

# **MODULO ORIENTACION Y CARTOGRAFIA**

## **PRESENTACION OPERATIVA Y METODOLOGICA**

### **1. OBJETIVOS DEL MODULO**

El objetivo del módulo es brindar a los adultos unas herramientas y conocimientos claros sobre la orientación con brújula y cartografía, pretendiendo que los participantes sean capaces de entender a cabalidad el qué, por qué, para qué y cómo de estos elementos.

### **2. ESTRUCTURA GENERAL DEL MODULO**

El módulo se compone de tres (3) sesiones teórico - prácticas ; la primera tiene una duración de tres (3) horas, la segunda y la tercera de seis (6) horas respectivamente. Se sugiere que no estén distanciadas más de una semana entre cada una, con el fin de darle a los participantes la oportunidad de asimilar mejor los conocimientos y que no sobrepase un (1) mes a partir de su inicio.

### **3. CARACTERISTICAS DEL MODULO**

El módulo brinda a los participantes los conocimientos necesarios para poder utilizar adecuadamente una brújula Sylva tanto en el terreno como en los mapas, pudiendo interpretar correctamente éstos últimos. De la misma manera aprenderá a levantar sus propios mapas.

Además de los contenidos de este módulo, es necesario poner especial cuidado en la puntualidad y término, en la actividad de los coordinadores de la sesión y asesorías y en sus habilidades para relacionarse con los participantes. Esto permitirá que el módulo tenga el ambiente requerido para el éxito esperado de los participantes.

El número de participantes depende de las necesidades de la Región, pero se recomienda que no supere a 15.

### **4. REQUISITOS DE PARTICIPACION**

Podrán participar en el módulo los Adultos que tengan su registro de inscripción nacional vigente como adultos.

### **5. PROGRAMACION DE MODULOS**

La Dirección Regional de Recursos Adultos determina la realización de los módulos previo diagnóstico de las necesidades expresadas por la Dirección Regional para Programa de Jóvenes. La organización y administración de los mismos es responsabilidad del ente Regional. Es importante destacar que los módulos se desarrollarán cumpliendo las normas establecidas en la Política Nacional para la Formación y Desarrollo de Adultos que se encuentre vigente.

## **6. DIRECCION DEL MODULO**

El responsable de la dirección del módulo debe ser un Ayudante Director de Formación que tenga gran experiencia en el uso de la brújula Sylva, mapas topográficos e isogónicos, activo, autorizado y actualizado (A.A.A.) para lo cual se debe consultar el listado emitido por la Dirección Nacional de Recursos Adultos.

Es nombrado por la Dirección Regional de Recursos Adultos, con suficiente antelación (30 días mínimo) para que pueda organizar el módulo correctamente.

Si bien hay un Director de Módulo, la dirección es desarrollada por un Equipo estable, que acompaña durante todo el desarrollo a los participantes, evalúa y retroalimenta ; su presencia en toda la duración del módulo posibilita acoger las inquietudes, preguntas y aportes de los participantes, como al mismo tiempo relacionar y valorar el proceso de aprendizaje.

### **6.1. Responsabilidades del Director de Módulo**

- Conformar el Equipo de Dirección para desarrollar el módulo entre los miembros del Equipo de Formación A.A.A.
- Definir conjuntamente con su Equipo las metodologías más apropiadas para el desarrollo de la sesión, las asesorías y la práctica, tomando en cuenta las características y necesidades de los participantes.
- Asignar las tareas que cada uno de los miembros del Equipo desempeñará durante las actividades.
- Velar por el desarrollo con calidad de los contenidos.
- Controlar que se cumplan los tiempos y fechas asignados y convenidas durante el desarrollo del módulo.
- Evaluar y valorar, en conjunto con el Equipo de Dirección, a los participantes y producir la retroalimentación de su proceso de formación, definiendo el desempeño del Equipo de Dirección.
- Informar dentro del término de los diez (10) días hábiles posteriores al término del módulo al Director Regional de Recursos Adultos los resultados obtenidos, considerando en el mismo tiempo la información a los participantes. Si en la evaluación algún participante no logra el nivel requerido, es importante informarle por escrito las razones y orientarle para que en próxima oportunidad pueda superarse.

- Tramitar ante la Dirección Regional de Recursos Adultos la elaboración de los certificados de participación.

## **6.2. Organización de las actividades**

La Región debe designar un Administrador, quién coordinará las actividades administrativas, en función de los objetivos del módulo.

Las principales responsabilidades del administrador son :

### **6.2.1. Lugares**

Los lugares para las sesiones deben ser de fácil ubicación y acceso para los participantes, poseer las instalaciones básicas para acogerlos adecuadamente y permitir un ambiente confortable para el trabajo, de acuerdo con las recomendaciones del Equipo de Dirección.

### **6.2.2. Seguridad y enfermería**

Debe preverse un botiquín de primeros auxilios debidamente equipado con la garantía de la presencia de una persona debidamente capacitada para atender emergencias.

### **6.2.3. Administración**

- Formulario de registro de los participantes.
- Multicopiar los documentos de apoyo, bibliografía y fichas de trabajo general.
- Proveer las ayudas audiovisuales requeridas.

## **7. Evaluación**

El módulo Orientación y Cartografía pretende entregar conocimientos, información, estrategias y contribuir a la adquisición de las habilidades básicas. En este contexto las evaluaciones y valoración deben enfatizar la medición de los logros de los participantes en estos ámbitos.

Es importante la observación del participante que realice el Equipo de Dirección para orientar su trabajo y sus actitudes.

Los elementos que debe tener la evaluación del módulo son :

### **7.1. Evaluación de los participantes**

Se debe efectuar de acuerdo con los siguientes criterios :

- Participación
- Creatividad
- Trabajo en equipo
- Hechos que manifiestan actitudes
- Contenidos
- Situación del participante

## **7.2. Evaluación del Equipo de Dirección**

Efectuada por los participantes contemplando :

- Claridad y calidad en sus exposiciones e ideas
- Trato para con ellos
- Presentación personal
- Puntualidad y cumplimiento

## **8. METODOLOGIA SUGERIDA DEL MODULO**

Se sugiere que el procedimiento a aplicarse en el desarrollo del módulo sea el siguiente :

### **8.1. Primera Sesión**

#### **8.1.1. Lugar**

El lugar para desarrollar esta sesión debe ofrecer la posibilidad de dar explicaciones teóricas (usando tablero, cartelera, retroproyector, etc) y además un terreno lo suficientemente amplio (por ejemplo una cancha de fútbol) para poder efectuar la práctica.

#### **8.1.2. Materiales**

Los materiales requeridos son :

##### **8.1.2.1. Por participante**

- a. Una brújula Sylva
- b. Una fotocopia del computador de distancias (página 5 del documento soporte) con la cantidad suficiente de cartón paja para poder pegar esta fotocopia encima, pegante y tijeras. Además un escudo metálico o algo similar que pueda servir como eje para este computador (se puede improvisar también con un chinche y un pedacito de borrador).
- c. dos estacas de colores

### **8.1.2.2. En general**

- a. Un decámetro (para poder medir una distancia de 30.48 metros)

### **8.1.3. Desarrollo de la sesión**

- Saludo de bienvenida a cargo del Director de Módulo en el cual presenta a su Equipo (10 minutos)
- Se realiza una dinámica de presentación e integración entre los participantes (10 minutos)
- El Director da a conocer el temario general del módulo y sus objetivos (10 minutos)
- Se efectúan las explicaciones basándose en el documento soporte en lo relacionado con los siguientes numerales :
  1. Fundamentos (15 minutos)
    2. La brújula (15 minutos)
    3. La brújula en el terreno (15 minutos)
    4. El computador de distancias : incluye que cada participante haga el montaje y la calibración del propio (página 5 del documento) (45 minutos)
- Se desarrolla la *Práctica 1* (páginas 6 y 7 del documento) (60 minutos)

## **8.2. Segunda Sesión**

### **8.2.1. Lugar**

El lugar para desarrollar esta sesión debe ofrecer la posibilidad de dar explicaciones teóricas (usando tablero, cartelera, retroproyector, etc) y un salón lo suficientemente amplio y cómodo (preferiblemente con mesas grandes) para desarrollar la práctica.

### **8.2.2. Materiales**

Los materiales requeridos son :

#### **8.2.2.1. Por participante**

- a. Una brújula Sylva
- b. Un mapa topográfico (preferiblemente del instituto Geográfico Agustín Codazzi y con diferentes planchas y escalas entre los participantes : máxima escala 1 :100.000)
- c. Una regla métrica
- d. lápiz y borrador
- e. Una calculadora con funciones trigonométricas
- f. almuerzo y refrigerios

g. opcional : un transportador

### **8.2.2.2. En general**

a. Un mapa isogónico de Colombia

### **8.2.3. Desarrollo de la sesión**

- Saludo de bienvenida a cargo del Director de Módulo (5 minutos)
- El Director da a conocer el temario general de la sesión y sus objetivos (10 minutos)
- Se efectúan las explicaciones basándose en el documento soporte en lo relacionado con los numerales:
  - 5. El mapa (abarca numerales 5.1. a 5.5.) (15 minutos)
  - 5.6 Escala (incluye ejemplos y prácticas) (15 minutos)
  - 5.7. Curvas de nivel (incluye prácticas)(60 minutos)
  - 6. Orientación y lectura de un mapa (abarca también el 6.1) (15 minutos)
  - 6.2. Mapa isogónico (incluye prácticas) (15 minutos)
  - 6.3. Orientación del mapa (incluye práctica) (15 minutos)
  - 6.4. Ubicación de un punto respecto a otro (incluye la *Práctica 4*) (30 minutos)
- Práctica : se desarrolla de la siguiente manera : el Equipo de Dirección le establece a cada participante sobre su mapa topográfico una serie de puntos (mínimo 3) entre los cuales se debe encontrar el mejor recorrido (teniendo en cuenta las recomendaciones dadas en el numeral 6.5.) calculando las distancias, tiempo de duración del recorrido ; ubicando eventuales lugares de descanso y campamento, fuentes de agua, etc. Este recorrido se deberá programar si se sale en cada caso a las 3 :00 p.m. y con equipo de campamento. (120 minutos)

Nota : tanto los refrigerios como el almuerzo se dejan a consideración de los coordinadores del módulo. Para ello se han dispuesto de 75 minutos para poderlos distribuir de acuerdo con las necesidades.

## **8.3. Tercera Sesión**

### **8.3.1. Lugar**

El lugar para desarrollar esta sesión debe ofrecer la posibilidad de dar explicaciones teóricas (usando tablero, cartelera, retroproyector, etc) y un terreno lo suficientemente amplio (preferiblemente un terreno quebrado con algunas diferencias notables de nivel) para desarrollar la práctica.

