

“MAGNETISMO Y COMPÁS MAGNÉTICO”

El propósito de este capítulo, es explicar los principios sobre los cuales funciona el compás magnético, definir las reglas que permiten su comportamiento satisfactorio, habilitar a los oficiales para hacer los preparativos necesarios para su ajuste, efectuar una compensación práctica y calcular los coeficientes.

Todas las naves y aeronaves poseen aún compases magnéticos, como método principal o auxiliar de orientación.

I.- MAGNETISMO Y MAGNETISMO TERRESTRE

A.- IMANES NATURALES

En tiempos remotos, se descubrió que ciertos hierros, cuando eran libremente suspendidos, mantenían su eje en una dirección particular. Además, poseían la propiedad de atraer ciertas piezas de hierro y acero. Dichos hierros, constituyen los imanes naturales.

B.- IMANES ARTIFICIALES

Ciertos tipos de acero, pueden ser transformados en imanes artificiales y conservar por un tiempo las mismas propiedades, mediante:

- 1.- Contacto con otros imanes;
- 2.- Electro magnetismo;
- 3.- Siendo sometidos a vibraciones mientras permanecen bajo el campo de acción de otro imán.

Un compás magnético, es básicamente un imán artificial construido en forma especial y libremente suspendido en el plano horizontal.

C.- POLOS MAGNÉTICOS

Una pequeña barra imantada, se comporta como si sus propiedades de atracción estuvieran concentradas en dos puntos cerca de sus extremos. Estos puntos se llaman "polos magnéticos". El polo de una barra magnética se sitúa a $\frac{1}{12}$ de su largo, medido desde un extremo.

Todo imán, posee dos polos, y si se divide en pequeñas partes, cada parte se transforma en un imán.

Si dos imanes se colocan cerca uno de otro, se puede comprobar que el polo azul de uno de ellos, atrae el rojo del otro imán y repele al azul. De ahí se deriva la ley fundamental del magnetismo: POLOS DE DIFERENTE NOMBRE SE ATRAEN Y DE IGUAL NOMBRE SE REPELEN.

D.- CAMPO MAGNÉTICO

Se asume que las "línea de fuerza" salen del polo magnético rojo y entran por el azul. Estas líneas, que constituyen el "campo magnético" del imán, se pueden considerar como el camino que seguiría una partícula roja aislada si pudiera existir. Por otra parte, si se suspende libremente una pequeña aguja imantada, esta se alinea con las líneas de fuerza del lugar donde encuentra suspendida.

E.- EFECTO DEL CALOR, ÓXIDO Y VIBRACIONES

- **Calor:** El efecto de la temperatura varía con el tipo de metal. Para efectos prácticos, se puede considerar que los cambios de temperatura atmosféricos no tienen ningún efecto en el magnetismo. Sin embargo, cuando un acero se calienta al rojo, pierde totalmente su magnetismo.
- **Óxido:** Considerable cantidad de óxido en los imanes, reducen su magnetismo.
- **Vibraciones:** Tal como se mencionó anteriormente, las vibraciones hacen variar el magnetismo de los aceros, aumentándolos o disminuyéndolos de acuerdo a las circunstancias.

F.- INDUCCIÓN

Un imán induce magnetismo en una pieza de acero o hierro colocada dentro de su campo de acción. Bajo estas circunstancias, las líneas de fuerza, tienden a concentrarse en el metal y se reduce la densidad de las mismas en el aire adyacente.

G.- ENTRAMPAMIENTO MAGNÉTICO

El área encerrada por un fierro o acero, tal como el puente de mando o sala de gobierno, contiene solo una parte de las líneas magnéticas originadas por una fuente externa, ya que ellas tienden a concentrarse en el metal que rodea dicho espacio. De esta forma, el magnetismo terrestre que orienta un compás instalado en esos lugares, se ve reducido. Por este motivo, el compás magistral se instala en una posición lo más libre posible de estructuras susceptibles de imantarse.

Cuando lo anterior, no se cumple y se instalan compases en cubiertas intermedias, se producen aumentos en el periodo de oscilación de la aguja y grandes desvíos.

H.- TIPOS DE ACERO E IMANES

Acero y hierro, se pueden dividir en tres tipos de imanes, de acuerdo a la reacción del metal dentro de un campo magnético.

- **Aceros duros:** es el término usado para indicar aquellas formas de acero o hierro que son capaces de llegar a actuar como imanes permanente. Se debe tener presente que estrictamente hablando, lo anterior es imposible, ya que con el tiempo todo magnetismo se va disipando. Sin embargo, se les llama imanes permanentes.
- **Aceros blandos:** es el término que se usa para indicar aquellas formas de acero o hierro que se comportan como imán "solo cuando están bajo la esfera de acción de un campo magnético". Cambian su comportamiento tan pronto cambia la dirección o intensidad del campo magnético y dejan de comportarse como imanes cuando desaparece el campo magnético que los rodea. Se les llama imanes inducidos.

- **Aceros intermedios:** es el término que se usa para indicar aquellos tipos de acero o hierro que pueden ser clasificados entre los dos extremos anteriormente indicados. Estos reciben el nombre de imanes semi permanentes.

