

CONTENIDO

	Pág.
1 LA POLIGONAL CERRADA:	2
1.1 CASO DE TENER EL AZIMUT DE P1 a P2 (SENTIDO ANTIHORARIO, ÁNGULOS INTERNOS)	2
1.2 CASO DE TENER EL AZIMUT DE P1 A P5 (SENTIDO HORARIO, ÁNGULOS EXTERNOS)	19
2 LA POLIGONAL ABIERTA.....	23
2.1 CÁLCULO DE LA POLIGONAL ABIERTA EN LA DIRECCIÓN DE XX A MY	24
2.2 CÁLCULO DE LA POLIGONAL ABIERTA EN LA DIRECCIÓN DE MY A XX	42
REFERENCIAS.....	51

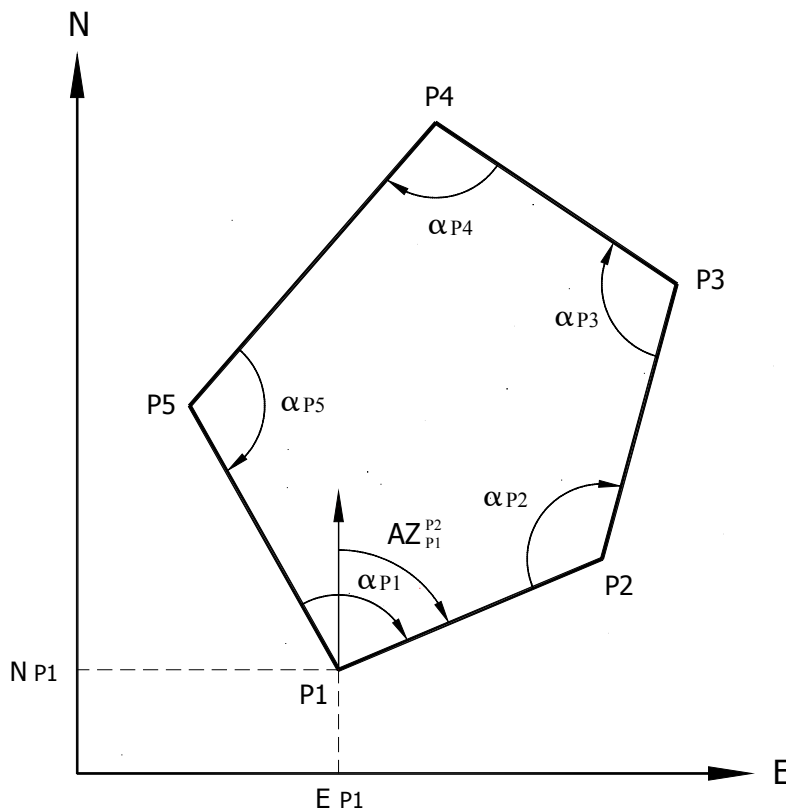
POLIGONAL: Es una sucesión de segmentos de recta, unidos entre si, mediante ángulos horizontales. Los segmentos de recta son los lados de la poligonal, los puntos de unión son los vértices o puntos poligonales y en ellos se miden los ángulos de la poligonal.

Las poligonales se pueden clasificar en:

1. **CERRADAS:** Son aquellas cuyos puntos de arranque y llegada coinciden, por ser una figura cerrada (polígono irregular) cumple las formulas válidas para estos.
2. **ABIERTAS:** Son aquellas cuyo punto de arranque no coincide con el punto de llegada, también se denominan poligonales lineales o longitudinales.

1 LA POLIGONAL CERRADA:

1.1 CASO DE TENER EL AZIMUT DE P1 a P2 (SENTIDO ANTIHORARIO, ÁNGULOS INTERNOS)



$$AZ_{P1}^{P2} = 67^{\circ} 09' 41''$$

PUNTO	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
P1	64,66	162,95

ÁNGULOS MEDIDOS	
α_{P1}	96° 34' 10"
α_{P2}	128° 02' 10"
α_{P3}	108° 36' 11"
α_{P4}	97° 11' 25"
α_{P5}	109° 35' 30"

DISTANCIAS MEDIDAS	
P1 – P2	178,18
P2 – P3	177,40
P3 – P4	180,84
P4 – P5	233,66
P5 – P1	188,85

CONTROL DE CIERRE ANGULAR

En todo polígono cerrado se cumple la condición angular:

$$\Sigma \text{ ángulos} = (n \pm 2) 180^\circ \quad \begin{array}{l} (+) \text{ Para ángulos externos} \\ (-) \text{ Para ángulos internos} \end{array}$$

donde n = número de ángulos del polígono

Por lo tanto, el error angular se determina por la diferencia entre la suma de los ángulos medidos en el campo, menos la suma determinada por la condición angular:

$$f_\alpha = \Sigma \alpha - (n \pm 2) 180^\circ$$

f_α = error de cierre angular

$\Sigma \alpha$ = suma de los ángulos medidos en el campo = $539^\circ 59' 26''$

n = número de ángulos medidos = 5

Aplicando al problema presente

$$f_\alpha = 539^\circ 59' 26'' - (5 - 2) 180^\circ = 539^\circ 59' 26'' - 540^\circ$$

$$f_\alpha = - 34''$$

CORRECCIÓN ANGULAR (C_α)

El error angular f_α determinado en el paso anterior, se compara con la tolerancia angular. Suponiendo que el máximo error angular tolerable sea de $\pm 16''\sqrt{n}$, luego:

$$\text{Tolerancia} = \pm 16''\sqrt{n} = \pm 16''\sqrt{5} = \pm 35,78''$$

$$f_\alpha = - 34'' < \text{Tolerancia} = \pm 35,78''$$

Si el error angular hubiese sido mayor que el tolerable, habría sido necesario revisar para hallar la causa y medir nuevamente los ángulos equivocados. En este caso, como el error está dentro de la tolerancia se debe distribuir proporcionalmente entre los ángulos medidos.

$$C\alpha = -\frac{f\alpha}{n} = -\frac{-34''}{5} = +6,8''$$

Correcciones angulares con cifras decimales, sólo se justifican en poligonales de altísima precisión.

Por tanto, siendo $f\alpha = -34''$ y $n = 5$, se procede a distribuir las correcciones como se indica a continuación:

<u>Ángulos</u>	<u>Corrección a c/u</u>	<u>Total</u>
4	+7''	28''
1	+6''	<u>6''</u>
		34''

Observaciones:

- El signo de las correcciones ($C\alpha$) es siempre contrario al de $f\alpha$.
- Las correcciones mayores se le aplican a los ángulos cuya medición se realizó en condiciones menos favorables.
- En caso de que $f\alpha$ sea menor que n , se aplicarán correcciones de 1'' solamente en algunos ángulos, hasta distribuir el error total, siguiendo para ello el mismo criterio que en el punto anterior.

Se aplica la corrección angular $C\alpha$ a cada uno de los ángulos medidos, y se procede al cálculo de los azimut intermedios a partir del AZ_{P1}^{P2} .

