

**UNIVERSIDAD DE ARTEMISA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, TÉCNICAS Y ECONÓMICAS**  
**GUÍA DE ESTUDIO con ANEXOS para la ASIGNATURA de:**

**TOPOGRAFÍA**

**Elaborado por el Dr. C y Profesor Titular: Adalberto C. Valdés Pérez**

**Fecha de elaboración: 12 de octubre del 2023**



**Ejercicios del Tema 1: Introducción a la Topografía.**

Ejercicio 1.-Consulte el programa de este curso y defina el objeto de estudio de la Topografía.

Ejercicio 2.-Consulte las indicaciones metodológicas del programa de Topografía y responda:

- a) ¿cuáles son las ciencias con las que se establecen relaciones interdisciplinarias y cuál es el **nodo** que las une?
- b) busque en un diccionario el objeto de estudio de cada una de esas ciencias con las que se desarrolla la interdisciplinariedad con la Topografía.

Ejercicio 3.-Define el objeto de estudio de la Topografía como ciencia según el topógrafo mejicano Miguel Montes de Oca en el texto digital Topografía Planimétrica en la página 8.

Ejercicio 4.-Argumente cuándo es que se hace un estudio topográfico y cuándo es que se hace un estudio cartográfico. Consulta el texto digital anterior en las páginas 9 y 10.

Ejercicio 5.-Teniendo en cuenta la respuesta anterior compare el objeto de estudio de las dos geociencias anteriores. Consulta el texto digital Topografía Planimétrica en las páginas 9 y 10.

Ejercicio 6.-Diga que afirmaciones se hacen para justificar cuándo es que se realiza un estudio topográfico en el terreno. Consulta el texto digital Topografía Planimétrica en la página 10.

Ejercicio 7.-Diga cuales son las partes en que se puede dividir el estudio de la Topografía según el Texto Básico de Topografía General en su página 13.

**Ejercicios del Tema 2: PLANIMETRÍA. Longimetría y orientaciones. Escala de la carta topográfica. Cálculos planimétricos en el terreno y en las cartas topográficas.**

Ejercicio 1.- Defina el concepto de **Planimetría**. Consulta la página 9 del texto digital de Topografía Planimétrica.

Ejercicio 2.- Defina el concepto de **longimetría** y del **longímetro**. Mencione los distintos tipos de **longímetros** y explique para que se emplea según la página 11 del texto digital anterior.

Ejercicio 3.- Describa que es una **baliza** y para qué se emplea según la página 11 y 12 del texto digital anterior.

Ejercicio 4.- Describa que son las **marcas de Poligonación**, cómo se enmarcan en el terreno y para qué se emplean según la página 12 del texto digital anterior.

Ejercicio 5.- Establezca una comparación entre un **polígono cerrado** y uno **abierto** según la página 12 y 13 del texto digital anterior.

Ejercicio 6.- Explique cómo se **orientaría astronómicamente** con las estrellas y con el Sol.

**Ver ANEXO # 1**

Ejercicio 7.- Explique cómo se **orientaría** con las **manecillas de un reloj de pulsera**.

Ejercicio 8.- Explique cómo se **orientaría** con las **madrigueras** de animales del campo.

Ejercicio 9.- Describa los **componentes de una brújula** y cómo operaría con ella en el terreno.

**Ver ANEXO # 1**

Ejercicio 10.- De la **declinación magnética en una carta topográfica** responda:

**Ver ANEXO # 2**

- Explique cómo se procede para calcular la declinación magnética en una carta topográfica.
- ¿Para qué le sirve hacer ese cálculo de la declinación magnética en la carta topográfica?
- ¿Cómo procedería para cumplir con lo respondido en el inciso anterior?

Ejercicio 10.- Tomará **una carta topográfica brindada en la clase** y debe **orientarla con la brújula teniendo en cuenta su declinación magnética** para que resuelva: **(ANEXOS # 1 y 2)**

- Determine la **orientación NE** de un punto **X** en la carta topográfica con respecto al punto **1**
- Determine la **orientación SW** de un punto **Y** en la carta topográfica con respecto al punto **1**
- Determine la **orientación WNW** de un punto **Z** en la carta con respecto al punto **1**
- Determine el **° de azimut** del punto **X** con respecto al punto **1** anteriormente precisado.
- Determine el **° de azimut** del punto **Y** con respecto al punto **1** anteriormente precisado.
- Determine el **° de azimut** del punto **Y** con respecto al punto **1** anteriormente precisado.

Ejercicio 11.-Explique qué es el **teodolito** y su empleo según el texto digital de Topografía Planimétrica en la página 13.

Ejercicio 12.- Explique la ecuación de la **escala** para aplicar en la carta topográfica  $E = \frac{r}{R}$

**Ver ANEXO # 3**

**EJERCICIOS DE CÁLCULOS CON EL MÉTODO DE TRIANGULACIÓN: (Anexos # 4 y 5)**

- las áreas se calculan con triángulos
- siempre usted cuenta con tres datos para calcular las superficies de las áreas que y son:
  - \* las longitudes de dos lados y los grados de un vértice que se forma con esos dos lados
  - \* las longitudes de tres lados.

**Ejercicio 13.**- Después de haber ubicado en la carta topográfica anterior los puntos **X**, **Y** y **Z** con respecto a un **punto 1**, anteriormentepreciado, calcule la distancia **reducida** (**r**) entre los puntos del **1 al X**, del **1 al Y**, y del **1 al Z**. Teniendo en cuenta la **escala** (**E**) de esa carta topográfica, calcule la distancia **real** (**R**) en el terreno entre esos mismos puntos anteriormente ubicados **aplicando la ecuación de la escala** que explicaste en el ejercicio 12.

**Ejercicio 14.**- Después de haber hallado las longitudes en km de cada uno de esos tres segmentos en el terreno con la escala de la carta topográfica, calcule **el área de la superficie topográfica** que en el ejercicio anterior quedó delimitado por un polígono subdividido por dos superficies. Para ello debe emplear las fórmulas de **Triángulo Cualquiera** o **Triángulo Rectángulo** según el **° del ángulo del vértice** que se formó en el **punto 1** comprendido entre dos lados. **Ver ANEXO # 4 ejercicio 1** para guiarse.

En ese **punto 1** se formaron **dos ángulos de vértices**, uno será el **vértice 1** y el otro será el **vértice 2**.

-El ángulo del **vértice 1** está comprendido entre los lados **1-X** y el **1-Y**. Halle el área comprendida entre esos dos lados con su **vértice 1**. (**Ver ANEXO # 4 ejercicio 1** para guiarse)

-El ángulo del **vértice 2** está comprendido entre los lados **1-Y** y el **1-Z**. Halle el área comprendida entre esos dos lados con su **vértice 2**. (**Ver ANEXO # 4 ejercicio 2** para guiarse)

-Después de calculadas las dos superficies comprendidas entre sendos vértices súmelas para que **calcule el área total de ese polígono**.

-**Construya el croquis** del polígono que acaba de calcular con las medidas que halló.

**Ver en el ANEXO # 3, el ejercicio 1 para que usted siga un ejemplo de cómo calcular el área real de una superficie topográfica con las fórmulas de:**

Triángulo Rectángulo  $S1 = \frac{L a \times L d}{2}$  y Triángulo Cualquiera  $S = \frac{L b \times L c \times \text{sen } \angle}{2}$

**Ejercicio 15.**- Calcula el área de la superficie topográfica del otro polígono triangular planimétrico que se declara en el **ANEXO # 4, ejercicio 2** para guiarse con la **fórmula de Herón**

$S = \sqrt{p(p - a)(p - b)(p - c)}$  cuyos datos son:

Lado **a** va del vértice en el punto 1 al vértice del punto 2 con una longitud real de = 23.91 m

Lado **b** va del vértice en el punto 2 al vértice del punto 3 con una longitud real de = 24.54 m

Lado **c** va del vértice en el punto 3 al vértice del punto 1 con una longitud real de = 32.91 m

Observe que en este cálculo de superficie solo tuvo las longitudes de tres lados que previamente les calculó los km de largo con la fórmula de la escala de la carta topográfica  $E = \frac{r}{R}$  pero no tuvo que determinar la declinación magnética, ni los grados de azimut ( $^{\circ}\text{Az}$ ), ni el grado de un vértice que se formó entre esos lados. Dado esos datos del problema usted debe calcular esa superficie en  $\text{km}^2$  con la **fórmula de Herón: (Consulte el ANEXO # 4 y el ejercicio 2 para que se guíe)**

$$S = \sqrt{p(p - a)(p - b)(p - c)}$$

**Ejercicio 16.**- Explique de modo conciso, pero no omiso, cómo calcular la longitud en un **terreno horizontal** consultando el texto digital de Topografía Planimétrica en las páginas 32 y 33.

**Ejercicio 17.**- Explique de modo conciso, pero no omiso, cómo calcular la longitud en un **terreno inclinado** consultando el texto digital de Topografía Planimétrica en las páginas 33 y 34.

**Ejercicio 18.**- Explique en qué consiste el **método de pasos**. Calcule la longitud de uno de los laterales o límites del centro donde usted labora con este método. **Ver ANEXO # 6.**

**Ejercicio 19.**- Calcule un lado del polígono o perímetro al cual no tiene acceso por los obstáculos

en el terreno y tiene que acudir a la **Ley de Coseno**.  $L_c = \sqrt{(L_a^2 + L_b^2) - [2(L_a)(L_b)(\cos <)]}$

**Ver ANEXO # 6 para guiarse.**

**Ejercicio 20.**- Resuelva y construya:

a) Calcule el área que ocupa un polígono cerrado irregular:

Lados	Vértices del lado	Rumbo del lado	$^{\circ}\text{Az}$ equivalente	Longitud del lado de ese polígono
<b>a</b>	1 al 2	S $36^{\circ}33' W$		280 m
<b>b</b>	2 al 3	S $63^{\circ}06' E$		450 m
<b>c</b>	3 al 4	N $70^{\circ}30' E$		350 m
<b>d</b>	4 al 5	N $15^{\circ}46' E$		330 m
<b>e</b>	5 al 6	N $74^{\circ}10' W$		330 m
<b>f</b>	6 al 1	S $72^{\circ} W$		350 m

b) Convierta los grados de esos rumbos en grados de azimut.

c) **Construya el croquis** con los datos ofrecidos en la tabla anterior en que **100m = 1cm** en el croquis y en el que el norte (**N**) sea exactamente la parte superior de su hoja y el sur (**S**) sea la parte inferior.

**Ejercicio 21.**- Asignar un espacio a cada equipo de estudiantes para que calculen el perímetro y el área de una superficie que sea del centro donde labora o estudia y determine:

- \* la longitud de cada uno de sus lados,
- \* la orientación de cada lado en Rumbo y Azimut,

- \* el perímetro de ese polígono del lugar analizado,
- \* el área enmarcada por el polígono cerrado en  $m^2$
- \* construya el croquis del área anterior a escala de  $100m = 1cm$  en el croquis y el norte (N) sea la parte superior de la hoja.

**Ejercicios del Tema 3: ALTIMETRÍA. Métodos de nivelación. Curvas de nivel en las cartas topográficas. Construcción de Perfiles de relieve. Cálculos en las cartas topográficas y en el terreno. Calculo de alturas o profundidades en el terreno con el teorema de las transversales de Tales de Mileto.**

Ejercicio 1.- Elabore su diccionario de términos topográficos a partir del vocabulario que usted adquiere de esta asignatura teniendo en cuenta:

- a) los ya estudiados en Planimetría.
- b) añada los términos de Altimetría que comenzará a aprender.

Ejercicio 2.- De la **Altimetría** responda:

- a) Consulte las siguientes bibliografías digitales en las que definen el concepto de **Altimetría**:
  - *Conferencia # 10* en la página 2
  - *Texto digital Básico de Topografía General* en la página 13
  - *Topografía Planimétrica* en la página 9.
- b) Asuma uno de esos conceptos de **Altimetría** después de haber leído los textos anteriores.

Ejercicio 3.- De la **Agrimensura** responda:

Consulte los textos anteriores, diccionarios ordinarios y diccionarios científico-técnicos sobre el término de **Agrimensura** y llegue usted a una conclusión sobre este vocablo topográfico.

Ejercicio 4.- Consulte la *Conferencia # 10* en la página 2 referidos a conceptos de superficie de nivel, superficie de referencia, superficie arbitraria, los distintos tipos de cotas y la nivelación.

- a) Explique qué relación tiene para Cuba la *superficie de referencia* con la de *cota fija*.

Ejercicio 5.- Consulte el “Texto Básico de Topografía General” a partir del capítulo III y estudie los Métodos de Nivelación Topográfica que se declaran en el epígrafe 3.1 en la página 129 y la definición de ciertos términos en la página 130 y de ellos responda:

- a) ¿A qué se le llama *nivelación*?
- b) ¿Cuál es el objetivo primordial de la *nivelación*?
- c) ¿En qué trabajos es imprescindible tener en cuenta el NMM (nivel medio del mar), en cuales no es tan imprescindible y se toman otras alternativas como el de superficie arbitraria que definiste en el ejercicio 4? Justifique su afirmación.

d) Incorpore a su diccionario personal de esta asignatura términos básicos de **Altimetría** que empleará en los próximos ejercicios como: *Plano Horizontal, Superficie de Nivel, Ángulos Verticales* y *BM (Banco del nivel del Mar o Banco de Marca. - Ver ANEXO # 7.*

**Ejercicio 6.- Métodos de Nivelación.** - Lea y estudie el Texto Básico de Topografía General a partir del epígrafe **3.2** desde la página 131 hasta la 135 y después observe e interprete el **ANEXO # 8** para que responda:

- a) ¿**Qué método de nivelación** se representa en ese **anexo 8**?
- b) De ese método de nivelación diga **qué nivelación se empleó**. Argumente su afirmación.

**Ejercicio 7.-** Suponga usted que **no ejecute todos los cálculos de distancias en el terreno** para calcular los **desniveles topográficos**, pero sí cuenta con los conocimientos de Planimetría, de Altimetría, de orientación en el terreno, cuenta con instrumentos como brújula, longímetro, cuerdas, plomada, Teodolito o Equialtímetro, baliza, nivel de burbuja y desea calcular los **desniveles del terreno** empleando el **Método Indirecto de Nivelación**, por tanto, lo hará con cálculos Trigonométricos (ver **ANEXO # 9**), así que resuelva el siguiente ejercicio:

- a) Halle el **desnivel** del terreno teniendo en cuenta la **distancia inclinada** y el **ángulo vertical** calculado por el observador.

**Datos:**

**Desnivel es BC con una profundidad = ¿?**

**Distancia *Inclinada* es AC = 7,5 m**

**Ángulo vertical es  $\alpha = 32. 5^\circ$**

**Fórmula de la Ecuación:  $\text{sen } \alpha = \underline{\text{Desnivel}}$**

**Distancia *Inclinada***

- b) Halle el **desnivel** del terreno teniendo en cuenta la **distancia horizontal** y el **ángulo vertical** calculado por el observador

**Datos:**

**Desnivel BC con una profundidad = ¿?**

**Distancia *Horizontal* AB = 6,3 m**

**Ángulo vertical es  $\alpha = 32, 5^\circ$**

**Fórmula de la Ecuación:  $\text{tan } \alpha = \underline{\text{Desnivel}}$**

## **Distancia Horizontal**

- c) Halle la **diferencia de nivel (DN)** calculada en la **distancia inclinada (DI)** y la **distancia horizontal (DH)** y llegue a una conclusión.
- d) Dibuje, **a escala, el desnivel BC** calculado anteriormente, en el que se represente ese ángulo vertical  $\alpha$  desde el observador.
- e) Observe el segmento del **desnivel BC** y, en dependencia de sus **grados ( $^{\circ}$ )** de inclinación, **valore si la pendiente** de esa **depresión** es abrupta o suave con respecto al **plano horizontal** que es la **distancia horizontal**.

Ejercicio 8.- Retomar el espacio o instalación que a cada equipo de estudiantes se le asignó en el estudio de Planimetría para que calculen ahora la **Altimetría empleando el Método de Nivelación que deseen**.

Ejercicio 9.- **Sobre la Determinación de Pendiente responda:**

- a) Estudie el algoritmo para resolver ejercicios de **Determinación de Pendiente** en el terreno con el libro digital “Texto Básico de Topografía General” en el epígrafe 3.8.6 desde la página 157 hasta la página 158 y auxíliase del **ANEXO # 10**.
- b) Determine la **pendiente** del ejercicio anterior suponiendo que en ese lugar la **altitud** es de **46 m sobre el NMM**. (Guiase por el **ANEXO # 10** pero recuerde que en este ejercicio a resolver por usted se está calculando la **pendiente de una depresión**).

Ejercicio 10.- Consulte el “Texto Básico de Topografía General” a partir del capítulo III “Nivelación Topográfica” en el **3.8** sobre Perfil Longitudinal (**ver ANEXO # 11**) y responda:

Definición de Perfil en el epígrafe 3.8.1 en la página 149

Escala en los Perfiles en el epígrafe 3.8.3 en la página 152

Dibujo de un Perfil en el epígrafe 3.8.3 en la página 153

Determinación de la Pendiente en el epígrafe 3.8.6 desde la página 157 a la 158

Determinación de la Rasante en el epígrafe 3.8.7 en las páginas 158 y 159

Dibujo de una Rasante en el epígrafe 3.8.7 en la página 162

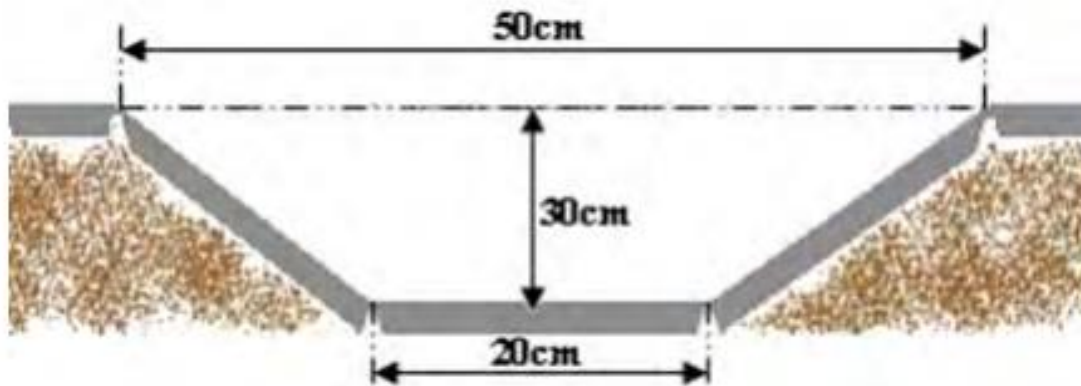
Cortes y Rellenos en el epígrafe 3.8.8 en la página 164

Ejercicio 11.- **Sobre determinación de rasante, cortes y rellenos en el terreno retome los anexos # 9 y 10 desarrollando los incisos que se le plantean a continuación:**

- a) Estudie el algoritmo para resolver ejercicios de Cortes en el terreno a partir de la Rasante en el libro digital “Texto Básico de Topografía General” en el epígrafe **3.8.8** desde la página **164** hasta la página **167**

b) Resuelva el ejercicio **10** de la página **174** del libro digital “Texto Básico de Topografía General” guiándose por los resueltos en el epígrafe **3.8.9**, inciso **c** de la página **168 a la 169**.

