la corrosión, fundamentalmente la de tipo húmedo, es decir, la que se origina al contacto con el agua. No obstante, y de manera adicional, la pintura también puede ofrecer otras diferentes finalidades como son: antiabrasivas, antideslizantes, antincrustantes, pulimentantes, estéticas...

2. Factores incidentes en la actividad corrosiva del agua del mar. El agua del mar es el electrolito más abundante en nuestro planeta. Los factores principales que inciden en la actividad corrosiva del medio marino son los siguientes: salinidad, temperatura, contaminación y sedimentos, exposición atmosférica y la proliferación de soldaduras en la construcción del propio buque. El objetivo a perseguir será reducir la acción coadyuvante de estos factores en el proceso corrosivo sobre la estructura del buque.

3. **Contrato de construcción de buques de acero.** El contrato firmado por armador y astillero para la construcción y suministro de un buque de acero, dentro del apartado “Especificación Técnica”, debe incluir la descripción de un “Sistema de lucha anticorrosión” que, a su vez, contemplará medidas encaminadas a conseguir los objetivos de reducción de niveles de corrosión, ralentización en la reposición de materiales, alargamiento de la vida útil del buque, mantenimiento de las condiciones operativas y de seguridad y, por último, reducción de los costes de mantenimiento.
4. **Medidas estándar incluidas en el sistema de protección.** Para buques de acero, la solución convencional adoptada dentro del sistema de protección contra la corrosión suele ser una combinación del *empleo de esquemas de pinturas* (objeto de éste artículo) y de la *dotación de protección catódica*.
5. **Efectividad del uso de las pinturas.** La efectividad del uso de pinturas contra la corrosión dependerá, en gran medida, de la correcta ejecución de las siguientes fases del proceso:
 - a) Métodos de preparación de superficies metálicas.
 - b) Limpieza y adecuación de la superficie a pintar.
 - c) Elección del tipo de pintura y el esquema.
 - d) Medios y formas de aplicación de la pintura.
 - e) Mejora y mantenimiento del sistema de pintado durante la vida del buque.
6. **Especificación del sistema de pintado.** El sistema de pintado se deberá especificar y detallar para todo el buque, contemplando las siguientes partes bien diferenciadas:
 - a) Exterior del buque: obra viva, obra muerta, cubiertas a la intemperie, superestructuras y accesorios.
 - b) Interior del buque: estructuras, cubiertas, mamparos, compartimientos, espacios de carga, tuberías, tanques y multitud de accesorios.
 - c) Equipos: tanto en el interior como en exterior expuestos a la intemperie.
7. **¿Qué es una pintura naval?** Una pintura moderna de aplicación naval consta de los siguientes componentes básicos: el pigmento (que proporciona el color), el vehículo (disolvente más la resina) y distintos aditivos.

Los diversos tipos de resinas, también llamadas *ligador* (de composición polimérica), dan lugar a diferentes tipos de pinturas, con idoneidad específica para aplicaciones concretas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta los diversos ingredientes que suelen contener las pinturas. Algunos de ellos pueden ser nocivos. Por ello, se aconseja consultar la ficha técnica y de seguridad para realizar una manipulación sin riesgos para la salud.

También hay que considerar el mecanismo de secado-curado por el que una pintura pasa de estado líquido a sólido seco. El secado es, básicamente, un proceso exclusivamente físico de evaporación del disolvente. En cambio, el curado añade al proceso físico citado otras reacciones químicas complejas.

Desde un punto de vista funcional, también hemos de distinguir entre pinturas de película final dura y las blandas o pegajosas; de ellas, las primeras son las más usuales y extendidas.

8. Tipos de pinturas. Las pinturas comercializadas dentro del ámbito naval pueden clasificarse según los siguientes criterios:

- a) Según la aplicación de destino, tenemos pinturas para decoración, pintura para suelos, pinturas de protección industrial y pinturas de fabricación.
- b) Según el tipo de ligador o resina, existen multitud de ellas como son pinturas al aceite, poliésteres, acrílicas, epoxíflicas, poliuretánicas, de silicona, etc.
- c) Según número de componentes (mono y bi-componentes).

9. ¿Qué es un esquema de pintado? El “*Esquema de pintado*” lo definimos correctamente a través de la elaboración de una tabla con los siguientes datos:

- Identificación de zona a tratar (sobre plano) y su área.
- Tipo de sustrato o material a proteger (generalmente, acero en caso de un buque).
- Prescripción de capa sellante si fuese necesaria para atenuar irregularidades de superficie.
- Prescripción de una o varias capas de imprimación netamente anticorrosivas.
- Capas sucesivas intermedias de protección.
- Capa final de acabado.

Para cada uno de estos items, se concreta el tipo de pintura, nombre del producto, número de capas y espesores, tipo de preparación de superficie según normas ISO, color y cualquier otra particularidad significativa.

10. Prescripción de operaciones. La materialización de un sistema de protección contra la corrosión y los diferentes esquemas de pintado que lo conforman deben contemplarse en todos los buques existentes y los de nueva construcción. El proceso de materialización consta de las siguientes fases:

- a) Preparación de superficies en la construcción de módulos, ensamblaje, varada y a bordo.
- b) Pre-tratamiento de superficies metálicas (primera fase del esquema).
- c) Aplicación del resto del esquema según la tabla de datos comentada en el punto anterior.
- d) Control de ejecución en cada fase.
- e) Pruebas finales de verificación de cumplimiento.

11. Tratamiento de superficies. Como hemos comentado, la primera fase de la prescripción de operaciones se ocupa del tratamiento de superficies, previo a cualquier aplicación de pintura. Entre las diferentes técnicas de preparación, mencionamos las siguientes:

- Técnicas de alcance limitado: acoge la limpieza manual y aquella que se realiza con soporte de herramientas mixtas mecánico-manuales.
- Chorro de agua de limpieza previo, para la eliminación de la sal, trabajando a baja presión entre 250-750 bar.
- Chorro abrasivo de granalla, ya sea metálica, no metálica o materiales especiales, con posibilidad de elegir dureza de partículas, tamaño de grano y huella de acabado.
- Chorro de agua de alta presión a 750 bar, o muy alta presión entre los 750 y los 3.000 bar.
- Técnicas decapantes por adición de productos químicos.
- Adecuación y secado final de la superficie tratada.
- En toda la fase de tratamiento de superficies se atenderá a la prescripción del esquema de pintado en lo concerniente a los grados de preparación según norma

ISO 8501-1 y que prevé diferentes grados con denominaciones St, St-2, St-3, Sa1, Sa2, Sa2_{1/2} y Sa3.

