

Topografía Planimétrica

Sistema de coordenadas Planas

Docentes del curso: Gracia Micaela; Mamrut Alberto;
Martinez Magali; Wainstein Martin.



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Fecha 1er Semestre 2025 – Martin Wainstein

Breve repaso - Definiciones

Definición de métodos topográficos

Se entiende por **métodos topográficos** a las distintas técnicas que se utilizan en la toma de medidas distanciométricas y angulares, así como al tratamiento de esos datos para la realización de un trabajo topográfico, tanto en lo que concierne a la planimetría como a la altimetría.

(ManuelChuecaPazos, JoséHerráez, JoséLuisBerné)

Todo trabajo topográfico deberá contemplar en general los siguientes aspectos:

- Determinación de los errores máximos a esperar (tolerancias).
- Elección del instrumental y metodologías a emplear.
- Planificación de las tareas.
- Determinación de costos.

Clasificación

Los métodos topográficos se pueden clasificar en:

- Métodos Planimétricos
- Métodos Altimétricos
- Métodos planialtimétricos

Breve repaso - Definiciones

PLANIMETRÍA:

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles de interés del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

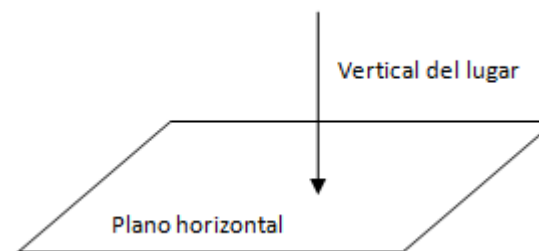
ALTIMETRÍA:

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano de referencia.

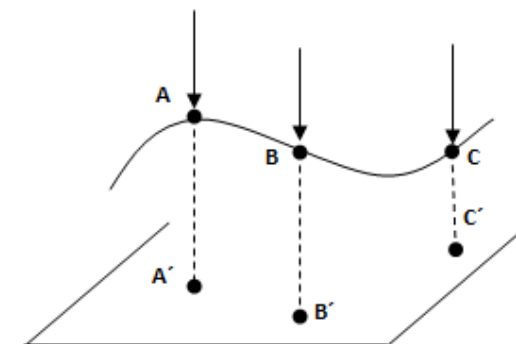
Breve repaso - Definiciones

Vertical del lugar: es la normal a la superficie de referencia.

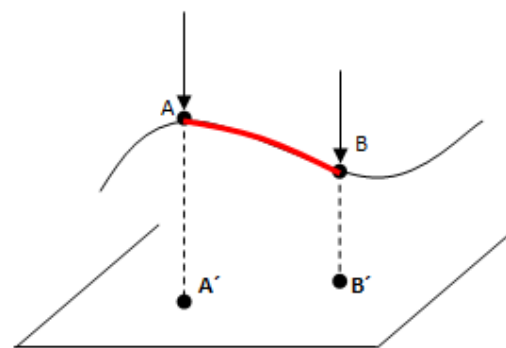
En topografía, la superficie de referencia la consideramos como un plano horizontal.



Punto Topográfico: Es la intersección de la vertical del lugar con la superficie del terreno (A,B,C). Con la proyección ortogonal de esos puntos en el plano horizontal se obtiene A', B' y C'.



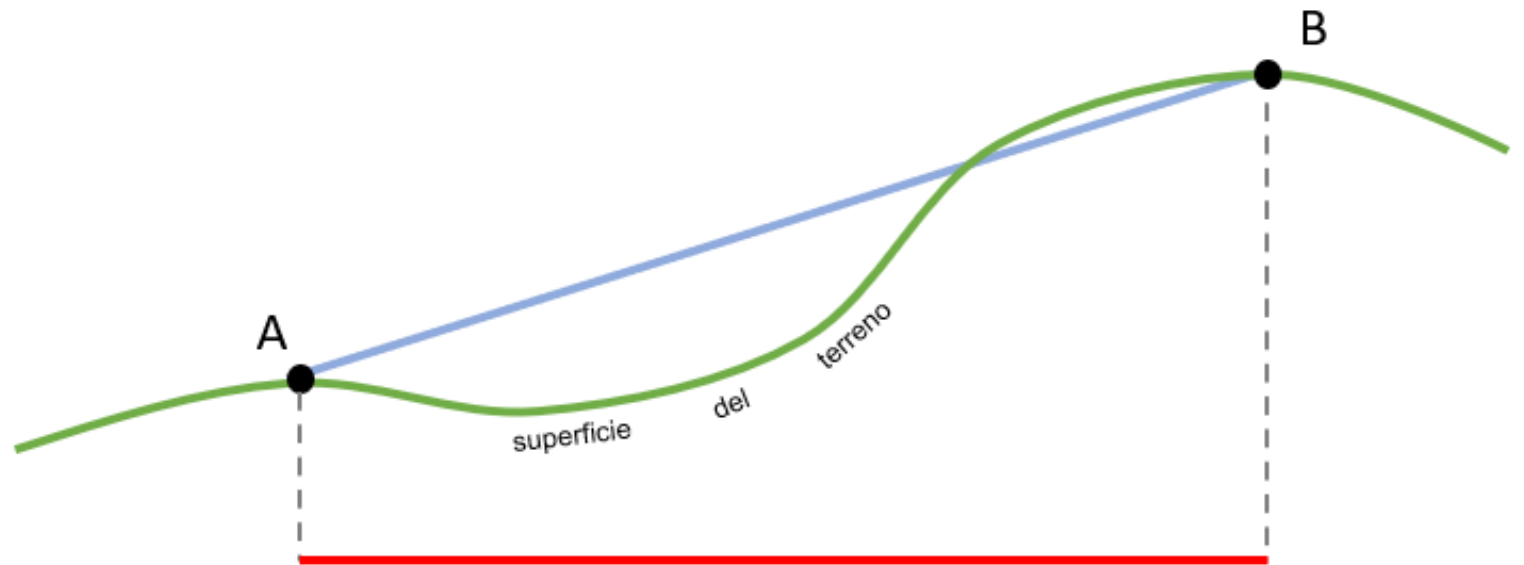
Alineación: Intersección del plano que contiene las verticales en los puntos A y B con la superficie del terreno.



Breve repaso - Definiciones

Tipos de distancias:

Consideremos dos puntos A y B sobre la superficie de la Tierra:

