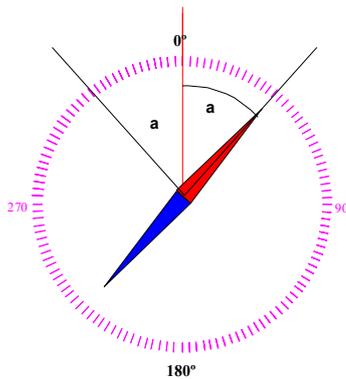


Apuntes de
ORIENTACION

Brújulas o compases. Tipos y lectura

Una brújula es, en su acepción más sencilla, una aguja imantada que puede girar libremente alrededor de un eje, lo que le permite orientarse dentro de un campo magnético. Si solamente estuviese afectada por el campo magnético terrestre, el polo S de la aguja apuntaría al polo N magnético, mientras que el polo N de la aguja apuntaría al S.

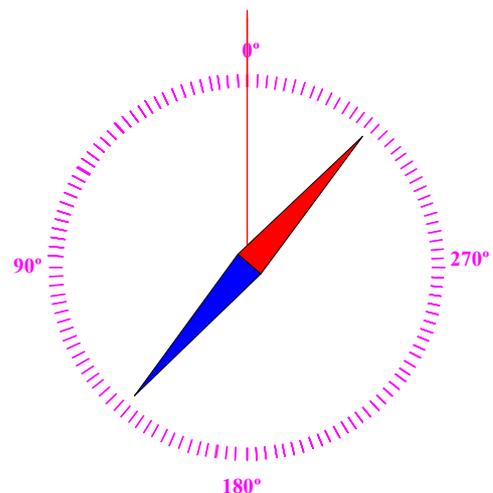
Las brújulas más antiguas estaban probablemente construidas a base de fijar una barra imantada sobre la superficie de un trozo de corcho o madera que se dejaba flotar sobre el agua contenida en un recipiente. El resultado era que todo el trozo de madera giraba lentamente hasta que la barra quedaba orientada; o, al menos, esa era la idea. Como resultado se obtenía una referencia constituida por una dirección relativamente fija, a partir de la cual se podía determinar otra dirección concreta (la de marcha de una caravana, la de navegación de un buque, etc.)

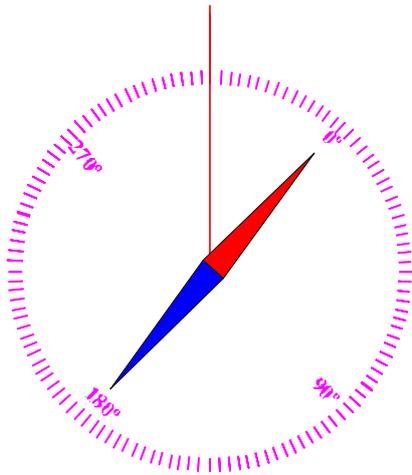
No hay que discurrir mucho para darse cuenta de que, si se hace coincidir el eje de giro de la aguja con el centro de un círculo graduado situado bajo ella, la dirección indicada queda mucho mejor definida. De ahí al desarrollo de los modernos compases solo va un paso.

Pero nos vamos a encontrar enseguida con un problema: En la figura, la aguja gira sobre un círculo graduado en la forma en que estamos acostumbrados a verlos: de 0° a 360° en el sentido de giro de las agujas del reloj. La aguja está marcando aproximadamente la graduación correspondiente a 40°. ¿Quiere esto decir que apunta en dicha dirección? Evidentemente no. La aguja *siempre* señala la dirección del Norte (o, por lo menos, lo intenta), el hecho de que coincida con la graduación 40° quiere decir que la línea de fe roja, que coincide con el 0° está orientada 40° a la izquierda de la dirección del N, es decir, al 320°. Todo esto puede resultar un poco complicado y se presta a cometer errores, así que vamos a ver de qué forma podemos simplificarlo.

Supongamos que cojo el mismo círculo graduado, pero lo gradúo al revés, en sentido contrario al de marcha de las agujas del reloj (*graduación inversa*). Si lo oriento en mi dirección de marcha o de observación y dejo girar la aguja, ésta señalará, sobre el borde graduado, la dirección en la que estoy mirando, con lo que me ahorraré tener que hacer cálculos en los que puedo equivocarme.

Sin embargo, el resultado no acaba de satisfacerme: estoy tan acostumbrado a ver los círculos graduados en sentido directo, como en la primera figura, que me resulta extraño usar el inverso y no me siento cómodo con él, de manera que voy a buscar la forma de conseguir el mismo resultado, pero empleando un círculo con graduación directa.



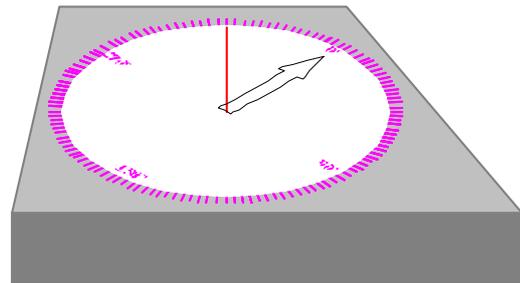


Para lograrlo, voy a dibujar la aguja directamente sobre el círculo graduado (esta vez con graduación directa) y voy a fijar, por la cara inferior de este, varios imanes orientados paralelamente a la aguja que he dibujado en la alineación 0° - 180°. A continuación, instalo todo el conjunto de manera que pueda girar alrededor de un eje que pase por su centro y lo introduzco todo en una caja con tapa de cristal, en la que marco una *línea de fe* paralela a los bordes laterales de la caja.

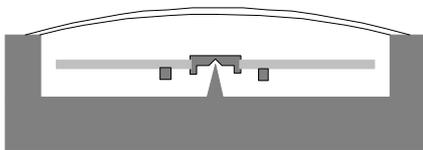
Evidentemente, cuando me encuentre mirando al N, la línea de fe, la aguja y el 0° del círculo, coincidirán y yo sabré que estoy mirando al N y que tengo mi brújula orientada en dicha dirección, pero si me aparto del N, el plato girará junto con la aguja y la graduación del borde del círculo correrá por debajo del índice, hasta que coincida con el

mismo la lectura correspondiente a la dirección en la que estoy mirando o hacia la que tengo orientada la brújula. Ahora las lecturas son directas y estoy mirando un círculo graduado en la forma a la que estoy acostumbrado. La lectura de *azimuts, rumbos o demoras* es igual de precisa, pero mucho más intuitiva.

Con una caja sólida que disponga de una tapa transparente que nos permita leer cómodamente las indicaciones del compás, una línea de fe bien definida y perfectamente paralela a los bordes laterales de la caja y un poco de habilidad, ya dispongo de un instrumento bastante útil para orientarme... Pero, como pronto veremos, aún puedo mejorarlo mucho si le añado al conjunto algunos aditamentos bastante prácticos.