10. Calcular el volumen de tierra que generaría la excavación de un canal de forma trapezoidal en un terreno bastante plano con las siguientes dimensiones: plato del canal 20cm, boca del canal 50cm, altura de corte 30cm, para un tramo de 140m de sección uniforme.



**Ejercicio 12.- Clasificación del relieve emergido cubano** según los geomorfólogos y topógrafos en conjunción con el Instituto Nacional de Geodesia y Cartografía según el **ANEXO # 12** y responda:

- Explique por qué para el cálculo **altimétrico** del área o superficie a topografiar debe conocerse, de ante mano, el **tipo de relieve**.
- Mencione los **tres tipos de relieves cubanos** y el rango del **NMM** que miden cada uno de ellos según el criterio de geomorfólogos y topógrafos cubanos.
- Observe** la foto satelital de la **provincia de Artemisa** en la que se enumeró las distintas zonas de relieve que en ella se encuentran.
- Anote**, al lado de los siguientes números, el nombre del área de relieve que se corresponda con las que están en la foto satelital de la provincia de Artemisa.

1-

2-

3-

4-

5-

6-

e) Clasifique el tipo de relieve en cada una de las anotaciones anteriores. Argumente su clasificación.



**Foto satelital del territorio que ocupa la provincia de Artemisa en la isla de Cuba**

**Ejercicio 13.-** Para el estudio de **Curvas de Nivel** y **Perfil Topográfico** con las **cartas topográfica** consulte y estudie:

- Power-Point titulado “Dibujo Topográfico y las Curvas de Nivel”
- El libro digital “Texto Básico de Topografía General” en el capítulo IV en la página 177 en el epígrafe 4.1 y 4.2 hasta el primer párrafo de la página 178 y después en la página 180 en el epígrafe 4.3 hasta el inciso e.

**13.1.- Sobre Curvas de Nivel responda:**

- a) Defina el concepto de Curvas de Nivel (*libro digital, capítulo IV, en la pág. 177, en el epígrafe 4.1 y 4.2 hasta primer párrafo de la pág. 178. En power-point en la diapositiva 2*)

- b) Características de las Curvas de Nivel (*libro digital, epígrafe 4.3, desde la pág. 180 hasta el inciso e en la pág. 181. En el power-point las diapositivas 3*)
- c) Tipos de Curvas de Nivel (*En el power-point la diapositiva 6*)
- d) Defina los conceptos relacionados con los tipos de relieve representados por las Curvas de Nivel y explique, en cada caso, cómo se comportan las curvas de nivel. (*Consulte el power-point en las diapositivas 7, 8, 9, 10, 11, 12*)

Equidistancia según la escala de la carta topográfica	Divisoria o cresta
Monte	Collado
Cima o cumbre	Vaguada
Ladera o vertiente	Llanura
Pared	Altura
Hoya, ondonada o depresión	Altitud

**13.2.- Sobre Perfil Topográfico responde:**

- a) Defina el concepto de Perfil Topográfico (*Power-point con las diapositivas 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 y el ANEXO # 13*)
- b) Mencione y explique los pasos para construir un Perfil Topográfico (*Power-point con las diapositivas 20, 21, 22 y 23*)

**13.3.- Resuelva los siguientes ejercicios en las cartas topográficas digitales que te ofrecemos de las ciudades de Matanzas y Artemisa al consultar el ANEXO # 14 y responda, de esas cartas topográficas, teniendo en cuenta el segmento coloreado en rojo:**

- a) Calcula cuantos metros de altitud ascienden o descienden los autos que transitan de Matanzas a La Habana y viseversa por la carretera de la Vía Blanca.
- b) Construya un Perfil Topográfico de ese segmento delimitado en la carta de la ciudad de Matanzas, conociendo que la escala de esa carta es de 1:50000
- c) Calcula cuantos metros de altitud desciende el auto que transita por las calles de Artemisa que está señalado en esa carta topográfica.
- d) Construya un Perfil Topográfico de ese segmento delimitado en la carta de la ciudad de Artemisa, conociendo que la escala de esa carta es de 1:20000

**13.4.- Tomarán una carta topográfica brindada en clase y deben orientarla con la brújula teniendo en cuenta su declinación magnética y después resolverán:**

- a) Calcule, por las curvas de nivel, la **altitud** del punto **A**
- b) Calcule, por las curvas de nivel, la **altitud** del punto **B**
- c) Teniendo en cuenta la **escala de esa carta topográfica** calcule la distancia entre **A** y **B**.

d) Determine el **azimut** y el **rumbo del segmento** que une a los puntos **A** y **B**.

e) Construye un **Perfil Topográfico de ese segmento** que une a los puntos **A** y **B**.

14.- Usted encuentra en el terreno un desnivel formado por un acantilado y necesita hallar la altura de la misma. Para ello cuenta con los siguientes datos:

**Datos**

Altura de la vara ( $A_v$ ) = 1,5 m  
Sombra de la vara ( $S_v$ ) = 2 m

Altura del relieve ( $A_r$ ) = ¿?  
Sombre del relieve ( $S_r$ ) = 170 m

**Operatoria**

$$\frac{A_v}{A_r} = \frac{S_v}{S_r} \quad \frac{1,5 \text{ m}}{A_r} = \frac{2 \text{ m}}{170 \text{ m}}$$

$$A_r = \frac{1,5 \text{ m} \cdot 170 \text{ m}}{2 \text{ m}} \quad A_r = \frac{255 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$
$$A_r = 127,5 \text{ m}$$

R/ La altura del relieve de ese acantilado es de 127,5 m

---

**FORMULARIO Y ALGORITMOS a dominar en la Topografía Básica:**

**Planimetría**

$$E = \frac{r}{R}$$

Cálculo de declinación magnética en la Carta Topográfica

Cálculo de ° Az

Cálculos de áreas superficies:

$$S_1 = \frac{L_a \times L_d}{2} \quad S = \frac{L_b \times L_c \times \text{sen } \angle}{2} \quad S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

Cálculo de longitud de un perímetro inaccesible:  $L_c = \sqrt{(L_a^2 + L_b^2) - [2(L_a)(L_b)(\cos \angle)]}$

Construcción de croquis

Cálculos de longitudes en el terreno con el método de pasos

**Altimetría**

Interpretación de curvas de nivel para determinar formas del relieve

Construcción de Perfil Topográfico

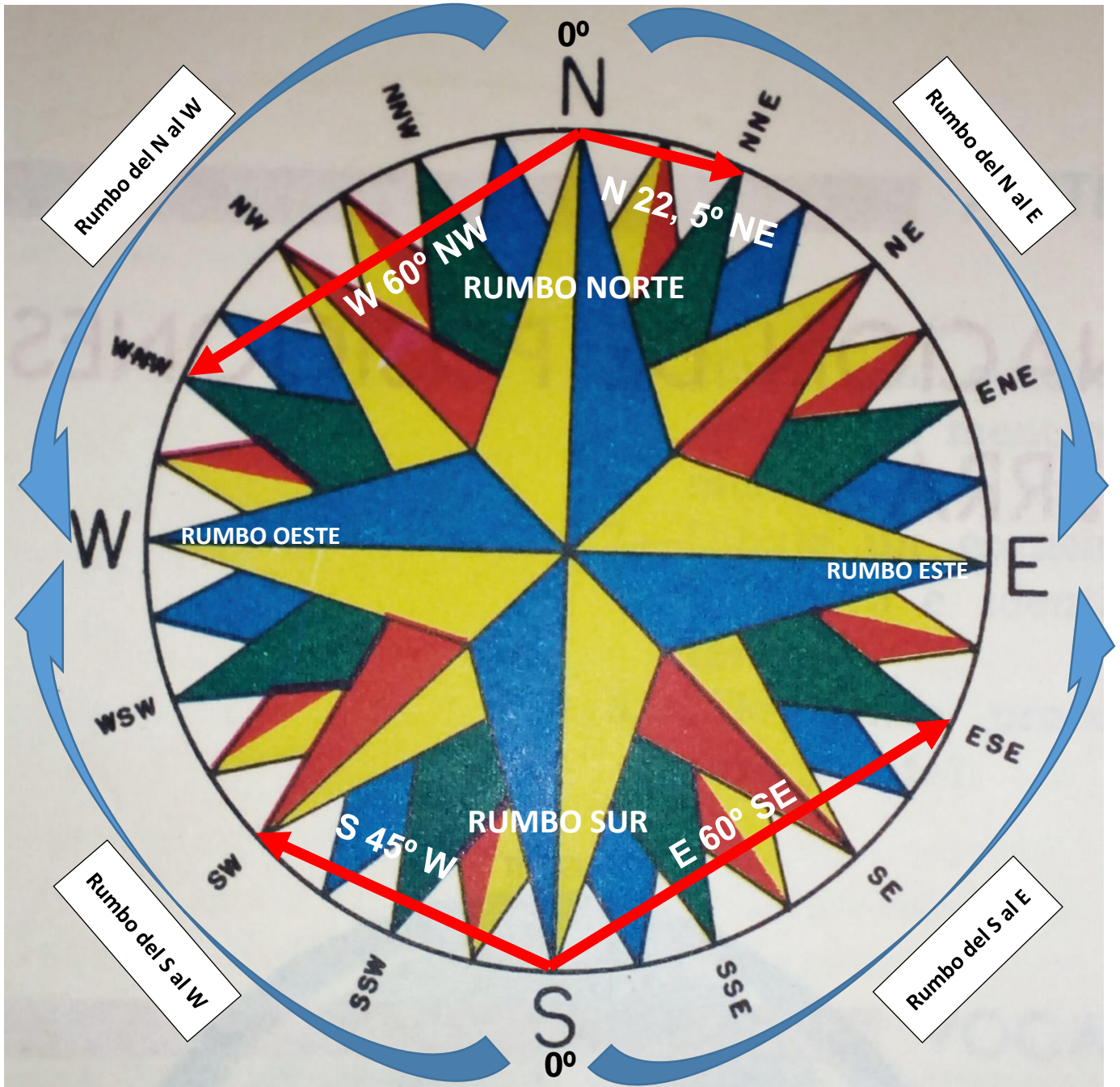
Cálculos de alturas o depresiones en el terreno:  $\frac{A_v}{A_r} = \frac{S_v}{S_r}$

Cálculo de pendientes:  $P = \frac{DN}{DH} \times 100$

Cálculos de Desniveles del Terreno:  $\text{sen } \beta = \frac{DT}{DI} \quad \tan \beta = \frac{DT}{DH}$

## ANEXOS

### ANEXO # 1.- La Orientación: Rumbo y Azimut determinado por la brújula y el teodolito



***Rosa Náutica o Rosa de los Vientos de la brújula y del teodolito. En ella aparecen los 32 rumbos.***

La Rosa de los Vientos o Rosa Náutica se divide en grados ( $^{\circ}$ ) de Rumbo (R) y de Azimut (AZ) que permiten ubicar y calcular la posición de un objeto observado.

Para calcular los grados de Azimut, la Rosa Náutica tiene  $360^{\circ}$  que parte del N con  $0^{\circ}$  Az y va aumentando en el sentido de las manecillas del reloj hasta concluir en el N con  $360^{\circ}$  Az.

Los grados de azimut se emplean para objetos estáticos en el terreno.

La orientación en Rumbo se emplea para determinar la posición de los objetos, hechos o fenómenos que se mueven o se desplazan. Si se va a calcular el **Rumbo** del objeto observado, la **Rosa Náutica** se divide en cuatro cuadrantes de **90°** cada uno. El **rumbo** del objeto observado es el ángulo medido hacia el **E (este)** o hacia el **W (oeste)** desde el **N (norte)** y, de igual modo, desde el **S (sur)**. En ambos casos, tanto el **N** como el **S**, tienen **0°** de **rumbo** y a partir de ahí aumentan los grados hacia el **E** o hacia el **W**. Por ejemplo: un punto ubicado exactamente al **oeste noroeste (WNW)** se leería y se anota con un **rumbo de W 60° NW**



*Grados de Azimut en una brújula o teodolito. Obsérvese el nivel de burbuja.*

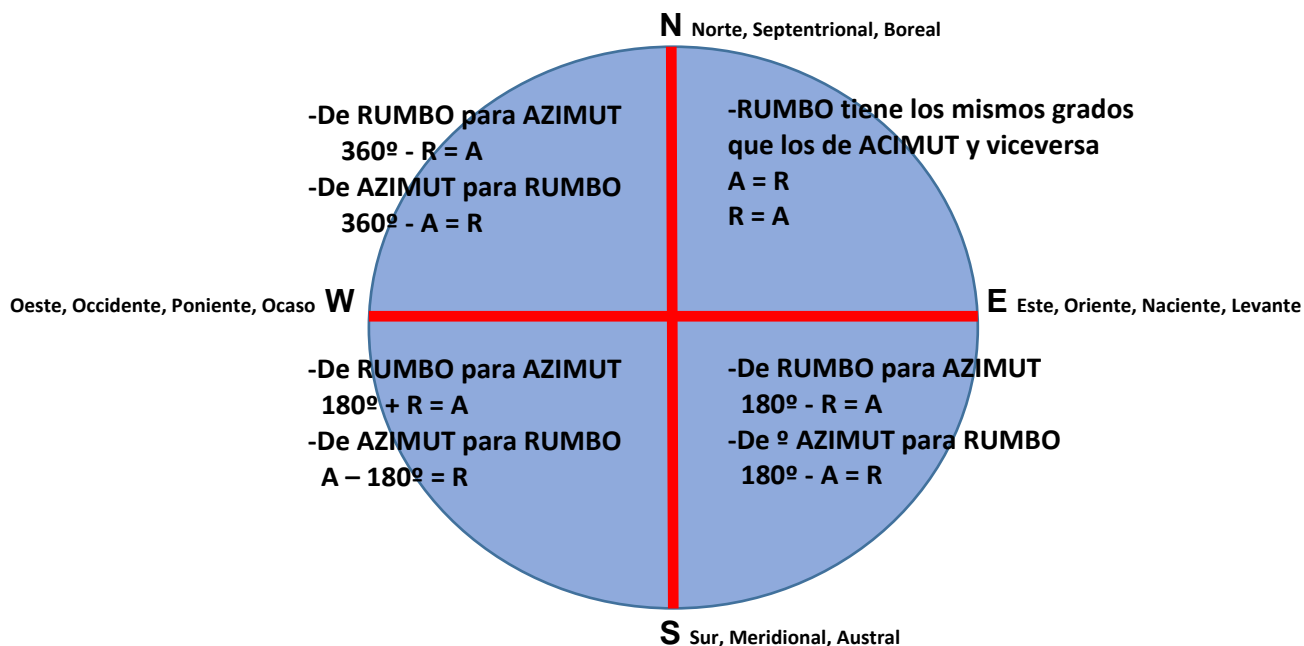
Si se toma el ejemplo anterior de un **R de W60°NW**, ese mismo lugar tiene **300° de Az**.

**Un grado de Rumbo y un grado de Azimut** se subdividen igualmente en 60 minutos (**60'**) y un minuto se subdivide en 60 segundos (**60''**), por tanto, el **rumbo N 22, 5° NE** es igual a decir a **R N 22° y 30' NE**, asimismo, el **azimut 22, 5°** es igual a decir el **Az 22° y 30'**.

La **aguja magnética** de la **brújula** o del **teodolito** marcan, inequívocamente, el **norte** y el **sur** del **campo magnético de nuestro planeta** y a partir de ahí se calculan los grados de **rumbo** o de **azimut** del objeto observado teniendo en cuenta la **declinación magnética** que constantemente varía por la variación anual del **Polo Magnético del planeta** y que en cada **carta topográfica** se explica para su correcta orientación en el terreno.

El **nivel de burbuja** que se observa en el centro de la brújula fotografiada muestra el nivel de horizontalidad que tiene la brújula o el teodolito para calcular con precisión el **Rumbo** o el **Azimut** del objeto observado. La **declinación magnética** lo precisa la **carta topográfica del lugar**.