Ángulos corregidos:

$$\alpha_{P1} = 96^\circ 34' 10'' + 6'' = 96^\circ 34' 16''$$

$$\alpha_{P2} = 128^\circ 02' 10'' + 7'' = 128^\circ 02' 17''$$

$$\alpha_{P3} = 108^\circ 36' 11'' + 7'' = 108^\circ 36' 18''$$

$$\alpha_{P4} = 97^\circ 11' 25'' + 7'' = 97^\circ 11' 32''$$

$$\alpha_{P5} = 109^\circ 35' 30'' + 7'' = 109^\circ 35' 37''$$

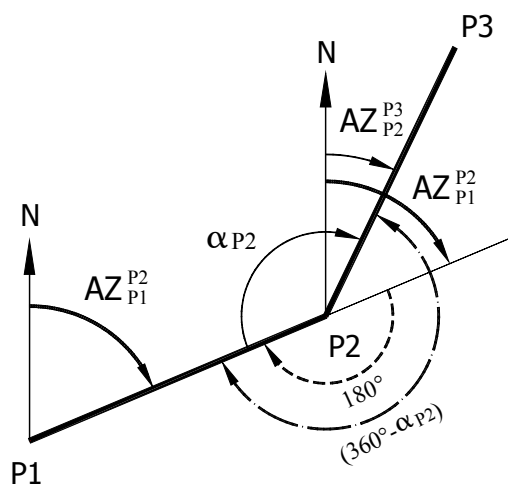
Para el cálculo de los azimut intermedios, de las proyecciones y de las coordenadas, se puede utilizar la planilla para el cálculo de poligonales:

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA												CÁLCULO DE POLIGONALES				POLIGONAL No. _____ LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA	
EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO			DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES					
	o	'	''		N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE							
P1										64,66	162,95	P1					
	67	09	41	178,18	AZ_{P1}^{P2}							P2					
P2	128	02	10		α_{P2}							P3					
				177,40								P4					
P3	108	36	11		α_{P3}							P5					
				180,84								P1					
P4	97	11	25		α_{P4}							P2					
				233,66													
P5	109	35	30		α_{P5}												
				188,85													
P1	96	34	10		α_{P1}												
P2																	
					Σ (Sin correg.)					FÓRMULAS UTILIZADAS							
					Σ (Corregido)												
CIERRE ANGULAR: $\Sigma d = 958,93$					CIERRE MÉTRICO:												
$\Sigma \alpha = 539^\circ 59' 26''$ $C\alpha = -\frac{-34''}{5} = +6,8''$																	
$f\alpha = 539^\circ 59' 26'' - 540^\circ = -34''$																	

CÁLCULO DE LOS AZIMUT INTERMEDIOS

Para el cálculo de los azimut intermedios se aplica la fórmula:

$$AZ_{sigue} = AZ_{anterior} + \alpha \pm 180^\circ$$



Si se observa el gráfico, puede notarse que el azimut que se desea determinar (AZ_{P2}^{P3}) es igual a:

$$AZ_{P2}^{P3} = AZ_{P1}^{P2} + 180^\circ - (360^\circ - \alpha_{P2})$$

Simplificando

$$AZ_{P2}^{P3} = AZ_{P1}^{P2} + \alpha_{P2} - 180^\circ$$

En forma general:

$$AZ_{sigue} = AZ_{anterior} + \alpha \pm 180^\circ$$

- | | | | |
|----|--|---------------|---------------|
| Si | $AZ_{anterior} + \alpha < 180^\circ$ | \Rightarrow | $+ 180^\circ$ |
| | $AZ_{anterior} + \alpha > 180^\circ$ y $< 540^\circ$ | \Rightarrow | $- 180^\circ$ |
| | $AZ_{anterior} + \alpha > 540^\circ$ | \Rightarrow | $- 540^\circ$ |

Por lo tanto, el azimut que sigue (AZ_{P2}^{P3}), es igual al azimut de atrás (AZ_{P1}^{P2}), sumado al ángulo de vinculación corregido (α_{P2}) y luego se le suma o resta 180° , según que la suma de los dos primeros términos de la ecuación sea menor o mayor a 180° respectivamente. Si la suma de los dos primeros términos es mayor de 540° , se puede restar directamente 540° .

Aplicándolo al presente problema, se comienza con el AZi (AZ_{P1}^{P2}) y se van calculando los valores intermedios usando sucesivamente los "ángulos medidos ya corregidos", hasta llegar nuevamente al AZi (AZ_{P1}^{P2}). Si no se obtiene como resultado AZi, se debe verificar nuevamente las operaciones hasta lograrlo para poder continuar con el cálculo de la poligonal.

EST.	AZIMUT RUMBO				ÁNGULO
	°	'	"		
P1	67	09	41		
P2	128	02	10	+7"	
P3	15	11	58		
P3	108	36	11	+7"	
P4	303	48	16		
P4	97	11	25	+7"	
P5	220	59	48		
P5	109	35	30	+7"	
P5	150	35	25		
P1	96	34	10	+6"	
P2	67	09	41		

$AZ_{P1}^{P2} = 67^{\circ} 09' 41''$ AZ inicial
 $\alpha_{P2} = 128^{\circ} 02' 17''$ (corregido)
 $\underline{195^{\circ} 11' 58''} > 180^{\circ}$
 $\underline{- 180^{\circ} 00' 00''}$

$AZ_{P2}^{P3} = 15^{\circ} 11' 58''$
 $\alpha_{P3} = 108^{\circ} 36' 18''$ (corregido)
 $\underline{123^{\circ} 48' 16''} < 180^{\circ}$
 $\underline{+ 180^{\circ} 00' 00''}$

$AZ_{P3}^{P4} = 303^{\circ} 48' 16''$
 $\alpha_{P4} = 97^{\circ} 11' 32''$ (corregido)
 $\underline{400^{\circ} 59' 48''} > 180^{\circ}$
 $\underline{- 180^{\circ} 00' 00''}$

$AZ_{P4}^{P5} = 220^{\circ} 59' 48''$
 $\alpha_{P5} = 109^{\circ} 35' 37''$ (corregido)
 $\underline{330^{\circ} 35' 25''} > 180^{\circ}$
 $\underline{- 180^{\circ} 00' 00''}$

$AZ_{P5}^{P1} = 150^{\circ} 35' 25''$
 $\alpha_{P1} = 96^{\circ} 34' 16''$ (corregido)
 $\underline{247^{\circ} 09' 41''} > 180^{\circ}$
 $\underline{- 180^{\circ} 00' 00''}$

$AZ_{P1}^{P2} = 67^{\circ} 09' 41''$ AZ inicial

Dato conocido

↓

Chequeo

↑

Dato conocido

Se verifica que el valor del último azimut calculado sea exactamente el mismo que el azimut inicial, cuyo dato es conocido. De ser así, puede continuarse con el cálculo de la poligonal.

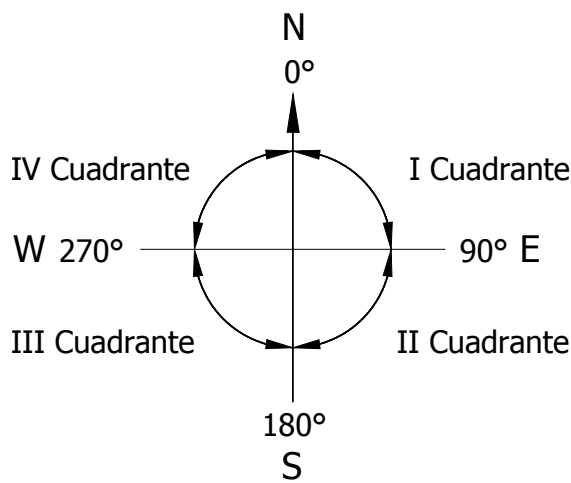
El cálculo de los azimut intermedios puede realizarse directamente en la planilla de cálculo de poligonales o en una hoja aparte y posteriormente introducirlos en la planilla.

CÁLCULO DE LOS RUMBOS

Conocidos los azimut de todas las líneas intermedias de la poligonal, se procede a calcular los rumbos correspondientes a cada una.