- 12. Elección de productos y combinación de pinturas.** Para la elección del producto y combinación de pinturas adecuadas, en el mercado existen numerosos fabricantes y distribuidores que ofrecen diversidad de productos y la información técnica pertinente. La elección de productos suele hacerse en base a la funcionalidad, naturaleza, color-RAL, brillo, monocomponente, bicomponentes, resistencia a la abrasión, forma de aplicación, etc. Dentro de la recomendación hecha por los suministradores, se aconseja respetar el sistema de protección anticorrosión y esquemas suministrados al buque desde su construcción, no olvidando que, para mejoras o modificaciones, debe acudir a un experto o soporte técnico del fabricante.
- 13. Técnicas de aplicación de pinturas.** Esta es otra de las fases a realizar dentro de la prescripción de operaciones. Antes de la aplicación, resulta imprescindible conocer o consultar la ficha técnica de cada tipo de pintura con el fin de aplicar procedimientos correctos: protección de partes no pintables, mezclado y dilución, homogeneización, filtrado, personal auxiliar y medios de sujeción o anclaje del operario aplicador, método de aplicación (brocha, rodillo, pistola con o sin aire) y secado-curado.
- 14. Parámetros y condiciones para asegurar la calidad del proceso.** Resulta obvio que se han de poner los medios para tratar de garantizar la calidad de todo el proceso de materialización de un sistema de protección contra la corrosión mediante pintado. En esencia, los medios que se articulan son: especificaciones escritas ya sea en el contrato de construcción, varada u obra; vigilancia del cumplimiento de las especificaciones mediante controles; pruebas antes de la entrega o finalización de trabajos; protocolos de aceptación de obra y garantías escritas sobre los trabajos realizados.
- 15. Pinturas especiales.** Merecen atención especial las pinturas que se utilizan en el sistema de protección contra incrustaciones aplicado en el exterior del casco, también llamadas antifoulings. Tienen como finalidad evitar las adherencias en la obra viva durante la explotación del buque y preservar las cualidades de velocidad de la nave. Los esquemas que normalmente se usan están diseñados para periodos

efectivos de 36 a 60 meses. La normativa internacional vigente exige certificación que confirme que la composición química del esquema antifouling propuesto está libre de metales pesados y nocivos para el medio ambiente.

A bordo también se usan otras pinturas de ejecución especial como son las anti-deslizantes, recubrimientos galvánicos y anti-calóricas.

16. Mantenimiento del esquema exterior del casco. Hemos de tener en cuenta que el exterior del casco de un buque de acero es la parte más expuesta a la acción corrosiva e incrustante del agua del mar. Sólo una parte de la obra muerta puede ser mantenida durante la explotación del buque. El resto y la totalidad de la obra viva sólo pueden recibir mantenimiento durante las varadas, salvo intervenciones limitadas como inspecciones y limpiezas submarinas. Por tanto, la intervención sobre el casco en cada varada debe ser concienzudamente preparada con el fin de poner el esquema de pintado en condiciones óptimas que permita soportar otro periodo de explotación en estado razonable.

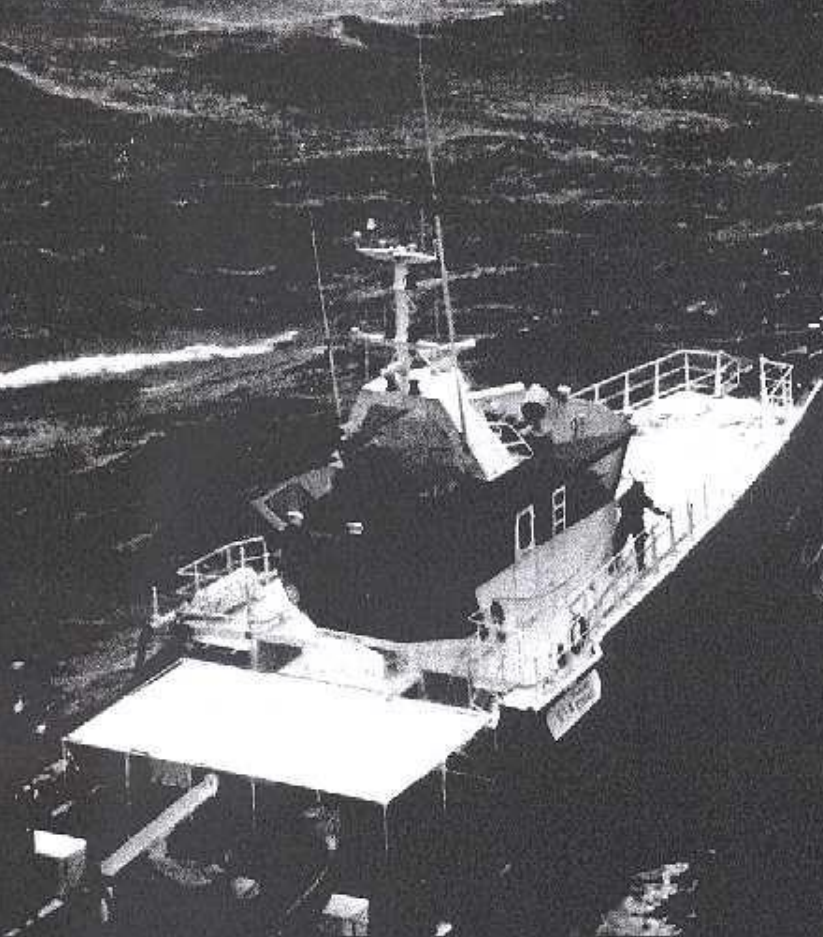
17. Conclusiones. A la vista de lo comentado en párrafos anteriores, para buques convencionales de acero, quedan claros los siguientes enunciados:

- Se ha evidenciado que las labores de pintado en el sector naval constituyen una actividad tecnológica.
- Se trata de una actividad en continua evolución aunque “silenciosa” que afecta sobre todo a fabricantes de pintura y equipos de preparación y aplicación.
- En ella están fuertemente implicados armadores, astilleros, empresas de servicio, fabricantes y entidades de control.
- También se deriva en un fuerte impacto económico por inversión en recursos para conservar los buques.
- Para esta actividad ya ha comenzado un nuevo reto con la aparición de fuertes exigencias medio ambientales y la nueva conciencia y normativa ECO.

