

## PINTURAS ANTIINCRUSTANTES

Constituyen la capa de terminación de la *parte sumergida del casco*. Eventualmente puede requerirse esta propiedad en las pinturas para línea de flotación.

Las pinturas antiincrustantes tienen por objeto prevenir la fijación y posterior crecimiento de los organismos incrustantes o "fouling". Son especies vegetales y animales que se adhieren sobre todas las superficies sumergidas si las mismas no están adecuadamente protegidas. En el caso particular del casco de las embarcaciones, incrementan la fricción y el consumo de combustible, provocan una reducción en la velocidad de desplazamiento y obligan a costosos carenados periódicos de mantenimiento.

### TOXICOS EMPLEADOS

Muchas de las pinturas antiincrustantes que se usan en la actualidad emplean compuestos de cobre (óxido cuproso), de mercurio (arseniato mercurioso, compuestos de fenil-mercurio), de arsénico (anhídrido arsenioso, arseniatos o compuestos orgánicos), de plomo y estaño (orgánicos). Para ser efectivos los tóxicos deben ser solubles en agua de mar, de manera de poder actuar frente al "fouling". Para que esa solubilización se produzca con el ritmo requerido, además de la solubilidad propia del compuesto *es importante que el ligante de la pintura se solubilice lentamente en el agua de mar.*

Lo que antecede indica que, en principio, una pintura antiincrustante manifiesta su actividad durante un lapso determinado (uno, dos o tres años, p. ej.). Ese lapso es en general menor que el de efectividad de los productos anticorrosivos más resistentes usados actualmente. Eso obliga a la reposición periódica de la película antiincrustante.

Dicha reposición no constituye un problema grave mientras se conserve la integridad del esquema de carena, es decir mientras no se produzcan en el mismo discontinuidades o roturas que permitan el ataque localizado de la superficie metálica, ya que las embarcaciones deben entrar periódicamente a dique para ser revisadas por múltiples motivos. Reponer sólo la pintura antiincrustante puede significar una estadía en dique de no más de 24 horas en los casos en que no hay daños mayores, pudiéndose aplicar en dicho lapso hasta dos manos de la nueva pintura, si se cuenta con personal

en número suficiente y medios adecuados.

Los tóxicos *deben ser de amplio espectro*, es decir que su acción debe ser efectiva sobre la mayor parte de las especies existentes en el medio considerado. Una determinada *acción específica* puede lograrse incorporando un *tóxico de refuerzo*.

## ACCION DE LOS TOXICOS

La acción de los tóxicos puede ser de *repelencia* hacia los organismos citados, se puede *producir la muerte de los mismos antes de su fijación definitiva* o pueden *actuar luego de la fijación*, alterando los procesos metabólicos y produciendo finalmente la muerte. A fin de que sea efectiva, la acción del tóxico debe quedar encuadrada dentro de los dos primeros mecanismos, ya que en el tercer caso, si bien el organismo muere, queda fijado en forma definitiva, con lo que se producirán los problemas de fricción mencionados con anterioridad.

En nuestro país, el tóxico más utilizado es el *óxido cuproso*, fácil de manipular y que no es tóxico para el hombre. Su acción se manifiesta sobre la mayor parte de las especies incrustantes. Tiene como inconveniente grave el de ser un compuesto químico muy inestable, por lo que su almacenamiento sin alteración previo a la elaboración de la pintura es muy difícil.

Cuando el tóxico se disuelve en agua de mar, se forma sobre la superficie pintada una capa laminar, de alta concentración. Si esa superficie no se mueve (caso de los barcos anclados en puerto) la lixiviación es menor. En navegación, debido a la acción turbulenta del agua de mar, se incrementa. En consecuencia, el tiempo total de navegación en el año es una variable que afecta la duración del sistema protector. Este aspecto debe ser tenido muy en cuenta por el fabricante en la formulación, regulando la solubilidad del vehículo, a fin de impedir un consumo exagerado cuando el barco está en movimiento.

