

Estudio sobre los teredos y los medios de evitar su ataque

En las construcciones marítimas de Suecia, Noruega y Dinamarca se emplea gran cantidad de madera, por lo que los técnicos de esos países dedican especial atención a las causas destructoras de dicho material y a los medios de conservarlo. El ataque de los teredos alcanza



Fot. 1.ª Interior de un trozo de pilote-corroído por el "Teredo Navalís"

en algunos sitios importantes proporciones, y los ingenieros suecos, noruegos y daneses han realizado numerosas investigaciones sobre este asunto, cuyos resultados han sido presentados en una Memoria. Este estudio se encuentra detalladamente expuesto en la revista danesa *Ingeniøren* (1921, páginas 287-304), y en la misma publicación (1921, pág. 425) da cuenta el ingeniero Dano de importantes datos sobre el mismo objeto. La revista alemana *Vereines Deutsche Ingenieure* le dedica extensión (1926, página 80), por considerar su conocimiento interesante para los ingenieros alemanes. Con análogo fin transcribo estas líneas, procurando sintetizar, pero sin omitir los datos que aporta.

Estudia sucesivamente la acción del teredo; influencia de la temperatura; de la roca que constituye el fondo; de la salinidad y de las corrientes; grados de ataque; suciedad del agua; variaciones en la intensidad del ataque; profundidades a que tiene lugar; tamaño de la perforación; resistencia de las diversas maderas; importancia de la época en que se coloquen; medios de protección usados y sus resultados; revestimientos, pinturas e impregnaciones.

Acción de los teredos.—Los animales perforadores, y en especial el *teredo navalis*, desarrollan tal actividad en



Fot. 2.ª Interior de un pilote intensamente atacado por el teredo. Algunos orificios conservan el revestimiento calizo que segrega el animal.

la destrucción de las maderas, que constituyen un grave peligro para los elementos de construcciones marítimas formados por este material; las fotografías 1 y 2 son la mejor prueba. Estos lamelibranquios, en los primeros estados de su desarrollo, se hallan en el agua en forma de pequeños seres, provistos de finos tentáculos, con los que pueden moverse y adherirse a la superficie de las maderas. En el mes de junio es cuando generalmente ocurre este fenómeno, y, una vez fijados, excavan una oquedad, que poco a poco van profundizando, según se ve en la fotografía 3.

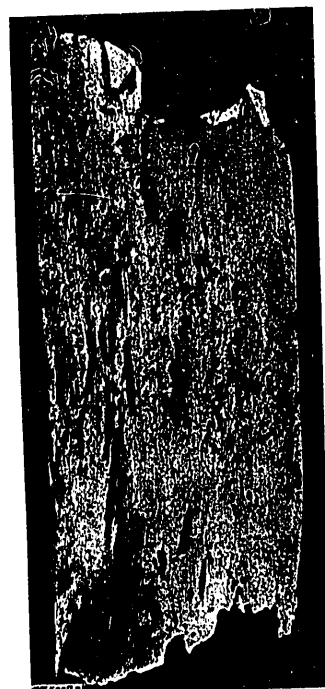
En el estado final de su desarrollo es un molusco bivalvo, provisto en su parte anterior de una especie de uña, pequeña, pero fuerte, con la que va rascando la madera y prolongando la oquedad, al principio en dirección oblicua, pero después en el sentido de las fibras, formando así un orificio de unos 5 mm de diámetro y 300 mm de longitud, por término medio. El molusco va segregando carbonato cálcico, con el que se verifica un revestimiento delgado de la cavidad perforada, asegurando por este tubo su comunicación con el exterior. A veces el ataque de los teredos es tan intenso que la madera queda reducida casi a los intersticios entre los orificios revestidos.

El animal permanece en su agujero, comunicándose con el exterior por dos conductos, de los cuales uno sirve para introducir al estómago los alimentos y a las branquias el agua, y el otro para la expulsión del agua usada en su respiración y de los excrementos. La madera que corroe pasa por los canales intestinales, pero no es asimilada, por lo que requiere obtener sus elementos nutritivos de los organismos pertenecientes al plancton y de las materias orgánicas caídas a su alcance.