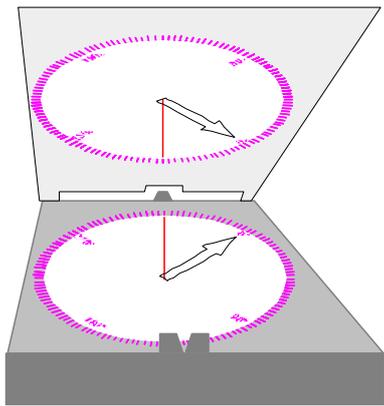
Una sección transversal de lo que llevamos construido hasta ahora se parecería bastante a la figura de abajo, donde se ve el plato con los imanes pegados por su cara inferior, apoyado sobre el *estilo*, punta extremadamente dura y afilada, sobre



la que puede girar casi sin rozamiento. Para conseguir que el movimiento sea más estable, sin oscilaciones, se rellena la totalidad de la caja con algún líquido como aceite o alcohol. En el caso de compases para buceo es indispensable dicho relleno, para evitar que la presión del agua aplaste e inutilice el aparato.

Caja del compás. Elementos auxiliares

El compás, tal como ha quedado diseñado, resulta muy práctico para efectuar lecturas mirándolo desde arriba. Pero hay ocasiones en que me convendrá utilizarlo para determinar el azimut de una dirección sobre el terreno, visando al mismo tiempo la graduación del compás y el punto cuya dirección quiero determinar.



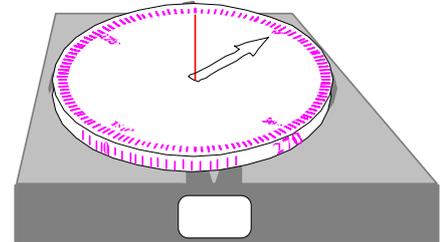
Añadirle a la caja los elementos necesarios para poder hacer esto es cosa fácil. En primer lugar, para estar seguro de que apunto en la dirección correcta, de manera que la visual coincida exactamente con la línea de fe, puedo ponerle en la parte superior una *línea de mira*, materializada por una muesca y un punto de mira; de esta forma, situando el compás a la altura de la vista, podré apuntar en la dirección deseada... pero ahora resulta que no veo la graduación grabada sobre el plato, así que no he conseguido gran cosa.

Este segundo problema se puede resolver de varias formas. Quizás el más sencillo consista en ponerle al conjunto una tapa que se pueda levantar mediante una bisagra y que, en su cara interior, lleve un espejo. Si dejo el espejo abierto unos 45°, veré en él la

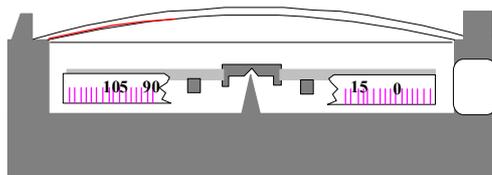
lectura al mismo tiempo que viso el punto cuya dirección quería determinar. Ya he conseguido ver las dos cosas al mismo tiempo.

Esto de la línea de mira y el espejo está muy bien en tierra, pero bajo el agua sería un poco complicado, así que vamos a ver otro sistema que resulta más adecuado para el buceo.

Si al plato giratorio le pongo un faldón en el que vaya marcada una escala sexagesimal *opuesta* a la de la cara superior (directa, pero desfasada en 180° respecto de ésta) y a la caja le abro una ventana en la cara más próxima a mí (opuesta a la posición de la línea de fe), al visar un punto mediante la línea de mira con el aparato a la altura de los ojos, veré, a través de la ventana, la misma graduación que vería coincidiendo con la línea de fe si mirase desde arriba. Es decir, que ahora tengo un aparato cuyas indicaciones puedo leer tanto desde



arriba (cuando lo use sobre el mapa) como desde atrás y a la altura de los ojos (cuando lo utilice para medir un azimut sobre el terreno o para determinar qué dirección corresponde a un azimut concreto.)



(Ojo! No confundir *graduación inversa* (marcada en sentido contrario al de giro de las agujas del reloj) con *graduación opuesta* (directa, pero desfasada en 180° respecto a la original).

Empleo de la brújula sobre el mapa

Que un mapa es una representación del terreno a escala es una cosa que sabe todo el mundo. Su lectura ya es otra cosa. Una persona con conocimientos de topografía y práctica en el manejo de mapas obtendrá mucha más información que un novato, pero todo es cuestión de practicar y leerse con mucha atención las indicaciones que suelen aparecer en los márgenes o al dorso de muchos mapas.

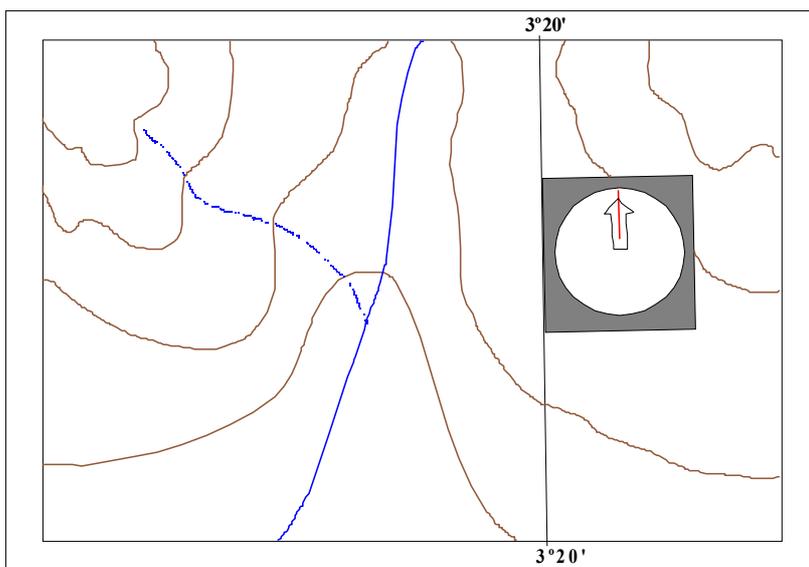
Lo primero que deberemos hacer es ver cual es la *escala* a la que está elaborado el mapa: la escala viene definida por un número fraccionario, cuyo numerador es el 1 y cuyo denominador indica el número de veces que hemos “encogido” la zona representada. Así, una escala 1:50.000 nos indica que cada cm en el mapa corresponde a 50.000 cm (o 500 m) en el terreno.

La segunda operación será *orientar* el mapa, y para ello, nos serviremos de la brújula. En principio, ésta nos indica dónde está el N, pero ¿dónde está el N del mapa?

Los mapas pueden venir, o no, cuadrículados y/o con los meridianos dibujados. Hay que tener cuidado con las cuadrículas, porque muchas de ellas no están elaboradas guiándose por los meridianos (solo coinciden con el meridiano central de un cuadrado de 100 Km de lado), de manera que, conforme nos vamos alejando de dicho meridiano, van introduciendo un error mayor llamado “convergencia”. Hay que guiarse por los meridianos.