### **8.3.2. Materiales por participante**

- a. Una brújula Sylva
- b. Un computador de distancias calibrado
- c. Una regla métrica
- d. lápiz y borrador
- e. hojas cuadriculadas tamaño oficio
- f. Un pliego (por ejemplo papel bond)
- g. Un bordón
- h. varias estacas de colores
- i. Un rollo de cuerda o cabuya (aproximadamente 30 metros)
- j. Un indicador de nivel
- k. Una calculadora con funciones trigonométricas
- l. almuerzo y refrigerios
- m. opcional : un transportador

### **8.3.3. Desarrollo de la sesión**

- Saludo de bienvenida a cargo del Director de Módulo (5 minutos)
- El Director da a conocer el temario general de la sesión y sus objetivos (10 minutos)
- Se efectúan las explicaciones basándose en el documento soporte en lo relacionado con los numerales:
  - 7. Levantamiento de un mapa (abarca numeral 7.1.) (15 minutos)
  - 7.2. Cálculo de curvas de nivel (abarca también el 7.3. Y el 7.4. Incluye además ejemplos y prácticas) (45 minutos)
- Práctica : se desarrolla de la siguiente manera ; el Equipo de Dirección le establece sobre el terreno una serie de puntos (mínimo 4) que delimitan un área de aproximadamente 400 m<sup>2</sup> (por ejemplo 20 x 20 metros). Este área debe, en lo posible, contener diferencias de nivel para poder efectuar cálculos de curvas de nivel (distanciadas en altura por ejemplo cada 50 centímetros) y algunos aspectos relevantes como pueden ser árboles, quebradas, construcciones, etc. Los participantes deben efectuar un levantamiento de este área con la escala dada por el Equipo de Dirección. Resulta interesante que los participantes tengan diferentes escalas unos con respecto a otros, pero las escalas finales las darán los tamaños de las hojas que se dispongan para pasar los mapas a limpio. (210 minutos)

Nota : tanto los refrigerios como el almuerzo se dejan a consideración de los coordinadores del módulo. Para ello se han dispuesto de 75 minutos para poderlos distribuir de acuerdo con las necesidades.

## **9. BIBLIOGRAFIA SUGERIDA**

Lecturas recomendadas sobre el tema:

- Escultismo para Muchachos - Baden-Powell
- Manual de Supervivencia John Boswell, Ed. Martínez Roca, S.A. - España
- Bushcraft - Richard Graves , Schocken Books Nueva York - E.E.U.U.
- Fieldbook - Boy Scouts Of America, B.S.A. E.E.U.U.
- Manual para Scouts - Editorial Scout Interamericana

# MODULO ORIENTACION Y CARTOGRAFIA

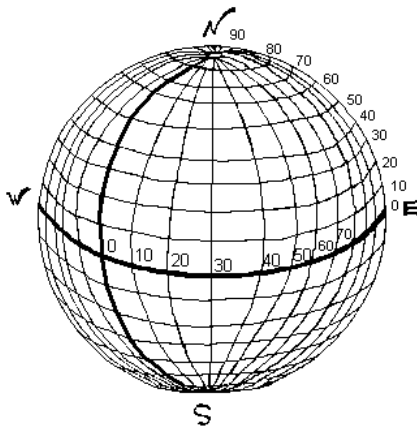
## DOCUMENTO SOPORTE

### 1. FUNDAMENTOS

Imaginémonos al planeta Tierra como una esfera que estamos viendo de frente, es decir, bajo la convención de que el polo norte se encuentra en la parte superior y el polo sur en la parte inferior.

Esta esfera la podemos dividir exactamente por la mitad con un anillo horizontal que la rodea completamente y al cual denominamos **ecuador**. Si trazamos sobre la esfera hacia arriba y hacia abajo una serie de anillos paralelos al ecuador (*llamados paralelos de latitud*) y luego una serie de anillos perpendiculares al ecuador y que se cortan todos simultáneamente en ambos polos (*llamados meridianos de longitud*), obtenemos un sistema de referencia que sirve para localizar cualquier punto sobre la superficie de la Tierra (ver figura 1).

Cada anillo de estos, por ser idealmente circular, se puede dividir en  $360^\circ$ ; cada grado a su vez en  $60'$  y cada minuto en  $60''$ <sup>1</sup>.



**Figura 1 - Latitud y longitud**

La distancia que separa un punto determinado del ecuador se denomina **latitud** y se mide en grados<sup>2</sup>, teniendo en este caso en particular la medida de que  $1^\circ$  sobre la superficie terrestre equivale 111 km. La latitud se clasificará como **latitud norte (N)** o **latitud sur (S)**, dependiendo de si se encuentra al norte (hacia arriba) o al sur (hacia abajo) del ecuador. El ecuador tiene como referencia  $0^\circ$  y cada paralelo se incrementa en  $10^\circ$  hasta llegar a  $90^\circ$  en ambos polos. Por consiguiente los máximos posibles son  $90^\circ$  N en el polo Norte y  $90^\circ$  S en el polo Sur.

En los meridianos, la distancia que los separa también es de  $10^\circ$  y se denomina **longitud**, con la salvedad, de que a medida que se van alejando del ecuador hacia los polos, su distancia se acorta<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> La simbología es :  $^\circ$  = grado,  $'$  = minuto,  $''$  = segundo.

<sup>2</sup> El ángulo que arroja estos grados se mide desde el centro de la Tierra.

<sup>3</sup> Esto se entiende en la medida en la que se comprenda que el ángulo que separa los meridianos se mide desde el centro de cada paralelo; no obstante y a pesar de que cada meridiano siga estando separado uno del otro en  $10^\circ$ , a medida que los paralelos se van acercando a los polos la

**Es por ello que solamente sobre la superficie terrestre en el ecuador  $1^\circ$  equivale a 111 km.** La referencia cero de los meridianos es el meridiano conocido como Greenwich, que pasa precisamente por esa población en Inglaterra. A partir de este meridiano, los consiguientes se clasifican en **meridiano este (E)** y **meridiano oeste (W)**, dependiendo si van hacia la derecha o izquierda del meridiano cero. Existe entonces como máxima referencia el meridiano  $180^\circ$  E y el meridiano  $180^\circ$  W <sup>4</sup>.

En consecuencia, dependiendo en donde nos encontremos sobre la superficie de la Tierra, podremos expresar cada punto con una referencia exacta entre latitudes y longitudes.

## 2. LA BRUJULA

De una manera sencilla podemos afirmar que la brújula es un instrumento mediante el cual se puede indicar una dirección. Las más difundidas son las que se basan en la acción magnética terrestre, es decir en el campo magnético que rodea a la Tierra<sup>5</sup>.

La brújula magnética se basa en las propiedades que tienen los imanes de orientarse según las líneas de fuerza del campo magnético terrestre, disponiéndose con su eje en el plano del meridiano magnético local<sup>6</sup>, indicando siempre hacia el norte<sup>7</sup>.

---

circunferencia de los mismos se va reduciendo ; igualmente se reduce la distancia entre los meridianos.

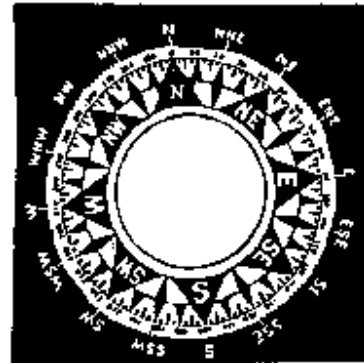
<sup>4</sup> Para este caso en particular, el meridiano  $180^\circ$  E es el mismo meridiano  $180^\circ$  W.

<sup>5</sup> Existen otras brújulas que no se basan en efectos magnéticos, como la brújula giroscópica, que no se ampliarán en el presente manual.

<sup>6</sup> Como una aproximación inicial, podemos afirmar que las líneas de fuerza del campo magnético se orientan en dirección de los meridianos terrestres, lo cual no es del todo cierto. Más adelante se explicará el fenómeno conocido como **declinación magnética**, esto es, la diferencia entre el meridiano magnético y el meridiano geográfico.

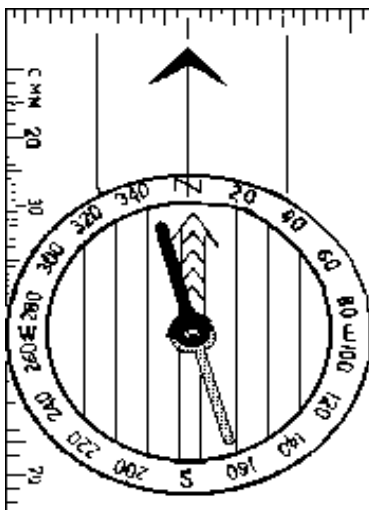
<sup>7</sup> Se refiere al norte magnético y no al norte geográfico, como se entenderá posteriormente.

Su estructura se compone de una aguja imantada permanentemente, suspendida sobre una punta dura en el interior de un círculo graduado de 0° a 360°, llamado también *rosa náutica* o *rosa de los vientos* (ver figura 2). A fin de llevar al máximo su sensibilidad, en la gran mayoría de las brújulas se sumerge la aguja en una solución de agua destilada y alcohol que, al disminuir su peso, reduce así al mínimo el roce entre la aguja y la punta de suspensión, permitiendo una mayor libertad de movimiento.



**Figura 2 - Rosa de los vientos**

Las brújulas magnéticas se presentan en diversos estilos, desde la simple brújula de bolsillo hasta modelos más complicados como la **Sylva** (ver figura 3), la brújula militar, etc.



**Figura 3 - Brújula Sylva**

El modelo Sylva<sup>8</sup> consiste en una brújula sujeta sobre una lámina de plástico transparente, con los bordes graduados como una regla de cálculo, una flecha marcada que indica la dirección de la lámina y una serie de líneas paralelas a esta flecha. La rosa de los vientos es móvil sobre esta lámina, lo cual, como se verá más adelante se constituirá en importancia capital cuando se tracen o lean rumbos en los mapas.

### 3. LA BRUJULA EN EL TERRENO

La clasificación en el uso de la brújula en el terreno tiene dos tipos de aplicaciones :

#### 3.1. Dado un punto, ubicar su dirección en grados

La operación más sencilla de realizar con una brújula es la de leer un rumbo sobre un terreno, es decir, tratar de fijar a cuantos grados se encuentra un punto determinado con respecto al punto sobre el cual uno se encuentra.

Siguiendo los siguientes cinco pasos, se logrará siempre una buena lectura.

- a. Girar los pies sobre el punto en el que uno se encuentra, hasta encontrarse exactamente de frente al punto que se desea orientar.

<sup>8</sup> Para una mayor comprensión de este manual, todas las explicaciones se basarán en el modelo Sylva, por ser la brújula especializada en cartografía. Esto no significa, que con otro tipo de brújulas no se puedan aplicar de forma similar.

- b. Retirar de las manos todos los elementos férricos que puedan ejercer influencia sobre la brújula como anillos, esferos, etc.
- c. Estirar el brazo en el que se sostiene la brújula, manteniendo la mano horizontalmente y con la flecha de la lámina apuntando en dirección al punto que se desea ubicar.
- d. Rotar con la otra mano la rosa de los vientos (dejando la lámina en la dirección fijada) hasta que coincida el norte de la rosa con la punta norte de la aguja.
- e. Tomar la lectura de los grados que se indican sobre la rosa de los vientos con la flecha fija de la lámina. Esa es la dirección en grados desde el punto en el que uno se encuentra, hacia el punto que se está ubicando<sup>9</sup>. Si se desea conocer la dirección opuesta, es decir, desde el punto ubicado hacia el punto en el que uno se encuentra, simplemente se le suman o restan 180° a la lectura inicial.

### **3.2. Dada una dirección en grados, ubicar el punto**

Cuando se indica una dirección por grados en la que se debe avanzar, debemos ubicar esta dirección por medio de la brújula desde el punto en el que nos encontramos. Análogamente a la explicado en el aparte anterior, se siguen los siguientes cinco pasos.

- a. Rotar la rosa de los vientos hasta que coincida el número de grados buscados con la flecha fija de la lámina.
- b. Retirar de las manos todos los elementos férricos que puedan ejercer influencia sobre la brújula como anillos, esferos, etc.
- c. Estirar el brazo en el que se sostiene la brújula, manteniendo la mano horizontalmente y con la flecha de la lámina apuntando en dirección al punto que se desea ubicar.
- d. Girar los pies sobre el punto en el que uno se encuentra, hasta que la punta norte de la aguja coincida con el norte de la rosa de los vientos.
- e. Tomar un punto de referencia<sup>10</sup> en la dirección a la que está apuntando la flecha fija de la lámina. Esa es la dirección buscada.