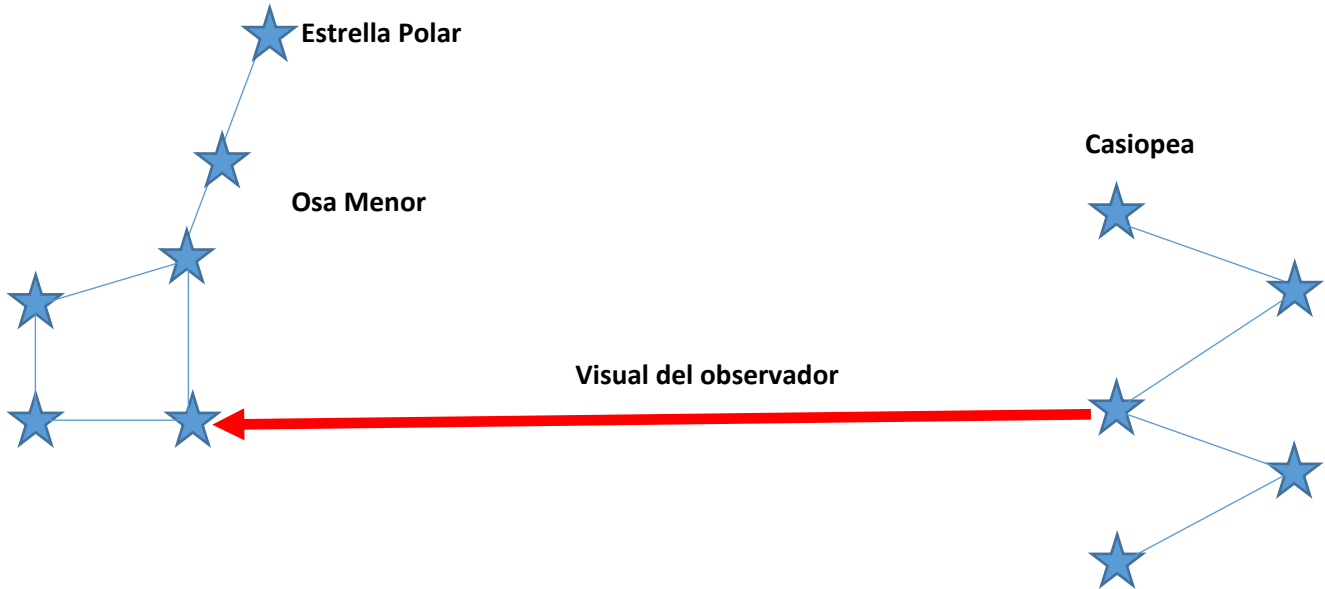
**Cuando se convierten ° de Rumbos a ° de Azimut, y viceversa, hay que cumplir las reglas por cada uno de los cuadrantes de la Rosa Náutica o Rosa de los Vientos:**



En el caso de los **cuatro puntos cardinales** la convección de ° de RUMBO a ° de AZIMUT y viceversa se comporta del siguiente modo:

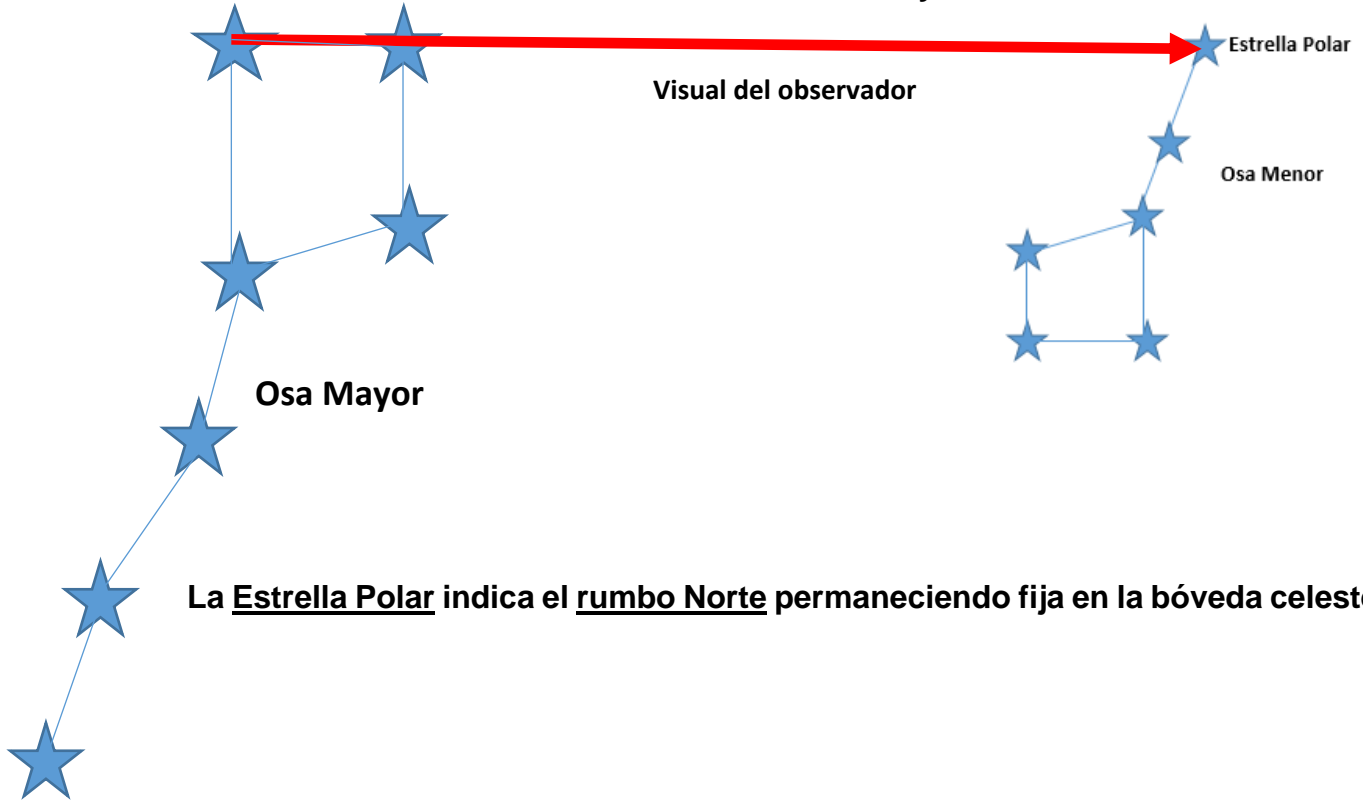
<b>0° RUMBO Norte (N) = 0° de AZIMUT</b>	<b>0° de AZIMUT = 0° RUMBO Norte (N)</b>
<b>0° RUMBO Sur (S) = 180° de AZIMUT</b>	<b>180° de AZIMUT = 0° RUMBO Sur (S)</b>
<b>0° Rumbo Este (E) = 90° de AZIMUT</b>	<b>90° de AZIMUT = 0° Rumbo Este (E)</b>
<b>0° Rumbo Oeste (W) = 270° de AZIMUT</b>	<b>270° de AZIMUT = Rumbo Oeste (W)</b>

### La orientación astronómica con las constelaciones Casiopea con la Osa Menor:



Por la noche se observa la constelación **Casiopea** y se extiende una visual a partir de la estrella central de esta constelación hasta la base del cuadrilátero opuesto a la “cola” de la **Osa Menor** para determinar el **Norte** en el extremo de esa “cola” y esa es la **estrella Polar**.

### La orientación astronómica con las constelaciones Osa Mayor con la Osa Menor:



### La orientación de las madrigueras de los animales del campo y jardines:

La salida de las madrigueras de hormigas, ratones y aves en los orificios de árboles está al **sur**.

### La orientación astronómica con el Sol:

Con la mano derecha se indica el este (**E**) que es por donde amanece el Sol

Con la mano izquierda se indica el oeste (**W**) que es por donde se pone el Sol

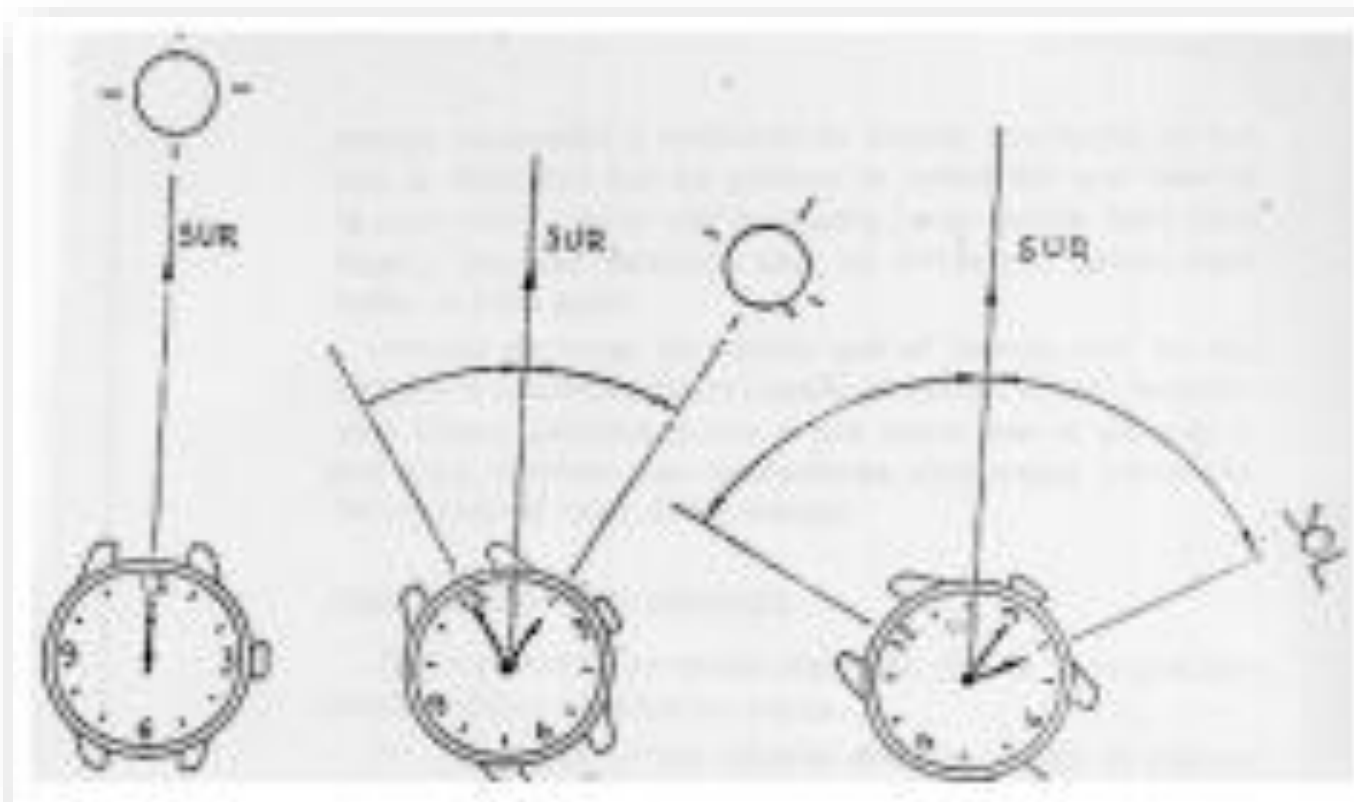
Nuestro frente es el norte (**N**)

Nuestra espalda es el sur (**S**)

### La orientación con el reloj de pulsera de manecillas:

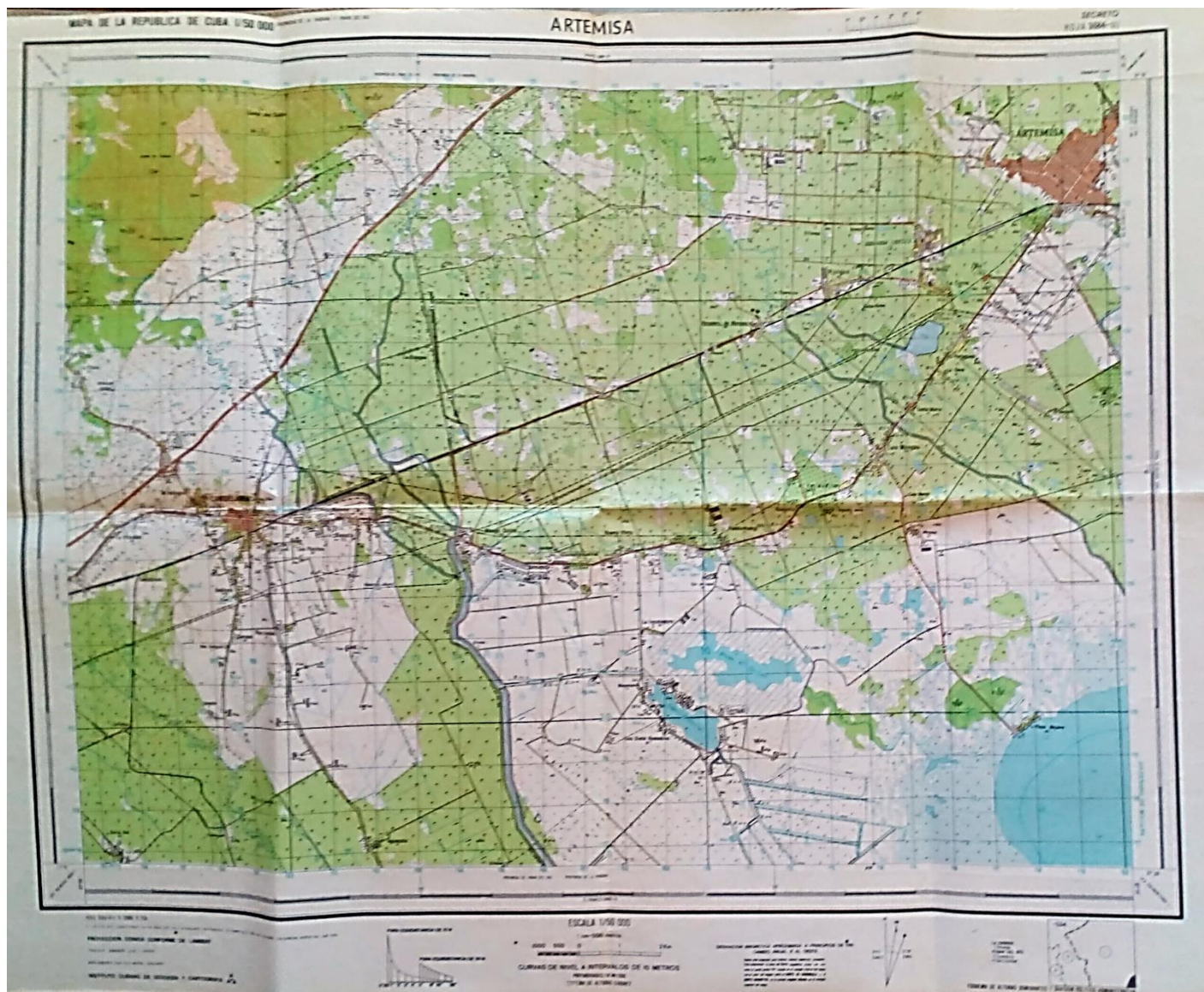
Hay que orientar la aguja pequeña del reloj (el horario) en dirección al Sol.

Del ángulo formado entre esa aguja que marca la hora, que orientamos en dirección al Sol, y el número doce del reloj, trazamos la bisectriz y obtenemos la línea del rumbo sur.



## ANEXO # 2.- Orientación de las cartas topográficas con la brújula.

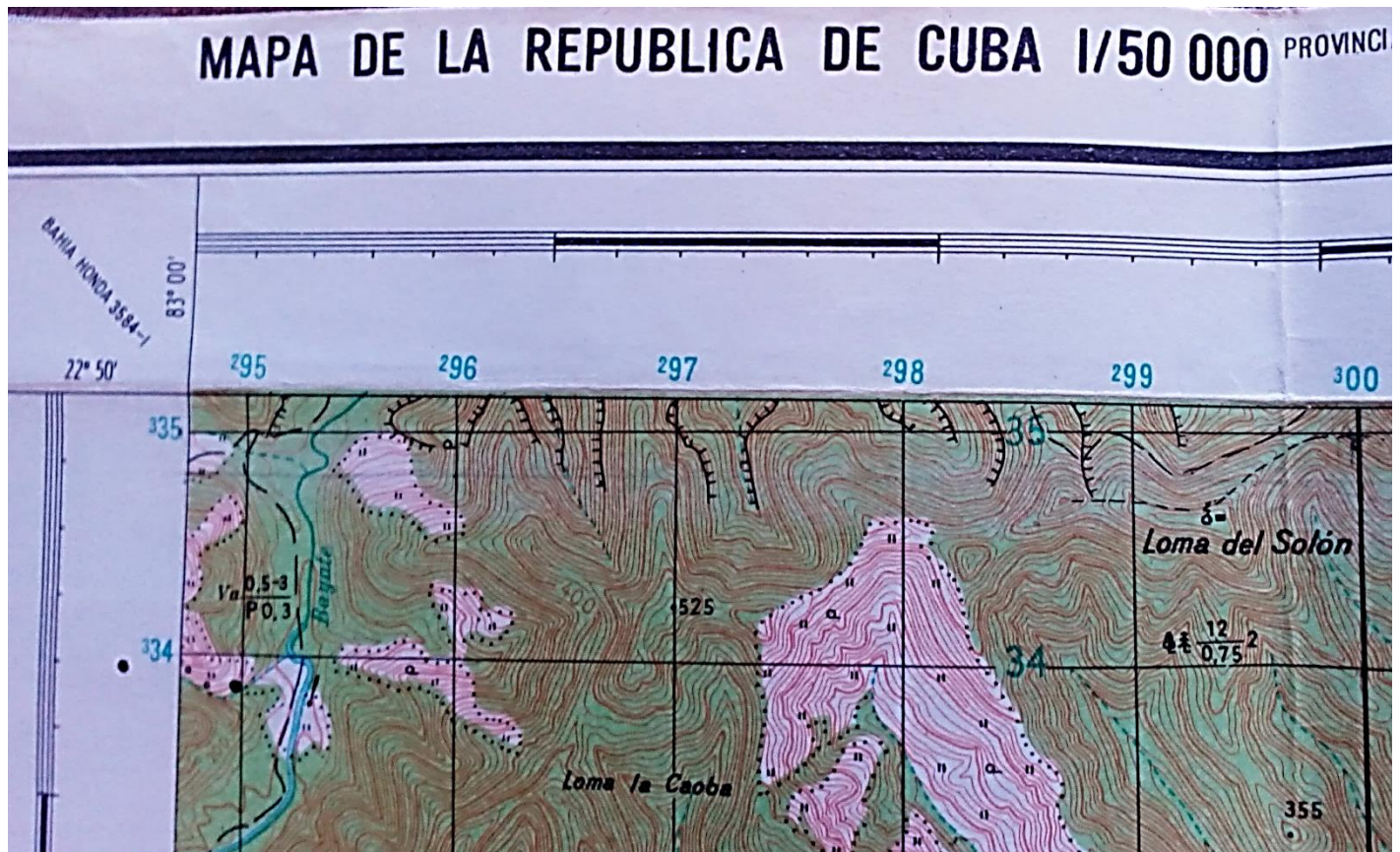
Las cartas topográficas contemplan todos los accidentes de un área que no exceden los **30 km<sup>2</sup>**. Ellas cuentan con tres dimensiones fundamentales que son las longitudes, las alturas o desniveles del terreno, así como la orientación de todo lo representado en ellas.



Por convenios internacionales las cartas topográficas tienen un título que responde a alguna localidad, ciudad o accidente geográfico distintivo de esa área representada y ese nombre aparece en el margen superior central de dicha carta. Como ejemplo de lo anterior se presenta una foto de la carta topográfica **ARTEMISA** pues en esta carta aparece topografiada la ciudad de Artemisa cuya área urbana está en el ángulo derecho superior, mientras que en su área izquierda aparece topografiada la ciudad de Candelaria.

Asimismo, los topógrafos colocan el **norte (NC) de coordenadas de Lamber** con el título de la carta (**ARTEMISA**) que está en el margen superior central de la misma.