Los teredos se extienden por las costas fijados a los barcos (de aquí el nombre latino *teredo navalis*) o a las maderas de las balsas o armadias, pues con sus tentáculos no pueden moverse a grandes distancias. A la difusión contribuyen eficazmente las corrientes, transportándolos en los primitivos estados de su desarrollo.

Si acontece una disminución de la salinidad, o de otras condiciones vitales, la mayoría de los animales mueren, y el ataque queda paralizado hasta el verano siguiente, en que se fijan nuevos organismos, y podrán desarrollarse si las circunstancias no les son desfavorables. Igual ocurre cuando hay épocas en que la madera deja de estar sumergida, como algunos elementos de establecimientos de baños; o si el agua se impurifica por léngamos que destruyen la comunicación del molusco con el exterior.

Influencia de la temperatura.—En la distribución



Fot. 3.ª Exterior de'l pilote cuyo interior representa la figura 2.ª. Las pequeñas oquedades no dan idea de estado en que están por dentro.

geográfica del teredo influye la temperatura, siendo el frío perjudicial para su desarrollo.

Esto lo demuestran los siguientes datos: en Hammerfest y Vardo (norte de Noruega) es muy raro el ataque de los teredos, y sólo se encuentran en los barcos que ascienden hasta esas latitudes; en las costas Sur y Oeste de Islandia se registra el ataque de los teredos, que, en cambio, se desconoce en la costa ártica; en las islas Faroer sólo se ven teredos en los barcos y armadas que llegan en verano, y mueren si permanecen algún tiempo en estas aguas. De ello se deduce que el radio de acción del teredo comienza en la región ártica, y su acción aumenta con la distancia al polo.

Influencia de las rocas que constituyen el fondo.— En general, la naturaleza del fondo no influye en la ac-

mar que donde hay estrella de mar puede haber ataque de teredo.

Con esto se relaciona el hecho de que el ataque de los teredos sea menos intenso en los puertos que en el mar libre, pues en aquéllos hay aportaciones de agua de origen terrestre que disminuyen la salinidad.

También puede influir que en los puertos no hay tantos organismos del plancton, precisados para su nutrición, como en el mar libre, pues aquí son elevados por las corrientes litorales. Por ello el desarrollo de los teredos debe ser mayor en los sitios en que el agua está agitada que no donde está en calma, y, en efecto, los experimentos hechos en la estación zoológica de Kristineberg demuestran que en el agua tranquila el teredo muere por falta de alimento. En las aguas tranquilas del interior de puertos y fiordos sólo se extienden los teredos si las corrientes de agua les aportan el necesario alimento.

Con el fin de tener tipos de comparación, la reunión de ingenieros suecos, noruegos y daneses dividió el ataque de los teredos, según la intensidad que alcanzase, en seis grupos-tipos, que cito porque a ellos se refiere constantemente:

- 1.º No existe el teredo, o existe tan aisladamente que su ataque no tiene importancia alguna.
- 2.º Existe con cierta abundancia, pero su ataque no tiene importancia práctica.
- 3.º Existe en tal grado, que un pilote de pino o abeto de 25 cm de espesor no protegido tiene que ser retirado por inútil en diez a veinte años.
- 4.º La renovación de un pilote es precisa en cinco a diez años.
- 5.º La renovación de un pilote análogo es precisa en dos a cinco años.
- 6.º La renovación de un pilote es precisa cada año.

Refiriéndose a estos grados, analiza la acción del teredo en los mares próximos a Dinamarca, demostrando la influencia de los diversos elementos. El resultado de este estudio, sólo en líneas generales, es el siguiente:

La figura 4 demuestra la influencia de todas las circunstancias citadas. En el Atlántico, mar del Norte y Skagerrak el ataque tiene la intensidad de 4 a 5, llegando hasta 6 en Tongsberg y Moss (golfo de Oslo) y Hirtshals (norte de Dinamarca); y los grados inferiores a 3 se presentan en el interior de Fiordo, por la influencia del agua dulce efluente, que dificulta la vida del teredo.