## **4. EL COMPUTADOR DE DISTANCIAS**

Cuando se trabaje con una brújula en el terreno, es de vital importancia poder especificar lo más acertadamente posible las distancias que se cubren caminando. Existen una serie de instrumentos que facilitan esto, por ejemplo los pedómetros garantizándonos la cantidad de metros que avanzamos. Pero de no

---

<sup>9</sup> Es importante recordar, que esta lectura no necesariamente coincide con una dirección geográfica, ya que se trata de una lectura magnética.

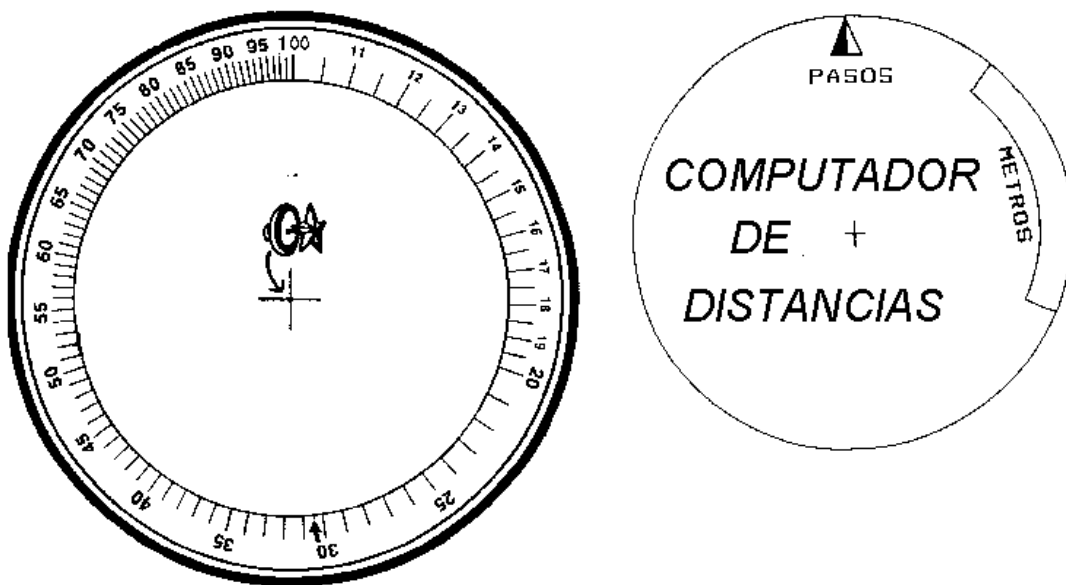
<sup>10</sup> Puede ser un árbol, casa, piedra etc. Se sobreentiende que no deben ser elementos móviles como vacas, perros, etc.

disponer de estos instrumentos, el **computador de distancias** resulta ser una herramienta efectiva y económica.

El computador de distancias es el que aparece en la figura 4. Su elaboración y uso son bastante sencillos. Se recortan y pegan independientemente los discos sobre una superficie dura (por ejemplo cartón paja). Una vez hecho esto, el disco menor se fija sobre el disco mayor (por medio de una tachuela o remache atravesando por ambas cruces a manera de eje), de tal forma que pueda girar libremente.

Para su calibración personal se deben aplicar los siguientes pasos :

- a. Mida sobre un terreno plano, recto y libre de obstáculos, una distancia de 30.48 m. Marque su inicio y final.
- b. Ubíquese al inicio de este recorrido, tocando con el talón del pie derecho la línea marcada previamente.



**Figura 4 - Computador de distancias**

- c. Comience a caminar normalmente hasta la línea final, arrancando con el pie izquierdo y cuente cada vez que vuelva a tocar el piso con el talón del pie derecho : esto se llama paso doble.
- d. Cuando llegue a la línea final, registre el número de pasos dobles con los que cubrió la distancia y vuelva a repetir el procedimiento por lo menos dos veces más. Si existen diferencias muy marcadas entre una medición y otra, es porque cambió de paso, motivo por el cual tiene que volver a comenzar las mediciones. Si se presentan diferencias mínimas (máximo 0.5 pasos), entonces promedie

todas las mediciones. Una vez esté seguro en cuanto a la cantidad de pasos dobles que requiere para cubrir la distancia, haga su marca en el disco menor así :

- Ubique la flecha marcada con PASOS sobre el número de pasos dobles que dio.
- Al lado del número 30, se observa una flecha pequeña. Dicha flecha debe estar apuntando hacia alguna parte del interior de la ventana marcada con METROS. Exactamente donde apunte esta flecha dentro de la ventana, registre una marca.
- Y está listo su computador para usarlo. Solamente hay que tener sumo cuidado con el manejo de la escala<sup>11</sup>.

Para usar este computador, procedemos siempre considerando las medidas en pasos dobles.

#### **EJEMPLO 1**

Supongamos que medimos una distancia de 76 pasos dobles y queremos saber cuántos metros son.

*Respuesta* : Ubicamos la flecha PASOS en el número 76 y leemos el número que aparece en nuestra marca personal en METROS. La marca nos fija, por ejemplo, el número 12. Esto quiere decir, que son 120 m. El motivo, por el cual decimos 120 y no 12, es que en el momento de girar el disco en sentido horario, la marca metros sobrepasó el número 100, llegando a 120. Si, en lugar de 76 pasos dobles hubiéramos hecho 7,6 pasos dobles, sí serían 12 m y si hubiéramos hecho 760 pasos dobles, esto arrojaría 1200 m.

#### **EJEMPLO 2**

Queremos saber cuántos pasos dobles nuestros son 45 m.

*Respuesta* : Ubicamos inicialmente nuestra marca METROS en 45 y leemos el número en la flecha PASOS. Por ejemplo, arroja 27 pasos dobles. Esto significa que 27 pasos dobles nuestros equivalen a 45 m. Si hubieran sido 4,5 m, serían 2,7 pasos dobles y si hubieran sido 4500 m, serían 2700 pasos dobles.

Finalmente veamos un caso en el que se involucre la frontera 100 :

#### **EJEMPLO 3**

---

<sup>11</sup> Esta escala es logarítmica ; razón por la cual cualquier número fijado en ella puede ser el número mismo o en múltiplos de diez. Por ejemplo el número 25 puede ser 2,5 ó 25 ó 250 ó 2500 ó ... ya sea en pasos o metros.

Supongamos que medimos 11 m y la flecha PASOS indica el número 70. Incorrectamente se podría pensar que son 70 pasos dobles, lo cual es absurdo. Correctamente son 7 pasos dobles.

Resulta también útil fijar marcas separadas para pasos dobles en trote y carrera, ya que las medidas cambian.

### **PRACTICA 1**

A continuación se ofrecen 10 rutas para practicar con una brújula y el computador de distancias los conceptos vistos hasta este momento.

La metodología es la siguiente : en un terreno amplio (por ejemplo una cancha de fútbol) se deberá marcar más o menos en el centro una estaca. Esta será siempre el punto de partida. En las rutas usted siempre encontrará entre paréntesis dos datos : una medida en metros y otra en grados. Esto indica que usted deberá caminar dicha distancia en la dirección especificada. Una vez hecho lo pedido en un paréntesis, desde el punto al que haya llegado, resolverá el siguiente y así sucesivamente hasta el final. Siga cada ruta por separado y al finalizar cada uno, clave una segunda estaca en su punto final. Verifique que su punto de llegada coincida con la respuesta a esa ruta en particular que aparece al final del recorrido. Si su error está en un  $\pm$  3% está bien. De lo contrario repita hasta encontrarse en ese rango.

<b>RUTA</b>	<b>RECORRIDO</b>	<b>PUNTO DE LLEGADA</b>
1	(30 m / 40°) (25 m / 130°) (39 m / 260°)	Al punto de salida
2	(26 m / 74°) (20 m / 45°) (35 m / 200°) (30 m / 293°)	Al punto de salida
3	(17 m / 79°) (16,5 m / 25,5°) (20 m / 315°) (21 m / 266°) (25 m / 219°) (26 m / 74°)	A 19 m., 173° del punto de salida
4	(9 m / 290°) (14,5 m / 67°) (21 m / 86°) (21,5 m / 166°) (21 m / 234°) (19 m / 353°)	A 16 m., 290° del punto de salida
5	(8,5 m / 166°) (17 m / 259°) (19 m / 353°) (16 m / 290°) (9 m / 39°) (14,5 m / 247°) (9 m / 110°) (16 m / 219°) (26 m / 74°) (20 m / 45°) (21,5 m / 166°)	Al punto de salida
6	(16,5 m / 205,5°) (30 m / 346°) (20 m / 225°) (19 m / 173°) (21 m / 54°) (8,5 m / 166°) (17 m / 259°) (30 m / 293°) (25 m / 39°) (21 m / 86°) (20 m / 135°)	Al punto de salida
7	(35 m / 20°) (21,5 m / 166°) (11,5 m / 54°) (20 m / 315°) (21 m / 266°) (25 m / 219°) (26 m / 74°)	A 19 m., 173° del punto de salida
8	(30 m / 113°) (17 m / 79°) (16,5 m / 25,5°) (32,5 m / 234°) (19 m / 353°) (25 m / 290°) (14,5 m / 67°) (25 m / 219°)	Al punto de salida
9	(16 m / 39°) (9 m / 290°) (14,5 m / 67°) (21 m / 86°) (20 m / 225°) (19 m / 173°) (21 m / 54°) (8,5 m / 166°) (16,5 m / 25,5°) (20 m / 315°) (21 m / 266°) (9 m / 219°)	A 16 m., 219° del punto de salida
10	(19 m / 173°) (17 m / 79°) (8,5 m / 346°) (21 m / 234°) (30 m / 293°) (25 m / 39°) (21 m / 86°) (20 m / 135°) (11,5 m / 234°) (21,5 m / 346°) (20 m / 225°)	Al punto de salida

## 5. EL MAPA

Un mapa es una representación en un plano bidimensional de un terreno o lugar que está en tres dimensiones. Generalmente su visión está tomada como se vería en una fotografía tomada exactamente desde arriba, con menores detalles, claro está. Sin embargo pueden encontrarse también mapas, en los cuales se presenten efectos de profundidad como lo podría ver un observador desde un avión mirando por la ventanilla<sup>12</sup>.

Lógicamente, los mapas no pueden representar íntegramente lo que hay en el terreno, por lo cual solamente se elige la información más relevante. Es por ello que existen diferentes mapas de acuerdo con la información que se desea resaltar. Como ejemplo, podemos mencionar algunos : mapas turísticos (resaltan la información turística como parques, museos, hoteles, etc.) ; mapas viales (resaltan la información necesaria para un conductor como estaciones de servicio, hospitales, numeración de vías, etc.) ; mapas políticos (ilustran la división política de un país dividiendo sus estados o departamentos y resaltando las capitales), mapas de recursos (naturales, forestales, etc.)<sup>13</sup> ; mapas isogónicos (representan la declinación magnética en los puntos de una región determinada)<sup>14</sup> ; y por último están los mapas topográficos (representan de una manera fiel el terreno con curvas de nivel, escala, etc.). Este último tipo de mapas es con el cual trabajaremos nosotros.

Para poder interpretar correctamente un mapa topográfico, debemos conocer los siguientes detalles :

















**5.1. Convenciones** : indican al lector mediante su simbología qué es lo que se representa en el mapa, por ejemplo carreteras, pantanos, iglesias, etc. Usualmente aparecen en la parte inferior de los mapas, pero la figura 5 muestra las que se usan en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en Colombia.