Los rumbos se determinarán de acuerdo al cuadrante en que se encuentre el azimut:

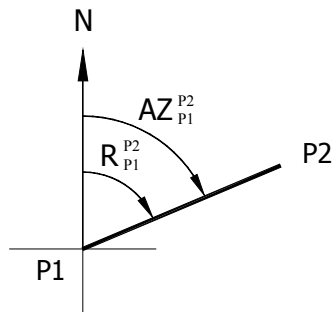
VALOR AZIMUT	CUADRANTE	RUMBO
0° a 90°	I	N (AZ = R) E
90° a 180°	II	S (180° - AZ) E
180° a 270°	III	S (AZ - 180°) W
270° a 360°	IV	N (360° - AZ) W



I CUADRANTE

$$R_{P1}^{P2} = N (AZ_{P1}^{P2}) E$$

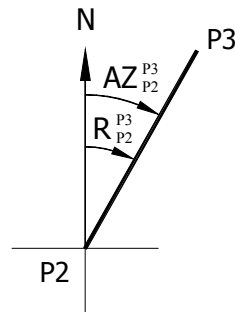
$$R_{P1}^{P2} = N (67^{\circ} 09' 41'') E$$



I CUADRANTE

$$R_{P2}^{P3} = N (AZ_{P2}^{P3}) E$$

$$R_{P2}^{P3} = N (15^{\circ} 11' 58'') E$$

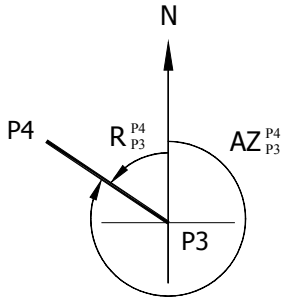


IV CUADRANTE

$$R_{P3}^{P4} = N (360^\circ - AZ_{P3}^{P4}) W$$

$$R_{P3}^{P4} = N (360^\circ - 303^\circ 48' 16'') W$$

$$R_{P3}^{P4} = N (56^\circ 11' 44'') W$$

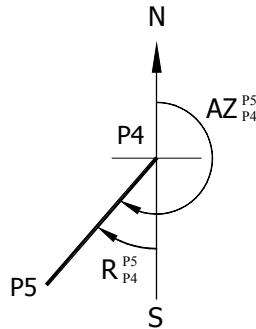


III CUADRANTE

$$R_{P4}^{P5} = S (AZ_{P4}^{P5} - 180^\circ) W$$

$$R_{P4}^{P5} = S (220^\circ 59' 48'' - 180^\circ) W$$

$$R_{P4}^{P5} = S (40^\circ 59' 48'') W$$

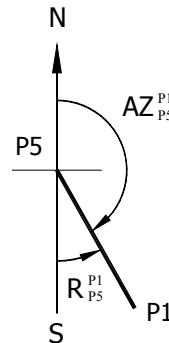


II CUADRANTE

$$R_{P5}^{P1} = S (180^\circ - AZ_{P5}^{P1}) E$$

$$R_{P5}^{P1} = S (180^\circ - 150^\circ 35' 25'') E$$

$$R_{P5}^{P1} = S (29^\circ 24' 35'') E$$



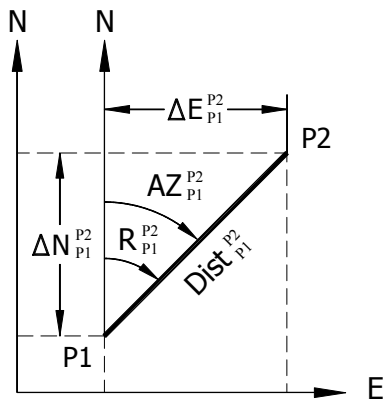
Calculados los rumbos, se procede a registrarlos en la planilla.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLOA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLOA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO			DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
					N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
P1	°	'	"						64,66	162,95	P1	
P2	N	67	09	41	178,18							
		128	02	10		+7"						P2
P3	N	15	11	58	177,40	R_{P1}^{P2}						
		108	36	11		+7"						P3
P4	N	303	48	16	180,84	R_{P2}^{P3}						
		97	11	25		+7"						P4
P5	S	220	59	48	233,66	R_{P3}^{P4}						
		40	59	48		W						P5
P1	S	109	35	30	188,85	R_{P4}^{P5}						
		150	35	25		E						P1
P2		96	34	10		R_{P5}^{P1}						
		67	09	41		+6"						P2
					\sum (Sin correg.)				FÓRMULAS UTILIZADAS			
					\sum (Corregido)							
CIERRE ANGULAR:					$\sum d = 958,93$	CIERRE MÉTRICO:						
					$\sum \alpha = 539^\circ 59' 26''$	$C\alpha = -\frac{34''}{5} = +6,8''$						
					$f\alpha = 539^\circ 59' 26'' - 540^\circ = -34''$							

CÁLCULO DE LAS PROYECCIONES Y CONTROL DE CIERRE LINEAL

$$\cos R_{P1}^{P2} = \frac{\Delta N_{P1}^{P2}}{D_{P1}^{P2}} \Rightarrow \Delta N_{P1}^{P2} = D_{P1}^{P2} \times \cos R_{P1}^{P2}$$

$$\sin R_{P1}^{P2} = \frac{\Delta E_{P1}^{P2}}{D_{P1}^{P2}} \Rightarrow \Delta E_{P1}^{P2} = D_{P1}^{P2} \times \sin R_{P1}^{P2}$$

Por lo tanto, las proyecciones ΔN y ΔE se calcularán sobre la base de estas fórmulas, para cada uno de los lados de la poligonal.

El producto de la distancia por el coseno se colocará en N(+) o N o N(-) o S según lo indique el rumbo; de igual forma el producto de la distancia por el seno se colocará en E(+) o E o E(-) o W dependiendo de lo indicado en el rumbo.

También se podrán calcular las proyecciones ΔN y ΔE con los azimut calculados:

$$\Delta N_{P1}^{P2} = D_{P1}^{P2} \times \cos AZ_{P1}^{P2} \quad \text{y} \quad \Delta E_{P1}^{P2} = D_{P1}^{P2} \times \sin AZ_{P1}^{P2}$$

En este caso el signo de las proyecciones se obtiene directamente.

Calculando las proyecciones en el problema presente:

$$\Delta N_{P1}^{P2} = D_{P1}^{P2} \times \cos AZ_{P1}^{P2} = 178,18 \times \cos 67^{\circ}09'41'' = + 69,16 \text{ m}$$

$$\Delta N_{P2}^{P3} = D_{P2}^{P3} \times \cos AZ_{P2}^{P3} = 177,40 \times \cos 15^{\circ}11'58'' = + 171,19 \text{ m}$$

$$\Delta N_{P3}^{P4} = D_{P3}^{P4} \times \cos AZ_{P3}^{P4} = 180,84 \times \cos 303^{\circ}48'16'' = + 100,61 \text{ m}$$

$$\Delta N_{P4}^{P5} = D_{P4}^{P5} \times \cos AZ_{P4}^{P5} = 233,66 \times \cos 220^{\circ}59'48'' = - 176,35 \text{ m}$$

$$\Delta N_{P5}^{P1} = D_{P5}^{P1} \times \cos AZ_{P5}^{P1} = 188,85 \times \cos 150^{\circ}35'25'' = - 164,51 \text{ m}$$

$$\Delta E_{P1}^{P2} = D_{P1}^{P2} \times \sin AZ_{P1}^{P2} = 178,18 \times \sin 67^{\circ}09'41'' = + 164,21 \text{ m}$$

$$\Delta E_{P2}^{P3} = D_{P2}^{P3} \times \sin AZ_{P2}^{P3} = 177,40 \times \sin 15^{\circ}11'58'' = + 46,51 \text{ m}$$

$$\Delta E_{P_3}^{P_4} = D_{P_3}^{P_4} \times \text{Sen } AZ_{P_3}^{P_4} = 180,84 \times \text{Sen } 303^\circ 48' 16'' = -150,27 \text{ m}$$

$$\Delta E_{P_4}^{P_5} = D_{P_4}^{P_5} \times \text{Sen } AZ_{P_4}^{P_5} = 233,66 \times \text{Sen } 220^\circ 59' 48'' = -153,28 \text{ m}$$

$$\Delta E_{P_5}^{P_1} = D_{P_5}^{P_1} \times \text{Sen } AZ_{P_5}^{P_1} = 188,85 \times \text{Sen } 150^\circ 35' 25'' = +92,74 \text{ m}$$

Estos cálculos pueden realizarse directamente en la planilla de cálculo de poligonales.