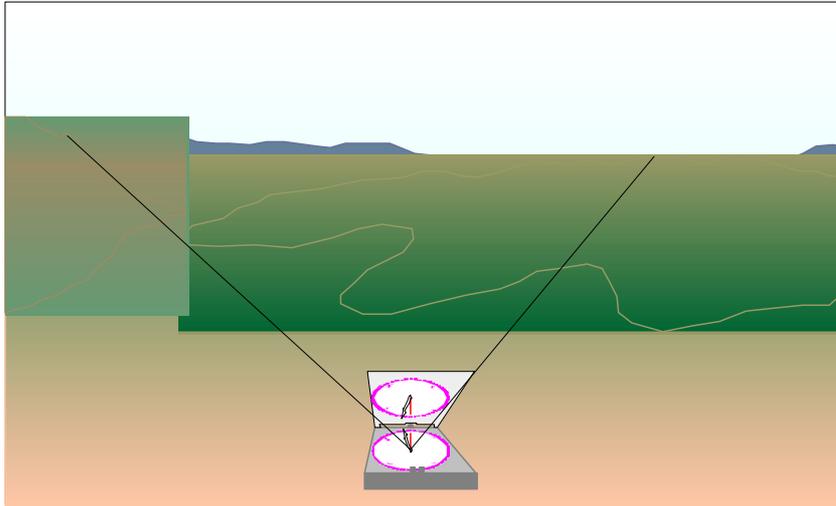
Si los meridianos están representados, no hay problema, pero, si no lo están, hay que dibujar, al menos, uno que nos sirva como referencia; para ello vamos a examinar los bordes de la hoja.

Sobre dichos bordes debe estar representada una escala de *longitudes* (distancia angular que separa un punto del meridiano cero, medida sobre el paralelo) y *latitudes* (distancia angular que separa el punto del ecuador, medida sobre el meridiano). Si buscamos en los bordes superior e inferior (paralelos que limitan al N y al S la zona representada en el mapa) dos longitudes iguales y las unimos con una línea recta, habremos dibujado el meridiano de dicha longitud, línea que, por definición, apunta al N.



Ahora deberíamos colocar el mapa de manera que la línea obtenida apunte en la misma

dirección que la flecha de la brújula. La mejor manera es colocar la brújula sobre el mapa de forma que un borde lateral de la misma coincida con un meridiano y girarlo todo hasta que el 0° coincida con la línea de fe paralela al borde. En este momento tenemos el mapa orientado, pero solo aproximadamente, como luego veremos.



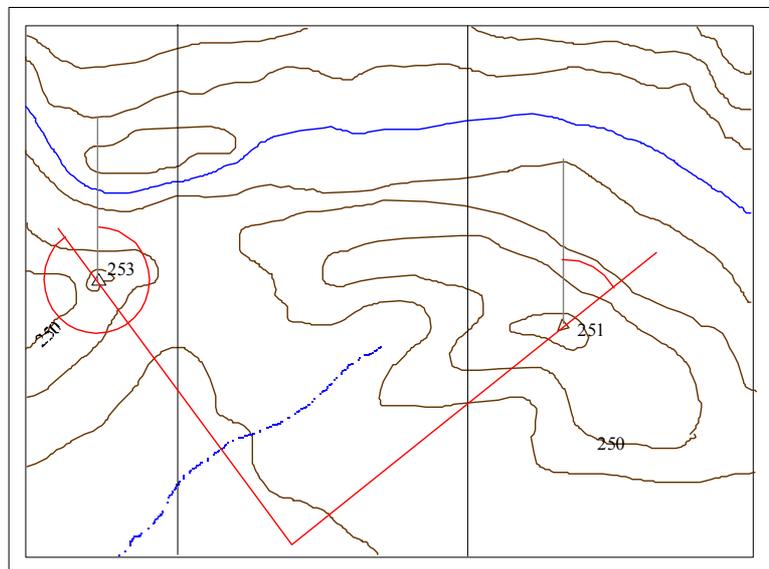
En este momento tenemos el mapa orientado, pero solo aproximadamente, como luego veremos.

Situarse en el mapa

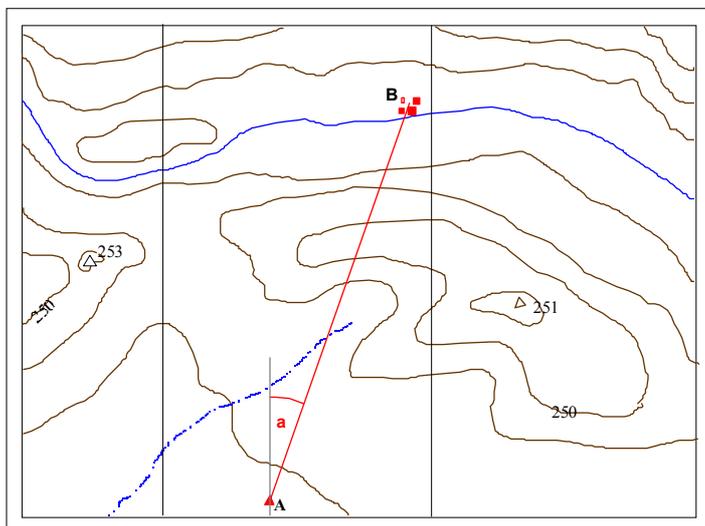
Una vez orientado el mapa, es necesario averiguar dónde estamos lo más exactamente posible. Vamos a determinar nuestro *punto de estación*.

Con el mapa orientado y una idea aproximada de por dónde andamos, vamos a buscar, como mínimo, dos puntos característicos del terreno, que estén claramente representados en el mapa. Los más fiables son los *vértices topográficos*. En el terreno están marcados con mojones puestos por el Instituto Geográfico Nacional y en el mapa vienen claramente representados mediante triángulos a cuyo lado aparece una cifra que indica la cota, o altura sobre el nivel del mar.

Visamos las referencias elegidas y medimos los ángulos (azimut) que forman las visuales con la dirección del N. Luego nos vamos al mapa, trazamos por cada uno de los puntos una paralela al meridiano mas próximo y después (en rojo en la figura) sendas líneas que formen con dichos meridianos los mismos ángulos que obtuvimos anteriormente con la brújula (todo ello trabajo elemental con regla, escuadra y transportador). Las dos líneas trazadas de esta forma se llaman *líneas de situación* y su intersección nos indica el lugar del mapa que corresponde a nuestro *punto de estación* sobre el terreno.



Las referencias pueden ser vértices, cruces de carreteras, edificios característicos y, en general, cualquier punto que pueda ser fácilmente identificado sobre el terreno y sobre el mapa. Ni que decir tiene que, si encontramos un tercer punto que nos sirva para confirmar la posición, tendremos muchas mas garantías en la localización del punto de estación.