	Puntos geodésicos		Sendero		Escuela
	Puntos auxiliares		Ferrocarriles		Iglesia
	Puntos estereocópicos		Puente de madera		Hospital
	Puntos de cota		Puente de hierro		Cementerio
	Puntos de radiotriangulación		Puente de concreto		Línea de transmisión
	Cotas fotogramétricas		Puente cubierto		Río
	Carreteras		Puente no clasificado		Quebrada
	Carreteables		Túnel		Quebrada incierta
	Caminos		Casas		Lago

<sup>12</sup> Este segundo tipo de mapas es muy interesante, pero carece de funcionalidad para nosotros.

<sup>13</sup> Todos los mapas mencionados hasta este momento generalmente no son muy estrictos en el manejo de la escala, motivo por el cual no son convenientes para realizar cálculos de distancias y rumbos.

<sup>14</sup> Debido a la importancia de este mapa, remitimos al literal 6.2. para su profundización.

	Laguna		Sitio o cima
	Pantano		Minas en general
	Bosques		Plantas hidroeléctricas
	Cercas y divisiones		Molinos
	Areas de arenas		Fábricas
	Presas		Sitios arqueológicos
	Tanques		Sitios históricos
	Curva de nivel		
	Curva de nivel aproximada		

### Figura 5 - Convenciones

**5.2. Norte :** De no estar marcado el norte en el mapa con una flecha, se tiene por convención que está orientado hacia arriba, es decir, que el norte está en la parte superior del mismo. Este norte, es el *norte geográfico*<sup>15</sup>.

**5.3. Fecha :** es un dato muy importante, ya que nos indica hasta qué punto la información contenida en él todavía está vigente y es confiable. Por lo anterior siempre debemos buscar un mapa con la fecha más reciente de elaboración.

**5.4. Corrección magnética :** Indica la declinación magnética del mapa y la corrección que se debe hacer cuando se utilice con una brújula magnética. De no presentar este dato, se requerirá de un mapa isogónico para poder efectuar esta corrección.

**5.5. Plancha :** es una referencia numérica y con letras que indica a qué conjunto de mapas pertenece el plano dentro del instituto geográfico que lo elaboró. Resulta útil cuando se trate de encontrar aquellos mapas que colinden con el que se está utilizando.

**5.6. Escala :** indica la reducción que se ha hecho desde el terreno original hacia el mapa. Aparece usualmente de dos formas : por medio de una barra escalizada o por medio de una relación 1 : xx<sup>16</sup>. En el caso de la barra escalizada, ésta viene dividida como una regla indicando la cantidad de metros que representa y es especialmente útil si no se dispone de una regla métrica propia, ya que se puede utilizar un hilo o similar para medir sobre el mapa e ir comparando con esta barra.

En general, es más práctica la interpretación 1 : xx, la cual se explicará a continuación : Inicialmente 1 : xx significa que *una unidad medida sobre el mapa,*

<sup>15</sup> Todos los mapas se elaboran en base al norte geográfico y **no** en base al norte magnético. De ahí que se requiera efectuar la corrección magnética cuando se esté orientando con una brújula, como se verá más adelante.

<sup>16</sup> (xx) hace referencia al número que representa la escala, y el conjunto 1 : xx se lee *uno a xx*

representan  $xx$  unidades en el terreno real, horizontalmente hablando<sup>17</sup>. Estas unidades no tienen que ser necesariamente centímetros (cm.) o pulgadas (in.) o metros (m.) ; puede ser cualquier tipo de unidad (el ancho de la palma de la mano, el largo de un lápiz, etc.). Lo importante es que esta misma unidad siempre se conserve durante todo el procedimiento de conversión. Lógicamente resulta más práctico trabajar con unidades conocidas (como el sistema métrico), a fin de poderlo interpretar fácilmente, pero se insiste, no es necesario.

**DEFINICION 1**

Si en una escala 1 :  $xx$  se miden  $k$  unidades sobre una distancia  $h$  ; por consiguiente, en el terreno se va a tener en la misma distancia  $h$  real, (llamémosla  $H$ ), la siguiente distancia :  $H = k \cdot xx$

**EJEMPLO 4**

Si la escala es 1 :25.000. significa esto, que una unidad que midamos sobre el mapa ( $h=k=1$ ) va a ser en el terreno  $H= k * xx = 1 * 25.000 = 25.000$  veces esa misma unidad. Si la unidad de  $k$  está expresada en cm., entonces  $H$  estará expresado igualmente en cm., lo que nos conduce a que  $H=25.000$  cm.

**EJEMPLO 5**

Si la escala es 1 :25.000 y medimos sobre el mapa 3 cm. ( $k=3$ ), entonces en el terreno real tendremos  $H = 3 * 25.000$  cm. = 75.000 cm.

Es claro que hablar de 75.000 cm. es absurdo para nuestra imaginación, por lo cual es conveniente pasarlo a metros y/o inclusive a kilómetros (km.). Así tenemos que  $H = 750$  m. = 0,75 km., lo cual ya nos ofrece una posibilidad de imaginar e interpretar este resultado.

El cambio de centímetros a metros o kilómetros, se hace conociendo que :

**DEFINICION 2**

1 km.	=	1.000 m.	=	100.000 cm.	=	1'000.000 mm
0,001 km.	=	1 m.	=	100 cm.	=	1.000 mm
0,00001 km.	=	0,01 m.	=	1 cm.	=	10 mm
0,000001 km.	=	0,001 m.	=	0,1 cm.	=	1 mm

**EJEMPLO 6**

<sup>17</sup> Es importante tener en cuenta, que la medición entre dos puntos en un mapa representa una distancia horizontal, la cual no tiene que coincidir necesariamente con la distancia real en el terreno. Esto se aclarará cuando se estudien las curvas de nivel (ver literal 5.7).

Se desea saber cuántos metros son 350 cm.

*Respuesta* : Por **regla de tres** se obtiene

$$1 \text{ m.} = 100 \text{ cm.}$$

$$x \text{ m.} = 350 \text{ cm.} \rightarrow x = \frac{350 \cdot 1}{100} = 3,5$$

De ahí que 350 cm. sean 3,5 m.

### **EJEMPLO 7**

Se desea saber cuántos milímetros (mm) son 2,4 km.

*Respuesta* : Análogamente al ejemplo 6 procedemos

$$1 \text{ km.} = 1'000.000 \text{ mm}$$

$$2,4 \text{ km.} = x \text{ mm} \rightarrow x = \frac{2,4 \cdot 1'000.000}{1} = 2'400.000$$

De ahí que 2,4 km. Sean 2'400.000 mm.

Cada vez que trabajemos de mapa a terreno, las conversiones las haremos hacia la unidad superior que nos ofrezca mejor interpretación, ya sea en metros o kilómetros, de acuerdo con la escala.

A continuación se presentan unos ejercicios para que el lector pueda verificar estos conceptos. El resultado correcto aparece entre paréntesis al final.

### **PRACTICA 2**

- La escala sobre el mapa es 1 :25.000. Se miden 7,8 cm. Cuántos metros y kilómetros son en la realidad ? (*respuesta* :  $H=1950 \text{ m.} = 1,95 \text{ km.}$ )
- La escala sobre el mapa es de 1 :45. Se miden 156 mm. Cuántos metros son en la realidad ? (*respuesta* :  $H=7,02 \text{ m.}$ )

Los dos ejercicios de esta práctica, reflejan que entre más grande sea la escala, mayor reducción vamos a tener del terreno al mapa, es decir, sobre la misma hoja del mapa con una escala grande se va a poder representar un terreno mayor que con una escala pequeña.

### **DEFINICION 3**

A mayor escala, mayor será el terreno cubierto, menores serán los detalles.

A menor escala, menor será el terreno cubierto, mayores serán los detalles.

De todo esto concluimos entonces, que si necesitamos un mapa de una gran superficie, se requerirá una escala grande ; pero si solo son unos cientos de metros, funcionará mejor una escala menor.

Esta interpretación de la escala es muy importante, especialmente en el momento de escoger el mapa, ya que siempre requerimos la mayor cantidad de información representada en el mismo (detalles) que nos puedan guiar en el terreno, y esta información solamente la obtendremos con escalas pequeñas. Usualmente se acostumbra trabajar con escalas de 1 :10.000, 1 :25.000, 1 :50 :000, 1 :75.000 e incluso, hasta 1 :100.000. Escalas superiores a las anteriores ya no ofrecen una información lo suficientemente amplia a un excursionista.

## 5.7. Curvas de nivel

Las curvas de nivel son la representación de la altura en el plano bidimensional. Están separadas unas de otras **equidistantemente en altura** y se reconocen porque en intervalos aparecen marcadas con sus valores, generalmente en metros, a no ser que se especifique lo contrario. Estos valores representan la altura de la curva sobre el nivel del mar.

Para un mayor entendimiento, observemos la figura 6. La figura 6(a) muestra un corte transversal de una montaña indicando sus respectivas alturas. Para facilitar, las cosas, supongamos que la base de esta montaña está a la altura del nivel del mar, motivo por el cual está en 0 m. En conexión, la figura 6(b) muestra la misma montaña, pero vista desde arriba y representada en curvas de nivel. Con un poco de imaginación podemos observar que se trata efectivamente de una montaña creciendo hacia el centro. Nótese además que cada curva está cerrada, lo cual no tiene nada de extraño, sabiendo que se tratan de alturas<sup>18</sup>.

Desafortunadamente, si deseamos hacer una buena interpretación de mapas, no podemos obviar la interpretación de las curvas de nivel<sup>19</sup> y ya que por intermedio de ellas detectaremos pasos imposibles en un terreno (como acantilados) y además permiten calcular el tiempo que nos puede demorar una caminata : recordemos que no es lo mismo caminar 10 km. en un terreno plano, que esa misma distancia en subida con un 10 % (=10° de inclinación) e inclusive un 20 ó 30 %. Cada uno requiere de su tiempo y esfuerzo, y de que nosotros estemos entrenados para caminar, tengamos equipo o no, tengamos afán de llegar rápido o no, dependerá como interpretemos y tracemos un rumbo sobre el mapa.

**Muchas personas creen, que la distancia medida con una regla entre dos puntos sobre un mapa es la misma distancia real en el terreno. Esto es totalmente falso, salvo que el terreno sea completamente llano, es decir con una pendiente 0%. Si ese es el caso, y solamente en ese caso, simplemente conservamos la escala y listo. Pero de no ser así, lo cual sucede generalmente en**

---

<sup>18</sup> Realmente si es extraño, ya que de la figura 6a no se puede deducir la figura 6b en su totalidad, debido a que la figura 6a solamente ofrece un corte de la montaña (el izquierdo al derecho) y no la totalidad de la montaña como aparece en la figura 6b. Pero para efectos de esta explicación se puede asumir que la figura 6b es derivada de la figura 6a.

<sup>19</sup> Digo desafortunadamente, porque las matemáticas pueden resultar un poco engorrosas. Pero si el lector sigue atento el procedimiento, se dará cuenta de esta necesidad y que no resulta tan difícil.

los Andes, debemos hacer los cálculos respectivos de las curvas de nivel.

Tratando de ilustrar como se efectúan estos cálculos analicemos el siguiente procedimiento.