En el margen superior izquierdo de la carta está la **escala numérica** que en este caso dice que **1cm de longitud medido en esta carta (r)** equivale a **50 000 cm en el terreno (R)**, como se aprecia en la siguiente foto de esta misma carta: **1/50 000**



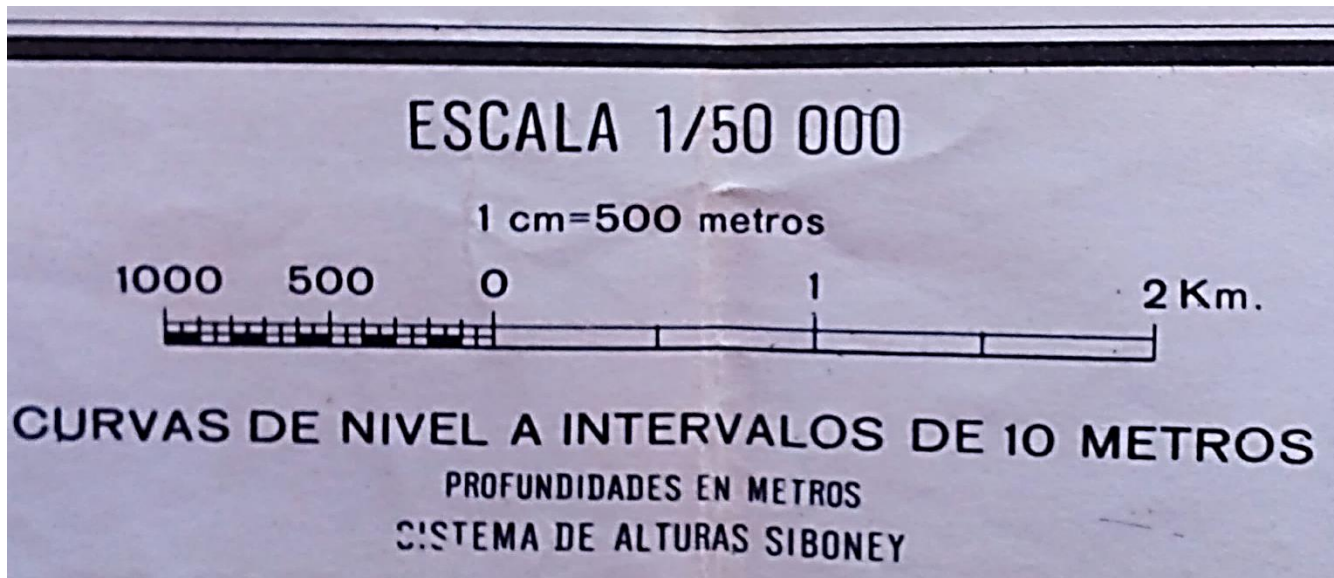
Por tanto, la **ecuación de Escala** para calcular distancias en esta carta topográfica es:

$$E = \frac{r}{R} = \frac{1}{50\,000} \quad \text{O sea, } 1 \text{ cm calculado en esta carta, que es la distancia relativa (r), equivale medio km o 500 metros en el terreno que es la distancia real (R).}$$

Esta operación de calcular distancia con la escala numérica se explica en la Guía de Estudio de esta asignatura de Topografía y en su Anexo correspondiente.

En la siguiente foto aparece representada, debajo de la **escala numérica** que se explicó anteriormente, la **escala gráfica** que es la **barra horizontal dividida en segmentos de un cm** que equivalen a 500 m cada uno, constituyéndose en otro recurso para medir distancia en la carta con alguna cinta o tira de papel lo cual también se explica en la guía de estudio de la asignatura con su anexo.

En el margen inferior central de esta misma carta se expresan los siguientes datos tales como:



En la parte inferior de esta misma foto se informa que las **curvas de nivel**, que se explican en el tema de Altimetría de esta asignatura, representan los desniveles del terreno en dicha carta y que están a intervalos de 10 metros de una a otra, lo que permite valorar las alturas, profundidades y desniveles del terreno del área topografiada.

**¿Cómo orientar la carta topográfica con la brújula para calcular el norte magnético (NM)?**

En el margen inferior derecho de la carta topográfica aparecen los recursos para orientarla con la brújula. La brújula se explica en la guía de estudio y en el anexo # 1.

**PP** – Punto Pivote

**NC** – Norte de Coordenada de Lamber

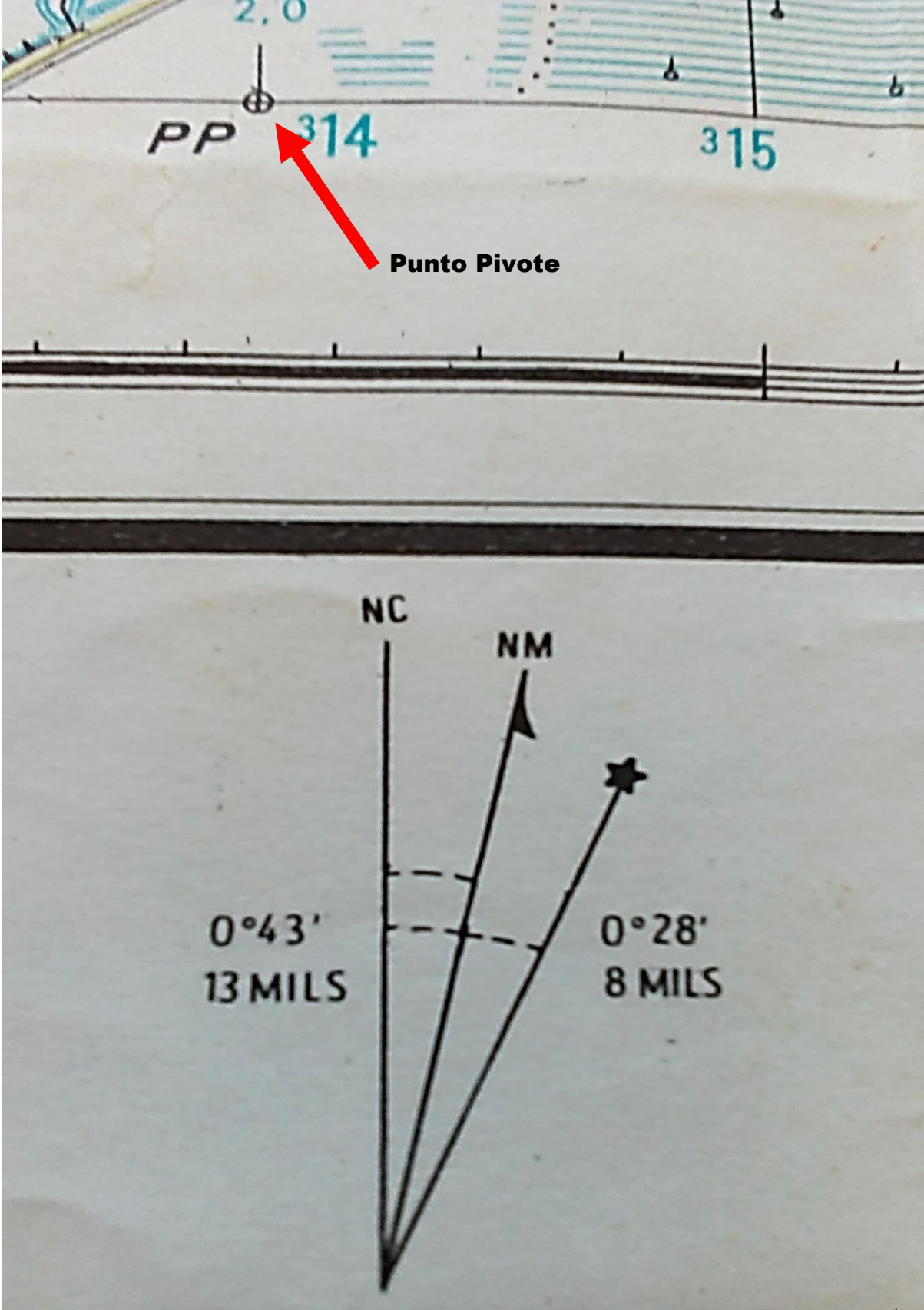
**NM** – Norte Magnético

★ - Estrella Polar

Obsérvese la foto posterior del margen inferior derecho de la carta topográfica en la que aparece dos **PP** en el **meridiano 14 de la coordenada de Lamber** que quiere decir **punto pivote**, o sea, que el norte magnético (**NM**) **pivotea** con los años y hay que calcularlo cada año para que la orientación con la brújula sea precisa, pues el **NM** va girando alrededor del norte de la coordenada de Lamber **NC** y de la estrella polar (★), ya que todo nuestro planeta Tierra está en constante cambio, movimiento y transformación, de ahí el carácter dialéctico de la naturaleza en el que nada es estático. Asimismo, aparecen representados en el diagrama los minutos (') del ángulo del **NC** con la estrella Polar ★ que es de 0°43' (0 grado y 43 minutos) y el ángulo del **NC** con el **NM** que es de 0°28'.

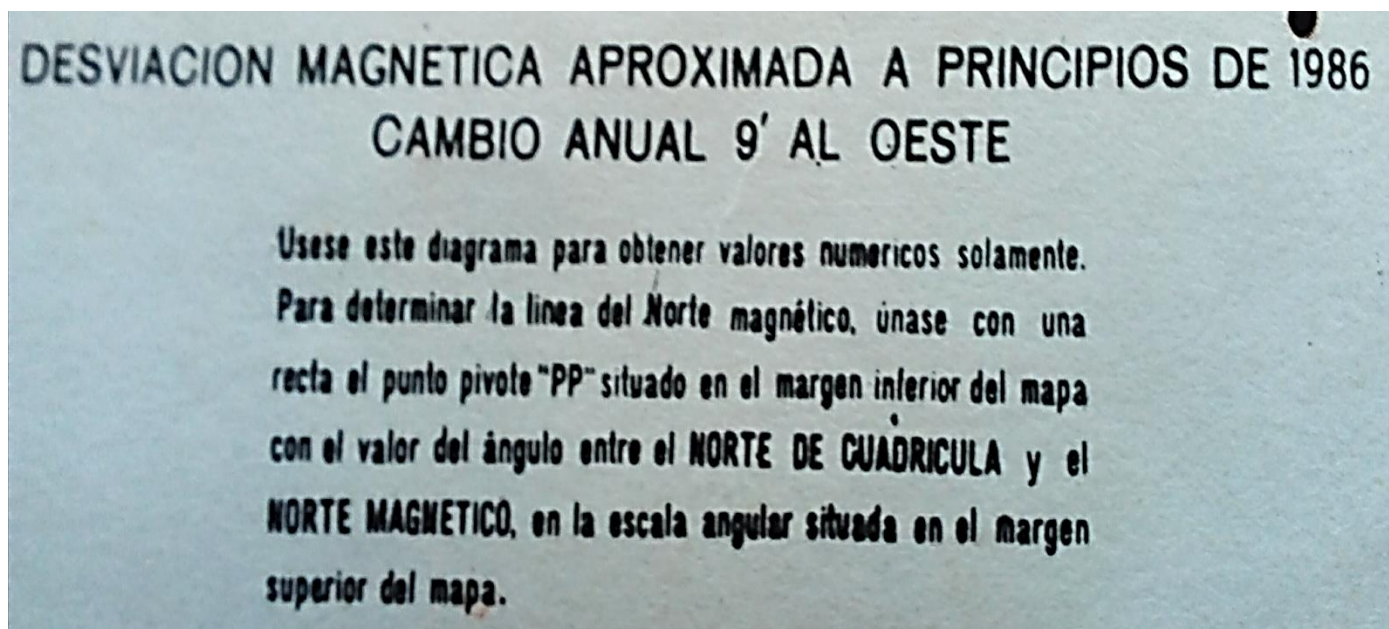
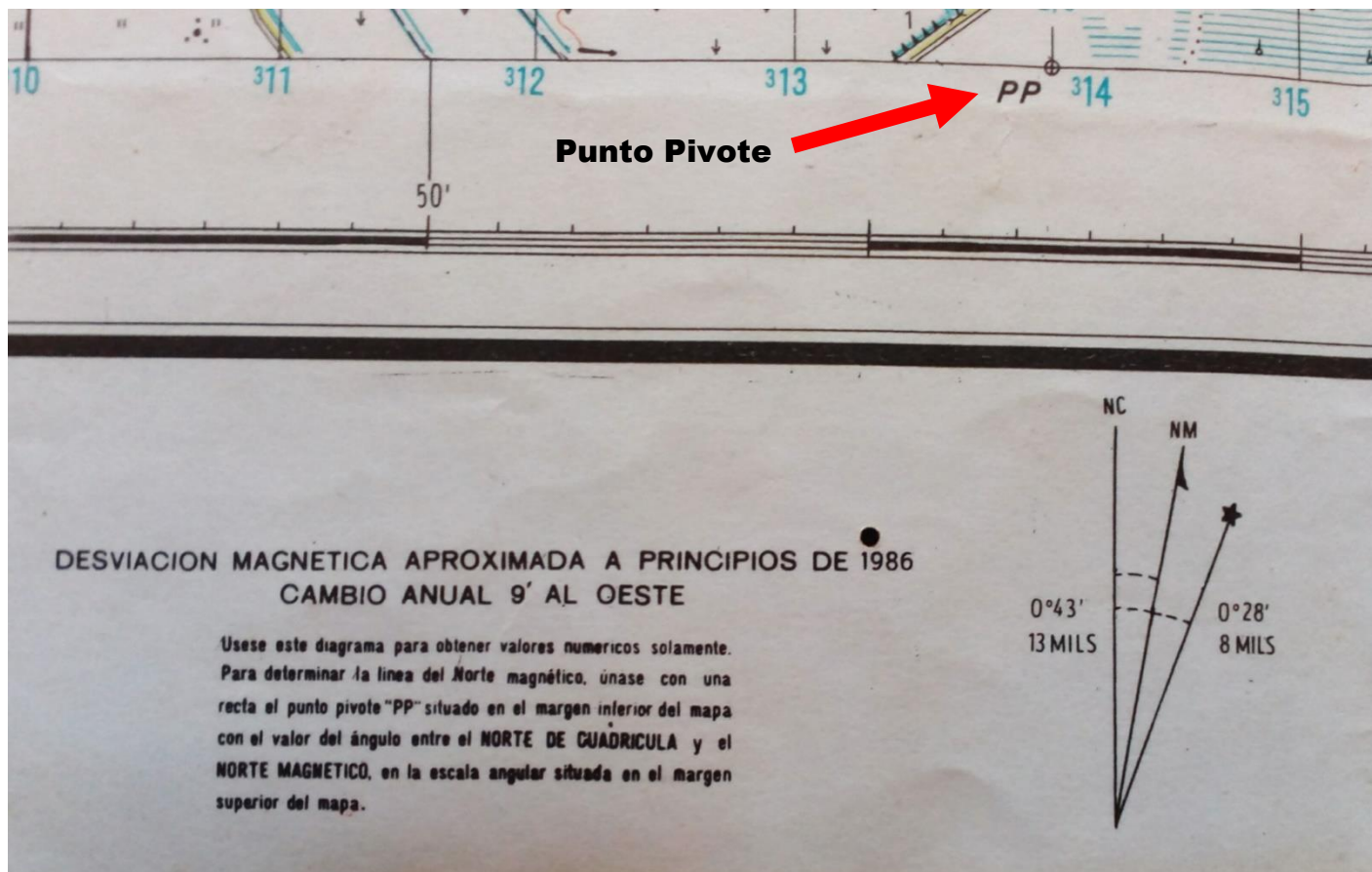
Recuerde que 1° = 60' y que 1' = 60''

Estas informaciones para operar con la carta y la brújula se expresan en la siguiente foto:



Norte Magnético (**NM**) con respecto al Norte de Coordenada (**NC**) y a la estrella polar ★

Siempre a la izquierda del diagrama que muestra los **ángulos de pivoteo del NM con el NC y con la posición de la estrella polar** aparece un párrafo que aclara la operación que hay que hacer para la corrección del **NM por cada año con la brújula** y a esto se le llama **calcular la declinación magnética de la carta topográfica**. Para esta carta se explica en este párrafo que:



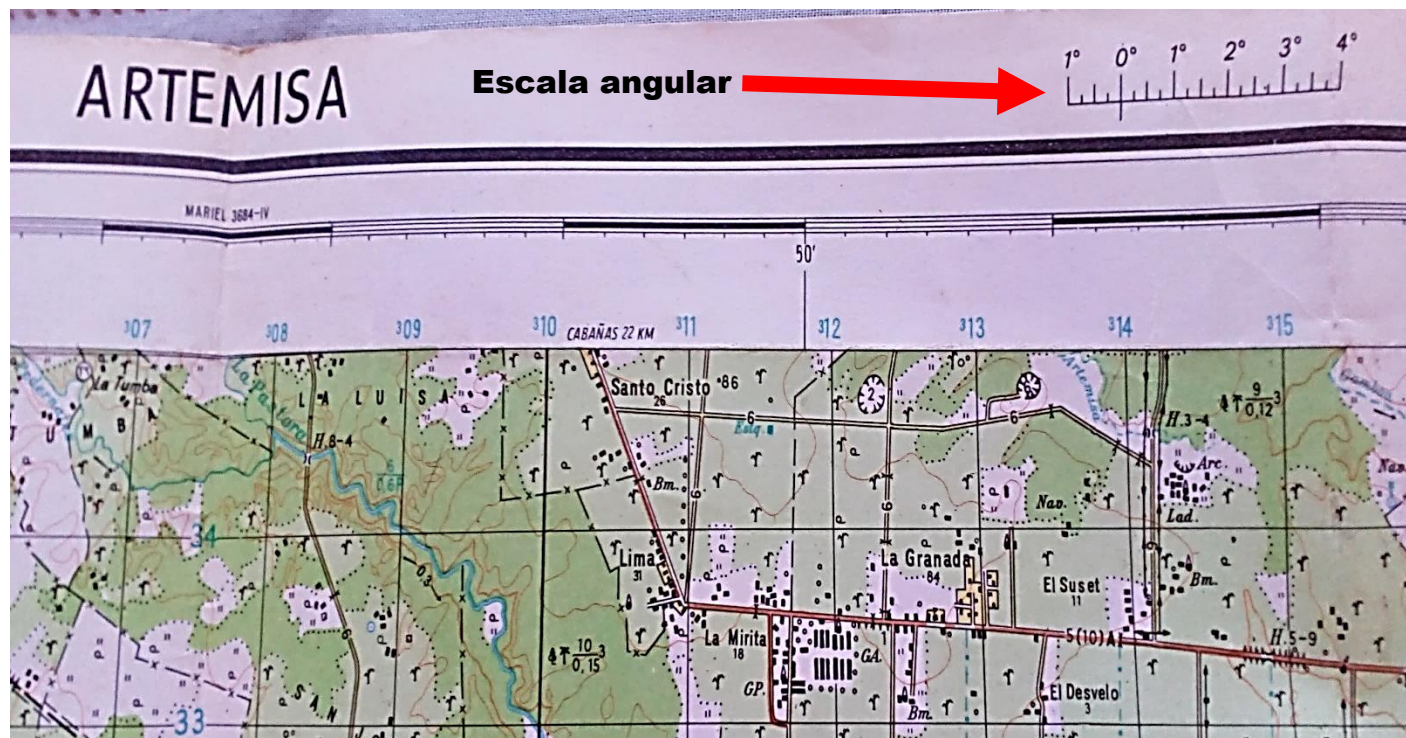
Si esta carta topográfica de Artemisa se elaboró en **1986** y por cada año el **NM** tiene una desviación de **9'** hacia el oeste en esta carta de **1/50 000**, entonces, hay que calcular la cantidad de años que han transcurrido desde 1986 hasta el 2023 restando, y tenemos que han transcurrido **37 años**.