En Kattegat, por la influencia del mar del Este, es pequeña la concentración salina, y además variable durante el año, siendo los límites extremos 2,83 por 100 y 1,11 por 100 en Sletterhage, y 2,92 por 100 y 0,95 por 100 en Kalby-Kass; de las experiencias danesas se deduce que en estos casos la vida del teredo depende de que exista un valor crítico mínimo de concentración salina durante un tiempo determinado, valor que es superior al mínimo absoluto registrado en esos puntos, donde los valores medios de concentración son 1,44 en Sletterhage y 1,16 en Kalby-Kass. El teredo desarrolla su actividad en donde no está influenciada el agua marina, llegando a 6 en Saro (Suecia).

En Limfjord (norte de Jutlandia) ocurre algo análogo, pero más acentuado, por el agua dulce procedente de los fiordos, pues en Aalborg el valor medio es 2,22 por 100, y los máximos y mínimos, durante veinticinco años de observaciones, son 3,01 por 100 y 0,17 por 100. En los sitios con fondo fangoso o donde hay gran aportación de agua dulce no se conoce el teredo.

Los estrechos de Oresund y Belts son atravesados por corrientes marinas que relacionan Kattegat con el mar del Este, y como la concentración salina es diferente en ambos mares se producen consecuencias interesantes para el ataque de los teredos. En el mar del Este (que es poco salino) se forma una corriente saliente que avanza por la costa de Suecia, penetra en el

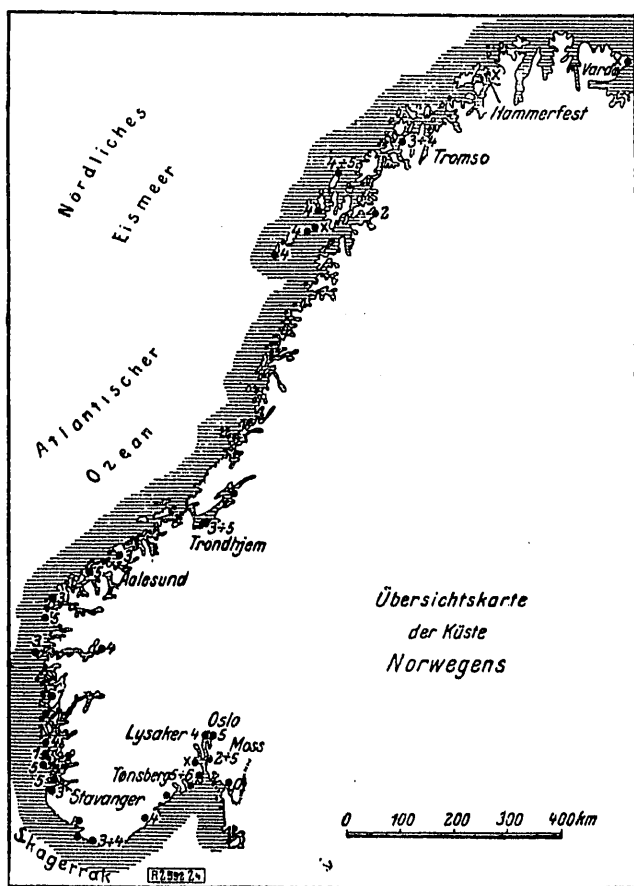


Fig. 4.ª El ataque del teredo en las costas noruegas. (Los números se refieren a los grados de ataque.)

tividad del teredo; sin embargo, en Malmo (Suecia) coincidió su desaparición con el dragado del fondo hasta llegar a una capa caliza, lo que parece denotar que esta sustancia (que es precisamente la que el teredo segrega) es perjudicial a su desarrollo. También se supuso que la oscuridad dificultaba su ataque; pero se han observado pilotes que, por estar rodeados de escollera o por otro motivo, se hallaban al abrigo de la luz y sin embargo, han sido atacados en la zona oscura.

Influencia de la salinidad y de las corrientes: grados de ataque.— Se puede decir, aunque no con rigor, que cuanto más salina es el agua mayor es el ataque. Se ha observado que el teredo puede vivir con menos concentración salina que la estrella de mar, pues el teredo se desarrolla en la costa sur de Aland y oeste de Falster, y en estos sitios las estrellas del mar no se encuentran. En Lysaker (junto a Oslo) se observa que el teredo penetra más agua arriba que la estrella del mar en la zona de la desembocadura del Alfs, lo que demuestra que puede vivir con menos cantidad de sal. Se puede afir-

Oresund y sigue hacia Kattegat; a medida que avanza se va salinizando y, en consecuencia, la acción del teredo aumenta; así en Falsterboreo, a la entrada del Oresund, la proporción de sal es 0,76 por 100, y el grado de ataque cero; más adelante, en Malmo, la concentración es 1 por 100, y el ataque también cero; en Dragör el grado de ataque es 1; en Copenhague, 0 a 2, y a la salida, en Helsingor, 4.