Determinación de la dirección a seguir

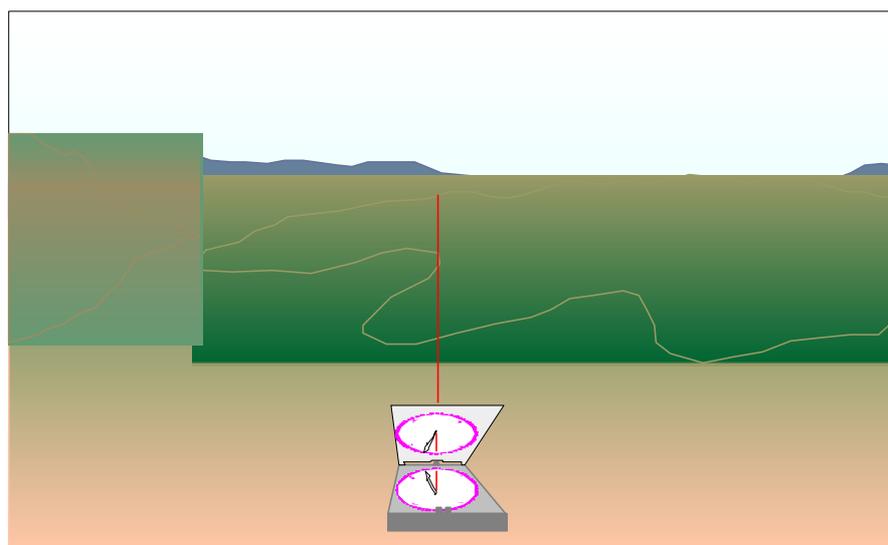
Una vez situados, tenemos que decidir en qué dirección debemos caminar para dirigirnos al punto de destino que hayamos elegido.

Supongamos que, en el mismo caso que estábamos tratando, existe un caserío, **B**, en el valle existente en la parte norte del mapa, al que queremos llegar desde nuestro punto de estación, **A**, que determinamos en el ejercicio anterior. Evidentemente, la loma situada entre nosotros y el

caserío nos impide ver éste.

Sobre el mismo mapa trazamos el meridiano de nuestro punto de estación y la línea que une dicho punto con el de destino y medimos el ángulo que forman ambas líneas, sea este el ángulo **a**.

Ahora tomamos la brújula y la situamos a la altura de la vista, mirando simultáneamente el terreno frente a nosotros a través de la línea de mira y la lectura del plato frente al índice (utilizando el procedimiento de que nuestro aparato disponga: espejo, tambor con graduación opuesta, etc.) Giramos despacio a uno y otro lado hasta que la lectura en la brújula coincida con el valor del ángulo **a** medido en el mapa y, en ese momento, buscamos el punto del terreno que queda enfilado por la línea de mira, tratando de encontrar en él alguna referencia (árbol, piedra, configuración especial...)



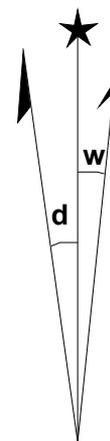
que nos sirva para identificarlo. Obviamente podemos tomar cuantas referencias intermedias consideremos necesarias. Ahora ya podemos guardar cuidadosamente mapa y brújula y empezar a caminar en la dirección elegida, cuidando de no perder

nuestra referencia

Precauciones a adoptar en el manejo de la brújula

Como ya advertí antes, cuando nos encontremos frente a una hoja previamente cuadrículada, hay que tomar precauciones, puesto que las líneas verticales de la cuadrícula raramente coincidirán con los meridianos. Lo mas seguro es elegir en los bordes superior e inferior dos longitudes geográficas idénticas y unir las mediante una línea que nos indicará la dirección del *Norte geográfico o verdadero*

Pero los ángulos formados por las líneas que tracemos con esta dirección no nos sirven para la brújula. El *Norte magnético* no coincide con el geográfico, de manera que las direcciones desde un punto cualquiera del globo a ambos nortes son distintas y forman un ángulo que se llama *declinación magnética* y se suele representar por la letra griega *d* (delta).



Dicha declinación varía para cada lugar del globo y cambia con el tiempo. En los mapas viene representado el valor de la declinación para la zona cubierta por el mapa y para la fecha de edición del mismo, junto con el incremento o decremento que sufre por cada año que haya transcurrido desde que la hoja del mapa fue editada. Lo normal será que encontremos una figura como la representada aquí.

La línea rematada por una estrella representa la dirección del **NG** (Norte geográfico), la terminada en media punta de flecha, o arpón, la del **NM** (Norte magnético) y la acabada en punta de flecha, la del **NC** (Norte de la cuadrícula). El ángulo **d** es, como ya se dijo, la declinación magnética y el **w**, la *convergencia de la cuadrícula*.

Además de esta figura y próxima a ella suele aparecer una leyenda con información que hay que leer atentamente antes de empezar a hacer cosas con el mapa. Dicha leyenda nos indica: Fecha para la que era válida la declinación en la zona. Valor de la declinación en dicho momento. Valor del incremento o disminución de la declinación por cada año transcurrido y valor numérico de la convergencia de la cuadrícula.

Lo primero que deberemos hacer es poner la declinación al día. La información podría ser, por ejemplo:

Valor medio de la declinación magnética para el
1 de enero de **1983** **d = 4° 21' Oeste**

La declinación disminuye cada año **7,9'**

Convergencia de la cuadrícula **w = 50' 59"1**

Con estos datos, y suponiendo que nos encontramos en el año 2000, actuaremos como sigue:

Reducción de la declinación: Han transcurrido 2000 - 1983 = 17 años

A razón de 7,9' por año, son: $7,9' \times 17 = 134,3' = 2^\circ 14,3'$

Esta cantidad debo restarla de la declinación para 1983: $4^{\circ} 21' - 2^{\circ} 14,3' = 2^{\circ} 6,7'$ **Oeste** para el 2000

Si no voy a usar la cuadrícula del mapa, no necesito tener en cuenta la convergencia. Dado que hay mapas que la tienen, mapas que no la tienen y mapas que la tienen de distinto sistema, mi recomendación es no usarla.

La declinación obtenida me dice que, para el presente momento y lugar, el norte al que debe señalar la aguja está $2^{\circ} 6,7'$ más al oeste que el norte geográfico o verdadero, que es el que indican los meridianos que yo pueda trazar en el mapa. Ello hará que los ángulos medidos con la brújula sean poco más de 2° mayores que sus correspondientes en el mapa, lo que deberé tener en cuenta a la hora de trabajar con plano y brújula: para trasladar un ángulo medido con la brújula al mapa deberé restarle dichos 2° , mientras que, para introducir en la brújula un ángulo medido con el transportador en el mapa, tendré que sumarle esos mismos 2° .