ANEXO II

MARINA CIVIL

NÚMERO 108



OMI:

España, reelegida como miembro del Consejo

Salvamento y remolque del "Esnaad 715" y "Abis Calais"

Salvamento Marítimo asiste a 13.090 personas en 2013

CLEAN Port Tarragona

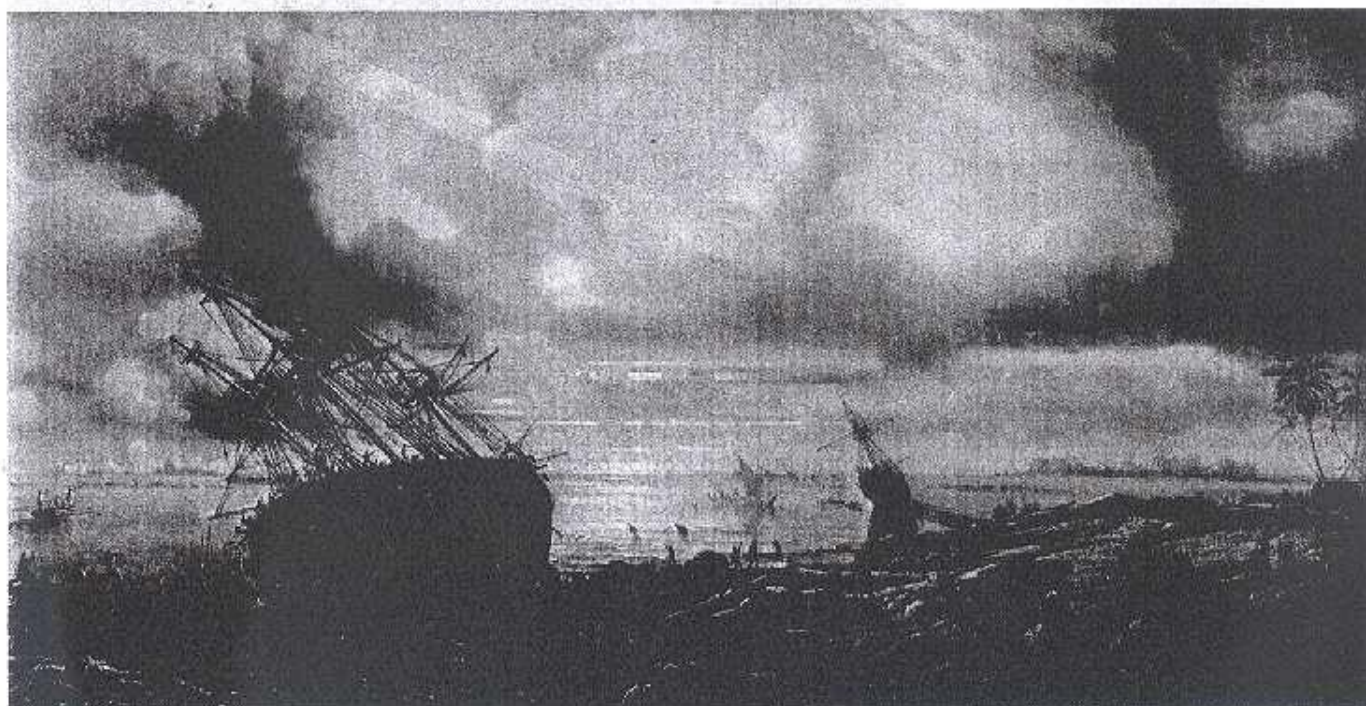
Construcción Naval:

"Discovery", "Edda Ferd", "Ronja Polaris" y "Mestre Simão"

Especial electrónica y pinturas marinas

Diez años sin TBT

Nuevas tecnologías en pinturas antiincrustantes



> La colonización de la obra viva por organismos marinos es una preocupación milenaria. Bergantines limpiando sus cascos a principios del siglo XIX.

El Convenio Internacional sobre el control de sistemas de pinturas antiincrustantes en los buques fue adoptado por la OMI en 1999, después de largo debate sobre los daños del tributiltin (TBT) en los ecosistemas marinos.

Su entrada en vigor, el 1 de enero de 2003, fue complementada por la prohibición, adoptada desde 2008, de utilizar compuestos orgánicos que actuaran como biocidas en las pinturas AF (anti fouling) que recubrían la obra viva de buques y estructuras sumergidas.

Desde entonces la evolución ha sido intensa, adoptando numerosas soluciones técnicas: siliconas, híbridos dipolares, resinas insolubles, recubrimientos autolimpiantes, fibras electrostáticas y mecánicas, pinturas metálicas o empleo de biocidas marinos naturales. Grandes fabricantes internacionales de pinturas navales, como Chugoku, Hempel, Jotun y AKZO exponen sus avances en la materia.

10 years without TBT

NEW TECHNOLOGY FOR ANTI-FOULING PAINT

Summary: The International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems on Ships was adopted by the IMO in 1999 following extensive debate on the dangers of tributilin (TBT) for marine ecosystems. Entering into force on January 1st 2003 it was complemented in 2008 by a ban on the use of biocide organic compounds in AF paints covering ship hulls and other submerged structures. Anti-fouling solutions have come a long way since then with numerous solutions adopted including the use of silicon, dipolar hybrids, insoluble resins, self-cleaning bottom paints, electrostatic and mechanical fibres, metallic paints and natural marine biocides. Major international producers of ship paint such as Chugoku, Hempel and Jotun share their progress in this field.

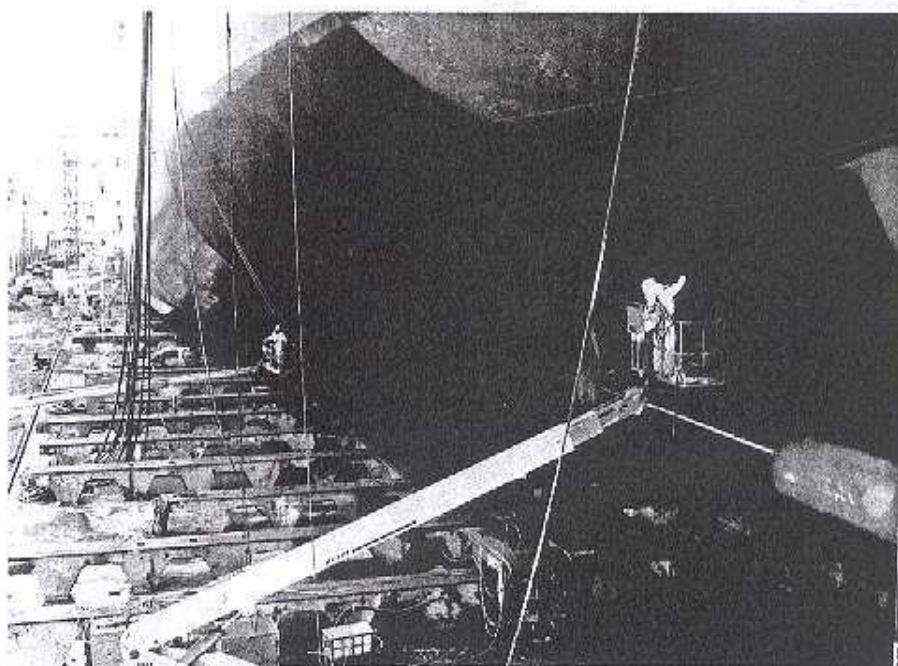
> Del sebo animal al cobre

Cuando se contemplan pinturas o maquetas de buques a vela anteriores al siglo XIX, llama la atención el tono cremoso de sus carenas. La razón de la tonalidad no es otra que la capa de sebos y grasas que recubrían la tablazón del forro para conjurar el ataque del gusano o broma (Taredo navalis). Desde la aplicación de arsénico y azufre, pasando por la cera de abeja, la pez y los alquitranes, se ha llegado a la nanotecnología y a los recubrimientos biomiméticos.