En cambio, la corriente que pasa por los Belts procede de Kattegat, entra en el mar del Este y sigue la costa alemana. Como el agua afluyente es más salina se observa en los Belts más concentración y ataque que en los puntos correspondientes del Oresund, siendo 4 y 5 los grados representativos de la intensidad media.

A medida que en el mar del Este nos alejamos de los estrechos va disminuyendo la salinidad, como lo prueban los siguientes valores medios, deducidos de diez años de observación: en Kjels-Nord es 1,43 por 100, y el ataque, 3; en Klintholm, 0,84 por 100, y el ataque, cero; en Rodvig, 0,84 por 100, y el grado de ataque también cero, y en Cloristiano, 0,70 por 100, siendo desconocido el ataque más al Este.

De todo esto se deduce que el teredo tiene su límite en la línea ideal correspondiente a una concentración media (no al mínimo absoluto) de 0,7 a 0,8 por 100.

Influencia de la suciedad del agua.— En general no tiene influencia que el fondo sea fangoso, pero sí que el agua tenga cieno en suspensión, porque forma una capa adherida a los pilotes que destruye la comunicación del teredo con el exterior, muriendo el animal de hambre, y esto explica que haya coincidido la disminución del ataque con la realización de obras de dragado u otras que enturbien el agua.

Las aguas de alcantarilla evacuadas al mar, según atestiguan numerosos casos, son también perjudiciales al desarrollo del teredo. En algunos sitios se ha visto que las algas rojas dificultan su vida, pero no se las puede considerar como una protección segura.

Variaciones en la intensidad del ataque.— A veces estas variaciones son locales y, consecuencia de las influencias estudiadas, se producen aminoraciones por aumentar la cantidad de agua dulce, por trabajos de dragado que enturbien el agua, por aumentar la población y con ello el caudal aportado por las cloacas, etcétera, y según la naturaleza de la causa se puede prever la permanencia del efecto. Otras veces, por el contrario, se observa un recrudecimiento del ataque; esto sucedió el año 1918 en la costa sueca de Kattegat, y se relaciona con el calor extraordinario de aquel verano, que facilitó el desarrollo de estos seres; en Noruega también se observa que en los veranos calientes aumenta el ataque. Las variaciones de carácter general son debidas, por consiguiente, a la variación de las condiciones físico-químicas del agua, a su vez producidas por los cambios de temperatura, lluvias y, en general, los fenómenos meteorológicos.

Profundidades a que tiene lugar.— Para las profundidades medias de los puertos la acción del teredo llega hasta el fondo, y en la estación zoológica de Kristineberg se ha visto que puede vivir hasta 50 m de profundidad, aunque esas condiciones son excepcionales, y sólo vive así durante corto tiempo. En cuanto a la variación de la intensidad del ataque con la profundidad se observa, en general, que la actividad del teredo es máxima en la superficie; sin embargo, hay casos en que por haber más concentración salina en zonas no superficiales es en ellas más intenso el ataque; así ocurre en Gjedser, donde a 5 m de profundidad hay, por término medio, 1,10 por 100 de sal, y a 11 m alcanza el valor de 1,23 por 100.

Tamaño de la perforación.— Es muy variable; la Comisión investigadora danesa presentó fotografías de perforaciones de 14 mm de diámetro, ocurridas en Trondhjem; y en Masnedund, aunque en apariencia el

ataque era pequeño, se descubrieron pilotes con orificios de 10 mm. En general, se observa que donde el ataque no es numeroso los orificios son más regulares y longitudinales; en cambio, donde hay muchos barrenos la madera en todas direcciones, encorvándose los conductos perforados.

Resistencia de las diversas maderas.— En general, las maderas blandas son más atacadas que las duras, y de las indígenas el roble y pino resinoso son más resistentes que el pino magro y el abeto; además, en el ataque a una madera blanda se observa que los teredos se apartan de las partes duras.