II.- MAGNETISMO TERRESTRE

A.- **NATURALEZA DEL MAGNETISMO TERRESTRE**

El campo magnético de la Tierra, es similar al que se produciría por efecto de un pequeño imán colocado cerca del centro de la misma, con su eje pasando por la Bahía de Hudson en Canadá y la Tierra de Victoria del Sur, en el territorio Antártico (al Sur de N. Zelandia). A pesar que estos puntos no son los polos del imán imaginario anteriormente descrito, se les considera como los Polos magnéticos Norte y Sur respectivamente. Estos Polos magnéticos tampoco coinciden con los Polos geográficos, ubicados en el eje de rotación de la Tierra.

Los Polos magnéticos no están fijos; poseen movimientos constantes de dirección desconocida cuyos ciclos tardarían probablemente cientos de años en cumplirse.

Una aguja magnética libremente suspendida se coloca en forma paralela a las líneas del campo magnético terrestre. En el Polo magnético Norte y Sur, la aguja se coloca vertical, con el Polo de nombre contrario al terrestre hacia abajo.

En conformidad a la ley que establece que polos de diferente nombre se atraen, el lado de la aguja magnética que apunta hacia el Norte magnético se le denomina "rojo". En el ecuador magnético, ubicado aproximadamente a medio camino entre los polos, la aguja magnética, libremente suspendida, permanece horizontal. En cualquier otra latitud, la aguja se inclina un ángulo que se conoce como "depresión".

B.- **LAS LÍNEAS DE FUERZA TERRESTRE**

La dirección que adoptaría una aguja imantada, libremente suspendida, en el plano vertical y horizontal, cuando solo se encuentra sometida al campo magnético terrestre, se conoce como "línea de fuerza total".

El plano vertical que contiene una línea de fuerza completa, se define como "meridiano magnético". De esa forma, una aguja imantada permanece alineada dentro del meridiano magnético.

Se debe tener en cuenta que como consecuencia de las irregularidades en el magnetismo terrestre (incluyendo el hecho que los Polos no se encuentran diametralmente opuestos), los meridianos magnéticos, a pesar de ser semi círculos máximos, no pasan necesariamente por los Polos magnéticos.

C.- **DEPRESIÓN**

El ángulo vertical entre una aguja imantada, libremente suspendida en el plano vertical y la horizontal, se llama "ángulo de depresión". Este ángulo, es cero en el ecuador y 90 grados en los Polos magnéticos.

Las líneas que unen puntos de igual inclinación se llaman "isoclinas". Estas líneas, incluyendo el ecuador magnético (que ahora se puede definir como la línea que une los puntos de inclinación cero), son análogos a los paralelos de latitud y ecuador Terrestres respectivamente.

D.- "H" Y "Z".

Una línea de fuerza total, se divide en dos componentes:

- La componente vertical, llamada Z. Los valores de Z se expresan en dinas por unidad polo, o sea; "oersteds".
- La componente horizontal, llamada H (también expresada en "oersteds").

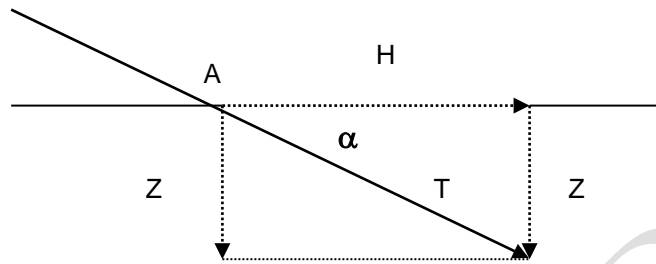


Fig. N° 1

E.- VARIACIÓN MAGNÉTICA

El campo magnético Terrestre es muy irregular y, en general, los meridianos magnéticos y verdaderos no coinciden.

El ángulo horizontal entre el meridiano magnético y verdadero, se llama "Variación magnética".

La Variación Magnética de un lugar específico, es Weste, cuando el Norte Magnético queda al Weste del Norte Verdadero.

Debido al movimiento de los Polos Magnéticos, se producen tres tipos de cambios en la Variación Magnética.

- 1.- Alteración continua, llamada cambio "secular".
- 2.- Fluctuación estacional,.
- 3.- Fluctuación diaria, llamada cambio "diario".

De estos; los cambios (2) y (3), son despreciables para efectos prácticos de navegación, a pesar que en ciertos lugares pueden llegar a ser mayor de 1/4 de grado.

El cambio secular de la Variación Magnética, se muestra en las Rosa impresa en las Cartas de Navegación. Por ejemplo: En una Rosa se lee: Variación Magnética 10° 25' E 1998 (10' W). Siempre es necesario considerar este cambio anual, antes de usar la Rosa Magnética. En el caso del ejemplo, la Variación Magnética el año 2018, será: 07° 05' E.

La Variación Magnética, se puede obtener también de la Carta de Variaciones Magnéticas (S.H.O.A. N° 9). Esta Carta, muestra las líneas de igual Variación Magnética, llamadas "isogónicas".

F.- PERTURBACIONES MAGNÉTICAS

De vez en cuando se producen perturbaciones en el campo magnético Terrestre que producen desvíos de magnitud desconocida. Estos se deben generalmente a dos causas:

1.- Tormentas magnéticas.

