

# CONTRAMEDIDAS EN LA GUERRA DE MINAS. EL DEGAUSSING

*Patricio Ponce Muñoz  
Capitán de Corbeta*

## INTRODUCCION

Actualmente, dentro de las operaciones navales, el concepto de la guerra de minas no ha cambiado significativamente desde la Segunda Guerra Mundial e incluso muchas armadas han relegado este aspecto de la guerra naval, a pesar que el empleo de esta arma ha evidenciado su vigencia en reiteradas oportunidades, en especial en el mar Rojo, donde pese a un esfuerzo combinado de varios países provocó serios daños al tráfico marítimo.

Las minas empleadas generalmente han sido de diseño antiguo con espoletas de contacto. En la actualidad los diseños cuentan con circuitos electrónicos que las convierten prácticamente en armas "inteligentes", ya que además de poseer espoletas sensibles a los varios tipos de influencia producidos por el paso de un buque, tales como el ruido, la presión, el magnetismo o el contacto, tienen modernos explosivos, los cuales hacen que su efectividad se multiplique con respecto a sus predecesoras.

Esta superior capacidad de las minas modernas, sumada a una mayor flexibilidad dada por su diseño, entre otras cosas, hace posible que éstas sean "sembradas" desde distintos tipos de plataformas, tanto de superficie como aéreas o submarinas, lo que incrementa la dificultad para contrarrestarlas, contribuyendo significativamente a que la guerra de minas mantenga su vigencia.

El incremento de la tecnología aplicada en las minas ha llevado a desarrollar sistemas y equipos tendentes a restarles efectividad. El

primero de ellos es el barrido y caza de minas realizado por equipos humanos y tecnológicos, con una fuerte tendencia a operar con vehículos de control remoto. El otro consiste en reducir al máximo el nivel de emisión de "señales" que pueden activar los sensores de las minas; dentro de estos últimos está el degaussing.

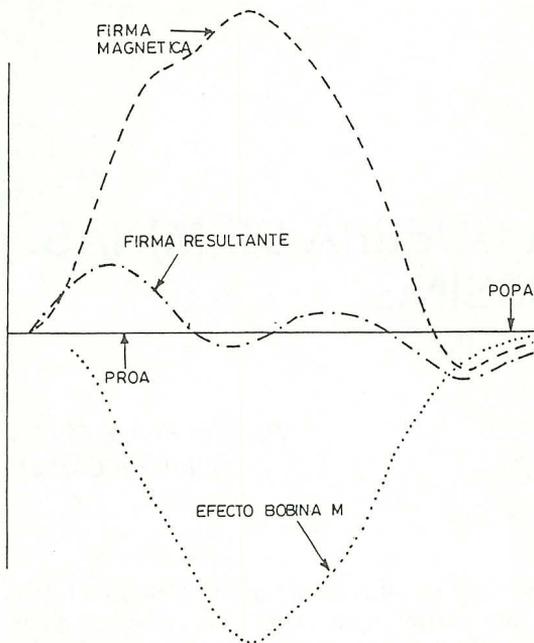
## EL MAGNETISMO

Es la propiedad que tienen ciertas sustancias minerales, en particular los imanes, para atraer o repeler partículas de hierro; si a un trozo de hierro se le pone en contacto con un imán o cerca de él se magnetizará adquiriendo las propiedades de un imán, tanto de atraer o repeler objetos de hierro como de crear un campo magnético con líneas de fuerza que entran por el polo sur magnético y salen por el polo norte magnético.

La Tierra actúa como un gran imán esférico, con la particularidad que presenta una variación en cuanto a intensidad y dirección, la que es diaria, anual y secular.

Los buques metálicos sufren la influencia magnética terrestre, produciéndose en ellos un magnetismo permanente en los fierros duros, el cual depende de la proa con que fue construido; un magnetismo inducido en los fierros dulces o blandos, el que depende de la posición geográfica y rumbo a que se navegue en ese momento, y un magnetismo subpermanente en los fierros intermedios, el que depende de los mismos aspectos que en magnetismo inducido, más las vibraciones y cambios de rumbo.

La influencia del campo magnético terrestre



provoca cambios dentro de los materiales ferromagnéticos. El efecto neto de estos cambios se hace evidente en la medición de la "firma" de un buque.