Parece obvio, pero no siempre se tiene en cuenta, que cualquier campo magnético próximo a la brújula puede alterar el funcionamiento de la misma. Para medir con ella conviene alejarse de vehículos, vías de ferrocarril, tendidos de alta tensión, etc. (He visto gente trabajando con plano y brújula cómodamente apoyados sobre el capó del todo terreno)

Otra cosa a tener en cuenta es la *inclinación magnética*. El polo más próximo atrae a la aguja con mayor intensidad, haciendo que el plato se incline en su dirección. Si no se tiene cuidado, dicho efecto puede hacer que el plato roce con el interior de la caja y frene o bloquee su movimiento, lo que dará lecturas erróneas. No hay que empeñarse en tener la brújula horizontal, sino en que el plato gire con total libertad, sin rozar con nada que pueda frenarlo.

Determinación de la situación de un punto visto

De la misma manera que podemos situar nuestro punto de estación mediante la medición de los ángulos que forman con el norte las visuales dirigidas a dos puntos característicos, haciendo estación en dos puntos conocidos y midiendo los azimuts desde ambos a un tercer punto, podemos situar éste último. Todo el problema se reduce a trazar en el mapa las dos líneas de visión (que quedan determinadas por el ángulo que forman con la dirección del N) y ver dónde se cruzan. Una vez situado el punto en el mapa, ya será fácil determinar la distancia a que nos encontramos, cuál es el mejor itinerario para llegar hasta él, etc.

Conservación del rumbo de marcha

Existe gran cantidad de gente que se pierde incluso con brújula y mapa. No siempre es fácil identificar con precisión el punto de estación o algún punto característico que nos pueda servir de referencia y, si no somos suficientemente cuidadosos con la brújula, la cosa se puede complicar.

Cuando tratamos de marchar desde nuestro punto de estación hacia otro, puede ocurrir que el itinerario no nos permita mantener todo el tiempo a la vista el punto de destino (tenemos que atravesar un bosque, se mete niebla;...) En principio, conviene tomar desde el primer momento cuantas referencias intermedias se

consideren necesarias, pero puede no ser suficiente.

Con visibilidad reducida por cualquier motivo, es conveniente poner especial cuidado en el mantenimiento del rumbo. Si se camina en grupo, la cosa es fácil: uno de los componentes del grupo debe adelantarse, mientras el que lleva la brújula permanece detenido y le va diciendo si debe desplazarse a derecha o izquierda para mantenerse en la dirección correcta. Cuando el avanzado esté a punto de perderse de vista, el que quedó parado le dice que se detenga, termina de “encajarlo” en la dirección correcta y se reúne con él, para volver a comenzar de nuevo.

Si se marcha solo (cosa que ni los más expertos debieran hacer) hay que procurar “engancharse” muy bien unos puntos con otros: Desde el punto inicial (suponemos que sabemos dónde estamos al comenzar) buscamos una referencia dentro de nuestro campo de visión (por supuesto, en nuestra dirección de marcha). A continuación, creamos en nuestro punto de estación actual una marca que sea claramente visible (palo hincado en el suelo, montón de piedras, etc.) Y comenzamos a andar hacia la referencia. Al llegar a ésta, nos damos la vuelta y comprobamos que la marca que creamos en el primer punto está exactamente en el rumbo opuesto al que hemos seguido (el seguido más 180°); de no ser así, nos desplazamos lateralmente hasta que logremos ver nuestra marca en el azimut correcto. Hacemos una nueva marca y volvemos a empezar, siempre procurando mantener el rumbo de marcha con la mayor precisión posible. Este sistema, aunque es lento, tiene varias ventajas, entre las que se cuentan la facilidad para regresar por el mismo itinerario si fuese preciso y la inestimable ayuda que supondrán nuestras marcas para un equipo de rescate en caso de que alguien tenga que salir a buscarnos.

En caso de que encontremos un obstáculo que no podamos salvar sin contornearlo, lo mejor es hacer variaciones de rumbo de 60° : giramos 60° hacia el lado donde el camino parezca más fácil; una vez salvado el obstáculo, hacemos un nuevo giro de 120° (60° para volver al rumbo original más 60° para regresar a nuestro itinerario) esta vez al lado contrario y, recorrida una distancia igual a la del primer tramo de desvío, volvemos a nuestro rumbo original; así habremos recorrido dos lados de un triángulo equilátero cuyo tercer lado es el tramo que hemos evitado. Ni que decir tiene que tener bien talonado el paso y ser consciente de la distancia recorrida es de suma importancia.

Orientarse sin brújula

Conozco bastantes manuales de orientación que explican eso de la aguja horaria del reloj y el sol. Hay que suponer que se dispone de reloj, que este es analógico y que está puesto en hora con la hora solar del lugar en que nos encontramos. Demasiadas suposiciones para mi gusto.

También se ha repetido miles de veces eso de que el sol sale por el Este y se pone por el Oeste, cosa que es rigurosamente falsa durante la mayor parte del año (solo es verdad dos días al año y eso suponiendo que nos encontrásemos en medio de una llanura absolutamente plana)

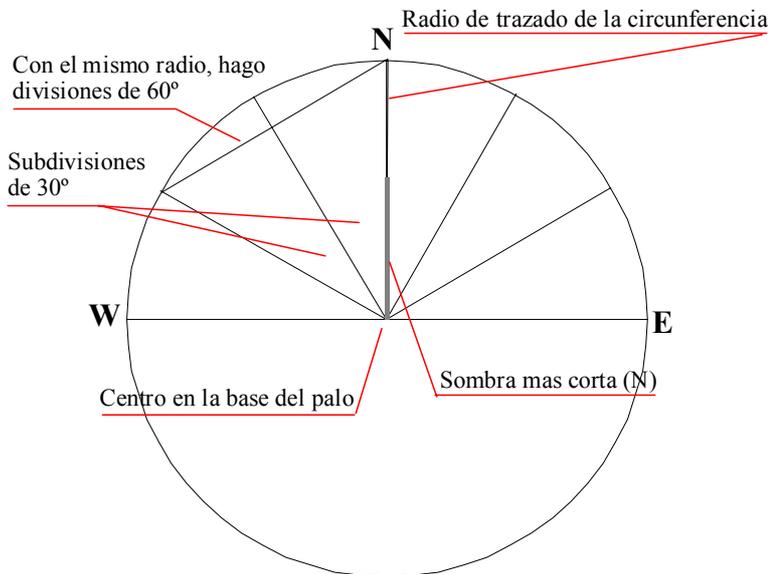
Lo que sí es cierto (al menos con una aproximación aceptable) es que, por definición, es mediodía cuando el sol cruza nuestro meridiano (ya sabemos que, en realidad es nuestro meridiano el que se sitúa dando frente al sol). En ese momento, si estamos en nuestras latitudes, el sol estará al sur de nuestra posición y en el punto de su recorrido más alto sobre el horizonte. Lo que es lo mismo que decir que la sombra apuntará al Norte y tendrá su longitud mínima del día.