2.- Atracciones locales.

Las tormentas magnéticas, frecuentemente acompañadas de Auroras Boreales, produce perturbaciones fugaces.

Las atracciones locales ocurren cuando existen minerales de hierro o naufragios en las vecindades del buque. Debido a que la atracción que ejerce un imán sobre otro, varía en proporción al cubo de la distancia entre ellos, rara vez ocurren perturbaciones cuya causa se encuentra en la costa. Más bien, se deben a masas de hierro en el fondo, especialmente en aguas someras. Normalmente estas perturbaciones se encuentran localizadas y su posición se indica en las Cartas de Navegación y Derroteros.

III.- EL COMPÁS MAGNÉTICO

Puesto que las demarcaciones son arcos de un círculo plano horizontal, es esencial que la aguja del compás quede libremente suspendida, "pero solo en el plano horizontal". Lo anterior se consigue haciendo que el centro de gravedad de la aguja, con todo lo que ella arrastra, se ubique bajo el pivote o punto de suspensión.

El efecto de la fuerza magnética Terrestre sobre el compás, produce un "par", que tiende a mantener la aguja en el meridiano magnético. (Un "par", consiste en dos fuerzas iguales y paralelas, de dirección contraria).

Por conveniencia, es recomendable considerar solo el efecto buscador del Norte en el extremo correspondiente de la aguja.

Como consecuencia de su construcción, la aguja del compás solo puede actuar por efecto de la componente horizontal (H), del magnetismo Terrestre.

A pesar que la fuerza total del magnetismo terrestre es más fuerte cerca de los Polos que del Ecuador, la fuerza directriz (que orienta el compás), es mayor cerca del Ecuador.

A medida que la latitud aumenta, la componente H, disminuye hasta que cerca del los Polo llega a cero y el compás se vuelve inservible.

IV.- MAGNETISMO DEL BUQUE Y SU CORRECCIÓN

A.- EFFECTOS PERTURBADORES DEL BUQUE SOBRE EL COMPÁS

Siempre que no existan perturbaciones, la aguja del compás, se alinea con el meridiano magnético, indicando el camino más corto al Polo magnético. Desafortunadamente, los materiales con que se construye el buque, producen perturbaciones al igual que ciertos equipos eléctricos cuando se activan.

En un instante cualquiera, el campo magnético total alrededor del compás, es una combinación de:

- 1.- El magnetismo Terrestre.
- 2.- El magnetismo permanente del buque. (Aceros duros).
- 3.- El magnetismo inducido del buque (Aceros blandos), que depende de la dirección de la proa y de la posición geográfica.
- 4.- El magnetismo semi permanente del buque (Aceros intermedios), que dependen de los cambios en la dirección de la proa, así como, de los movimientos anteriores y vibraciones, todo los cuales cambian constantemente.

Los tres últimos puntos; (2), (3), y (4), comprenden lo que se llama "campo magnético del buque" y se pueden representar como un solo vector.

Por causa del campo magnético del buque, el compás deja de mantenerse alineado con el meridiano magnético, y se sale un cierto ángulo, llamado "Desvío".

Cuando la aguja del compás, apunte hacia el Este del Norte Magnético, se dice que el Desvío es Este(+), y si apunta hacia el Weste, el desvío se llama Weste(-).

El campo magnético del buque cambia su dirección y magnitud, en parte; cuando el buque cambia la dirección de su proa. Por lo tanto, el desvío es diferente a cada rumbo.

Como resultado de lo anterior, a las demarcaciones tomadas con el compás, se les debe corregir el Desvío a ese rumbo, a fin de transformarlas en demarcaciones magnéticas.

Por otra parte, a las demarcaciones y rumbos magnéticos también se les debe corregir el Desvío para transformarlas en demarcaciones y rumbos del compás a gobernar.

Este tema fue tratado en el capítulo "Dirección y Orientación en la Tierra".

B.- TEORÍA DE LA COMPENSACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO DEL BUQUE

Para asegurar la confiabilidad de un compás, es necesario contrarrestar el efecto del campo magnético total del buque.

Lo anterior se logra, colocando un sistema de imanes permanentes e inducidos entre la aguja del compás y el buque, de igual magnitud y dirección contraria.

Debido a que la fuerza de un campo magnético, varía con el cubo de la distancia, solo es necesario colocar pequeños imanes cerca del compás para neutralizar el campo del buque.

El método de compensación se basa en dividir el efecto del campo perturbador en un número conveniente de componentes y neutralizarlas cada una por separado. Las componentes seleccionadas, son aquellas que pasan por el compás en forma longitudinal, transversal y vertical.

C.- **MAGNETISMO PERMANENTE**

Cuando se construye un buque, sus aceros duros, adquieren un magnetismo permanente por efecto del campo magnético Terrestre. Este magnetismo se incrementa como consecuencia del martilleo, remachadura y otras vibraciones. La magnitud y naturaleza de este magnetismo dependen principalmente de la dirección en que se construyó el buque y de la latitud magnética.

El magnetismo permanente, tiene el efecto de transformar al buque en un largo y complejo imán permanente de acero duro, cuya polaridad se mantiene en la misma posición relativa del buque, sin importar que este se mueva. Se corrige con imanes permanentes horizontales y verticales, en la forma que se detalla más adelante.