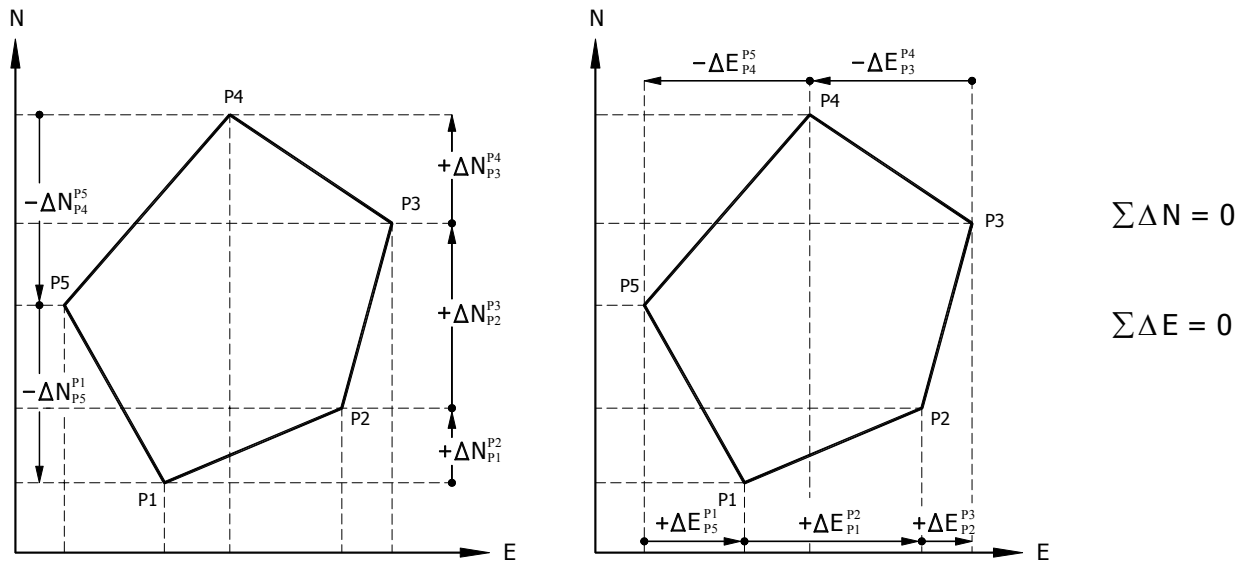
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
						N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
P1	°	'	"							64,66	162,95	P1	
N P2	67	09	41	E	178,18	69,16		164,21				P2	
	128	02	10	+7"									
N P3	15	11	58		177,40	171,19		46,51				P3	
	108	36	11	+7"									
N P4	303	48	16		180,84	100,61			150,27			P4	
	56	11	44	W									
S P5	97	11	25	+7"	233,66		176,35		153,28			P5	
	220	59	48										
S P1	40	59	48	W	188,85		164,51	92,74				P1	
	109	35	30	+7"									
S P1	150	35	25		188,85		164,51	92,74				P1	
	29	24	35	E									
P2	96	34	10	+6"								P2	
	67	09	41										
					Σ(Sin correg.)	340,96	-340,86	303,46	-303,55	FÓRMULAS UTILIZADAS			
					Σ (Corregido)								
CIERRE ANGULAR: Σd = 958,93					CIERRE MÉTRICO:								
Σα = 539°59'26" Cα = - $\frac{34''}{5}$ = +6,8"													
fα = 539°59'26" - 540° = - 34"													

En las poligonales cerradas se cumple:



Por lo tanto el error de cierre lineal en una poligonal cerrada viene dado por:

$$FN = \sum \Delta N (+) - \sum \Delta N (-) = 340,96 - 340,86 = 0,10 \text{ m}$$

$$FE = \sum \Delta E (+) - \sum \Delta E (-) = 303,46 - 303,55 = -0,09 \text{ m}$$

donde:

FN = error de proyección norte.

FE = error de proyección este.

$$FS = \pm \sqrt{FN^2 + FE^2} \text{ (error de cierre lineal)}$$

$$FS = \pm \sqrt{FN^2 + FE^2} = \pm \sqrt{(0,10)^2 + (-0,09)^2} \Rightarrow FS = \pm 0,1345362405$$

$$\varepsilon = \frac{FS}{\sum d} \text{ (error relativo)} \quad \sum d = \text{suma de las distancias}$$

$$\varepsilon = \frac{FS/FS}{\sum d/FS} = \frac{1}{\sum d/FS} = \frac{1}{958,93/0,1345362405} = \frac{1}{7127,67}$$

$$\varepsilon = 1 : 7127,67$$

Si asumimos que la tolerancia sea de 1: 5000, es decir, un error de 1 metro en una longitud de 5000 m, en este caso se cumple con esta condición ya que estamos cometiendo el mismo error de 1 m en una distancia mayor, por lo que estamos dentro de la tolerancia y se puede continuar con el cálculo.

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

$$CN = -\frac{FN}{\sum d} = -\frac{0,10}{958,93} = -0,000104282 \quad \text{y} \quad CE = -\frac{FE}{\sum d} = -\frac{-0,09}{958,93} = +0,000093854$$

$$CN = -0,000104282 \quad (\text{Factor de corrección de proyección norte})$$

$$CE = +0,000093854 \quad (\text{Factor de corrección de proyección este})$$

CORRECCIÓN DE LAS PROYECCIONES

Para corregir las proyecciones se multiplican los factores de corrección por la distancia del lado respectivo, de la siguiente forma:

Lado P1 – P2:

$$\text{Corrección norte} = CN \times D_{P1}^{P2} = -0,000104282 \times 178,18 = -0,018580966 = -0,02$$

$$\text{Corrección este} = CE \times D_{P1}^{P2} = 0,000093854 \times 178,18 = 0,016722905 = 0,02$$

Lado P2 – P3:

$$\text{Corrección norte} = CN \times D_{P2}^{P3} = -0,000104282 \times 177,40 = -0,0184996268 = -0,02$$

$$\text{Corrección este} = CE \times D_{P2}^{P3} = 0,000093854 \times 177,40 = 0,0166496996 = 0,01$$

Lado P3 – P4:

$$\text{Corrección norte} = \text{CN} \times D_{P3}^{P4} = -0,000104282 \times 180,84 = -0,018858356 = -0,02$$

$$\text{Corrección este} = \text{CE} \times D_{P3}^{P4} = 0,000093854 \times 180,84 = 0,016972557 = 0,02$$

Lado P4 – P5:

$$\text{Corrección norte} = \text{CN} \times D_{P4}^{P5} = -0,000104282 \times 233,66 = -0,024366532 = -0,02$$

$$\text{Corrección este} = \text{CE} \times D_{P4}^{P5} = 0,000093854 \times 233,66 = 0,021929925 = 0,02$$

Lado P5 – P1:

$$\text{Corrección norte} = \text{CN} \times D_{P5}^{P1} = -0,000104282 \times 188,85 = -0,0196936557 = -0,02$$

$$\text{Corrección este} = \text{CE} \times D_{P5}^{P1} = 0,000093854 \times 188,85 = 0,0177243279 = 0,02$$

Calculadas las correcciones de las proyecciones de los diferentes lados de la poligonal, se procede a registrarlas en la planilla.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