Los datos aportados por la estación zoológica de Kristineberg demuestran que los árboles de ramaje son menos resistentes que las coníferas. En general, exceptuando el roble, se emplean los troncos con su corteza, por observarse que el deterioro comienza cuando ésta ya no existe, por haber sido arrancada merced a la acción del mar o de los choques; por ello se aconseja utilizar la madera algo verde, para que la corteza aún retenga savia, con lo que conserva más rigidez y tenacidad. Empleándola de este modo la madera de ramaje es aún más duradera que la de abeto.

La madera de haya tiene algunos defensores, pero su corteza se desprende más fácilmente que la de la mayoría de los árboles, sobre todo si hace tiempo que fué cortada y ya está seca cuando se emplea.

Respecto al pino y abeto, en general, es superior aquél, y éste no es tan resistente como el pino resinoso; pero si el abeto conserva su corteza al emplearle su duración es superior al pino de pomerania, y éste, a su vez, se conserva mejor que el pino sueco. El alerce es más resistente que el pino y abeto.

La resistencia del roble es extraordinaria, y como dato se cita que un antiguo pontón fué desguazado en Copenhague y se encontraron las planchas de madera de roble totalmente libres de ataque.

Entre las maderas exóticas, el greenheart y Yarrah tienen una resistencia comparable a la del roble en lo que a los teredos afecta. Respecto a la Yarrah debe tenerse en cuenta que se produce en países montañosos y se corta en tiempo en que mantiene poca savia. Con árbol de la goma se experimentó en Esbjerg hace once años y aún no hay señal alguna de ataque.

Por todos los datos adquiridos el informe da la siguiente escala de resistencia, comenzando por los menos atacables.

- 1.º Arbol de la goma y Yarrah.
- 2.º Roble y greenheart.
- 3.º Alamo blanco, aliso, abedul y fresno si tienen corteza gruesa y adherida.
- 4.º Pitch-pine.
- 5.º Pino de pomerania y alerce.
- 6.º Pino resinoso y bueno del Sur de Suecia.
- 7.º Abeto con corteza adherida.
- 8.º Abeto sin corteza o pino flojo y no resinoso.

El haya no se ha introducido en la clasificación, pero, por término medio, se encuentra, en lo que afecta su duración al ataque, entre los árboles de ramaje y coníferas.

Importancia de la época en que se coloquen.— Los experimentos hechos en Suecia y Noruega denotan que la madera se conserva mejor cuando se coloca durante el invierno; la explicación parece ser que en este caso el légamo depositado durante los meses sucesivos hace que al llegar el invierno esté protegida por una capa de cieno, resultando así atenuado el ataque de los teredos en junio.

En oposición a esta idea, se aconseja cortar la madera y colocarla en primavera, antes de que esté seca; esto es con el fin de que llegue con la corteza bien fija, pues así es mucho más duradera.

Medios de protección usados y sus resultados.— Los

empleados en Escandinavia se pueden dividir en tres grupos: revestimiento, pintura e impregnación.

1.º Revestimiento de la madera.

Es muy frecuente en Dinamarca, y también, aunque no tanto, en Suecia y Noruega, revestir las maderas con chapas de *hierro galvanizado*, y exceptuando los revestimientos con cobre o latón (que son muy caros y se han empleado pocas veces) es lo que produce mejor resultado. Las chapas tienen generalmente 1 mm de espesor, si bien en Frederikshavn se emplearon de 2 mm.

El ingeniero Dano cita que en 1921 se arrancaron en Thisted Havn pilotes de pino recubiertos con chapas de

una capa de herrumbre que preserva la madera; sin embargo, esta acción no es totalmente eficaz, pues en Svendborgund el ataque del teredo se sintió tan pronto como desapareció el metal.

En Frederikshavn, Moss, Aalesund y otros puntos se han empleado placas de *cinc*. Deben de ser algo gruesas, pues de lo contrario desaparecen con gran rapidez, y estar fijadas con clavos de zinc, para evitar que desarrollen con otro metal acciones electroquímicas que aceleren su destrucción. Después de desaparecer el cinc aún tarda la madera en sufrir el ataque del teredo, porque las sales de cinc formadas penetran en ella parcialmente, protegiéndola.