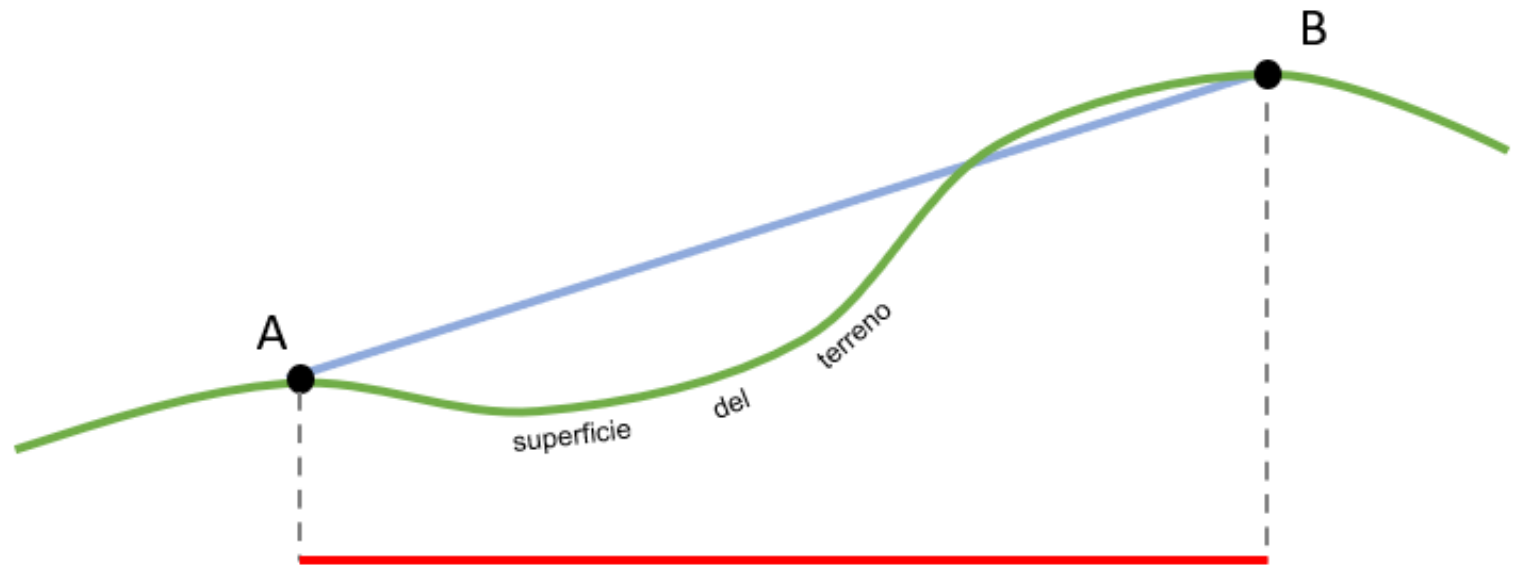


- distancia inclinada o geométrica
- distancia natural (medida sobre el terreno)
- distancia horizontal, reducida o topográfica

Breve repaso - Definiciones

Tipos de distancias:

Consideremos dos puntos A y B sobre la superficie de la Tierra:



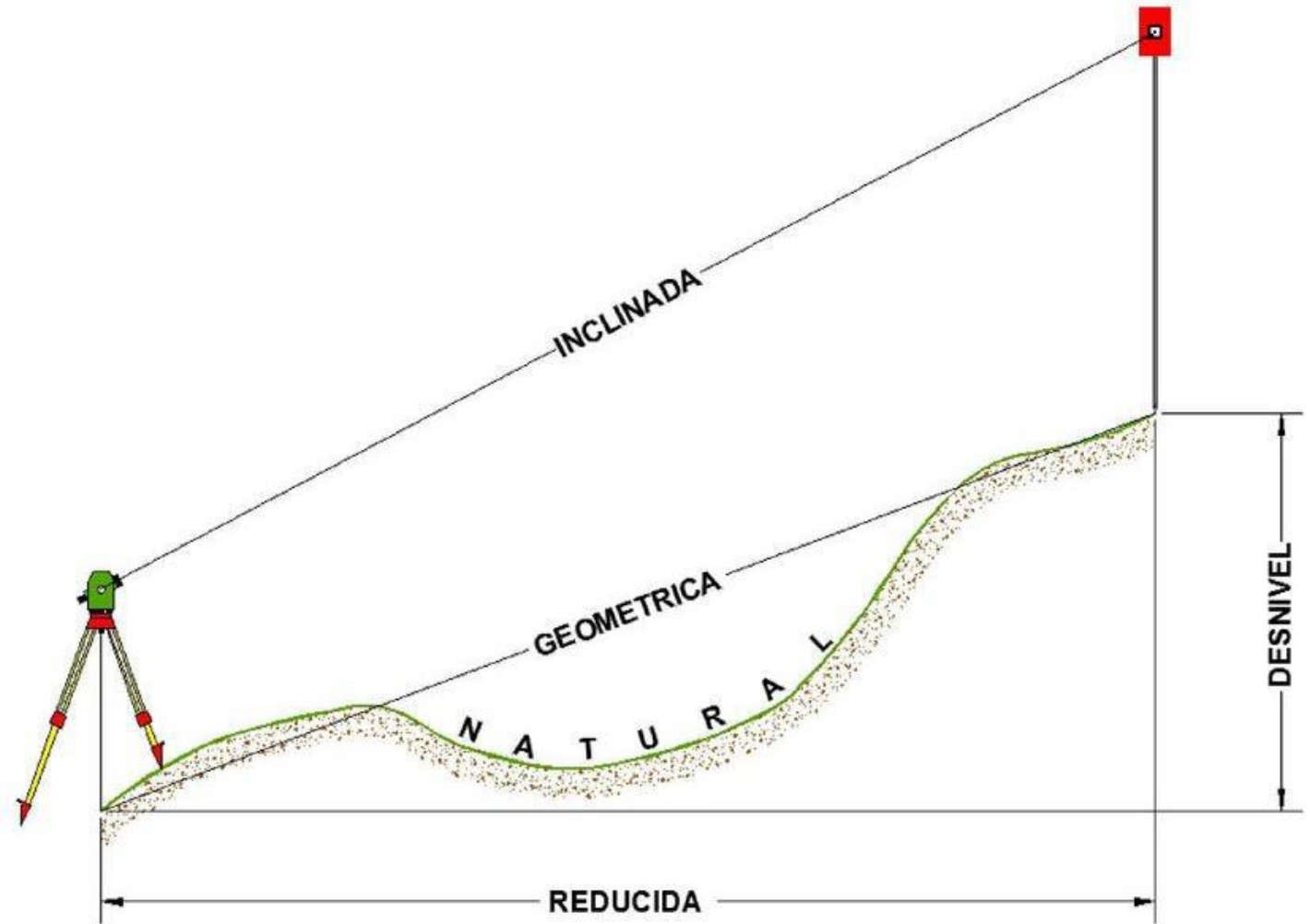
- distancia inclinada o geométrica
- distancia natural (medida sobre el terreno)
- distancia horizontal, reducida o topográfica

Breve repaso - Definiciones

Tipos de distancias:

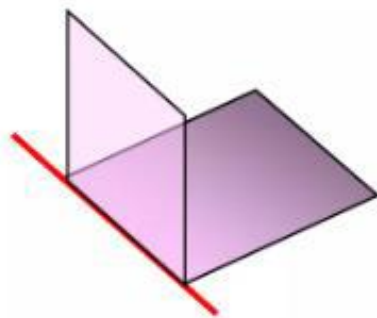
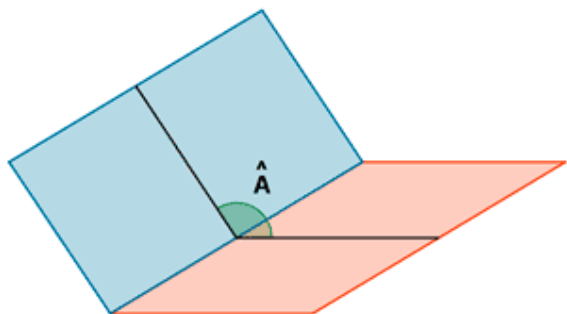
Consideremos dos puntos A y B sobre la superficie de la Tierra:

Podemos hacer una diferenciación entre distancia INCLINADA y distancia GEOMETRICA para el caso que grafica la imagen adjunta.



Breve repaso - Definiciones

Ángulos diedros:



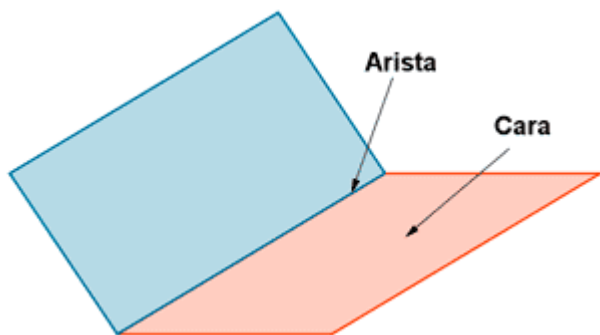
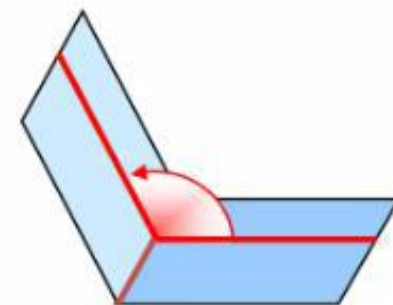
Ángulo diedro, o diedro, es la región del espacio comprendida entre dos semiplanos determinados por la misma recta.