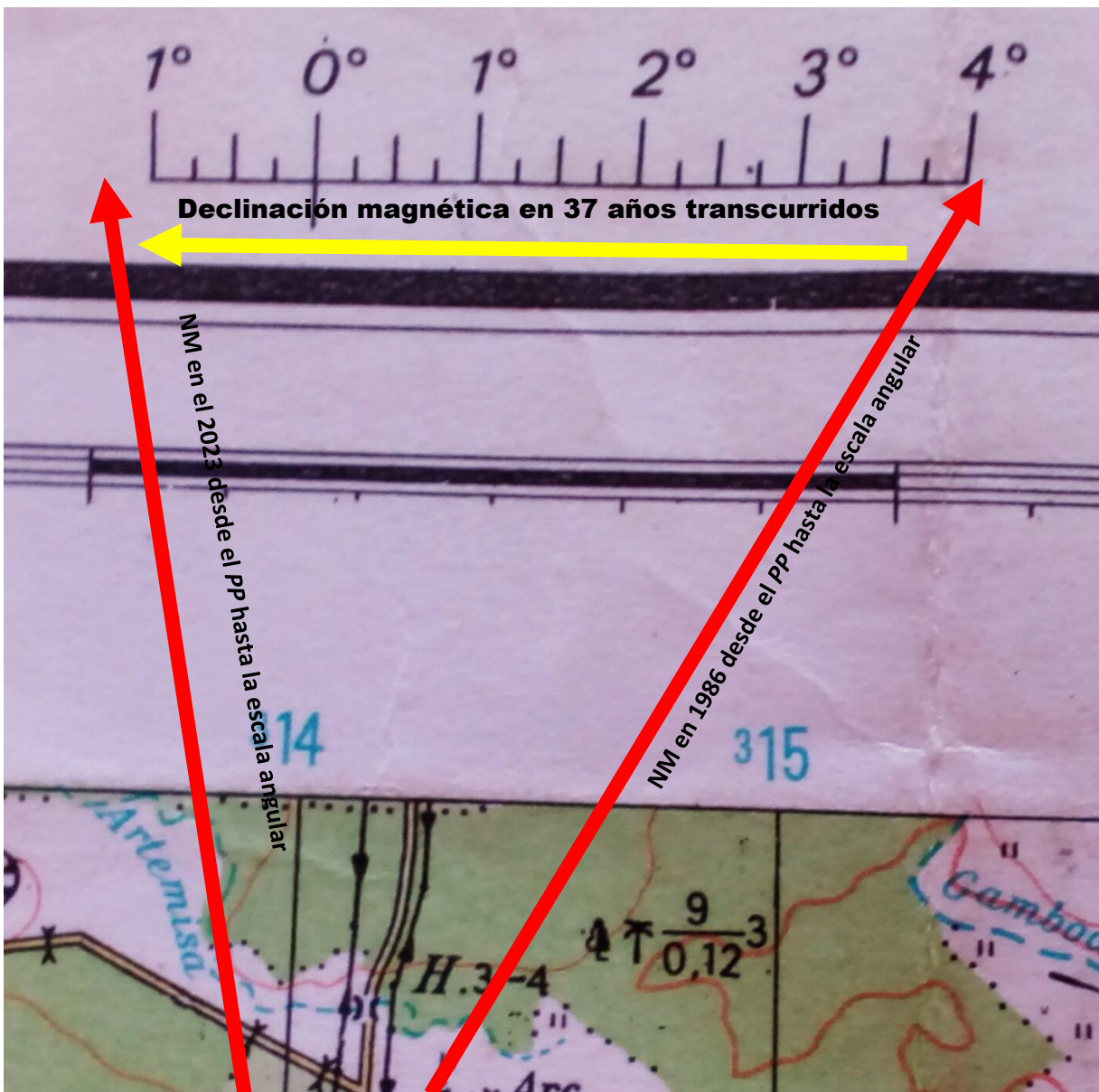
Multiplique **37 años** por **9'** y obtiene que el **NM** se desvió **333'** (333 minutos) hacia el oeste.

Si **1° tiene 60'**, entonces divida la cantidad de **333'** entre **60'** y el resultado es que de 1986 hasta el 2023 se desvió **5, 55°** hacia el oeste.

Para determinar la línea del Norte magnético, únase con una recta el punto pivote "PP" situado en el margen inferior del mapa con el valor del ángulo entre el NORTE DE CUÁDRICULA y el NORTE MAGNETICO, en la escala angular situada en el margen superior del mapa.

En el párrafo anterior se explica que **una ese punto pivote (PP)**, del margen inferior derecho, con una recta a la **escala angular** situado en el margen superior derecho. Observen la **escala angular**:



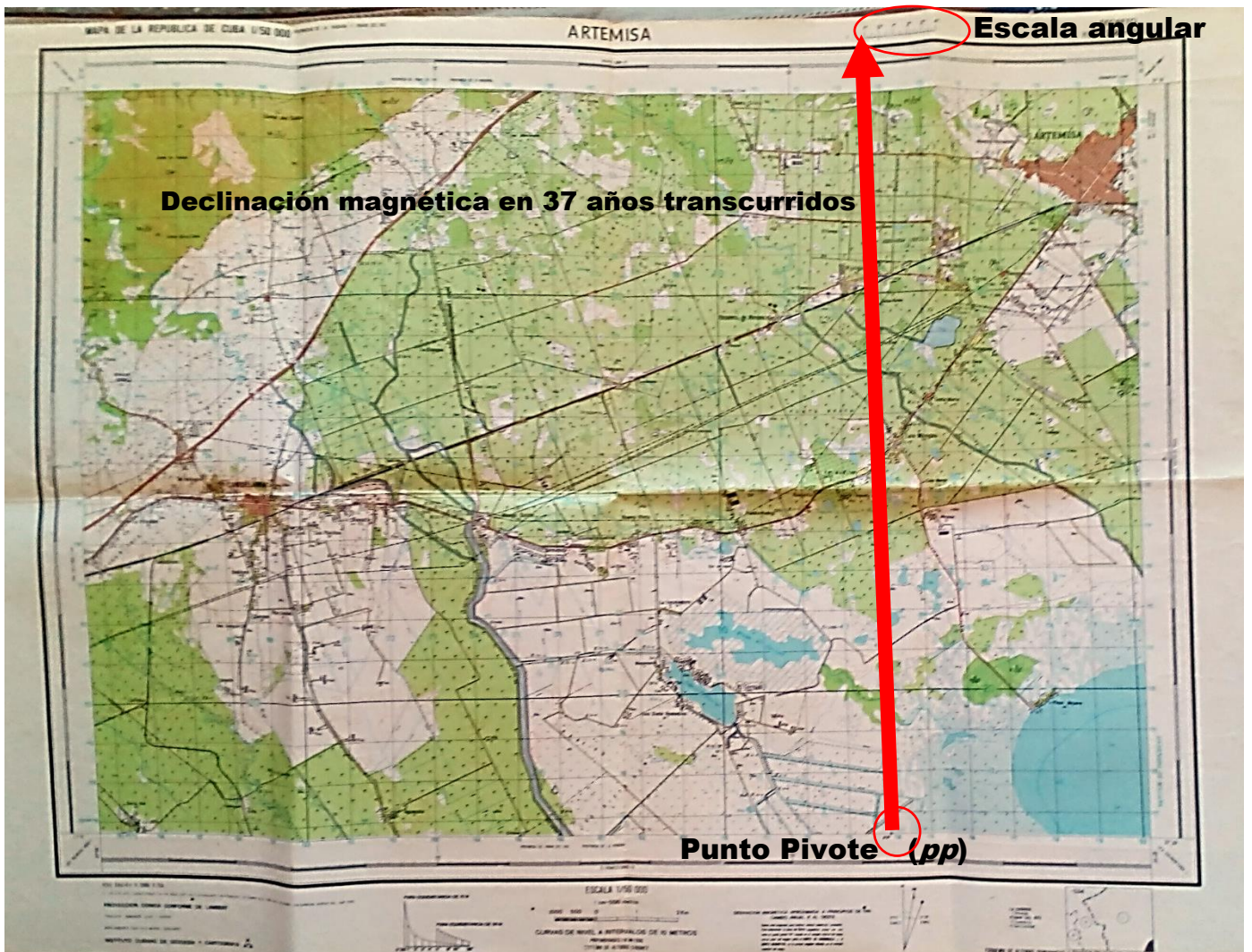


Una usted, con una recta, el **PP** a la **escala angular** con el ángulo de **5, 55°** que es la **declinación magnética** que ha transcurrido en nuestro planeta en estos **37 años**.

Coloque la brújula encima de la recta trazada desde el **PP** hasta el ángulo de **5, 55°** de la declinación magnética anteriormente calculada, o coloque el borde de la brújula con el borde de esa recta trazada, y mueva la carta topográfica hasta que haga **coincidir la aguja magnética de la brújula, que señala inequívocamente el Norte Magnético, con la recta de la declinación magnética calculada** y ya tendrá orientada, correctamente, la carta topográfica.

La aguja magnética de la brújula nunca se equivoca y con su orientación hacia el Norte Magnético (**NM**) mueva la carta topográfica hasta que la recta trazada de la declinación magnética coincida con el norte señalado inequívocamente por la brújula y así ya tiene orientada la carta topográfica.

Observe la recta que une el **PP** con la **escala angular** al determinarse los **grados declinados** por el **NM** en **37 años** en esta carta topográfica:



Ponga encima de la carta la brújula y coincida la aguja de la brújula con la recta de declinación.

**Circunferencia negra** de la brújula **no se mueve** y se emplea **para hacer coincidir el N de la Rosa Náutica con la señalización de la aguja magnética de la brújula que, inequívocamente, señala el NM.**



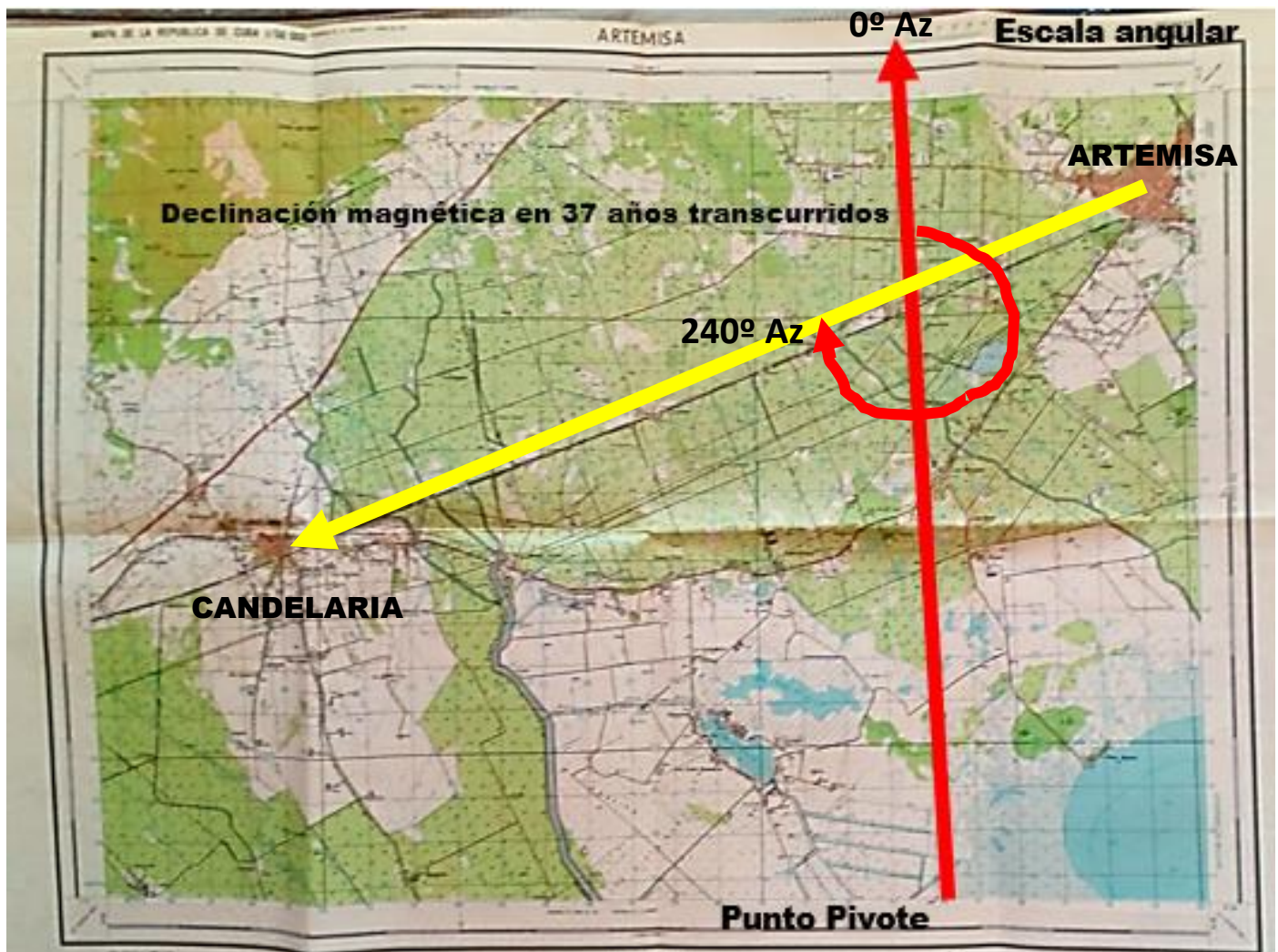
**Circunferencia naranja** de la brújula **sí se mueve** y se emplea **para hacer coincidir con su N el objeto observado y calcular los grados de Azimut con respecto al NM que señala la esfera negra.**

UNA VEZ QUE SE HICIERON LAS OPERACIONES ANTERIORES PARA DETERMINAR EL NORTE MAGNÉTICO EN EL AÑO 2023 NO SE PUEDE MOVER MÁS LA CARTA TOPOGRÁFICA PARA HACER LOS POSTERIORES CÁLCULOS DE AZIMUT.

### ¿Cómo calcular la orientación de un punto con respecto a otro en la carta topográfica y determinar sus grados de azimut?

Una vez orientada la carta hacia el **NM**, y con ello la determinación de los restantes puntos cardinales (norte, sur, este y oeste), se puede calcular la orientación de un punto con respecto a otro en la misma carta topográfica, por ejemplo:

Calcule la orientación de la ciudad de Candelaria con respecto a la ciudad de Artemisa en la misma carta que estamos empleando.



Ahora, sin mover la carta que ya está orientada con el **NM**, coloque la brújula encima del punto de referencia, que en este caso se escogió a la ciudad de Artemisa, para determinar ¿a cuántos grados de Azimut está la ciudad de Candelaria con respecto a la de Artemisa?

Usted puede observar que la brújula tiene dos circunferencias, una **negra** y otra **naranja**.

El **Azimut se emplea**, preferiblemente, para determinar la posición de los cuerpos u objetos que se encuentren fijos en el terreno con respecto a los otros que esté también fijos como es para determinar la posición de ciudades, viviendas, edificios, fábricas, almacenes, fincas, bosques, montañas, pozos o cualquier objeto fijo en el terreno.

Los grados de **Azimut** se calculan en el sentido de las manecillas del reloj a partir del **NM que es 0°**

La circunferencia negra de la brújula es para determinar el **NM** y, por tanto, **no se mueve**, y hay que hacerla coincidir con el **norte magnético señalado por la aguja de la brújula**.

Sin mover la carta, que ya está orientada cuando se determinó la declinación magnética, coloque ahora la brújula encima del centro de la ciudad de Artemisa y espere que **la aguja magnética señale el Norte Magnético y hágala coincidir con el Norte de la circunferencia negra**. La **circunferencia naranja muévela hasta hacer coincidir la N con la ciudad de Candelaria** que es lo que se quiere **calcular en ° de Az** con respecto al centro de la ciudad de Artemisa y al mover esa circunferencia naranja buscará los **° de Az** con respecto a la circunferencia negra y, haciendo una correcta orientación entre ambas ciudades, esto nos da que **Candelaria está a 240° de Azimut con respecto al centro de la ciudad de Artemisa**.

### **Conclusión:**

Las cartas topográficas y la orientación de las mismas para calcular los grados de Azimut o de Rumbo de un objeto de estudio en el terreno, son cálculos indispensables para las labores que ejercen los ingenieros agrónomos, ingenieros civiles, hidráulicos, militares, ingenieros eléctricos, arquitectos, turistas y geógrafos que necesiten orientarse para llegar a un lugar deseado o para lograr los éxitos de sus labores, por lo que el éxito de la misma requiere de mucho cuidado y precisión con el manejo de la brújula con respecto a la carta topográfica.