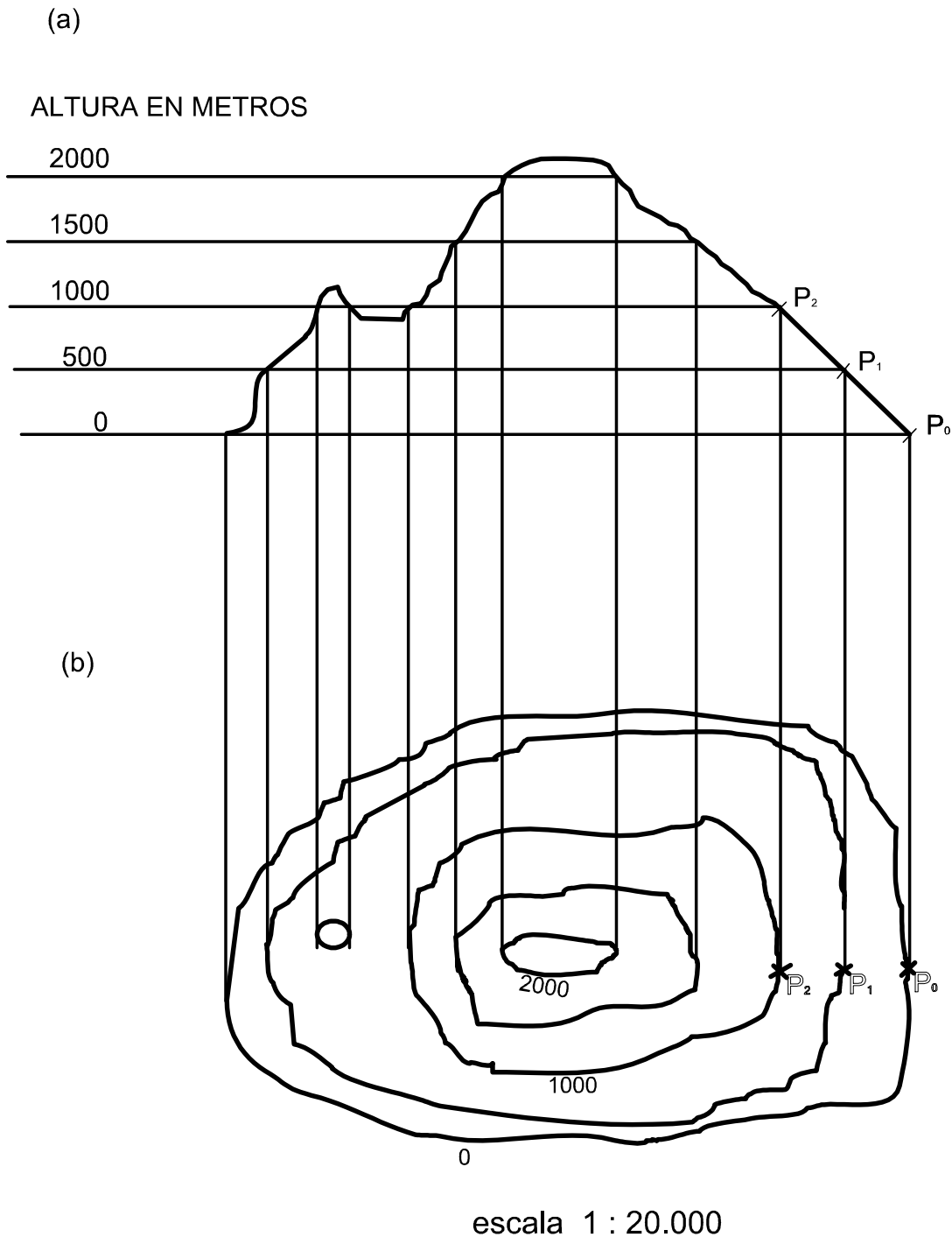
**EJEMPLO 8**

Tomando como referencia la figura 6(b), deseamos saber cuál es la distancia real entre los puntos marcados con  $P_1$  y  $P_2$  y el ángulo de inclinación entre ambos.

*Respuesta* : Si proyectáramos esos puntos a la figura 6(a), a simple vista se observa, que la distancia que se mide sobre el mapa (6b) no es el terreno que se camina realmente. Pero demostremos esto, ilustrando el método del cálculo aproximado<sup>20</sup> de las curvas de nivel.

---

<sup>20</sup> Es aproximado, ya que en la realidad las curvas de nivel se calculan de una manera diferente, cuya matemática se saldría del propósito del presente manual Pero este método tiene la suficiente validez para sacar conclusiones coherentes de los mapas.



**Figura 6 - (a) montaña transversal ; (b) proyección de curvas de nivel**

- a. Medimos con una regla la distancia entre los dos puntos. Arroja 1 cm. Con la escala existente de 1:20.000, sabemos que se tratan en realidad de 200 m.
- b. Se mira la diferencia entre las curvas de nivel: la curva que abarca el punto P<sub>2</sub> tiene marcada 1.000, y la curva que abarca el punto P<sub>1</sub> no viene marcada. Pero

como sabemos que la curva marcada con  $P_0$  está a 0m, y que entre cada curva existe la misma altura<sup>21</sup> deducimos que la curva del punto  $P_1$  debe ser  $A=500m$ , ya que

$$P_1 = \frac{P_2 - P_0}{2} = \frac{1.000 - 0}{2} = 500 \text{ m} \rightarrow A = 500 \text{ m}$$

por consiguiente la diferencia de altura entre  $P_1$  y  $P_2$  también es de  $A=500m$ .

c. Ahora, dibujemos la información que poseemos hasta este momento. Esto se hace en la figura 7. Vemos un triángulo rectángulo, en donde presentamos un cateto  $H$ , que representa la distancia horizontal  $H = 200 \text{ m}$ , tenemos un cateto  $A$ , que representa la altura entre  $P_1$  y  $P_2$ , que es  $A = 500m$ . La hipotenusa  $R$  es el terreno real que queremos caminar y el ángulo  $\alpha$  es la inclinación del terreno que vamos a subir.

d. Por el teorema de Pitágoras<sup>22</sup> se tiene que:

$$R^2 = A^2 + H^2 \Rightarrow R = \sqrt{A^2 + H^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

y para nuestro caso, reemplazando valores obtenemos

$$R = \sqrt{500^2 + 200^2} = \sqrt{250.000 + 40.000} = \sqrt{290.000} = 538,51m$$

e. Vemos claramente que  $200 \text{ m}$  no es igual a  $538,51 \text{ m}$ . Si esperamos encontrar algo, esos  $338,51 \text{ m}$  de diferencia no nos van a permitir encontrarlo. Entendemos ahora que de no considerar este cálculo, nuestro plan de tiempo estará completamente errado y tendremos seguramente muchos problemas. Para poder calcular el ángulo de inclinación (repito que es un dato muy importante que no debemos pasar por alto) obtenemos por la ley del seno<sup>23</sup>:

$$\text{sen}(\alpha) = \frac{A}{R} \Rightarrow \alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{A}{R}\right) \quad \text{Ecuación 2}$$

Para nuestro ejemplo

$$\alpha = \text{sen}^{-1}\left(\frac{500}{538,51}\right) = \text{sen}^{-1}(0,9284) = 68,2^\circ$$

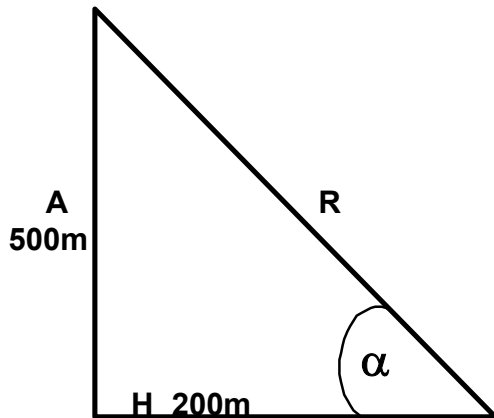
**68.2 grados !!** Se aprecia, que para caminar una pendiente de esta magnitud ya casi se requieren cuerdas, y esto no lo habríamos contemplado seguramente, si solo nos

<sup>21</sup> Recordemos que por convención, cada curva de nivel tiene la misma distancia (altura) una con otra.

<sup>22</sup> Pitágoras demostró, que si sobre cada uno de los lados de un triángulo rectángulo se construye un cuadrado, entonces la suma de las áreas de los cuadrados de los catetos es igual al área del cuadrado de la hipotenusa. Matemáticamente : si la hipotenusa tiene una longitud  $c$ , el cateto adyacente una longitud  $a$  y el cateto opuesto una longitud  $b$ , entonces  $c^2 = a^2 + b^2$

<sup>23</sup> Se puede demostrar también por la Ley del coseno o la tangente.

hubiéramos guiado, como todo un buen Tomasito<sup>24</sup> diciendo: "¿una distancia de 200 m ? Sabroso ! Eso lo hago en 5 minutos! ".



**Figura 7 - Triángulo rectángulo**

Ahora, ya sabemos que el terreno es difícil, pero ¿ es imposible de franquear ? Muchas veces, la respuesta es que podemos encontrar otros caminos, y de no ser así, tendremos que alargar nuestra marcha. Para visualizar esto mejor, hagamos referencia otra vez a la figura 6b. Si en vez de ir directamente de  $P_1$  hasta  $P_2$ , podemos hacer un zig - zag :  $P_1$ ,  $P_3$  y  $P_2$ . Como lo ilustra la figura 8.

$P_3$  se encuentra en la mitad de  $P_1$  y  $P_2$ . Por lo cual la diferencia entre  $P_1$  y  $P_3$  es de 250 m, al igual que la de  $P_3$  y  $P_2$ .

Si medimos con la regla nos da para la distancia  $P_1P_3 = 2,2 \text{ cm} = 440 \text{ m}$ , y para la

distancia  $P_3P_2 = 2 \text{ cm} = 400 \text{ m}$ .

Utilizando las ecuaciones 1 y 2 análogamente como se hizo antes, obtenemos:

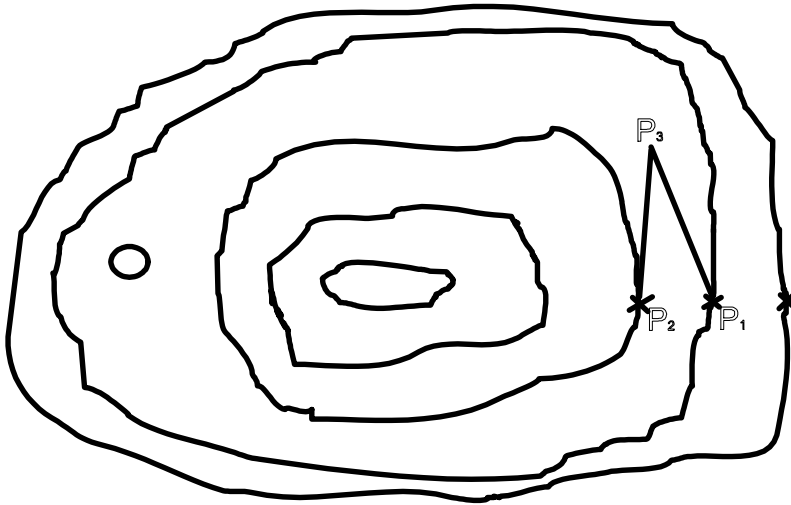
$$R_{P_1P_3} = \sqrt{440^2 + 250^2} = 506,1m \quad ; \quad R_{P_3P_2} = \sqrt{400^2 + 250^2} = 471,7m$$

$$\alpha_{P_1P_3} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{250}{506,1}\right) = 29^\circ \quad ; \quad \alpha_{P_3P_2} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{250}{471,7}\right) = 32^\circ$$

Observemos dos cosas importantes: hemos aumentado la marcha total de 538,51 metros a  $506,1 + 471,7 = 977,8$  metros, pero el ángulo  $\alpha$  se redujo a más de la mitad: de  $68,2^\circ$  a  $32^\circ$ , lo cual tampoco es muy cómodo, pero si más fácil de caminar. Vemos entonces, que los cálculos de las curvas de nivel tienen una gran influencia en la programación de una ruta a seguir que uno esté haciendo sobre el mapa.