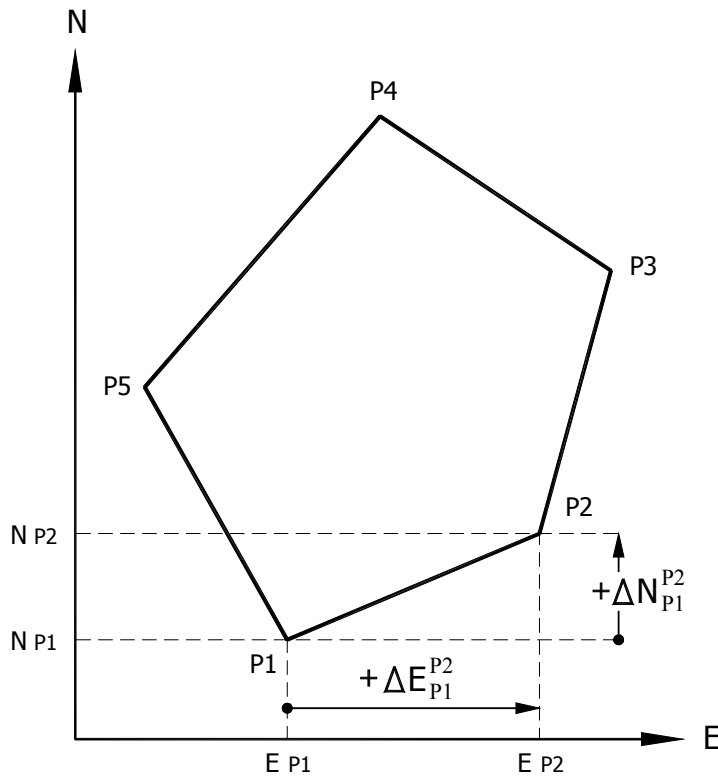
POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ANGLULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES	
	°	'	''			N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE			
P1	67	09	41		178,18	-0,02		0,02		64,66	162,95	P1	FS = $\sqrt{FN^2 + FE^2}$ $\gamma_{FS} = \frac{1}{\sum d / FS}$ FS = ± 0,1345362405 $\sum d / FS = 7127,67$ $\gamma_{FS} = 1 : 7127,67$ CN = FACTOR DE CN x DIST CE = FACTOR DE CE x DIST	
N	67	09	41	E		69,16		164,21						P2
P2	128	02	10	+7"										
N	15	11	58		177,40	-0,02		0,01				P3		
P3	15	11	58	E		171,19		46,51						
	108	36	11	+7"										
N	303	48	16		180,84	-0,02		0,02				P4		
P4	56	11	44	W		100,61		150,27						
	97	11	25	+7"										
S	220	59	48		233,66	-0,02		0,02				P5		
P5	40	59	48	W		176,35		153,28						
	109	35	30	+7"										
S	150	35	25		188,85	-0,02		0,02				P1		
P1	29	24	35	E		164,51		92,74						
	96	34	10	+6"										
P2	67	09	41											
					\sum (Sin correg.)	340,96	-340,86	303,46	-303,55	FÓRMULAS UTILIZADAS				
					\sum (Corregido)	340,90	-340,90	303,51	-303,51	FACTOR DE CN = $-\frac{FN}{\sum d} = -\frac{0,10}{958,93} = -0,000104282$ FACTOR DE CE = $-\frac{FE}{\sum d} = -\frac{-0,09}{958,93} = +0,000093854$				
CIERRE ANGULAR: $\sum d = 958,93$ $\sum \alpha = 539^{\circ}59'26"$ $C\alpha = -\frac{-34''}{5} = +6,8''$ $f\alpha = 539^{\circ}59'26" - 540^{\circ} = -34''$						CIERRE MÉTRICO: $FN = 340,96 - 340,86 = 0,10$ $FE = 303,46 - 303,55 = -0,09$								

CÁLCULO DE LAS COORDENADAS

Calculadas las proyecciones y sus correspondientes correcciones, se procede a calcular las coordenadas de los demás puntos.

Se procede a calcular las coordenadas del punto P2, partiendo de las coordenadas del punto P1 (conocidas), sumadas a las proyecciones $\Delta N_{P_1}^{P_2}$ y $\Delta E_{P_1}^{P_2}$.