Bueno, si tenemos que recurrir a esta clase de métodos, es de suponer que estamos perdidos de verdad y, cuando uno está perdido, hay que tomarse las cosas con calma, así que vamos a tomarnos nuestro tiempo.

Vamos a buscar un sitio cómodo donde tengamos cerca una plataforma llana y soleada. Clavemos un palo en el centro de la plataforma, lo más vertical que podamos (hacer una plomada con una cuerdecita y una piedra no es muy complicado) y marquemos el extremo de la sombra del palo.

Podemos tomar algo y descansar mientras vigilamos la sombra de vez en cuando y vamos marcando el extremo de la misma. Si es por la mañana, comprobaremos que la sombra se va haciendo cada vez mas corta.

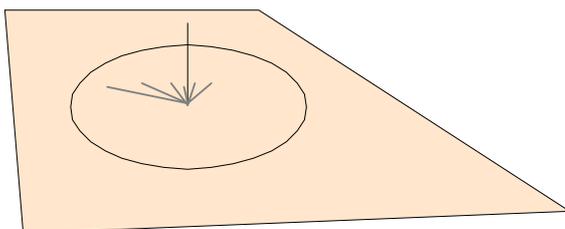
En el momento en que alcanza su mínima longitud, la sombra está apuntando al Norte verdadero y son las 12 (hora solar) en el sitio en que nos encontramos.



Ahora marcamos bien la dirección de la sombra (Norte) y, con el punto en que clavamos el palo como centro y la cuerdecita de antes como radio, trazamos una circunferencia y la dividimos en seis sectores de 60° cada uno (el sector de 60° tiene como cuerda el radio de la circunferencia, con lo que la división es bien fácil). A continuación, subdividimos estos sectores (tomamos el punto medio de uno de ellos y, partiendo de este punto, volvemos a emplear la subdivisión en arcos de 60°). Tendremos arcos de 30°. Los

subdividimos nuevamente y obtendremos arcos de 15°.

El sol recorre, por término medio, 15° por hora (los 360° en las 24 horas del día). Los radios que limitan las divisiones de 15° nos indicarán la hora cuando la sombra los cruce. Veamos el gráfico siguiente



Como se ve, tengo la base para la elaboración de una rosa de los vientos, graduada de 15 en 15°. Si voy a permanecer en el sitio, la dejo en el terreno; si voy a marchar, elaboro una igual sobre papel (el dorso del mapa, por ejemplo). Si tengo reloj, aunque sea digital, con su ayuda sabré en todo momento, con bastante aproximación, con qué línea

deberá coincidir, según la hora que sea, la sombra del lápiz apoyado verticalmente sobre el centro del círculo.

Así, si mi reloj (que puse en hora solar a las 12, hora de la sombra mas corta) me dice que son las 4 de la tarde, colocaré mi obra de arte sobre cualquier superficie horizontal y apoyaré verticalmente el lápiz sobre el centro. El sol habrá recorrido $4 \times 15 = 60^\circ$, hacia el W, que serán los mismos que habrá recorrido la sombra hacia el E, de manera que giro toda la figura hasta que la sombra coincida con la marca de 60° E. En ese momento la figura está orientada, es decir, la línea marcada Norte está apuntando en la dirección del Norte verdadero y, partiendo de aquí, puedo situarme y situar los puntos característicos que tengo a la vista.

Orientación bajo el agua

La orientación subacuática presenta un par de problemas añadidos respecto a la de tierra: En primer lugar, la apreciación de distancias se hace más difícil y, en segundo, la visibilidad siempre (incluso en las mejores condiciones) va a ser reducida. Para terminar de arreglarlo, podemos encontrar con corrientes.

Suponemos que un buceador deportivo va a bucear habitualmente a la vista del fondo, lo que le permitirá tomar referencias, aunque estas deberán estar muy próximas entre sí. Pero puede haber casos en que las referencias escaseen... El control tiene que ser mucho mayor que en tierra.

Apreciación de distancias

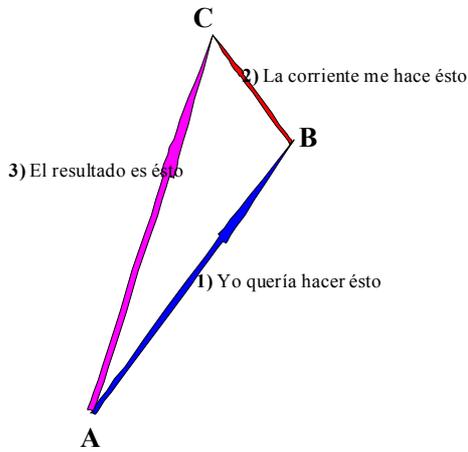
Es necesario acostumbrarse a “estimar” las distancias bajo el agua. Se debe practicar con boyas fondeadas a distancias conocidas, en mar o en piscina y se debe nadar repetidamente sobre distancias conocidas (largo de piscina, por ejemplo) contando el número de golpes de aleta necesarios para recorrerlas. La medición de la distancia recorrida a base de contar golpes de aleta debe convertirse en un acto reflejo que no suponga esfuerzo consciente. Se debe tener en cuenta que, en circunstancias en que nos veamos obligados a recurrir a todos nuestros recursos de orientación, el agotamiento será normalmente nuestro peor enemigo, por lo tanto, conviene hacer todos los cálculos sobre un aleteo “normal” que nos suponga un esfuerzo que seamos capaces de mantener durante tiempos largos.

Navegación con corriente

Todos los que buceamos asiduamente conocemos el problema que supone una corriente incluso ligera. Una corriente de 1 nudo (1,852 Km/h) ya es un problema y con 2 nudos (3,704 Km/h) habrá pocos buceadores que puedan hacer algo más que dejarse arrastrar.

La primera norma, en caso de encontrar corriente, es no luchar contra ella. Siempre acabará ganando y, si hemos luchado, además nos agotaremos. Hay que utilizar la fuerza disponible para salvar la situación sin agotarse.