Caras del diedro son los semiplanos que lo forman.

Arista del diedro es la recta común a las dos caras.

La abertura del ángulo diedro es igual a la abertura del ángulo rectilíneo.

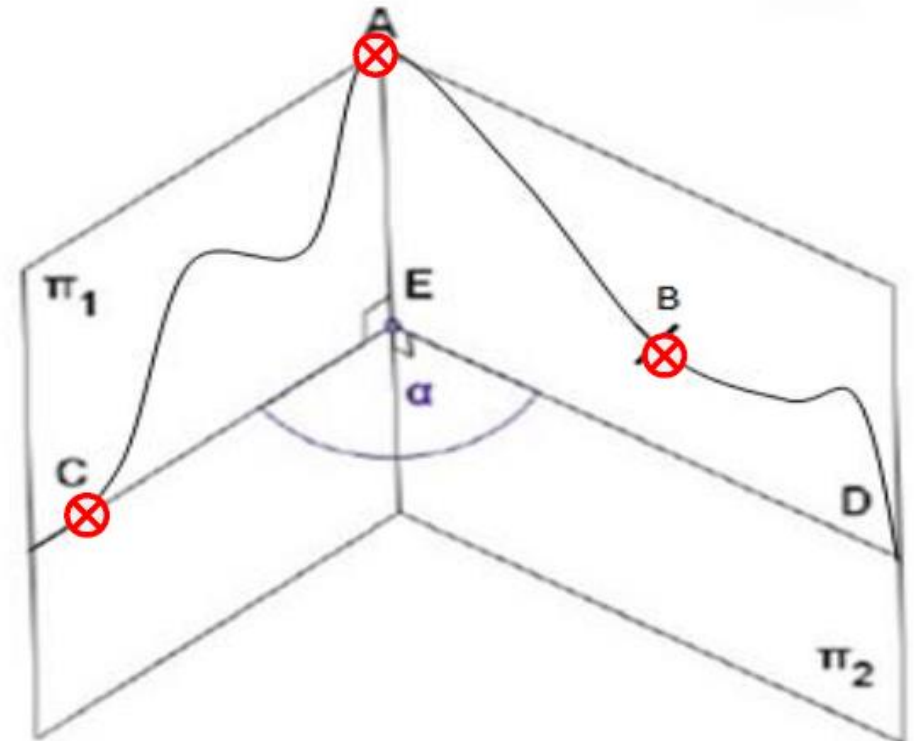
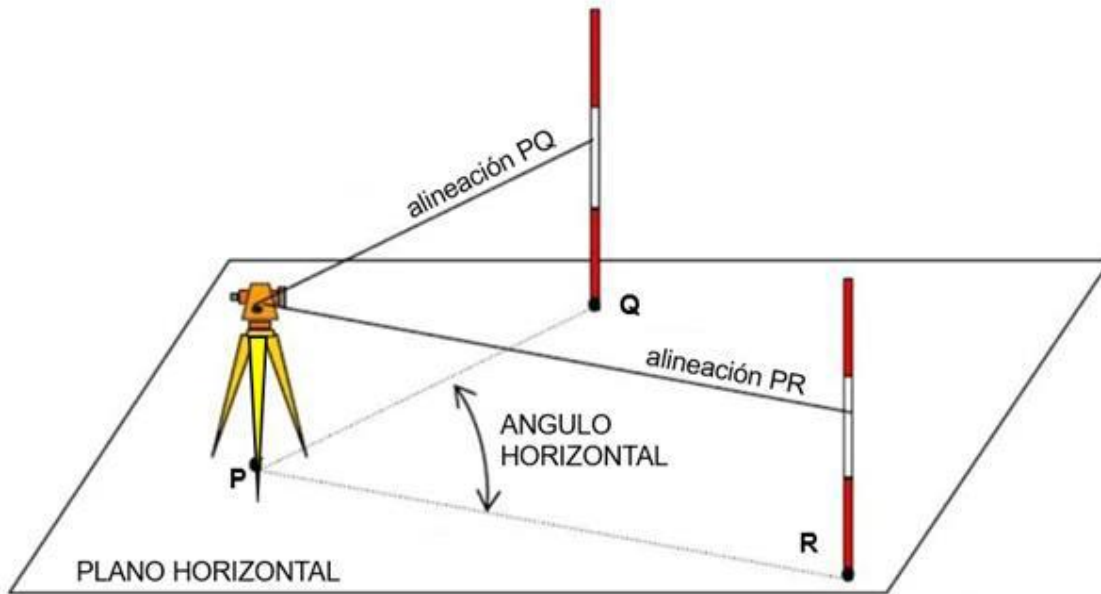
La **medida del ángulo** diedro es la medida del ángulo rectilíneo.



Breve repaso - Definiciones

Ángulo horizontal:

Se define como el rectilíneo del diedro formado por los planos que contienen las verticales en los puntos A, B y C, siendo el plano definido por las rectas CE y DE horizontal.



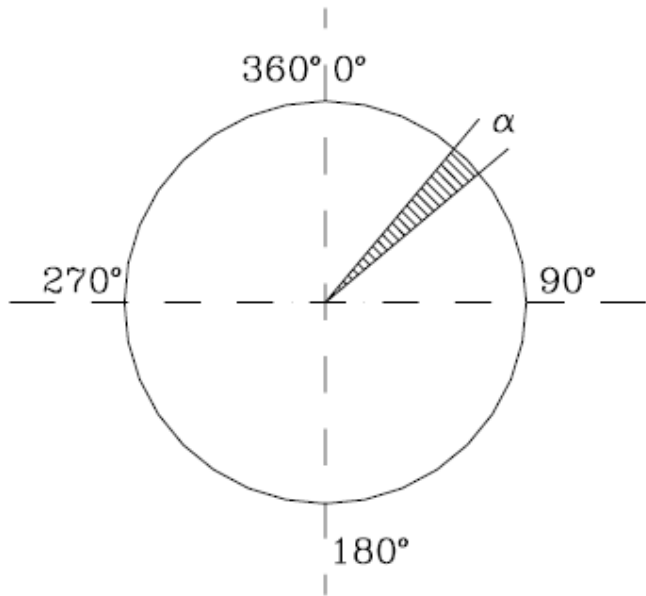
Sistema de medidas (Distancias, Ángulos, Áreas)

SISTEMA SEXAGESIMAL

El sistema divide la circunferencia en 360 partes iguales o GRADOS SEXAGESIMALES ($^{\circ}$).