Sin embargo, en los siglos XVII y XVIII, los activos astilleros situados fuera de las murallas de Campeche (Nueva España) contaban con buscadores o que recorrian las playas del Yucatán recolectando "galletas" de petróleo expelidas, de forma espontánea, por los yacimientos submarinos del golfo de México, hoy en plena explotación. Una buena prueba de que la química del carbono, en sus variantes más avanzadas, sería la opción protectora universal.

En el año 1625 se registra el empleo de una pintura protectora de cascos que hace de lado a un derivado del carbono, ya que estaba compuesta de polvo de hierro, cemento y cobre. Pero no es hasta 1854 cuando el sulfato de cobre se convierte en el biocida universal para la protección de los cascos. Con la implantación del acero, la amenaza de la broma dejó paso al engorro del óxido y las incrustaciones de fauna marina en el casco sumergido. Hasta 1.700 especies de organismos y microorganismos marinos, desde algas hasta invertebrados pasando por bacterias, moluscos y plancton son susceptibles de acumularse en las zonas sumergidas de una embarcación.

El arma elegida para combatir la indeseada colonización fue el veneno. Hasta el desarrollo de la química orgánica, los recubrimientos se basaban en pinturas impregnadas de



> Aplicación de antiincrustante en un buque. Si las propiedades del producto aplicable son decisivas, no menos importante es la calidad de su aplicación por profesionales.

sales de cobre o de compuestos de mercurio, arsénico y otros pesticidas minerales. La eficacia era parcial y de corta duración, lo que exigía reiteradas visitas a los varaderos para limpiar los cascos y nuevas aplicaciones de pintura. Sin embargo, la química del carbono regaló a las flotas mundiales una molécula llamada Tributiltin (TBT- tributil estaño), altamente biocida.

Sin el TBT, los avances son constantes

En los años 80 del pasado siglo, el TBT había demostrado su elevada eficiencia hasta que los cultivadores de ostras en Francia dieron la voz de alarma. Los moluscos cultivados padecían deformaciones que impedían su desarrollo, aparecían cambios de sexo en moluscos del sur del Reino Unido y de Bélgica se asociaba al TBT con daños neurotóxicos e inmunodeficiencia. La molécula resultó ser persistente, hasta el punto de que los sedimentos marinos costeros y de las dársenas

portuarias acumularán un TBT estable en sus lodos durante muchos años.

> El final del TBT

Desde finales de la década de los ochenta algunas naciones, como Francia o Japón, introdujeron normas prohibiendo el empleo de pinturas con TBT en buques de esloras inferior a los 25 metros en sus aguas costeras. En el año 1988, el MEPC (*Marine Environment Protection Committee*) de la OMI debatió el peligro del TBT en los ecosistemas marinos y adoptó, en 1990, la resolución que desembocaría en la definitiva prohibición de su utilización. Las investigaciones sobre pinturas y recubrimientos antiincrustantes habían previsto la normativa, elaborando propuestas de alternativas al TBT.

Por un lado, se regresaba a biocidas de un supuesto menor impacto ambiental y sanitario que el TBT, como los tradicionales compuestos de cobre, zinc, cromo o estroncio, si bien poco recomendables si la superficie a cubrir era un casco de aluminio por el riesgo de corrosión galvánica. En cualquier

caso, parecía imprescindible seguir empleando resinas y polímeros que albergaran un biocida que se dispersara en el agua de mar. Pero, al tiempo, empezaban a crearse recubrimientos libres de biocidas que actuaban de forma que los microorganismos fueran arrastrados por la lenta disolución de la propia superficie a la que intentaban fijarse. Se trataba de pinturas blandas, solubles en agua y que, capa a capa, se llevaran larvas y microorganismos por arrastre, o bien pinturas cuya textura superficial disuadiera de cualquier intento de adherencia.

La desaparición del TBT coincidió en el tiempo con un cambio en la estrategia del sector de los antiincrustantes y de los operadores de buques. Ya no se trataba únicamente de combatir la corrosión del metal y la acumulación de fauna marina en la obra viva. En la protección de las carenas también pesaban el ahorro de los costes, la competitividad y las nuevas normas ambientales. Un estudio efectuado por ABS en Estados Unidos calculaba que de 10 a 20 micras de microorganismos adheridos al casco aumentaban en 1% la resistencia al deslizamiento. Si las concreciones tenían 250 micras de espesor la resistencia aumentaba al 17% y los consumos de combustible subían hasta un 4%. En 2010 se calculaba que un granelero navegando a 20 nudos consumía 100 toneladas diarias de fuel, pero si su casco se recubría con una delgadísima película de "biofilm", para mantener la misma velocidad necesitada 110 toneladas diarias.

> Si hoy no proteges, pagarás mañana

Más consumo de combustible significaba mayores emisiones de CO₂ a la atmósfera y mayor efecto invernadero. Por otro lado, los cascos de los buques eran un vehículo perfecto para transportar especies

marinas a uno y otro confin del océano, alterando los ecosistemas en similar medida que las aguas de lastre. Con estos antecedentes, el desarrollo de nuevas pinturas estaba garantizado.

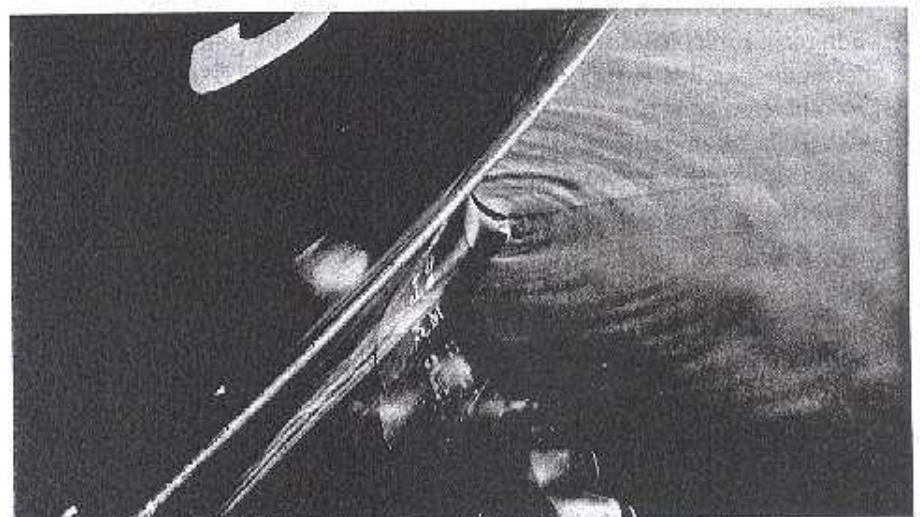
Menos incrustaciones y emisión de gases, protección de ecosistemas y ahorro energético, base de las nuevas pinturas

Conocer el complejo proceso de colonización de un casco está en la base del desarrollo de nuevas pinturas. Comienza por la formación de una película biológica o biofilm sobre la superficie del metal o del recubrimiento. El biofilm está compuesto por bacterias o microorganismos (diatomeas) que utilizan una sustancia extracelular polimérica (EPS) para anclarse en el sustrato. Su presencia altera la superficie invadida y estimula la llegada de otros huéspedes. El delgado biofilm no tiene por qué componerse de organismos vivos, sino que puede consistir en bacterias muertas (proteínas) o secreciones que favorecen la llegada de organismos más grandes y usan el biofilm como "incubadora".