Es importante precisar que la *fijación del "fouling"* se produce especialmente en los puertos; durante la navegación, y por encima de 6-7 nudos, los organismos, en general, no se fijan. Un barco en permanente navegación y con mínimas estadías en puerto, como es el caso de un petrolero, es menos susceptible al "fouling" que otra embarcación cuya estadía en puerto es prolongada.

El *espesor de película* de la pintura antiincrustante aplicada *tiene importancia en relación con el tiempo de efectividad*. Siendo el vehículo soluble en agua de mar, es evidente que dicho *espesor* (figura 40) se irá reduciendo a lo largo del proceso de *inmersión*, en el cual la película pierde tóxico y ligante.

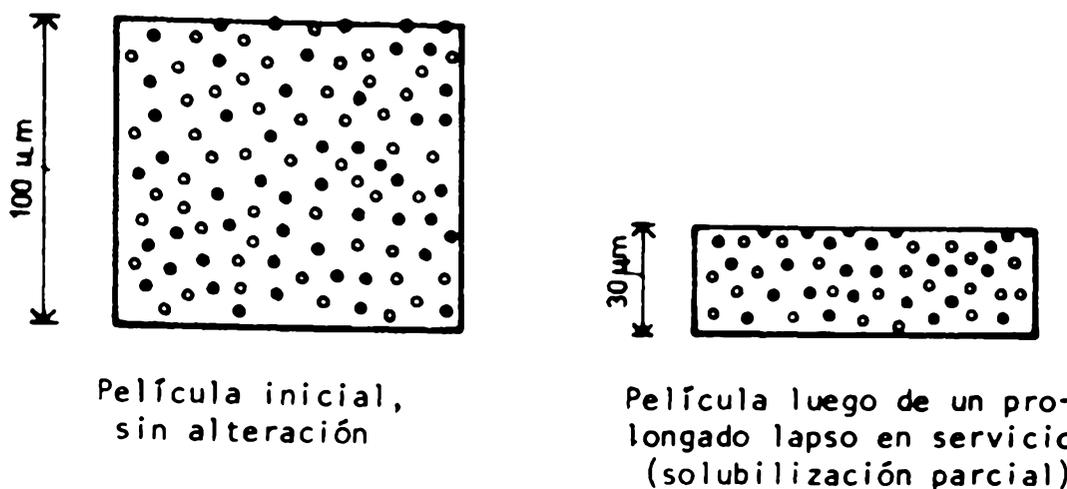


Fig. 40.- Disminución de espesor en servicio de una pintura anti-incrustante tipo vehículo soluble

La acción tóxica puede verse interferida si se forman compuestos insolubles entre la pintura y el agua de mar. Esos compuestos insolubles pueden deberse tanto a reacciones químicas de los pigmentos como del mismo ligante. Parte de esos productos se eliminan por erosión durante la navegación permitiendo que la película anti-incrustante esté permanentemente en condiciones de liberar tóxico.

#### APLICACION

Estas pinturas pueden ser pintadas con pincel, rodillo, soplete convencional o soplete sin aire comprimido (Airless). Este último procedimiento es el que permite aplicar mayor espesor por mano.

Las dos manos de pintura antiincrustante que habitualmente integran un sistema para carenas se aplican sobre el fondo anticorrosivo o sobre la pintura intermedia, si la misma ha sido empleada.

La pintura antiincrustante, por sus características particulares de formulación, debe ser pintada muy poco antes de que la embarcación sea puesta en servicio nuevamente, después del carenado. *Períodos de secado mayores de 3 a 5 días no son convenientes* por cuanto puede incrementarse su solubilidad en agua (oxidación de determinados componentes del vehículo) o producirse cuarteado (por tratarse de pinturas con alto contenido de resina y aptas para estar permanentemente en inmersión). En este aspecto *deben respetarse las indicaciones del fabricante.*

Es poco frecuente que en esta etapa, aun prolongando el tiempo de permanencia fuera del agua, se produzca desprendimiento de la película, pero esto sí puede ocurrir en los casos de entrada a dique de un buque para solucionar problemas de otra naturaleza (p).

ej. localizados en hélices o timón. Una pintura antiincrustante después de un tiempo en servicio, con su película parcialmente agotada, tiene menor adhesión sobre el fondo y puede llegar a desprenderse fácilmente, dejando el casco sin protección antiincrustante.