### **ANEXO # 3.- La escala de la carta topográfica.**

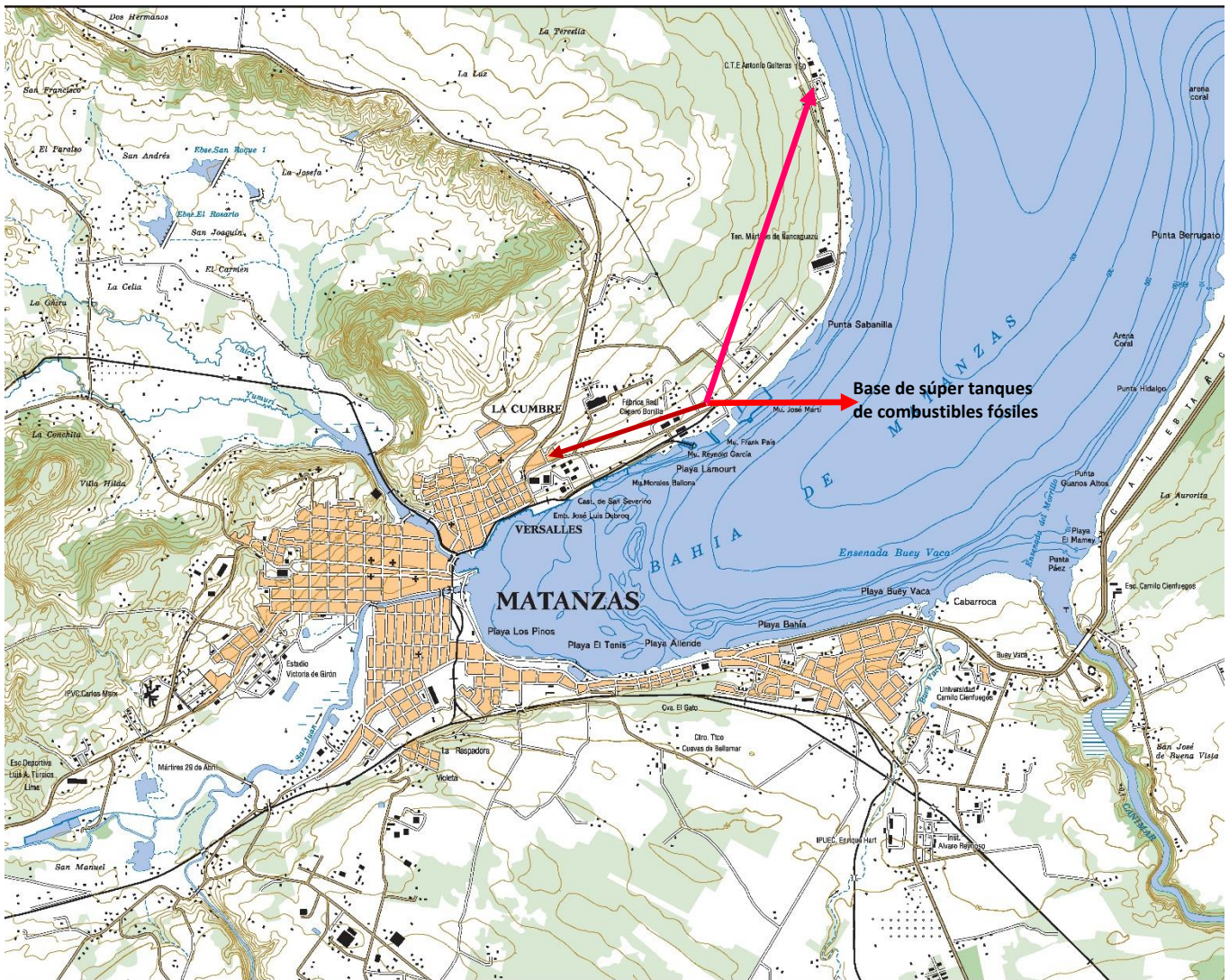
Toda carta topográfica tiene una **ESCALA** que refleja con exactitud las dimensiones reales en el terreno. Su ecuación es:  $E = \frac{r}{R}$

Donde **r** = distancia **relativa** según la escala de esa carta topográfica

Donde **R** = distancia **real** en el terreno

Observe la carta topográfica de la ciudad de Matanzas que tiene una **escala de 1: 50 000**

Donde **1 cm** en la carta equivale a **50 000 cm** en el terreno, o lo que es igual, a que **1 cm** en la carta equivale a **0,5 km** en el terreno.



- 1- Calcula, con una regla en cm, la distancia **relativa** a que está el reparto Versailles, de esa ciudad, de los súper tanques de combustibles de petróleo, gasolina, keroseno y nafta.
- 2- Calcula, teniendo en cuenta la escala de la carta topográfica, a cuantos km **reales** está ese reparto matancero de esos súper tanques de combustibles. ←

En la carta se representa la distancia entre ambos puntos con la flecha de color marrón.

**Datos:** Escala 1: 50 000

**Operatoria:**

- 1- Calcular la distancia **relativa** ( $r$ ) entre el reparto Versailles y los súper tanques de combustibles y la medición, con una regla en **cm** sobre esa carta topográfica, se obtiene una distancia **relativa** de **6,2 cm** entre ambos puntos.
- 2- Calcular la distancia **real** entre esos dos puntos y para ello se sustituye la ecuación de la **escala** de dicha carta topográfica por los valores obtenidos:

$$E = \frac{r}{R}$$

$$\frac{1}{50000} = \frac{6,2}{R}$$

$$R = 6,2 \times 50\,000$$

$$R = 310\,000 \text{ cm} = 3,1 \text{ km}$$

**Respuesta:** El reparto de Versalles de la ciudad de Matanzas está a **3,1 km** de los súper tanques de combustibles.

Calcule a qué distancia **real** están esos súper tanques de combustibles del puerto de la ciudad de Matanzas de la Central Termoeléctrica “Antonio Guiteras” si de antemano se le informa que la medición de la distancia **relativa** en la carta topográfica entre esos dos puntos es de **9 cm**. En la carta se representa la distancia entre ambos puntos con la flecha de color malva.



#### **ANEXO # 4.- Ejercicios para hallar áreas de superficies de Polígonos.**

##### **1- Ejercicio para hallar el área en un polígono cerrado irregular de forma de cuadrilátero por las fórmulas de Triangulo Rectángulo y de Triangulo Cualquiera**

Supongamos un polígono cerrado de forma de cuadrilátero irregular cuyos lados son:

**a, b, c y d** y sus vértices son **1, 2, 3 y 4**

**Calcular:**

Hallar la **superficie** contenida dentro de ese **cuadrilátero** planimétrico que = **S**.

**Datos:**

- Longitudes de cada uno de sus lados:

**a = 130 m, b = 115 m, c = 132 m y d = 95 m**

- Ángulos de cada uno de sus vértices:

Ángulo del vértice **1** de los lados **d** y **a** = **90°**

Ángulo del vértice **2** de los lados **a** y **b** = **90°**

Ángulo del vértice **3** de los lados **b** y **c** = **82°**

Ángulo del vértice **4** de los lados **c** y **d** = **98°**

**Operatoria:**

**Se divide** el **cuadrilátero irregular** en **dos triángulos**, por lo tanto, se **hallan dos superficies** que serán **S1 y S2**

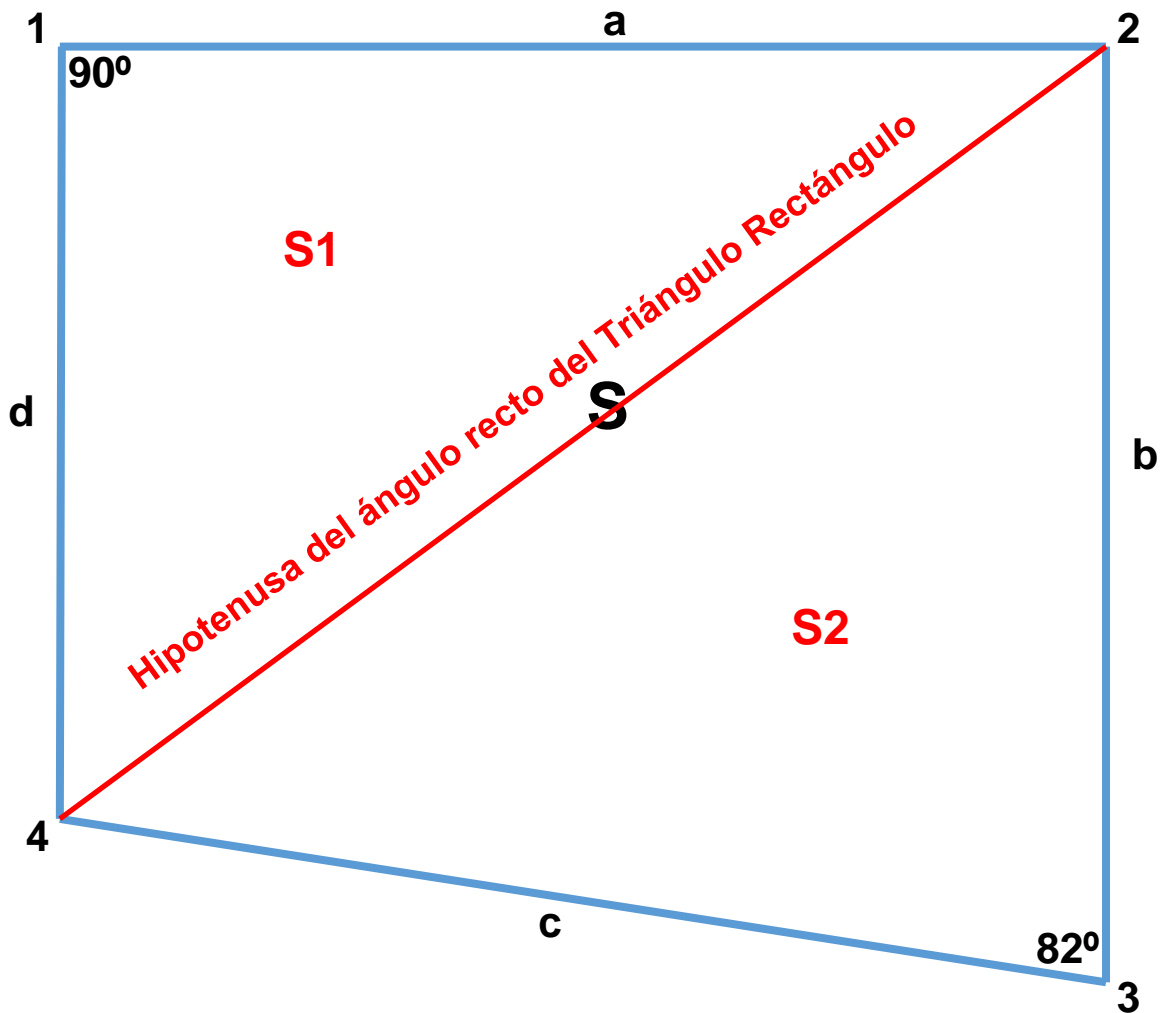
**Por la fórmula de Triangulo Rectángulo** (sen 90° = 1)

$$S1 = \frac{L a \times L d}{2}$$

$$S1 = \frac{130 \times 95}{2}$$

$$S1 = \frac{12\,350}{2}$$

$$S1 = 6\,175 \text{ m}^2 = 6,175 \text{ km}^2$$



Por la fórmula de Triangulo Cualquiera

$$S = \frac{L_b \times L_c \times \text{sen } \angle}{2}$$

$$S2 = \frac{115 \times 132}{2} \times \text{sen } 82^\circ$$

$$S2 = \frac{15\,180}{2} \times \text{sen } 82^\circ$$

$$S2 = \frac{7\,590}{2} \times \text{sen } 82^\circ = 7\,516 \text{ m}^2 = 7,516 \text{ km}^2$$

Hallar la superficie total del polígono:  $S_t = S1 + S2$

$$St = S1 + S2 = 6\,175\text{ m}^2 + 7\,516\text{ m}^2 = 13\,691\text{ m}^2 = 13,691\text{ km}^2$$

**Respuesta:**

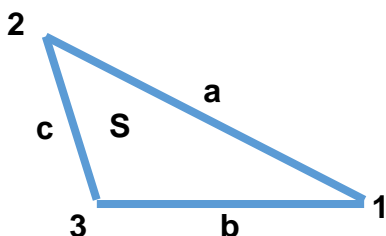
La superficie (**S**) de este polígono **cuadrilátero** irregular es de un área de **13,691 km<sup>2</sup>**

**2- Ejercicio para hallar el área de una superficie topográfica Triangular a partir de su perímetro con la fórmula de Herón:**

Supongamos un polígono cerrado de forma triangular cuyos lados son **a**, **b** y **c**.

**Calcular:**

Hallar la **superficie** contenida dentro de ese **perímetro triangular** planimétrico que = **S**.



**Datos:**

El lado **a** va del vértice en el punto **1** al vértice del punto **2** con una longitud real de **43.16 m**

El lado **b** va del vértice en el punto **1** al vértice del punto **3** con una longitud real de **32.91 m**

El lado **c** va del vértice en el punto **3** al vértice del punto **2** con una longitud real de **21.78 m**

**Operatoria:**

**Para hallar la superficie del área de este polígono triangular con la fórmula de Herón hay que hallarlo por el perímetro (**P**) de este polígono.**

**1-Paso:** Hallar la longitud del perímetro triangular planimétrico = **P**

$$\begin{array}{r}
 a = 43.16\text{ m} \\
 + b = 32.91\text{ m} \\
 \hline
 c = 21.78\text{ m} \\
 \hline
 P = 97.85\text{ m}
 \end{array}$$

R/ La longitud del perímetro triangular planimétrico (**P**) = **97.85 m**

**2-Paso:** Determinar el semi perímetro (**p**) del **perímetro** (**P**) ya calculado, por tanto:

$$p = \frac{P}{2} \quad \text{dividimos el } P = 97,85\text{ m} \text{ entre } 2 \text{ y tenemos un } \text{semi perímetro} \text{ de } p \text{ } 48,925\text{ m}$$

**3-Paso:** Restarle al semi perímetro (p) la longitud de cada lado

$$\begin{array}{l} \text{Lado a} \\ p - a = 48,93 \text{ m} \\ \quad \underline{43,16 \text{ m}} \\ p - a = 5,77 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Lado b} \\ p - b = 48,93 \text{ m} \\ \quad \underline{32,91 \text{ m}} \\ p - b = 16,02 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Lado c} \\ p - c = 48,93 \text{ m} \\ \quad \underline{21,78 \text{ m}} \\ p - c = 27,15 \text{ m} \end{array}$$

**4-Paso:** Calcular la superficie topográfica (S) de ese polígono triangular

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

$$S = \sqrt{48,93(5,77)(16,02)(27,15)}$$

$$S = \sqrt{122795,76 \text{ m}^2} = 350,4 \text{ m}^2$$

$$S = 350,4 \text{ m}^2$$

**Respuesta:** La superficie de este polígono triangular planimétrico es de un área de **350,4 m<sup>2</sup>**

### **ANEXO # 5.- EJERCICIOS para calcular áreas con el MÉTODO DE TRIANGULACIÓN**

Recuerde que con este método debe emplear cualquiera de las tres fórmulas según los **tres datos** que le brindan. Estos tres datos pueden ser:

-Los grados del ángulo de uno de los vértices y la longitud de cada uno de los lados de ese vértice.

-La longitud de cada uno de los tres lados del triángulo.

Estas fórmulas son:

$$\text{Fórmula de Triángulo Rectángulo: } S = \frac{La \cdot Lb}{2}$$

$$\text{Fórmula de Triángulo Cualquiera: } S = \frac{La \cdot Lb \cdot \text{sen } \angle}{2}$$

Recuerde que, **para cualquiera de estas dos fórmulas anteriores**, para calcular áreas por el método de Triangulación, debió antes calcular el ángulo del **vértice 1** que se obtuvo de la orientación, en Azimut, del vértice 1 al vértice 2 (Lado a) y del vértice 1 al vértice 3 (Lado b).

$$\text{Fórmula de Herón o fórmula de semi-perímetro: } S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

Recuerde que, **para esta fórmula de Herón**, para calcular áreas por el método de Triangulación, debió antes calcular la longitud de cada uno de los tres lados del triángulo y calcular el perímetro (P) de ese polígono triangular, después calcular el semi-perímetro (p) y este se multiplicará por cada una de las diferencias de ese semi-perímetro con cada una de las longitudes de cada uno de sus tres lados. Al resultado de esa multiplicación se le saca la raíz cuadrada y se obtiene el área.

### Ejercicio # 1:

Carta Topográfica “Amistad con los pueblos” del municipio de Güines, provincia Mayabeque, del año 1982 con una declinación magnética anual de **9'** al oeste por año.

1.1- ¿Cuántos años han transcurrido hasta hoy?

1.2- ¿Cuántos grados de declinación magnética tiene hasta hoy esta carta por el pivoteo de nuestro planeta?

1.3- Explique **cómo operaría usted**, con los datos anteriores, para orientar correctamente la carta topográfica con la brújula.

1.4- Explique **cómo operaría usted para orientar correctamente del vértice 1** (vaquería #18) con el **vértice 2** (vaquería #34) y determinar los grados de Azimut.

1.5- Explique **cómo operaría usted para orientar correctamente del vértice 1** (vaquería #18) con el **vértice 3** (Cantera #19) y determinar los grados de Azimut.

1.6- Suponga que usted hizo correctamente la operación anterior para:

- orientar la carta, y para

- orientar el **vértice 1 con respecto al vértice 2** y, asimismo, el **vértice 1 con respecto al vértice 3** y obtuvo que:

-Del vértice 1 (vaquería #18) al vértice 2 (vaquería #34) el **Azimut es de 60°**. (lado a)

-Del vértice 1 (vaquería #18) al vértice 3 (Cantera #19) el **Azimut es de 330°**. (lado b)

Calcule los grados del ángulo que se formó en el **vértice 1** al calcular ambas orientaciones.

$$\begin{array}{l} \_ \text{ NM} = 360^\circ \\ \underline{\text{Az} = 330^\circ \text{ del V1 al V3 (lado b)}} \\ \text{<} = 30^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Az} = 60^\circ \text{ del V1 al V2 (lado a)} \\ \underline{\text{+ <} = 30^\circ} \\ \text{<} = 90^\circ \end{array}$$

**R/** El ángulo que se formó en el V1 con los lados a y b es de 90°

1.7- La escala de esa carta topográfica es de **E = 1/25000**.

Supongamos que usted midió los centímetros (cm) del vértice 1 al vértice 2 (**lado a**) y le dio que mide **10 cm** en la carta y, asimismo, del vértice 1 al vértice 3 (**lado b**) le dio **10 cm** también.

Calcule la longitud real que debe existir en el terreno en ambos lados.

1.8- Teniendo los datos anteriores calcule el área de ese polígono triangular.

### Ejercicio # 2:

Carta Topográfica “Amistad con los pueblos” del municipio de Güines, provincia Mayabeque, del año 1982 con una declinación magnética anual de **9'** al oeste por año.

2.1- ¿Cuántos años han transcurrido hasta hoy?

2.2- ¿Cuántos grados de declinación magnética tiene hasta hoy esta carta por el pivoteo de nuestro planeta?

2.3- Explique **cómo operaría usted**, con los datos anteriores, para orientar correctamente la carta topográfica con la brújula.

2.4- Explique **cómo operaría usted para orientar** correctamente el **vértice 1** (vaquería #18) con el **vértice 2** (Cantera #19) y determinar los grados de Azimut.

2.5- Asimismo, del **vértice 1** con el **vértice 3** (pequeño caserío Diago en la intersección de las coordenadas 41 y 01 de Lambert) y determinar los grados de Azimut.

2.6-Suponga que usted hizo correctamente la operación anterior para:

- orientar la carta, y para

- orientar el **vértice 1 con respecto al vértice 2** y, asimismo, el **vértice 1 con respecto al vértice 3** y obtuvo que:

-Del **vértice 1** (vaquería #18) al vértice 2 (Cantera #19) el **Azimut es de 330°**.

-Del **vértice 1** al vértice 3 (pequeño caserío Diago en la intersección de las coordenadas 41 y 01 de Lambert) el Azimut es de **270°**.

Calcule los grados del ángulo que se formó en el **vértice 1** al calcular ambas orientaciones.

2.7-La escala de esa carta topográfica es de **E = 1/25000**.

Supongamos que usted midió los centímetros (cm) del **vértice 1** al vértice 2 (**lado a**) y le dio que mide **10 cm** en la carta y, asimismo, del **vértice 1** al vértice 3 (**lado b**) le dio **16 cm**.

Calcule la longitud real que debe existir en el terreno en ambos lados.

2.8-Teniendo los datos anteriores calcule el área de ese polígono triangular.

### **Ejercicio # 3.**

Carta Topográfica "Amistad con los pueblos" del municipio de Güines, provincia Mayabeque y su escala es de **E = 1/25000**.