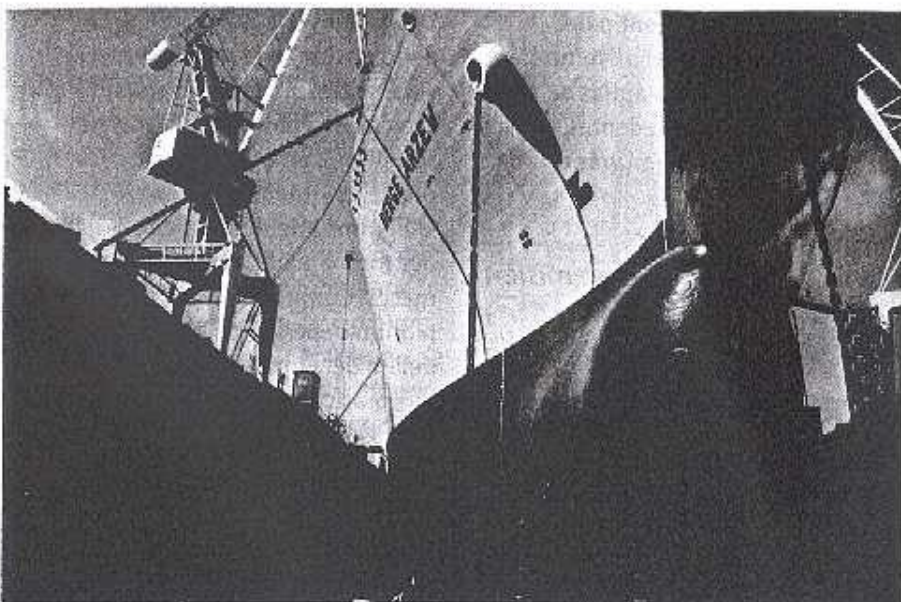
Una vez instalado el biofilm, la degradación (o la proliferación de vida, según el punto de vista) es rápida. Sin control, una superficie sumergida en aguas tropicales puede acumular hasta 150 kilogramos de adherencias orgánicas por metro cuadrado en apenas seis meses. Como la formación del biofilm dependió en buena medida del Ph del entorno, se desarrollan pinturas capaces de modificar ese Ph. Los sistemas de recubrimiento protector pueden clasificarse en tres grandes categorías: biocidas, autolimpiables (*foul release*) e innovadores.

Biocidas

El principio básico de la pintura es la resina o matriz donde se dispersa un biocida autorizado. El agua de mar se difunde en la superficie externa del recubrimiento y éste suelta lentamente el biocida o bien es liberado en sucesivas capas. Normalmente, el recubrimiento matriz es un componente ácido que, ante la alcalinidad del agua marina (Ph 8), se disuelve liberando las moléculas del biocida. Los recubrimientos Biocidas pueden clasificarse en otras cuatro subcategorías:



> Los nuevos recubrimientos deben contemplar también su eficacia durante los fondeos y paradas.



> Aplicación de pintura a base de nanotubos de carbono en el LNG "Berge Arcew", de la noruega FW Fleet, durante una de sus escalas en El Ferrol. Es el primer buque en experimentar este tipo de recubrimiento.

- SPC (*Self Polishing Copolymer*).

Literalmente Copolímero autopulimentable. Son pinturas que desprenden el biocida contenido en la matriz por hidrólisis de la misma o por reacción del polímero ácido soluble en agua. Generalmente están formados por acrilatos (ésteres o sales de ácido acrílico) de metal o de sililo.

- CLS (*Contact Leaching Systems*).

Literalmente Sistema de desprendimiento por Contacto. Son recubrimientos de larga vida formados por una matriz insoluble en agua que desprende el biocida, altamente concentrado, muy lentamente. Su eficacia decrece con el tiempo.

- CDP (*Controlled Depletion Polymer*).

Literalmente Polímero con Desgaste Controlado. Formado por una resina ácida natural (ácido abiético) de baja disolución. Es usado en pinturas de lixiviación por capas (*Leaching Layers Paints* o pinturas ablativas) duras y gruesas, pero agrietables y con peligro de corrosión.

- Híbridos de SPC y CDP, que emplean como biocida el piritione de cobre.

Autolimpiables FRC (*Foul Release Coatings*)

Su acción es mecánica y prescinde de cualquier tipo de biocida. Son recubrimientos generalmente basados en la silicona, lisos y brillantes, blandos o esponjosos, que no se dejan colonizar, reduciendo o previniendo la adherencia de microorganismos. Aunque existen numerosas variantes y combinaciones, protegidas por la confidencialidad y las patentes, es posible establecer dos grandes categorías.

- Recubrimientos Hidrófobos. Crean superficies de apariencia lisa y brillante, a base de aceites de silicona modificados, de Polidimetilsiloxane (PDMS) o de fluoropolímeros (fluorina + silicona) que combinan propiedades hidrófugas e hidrófilas. No obstante, es difícil evitar la formación del biofilm sobre la superficie "blanda" de la

pintura. La respuesta es aplicar fricción al biofilm y desprendirlo por el procedimiento de navegar a más de 20 nudos. Esta "autolimpieza" está solo al alcance de embarcaciones rápidas.

- Recubrimientos Hidrófilos o Hidrogeles. Crean una superficie exterior blanda y esponjada por el agua marina que desconcierta a los posibles invasores por ser de naturaleza desconocida en el mar. Suele estar compuesta por "zwitteriones", como la glicina betaína o la sulfobetaina, moléculas híbridas fuertemente hidratadas y bipolares, como ciertos aminoácidos, con doble carga eléctrica, positiva y negativa y mucha solubilidad en el agua. También precisan de velocidad y fricción para funcionar.

Innovadores

En este apartado, en plena evolución e investigación, se preparan los posibles recubrimientos del futuro. En principio, los desarrollos se centran en pinturas recorridas por corrientes eléctricas que, de forma automática, efectúan pequeñas descargas o cambios de polaridad en los recubrimientos. Otros trabajan en nanotecnología (nanotubos de carbono) que ofrecería una superficie inabordable (inaprensible) para los microorganismos, o bien integrada por microfibras que recubren la superficie de la resina matriz y que se agitan durante el desplazamiento, dificultando la adherencia. Finalmente, se realizan experiencias en pinturas biomiméticas que reproducen las pieles de escualos o delfines, recubiertas de microescamas donde es extremadamente difícil asentarse.