D.- **MAGNETISMO INDUCIDO**

En virtud de sus propiedades particulares, el magnetismo inducido actúa sobre el compás magnético, como un imán cuya magnitud y polaridad desaparecen tan pronto el buque cambia su rumbo o latitud magnética. Esta forma de imán, también se clasifica en componentes, y se corrige con hierros blandos en la forma que se detalla más adelante.

E.- **MAGNETISMO SEMI PERMANENTE**

Este es un término muy general aplicado a aquella parte del magnetismo del buque que se adquiere como consecuencia de los hierros intermedios, cuando el buque ha permanecido a una proa o rumbo determinado por períodos muy prolongados. Este efecto se acentúa por las vibraciones pero tarda en producirse.

Involuntariamente, el magnetismo semi permanente, se suele corregir inicialmente como si fuera permanente, ya que originalmente es la causa de los desvíos. Sin embargo, luego deja de comportarse como tal.

Para evitar errores causados por el magnetismo semi permanente, durante la compensación, se deja pasar un tiempo después que el buque se ha colocado a un rumbo determinado. Por norma general, el tiempo en completar una vuelta al horizonte con el buque, durante la compensación, no debe ser menor a 40 minutos.

F.- **EFFECTO DE LOS RAYOS**

Si un buque es tocado por un rayo, probablemente, su magnetismo se verá afectado en un grado de magnitud desconocida. Sin embargo, su efecto es de naturaleza temporal.

G.- **RESUMEN**

El magnetismo semi permanente, se puede producir cuando se cumple una o más de las circunstancias que se indican:

- 1.- El buque ha permanecido mucho tiempo sin cambiar la dirección de la proa.
- 2.- El buque abandona el dique después de una reparación.
- 3.- Rayos sobre, o cerca del buque.
- 4.- Se han realizado tiros con grandes calibres.
- 5.- Se han experimentado fuertes malos tiempos.

Bajo cualquiera de las circunstancias anteriores, el desvío debe ser comprobado frecuentemente. La magnitud del magnetismo semi permanente, no se puede calcular ni corregir.

V.- FUNDAMENTOS DE LA CORRECCIÓN DE COMPASES

Los múltiples efectos del magnetismo del buque, que producen los desvíos, se corrigen en principio, de la siguiente forma:

A.- **COMPONENTES DEL MAGNETISMO PERMANENTE:** Mediante imanes permanentes, colocados en la Bitácora de manera tal que; sus campos magnéticos actúen sobre la aguja del compás en dirección contraria al campo magnético del buque que están corrigiendo.

B.- **COMPONENTES DEL MAGNETISMO INDUCIDO:** Mediante hierros blandos, colocados alrededor de la rosa, de tal manera que; su campo inducido actúe sobre la aguja en la dirección contraria al campo del buque que están corrigiendo.

C.- **CORRECTORES**

1.- **Correctores de imanes permanentes**

Son barras de acero de forma cilíndrica que vienen en varias dimensiones, desde 1/2 a 9 pulgadas, dependiendo del tamaño de los casilleros que posea la Bitácora. Están pintados de color rojo y azul. Algunos correctores se proporcionan plastificados para evitar el óxido.

Estos imanes se introducen en casilleros fijos ubicados debajo de la rosa en tres direcciones; longitudinales, transversales y verticales. En los compases grandes los imanes verticales se colocan en un canastillo cuya altura se puede regular con una cadenilla.

Aquellos imanes que no se encuentran instalados en la bitácora se deben guardar en sus correspondientes estuches, con sus polaridades contrarias adyacentes, para evitar su pronta disipación.

2.- **Correctores de hierro blando**

Estos consisten en:

a.- Un par de esferas de hierro blando, colocadas transversalmente. En compases mal ubicados, es posible que estas esferas se encuentren un poco giradas. En compases de fabricación japonesa, se usan unas cajas de aluminio, que en su interior traen láminas de acero horizontales cuya cantidad se puede variar.

b.- Una barra de hierro blando vertical, llamada barra "Flinders", que va montada en un cilindro de bronce vertical por la parte delantera o trasera del compás. Normalmente se encuentra en la parte delantera del compás.

El tamaño y posición de los correctores anteriores, se puede calcular mediante tablas. Debido a que la inducción en los hierros blandos, tanto del buque como de los correctores, depende del rumbo y la latitud, los correctores son eficaces a cualquier rumbo y en cualquier latitud. Por este motivo, una vez ajustados, rara vez se vuelven a mover.

VI.- EL ERROR DE ESCORA Y SU CORRECCIÓN

A.- CAUSAS DEL ERROR DE ESCORA

El magnetismo vertical del buque, representado por un imán vertical colocado debajo del compás, no produce efecto alguno mientras el buque permanezca adrizado.

Sin embargo, cuando el buque se escora, también se inclina en igual medida el imán representativo del magnetismo permanente vertical, acercando un polo a la horizontal y provocando un desvío que se denomina "error de escora".

Cuando el buque balancea, los desvíos causados por este efecto, hacen oscilar la aguja, haciendo difícil el gobierno. Si el buque permanece escorado, se produce un desvío constante que es proporcional a la escora.