El magnetismo terrestre puede ser descompuesto en un vector vertical y otro horizontal; la proporción entre ambos componentes varía con la latitud. En cualquier latitud, un buque está sometido a un magnetismo cuya componente vertical es prácticamente constante, mientras que la componente horizontal varía constantemente con los cambios de rumbo del buque (figura superior).

### El electroimán

Está compuesto por una barra de hierro dulce encerrada en un carrete eléctrico, el cual se convierte en un imán cada vez que pasa una corriente eléctrica por el alambre del carrete. El electroimán goza de todas las propiedades del imán natural, las cuales pierde una vez que cesa la corriente. Dentro de estas propiedades se tomará en cuenta la capacidad de crear un campo magnético cuyas líneas de flujo tendrán la misma característica del imán, pero con la diferencia que en el electroimán se puede controlar la polaridad e intensidad del campo magnético.

Si por un cable se hace circular una corriente, en éste se creará un campo magnético cuya intensidad dependerá de la cantidad de corriente. Sin embargo, a diferencia del elec-

troimán, este campo circular en torno al cable y su sentido de flujo se regirán por la regla de la mano derecha.

### "Degaussing"

*Degaussing*, en esencia, significa crear campos electromagnéticos de forma y dirección tal que neutralicen los componentes magnéticos del buque.

En líneas generales, existen dos métodos para contrarrestar el magnetismo; el primero es emplear un campo magnético producido por un medio externo al buque y el segundo es emplear bobinas instaladas permanentemente en el buque.

Ambos métodos pueden ser complementarios. Generalmente se aplica el primero de éstos a buques que no poseen la capacidad eléctrica necesaria para producir un campo magnético suficientemente poderoso para cumplir su propósito; tal es el caso de buques pequeños y submarinos.

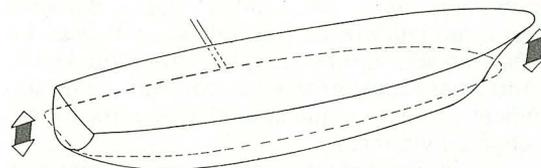
### "Wiping" o barrido magnético

Este método consiste en rodear al buque con un cable formando un lazo en el plano horizontal, provisto de un aparejo para permitir que el cable pueda ser arriado desde el plano de la cubierta hasta más abajo de la quilla y luego ser izado nuevamente en estrecho contacto con el costado externo del casco, mientras una corriente cuya intensidad puede llegar a los 6 mil amper circula a través del cable.

La corriente es controlada de manera tal que pueda compensar el magnetismo vertical inducido por el campo magnético terrestre en la localidad en que esta protección es requerida. Este tratamiento tiene una validez de tres meses, período durante el cual el tratamiento *wiping* va perdiendo efectividad y es necesario, por lo tanto, repetir el procedimiento.

### "Deperming" o desmagnetización

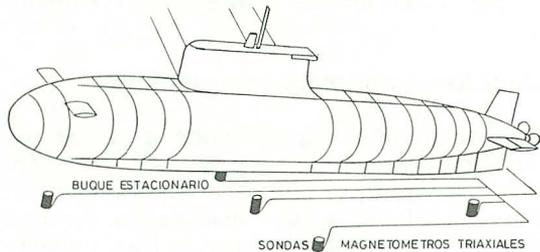
Por medio de este método se trata de reducir o eliminar el magnetismo permanente longi-



WIPING: REDUCCION DEL MAGNETISMO PERMANENTE VERTICAL MEDIANTE FUENTE EXTERNA DE CC.

tudinal. Cuando a un buque se le aplica *deperming* es necesario "envolverlo" con un cable, tal como se muestra en la figura.

Para aplicar este procedimiento es necesario hacer circular por el cable una corriente de hasta 3.500 amper por 20 a 30 segundos, para estabilizar el campo magnético.



DEPERMING: REDUCCION DEL MAGNETISMO PERMANENTE LONGITUDINAL MEDIANTE FUENTE EXTERNA DE CC.

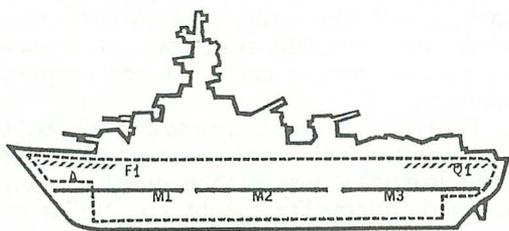
La intensidad y dirección de la corriente se calculan para reducir el magnetismo permanente longitudinal a cero.