$$N P2 = N P1 + \Delta N_{P1}^{P2} \text{ corregido}$$

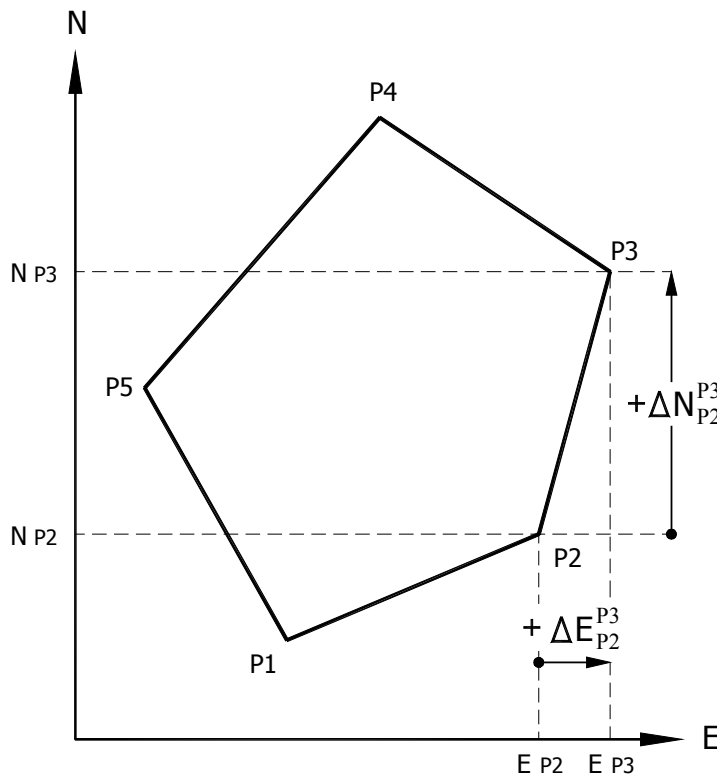
$$N P2 = 64,66 + (69,16 - 0,02)$$

$$N P2 = 133,80 \text{ m}$$

$$E P2 = E P1 + \Delta E_{P1}^{P2} \text{ corregido}$$

$$E P2 = 162,95 + (164,21 + 0,02)$$

$$E P2 = 327,18 \text{ m}$$



$$N P3 = N P2 + \Delta N_{P2}^{P3} \text{ corregido}$$

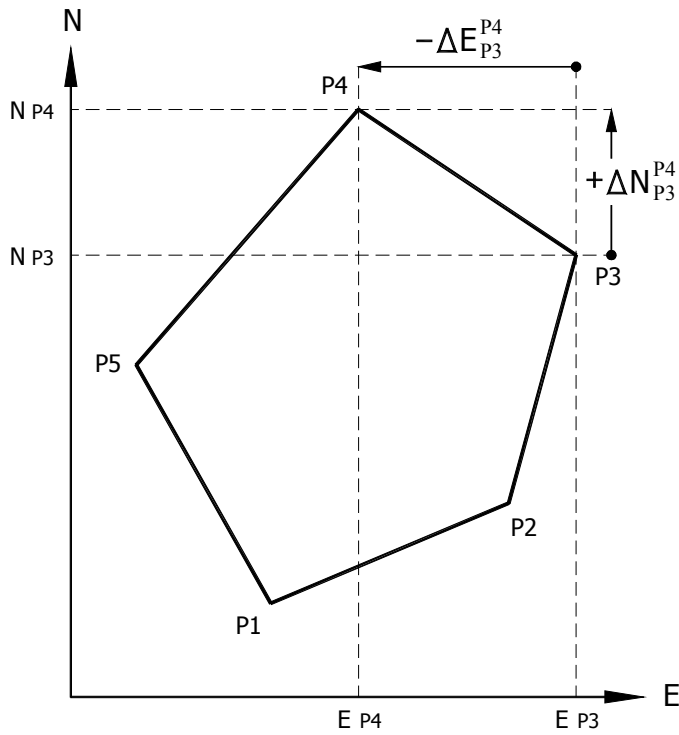
$$N P3 = 133,80 + (171,19 - 0,02)$$

$$N P3 = 304,97 \text{ m}$$

$$E P3 = E P2 + \Delta E_{P2}^{P3} \text{ corregido}$$

$$E P3 = 327,18 + (46,51 + 0,01)$$

$$E P3 = 373,70 \text{ m}$$



$$N_{P4} = N_{P3} + \Delta N_{P3}^{P4} \text{ corregido}$$

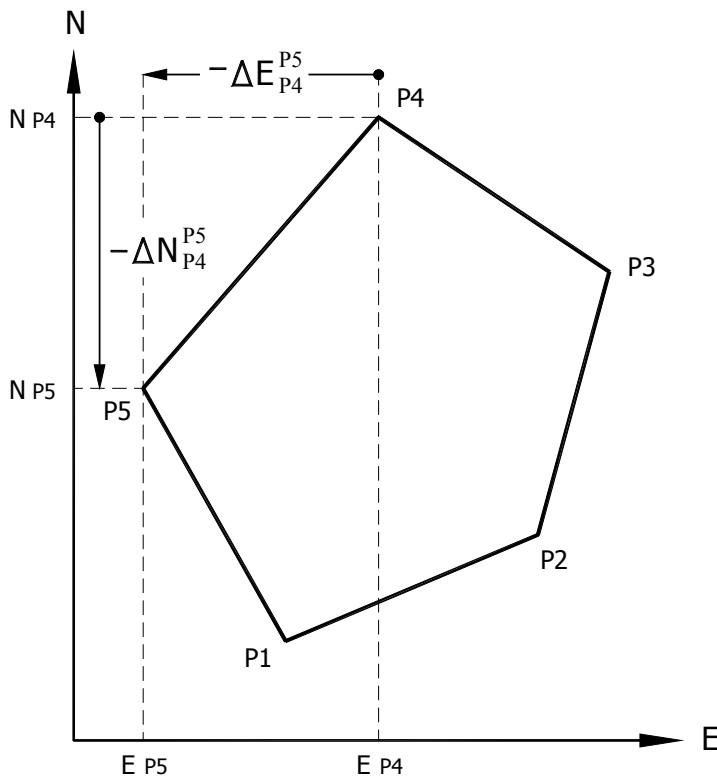
$$N_{P4} = 304,97 + (100,61 - 0,02)$$

$$N_{P4} = 405,56 \text{ m}$$

$$E_{P4} = E_{P3} + \Delta E_{P3}^{P4} \text{ corregido}$$

$$E_{P4} = 373,70 + (-150,27 + 0,02)$$

$$E_{P4} = 223,45 \text{ m}$$



$$N_{P5} = N_{P4} + \Delta N_{P4}^{P5} \text{ corregido}$$

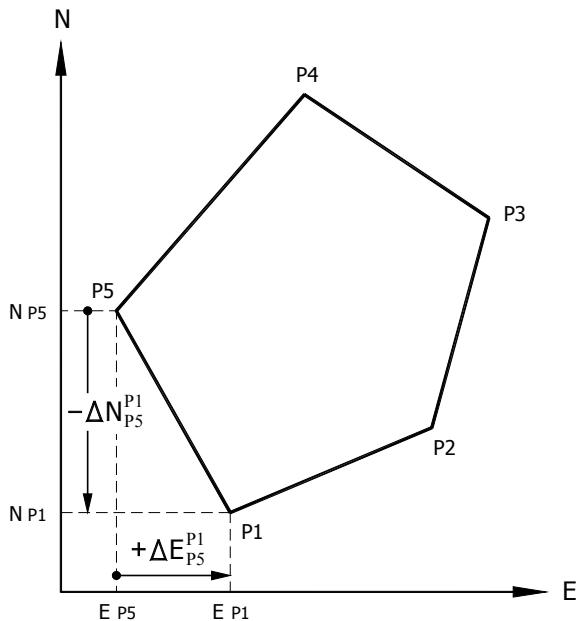
$$N_{P5} = 405,56 + (-176,35 - 0,02)$$

$$N_{P5} = 229,19 \text{ m}$$

$$E_{P5} = E_{P4} + \Delta E_{P4}^{P5} \text{ corregido}$$

$$E_{P5} = 223,45 + (-153,28 + 0,02)$$

$$E_{P5} = 70,19 \text{ m}$$



Como chequeo, se calculan nuevamente las coordenadas del punto P1, partiendo de las coordenadas del punto P5 y de las proyecciones ΔN_{P5}^{P1} y ΔE_{P5}^{P1} .

$$N_{P1} = N_{P5} + \Delta N_{P5}^{P1} \text{ corregido}$$

$$N_{P1} = 229,19 + (-164,51 - 0,02)$$

$$N_{P1} = 64,66 \text{ m}$$

$$E_{P1} = E_{P5} + \Delta E_{P5}^{P1} \text{ corregido}$$

$$E_{P1} = 70,19 + (92,74 + 0,02)$$

$$E_{P1} = 162,95 \text{ m}$$

Estos cálculos pueden realizarse directamente en

la planilla de cálculo de poligonales.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA										CÁLCULO DE POLIGONALES				POLIGONAL No. _____ LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA	
EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES		
	o	'	"			N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE				
P1	67	09	41							64,66	162,95	P1	$FS = \sqrt{FN^2 + FE^2}$ $\eta = \frac{1}{\sum d / FS}$ $FS = \pm 0,1345362405$ $\sum d / FS = 7127,67$ $\eta = 1 : 7127,67$		
P2	N	67	09	41	E	178,18	-0,02	69,16	164,21	133,80	327,18	P2			
		128	02	10	+7"										
P3	N	15	11	58	E	177,40	-0,02	171,19	46,51	304,97	373,70	P3			
		108	36	11	+7"										
P4	N	303	48	16	W	180,84	-0,02	100,61	150,27	405,56	223,45	P4			
		56	11	44	+7"										
P5	S	220	59	48	W	233,66	-0,02	176,35	153,28	229,19	70,19	P5			
		40	59	48	+7"										
P1	S	150	35	25	E	188,85	-0,02	164,51	92,74	64,66	162,95	P1			
		29	24	35	+6"										
P2		67	09	41								P2			
					\sum (Sin correg.)	340,96	-340,86	303,46	-303,55	FÓRMULAS UTILIZADAS					
					\sum (Corregido)	340,90	-340,90	303,51	-303,51	FACTOR DE CN = $-\frac{FN}{\sum d} = -\frac{0,10}{958,93} = -0,000104282$ FACTOR DE CE = $-\frac{FE}{\sum d} = \frac{-0,09}{958,93} = +0,000093854$					
CIERRE ANGULAR: $\sum d = 958,93$					CIERRE MÉTRICO:										
$\sum \alpha = 539^{\circ}59'26''$ $C\alpha = -\frac{-34''}{5} = +6,8''$					$FN = 340,96 - 340,86 = 0,10$										
$f\alpha = 539^{\circ}59'26'' - 540^{\circ} = -34''$					$FE = 303,46 - 303,55 = -0,09$										

1.2 CASO DE TENER EL AZIMUT DE P1 A P5 (SENTIDO HORARIO, ÁNGULOS EXTERNOS)

Conocidos los ángulos internos, los ángulos externos se determinan de la siguiente manera:

$$\beta_{P1} = 360^\circ - \alpha_{P1} = 360^\circ - 96^\circ 34' 10'' = 263^\circ 25' 50''$$

$$\beta_{P2} = 360^\circ - \alpha_{P2} = 360^\circ - 128^\circ 02' 10'' = 231^\circ 57' 50''$$