-Supongamos que usted midió los centímetros (cm) del **vértice 1** (vaquería # 18) al **vértice 2** (pequeño caserío Diago en la intersección de las coordenadas 41 y 01 de Lambert), que se constituirá en el **lado a**, y le mide **16 cm** en la carta.

-Asimismo, midió del **vértice 1** al **vértice 3** (en la intersección de las coordenadas 37 y 05 de Lambert próximo al caserío El Cangre), que se constituirá en el **lado b**, y le mide **16 cm** también.

-Posteriormente midió la longitud del **vértice 3** al **vértice 2**, que se constituirá en el **lado c**, y le mide **22,6 cm**.

3.1- Calcule la longitud real de cada uno de los tres lados de ese polígono triangular.

3.2- Calcule el Perímetro de ese polígono triangular.

3.3-Calculé el área o superficie que está limitado por ese polígono triangular.

#### **Ejercicio # 4**

Construya el croquis que represente las 3 áreas que resolvió en los ejercicios anteriores con una escala que usted determinó anteriormente con la distancia relativa (r) en cm y los ° de ángulos <) de los vértices.

#### **Ejercicio # 5**

Calcule los km del segmento perimetral que va desde la vaquería # 34 (del ejercicio 1) hasta la intersección de las coordenadas 37 y 05 de Lambert próximo al caserío El Cangre (del ejercicio 3) y este segmento le dará un **lado b** que lo calculará con el croquis que usted construyó a escala.

#### **Ejercicio # 6**

Con ese nuevo lado calculado cerrará el polígono formado por los vértices:

-Vaquería # 18 (vértice 1) a la vaquería # 34 (vértice 2) para el **lado a**

-Vaquería # 34 (vértice 2) a la intersección de las coordenadas 37 y 05 de Lambert próximo al caserío El Cangre (vértice 3) para el **lado b**

-De la intersección de las coordenadas 37 y 05 de Lambert, próximo al caserío El Cangre (vértice 3) hasta la vaquería # 18 (vértice 1) para el **lado c**

Teniendo la longitud de los tres lados anteriores halle los km<sup>2</sup> de esa superficie.

#### **Ejercicio # 7**

Sume las cuatro áreas calculadas en los cuatro ejercicios anteriores (ejercicio 1, 2, 3 y 6) y diga cuál es la superficie total.

### **ANEXO # 6.- EL MÉTODO DE PASOS.**

Es un método a emplear en **terreno horizontal plano** o en **terreno horizontal levemente ondulado** y en distancias cortas. Este método consiste en calcular la longitud de un segmento en el terreno mediante pasos al caminar. Como los pasos varían entre las personas, esta medición no es exacta y no es más que una alternativa para una solución inmediata, pero se aproxima mucho a la mejor precisión. El medidor, para emplear este método, debe antes **medirse sus pasos y calcularlos con una cinta métrica**. Para ello debe caminar 10 pasos y medir la longitud caminada. Divide el total de la longitud caminada entre sus 10 pasos y podrá inferir el promedio de las longitudes de cada uno de sus pasos, por ejemplo:

Un hombre avanzó 450 cm cuando caminó 10 paso, por tanto, ese hombre tiene un promedio de pasos de 45 cm/pasos y un promedio de 4,5 m/10 pasos.

**1- Ejemplo:** Ese mismo hombre quiere hacer una cerca para limitar un área de terreno y, por tanto, quiere calcular cuántos metros tendrá el nuevo perímetro. Él debe de caminar y, por cada 10 pasos, colocar una marca en el terreno, y así hacerlo cada vez que camine 10 pasos, siempre con la orientación de la brújula para no desviar su rumbo o azimut, hasta que llegue al punto final de su caminata. Si al final caminó 570 pasos. ¿Cuántos metros de longitud tiene ese primer perímetro que midió con sus pasos?

**Datos**

4,5m/10 pasos  
Pasos caminados: 570 pasos  
Longitud del nuevo perímetro: X m

**Operatoria**

$$\frac{4,5 \text{ m}}{10 \text{ pasos}} = \frac{X \text{ m}}{570 \text{ pasos}}$$

$$X \text{ m} = \frac{570 \text{ pasos} \cdot 4,5 \text{ m}}{10 \text{ pasos}}$$

$$X \text{ m} = 256,5 \text{ m}$$

**R/** Ese primer perímetro tiene una longitud de 256,5 m

Para no perder la alineación de la caminata debe poseer una **brújula** que mantenga el rumbo o el azimut que decidió tomar en dicha caminata, en línea recta para calcular bien la longitud por el **método de pasos**.

**2- Resuelva:** Supongamos que el mismo hombre anterior calculó la longitud de un segundo perímetro con el método de pasos y **caminó 635 pasos**. ¿Cuántos metros de longitud tiene el segundo perímetro que midió con sus pasos?

**3- Aplique:** Ese hombre ya calculó dos perímetros de ese polígono que se demuestran en los dos ejercicios anteriores, pero el tercer perímetro no le puede medir la longitud con el método de pasos porque no lo puede caminar ya que es una superficie escabrosa.

Buscó una alternativa, y para eso calculó el ángulo del vértice que se formó entre el primer perímetro medido que llamaremos lado a (La) y el segundo perímetro medido que llamaremos lado b (Lb). El ángulo del vértice que se formó entre ambos lados es de 110°.

$$Lc = \sqrt{(La^2 + Lb^2) - [2 (La)(Lb)(\cos <)]}$$

Aplicando la ecuación de la **ley de coseno** calcule la longitud del perímetro inaccesible que llamaremos lado c (Lc)

Solución del problema:

**Datos**

Lado a = 256,5 m  
Lado b = 285,75 m

**Operatoria**

$$Lc = \sqrt{(256,5^2 + 285,75^2) - [2 (256,5)(285,75)(\cos 110^\circ)]}$$

$$\alpha = 110^\circ$$

$$L_c = \sqrt{(65\,792.25 + 81\,653) - [2(73\,295)(-0.342)]}$$

$$\text{Lado } c = ?$$

$$L_c = \sqrt{81\,653 - [2(-25\,067)]}$$

$$L_c = \sqrt{81\,653 - [-50\,134]}$$

$$L_c = \sqrt{131\,787}$$

$$L_c = 363 \text{ m}$$

R/ El perímetro escabroso, que no se pudo medir por el método de pasos. tiene una longitud, en su **lado c**, de **363** metros.

**4- Calcule la superficie de ese polígono después de hallado las longitudes de sus tres lados.**

#### **ANEXO # 7.- BM = Banco de nivel medio del mar o Banco de Marca**

Es un punto permanente de referencia para cálculos de altimetría por los geodésicos, cartógrafos y topógrafos en el terreno, de origen natural o artificial, cuya elevación sobre el nivel del mar es conocida con precisión por la institución que ubicó la **cota fija** que es un **BM**.

En Cuba el Instituto Nacional de Cartografía y Catastro primero y después, a partir de la década de los años '80, por el Instituto Nacional de Geodesia y Cartografía, determinaron las **cotas fijas** del territorio nacional y, con ello, las **curvas de nivel** en las **cartas topográficas** del archipiélago cubano, ubicadas por la empresa nacional GEOCUBA, referidas al nivel medio del mar (**NMM**). Se establecen por nivelaciones de una alta precisión de gran utilidad para cálculos geodésicos, cartográficos y topográficos en una localidad determinada y estos puntos, en el que se señalan las **cotas fijas**, fueron calculados con instrumental y técnica que garantizan su confiabilidad.

Se sitúan en lugares en el que se garantice el no asentamiento y no destrucción de las mismas con chapas de bronce empotradas en aceras, contenes, monumentos, parques, etc., las cuales cuentan con un código de datos de la institución que lo empotró en el concreto de ese lugar.

Ejemplo de puntos señalados como **cotas fijas** y que constituyen un **BM** de referencia para cálculos topográficos en la localidad urbana de Güira de Melena son las siguientes fotos:

- **BM # 1** ubicada por el Instituto Nacional de Cartografía y Catastro en 1963 en el contén del parque central de Güira de Melena en la esquina de la calle 84 y avenida 97.

- **BM # 2** ubicada por el Instituto Nacional de Geodesia y Cartografía en 1987 en la acera de la esquina de la calle 82 y avenida 101 de Güira de Melena.



Cota Fija. BM # 1



Cota Fija. BM # 2

En esta chapa de bronce colocada por **GEOCUBA** se puede leer en su borde:

**Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía.**

**Se prohíbe el daño o destrucción de esta chapa.**

En el centro de esa chapa se puede leer:

**368422 +** (este es un código de información de ese instituto)

**+**

**1987** (año de colocación de la marca)



**Utilidad del BM para calcular los desniveles del terreno**

**ANEXO # 8.- Nivelación Diferencial Simple** para determinar el desnivel de una superficie irregular mediante el Método Directo ya que los cálculos son directamente en el terreno.

**1. Nivelación Diferencial Simple:** es aquella en la cual desde una sola posición del instrumento, se pueden conocer todas las cotas o elevación de los diferentes puntos del terreno que se desean nivelar. Para esto se sitúa y se nivela el instrumento (nivel de ingeniero), en el punto más conveniente, o sea el que ofrezca mejores condiciones de visibilidad. La primer lectura se hace sobre la mira o estadía colocada en el punto estable y fijo que se toma como un BM (Banco de Nivel o de Marca) y a partir del cual se van a nivelar todos los puntos del terreno, este BM puede tener elevación previamente determinada o se le puede signar una elevación arbitraria.



Lo = es la lectura al BM, conocida como vista atrás (VA), la cual sirve para encontrar la altura del punto del plano horizontal que recorre la línea de vista y que se denomina altura del instrumento (HI) o bien (H), por lo tanto:

$$HI = \text{Elevación del BM} + Lo$$

Cota o altura del instrumento es la distancia entre el eje de colimación del instrumento y la superficie de nivel. La lectura sobre un punto de cota conocida se denomina vista atrás (VA) y sumada dicha lectura a la elevación de ese punto, nos da la altura del instrumento (HI). Las cotas o elevaciones de los diferentes puntos tales como A, B, C, D, se encuentran restando a la altura del instrumento la lectura correspondiente sobre cada punto.

Para nuestra gráfica las elevaciones de A, B, C, D, son:

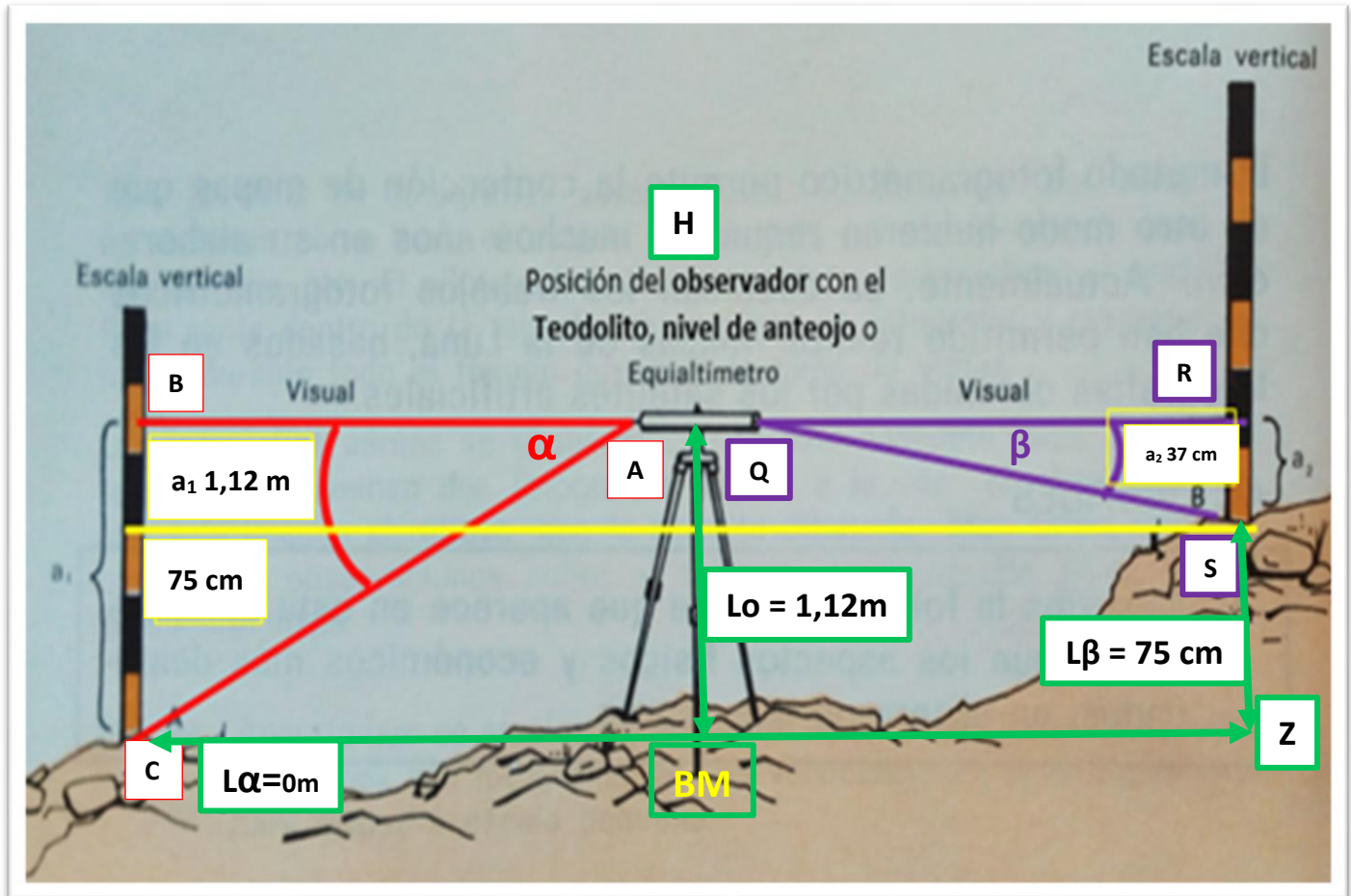
$$\text{Elevación de A} = HI - La$$

$$\text{Elevación de B} = HI - Lb$$

$$\text{Elevación de C} = HI - Lc$$

$$\text{Elevación de D} = HI - Ld$$

Observe los siguientes **DATOS** en el esquema en que se presentan los **ángulos de desnivel**.



- **Baliza o vara:** es el instrumento dividido en escalas de **25 cm** o en 50 cm para calcular la **altura** de la visual del desnivel del terreno que se observe.
- **BM:** es el **Banco de Marca** en el que se colocó el instrumento (Teodolito, nivel de anteojo o Equialtímetro) con el que trabaja el observador que se encuentra sobre una **cota fija** que tiene una **altitud** ya concebida sobre el nivel medio del mar (**NMM**). Supongamos que esa **altitud** es de **45 m sobre el NMM** apreciado en una **carta topográfica**.
- **Lo:** es la **Lectura de la visual** que conforma un **plano horizontal** que se logra con el instrumento y cuya **altura** se calcula con la **baliza** con respecto al suelo para el **observador**. Supongamos que la **altura de ese plano horizontal** con respecto al suelo es de **1,12 m**.
- **H:** Es la **altitud sobre el NMM** de la visual que se logra con el instrumento por ser la suma de **BM + Lo**, por tanto,  **$H = BM + Lo$** ; entonces, supongamos que este lugar tiene un **BM de 45 m de altitud** y el instrumento tiene un **Lo de 1,12 m de altura**, sustituimos la ecuación anterior por sus valores y podemos decir que  **$H = 45\text{ m} + 1,12\text{ m}$** , da una  **$H = 46,12\text{ m}$**  sobre el **NMM** de esa visual con respecto a la medida calculada con la **baliza**.

- **Plano Horizontal:** es la visual, que en el esquema está representada por el segmento **BR** dado por **H** que es la **altitud** de la visual que se logra con el instrumento.

- **Superficie de Nivel:** es la **altitud** calculada por la **cota fija** del **NMM** que en el esquema es el segmento **CZ**

- **Cota de elevación:** es la **altura de la elevación** y no la **altitud** que en este caso son **L $\alpha$**  y **L $\beta$** .

**Hallar desniveles del terreno del esquema anterior con Método Directo Diferencial Simple:**

La altura **a $_1$**  con la visual **A-B** y **A-C** del observador tiene, en la escala vertical de la **baliza**, una

Lectura **L $\alpha$**  es de **0 m de altura** y con respecto a **H** la **elevación A** tiene una **altitud de 45 m** con respecto al **NMM**:

$$a_1 = L\alpha$$

$$a_1 = 0\text{m de altura}$$

Elevación **A = 45 m de altitud** porque coincide con el **BM**

**R/** La elevación **A** no se constituye en un desnivel para el **BM de la cota fija**.

La altura **a $_2$**  con la visual **Q-R** y **Q-S** del observador tiene, en la escala vertical de la **baliza**, una

Lectura **L $\beta$**  de **0,37 m de cota de elevación por su altura**, por tanto, para hallar la **altitud** de la **elevación B** hay que **restarle** la **cota de elevación de altura** de la **lectura L $\beta$** , o sea:

$$a_2 = L\alpha - L\beta$$

$$a_2 = 1,12 - 0,37$$

$$a_2 = 0,75 \text{ cm}$$

$$\text{Elevación B} = H - L\beta$$

$$\text{Elevación B} = 46,12 \text{ m} - 0,37 \text{ m}$$

$$\text{Elevación B} = 45,75 \text{ m de altitud}$$

**R/** La elevación **B** tiene una **altura de 0,75 m** con respecto a **L $\alpha$**

**R/** La elevación **B** tiene una **altitud de 45,75 m** con respecto a **H**

Diferencia de los conceptos de **altitud** y **altura**.

**Altitud:** es todo aquel relieve positivo o emergido medido desde el nivel medio del mar (**NMM**) que se estima como **0m de altitud**, asimismo se calcula el relieve negativo o sumergido para determinar las profundidades submarinas.

El Pico Real del Turquino en Cuba tiene una **altitud** de 1972 m sobre el nivel del mar.

**Altura:** es la medida vertical de un cuerpo cualquiera desde su base. La **altura** de una casa, por ejemplo, es de 3 m desde su piso o suelo hasta su techo.

## ANEXO # 9.- MÉTODO INDIRECTO DE NIVELACIÓN CON CÁLCULOS TRIGONOMÉTRICOS

se emplea cuando no se hacen todos los cálculos de distancias en el terreno.

Calcule el **desnivel** de un terreno por el **Método Indirecto de Nivelación** con cálculos **Trigonométricos**, hallando:

- a) Halle el **desnivel del terreno** teniendo en cuenta la **distancia inclinada** y el **ángulo vertical de elevación** calculados por el observador.