B.- FUNDAMENTO DE LA CORRECCIÓN DEL ERROR DE ESCORA

Todo el magnetismo vertical, ya sea permanente o inducido, se corrige mediante imanes permanentes verticales.

Esta situación, de mezclar los magnetismos permanentes e inducidos, violando las reglas establecidas anteriormente, trae como consecuencia, que la corrección, una vez efectuada, será eficaz solo para la latitud magnética en que se encuentre.

Normalmente, el error de escora se corrige antes de efectuar una compensación de todos los otros desvíos. Sin embargo, cuando el buque cambia de latitud, el error de escora reaparece.

C.- PROCEDIMIENTO PARA LA CORREGIR EL ERROR DE ESCORA EN LA MAR

Se ordena un rumbo del compás Norte o Sur. A estos rumbos las oscilaciones producto del error de escora es máximo. Luego, se mueve, el canastillo que contiene los imanes permanentes verticales, hasta que las oscilaciones desaparecen o disminuyen al máximo. Si es preciso, se invierten, se agregan o se quitan imanes del canastillo.

Habiendo reducido el error de escora al rumbo cuyo efecto es máximo, a otros rumbos el efecto será aún menor.

La posición original y final de los imanes y del canastillo, deben quedar registradas.

VII.- PREPARATIVOS PARA LA COMPENSACIÓN DEL BUQUE

La expresión "compensar el buque", se usa para describir el proceso completo de ajuste de los compases magnéticos. Lo anterior se efectúa en dos pasos:

- La colocación y ajuste de los correctores para reducir los desvíos.
- La "vuelta al horizonte", durante la cual se anotan los desvíos remanentes para confeccionar las Tablas y curvas de Desvíos.

A.- OPORTUNIDADES EN LAS CUALES SE DEBE COMPENSAR.

Un buque debe ser compensado para obtener los desvíos en las siguientes circunstancias:

- 1.- Antes del zarpe, una vez finalizada su construcción.
- 2.- Después de cambios estructurales de magnitud cerca del compás.
- 3.- Después de considerables cambio en la latitud magnética.
- 4.- Después de haber sido sometido a reparaciones o haber permanecido por tiempo prolongado a una misma dirección.
- 5.- Si se ha movido alguno de los correctores.
- 6.- Al menos una vez al año.

B.- PRECAUCIONES DURANTE UNA COMPENSACIÓN.

Durante una compensación, se deben tomar las siguientes precauciones:

- B:** No debe haber otros Buques a menos de 3 cables
- A:** El buque se debe encontrar **Adrizado**.
- T:** Tiempo mínimo a cada proa debe ser 4 minutos, para evitar influencia del magnetismo semi permanente.
- I:** Imanes probados en cuanto a fuerza y coloración, esfera y flinders desmagnetizados.
- C:** Prueba de sensibilidad para comprobar roce del **Chapitel** y estilo del compás efectuada.
- L:** La **Línea** de fe del compás debe estar paralela al eje longitudinal del buque
- A:** Prisma **Azimutal** con su alineación comprobada
- P:** **Pescantes**, plumas, escotillas y puertas de hierro trincadas para la mar. Profundidad del área de compensación mayor de 35 metros.

Notas:

- 1.- Nótese que las letras mayúsculas en cada párrafo forman la palabra "BATICLAP", que sirve como ayuda de memoria, para recordar las precauciones.
- 2.- La prueba de sensibilidad, consiste en acercar un imán a la aguja del compás, para que se salga unos 2 a 5 grados del rumbo. Luego se aleja el imán y se comprueba que la aguja vuelva a la posición que tenía originalmente. Hasta un cuarto de grado de diferencia, es aceptable. Naturalmente que durante la prueba el buque no debe variar en absoluto la dirección de su proa. Si lo anterior no es posible, la prueba se puede efectuar en tierra.

C.- PREPARACIÓN ANTES DE COMPENSAR

Antes de compensar, se deben efectuar las siguientes acciones preparatorias:

Imanes:

Asegurarse que existan imanes de tamaño adecuado, bien imantados y con los colores correspondientes bien pintados.

Llaves:

Asegurarse que las llaves para abrir y cerrar las puertas de la bitácora, sean las correctas.

Barras Flinders:

Aunque rara vez se mueven de su lugar, es conveniente asegurarse que se puedan sacar y poner con facilidad para comprobar su largo de acuerdo a historial.

Cartas:

Debe existir una Carta en el Puente, debidamente preparada que indique demarcaciones magnéticas.

Comunicaciones:

La intercomunicaciones con las diferentes posiciones de los compases, así como, con el panel de control del equipo Degaussin deben estar probadas.

Herramientas:

Herramientas para soltar y apretar tuercas de las esferas deben ser adecuadas.

Equipo Degaussin:

El equipo Degaussin, debe encontrarse en condición de ser activado en cualquier momento (Stand-by). Las bobinas de las cajas de resistencia deben ser activadas por lo menos cuatro horas antes, para que alcancen su temperatura de trabajo.