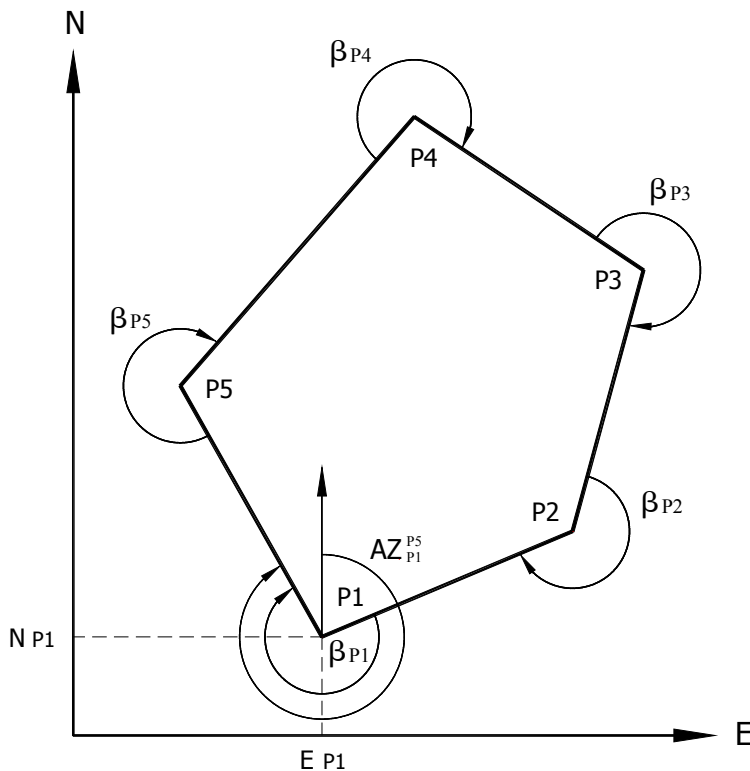
$$\beta_{P3} = 360^\circ - \alpha_{P3} = 360^\circ - 108^\circ 36' 11'' = 251^\circ 23' 49''$$

$$\beta_{P4} = 360^\circ - \alpha_{P4} = 360^\circ - 97^\circ 11' 25'' = 262^\circ 48' 35''$$

$$\beta_{P5} = 360^\circ - \alpha_{P5} = 360^\circ - 109^\circ 35' 30'' = 250^\circ 24' 30''$$

El azimut de P1 a P5 es un dato conocido.

$$AZ_{P1}^{P5} = 330^\circ 35' 31''$$



PUNTO	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
P1	64,66	162,95

ÁNGULOS MEDIDOS	
β_{P1}	263° 25' 50"
β_{P2}	231° 57' 50"
β_{P3}	251° 23' 49"
β_{P4}	262° 48' 35"
β_{P5}	250° 24' 30"

DISTANCIAS MEDIDAS	
P1 - P2	178,18
P2 - P3	177,40
P3 - P4	180,84
P4 - P5	233,66
P5 - P1	188,85

CONTROL DE CIERRE ANGULAR

$$f \beta = \Sigma \beta - (n + 2) 180^\circ = 1260^\circ 00' 34'' - (5 + 2) 180^\circ = 1260^\circ 00' 34'' - 1260^\circ$$

$$f \beta = + 34''$$

CORRECCIÓN ANGULAR (C β)

Si asumimos que el máximo error angular tolerable sea de $\pm 16''\sqrt{n}$, luego:

$$\text{Tolerancia} = \pm 16''\sqrt{n} = \pm 16''\sqrt{5} = \pm 35,78''$$

$$f \beta = + 34'' < \text{Tolerancia} = \pm 35,78''$$

$$C \beta = - \frac{f \beta}{n} = - \frac{34''}{5} = - 6,8''$$

Correcciones angulares con cifras decimales, sólo se justifican en poligonales de altísima precisión.

Por tanto, siendo $f \beta = 34''$ y $n = 5$, se procede a distribuir las correcciones como se indica a continuación:

<u>Ángulos</u>	<u>Corrección a c/u</u>	<u>Total</u>
4	- 7''	28''
1	- 6''	<u>6''</u>
		34''

Ángulos corregidos:

$$\beta_{P1} = 263^\circ 25' 50'' - 7'' = 263^\circ 25' 43''$$

$$\beta_{P2} = 231^\circ 57' 50'' - 6'' = 231^\circ 57' 44''$$

$$\beta_{P3} = 251^\circ 23' 49'' - 7'' = 251^\circ 23' 42''$$

$$\beta_{P4} = 262^\circ 48' 35'' - 7'' = 262^\circ 48' 28''$$

$$\beta_{P5} = 250^\circ 24' 30'' - 7'' = 250^\circ 24' 23''$$

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO			DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
	ÁNGULO				N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
P1	°	'	"						64,66	162,95	P1	
	330	35	31									
				188,85	AZ _{P1} ^{P5}							
P5	250	24	30								P5	
				233,66	β_{P5}							
P4	262	48	35								P4	
				180,84	β_{P4}							
P3	251	23	49								P3	
				177,40	β_{P3}							
P2	231	57	50								P2	
				178,18	β_{P2}							
P1	263	25	50								P1	
P5					β_{P1}						P5	
				Σ (Sin correg.)					FÓRMULAS UTILIZADAS			
				Σ (Corregido)								
CIERRE ANGULAR:				$\Sigma d = 958,93$	CIERRE MÉTRICO:							
$\Sigma \beta = 1260^\circ 00' 34''$				$C\beta = -\frac{34''}{5} = -6,8''$								
$f\beta = 1260^\circ 00' 34'' - 1260^\circ = 34''$												

CÁLCULO DE LOS AZIMUT INTERMEDIOS

Para el cálculo de los azimut intermedios se aplica la fórmula:

$$AZ_{sigue} = AZ_{anterior} + \beta \pm 180^\circ$$

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO			
	°	'	"	
P1	330	35	31	
P5	250	24	30	- 7"
P4	40	59	54	
P4	262	48	35	- 7"
P3	123	48	22	
P3	251	23	49	- 7"
P2	195	12	04	
P2	231	57	50	- 6"
P1	247	09	48	
P1	263	25	50	- 7"
P5	330	35	31	

$AZ_{P1}^{P5} = 330^{\circ} 35' 31''$ AZ inicial
 $\beta_{P5} = 250^{\circ} 24' 23''$ (corregido)
 \hline
 $580^{\circ} 59' 54'' > 540^{\circ}$
 $- 540^{\circ} 00' 00''$

$AZ_{P4}^{P5} = 40^{\circ} 59' 54''$
 $\beta_{P4} = 262^{\circ} 48' 28''$ (corregido)
 \hline
 $303^{\circ} 48' 22'' > 180^{\circ}$
 $- 180^{\circ} 00' 00''$

$AZ_{P3}^{P4} = 123^{\circ} 48' 22''$
 $\beta_{P3} = 251^{\circ} 23' 42''$ (corregido)
 \hline
 $375^{\circ} 12' 04'' > 180^{\circ}$
 $- 180^{\circ} 00' 00''$

$AZ_{P2}^{P3} = 195^{\circ} 12' 04''$
 $\beta_{P2} = 231^{\circ} 57' 44''$ (corregido)
 \hline
 $427^{\circ} 09' 48'' > 180^{\circ}$
 $- 180^{\circ} 00' 00''$

$AZ_{P1}^{P2} = 247^{\circ} 09' 48''$
 $\beta_{P1} = 263^{\circ} 25' 43''$ (corregido)
 \hline
 $510^{\circ} 35' 31'' > 180^{\circ}$
 $- 180^{\circ} 00' 00''$

$AZ_{P1}^{P5} = 330^{\circ} 35' 31''$ AZ inicial

Dato conocido

↓

Chequeo

↑

Dato conocido

El resto de los cálculos se realizarán directamente en la planilla para el cálculo de poligonales.

De los resultados obtenidos, podemos observar que los rumbos son los mismos en valor angular que los calculados en el caso anterior, pero en este caso tienen orientación contraria; por ejemplo: el rumbo de P1 a P2 en el caso anterior (sentido antihorario) es N 67° 09' 41" E y para este caso (sentido horario) el rumbo es de S 67° 09' 48" W.

Igualmente, en el cálculo de las proyecciones se puede observar que son las mismas, pero en un sentido tendrán un signo y en el otro tendrán el signo contrario, por ejemplo: la proyección ΔN_{P1}^{P2} en el caso anterior (sentido antihorario) es igual a +69,16 m y en este caso (sentido horario) es igual a - 69,15 m.