### Datos:

**Desnivel** es **BC** con una **altura** de = ¿?

**Distancia Inclinada** es **AC = 6,3 m**

**Ángulo vertical** es  $\beta = 11,5^\circ$

**Fórmula de la Ecuación:**  $\text{sen } \beta = \frac{\text{Desnivel del terreno}}{\text{Distancia Inclinada}}$

### Operatoria:

$$\text{sen } \beta = \frac{DT}{DI} = \frac{BC}{AC}$$

$$BC = (AC) \text{ sen } \beta$$

$$BC = (6,3 \text{ m}) \text{ sen } 11,5^\circ$$

$$BC = (6,3 \text{ m}) 0,199367934417197$$

$$BC = 1,25 \text{ m de altura}$$

### Respuesta:

La **altura del desnivel del terreno**, teniendo en cuenta la **distancia inclinada** y el **ángulo vertical** con respecto al observador es de **1,25 m**.

- b) Halle el **desnivel del terreno** teniendo en cuenta la **distancia horizontal** y el **ángulo vertical de elevación** calculados por el observador

### Datos:

**Desnivel** es **BC** con una **altura** de = ¿?

**Distancia Horizontal** es **AB = 6,1 m**

**Ángulo vertical** es  $\beta = 11,5^\circ$

**Fórmula de la Ecuación:**  $\text{tan } \beta = \frac{\text{Desnivel del terreno}}{\text{Distancia Horizontal}}$

### Operatoria:

$$\text{tan } \beta = \frac{DT}{DH} = \frac{BC}{AB}$$

$$BC = (AB) \tan \beta$$

$$BC = (6,1\text{m}) \tan 11,5^\circ$$

$$BC = (6,1\text{m}) 0,203452299423699$$

$$BC = 1,24 \text{ m de altura}$$

**Respuesta:**

La **altura del desnivel del terreno**, teniendo en cuenta la **distancia horizontal** y el **ángulo vertical** con respecto al observador es de **1,24 m**.

- c) Halle la **diferencia de nivel (DN)** calculada en la **distancia inclinada (DI)** y la **distancia horizontal (DH)** y llegue a una conclusión.

**Operatoria:**

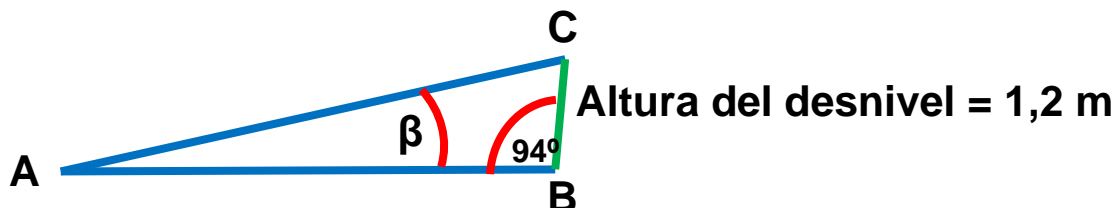
$$AC = DI \cong 1,25\text{m}$$

$$AB = DH = \frac{1,24\text{m}}{0,01\text{m}}$$

R/ La **diferencia de nivel (DN)** entre ambos cálculos trigonométricos es despreciable, pues solo es de **0,01m**, o sea, de **1cm**.

- d) Dibuje, **a escala**, el **desnivel BC** calculado anteriormente, en el que se represente ese ángulo vertical  $\beta$  desde el observador.

**Escala: 1 cm = 1 m en el terreno**



- e) Observe el segmento del **desnivel BC** y, en dependencia de sus **grados (°)** de inclinación del **ángulo de elevación**, valore si la **pendiente** de esa **altura** es **abrupta** o es **suave** con respecto al **plano horizontal**.

R/ La **pendiente** de esa altura de **1,2 m** es **muy abrupta** pues tiene un **ángulo de 94°** con respecto al **plano horizontal del terreno**.

**ANEXO # 10.- Ejemplo de cómo calcular la determinación de una Pendiente.**

Aplicamos el cálculo de **determinación de Pendiente** con el ejercicio anteriormente resuelto en el **anexo # 9**.

La **altura** calculada de la **pendiente** por ese **observador** en el terreno fue de un **ángulo de elevación** o **ascendente** por tanto el signo es positivo (+).

Se entiende por **pendiente de un terreno**, en general, a su inclinación respecto al **plano horizontal** que es la **distancia horizontal** desde el observador hasta la pendiente y puede ser **elevada o ascendente** o **deprimida o descendente**, según el punto de observación. Si el terreno es horizontal su pendiente es cero %.

El **concepto topográfico de PENDIENTE** es: el cociente que resulta de dividir la diferencia de nivel (DN) existente entre dos puntos y la distancia horizontal (DH) que separa ambos puntos.

La forma de expresar la **pendiente** es en tanto por ciento (%) indicando el número, la **diferencia de nivel existente por cada 100 unidades**, aunque en la práctica está generalizado indicarla en tanto por uno, por cuestiones de cálculo y **es la diferencia de nivel por cada unidad horizontal**.

La ecuación para expresar una **pendiente (P)** en porcentaje es:

$$P = \frac{DN}{DH} \times 100$$

En el que:

P= Pendiente (%).

DN= Diferencia de nivel (m).

DH= Distancia horizontal (m).

100= Expresión en porcentaje

El resultado debe tener un signo positivo (+) si la pendiente es elevada o ascendente o signo negativo (-) si la pendiente es una depresión o descendente.

**Si tomamos el ejemplo resuelto en el anexo # 7 podemos simular, como un ejemplo hipotético que:**

**A es H** pues ahí debe estar el observador, y en ese lugar idealizamos que tiene una **altitud de 46,12 m sobre el NMM**

**BC** es la pendiente **P** ascendente (+) con una **altura de 1,2 m** por lo que se constituye en la Diferencia de Nivel (**DN**)

**AB** es la **distancia horizontal (DH)** que tiene una longitud de **6.1 m** desde **A** hasta **B**

Si aplicamos estos conocimientos, al supuesto hipotético que estamos idealizando, entonces los **datos para resolver esta ecuación serán:**

**Datos:**

P = ¿?

DN = 1.2 m

DH = 6.1 m

100= Expresión en porcentaje

Signo +

**Operatoria**

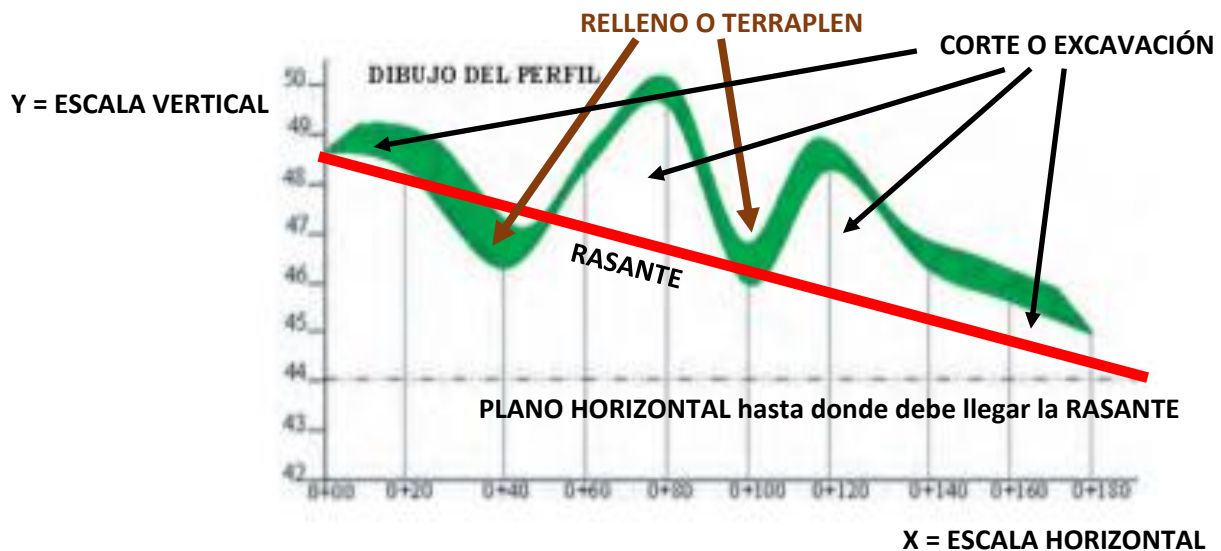
$$P = \frac{DN}{DH} \times 100$$

$$P = \frac{1.2}{6.1} \times 100$$

$$P = 19.7 \% +$$

R/ Podemos determinar que la pendiente que, hipotéticamente idealizamos, es de un **19.7 % +**

### ANEXO # 11- Dibujo de un PERFIL TOPOGRÁFICO



Escala Horizontal: 1/1000, Escala Vertical: 1/100; EH: 1cm = 10m, EV: 1cm = 1m.

### ANEXO # 12. La clasificación del relieve emergido cubano según los geomorfólogos, topógrafos con el Instituto Nacional de Geodesia y Cartografía.

Esta información es importante porque permite valorar, de ante mano, el desnivel del terreno del área en la que se va aplicar los Métodos de Nivelación, la determinación de las Curvas de Nivel asociados a estos tipos de relieves para elaborar después el Perfil Topográfico del lugar.

Los especialistas definen que en Cuba hay **tres tipos de relieves emergidos** y son:

#### 1. Las llanuras con una altitud de 0 m en la línea costera hasta 200 m sobre el NMM.

Las llanuras cubanas son, por su simple geomorfología, de dos tipos:

- **Las llanuras monótonamente planas** asociadas a llanuras denudativas-acumulativas o acumulativas como son:

Llanura de Guanahacabibes, Llanura Cársica del sur de La Habana-Matanzas, la Llanura de Zapata, la Llanura Júcaro-Morón, la Llanura del Cauto y la Llanura del sur de Isla de Pinos.

- **Las llanuras onduladas, peniplanadas o pediplanadas** asociadas a llanuras denudativas: Llanura Aluvial del sur de Pinar del Río, la Llanura Ondulada del norte de Pinar del Río, la Llanura del Norte de Villa Clara, la Llanura Septentrional de Camagüey, la Llanura Florida-Camagüey-Tunas, la Llanura Meridional de Camagüey y Peniplano Septentrional de Isla de Pinos.

## 2. Las alturas con una altitud superior a los 200 m hasta los 500 m sobre el NMN

La población las llama indistintamente lomas, cerros, alturas, colinas, mesas, mogotes y se hallan en la Sierra de los Órganos, Alturas del Mariel, Mesa de Anafe, Alturas Habana-Matanzas, Alturas Bejucal-Madruga-Coliseo, Alturas del Norte de Villa Clara, Alturas de Santa Clara, Sierra de Cubitas, Sierra de Najasa, Alturas de Maniabón y Sierra de la Cañada.

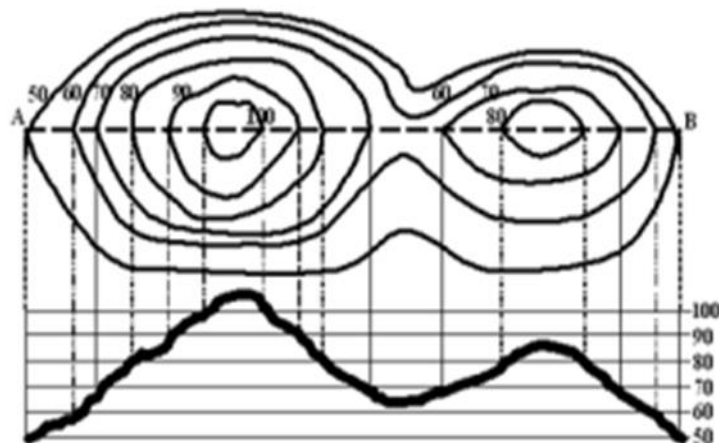
## 3. Las montañas en Cuba son las altitudes superiores a los 500 m hasta los 1972 m sobre el NMM en el Pico Real del Turquino con la mayor altitud de Cuba.

Estas se clasifican en:

- **montañas bajas** si sus altitudes están comprendidas entre más de 500m hasta casi 1000m
- **montañas medianas** si sus altitudes están comprendidas entre 1000m a 1500m
- **montañas altas** si sus altitudes están comprendidas en más de 1500m hasta 1972 que es la altitud mayor de Cuba en el Pico Real del Turquino.

Estas elevaciones montañosas cubanas están en la Sierra del Rosario, Macizo de Guamuha, Sierra Maestra y Grupo de Nipe-Sagua-Baracoa.

### ANEXO # 13. Perfil Topográfico y las Curvas de Nivel



Como podemos observar en el gráfico, el perfil se dibuja en la escala de referencia de las elevaciones, que para este caso se utilizó una escala de 50 a 100 que son la menor y mayor elevaciones que tienen el plano de las curvas de nivel; en los puntos donde se intersectan las curvas con la recta A-B, se bajan perpendiculares a la escala de referencia, ubicando cada punto con su respectiva elevación, para luego unir a mano alzada todos los puntos y de esta forma obtener el perfil.

**ANEXO # 14. Resuelva los siguientes ejercicios en las cartas topográficas digitales que te ofrecemos de las ciudades de Matanzas y Artemisa y responda, de esas cartas topográficas, teniendo en cuenta el segmento coloreado en rojo:  
**CIUDAD DE MATANZAS. ESCALA 1:50000****

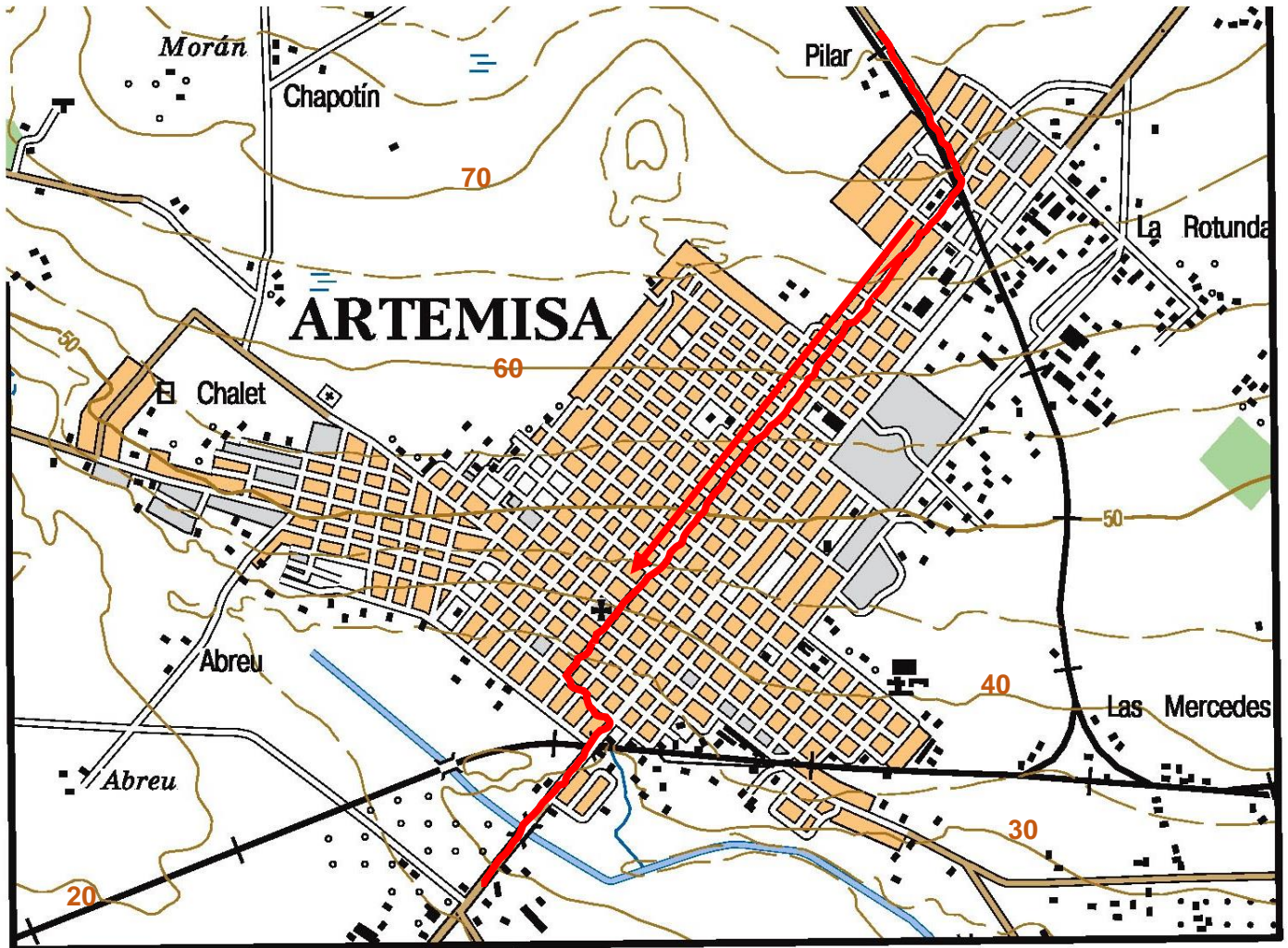


CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 10 METROS

**Legenda: segmento que recorren los vehículos por al carretera de la Vía Blanca** —————

- a) Calcula cuantos metros de altitud ascienden o descienden los autos que transitan de la ciudad de Matanzas a La Habana y viseversa por la carretera de la Vía Blanca.
- b) Construya un Perfil Topográfico de ese segmento delimitado en la carta de la ciudad de Matanzas, conociendo que la escala de ese mapa es de 1:50000. Para su construcción apóyase en un eje de coordenadas cartecianas donde en el eje **Y** le de el doble del valor de la escala de la altitud que tienen las curvas de nivel cuyos intervalos están, en esa carta, a 10 m unos de otros y, en el eje **X** debe corresponder a la escala de la carta topográfica que es 1:50000.

## CIUDAD DE ARTEMISA. Escala 1:20000



### CURVAS DE NIVEL A INTERVALOS DE 10 METROS

En esta carta topográfica la escala es de 1:20000 y se aprecian muchos más detalles y los intervalos de Curvas de Nivel están cada 10 metros, también cuentan con intervalos intermedios que aumentan de 5 en 5 metros y se representan en curvas de líneas discontinuas.

**Leyenda: segmento de la dirección que recorre un vehículo por las calles de Artemisa**

c) Calcula cuantos metros de altitud desciende ese vehículo que transita por las calles de Artemisa cuyo recorrido está señalizado con una flecha roja. ←

d) Construya un Perfil Topográfico de ese segmento recorrido por el vehículo en la ciudad de Artemisa, apoyándose en un eje de coordenadas cartesianas en que en el eje X exprese la escala de la carta 1:20000 = 1cm equivale a 0,2 km, y en el eje Y la altitud expresada en las curvas de nivel está dado en metros de altitud. Recuerde que los intervalos entre esas curvas van de 10 a 10 m y tienes que tener en cuenta la escala de la carta topográfica.