Un error cometido frecuentemente, es el de abarcar tres o más curvas de nivel que no tienen la misma distancia horizontal (h) unas entre otras, y calcular una distancia y ángulo de esta manera. Para ilustrar esto, veamos los siguientes ejemplos, referidos a las figuras 10(a) y 10(b). En la figura 10(a) observamos un corte transversal de una montaña que no sube linealmente, sino irregularmente. Estamos interesados en hacer la ruta  $P_0$  hasta  $P_4$ .

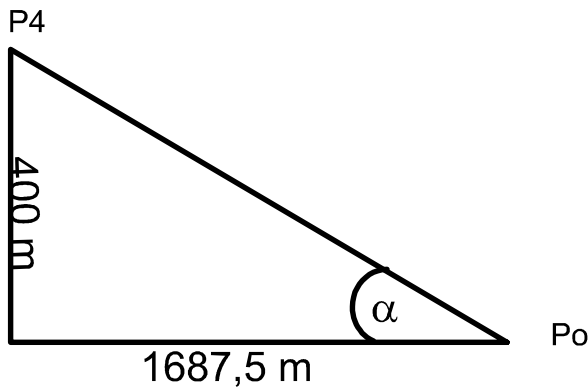
<sup>24</sup> Como diría Baden Powell...



**Figura 8 - Zig-zag P1-P3-P2**

En primer lugar, veamos los cálculos como **no** se deben hacer (**EJEMPLO 9**) y en segundo lugar, compararlos con los cálculos correctos (**EJEMPLO 10**).

**EJEMPLO 9 (Cálculo incorrecto)**



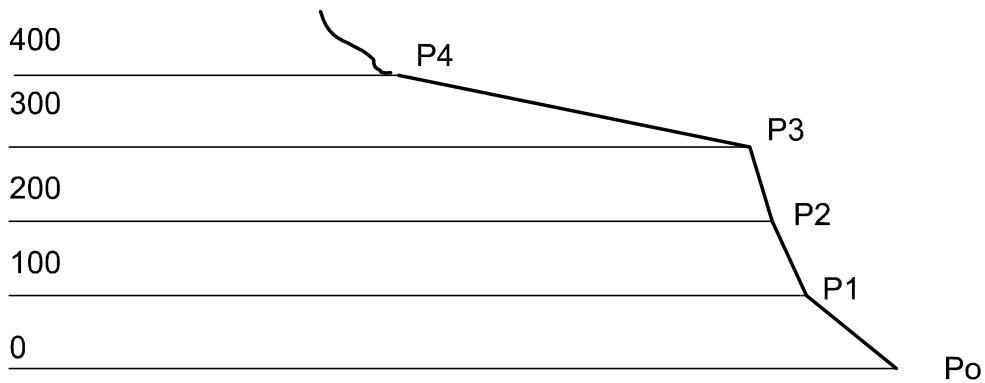
**Figura 9 - Triángulo total P<sub>0</sub>-P<sub>4</sub>**

Se toma el triángulo total entre P<sub>0</sub> y P<sub>4</sub> tal como lo muestra la figura 9. Sabemos que la diferencia de nivel entre los dos puntos es de 400m, y midiendo obtenemos para h = 6,75 cm, lo cual traducido a metros (por la escala) nos da la distancia H = 1687.5 m. Por las ecuaciones 1 y 2 obtenemos:

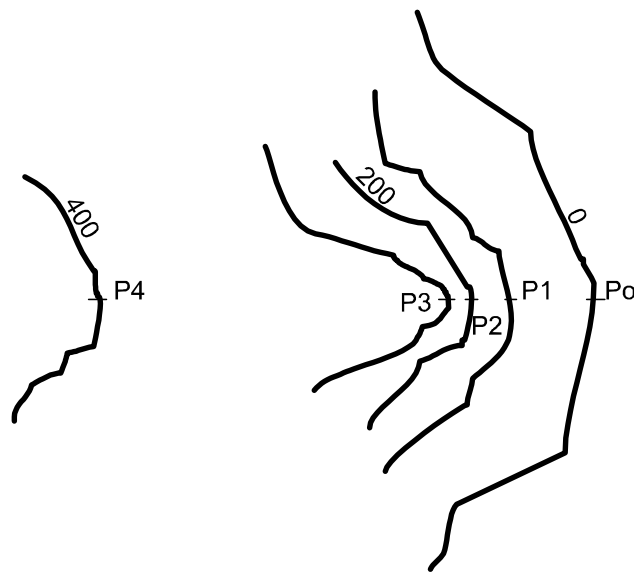
$$R_{P_0P_4} = \sqrt{400^2 + 1687,5^2} = 1734,3m$$

$$\alpha_{P_0P_4} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{400}{1734,3}\right) = 13,3^\circ$$

(a)



(b)



**Figura 10 - (a) montaña transversal (b) montaña con curvas de nivel**

A simple vista se diría, bueno, una pendiente de  $13,3^\circ$  no es mucho, pero ahí está el error. Veamos lo que arroja la siguiente operación:

**EJEMPLO 10** (Cálculo correcto)

Como primera medida tenemos que desglosar la distancia total  $P_0P_4$  en una suma de distancias. Usando una regla en la figura 10 b obtenemos:

$$P_0P_1 = 1,2 \text{ cm} = 300 \text{ m}$$

$$P_1P_2 = 0,45 \text{ cm} = 112,5\text{m}$$

$$P_2P_3 = 0,3 \text{ cm} = 75 \text{ m}$$

$$P_3P_4 = 4,8 \text{ cm} = 1200 \text{ m}$$

Sabemos que entre cada curva de nivel hay una altura de 100m, de ahí aplicando sucesivamente las ecuaciones 1 y 2 obtenemos:

$$R_{P_0P_1} = \sqrt{300^2 + 100^2} = 316,2\text{m} \quad ; \quad \alpha_{P_0P_1} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{100}{316,2}\right) = 18,4^\circ$$

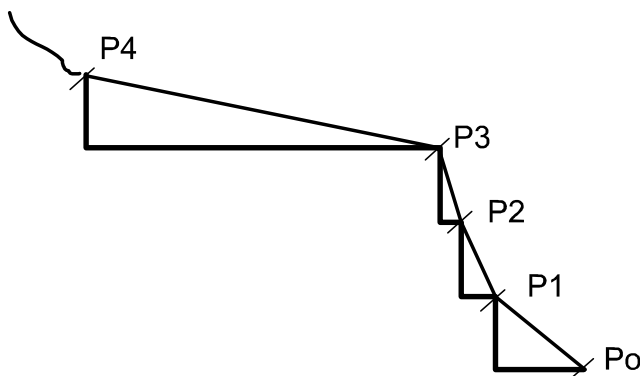
$$R_{P_1P_2} = \sqrt{112,5^2 + 100^2} = 150,5\text{m} \quad ; \quad \alpha_{P_1P_2} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{100}{150,5}\right) = 41,6^\circ$$

$$R_{P_2P_3} = \sqrt{75^2 + 100^2} = 125\text{m} \quad ; \quad \alpha_{P_2P_3} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{100}{125}\right) = 53,1^\circ$$

$$R_{P_3P_4} = \sqrt{1200^2 + 100^2} = 1204,2\text{m} \quad ; \quad \alpha_{P_3P_4} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{100}{1204,2}\right) = 7,8^\circ$$

Analicemos los dos resultados obtenidos de los *EJEMPLOS 9 y 10*

- si sumamos las diferentes distancias reales R entre P<sub>0</sub> y P<sub>4</sub> del *EJEMPLO 10* obtenemos R = 1795,9 m, lo cual no es igual al R obtenido en el *EJEMPLO 9*.
- el ángulo que presumíamos del *EJEMPLO 9*, indudablemente es una ilusión, porque no corresponde a ninguno de los obtenidos por un lado, y lo que es peor, cuando vayamos a caminar, nos vamos a tropezar con una maravillosa pendiente de 53,1° (entre P<sub>2</sub>P<sub>3</sub>) que no preveíamos.



Podemos concluir finalmente que, **para hacer un análisis correcto de un trecho determinado, debemos descomponer el terreno en una suma de triángulos**, como lo ilustra la figura 11.

**Figura 11 - Suma de triángulos**

## 6. ORIENTACION Y LECTURA DE UN MAPA

Para poder orientar correctamente un mapa con una brújula magnética, debemos entender primero los conceptos de declinación magnética y mapa isogónico.

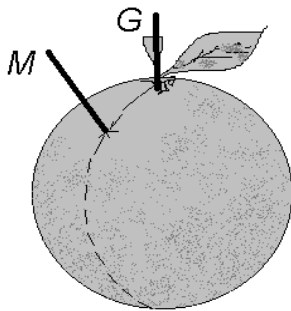
### 6.1. Declinación magnética

Es bien sabido por todos, que la Tierra tiene un eje imaginario sobre el cual está rotando continuamente. De ese eje, se derivan el polo norte y el polo sur geográfico.

La Tierra constantemente se ve bombardeada por radiaciones cósmicas y solares, que son atrapadas por los denominados anillos de Van Allen (los cuales se encuentran alrededor de nuestro planeta) cargándolos electromagnéticamente. La estructura misma de la Tierra, en conjunto con los Anillos de Van Allen, y otros fenómenos adicionales, generan alrededor del planeta un gran campo magnético, como un gigantesco imán, cuyo polo norte (magnético) se encuentra en las cercanías del polo norte geográfico a unos miles de kilómetros.

Ambos polos forman meridianos diferentes: el primero se denomina *meridiano geográfico* y el segundo *meridiano magnético*. El ángulo que forman estos dos meridianos es lo que se denomina declinación magnética. Este ángulo puede variar de este a oeste, dependiendo en que lugar exactamente nos encontremos sobre el planeta.

Para una mayor comprensión, realice el siguiente experimento: coja una naranja, e introdúzcale dos palitos como lo ilustra la figura 12, donde:



**Figura 12 - Naranja con palitos**

- El primer palito (denotado con G) debe estar clavado en la parte superior de la naranja.
- El segundo (denotado con M) estará ligeramente alejado del otro (digamos 1 cm de distancia).
- Pinte un círculo alrededor de la naranja, comenzando en el palito G, bajando luego al palito M, siguiendo por debajo de la naranja, hasta finalmente llegar de nuevo al palito G (ver figura 11).

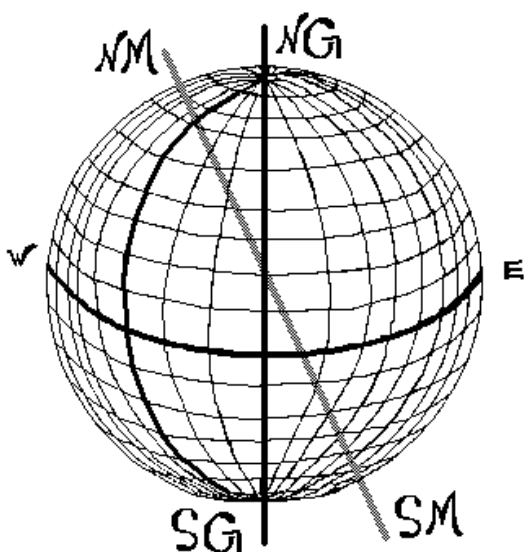
• Si rota la naranja sobre el palito G como su eje, verá que el palito M da vueltas alrededor del eje G. Al mirar atentamente, y efectuar este experimento observándolo de frente, notará que, a medida que rota, los palitos parecieran abrirse y cerrarse continuamente (concretamente se abren y cierran dos veces en una vuelta de la naranja). En el punto, en el cual se observa<sup>25</sup> su máxima separación, presentan igualmente su máximo ángulo, y en el punto, en el que parecen superpuestos (cuando uno ve la línea exactamente

<sup>25</sup> Siempre mirando de frente la naranja.

de frente), su ángulo es cero. (Solamente existen dos ángulos máximos y dos ángulos cero).