D.- MÉTODOS PARA COMPENSAR

Existen cinco métodos para compensar:

1.- Por demarcaciones a objetos distantes

Este método requiere que la posición del buque sea conocida; las demarcaciones magnéticas a objetos distantes se obtienen de la Carta. Para asegurarse que exista un error por paralaje menor a 1/2 grados, las distancias entre el objeto lejano y buque deben ser mayor a:

- Compensando amarrado a boya; 4 Millas
- Compensando a la gira; 6 Millas
- Sobre las máquinas: 10 millas. En este caso el buque no debe cambiar su posición más de 160 yardas.

2.- Por demarcaciones recíprocas

Normalmente esto implica informarle al buque, las demarcaciones magnéticas desde un lugar en tierra, que pueda ser fácilmente identificable desde abordó. De esta forma, la demarcación magnética al buque, tomada desde tierra, más 180 grados; es la demarcación magnética correcta, desde el buque a tierra. Su diferencia con la demarcación tomada desde el buque a tierra, es el desvío a ese rumbo.

3.- Por Azimut a un astro.

La altura o elevación del astro debe ser menor a 30 grados. El Sol es adecuado después del orto y antes del ocaso.

Usando este método el buque no queda restringido en sus movimientos.

Para saber la demarcación magnética al Sol en un instante cualquiera, se confecciona una curva de Azimut (eje horizontal), versus hora zona local (eje vertical), que cubra el período de la compensación.

4.- Por enfilaciones

En este método, el buque se hace girar detenido, sobre la línea que une dos objetos conspicuos en línea. Este método tiene la ventaja que no se produce error de paralaje, pero tiene la desventaja que es muy difícil mantenerse detenido en la enfilación cuando existe viento o corriente. Por lo tanto, este método, es más largo que los anteriores. Puede ocurrir que existan dos o más enfilaciones disponibles. En este caso, deben quedar suficientemente separadas y con el objeto o marca delantero o trasero, en común.

5.- **Por girocompás**

Este es el método más usado hoy en día en buques que poseen este instrumento. La precisión de este método depende del error del giro, razón por la cual debe ser constantemente comprobada por cualquier sistema antes y durante la compensación.

Al compensar por cualquier método, es indispensable izar las señales internacionales de reglamento.

E.- **PRUEBAS DE SENSIBILIDAD Y ESTABILIDAD DE LAS ROSAS**

Efectuar las pruebas de sensibilidad y estabilidad en tierra. Se deberán realizar en un lugar libre de perturbaciones magnéticas, situación que es posible verificar por medio de demarcaciones recíprocas, entre puntos situados a 50 metros como mínimo.

Prueba de sensibilidad consiste, una vez que el N del compás esté coincidiendo con la línea de fe del mortero, en desplazar el N unos 5° hacia un lado con un imán y retirarlo, el N del compás después de oscilar deberá volver a la posición original. La prueba deberá repetirse desplazando el N de la aguja al lado contrario. Esta prueba mide las condiciones en que se encuentra el chapitel y el estilo. El máximo error que puede aceptarse es de ¼ de grado.

Prueba de estabilidad está destinada a medir la potencia de las agujas del compás. Primero, el N del compás se hará coincidir con la línea de fe del mortero. Con un imán desplazar el N del compás exactamente 11°, logrado lo anterior retirarlo rápidamente. Cuando el N del compás pase por la línea de fe poner en marcha el cronógrafo y detenerlo cuando el N pase por segunda vez por la misma. El tiempo no podrá ser mayor de 10 segundos. El mortero deberá colocarse en una mesa o superficie nivelada.

VIII.- **COMPENSACION PRÁCTICA**

La "Compensación Práctica" o método de Koch aunque no es exacta, si se hace con cuidado, puede dejar un compás en estado de inspirar confianza cuando se necesite de él.

Al llegar a la posición que se va a compensar y estando el buque "BATICLAP" procédase:

- A.- Colocar **esferas a media carrera** en sus consolas.
- B.- Colocar la cantidad de Flinders de acuerdo con el historial o de un buque similar.
- C.- Eliminar **el error de escora** con balanza a las proas E o W; o sin balanza a las proas N o S anulando las oscilaciones producidas por el balance.

D.- Con **proa Norte** determina un buen desvío, **anulándolo totalmente** con **imanes transversales** con el Azul a Babor si es positivo y con el Azul a Estribor si es negativo, colocados en el bitácora al lado contrario a la que va el Flinders. Recuerde que de debe colocar correctores a 90° con las agujas del compás.

E.- **Proa al Este** tome un buen desvío y **anúlelo íntegramente** con **imanes longitudinales** con azul a popa si es positivo. Azul a proa si es negativo.

F.- **Proa al Sur**, tome un buen desvío **corrigiendo únicamente la mitad subiendo o bajando los imanes transversales**. Tome un desvío final enseguida.

G.- **Proa al Weste**, tome un buen desvío y **corrija la mitad subiendo o bajando los imanes transversales**. Tome un desvío final enseguida.

H.- **Proa al NW** tome un buen desvío y **anúlelo íntegramente con las esferas** acercándolas si es positivo. Alejándolas si es negativo.

I.- **Proa al Norte** tome un buen desvío final.