Lo primero que se debe hacer es estimar la velocidad y dirección de la corriente con la mayor precisión posible. Pegados al fondo y agarrados a una piedra, podemos ver pasar trozos de posidonias y observar en qué dirección se orientan los peces que tratan de mantenerse contra la corriente. En cuanto a la velocidad,

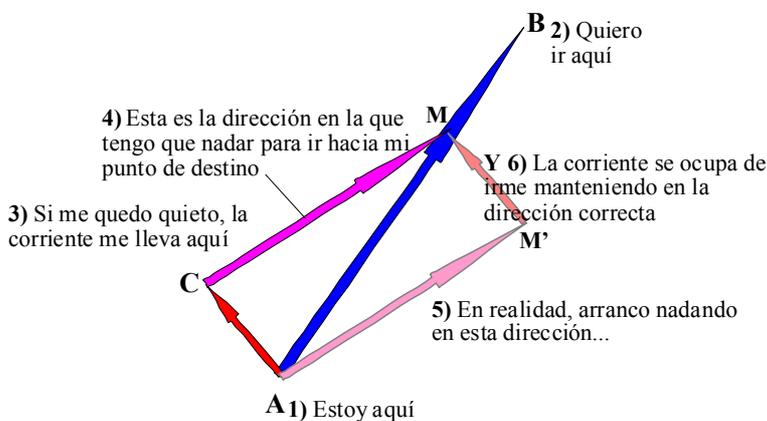


1 metro por segundo equivale aproximadamente a 2 nudos. No es muy difícil contar los segundos que el trozo de posidonia tarda en recorrer la distancia entre la punta de los dedos de un brazo extendido lateralmente contra corriente y el hombro opuesto (aproximadamente 1 m). Supongamos que ha tardado 3 segundos: la corriente será de 2/3 de nudo (unos 1,25 Km/h). Para calcular la modificación de rumbo hay que manejarse en las mismas unidades. Lo mejor es hacerlo todo en metros por segundo: si sé que, a velocidad de aleteo normal, me recorro la piscina de 50 m en 1 minuto (por hacerlo fácil), quiere decir que hago $50/60 = 0,85$ metros por segundo (aproximadamente). Creo que puedo redondear a 1 m/seg sin temor a cometer grandes errores.

Bueno, pues resulta que yo “navego” a 1 m/seg en el seno de un agua que se desplaza a razón de 1 m cada 3 segundos (o 0,333.. m/seg). Sé en qué dirección quiero ir, pero, si me pongo a nadar en esa dirección, el agua se me irá llevando... (excepto, naturalmente, si va en la misma dirección que yo o en dirección contraria, en cuyo caso solo me acelerará o me frenará)

Vamos a ver gráficamente cómo me las arreglo:

Salta a la vista que, si me empeño en nadar en la dirección que tenía prevista inicialmente (el azimut al que vi una boya en superficie, por ejemplo), la corriente me va a ir desviando progresivamente. Si el tramo a nadar es un poco largo el desvío puede ser grande (con corriente de través, 30 m en 100 metros nadados) y no encontraré el fondeo. Evidentemente, tendré que compensar la corriente, es decir, tendré que buscar un rumbo de natación más a la derecha, de manera que el efecto combinado de mi natación y de la corriente me lleven en la dirección deseada.



Para lograrlo, voy a suponer que la corriente y mi natación actúan sucesivamente. Supongo que me dejo llevar durante un periodo de tiempo cualquiera, pongamos un segundo, sin moverme. El agua me desplazaría 33 cm en la dirección de la corriente... Ahora considero que la corriente ya ha jugado en este turno y se para. Ahora me toca a mí; voy a nadar durante 1 segundo, lo que me llevará, más o menos, a 1 metro en la dirección que yo quiera...pero ¿qué dirección me interesa?

Pues claro, me interesa nadar en una dirección tal que, al terminar este “turno” de 1 segundo, yo esté precisamente en la línea que une mi punto de partida (donde estoy mientras discurro todo esto) con el de destino. Dicha dirección corresponderá a un azimut distinto de aquél en que sé que se encuentra el punto de destino, pero es la que me va a llevar a donde quiero: Veamos el gráfico.

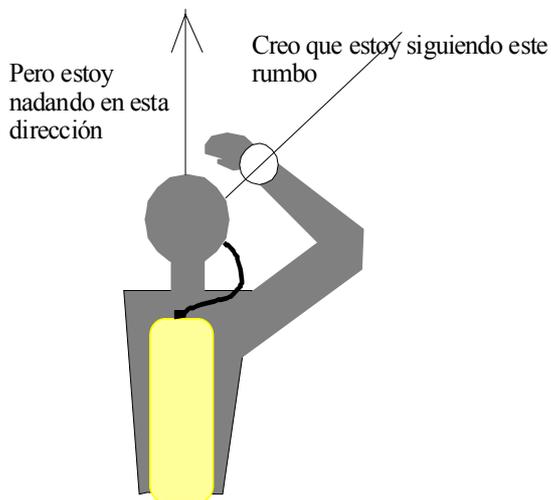
Pues claro, me interesa nadar en una dirección tal que, al terminar este “turno” de 1 segundo, yo esté precisamente en la línea que une mi punto de partida (donde estoy mientras discurro todo esto) con el de destino. Dicha dirección corresponderá a un azimut distinto de aquél en que sé que se encuentra el punto de destino, pero es la que me va a llevar a donde quiero: Veamos el gráfico.

La línea AB puede tener la longitud que queramos.

Las líneas AC y CM deben corresponder, a escala, a las distancias recorridas por la corriente y por el nadador respectivamente en la unidad de tiempo que se considere.

Este lio es muy fácil de construir sobre el papel en una mesa de dibujo. Bajo el agua tendremos que conformarnos con una aproximación dibujada sobre la tablilla o sobre una página del cuaderno de anotaciones. Lo importante es determinar, con la precisión que se pueda, el valor del ángulo BAM= que nos indicará cuántos grados tendremos que sumarle o restarle al nuestro rumbo para mantenernos en el camino deseado.

Naturalmente, con buena visibilidad y el fondo cerca, esto no es necesario. Basta con elegir referencias que estén en la dirección correcta e ir alcanzándolas sucesivamente. Enseguida se descubre que, nadando normalmente, pero desviado a derecha o izquierda, se sigue la dirección deseada mucho mejor...



Problemas a la hora de seguir una dirección bajo el agua

Las condiciones de visibilidad no son siempre las deseables (más bien lo son raramente), lo que supone que será difícil tomar referencias para seguir una dirección una vez determinada ésta.

La alternativa es, evidentemente, mantener la brújula a la vista e ir comprobando el rumbo continuamente, pero hay detalles que conviene no olvidar:

Error de colocación de la brújula

Se produce normalmente con las de muñeca: cuando la miramos, igual que cuando miramos el reloj, no colocamos el antebrazo perpendicular a nuestra dirección de marcha (o de navegación), sino que tenemos tendencia a dejarlo ligeramente desviado hacia el lado correspondiente al brazo de que se trate; el esquema de la figura demuestra que podemos creer que estamos siguiendo un rumbo cuando, en realidad, podemos estar siguiendo otro desviado fácilmente hasta 10° a izquierda o derecha, según llevemos la brújula en la muñeca derecha o izquierda respectivamente.

Naturalmente, el esquema está exagerado (no tanto como parece). Incluso aunque tengamos cuidado al colocar la brújula ante los ojos, el brazo se nos cansará y, poco a poco, iremos cediendo y dejando que se coloque en su posición natural (ligeramente abierto hacia el costado correspondiente). Si seguimos viendo el índice coincidiendo con la lectura que nos interesa, no seremos conscientes de que nos estamos desviando hasta que descubramos que no llegamos al punto de destino.