En caso de estadías breves en dique se recomienda rociar con agua permanentemente la superficie de la carena, para evitar que la misma se seque, usando un chorro de agua con poca presión, para no favorecer el desprendimiento de pintura. Si la estadía se prolonga, es preferible dejar secar el casco, eliminar con material abrasivo la pintura vieja, sin dañar el fondo y aplicar una nueva mano de pintura antiincrustante.

El *tiempo de secado* de estas pinturas es corto, pudiendo aplicarse hasta dos manos en un mismo día si las exigencias del carenado lo requieren y se pinta a soplete. A pincel o soplete es conveniente dejar transcurrir como mínimo 24 horas entre manos.

#### FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LAS PINTURAS ANTIINCRUSTANTES

Existen factores relacionados con el medio y factores intrínsecos, correspondientes a las pinturas, que tienen relación con los resultados que se obtienen en la práctica.

Dentro de los primeros debe mencionarse la *composición del agua de mar*, factor importante que incide sobre la solubilidad de la película. El problema principal está relacionado con la *contaminación existente en los puertos*, ya que si los contaminantes son ácidos, como generalmente ocurre, esa acidez hace que el pH del agua de mar, que normalmente posee un valor 8,2, descienda a cifras inferiores a 7 y creando una condición en la cuál el ligante de la pintura no es soluble (este ligante es una resina ácida, la colofonia y necesita un medio ligeramente alcalino para disolverse). En consecuencia la película se bloquea, el tóxico no se disuelve y el "fouling" adhiere y se desarrolla, dando lugar a los problemas enunciados al principio de este capítulo. El aspecto que presenta una superficie en esas condiciones puede observarse en la figura 41.

La *temperatura del agua de mar*, si aumenta, incrementa la solubilidad tanto del tóxico como del ligante, por lo que la vida útil puede ser considerablemente más corta en un medio con temperatura más alta, como ocurre en las zonas tropicales.

Otros aspectos importantes relacionados con la actividad de las pinturas antiincrustantes, tales como la *concentración de cobre en el agua de mar* o el *contenido de oxígeno* no tienen prácticamente influencia sobre la acción de control de las pinturas antiincrustantes.



*Figura 41*

*Aspecto que presenta, luego de tres meses de inmersión, un panel pintado con un esquema para carena, sumergido en el puerto de Mar del Plata, cuando la pintura antiincrustante no ha tenido efecto tóxico sobre el "fouling"*

Resumiendo, lo importante es hacer resaltar que mientras que en la formulación de un fondo anticorrosivo se persigue como objetivo fundamental obtener el máximo poder protector con un ligante inerte frente al medio agresivo, en el caso de las pinturas antiincrustantes se tiene un producto reactivo, que *modifica permanentemente sus características cuando está sumergido en agua de mar*, a fin de que el tóxico pueda ser puesto en libertad.

Los *factores relacionados con la formulación* y con los *métodos de elaboración* también influyen sobre la bioactividad y sobre el resultado en servicio de estas pinturas.

Considerando lo relacionado con la formulación, debe destacarse la importancia que tiene el *contenido de óxido cuproso* y algunas *propiedades de este pigmento* (riqueza, distribución de tamaño de partículas), como así también el *tipo y contenido de pigmento inerte* (extendedor).

Considerando los *procesos de elaboración de la pintura*, tiene suma importancia la preparación del ligante y el tiempo de molienda del tóxico, dependiendo éste del tipo de equipo utilizado.