J.- **Proa NE** tome un buen desvío y corrija la mitad con las esferas: Acercándolas si es positivo. Alejándolas si es negativo. Tome desvío final.

K.- **Proa al E - SE - SW - NW** tomará a cada una, el **desvío final** completando la Tabla definitiva.

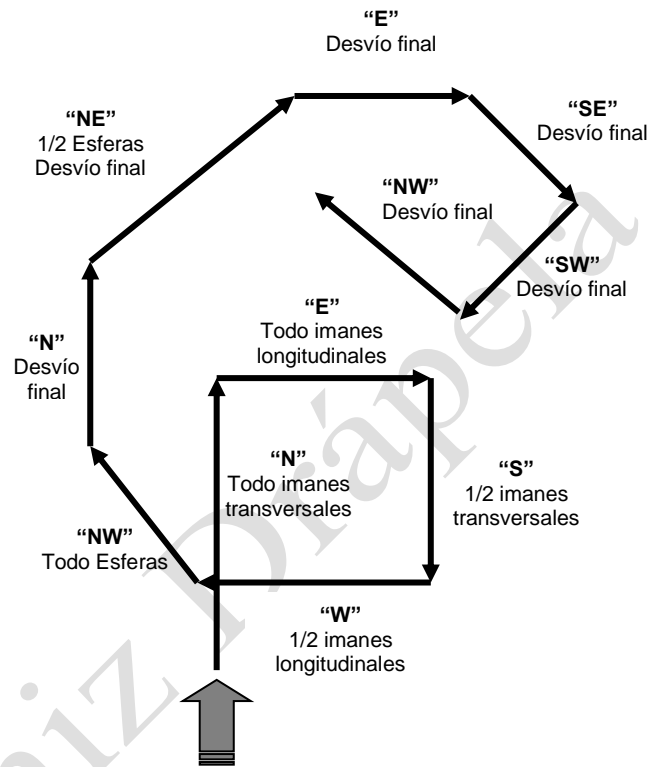


Fig. N° 2 "Compensación Práctica"

Rmg	Vmg	Rv	Eg	Rg	Rmg	Rc	Desvío	Anular	Medio
000°								Todo	I. Trans
090°								Todo	I. Long
180°								½ - Desvío final	I. Trans
270°								½ - Desvío final	I. Long
315°								Todo	Esferas
000°								Desvío final	
045°								½ - Desvío final	Esferas
090°								Desvío final	
135°								Desvío final	
225°								Desvío final	
315°								Desvío final	

Fig N° 3 "Guía para una compensación Práctica"

Ej. N° 1 Efectuar una compensación práctica si la Vmg = 10°.3 E y el Eg = -0°.1. Se debe navegar los Rumbos Magnéticos cardinales e intercardinales. Para la compensación se empleará como referencia el girocompás, para ello se empleará el Girocompás. Para Rmg= 000° se debe navegar al Rg = 010.4. Cuyo desvío una vez compensado es de +1.9.

Rmg	Vmg	Rv	Eg	Rg	Rmg	Rc	Desvío	Anular	Medio	
000°	10.3 E	010.3	-0.1	010.4	000°			Todo	I. Trans	
090°		100.3		100.4	090°			Todo	I. Long	
180°		190.3		190.4	180°	177.8	+2.2	½ - Desvío final	I. Trans	
270°		280.3		280.4	270°	268.2	+1.8	½ - Desvío final	I. Long	
315°		325.3		325.4	315°			Todo	Esferas	
000°		010.3		010.4	000°	358.1	+1.9	Desvío final		
045°		055.3		055.4	045°	045.2	-0.2	½ - Desvío final	Esferas	
090°		100.3		100.4	090°	091.6	-1.6	Desvío final		
135°		145.3		145.4	135°	135.5	-0.5	Desvío final		
225°		235.3		235.4	225°	222.5	+2.5	Desvío final		
315°		325.3		325.4	315°	312.2	+2.8	Desvío final		

Fig N° 4 "Datos del ejemplo"