Cada grado esta dividido en 60 partes iguales o MINUTOS SEXAGESIMALES ($'$),

Cada minuto esta dividido en 60 partes iguales o SEGUNDOS SEXAGESIMALES ($''$)



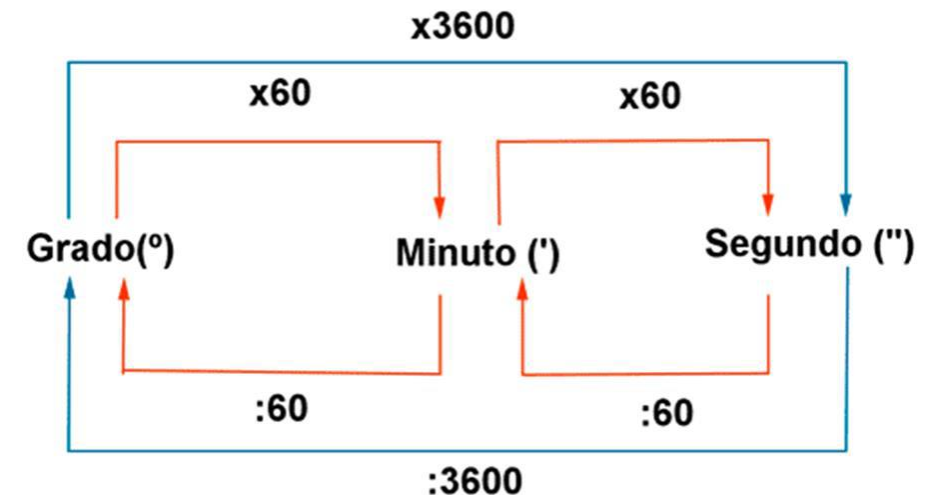
$$1^{\circ} = 60'$$

$$1' = 60''$$

$$1^{\circ} = 3600''$$

el ángulo $\alpha^{\circ} = 10^{\circ}20'36''$ se lee:

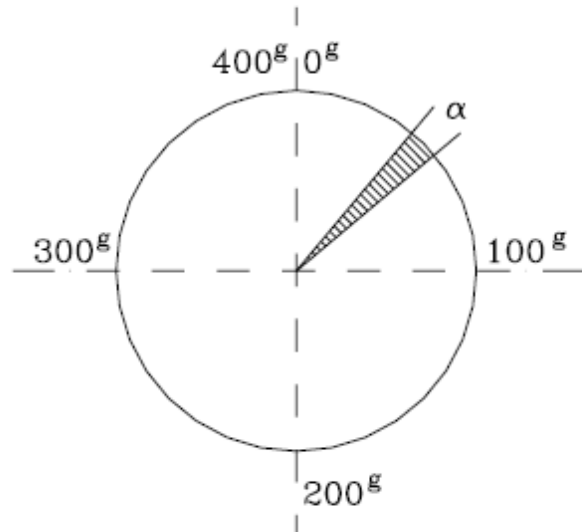
10 grados, 20 minutos, 36 segundos.



Sistema de medidas (Distancias, Ángulos, Áreas)

SISTEMA CENTESIMAL

El sistema divide la circunferencia en 400 partes iguales o GRADOS CENTESIMALES (g).
Cada grado centesimal esta dividido en 100 partes iguales o MINUTOS CENTESIMALES (c),
Cada minuto centesimal esta dividido en 60 partes iguales o SEGUNDOS CENTESIMALES (cc)



$$\alpha = 25^g,4533$$

$$1^g = 100^c$$

$$1^c = 100^{cc}$$

$$1^g = 10000^{cc}$$

el ángulo $\alpha = 25^g 45^c 33^{cc}$ se lee:

25 grados, 45 minutos, 33 segundos.

Sistema de medidas (Distancias, Ángulos, Áreas)

$$\frac{\alpha^{\circ}}{360} = \frac{\alpha^g}{400} = \frac{\alpha^A}{2\pi}$$

FACTORES DE CONVERSIÓN

DE GRADOS SEXAGESIMALES A RADIANTES	$\frac{\pi \text{ rad}}{180^{\circ}}$
DE GRADOS SEXAGESIMALES A CENTESIMALES	$\frac{10^g}{9^{\circ}}$
DE GRADOS CENTESIMALES A RADIANTES	$\frac{\pi \text{ rad}}{200^g}$
DE GRADOS CENTESIMALES A SEXAGESIMALES	$\frac{9^{\circ}}{10^g}$
DE RADIANTES A GRADOS SEXAGESIMALES	$\pi \text{ rad} = 180^{\circ}$
DE RADIANTES A GRADOS CENTESIMALES	$\pi \text{ rad} = 200^g$

Conversión de grados a radianes y viceversa

1. Para convertir radianes a grados, se multiplica por

$$\frac{180^{\circ}}{\pi \text{ radianes}}$$

2. Para convertir grados a radianes, se multiplica por

$$\frac{\pi \text{ radianes}}{180^{\circ}}$$

3. Fórmula de la longitud de un arco (en radianes)

$$s = r\theta$$

RELACION ENTRE LOS SISTEMAS

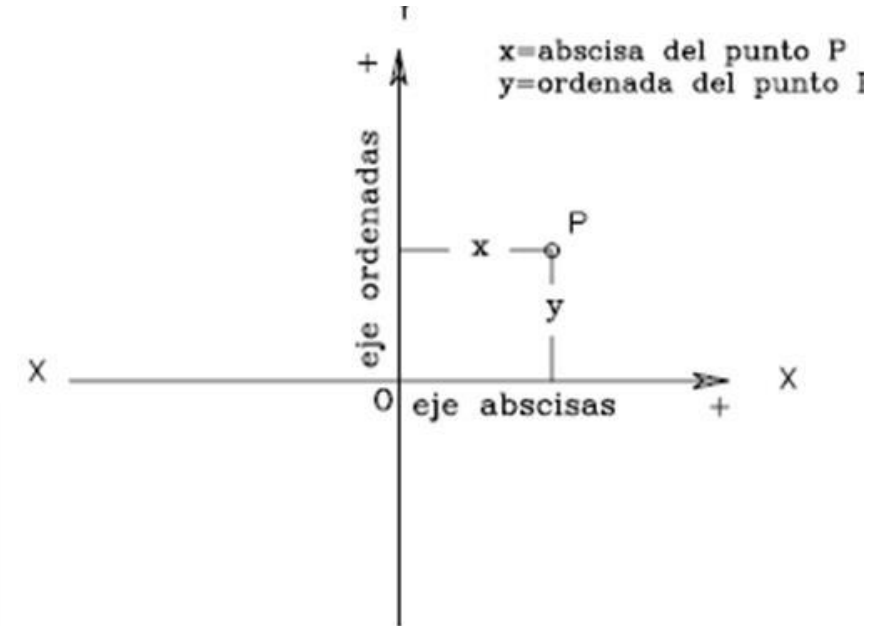
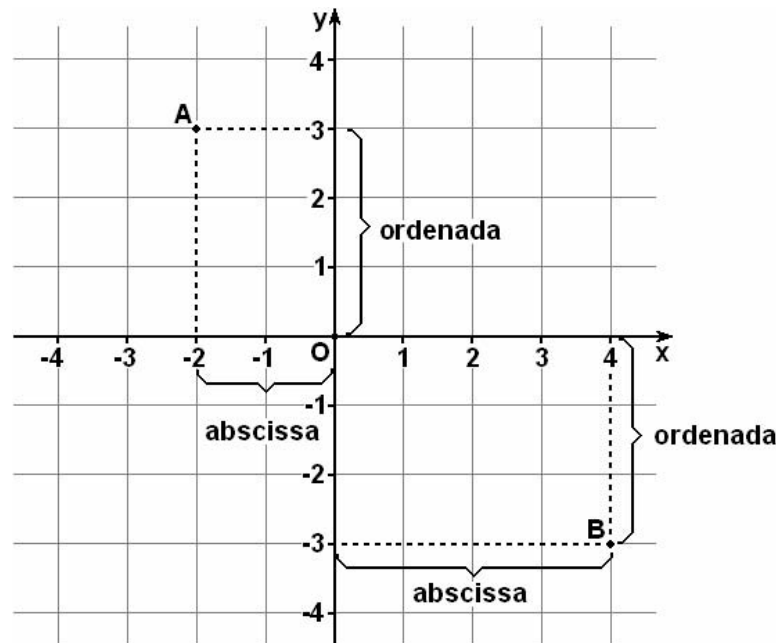
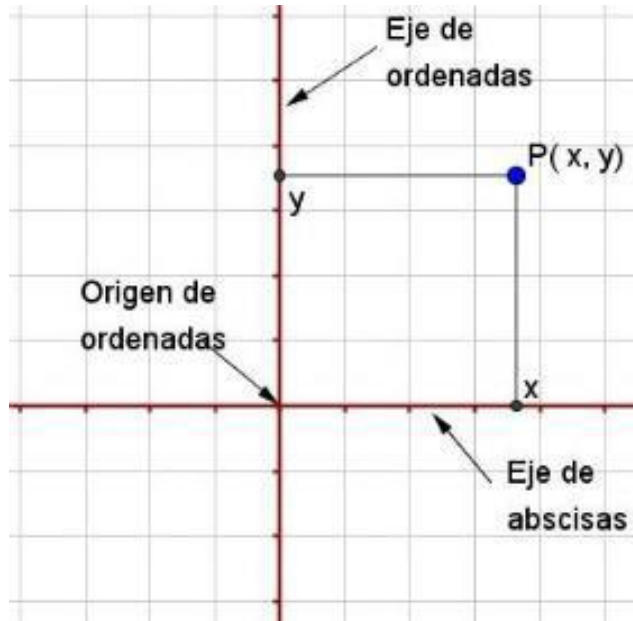
SISTEMA SEXAGESIMAL (S) Y SISTEMA CENTESIMAL (C)	$\frac{S}{9} = \frac{C}{10}$	$S = \frac{9C}{10}$	Convierte grados "C" a grados "S"
		$C = \frac{10S}{9}$	Convierte grados "S" a grados "C"
SISTEMA CENTESIMAL (C) Y SISTEMA RADIAL (R)	$\frac{C}{200} = \frac{R}{\pi \text{ Rad}}$	$C = \frac{200R}{\pi \text{ Rad}}$	Convierte Radianes a grados "C"
		$R = \frac{\pi \text{ Rad} \cdot C}{200}$	Convierte grados "C" a radianes
SISTEMA SEXAGESIMAL (S) Y SISTEMA RADIAL (R)	$\frac{S}{180} = \frac{R}{\pi \text{ Rad}}$	$S = \frac{180R}{\pi \text{ Rad}}$	Convierte Radianes a grados "S"
		$R = \frac{\pi \text{ Rad} \cdot S}{180}$	Convierte grados "S" a radianes