Finalmente, el *tiempo de estacionamiento de la pintura en el envase* también influye sobre la actividad de este material, por producirse en esta etapa reacciones químicas entre el pigmento (cuando este es óxido cuproso, básico) y el ligante (ácido), y además por la posibilidad de que el pigmento pase a otros estados de oxidación (cobre metálico u óxido cúprico).

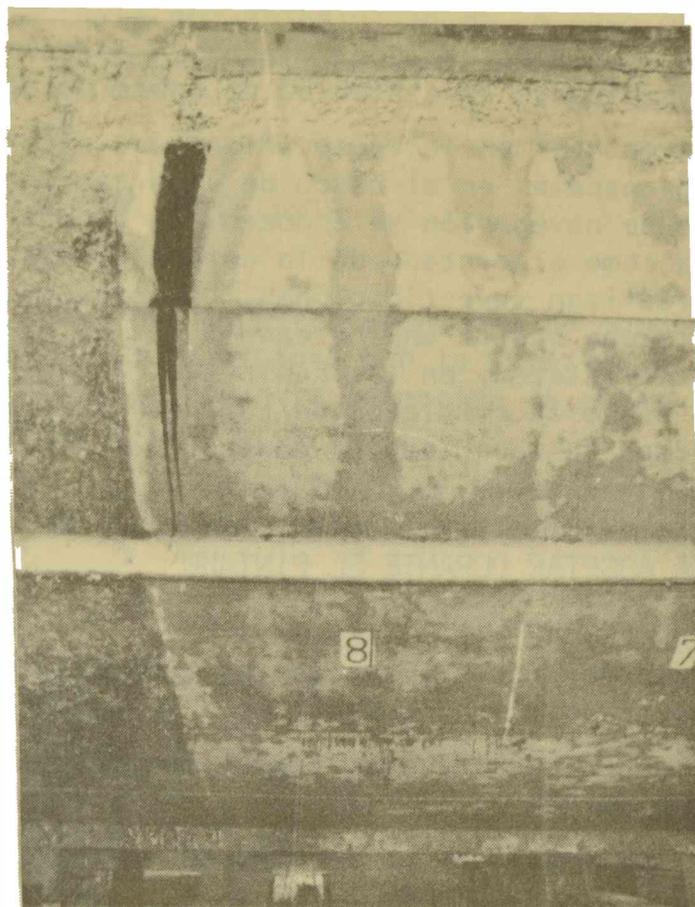
Dentro del Programa ECOMAR, patrocinado por el SENID (Servicio Naval de Investigación y Desarrollo) se han obtenido formulaciones antiincrustantes con una vida útil en servicio que oscila entre 12 y 36 meses. Con esas pinturas se pueden resolver los problemas de mantenimiento de la carena de las embarcaciones de la Armada (figura 42).

## OTROS TOXICOS UTILIZADOS

Como ya se mencionó al principio de este capítulo, *compuestos de mercurio y de arsénico*, inorgánicos y orgánicos, son también empleados, principalmente como tóxicos de refuerzo, por su acción específica sobre determinadas especies de "fouling". Sin embargo estos compuestos comienzan a ser objeto de prohibiciones en muchos países, por su toxicidad frente a organismos superiores.

Dentro de los *tóxicos más recientemente incorporados en la formulación de pinturas antiincrustantes*, se encuentran algunos biocidas (compuestos orgánicos de estaño y de plomo) que se caracterizan por ser *químicamente compatibles* (no reactivos) con los otros componentes lo que *facilita la elaboración*. Son incoloros, por lo que pueden prepararse pinturas de colores diversos (las pinturas a base de óxido cú-

proso son de color colorado), que además no son corrosivas en contacto con aluminio o acero, tienen baja solubilidad en agua y un amplio espectro en lo relativo al control de las especies incrustantes más importantes.