Ahora, observe la figura 13. Básicamente es la misma figura, solo que en este caso se trata de la Tierra. Si el palito G lo llamamos eje terrestre, la punta donde entra es el polo norte geográfico. El otro es el polo norte magnético.

Los polos magnéticos (norte y sur) se comportan como un gran imán, tal cual como se mencionó más arriba en cuanto que la brújula se guía por las líneas del campo magnético de este imán.



**Figura 13 - Declinación magnética**

Después del experimento de la naranja es fácil entender que dependiendo sobre qué parte de la Tierra nos encontremos, vamos a tener una desviación máxima o mínima entre el norte que indica la brújula y el norte geográfico. **Este ángulo que forman los dos polos es lo que se llama declinación magnética.**

Ahora la pregunta lógica sería, a partir del hecho que si la brújula se guía por el polo magnético, ¿por qué no elaborar todos los mapas con base en el norte magnético olvidándonos de los polos geográficos? Suena sensato, pero se presenta acá un problema: **este polo magnético no es fijo**. Constantemente está cambiando de ubicación en una trayectoria irregular

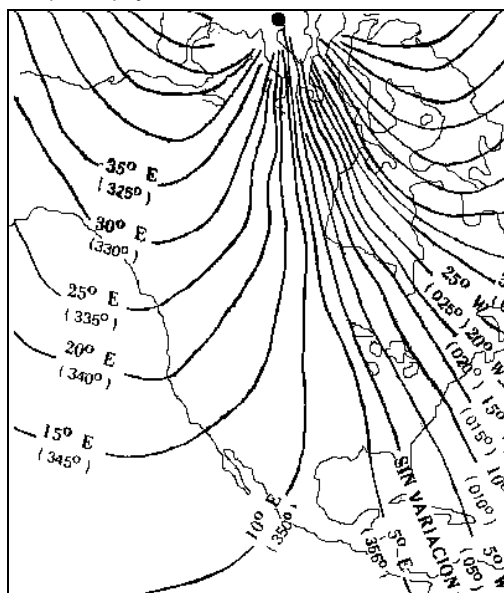
alrededor del eje terrestre, de acuerdo con la posición relativa de la Tierra con respecto al sol, las influencias cósmicas y la estructura misma interna de la Tierra, mientras que el eje de la Tierra no se modifica.

Ahora, para poder saber como corregir el norte "equivocado" que nos está indicando la brújula magnética, requerimos del mapa isogónico.

## 6.2 El mapa isogónico

La figura 14 muestra un ejemplo de mapa isogónico. En él aparecen notoriamente unas líneas que no son rectas. La razón, por la cual no son rectas, es que el campo magnético terrestre no es uniforme, debido a las influencias de los yacimientos minerales existentes en el planeta y que deforman las líneas de campo.

En todo el centro hay una línea marcada SIN VARIACION. A su izquierda las demás vienen con números seguidos por la letra E (este) y a su derecha los números vienen acompañados por la letra W (oeste). Si nos encontramos sobre la línea SIN VARIACION significa que el meridiano magnético y el meridiano geográfico coinciden, lo cual sucedía en la naranja en la línea que se pintó. En ese punto no hay que hacer ninguna corrección a la brújula, ya que los dos nortes están alineados<sup>26</sup>.



**Figura 14 - Mapa isogónico**

#### **EJEMPLO 11**

Nos encontramos en un lugar, sobre la línea 15°E. ¿ qué significa esto y cómo se efectúa la corrección con este dato ?

*Respuesta :* Si comparamos la dirección de la aguja de la brújula respecto al norte geográfico, observamos que apunta "desviadamente" 15° hacia el este, es decir, el polo norte magnético se encuentra a 15° E del polo norte geográfico.

Por lo anterior, debemos efectuar una corrección de 15° hacia el oeste. Dicho en otras palabras : restarle 15° al norte<sup>27</sup>, resultando así, que el norte geográfico realmente está donde la brújula apunte a 345°.

Como ejercicio se deja el caso opuesto

#### **PRACTICA 3**

Cuando nuestra posición está sobre la línea 25°W. ¿ Cual es la corrección que se debe hacer ? (*respuesta:* se deben sumar 25° hacia el este, por lo cual el norte geográfico está donde la brújula indique 25°.

<sup>26</sup> Este detalle de mapa isogónico está desactualizado. Si nos guiáramos por él, en Colombia no se requeriría efectuar corrección magnética, lo cual, hoy por hoy, ya no es cierto.

<sup>27</sup> Recordemos que por tratarse de una circunferencia, el Norte tiene dos valores en términos de grados : 0° y 360°.

### 6.3. Orientación del mapa

Comprendido lo señalado anteriormente y atendiendo los siguientes pasos, es fácil orientar cualquier mapa.

- a. **Ubicar** el norte del mapa considerando lo expuesto en el numeral 5.3.
- b. **Coincidir** el norte de la rosa de los vientos de la brújula con la flecha fija de la lámina.
- c. **Ubicar** la brújula sobre el mapa, de tal forma, que la flecha fija de la lámina esté paralela a los meridianos del mapa.
- d. **Girar** el mapa en forma circular (sin mover la brújula encima del mapa) hasta que la aguja coincida con la flecha fija.
- e. **De ser necesario** efectuar la corrección magnética, siguiendo los pasos c y d, solo que no con el norte fijado, sino con la corrección.

### 6.4. Ubicación de un punto respecto a otro

Si nos encontramos sobre un punto en el mapa, y deseamos saber a cuantos grados se encuentra otro punto en relación al primero, debemos proceder como se indica a continuación:

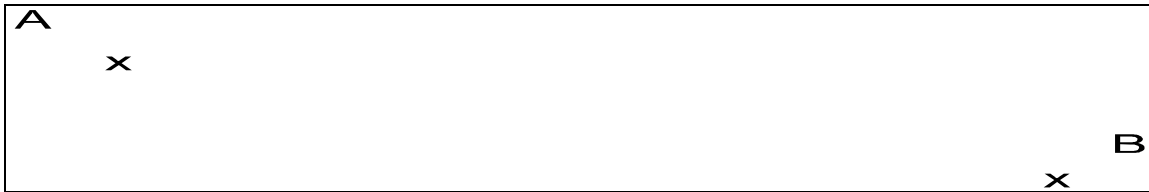
- a. **Haber orientado** previamente el mapa.
- b. **Ubicar** la brújula sobre el mapa, de tal forma que el centro de la aguja (el eje que la sostiene) esté exactamente sobre el punto en que nos encontremos.
- c. **Apuntar** con la flecha fija de la lámina en dirección del punto buscado.
- d. **Girar** la rosa de los vientos, hasta que el norte de ésta coincida con la punta de la aguja de la brújula.
- e. **Tomar** la lectura de los grados que indique la flecha fija con la rosa de los vientos.

Ejemplifiquemos lo anterior para una mayor comprensión :

#### **EJEMPLO 12**

Tomando como mapa la figura 15, ¿ a cuántos grados se encuentra el punto B del punto A ? Considerar que no hay que efectuar corrección magnética.

*Respuesta :* Primero orientamos el mapa siguiendo los pasos descritos en el numeral 6.3. Como no hay referencia del norte, partimos de la base, que el norte está hacia arriba. Al no tener que efectuar una corrección magnética, el norte que nos indique la brújula, será el mismo norte geográfico.



**Figura 15 - Mapa ejemplo 12**

Después de haber orientado el mapa, ubicamos el centro de la brújula sobre el punto A. Direccionamos la flecha fija (de la lámina) en dirección de B. Giramos la rosa de los vientos, hasta que coincida el norte de ella, con la de la aguja. Leemos los grados que indican la flecha fija con respecto a la rosa de los vientos. La lectura es  $96^\circ$ . Es decir: el punto B se encuentra a  $96^\circ$  del punto A, lo cual significa, que si estuviéramos en un terreno, y caminaríamos desde A en dirección  $96^\circ$  (siguiendo los pasos descritos en el numeral 3.2), llegaríamos a B.

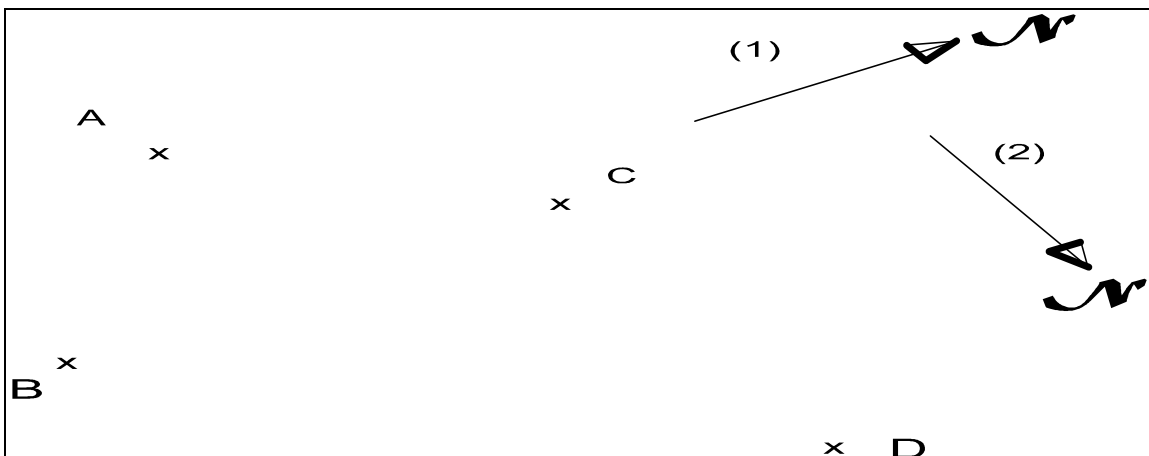
**PRACTICA 4**

Refiriéndose a la figura 16, mida las direcciones de A hasta B, de A hasta C, de A hasta D, de B hasta C, de B hasta D y de C hasta D, en cada uno de los siguientes casos :

- a. Si el norte está como indicado en (1) y con declinación magnética  $0^\circ$ .
- b. Si el norte está como indicado en (1) y con declinación magnética  $15^\circ E$
- c. Si el norte está como indicado en (2) y con declinación magnética  $0^\circ$ .
- d. Si el norte está como indicado en (2) y con declinación magnética  $27^\circ W$

**Respuestas :**

- a.  $A-B = 129^\circ$ ,  $A-C = 23^\circ$ ,  $A-D = 40^\circ$ ,  $B-C = 358^\circ$ ,  $B-D = 22^\circ$ ,  $C-D = 58^\circ$
- b.  $A-B = 114^\circ$ ,  $A-C = 8^\circ$ ,  $A-D = 25^\circ$ ,  $B-C = 343^\circ$ ,  $B-D = 7^\circ$ ,  $C-D = 43^\circ$
- c.  $A-B = 74^\circ$ ,  $A-C = 326^\circ$ ,  $A-D = 342^\circ$ ,  $B-C = 300^\circ$ ,  $B-D = 325^\circ$ ,  $C-D = 359^\circ$
- d.  $A-B = 101^\circ$ ,  $A-C = 353^\circ$ ,  $A-D = 9^\circ$ ,  $B-C = 327^\circ$ ,  $B-D = 352^\circ$ ,  $C-D = 26^\circ$



**Figura 16 - Mapa práctica 4**

Una forma diferente y mucho más sencilla de ubicar un punto respecto a otro en un mapa, se logra utilizando un transportador o la brújula como tal. Para el efecto, no hay necesidad de orientar el mapa previamente, sino, se puede trabajar directamente en la posición en la que éste se encuentre. Mediante el transportador se toman las lecturas de grados directamente (con respecto al norte del mapa y tomando este siempre como  $0^{\circ}$ ) y lo único que se debe tener en cuenta es la suma o resta de la corrección magnética sobre esos grados leídos.