Coordenadas planas

COORDENADAS PLANAS

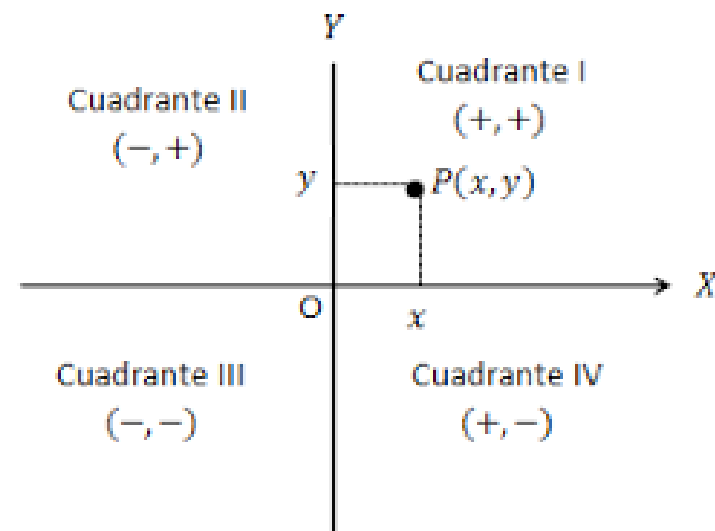
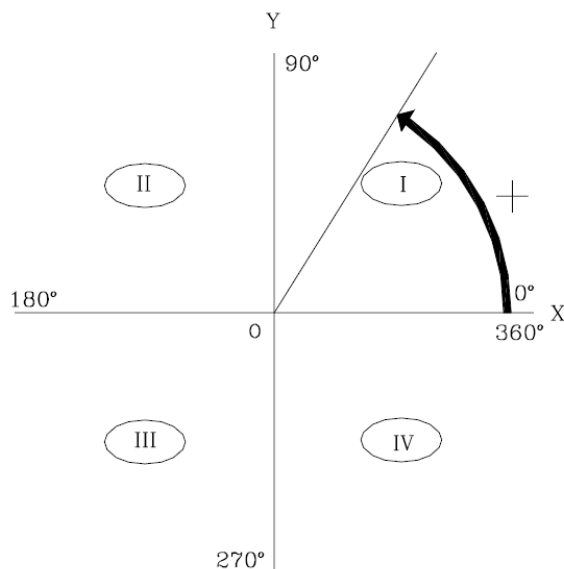
El eje de ordenadas se asume como eje NORTE-SUR y el de las abscisas como eje ESTE-OESTE.

La coordenada del punto P (x,y) para cualquier sistema de coordenadas cartesianas, en Topografía se expresa como P (N,E).

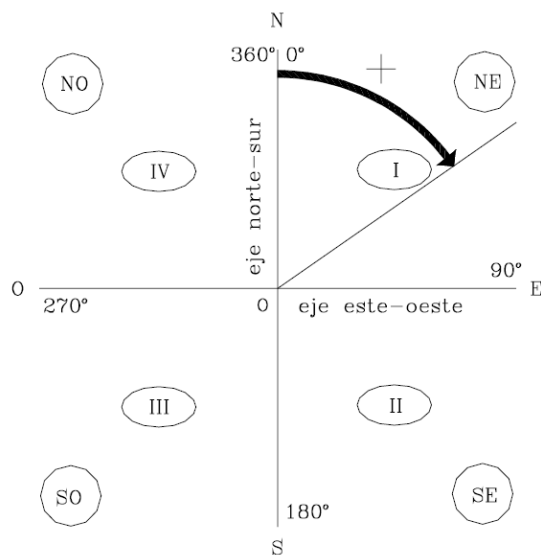


Círculo geométrico Vs. círculo topográfico

Cuadrantes, direcciones y sentidos del **círculo trigonométrico**.



Cuadrantes, direcciones y sentidos del **círculo topográfico**.

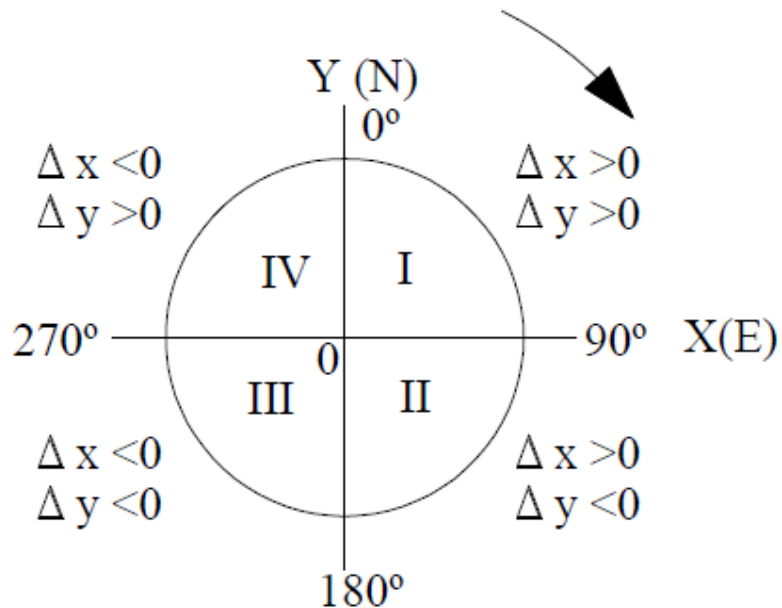


CUADRANTE	NOMBRE	SIGNOS
I	Norte – Este	NE ++
II	Sur - Este	SE - +
III	Sur - Oeste	SO - -
IV	Norte – Oeste	NO + -