Con el objeto de dar una mayor estabilidad al *deperming* se aplica al buque un campo contrario al que poseía y luego se contrarresta, repitiendo el procedimiento dos veces; con esto se logra que el magnetismo permanente longitudinal se establezca en un valor muy pequeño y perdure así en el tiempo.

### "Degaussing" o embobinado

Consiste en un conjunto permanente de bobinas instaladas durante la construcción del buque, alineadas con los planos principales de éste.

El *degaussing* fue creado durante la Segunda Guerra Mundial, luego del primer éxito de la mina magnética. En un comienzo consistió en una bobina única, la bobina M, para contrarrestar los campos verticales del buque. Debido a la distribución desigual de los materiales ferrosos en los buques y para lograr un mejor rendimiento, la bobina única fue separada en



tres bobinas independientes, constituyendo en la actualidad el equipo básico con que cuentan las unidades tipo destructor y fragata.

Este mismo equipo es perfeccionado por medio de la instalación de dos bobinas horizontales bajo la cubierta principal; a proa la denominada F1 y a popa la Q1, destinadas a contrarrestar la componente vertical del campo longitudinal.

Finalmente, para reducir el magnetismo transversal se agrega un par de bobinas longitudinales, llamadas bobinas A.

Un equipamiento completo de *degaussing* para un buque con casco de acero está compuesto por un sistema de bobinas M de tres partes, la F1, la Q1 y la A. Este equipo, con un control adecuado, permite obtener una buena característica magnética, cualquiera que sea el rumbo o la zona geográfica en que se navegue.

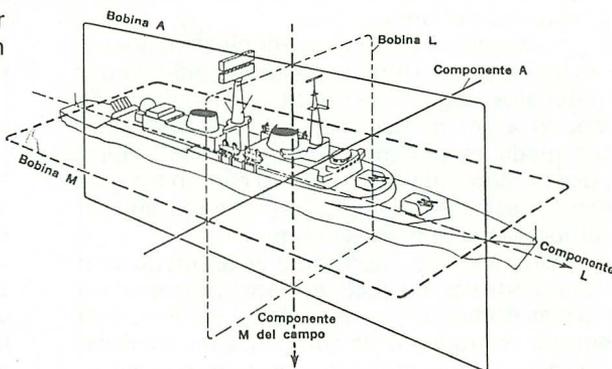
En el caso de los barreminas, que requieren un equipo de mayor efectividad, se reemplaza las bobinas F1 y Q1 por una serie de bobinas L distribuidas transversalmente a lo largo del buque. Este equipo también puede ser instalado en otras unidades de superficie.

### MEDICION DEL MAGNETISMO EN LOS BUQUES

El procedimiento seguido consiste en hacer navegar al buque con un conjunto de sensores dispuestos en dirección norte-sur, siguiendo un rumbo este-oeste. Como el buque navega a lo largo del campo magnético mínimo, la componente inducida del campo transversal del buque es máxima.

A continuación el buque deberá navegar a un rumbo norte-sur sobre un conjunto de sondas dispuesto en dirección este-oeste.

En base a las mediciones resultantes puede realizarse una estimación de los campos magnéticos permanentes e inducidos y con ella

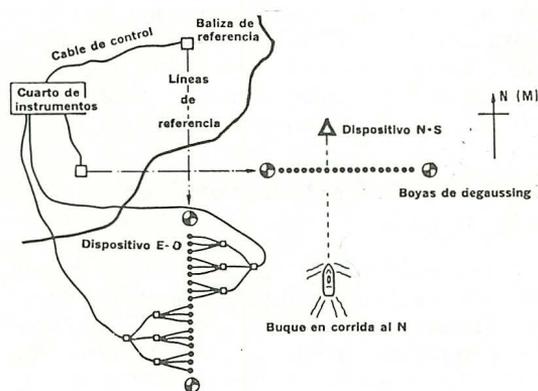


calcular los valores iniciales de la corriente de bobina de *degaussing*, para luego aplicarlos y repetir el procedimiento de medición, ahora con las bobinas activadas.