Con frecuencia se recubren los pilotes con *clavos de hierro no galvanizado*, para que su oxidación impregne de herrumbre la zona exterior de la madera, con lo que disminuye el ataque. Para esto se pueden usar clavos de cabeza muy plana, de unos 4 cm de área, colocados a distancias de 5 a 7 cm, con lo que se consigue disminuir el ataque, aunque no evitarlo. También se usan clavos ordinarios, de unos 4 cm de longitud, pesando alrededor de 1,2 kg el millar, clavados a distancias de 1,5 a 2 cm y uniformemente distribuidos, para conseguir que la oxidación se extienda en toda la masa de madera. Por regla general se colocan 4 000 clavos por metro cuadrado de superficie expuesta, lo que da una separación de 1,6 cm; pero se pueden conseguir buenos resultados con una separación mayor, con tal de que la distribución sea uniforme y de que cuando sobrevenga el ataque del teredo ya haya comenzado la oxidación. Así, en Laaland, fué suficiente emplear 3 200 clavos por m²; pero en Havnsø, al Noroeste del mar del Este, cuyo grado de ataque es 5, se destruyeron totalmente en menos de dos años pilotes de abeto de 20 cm de espesor, para los que se había empleado una protección de 2 000 clavos por m², y la causa parece ser que se hincaron los pilotes en verano y, por tanto, sobrevino el ataque cuando aún no se había constituido la herrumbre.

Dano cita que en 1905 se hincaron pilotes de abeto en el canal de Thyborøn para la cimentación de un puente de madera; estos pilotes estaban claveteados con clavos de alambre corrientes, de 40 mm de longitud y 1,25 kg de peso el millar, empleando 4 000 clavos por metro cuadrado; varios de ellos fueron sacados en 1916, porque allí se iba a construir el puerto pesquero, y se halló que no habían sido atacados. A todos los elementos de madera que intervinieron en la construcción del puerto pesquero se les proveyó de análoga clavazón, y en 1921 hubo ocasión de examinarlos, viendo que no habían sido atacados ni en los sitios más expuestos a las olas. El citado ingeniero llega a la conclusión de que el procedimiento y proporción dichos son los más seguros para la madera de abeto.

En 1915-16 se usó pitch-pine protegido con clavos y pintado con alquitrán. Estuvo sumergido hasta el año 1920, y al sacarlo se observó que había sido atacado por los teredos; el conducto abierto por ellos penetraba unos 6 cm normalmente a la superficie, y luego se encorbaba tomando la dirección de las fibras. Arrancando los clavos se observó que estaban totalmente relucientes, lo que indica que la resina del pitch-pine impidió que se formase la herrumbre. De aquí se deduce que el pitch-pine no se protege con la clavazón.

Un modo de recubrir los pilotes, muy empleado en Suecia y Noruega, consiste en revestirlos de *cartón embreado*, sujeto a ellos de diversos modos, pero frecuentemente con listones de madera; así se consiguen buenos resultados, siempre que no estén sometidos a oleaje o esfuerzos mecánicos; en Marstrand han durado cuarenta años sin ser deteriorados, y en Grebbestad (costa Oeste de Suecia) se tiene desde hace quince años igual resultado; en cambio, en Rösö (al Sur de Grebbestad y cerca de Marstrand), tuvo que ser renovado al cabo