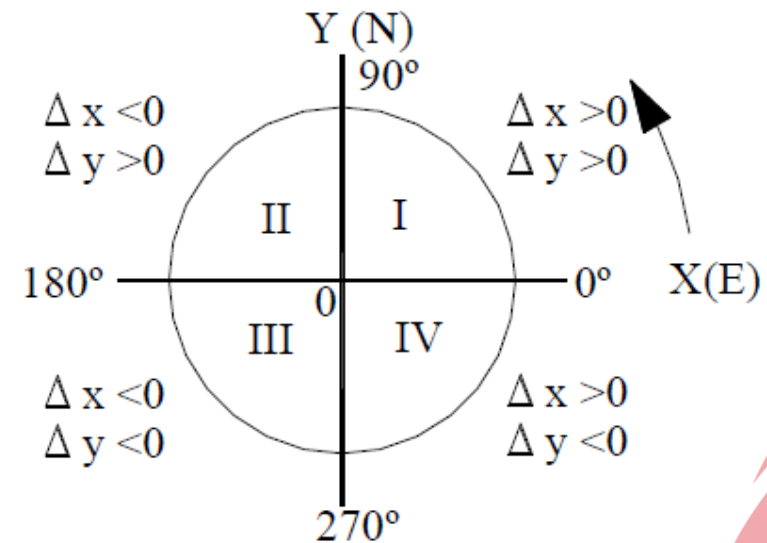


Círculo geométrico Vs. círculo topográfico

CÍRCULO TOPOGRÁFICO



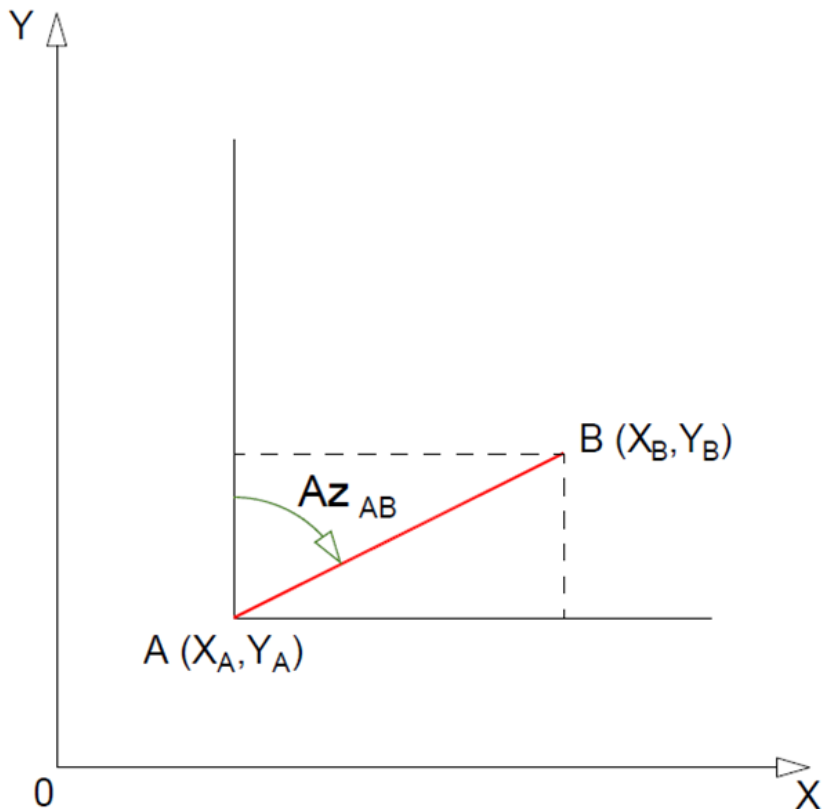
CÍRCULO TRIGONOMÉTRICO



Cuadrantes, ángulos y orientaciones

CUADRANTES Y SENTIDOS ANGULARES EN TOPOGRAFÍA:

El sentido positivo de la rotación es HORARIO y el origen de la rotación coincide con la dirección NORTE.



$$\operatorname{tg} (Az_{AB}) = \left(\frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} \right)$$

DISCUSIÓN:

$$\Delta y > 0 \longrightarrow \underline{Az} = \operatorname{Arctg} \left(\frac{\Delta x}{\Delta y} \right) \left[+ 360^\circ \text{ si } \underline{\Delta x} < 0 \right]$$

$$\Delta y < 0 \longrightarrow \underline{Az} = 180^\circ + \operatorname{Arctg} \left(\frac{\Delta x}{\Delta y} \right)$$

$$\Delta y = 0 \begin{cases} \longrightarrow \text{si } \underline{\Delta x} > 0 \text{ el } \underline{Az} \text{ vale } 90^\circ \\ \longrightarrow \text{si } \underline{\Delta x} < 0 \text{ el } \underline{Az} \text{ vale } 270^\circ \end{cases}$$

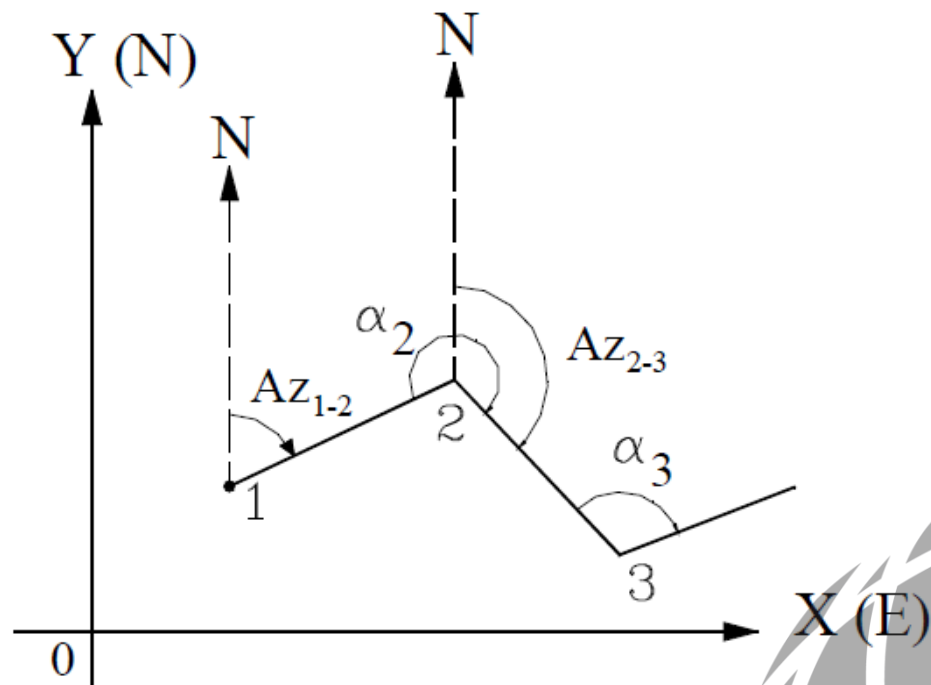
$$\Delta x = 0 \longrightarrow \text{el } \underline{Az} \text{ vale } 0^\circ \text{ o } 180^\circ$$