Este procedimiento se repite hasta llegar a un valor óptimo de las corrientes a aplicar en cada bobina componente del *degaussing*.

La profundidad más adecuada para instalar los sensores debe ser aproximadamente igual al valor de la manga de la unidad a ser medida.

Cada conjunto de sensores está compuesto generalmente por 15 sondas denominadas magnetómetros. Existen equipos portátiles capaces de realizar el mismo trabajo por medio de un solo magnetómetro triaxial, capaz de medir simultáneamente en los tres ejes el magnetismo del buque.



El equipo portátil, además de contar con el mencionado magnetómetro triaxial, tiene un cable de tres conductores de características especiales que une el sensor con la unidad de control; conectada a esta última va un inscriptor de tres canales para graficar las curvas producidas por los campos generados en los ejes principales del buque.

Este equipo es capaz de medir el magnetismo terrestre en el lugar y puede ser influido por materiales magnéticos dentro de un radio de 50 metros, aproximadamente. Como lo que se desea medir es el campo del buque, el equipo posee la capacidad de anular el campo magnético terrestre en el lugar, registrando sólo el campo producido por el buque.

Otro aspecto importante es la orientación de la sonda con respecto al plano horizontal y a los ejes norte-sur y este-oeste; al ser instalada por buzos provistos de compases magnéticos, la precisión más probable que se puede alcan-

zar es del orden de +5 grados, lo cual para este sistema portátil constituye un error aceptable y da un grado de certeza suficiente en las mediciones obtenidas.

Finalmente, ambos equipos, tanto el portátil como el fijo, requieren que el rumbo del buque durante las corridas sea lo más exacto posible para evitar efectos indeseados en la medición.

### Mediciones por medio de modelos

Los primeros experimentos con el uso de modelos fueron iniciados en Inglaterra, en 1937. Consiste en confeccionar un modelo magnético del buque que se investiga, por medio del cual se pueden determinar las propiedades magnéticas y el comportamiento del buque; además, desde el punto de vista y disponibilidad, es mucho más económico que usar un buque de tamaño real.

Es particularmente útil para determinar la localización de las masas magnéticas y bobinas de *degaussing* y a la vez evaluar técnicas de medición.

El modelo magnético a escala se mueve sobre un dispositivo de sensores, de manera tal que se pueden efectuar simulaciones de diferentes rumbos y latitudes magnéticas.

### CONCLUSIONES

Una de las amenazas al tráfico marítimo es la guerra de minas, es decir, su uso tanto en forma defensiva como ofensiva.

Estas poseen varios tipos de espoletas capaces de activarlas, siendo la magnética una de las más utilizadas, ya sea sola o en combinación con otras.

Dentro de los métodos para contrarrestar esta amenaza está el barrido y/o caza de minas. Pero aunque se posea las unidades necesarias para realizar esta labor y éstas estén adecuadamente entrenadas, jamás se tendrá plena seguridad que la totalidad de las minas han sido detectadas y neutralizadas.

Lo anterior significa que siempre existirá un riesgo para las unidades propias, el que sólo podrá ser reducido con el empleo de adecuadas técnicas de protección, tales como el *degaussing* para el caso de las minas con espoleta magnética.

Para que el *degaussing* sea eficiente debe ser capaz de reducir la influencia magnética de un buque a un nivel aceptablemente bajo, para que pueda operar libremente. Lo anterior requiere que la medición del campo magnético

bajo el buque sea precisa para calibrar adecuadamente las bobinas; a la vez, es necesario observar una cierta periodicidad para tener la

certeza de que el *degaussing* está operando en la forma correcta para reducir al mínimo la "firma magnética" del buque.

#### BIBLIOGRAFIA

- *Marine Defence* de diciembre 1979, pp. 493-503.
- **W. Bornhuefft:** *Sistema de control de degaussing miniaturizado.*
- **D. Matthews:** *Mediciones de degaussing.*
- *Jane's Defence Weekly* de agosto 1984, pp. 245 a 247.
- **Stephen Bradhent:** *Engañando a la mina magnética.*
- *Desagaussing y mediciones magnéticas.* Cartilla de Thorn *EMI Automation.*
- Apuntes facilitados por el Capitán de Navío Sr. Luis Sandino C.
- Apuntes del autor.
- Experiencias del autor.