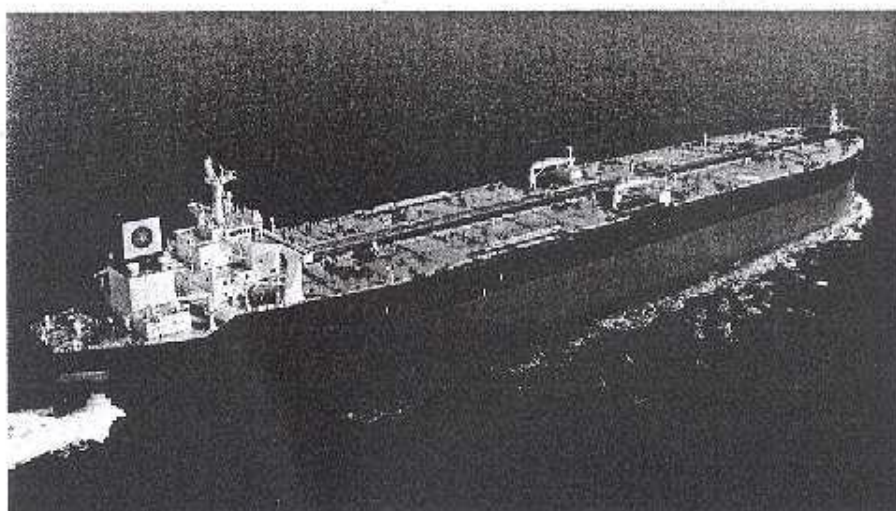
Como conclusión final, el sector de los recubrimientos navales se encuentra en una situación de permanentes

avances tras el final del TBT y con las dudas que despierta el uso del cobre como biocida, rechazado en determinados puertos (San Diego – USA). La mirada también está puesta en factores ambientales (especies invasoras, emisiones de gases, contaminación del medio marino) y en un mercado muy complejo al tener que ofrecer pinturas a la medida del cliente y de sus costes empresariales, adaptadas al buque objetivo y sus capacidades, a su trabajo y su operatividad en diferentes aguas. De ahí la extraordinaria variedad de ofertas existente en los mercados globales.

> Lanzamiento de la pintura Hempaguard

La multinacional HEMPEL presentó durante la última *London International Shipping Week* su tecnología ActiGuard, basada en un recubrimiento de hidrogel *Foul Release Coating* (FRC) a base de silicona a la que se añade una pequeña cantidad de biocida. La idea general era combinar las ventajas de ambos sistemas, pues si el primero dificultaba la formación del biofilm, gracias a su textura y a la acción del movimiento del buque, el biocida actuaría durante las paradas y fondeos de larga duración del buque.

El resultado ha sido el recubrimiento Hempaguard, destacado por su elevada protección en periodos de inactividad, gracias a la presencia simultánea de un polímero precursor con biocida y de un hidrogel activo capaz de crear una superficie saturada de agua que rechaza a los microorganismos y los expulsa por fricción con el andar del buque. De esta forma, el producto actuaría en las paradas, de hasta 120 días, usando un 95% menos de biocida que un SPC estándar y permitiendo hasta un 8% de ahorro de combustible.



> Una pintura para buques oceánicos que realizan largas singladuras, con detenciones igualmente duraderas, como en el caso de los VLCC.

Según la firma fabricante, el Hempaguard ofrecería efectividad en buques tanque, portacontenedores y graneleros en diferentes modos de operatividad. El razonamiento es que las pinturas que trabajan con mayor efectividad en buques que navegan a elevadas velocidades de crucero o que buscan cumplir horarios, pueden no ser tan útiles en buques que optan por mantener bajas velocidades para economizar combustible y reducir emisiones, siguiendo planes de gestión de eficiencia energética (SEEMP).

Recubrimientos adaptados a la operatividad del buque

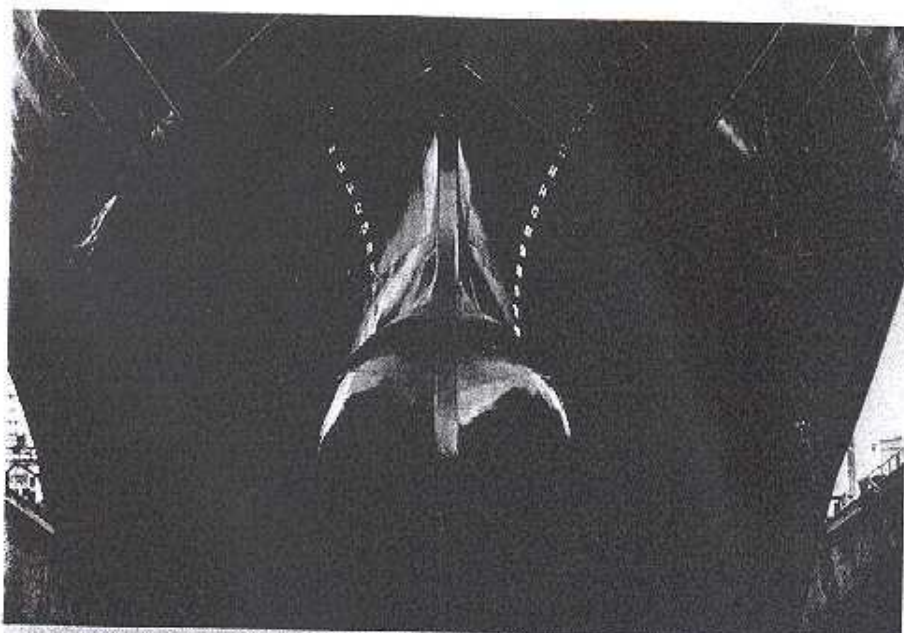
Ante este dilema que acota mercados, el Hempaguard se presenta como una opción versátil y en dos modalidades: el X5, con una duración del recubrimiento de 36 meses y 60 días de parada, y el X7, con 90 meses de navegación y 120 días seguidos de fondeo o amarre.

> Tecnología epoxi de Jotun

Después de extensas investigaciones y ensayos, JOTUN ha introducido en el mercado el primer revestimiento antincrustante a base de resinas epoxi

y polisiloxano. El nuevo compuesto de resinas y endurecedores recibe el nombre comercial de Sealion Resilient. En comparación con otras tecnologías de recubrimientos antiadherentes (IRC – *Foul Release Coatings*), el epoxi-polisiloxano mejora el comportamiento ante las incrustaciones de organismos en el casco y proporciona una superficie brillante y suave, idónea para armadores que buscan reducir los costes relacionados con la entrada en dique seco y el mantenimiento.