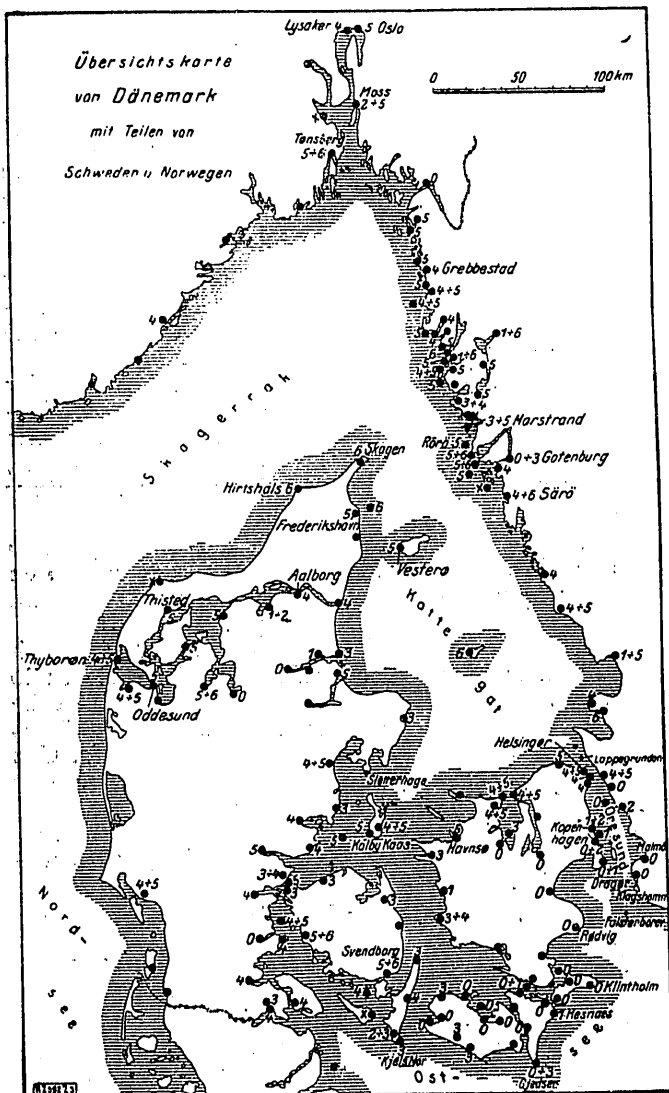


Fig 5.ª Mapa del ataque de los teredos en los mares limítrofes de Dinamarca (Los números se refieren a los grados de ataque.)

acero galvanizado para resistir el ataque de los teredos. Habían sido hincados en 1907, y se apreció que el galvanizado había desaparecido; las planchas estaban en algunos sitios completamente corroídas, y los teredos habían atacado parcialmente las partes descubiertas. Pero se observó que en puntos donde aún no había teredo se encontraba la *Limnoria terebrans*, y se dedujo que el ataque de éstas había precedido, y que cuando la limnoria había limpiado la capa superficial de la madera del óxido de hierro que la impregnaba era cuando atacó el teredo, o sea que el óxido preservaba del ataque del teredo, pero no del de la limnoria.

En los sitios de Dinamarca donde no es muy intenso el ataque de los teredos se emplean chapas de *hierro sin galvanizar*, pues la experiencia demuestra que la oxidación de las chapas y los clavos que la sujetan crean

de cinco años, por estar sometido a los esfuerzos de que se ha hablado.

En la estación de Kristineberg se ha experimentado con sustancias todavía poco o nada empleadas, que son: *planchas de plomo* de 1 mm de espesor, muy duraderas y poco atacadas químicamente; *ruberoid*, que es un producto especial más resistente que el cartón embreado usado para tejas, y da una protección eficaz, y *celuloide*, en hojas de 0,2 a 0,4 mm de espesor; es inalterable por el agua del mar, y no le atacan los teredos. Para que cualquiera de los tres dé buen resultado es preciso que no esté sometido a esfuerzos mecánicos; pero en sitios tranquilos todos dan una protección eficaz; de los tres, el más resistente a los esfuerzos mecánicos es el último. El celuloide se pega sobre la madera con una solución de celuloide, y además se fija con clavos anchos.

Para sustituir a las planchas metálicas se ha ensayado revestir la madera de una *fina capa de metal*, que se aplica fundido. En Copenhague se ha experimentado con cobre, latón, cinc, aluminio y plomo, observándose que la protección dura lo que tarde el agua del mar en descomponer esa capa; se ha visto que el plomo es el que más rápidamente se descompone, siguiendo el cinc y el aluminio, y siendo el cobre y latón los menos alterables.

En algunas ciudades se protege a las maderas por el clavado de un *revestimiento de tablas*, que resiste largo tiempo, incluso contra ataques intensos, porque la acción del teredo se reconcentra en estas tablas y no pasa al resto. La eficacia dura hasta que la protección está completamente corroída.

Sobre los revestimientos de *hormigón*, armado o sin armar, expone que su eficacia depende en gran parte de que las maderas estén sometidas a esfuerzos mecánicos, siendo poco eficaces cuando han de soportar acciones, como choques con embarcaciones, etc.

2.º Pintura.