### **6.5. Notas importantes a tener en cuenta**

Si se va a programar una ruta sobre un mapa, se deben considerar los siguientes aspectos :

- a) Para efectos del cálculo del tiempo se debe recordar que no es lo mismo caminar en terreno plano, que en terreno inclinado.
- b) Un terreno con una inclinación de más de  $30^{\circ}$  no es recomendable si se tiene que recorrer por un espacio mayor de 1 km.
- c) En terreno plano, una persona normal sin morral puede llegar a avanzar hasta 6 km. en una hora; esto es, sin esforzarse demasiado. Si lleva equipo, fácilmente se puede reducir a 4 km. en una hora.
- d) Cada vez que sea posible y facilite la marcha, se deben buscar caminos preestablecidos para evitarse sorpresas desagradables como malezas y obstáculos, que no aparezcan en los mapas, y que pueden disminuir considerablemente la marcha.
- e) Es bueno tener también ubicadas las fuentes de agua, centros de salud, policía etc. en su recorrido, para eventuales emergencias.
- f) Tratar de encontrar rumbos por brújula por la noche es prácticamente imposible. Por ello deben considerarse las marchas de tal forma que se llegue al lugar de destino con la luz del sol, en lo posible programarlas inclusive para llegar a las 5 :00 p.m. esto dará un margen de error de una hora para eventuales retrasos.
- g) Si la excursión completa abarca una o varias noches, se deben considerar en el momento de efectuar la planeación sobre el mapa los lugares adecuados para acampar y que ofrezcan las comodidades básicas.

## **7. LEVANTAMIENTO DE UN MAPA**

Antes de entrar a estudiar este tema es importante que usted se familiarice con el computador de distancias que se presenta en el numeral 4 (si no lo ha hecho ya).

Es vital que conozca sus medidas personales como son, por ejemplo : el ancho de la palma de la mano, su estatura, el largo de su brazo, el largo de una *cuarta* suya, el largo de su pie, etc.

Además es útil también que disponga de un indicador de nivel<sup>28</sup>.

### **7.1. Boceto del terreno**

Para elaborar el mapa, primero debemos delimitar con marcas visibles<sup>29</sup> el terreno del cual deseamos hacer el levantamiento. Estas marcas conformarán los puntos de referencia para todas las mediciones.

Hecho esto, se empieza a elaborar el boceto del mapa, el cual no tiene que estar a escala ni se debe prestar mayor atención a la calidad del dibujo, sino a la información que se transcribe en él: ubique en un hoja la forma aproximada del terreno que va a pasar y especifique las construcciones y detalles que quiera resaltar en él "a simple ojo".

Una vez tenga todo en claro, se comienzan ya las mediciones en serio. Para ello, tenga en cuenta lo siguiente:

- a) Ubique con la brújula las direcciones entre un punto de referencia (sus marcas visibles) y otro. Anótelas con flechas indicando de dónde a dónde van. Haga esto solamente con los puntos que colinden y hasta haber cerrado el terreno.
- b) Recorra igualmente, las distancias entre ellos y haga la conversión con el computador de distancias. Anótelas sobre cada flecha respectiva.
- c) Desde los puntos de referencia más cercanos, ubique con la brújula cada dirección de los objetos a resaltar dentro del terreno (construcciones, cultivos, ríos, etc) y apúntelas con sus flechas respectivas.
- d) Mida igualmente las distancias y anótelas.
- e) De presentarse curvas de nivel notorias (las curvas de nivel se consideran notorias de acuerdo a la escala que se emplea) se procede a su cálculo aproximado como se describe más adelante en el numeral 7.2.
- f) Finalizadas todas las medidas, se pasa a dibujar el mapa en limpio como se describe en el numeral 7.3.

### **7.2. Cálculo de curvas de nivel (aproximado)**

Este cálculo es necesario, ya que en el mapa, a no ser que estemos sobre un terreno completamente plano, la distancia recorrida no es la misma que vamos a dibujar finalmente<sup>30</sup>.

Para poder explicar el cálculo, imaginemos un terreno cortado transversalmente, como lo ilustra la figura 17.

Vemos en la figura además, dos triángulos rectángulos, uno pequeño dentro de uno

---

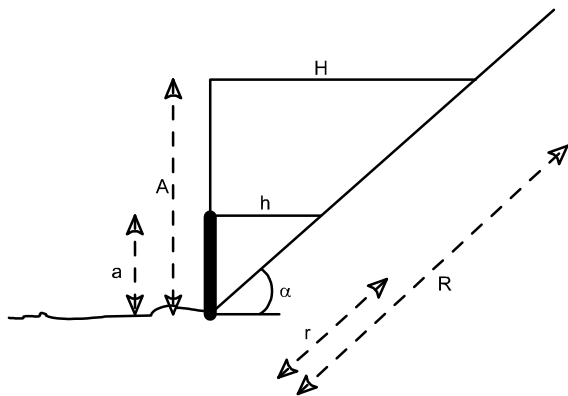
<sup>28</sup> Se puede improvisar un indicador de nivel con un tubito transparente sellado que contenga líquido y una burbuja.

<sup>29</sup> Pueden ser por ejemplo estacas de colores.

<sup>30</sup> Análogamente a lo explicado en el numeral 5.7

grande.

Los lados del pequeño están marcados con **a**, **h**, **r** y los lados del grande con **A**, **H**, **R**. El lado **a** es, por ejemplo un bordón, cuya longitud debemos conocer. El lado **R** es el terreno real que vamos a caminar entre una curva de nivel y otra que fijemos arbitrariamente. El lado **A** es en últimas la altura de la curva de nivel que vamos a representar en el mapa, y el lado **H** es la distancia que vamos a especificar (con la escala) en el mapa. El ángulo  $\alpha$  es la inclinación del terreno, pero ese dato no lo requerimos aquí.



Los pasos para calcular **A** y **H** (que son los que necesitamos) son:

1. Se ubica el bordón (lado **a**) de tal forma, que quede perpendicular a la horizontal (para eso se usa el indicador de nivel).
2. Se proyecta una línea horizontal hacia la montaña (**h**) y se demarca el punto en donde penetra<sup>31</sup>.
3. Se mide la distancia (**r**) entre la base del bordón y el punto fijado en (2).
4. Se mide la distancia real (**R**) que se

**Figura 17 - Corte transversal montaña** quiere pasar al mapa<sup>32</sup>.

Por semejanza de triángulos podemos calcular

$$A = \frac{a \cdot R}{r} \quad \text{Ecuación 3}$$

Teniendo **A**, podemos obtener **H** por medio de una transformación del teorema de Pitágoras así:

$$H = \sqrt{R^2 - A^2} \quad \text{Ecuación 4}$$

### 7.3 Plano final

Teniendo todos los datos, pasamos a dibujar el plano final. Por norma es recomendable hacerlo en tinta negra y sobre pergamino.

Lo primero, es definir la escala adecuada para el terreno a traspasar.

De la forma del terreno dependerá, si fijamos el norte arriba del mapa, o si nos vemos forzados a ubicarlo en otra dirección.

<sup>31</sup> Esta proyección puede ser visualmente o usando hilos o cuerdas.

<sup>32</sup> Importante tener en cuenta que se debe tener una inclinación constante en este trayecto.

Una vez fijada la escala, podemos proceder a la disminución del terreno.

Dibujamos en la misma secuencia en la que tomamos las mediciones ; esto es, primero los límites (puntos de referencia) y después, los demás detalles, considerando que sobre el mapa ya no se dibujan flechas ni distancias, porque estas deben ser obvias y recuperables con la escala y la brújula.

Para fijar las posiciones sobre el mapa, debemos siempre considerar el norte que hayamos dispuesto al comienzo. Muchas veces resulta útil dibujarle una cuadrícula por el estilo de latitudes y longitudes (sin especificarlas) para ayudar en los trazos.

La fijación de las direcciones ya no la hacemos con la brújula como tal, sino aprovechando su particularidad de servir también como un transportador.

Posiblemente puede resultar, que al tratar de cerrar los linderos del terreno, éstas no se unan perfectamente. No debemos forzar esta situación ; simplemente se especifica la parte donde no se unen como "*cierre por error*". Este cierre por error es normal considerando las inexactitudes de las mediciones, tanto en brújula como en distancias, y que no aparezca en un mapa elaborado bajo nuestras circunstancias, es imposible<sup>33</sup>.

#### **7.4. Declinación magnética del terreno al mapa**

Como nota final, valdría la pena analizar, en qué forma influye la declinación magnética al pasar la información en grados del terreno al mapa, si éste se va a elaborar en base al norte geográfico.

Cuando se vayan a pasar los grados de terreno a mapa, se hace exactamente lo contrario de cuando se pasan de mapa a terreno, esto es:

- a) Si en declinación magnética ESTE, restamos el valor indicado a fin de obtener la posición cuando pasamos de mapa a terreno, de terreno a mapa tenemos que sumarle ese valor a la lectura de la brújula para poder dibujar el mapa orientado hacia el norte geográfico.
- b) Si en declinación magnética OESTE, sumamos el valor indicado a fin de obtener la posición cuando pasamos de mapa a terreno, de terreno a mapa tenemos que restarle ese valor a la lectura de la brújula para poder dibujar el mapa orientado hacia el norte geográfico.

Para visualizar esto, analicemos el siguiente ejemplo.

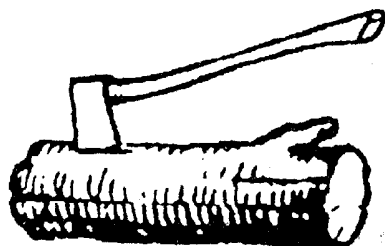
#### **EJEMPLO 13**

---

<sup>33</sup> E inclusive sospechoso.

Nos encontremos en el terreno en un punto cuya declinación magnética es de  $8^{\circ}\text{E}$ . Una lectura de brújula entre dos puntos nos arrojó  $280^{\circ}$ . ¿ Cómo pasamos esta lectura a un mapa que estamos elaborando ?

*Respuesta* : En el momento de pasar esos dos puntos al mapa y fijar la dirección entre ellos, no lo haremos con los  $280^{\circ}$  leídos, sino con  $288^{\circ}$ , esto con respecto al norte del mapa.



**Documento elaborado por :**

**RALF DILLMANN TRAU, A.D.F.**  
Miembro del Equipo Nacional de Formación

**Agradecimientos especiales a :**

**OTTO DILLMANN GOEHLER, I.M.J.G.**

**CARLOS BERNAL GRANADOS**

**MARIO ENRIQUE RUIZ ORTIZ, D.F.**  
Miembro del Equipo Nacional de Formación

**por sus valiosos aportes y acertadas sugerencias  
en la elaboración de este documento.**

El presente documento es un extracto adaptado del  
***MANUAL PARA DIRIGENTES DE TROPA*** - Ralf Dillmann Trau, A.D.F.

Hace parte de los documentos elaborados para la implementación de  
la Estrategia de desarrollo de la

**ASOCIACIÓN SCOUTS DE COLOMBIA**

**El documento es de libre difusión en la Asociación Scouts de Colombia, las  
modificaciones y recomendaciones para mejorar los contenidos del mismo  
deberán ser canalizados por medio de la  
Dirección Nacional de Recursos Adultos.**

**1997**

©  
**LEY 23 DE 1982**

**VERSION 2.0**