Las propiedades del Sealion Resilient requieren dos capas fáciles de aplicar. Al simplificarse el mantenimiento y reducirse las reparaciones, se reducen significativamente los tiempos de varada y los costes de mano de obra, a la vez que se reducen los consumos de pintura. Con su mayor dureza, el recubrimiento disminuye el riesgo de posibles daños mecánicos, minimiza las incrustaciones, proporciona una superficie lisa que disminuye la fricción y logra una menor emisión de CO₂ y ahorros en el consumo de combustible. De acuerdo con el programa de sostenibilidad de Jotun y de las normativas OMI, el epoxi-polisiloxano está libre de biocidas y tiene bajas emisiones de VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles).



> El brillante aspecto del Sealion Resilient aplicado sobre la obra viva del buque. La palabra Resilient (Resiliencia) es un adjetivo bien elegido, a causa de la capacidad de este recubrimiento de mantener sus cualidades a lo largo del tiempo.

El lanzamiento formal de la pintura Sealion Resilient se llevó a cabo en marzo de 2013, con ocasión de la feria Miami Cruise Shipping. La elección de esta actividad naviera como encuadre para la presentación de la nueva pintura fue adecuada, ya que los armadores de cruceros podrían apreciar un recubrimiento adaptado a las cálidas y poco profundas aguas del Caribe. Los buques de crucero turístico mejoran su aspecto exterior, gracias al brillo de la pintura epoxi de lotun y a sus cualidades antiabrasivas. Teniendo en cuenta que las rutas de los buques se adentran en áreas marinas protegidas y reguladas, la pintura Sealion Resilient representa una ventaja a la hora de reducir el riesgo de transferencia de especies invasoras y no desprenden biocidas.

> CMP y sus avances en la selección del antiincrustante

CHUGOKU MARINE PAINTS (CMP), fundada en 1917 (Hiroshima – Japón), presenta un sistema pionero para la identificación de antiincrustantes de

baja resistencia a la fricción. Desde que los copolímeros autopulimentables a base de TBT fueron prohibidos, CMP optó por desarrollar pinturas del tipo SPC (*Self Polishing Copolymer*) basadas en el acrilato de sililo, al ser una alternativa adecuada y suficientemente probada, hasta el punto de mantenerse hasta 60 meses en activo sobre un casco. En esta línea se enmarca la pintura de empresa japonesa bautizada *Seagrandprix 1000*.

Libre de biocidas y resistente

Posterioros desarrollos condujeron a una nueva tecnología que iba más allá del acrilato de sililo, gracias al producto *Seaflo Neo Series*. En términos de economía de combustible, el nuevo recubrimiento economiza hasta el 5% de combustible y sus acabados, extremadamente suaves y blandos, están prácticamente exentos del aspecto de "piel de naranja" que puede adquirir este tipo de recubrimientos, además de evitar la presencia de gotas (pequeñas

protuberancias) generadas por una sobreaplicación, lo que reduce los índices de fricción.

La eficiencia energética es la clave

Las pruebas con recubrimientos capaces de crear superficies de "baja energía" se han llevado a cabo en cilindros de fricción, revestidos interiormente con las pinturas puestas a prueba. Es un dispositivo diseñado por la Universidad de Ciencias de Tokio, junto con el Instituto Marítimo Nacional de Investigación y CMP. El método de pruebas, denominado DCFREE, mide los esfuerzos de fricción que ofrece un recubrimiento cuando se encuentra en el casco de un buque a velocidad normal de operación. Con anterioridad, este tipo de pruebas se basaban en velocidades superiores a los 100 nudos, que después eran extrapoladas a las condiciones reales. Los análisis incluyen imágenes 3D que permiten estudiar los flujos de agua.

Como conclusión de las pruebas efectuadas, el nuevo Seaflo Neo Series de Chogoku se aplica sin mayor problema mediante la pulverización tradicional, tiene un mantenimiento sencillo, utiliza tecnología ultra suave, economiza entre el 3 y el 5% de combustible al reducir la resistencia de la fricción, ofrece una protección antiincrustante de larga duración por sus buenas cualidades de autopulimentación y autolimpieza, contiene un alto volumen de sólidos, para ser un hidrófilo, y resiste hasta 90 meses sin necesidad de pasar por el varadero.

> Los dos sistemas de Akzo Nobel

Tras su presentación en Londres hace un año, los recubrimientos de la británica International Paint Ltd. (Akzo Nobel), ponen a prueba su

resistencia y fiabilidad en los océanos mundiales. Akzo dispone de dos productos de élite que actúan de forma diferente, aunque pueden trabajar simultáneamente en un mismo buque, siempre en busca de mayores ahorros de combustible, menores emisiones de gases y menores costes de las operaciones.

El primero de los productos Akzo es el recubrimiento Intercept 8000 LPP, que combina sus propiedades biocidas con un SPC (*Self Polishing Copolymer*). La novedad es el polímero utilizado, con el nombre comercial de Lubyon, patentado por Akzo y censado de ser más hidrófilo que los SPC más extendidos, como son los acetatos de sililo o los acrilatos de metal. Calificado como un recubrimiento "superhidrófilo", el polímero Lubyon de la pintura Intercept 8000 LPP se transforma en un verdadero lubricante en contacto con el agua, reduciendo la fricción y consiguiendo economías de combustible de hasta el 5%.

Además, el recubrimiento tiene la propiedad de hincharse en el agua, tornando la superficie recubierta más uniforme y reduciendo la resistencia, al tiempo que desprende lentamente un biocida. El ritmo de la liberación del biocida no depende de la temperatura del agua, por lo que se consiguen similares resultados en cualquier lugar del mundo a la hora de conseguir protección contra incrustaciones de microfauna marina o aparición del biofilm. Por otro lado, el autopulido de la superficie es más regular que con otros SPC, siendo especialmente indicado para buques oceánicos. El Interceptor 8000 LPP ha sido ensayado con éxito en buques portacontenedores, GNL, graneleros y tanques.

La opción sin biocida de Akzo Nobel es el Interseek 1100 SR, un fluoropolímero que combate con eficacia la formación del biofilm,



> El nuevo tanque químico nipón "Crane Oceano" recubierto con la nueva pintura Seaflo Neo de Chugoku.

primera fase para la adherencia de microorganismos en la obra viva del buque. Según cálculos llevados a cabo por el Departamento de Arquitectura Naval e Ingeniería Oceánica de la Academia Naval de Estados Unidos, el biofilm adherido a los cascos de las flotas mundiales supone 44 millones de toneladas suplementarias de fuel consumido y la emisión extra de 134 millones de toneladas de CO₂ al año.