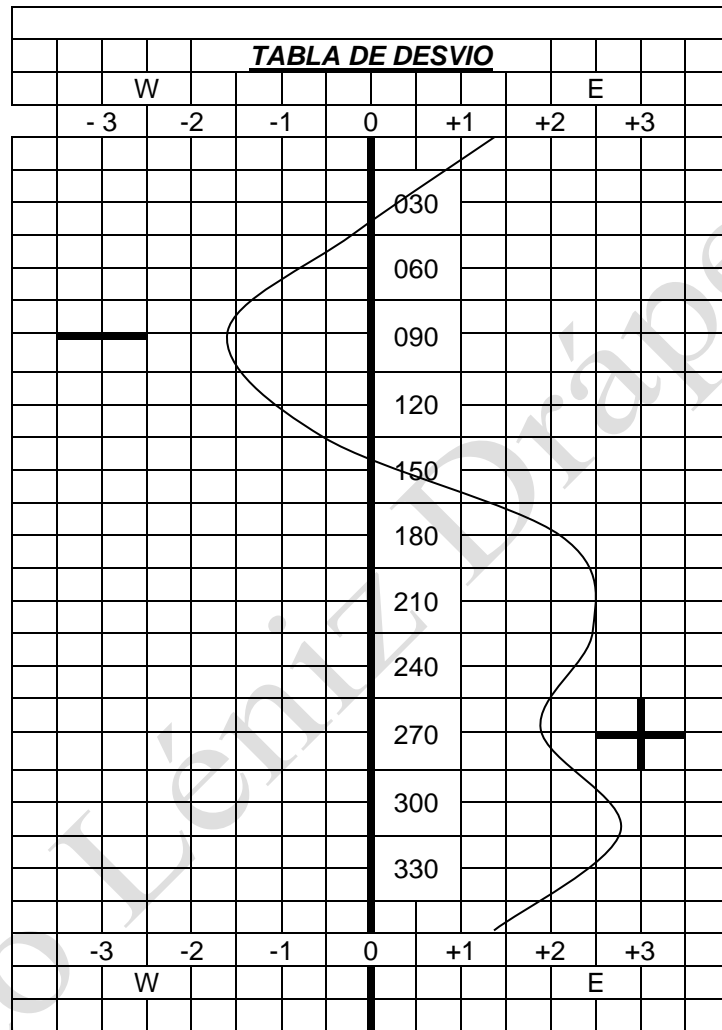


Fig N° 5 "Tabla de desvío obtenida del ejemplo"

IX.- **CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LOS COEFICIENTES**

El análisis de los coeficientes, permite apreciar el efecto de los imanes permanentes e inducidos del buque sobre el compás y la forma de compensarlos.

Los coeficientes se identifican por letras mayúsculas de la A a la E, más la letra J. Las causas de cada uno de ellos, las formas de calcularlos en forma práctica y corregirlos, son los siguientes:

Coefficiente A: Se debe a que la línea de fe, no coincide con la proa, o el compás está mal instalado. Se obtiene calculando el promedio de los desvíos (Δ). Su fórmula es:

$$A = (\Delta N + \Delta NE + \Delta E + \Delta SE + \Delta S + \Delta SW + \Delta W + \Delta NW) / 8$$

El coeficiente A, no puede ser corregido en forma práctica.

Coefficiente B: Se debe al magnetismo permanente transversal del buque. Su fórmula es:

$$B = (\Delta E - \Delta W) / 2$$

El coeficiente B, se corrige aumentando la cantidad de imanes permanentes longitudinales, con el rojo hacia popa.

Coefficiente C: Se debe al magnetismo permanente transversal del buque. Su fórmula es:

$$C = (\Delta N + \Delta S) / 2$$

El coeficiente C, se corrige reduciendo el la cantidad de imanes permanentes transversales, con el rojo a estribor. El mismo efecto se consigue insertando imanes con el rojo a babor.

Coefficiente D: Se debe al magnetismo inducido longitudinal del buque. Su fórmula es:

$$D = (\Delta NE - \Delta SE + \Delta SW - \Delta NW) / 4$$

El coeficiente D, se corrige reajustando las esferas. El monto o distancia a la que deben quedar, se puede obtener de Tablas.

Coefficiente E: Se debe al magnetismo inducido transversal del buque. Su fórmula es:

$$E = (\Delta N - \Delta E + \Delta S - \Delta W) / 4$$

El coeficiente E, se puede corregir solo en caso que las esferas se puedan gira.

Coefficiente J: Se debe al magnetismo vertical del buque. Se obtiene midiendo el cambio en el desvío por cada un grado de escora al rumbo Norte. Se corrige subiendo, bajando, aumentando, disminuyendo o invirtiendo los imanes del canastillo.

Los coeficientes se calculan antes de una compensación para planificar la cantidad y forma en que se efectuaran las correcciones y una vez terminada la misma, para obtener la ecuación del desvío, llenar los formularios correspondientes y saber a que atenerse en el futuro.

La ecuación final del desvío es:

$$\Delta = A + B \times \text{Sen } R_c + C \times \text{Cos } R_c + D \times \text{Sen}(2R_c) + E \times \text{Cos}(2R_c)$$

Rc: es el Rumbo del Compás.

Existen otras formas de obtener los coeficientes, basadas en la magnitud de los parámetros representativos del magnetismo permanente e inducido del buque, combinado con el efecto de las componentes horizontales y verticales del magnetismo Terrestre.

Detalles sobre este tema, se pueden obtener en textos especializados sobre la materia.

Ej. N° 2: Los siguientes desvíos se obtuvieron en un compás instalado abordo de un buque recién construido, sin correctores y adrizado:

Rc	Δ	Rc	Δ
000°	1,5 W	180°	8,0 E
045°	34,0 W	225°	1,5 W
090°	31,0 E	270°	29,0 W
135°	13,5 E	315°	36,0 W

Al escorar el buque 1 grados al rumbo Norte el nuevo desvío fue: - 2.7 E.

Los coeficientes son:

$$A = + 2.3$$

$$B = +30.0$$

$$C = - 4.8$$

$$D = +13.8$$

$$E = + 1.1$$

$$J = - 1.2 (-2.7 - -1.5)$$

$$\Delta = 2,3 + 30 \times \text{Sen} (Rc) - 4.8 \times \text{Cos} (Rc) + 13.8 \times \text{Sen} (2 \times Rc) + 1.1 \times \text{Cos} (2 \times Rc)$$