*Figura 42.- Estado de la carena (completamente libre de "fouling") de una embarcación de la Armada después de 24 meses en servicio; a la izquierda puede verse una zona no protegida, incrustada*

Los compuestos mencionados son el óxido de tributil-estaño o TBT<sub>2</sub>O, el fluoruro de tributil-estaño (TBT<sub>2</sub>F), el fluoruro de trifeníl-estaño (TPT<sub>2</sub>F), etc.

#### ENSAYO DE PINTURAS ANTIINCRUSTANTES

El análisis químico y los ensayos físicos de laboratorio, a diferencia de lo que ocurre con otros tipos de pintura, no son suficientes para establecer el posible grado de eficiencia en servicio de las pinturas antiincrustantes. A lo sumo permite conocer el contenido de óxido cuproso, el tipo de inerte utilizado y el contenido total de pigmento, proporciona alguna información sobre la composición del ligante, pero no puede saberse con exactitud si el tóxico.

podrá ser solubilizado en la proporción necesaria para evitar la incrustación del casco.

La *eficacia* o *rendimiento potencial* puede ser establecida en laboratorio midiendo la solubilización de tóxico en condiciones normalizadas, sumergiendo paneles en recipientes con agua de mar, en condiciones de agitación y temperatura controladas. A intervalos, por vía química, puede determinarse el contenido de cobre de la solución.

El *comportamiento real en servicio* sólo puede determinarse mediante el pintado de paneles en el casco de embarcaciones cuyos itinerarios y períodos de navegación se conocen. En general tanto este tipo de experiencia como el pintado de la carena completa sólo se justifican cuando se realizan investigaciones. Un ensayo de menor costo, que se aproxima a lo que ocurre en los cascos de los barcos, es el que utiliza *balsas experimentales*, en las cuales se colocan paneles de acero, pintados con esquemas completos de carena y se verifica al cabo de un cierto tiempo su capacidad de control del "fouling".

#### PRECAUCIONES A ADOPTAR DURANTE EL PINTADO

Siendo productos de cierta toxicidad es necesario adoptar precauciones durante el pintado.

A tal efecto pueden considerarse tres tipos de pinturas, cuya toxicidad es creciente de 1 a 3:

1. A base exclusivamente de compuestos de cobre (óxido cuproso).
2. Las que tienen además incorporados compuestos orgánicos o inorgánicos de mercurio en proporción inferior a 2 por ciento, compuestos de arsénico (inorgánico) y de estaño (orgánico).
3. Aquellas a las que se han incorporado compuestos de mercurio en proporción superior a 2 por ciento (tanto inorgánicos como orgánicos), órgano-arsenicales y órgano-plúmbicos.

En todos los casos es indispensable, *cuando se aplican a pincel o a rodillo*, que los operarios empleen mamelucos que les cubran el cuerpo, capuchas, guantes y protectores para los ojos.

Para la *aplicación a soplete*, además, se deberá utilizar filtro para la respiración (tipo filtro de polvo), el que será renovado como mínimo cada nueva jornada de trabajo. Para las pinturas del tipo 3 es conveniente que, como precaución complementaria, se impida el acceso a la zona de pintado de personas no protegidas.

Lo fundamental es proteger piel, labios y ojos, no tocándose estos últimos con los guantes sucios. No se deberá comer, beber o fumar (esto último por razones de inflamabilidad) en la zona de pintado.

Si la pintura se pone en contacto con la piel removerla con un

disolvente industrial y luego lavarse con agua y jabón.

Como guantes son convenientes aquellos que no se atacan por los disolventes de las pinturas (p.ej. PVC). Para prolongar su duración, antes de sacarlos es conveniente lavarlos con el disolvente, dejando luego evaporar el mismo.

#### OTRA PRECAUCION IMPORTANTE

Las pinturas antiincrustantes a base de compuestos de cobre no deben estar en contacto directo con la superficie metálica (hierro, aluminio, etc.) para evitar la formación de pares galvánicos y el proceso de corrosión que ello genera.

La continuidad de la película de fondo anticorrosivo y un espesor adecuado de la misma impide dicho contacto.