Akzo propone dos pinturas pioneras

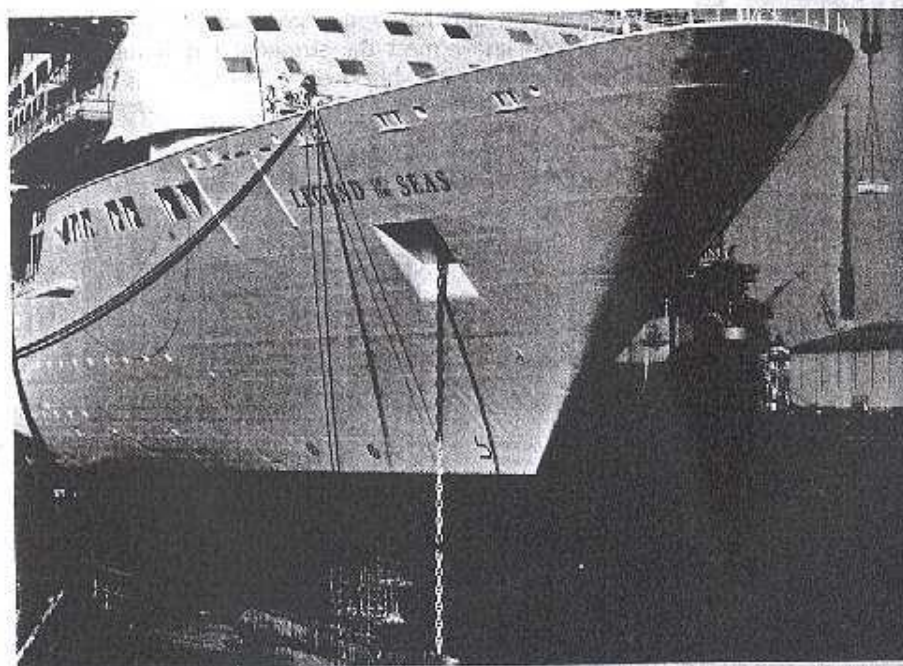
La resistencia del nuevo polímero empleado por Interseek 1100 SR a la formación del biofilm no se ve afectada por las aguas templadas y, aunque pueda llegar a formarse biofilm durante las detenciones del buque, éste es inmediatamente eliminado al reemprenderse el movimiento gracias al roce del agua. El producto, que supone una novedad respecto del recubrimiento Interseek anteriormente comercializado por Akzo, ha supuesto tres años de

investigación por parte de ingenieros especialistas en hidrodinámica, biólogos marinos y especialistas en polímeros, seguido por cuatro años de ensayos en laboratorio y pruebas reales sobre diversos tipos de buques, con la colaboración de astilleros y armadores.

> Pintura y aislante térmico

Aplicar un recubrimiento que simultáneamente protege y aísla térmicamente es el ideal conseguido por EUROPEA DE PINTURAS INDUSTRIALES. Instalada desde 1988 en Pravia (Asturias), la firma española fabrica pinturas navales a base de epoxis, clorocauchos, poliuretanos o vinílicos. Una de sus últimas innovaciones recibe el nombre de Pintagel, una pintura que actúa como aislamiento térmico.

La aplicación de este producto ha sido ofrecida, de forma exclusiva, dentro del territorio español, a la empresa INDASA (Industrial de Acabados, S.A), fundada en el año 1968, con sede en Gijón (Asturias) y dedicada a la



> El crucero "Legend of the Seas" recibiendo los dos nuevos productos de Azco en la grada. Otro crucero, el "Carnaval Elation" fue laboratorio de pruebas para el Intersleek 1100 SR.

aplicación y mantenimiento de pinturas y recubrimientos en el sector naval. El producto Pintagel es un aislamiento térmico que se aplica como una pintura de alta cubrición, idónea para evitar saltos térmicos y alternativa al sistema habitual de lana de roca y "coquilla". Su forma de aplicación disminuye los costes de aislamiento de tubos industriales, depósitos, recintos, salas de máquinas, etc.

El aislamiento térmico que ofrece Pintagel se beneficia de su coeficiente de transmisión térmica y de la sencilla forma de su aplicación, lo que reduce el tiempo de implantación del aislamiento. Además, permite la rápida detección de fugas en las líneas y depósitos de producción, elimina los residuos habituales generados por los trabajos de aislamiento. Asegura rápidas reparaciones y aplicaciones de acabados (colores y texturas) finales a gusto del cliente, garantizando su operatividad a temperaturas de trabajo de hasta 200°C y con la ventaja de adaptarse a soportes

donde no llegan los aislamientos térmicos.

En la actualidad la preocupación por el mantenimiento preventivo de los buques ha aumentado y prueba de ello son las especificaciones más exigentes o la aplicación de la IMO PSPC, en los tanques de lastre. En esa misma línea se han incrementado los barcos que se metalizan durante la fase de construcción.

De momento los armadores que más solicitan este tratamiento suelen ser los nórdicos, donde es una práctica bastante habitual, en España de momento se encuentran pocos ejemplos, pero ya se está extendiendo su uso gracias a la industria eólica o a ciertos componentes de cubierta como las maquinillas.

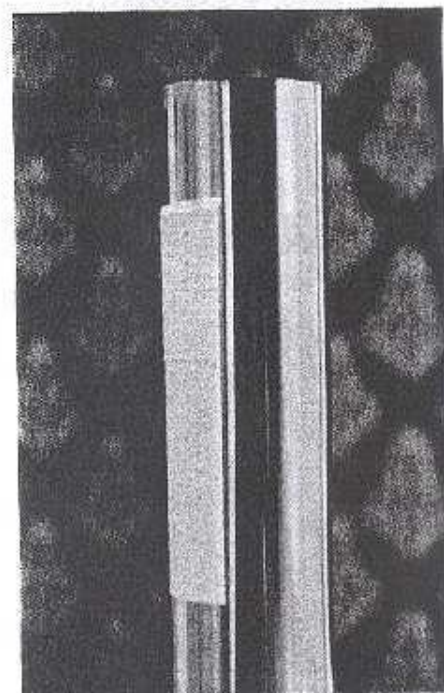
CHORRO NAVAL hace una breve descripción del proceso. Sobre una superficie chorreada hasta el Grado Sa 3 (ISO 8501-1) se aplica mediante proyección con aire comprimido una metal fundido, normalmente zinc puro o zinc/aluminio 85/15, de modo que este metal al contacto con el

acero se solidifica, formando una película protectora de un metal que ejerce de ánodo. A continuación se aplicará un esquema de pintado estándar con una primera capa de pintura compatible con el metalizado.

La protección que se logra es equivalente a la que se obtiene mediante el galvanizado en caliente, con la ventaja de que se puede aplicar a estructuras de cualquier tamaño "in-situ" y no somete a las superficies a ningún estrés térmico, por lo tanto tampoco produce deformaciones.

Las zonas de los buques más habituales donde se realiza este tratamiento son los costados, cubiertas, superestructuras, parques de pesca, locales de bombas, túneles, etc. en general las zonas húmedas (excepto la obra viva y tanques).

Sin duda una gran elección, donde la inversión inicial se ve compensada a medio plazo con el escaso mantenimiento preciso en las zonas metalizadas.



> Una tubería de acero inoxidable parcialmente recubierta del nuevo Pintagel.