Si se quiere lograr una orientación bastante precisa con este tipo de brújula, es mejor atarla a algún objeto (trozo de tubo de PVC por ejemplo) que podamos sujetar frente a nosotros con ambas manos, como si se tratase del manillar de una bicicleta, de manera que la brújula quede frente a la cara y exactamente en nuestra dirección de navegación; de esta forma será mucho más difícil que se produzca el tipo de desvío comentado aquí.

Hay que tener cuidado con la *inclinación*. Bajo el agua, sobre todo en malas condiciones de visibilidad, no siempre somos conscientes de nuestra posición respecto al campo gravitatorio, especialmente si hemos logrado un buen equilibrio hidrostático. Los conceptos de “arriba” y “abajo” se diluyen y lo que nos parece una posición horizontal puede no serlo. Puede llegar a ocurrir que el exceso de inclinación bloquee el plato de la brújula, dejándolo fijo en la posición correspondiente al rumbo indicado, aunque nosotros estemos navegando en otra dirección completamente distinta.

En resumen: hay que asegurarse de que la brújula está frente a nosotros *en la dirección de navegación y horizontal*, a menos que queramos acabar perdidos.

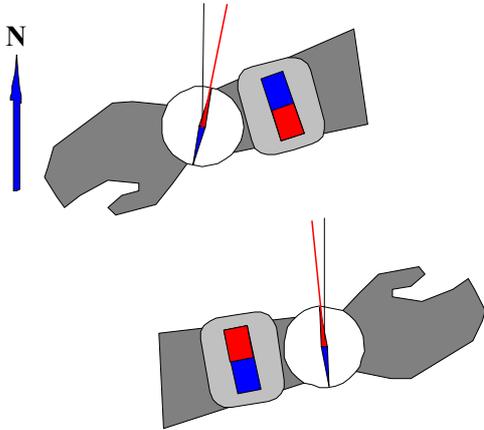
Otras consideraciones

Iluminación

Todos los aparatos de cierta calidad para el buceo son fosforescentes. Si se quiere tomar lecturas en la oscuridad, lo que se debe hacer no es iluminarlos directamente con el foco, sino poner éste en contacto directo con el cristal de la cubierta del aparato y encenderlo durante unos segundos, de manera que no nos deslumbren ni la luz directa ni el reflejo sobre el cristal. Transcurridos esos segundos, se apaga el foco y se puede leer perfectamente la esfera del aparato sin deslumbramientos. Si son dos los buceadores, recomiendo que el foco que se lleve encendido sea el del buceador que vaya detrás, apuntando hacia abajo y ligeramente al frente, de manera que el que va delante quede dentro del cono de luz, pero no tan iluminado que llegue a deslumbrarse. Tan pronto como se acostumbre a esa situación de penumbra, verá lo suficiente para detectar obstáculos y podrá leer sus instrumentos con la fosforescencia de los mismos. De esta forma, el que va en cabeza sabrá que el segundo le sigue, porque ve su luz y el que va detrás tiene al primero en su zona iluminada, con lo que le resulta fácil seguirle. Estoy totalmente en contra del sistema habitual de todos los buceadores con todo encendido: se producen deslumbramientos, se desvirtúa el carácter de nocturnidad de la inmersión, se gastan muchas más baterías de las necesarias y, lo que es peor, el buceador que va en cabeza puede no darse cuenta de que está perdiendo al segundo, puesto que la luz de su foco anula la del segundo a menos que esté volviéndose a mirarle continuamente, lo que constituye una incomodidad y una buena forma de desorientarse. Puede no darse cuenta de que el foco de su compañero se ha apagado hasta que sea demasiado tarde y pasar un buen susto antes de conseguir encontrarlo.

Interacción con otros aparatos

Hay que tener cuidado con qué se pone cerca de una brújula. He visto brújulas de pulsera colocadas en el mismo antebrazo que un ordenador y un reloj. Comprobado el resultado *a posteriori*, he verificado que alguno de los dos aparatos generaba un campo magnético más que suficiente para producir desvíos



considerables a la aguja. Si se quiere utilizar este sistema, conviene asegurarse primero, por el sencillo procedimiento de colocar la brújula sobre una mesa, lejos de toda influencia extraña, y aproximarle lentamente los distintos aparatos con los que va a tener que “convivir”, haciéndolos girar despacio alrededor de la brújula y comprobando si la aguja se desplaza de su posición original, cosa que no debe ocurrir. Si ocurre, debemos considerar a la brújula y al aparato en cuestión “incompatibles” y procurar colocarlos lo más lejos posible el uno del otro.

¡Ojo! No vale decir “total, como tomo la medición y luego sigo el rumbo en las mismas condiciones, da igual”. No es así. Da igual mientras nos mantengamos exactamente en el rumbo que hemos medido inicialmente, pero deja de darlo en cuanto cambiemos. Veamos la figura.

En el primer caso, la aguja es solicitada por el campo generado por el otro aparato en una dirección, provocando un desvío hacia el Este. La lectura que tome será menor que la real, en tanto que, en el segundo, la aguja es solicitada hacia el Oeste y la lectura será mayor que la real. Se trata de la misma brújula y del mismo aparato (y creo que hasta del mismo buceador), pero los errores son distintos porque *la situación relativa de un aparato respecto al otro dentro del campo magnético terrestre, ha variado.*

Supongamos que, a la “ida” (primera figura), el buceador navega a un rumbo (leído en la brújula) de 340° (en realidad, habrán sido unos 350° , descontado el desvío). Para regresar, hace sus cuentas y dice: “Como fui al 340° , debo volver al $340^\circ - 180^\circ = 160^\circ$ A, así que da la vuelta y gira hasta que lee 160° en la brújula correctamente colocada, pero ahora resulta que el error hace que la lectura 160° corresponda en realidad al 155° . Veamos en qué se traduce esto.

Realmente fue al 350° y debiera haber vuelto al $350^\circ - 180^\circ = 170^\circ$ real, pero regresa al 155° , lo que supone un error de 15° en el rumbo de regreso. Si ha nadado 100 metros a la ida y otros tantos a la vuelta y suponiendo que, al ir, consiguió llegar al punto de destino, el error de 15° supone un desvío al final del regreso de unos 26 metros, más que suficiente para pasar de largo el punto inicial sin verlo.

Ni siquiera cabe la posibilidad de introducir una compensación porque, como se ve, *el desvío es diferente para cada rumbo al que se navega.* Habría que elaborar toda una *tablilla de desvíos*, como se hace para los compases de los barcos y asegurarse de que siempre se bucea en las mismas condiciones. Un poco complicado. Es preferible procurar mantener los aparatos lejos unos de otros.

Cuando se dispone de consolas integradas, en las que se incluyen brújula y otros elementos, hay que suponer que la casa fabricante ha tenido estas cosas en cuenta y ha compensado los desvíos, pero no está de más hacer algunas pequeñas comprobaciones (como medir el azimut de direcciones conocidas) para asegurarse de que la brújula no nos va a jugar una mala pasada.