Generalización

$$Az_{23} = Az_{12} + \alpha_2 \pm 180^\circ$$

GENERALIZANDO

$$Az_{i \rightarrow i+1} = Az_{i-1 \rightarrow i} + \alpha_i \pm 180^\circ$$



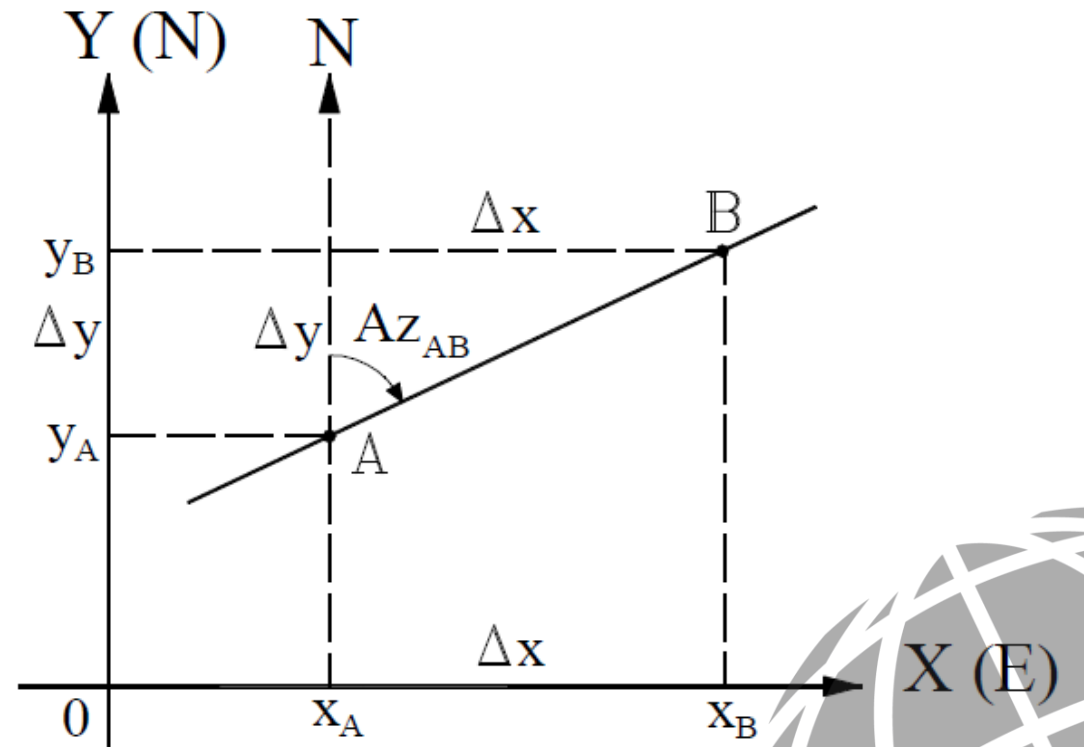
Cálculo de coordenadas

SISTEMA DE EJES CARTESIANOS

$$Az_{AB} = \text{Arc tg}\left(\frac{\Delta x}{\Delta y}\right)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_{AB} &= D_{AB} * \text{sen } Az_{AB} \\ \Delta y_{AB} &= D_{AB} * \text{cos } Az_{AB} \end{aligned} \right\} \text{PROYECCIONES}$$

$$\begin{cases} x_B = x_A + \Delta x_{AB} = x_A + D_{AB} * \text{sen } Az_{AB} \\ y_B = y_A + \Delta y_{AB} = y_A + D_{AB} * \text{cos } Az_{AB} \end{cases}$$



Ejercicios de aplicación

EJERCICIO 1

Calcular el acimut AB siendo las coordenadas del punto A (320,05;508,32) y las del punto B (2,54;10,05).

EJERCICIO 2

Conociendo las coordenadas del punto A (6,152;1;325), el $AZAB=35^{\circ}40'$ y la distancia $AB=271,34m$, calcular las coordenadas del punto B.

EJERCICIO 3

Con los siguientes datos:

A (0,214;1,320)

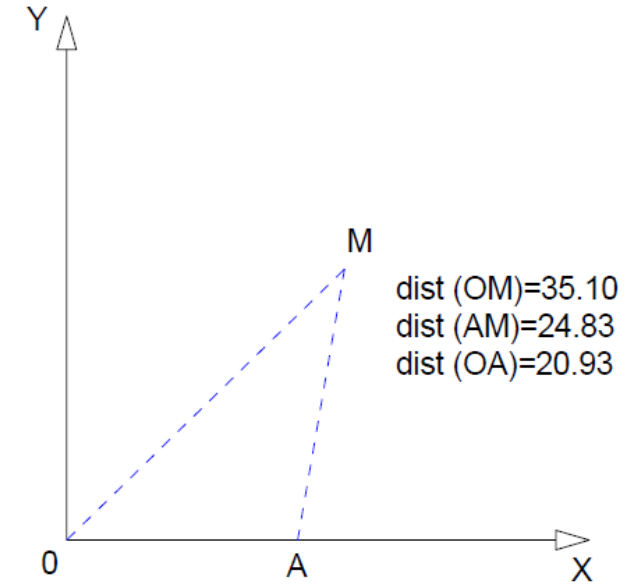
B (11,271;424,318)

distancia (AC)=225,50m

Calcular las coordenadas del punto C sabiendo que pertenece al segmento AB

EJERCICIO 4

Calcular las coordenadas del punto M en función de los datos adjuntos.



Cálculo de áreas de polígonos por coordenadas

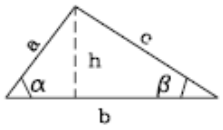
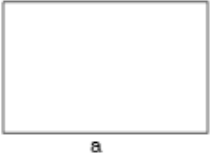
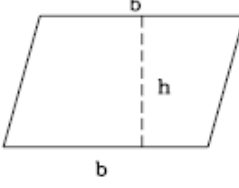
FIGURA	AREA
TRIANGULO 	$A = b \cdot h / 2$ $A = b \cdot a \cdot \sin \alpha / 2$ $A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ $p = \text{Semi perímetro}$
CUADRADO 	$A = a \cdot a$ $A = a^2$
RECTANGULO 	$A = a \cdot b$
PARALELOGRAMO 	$A = b \cdot h$

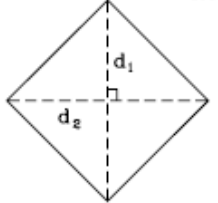
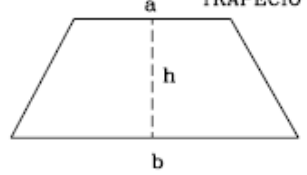
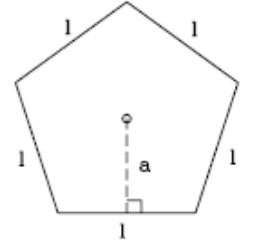
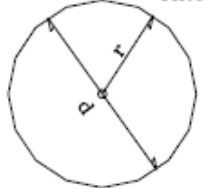
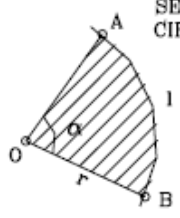
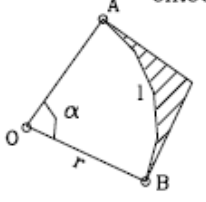
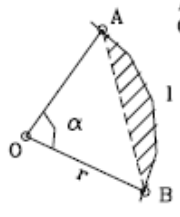
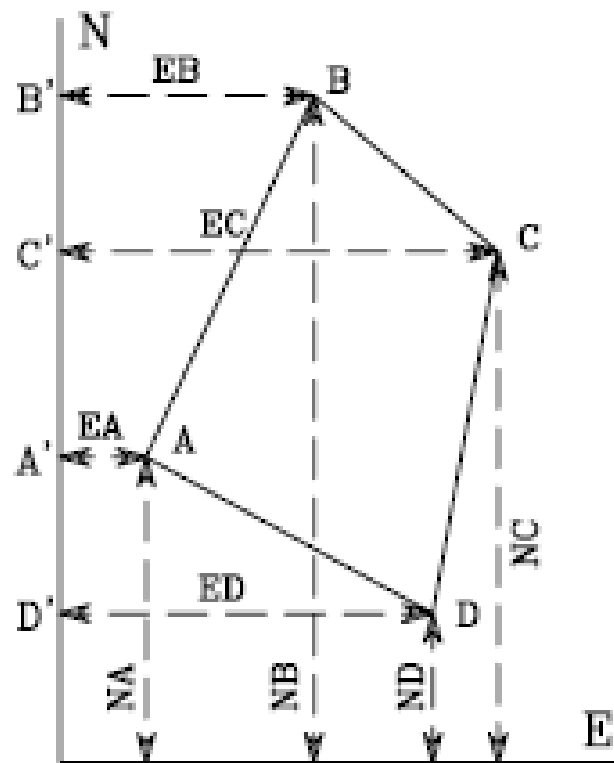
FIGURA	AREA
ROMBO 	$A = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2$
TRAPECIO 	$A = \frac{1}{2} h(a+b)$
PENTAGONO 	$A = a \cdot p$ $p = \sum l$ $p = \text{Perímetro}$ $a = \text{Apotema}$ $l = \text{Lado}$ Nota: Esta fórmula aplica para todos los polígonos regulares.
CIRCULO 	$A = \pi r^2$ $A = \pi \frac{d^2}{4}$ $r = \text{Radio}$ $d = \text{Dímetro}$