Un medio de protección consiste en pintar las maderas con alquitrán, cemento, cal, etc., y otras sustancias preparadas especialmente para este fin, entre las que se encuentra el "Sotor", como la más acreditada. Unas veces se aplican solas, y otras, mezcladas o entre sí o con otras sustancias; pero, en general, el agua las destruye rápidamente, por lo que su aplicación sólo es eficaz en aquellas partes que es posible repintar con frecuencia. Respecto al "Sotor", que es un producto de

la Casa Avenarius C.^a, se ha visto en Svendborgsund que un tablón de pino pintado con esa sustancia, al cabo de tres años, aún no había sido atacado, y, en cambio, estaban muy deteriorados los que quedaron sin proteger.

En Trondjem se empleó la pintura con "Sotor" y clavos colocados a 5 cm de distancia, y lleva nueve años con buenos resultados. Este procedimiento parece muy recomendable, porque la pintura preserva en el tiempo en que tarda en formarse la capa de óxido de los clavos.

También da buenos resultados el empleo de la mezcla en caliente de *alquitrán* y *cal*, usándola en estado suficientemente fluido, para que se adhiera bien a la madera. En algunos puntos en que las maderas son destruidas en cuatro años, llevan quince de buena duración las protegidas en la forma indicada.

3.º Impregnación.

Las sustancias empleadas son varias; pero la que da mejor resultado es la *creosota*; para que sea eficaz su acción se necesita que la impregnación sea intensa, para lo cual se comienza secando bien la madera, y se introduce la creosota a presión. El haya es apta para tomar la cantidad precisa; pero esto es más difícil con el abeto y con el corazón del pino, por lo cual, cuando se emplee este material, debe procurarse que por ningún sitio quede en la superficie la madera del corazón, sino que se use con su forma natural, con el fin de que el corazón esté rodeado por otra madera más apta para impregnarse. En buenas condiciones (para la perfecta impregnación se precisan 300 kg de creosota por metro cúbico de madera), este medio es tan eficaz como el claveteado. Los ensayos hechos inyectando creosota al abeto han dado, en general, malos resultados.

El ingeniero Dano coincide con estos puntos de vista, pues saca la conclusión de que el mejor medio para preservar la madera de pino es emplear creosota a razón de 180 kg por m³, pero sólo en caso de que conserve la capa periférica de madera, pues el corazón no absorbe, y hay que confiar la defensa a las zonas externas.

* * *

De todos estos datos se deduce la imposibilidad de dar normas generales, sino que cada caso es un problema en cuya solución influyen las causas estudiadas y las condiciones y clase de madera que se utilice.

José M. CANO RODRÍGUEZ
Ingeniero de Caminos

La insuficiencia de las consignaciones para los servicios de Señales Marítimas

Situación actual. — Es un hecho notorio que las cantidades que dentro del Presupuesto se han tenido que ir consignando anualmente para la conservación de las Señales Marítimas de España e islas adyacentes y el Norte de Marruecos y Canarias, en lo que dependen del Ministerio de Fomento, han sido insuficientes, como resultado de aplicar el coeficiente proporcional de reducción de los presupuestos formulados por las Jefaturas de las provincias marítimas, para el sostenimiento en perfecto estado de conservación de los Faros, Luces, Boyas y Balizas de las veinte provincias peninsulares, Islas Baleares y demás servicios arriba mencionados.

Desglose de cifras. — En los resúmenes anuales, que se ajustan a los modelos señalados para el servicio de los faros, hay algunas partidas que forzosamente, por

su carácter de pago inaplazable, si ha de funcionar la señal, vienen atendiéndose debidamente para el suministro de combustible, bien sea petróleo, gasolina, acetileno o energía eléctrica, cuyo gasto anual es una base real del cálculo, del probable necesario, aun cuando en algunas ocasiones, por agruparse esta partida con otras susceptibles de ser afectadas del coeficiente proporcional de reducción, haya habido que subsanar tal diferencia con importes adicionales de la consignación fijada.

Partidas a reforzar. — Pero dejando a un lado estas partidas, realmente de alumbrado, hay otras que se refieren a *Servicio y Conservación*, y muy particularmente a este último grupo, que comprende Edificios, Caminos de servicio y Embarcaderos, cuyo deterioro se trata de remediar periódicamente con el último concepto