FIGURA	AREA
SECTOR DEL CIRCULO 	$A = \frac{l \cdot r}{2}$ $A = \alpha^\circ \cdot \frac{r}{2} = \frac{\pi r^2 \alpha^\circ}{360^\circ}$ $A = \alpha^\circ \cdot \frac{d}{4}$
EXCESO DEL CIRCULO 	$A = r^2 \left[\tan \frac{\alpha}{2} - \left(\frac{\pi}{360^\circ} \right) \alpha^\circ \right]$
ARCO DEL CIRCULO 	$A = r^2 \left[\left(\frac{\pi}{360^\circ} \right) \alpha^\circ - \frac{1}{2} \sin \alpha \right]$

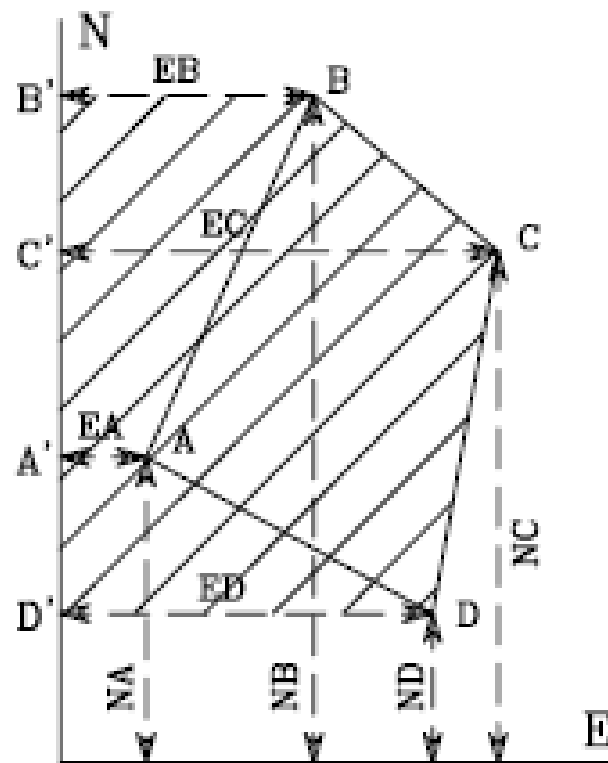
Cálculo de áreas de figuras geométricas



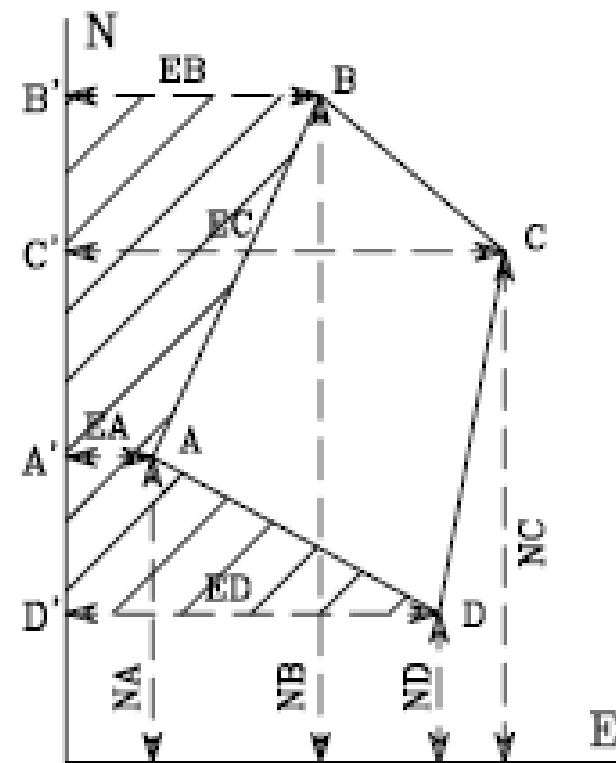
Cálculo de áreas de polígonos por coordenadas



a.



b. AREA1



c. AREA2



Cálculo de áreas de polígonos por coordenadas

$$Area_{ABCD} = Area_1 - Area_2$$

$$Area_1 = Area_{B'BCC'} + Area_{C'CDD'}$$

$$Area_{B'BCC'} = \frac{1}{2}(E_C + E_B) \times (N_B - N_C)$$

$$Area_{C'CDD'} = \frac{1}{2}(E_C + E_D) \times (N_C - N_D)$$

$$Area_1 = \frac{1}{2}[(E_B + E_C) \times (N_B - N_C) + (E_C + E_D) \times (N_C - N_D)]$$

$$Area_2 = Area_{B'BAA'} + Area_{A'ADD'}$$

$$Area_{B'BAA'} = \frac{1}{2}(E_B + E_A) \times (N_B - N_A)$$

$$Area_{A'ADD'} = \frac{1}{2}(E_A + E_D) \times (N_A - N_D)$$

$$Area_2 = \frac{1}{2}[(E_B + E_A) \times (N_B - N_A) + (E_A + E_D) \times (N_A - N_D)]$$



Cálculo de áreas de polígonos por coordenadas

$$Area_{ABCD} = Area_1 - Area_2$$

$$Area_1 = \frac{1}{2} [(E_B + E_C) \times (N_B - N_C) + (E_C + E_D) \times (N_C - N_D)]$$

$$Area_2 = \frac{1}{2} [(E_B + E_A) \times (N_B - N_A) + (E_A + E_D) \times (N_A - N_D)]$$

$$Area = \frac{1}{2} [(E_B + E_C) \times (N_B - N_C) + (E_C + E_D) \times (N_C - N_D)] - [(E_B + E_A) \times (N_B - N_A) + (E_A + E_D) \times (N_A - N_D)]$$

$$Area = \frac{1}{2} [N_A(E_B - E_D) + N_B(E_C - E_A) + N_C(E_D - E_B) + N_D(E_A - E_C)]$$

$$area = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} N_i(E_{i+1} - E_{i-1})$$



¡Gracias!

Prof. Micaela Gracia
Prof. Alberto Mamrut
Prof. Magali Martinez Núñez
Prof. Martín Wainstein

micaelag@fing.edu.uy
amamrut@fing.edu.uy
magalim@fing.edu.uy
martinw@fing.edu.uy



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

 ia_fing_udelar ia_fing_udelar www.fing.edu.uy/es/ia