De los resultados obtenidos de las coordenadas de cada uno de los puntos, podemos observar que son las mismas en ambos casos.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
						N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
P1	o	'	"							64,66	162,95	P1	$FS = \sqrt{FN^2 + FE^2}$ $\gamma_S = \frac{1}{\Sigma d / FS}$ $FS = \pm 0,1272792206$ $\Sigma d / FS = 7534,07$ $\gamma_S = 1 : 7534,07$ CN = FACTOR DE CN x DIST CE = FACTOR DE CE x DIST
N	330	35	31			0,02			-0,02				
	29	24	29	W	188,85	164,52			92,73				
P5	250	24	30	-7"						229,20	70,20	P5	
	40	59	54										
N	40	59	54	E	233,66	176,35			-0,02	153,29			
	262	48	35	-7"									
P4	123	48	22							405,57	223,47	P4	
	56	11	38	E	180,84		0,02		-0,02				
S	56	11	38	E			100,62		150,26				
	251	23	49	-7"						304,97	373,71	P3	
S	195	12	04				0,01		-0,01				
	15	12	04	W	177,40		171,19		46,52				
P2	231	57	50	-6"						133,79	327,18	P2	
	247	09	48				0,02		-0,02				
S	67	09	48	W	178,18		69,15		164,21				
	263	25	50	-7"						64,66	162,95	P1	
P5	330	35	31									P5	
					Σ (Sin correg.)	340,87	340,96	303,55	303,46	FÓRMULAS UTILIZADAS			
					Σ (Corregido)	340,91	340,91	303,51	303,51	FACTOR DE CN = $-\frac{FN}{\Sigma d} = -\frac{-0,09}{958,93} = +0,000093854$ FACTOR DE CE = $-\frac{FE}{\Sigma d} = -\frac{-0,09}{958,93} = +0,000093854$			
CIERRE ANGULAR:					$\Sigma d = 958,93$	CIERRE MÉTRICO:							
$\Sigma \beta = 1260^{\circ}00'34"$					$C\beta = -\frac{34''}{5} = -6,8''$	$FN = 340,87 - 340,96 = -0,09$							
$f\beta = 1260^{\circ}00'34" - 1260^{\circ} = 34''$						$FE = 303,55 - 303,46 = 0,09$							

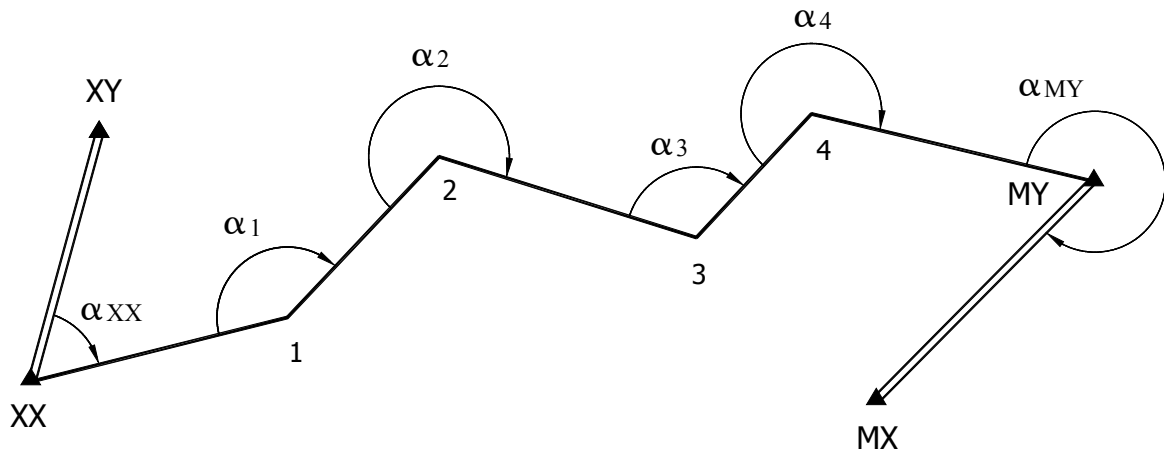
2 LA POLIGONAL ABIERTA

Son aquellas cuyo punto de arranque no coincide con el punto de llegada.

Cuando las poligonales abiertas no están ligadas a ningún punto de coordenadas conocidas, la única comprobación consistirá en repetir las mediciones y los cálculos.

El caso ideal de una poligonal abierta es cuando se tienen dos puntos de coordenadas conocidas al inicio y dos puntos de coordenadas conocidas al final. En este caso, se podrá determinar el control de cierre angular (azimut) y lineal (coordenadas).

2.1 CÁLCULO DE LA POLIGONAL ABIERTA EN LA DIRECCIÓN DE XX A MY



DATOS DE PUNTOS DE APOYO		
PUNTO	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
XY	438,51	3005,75
XX	164,67	2930,94
MY	387,16	4115,73
MX	143,27	3874,21

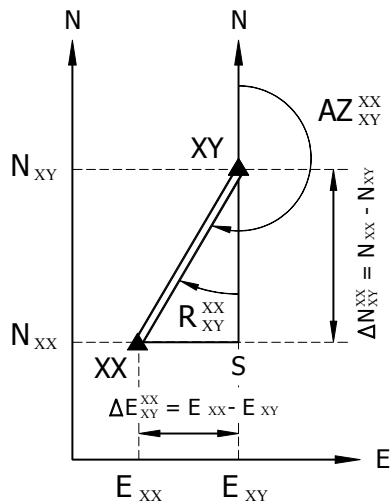
ÁNGULOS MEDIDOS	
α_{XX}	60° 41' 15"
α_1	147° 22' 25"
α_2	244° 04' 34"
α_3	115° 31' 11"
α_4	240° 29' 37"
α_{MY}	301° 17' 07"

DISTANCIAS MEDIDAS	
LADOS	DISTANCIAS
XX - 1	294,49
1 - 2	246,10
2 - 3	300,18
3 - 4	187,85
4 - MY	324,58

Resolviendo la poligonal en la dirección de XX a MY, los ángulos considerados en los cálculos, deben ser los medidos en campo y suministrados como datos conocidos, según el sentido de avance.

En este caso el azimut inicial es el AZ_{XY}^{XX} y el azimut final es el AZ_{MY}^{MX} .

CÁLCULO DEL AZIMUT INICIAL Y DEL AZIMUT FINAL



$$Tg R_{XY}^{XX} = \left| \frac{\Delta E_{XY}^{XX}}{\Delta N_{XY}^{XX}} \right| = \left| \frac{E_{XX} - E_{XY}}{N_{XX} - N_{XY}} \right| = \left| \frac{2930,94 - 3005,75}{164,67 - 438,51} \right|$$

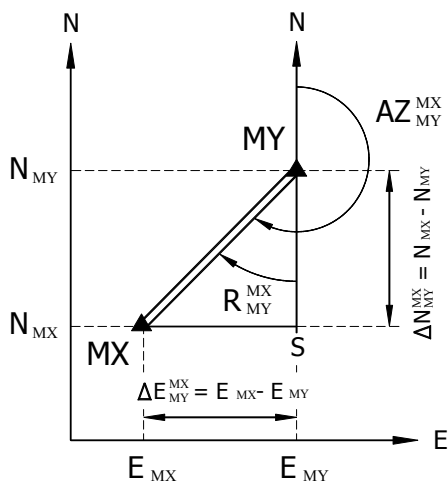
Nota: Los valores entre barras indican valores absolutos

$$Tg R_{XY}^{XX} = \left| \frac{-74,81}{-273,84} \right| = 0,2731887233$$

$$R_{XY}^{XX} = \text{arcTg } 0,2731887233 = S \ 15^\circ \ 16' \ 47'' \ W$$

$$AZ_{XY}^{XX} = R_{XY}^{XX} + 180^\circ \text{ (3er Cuadrante)}$$

$$AZ_{XY}^{XX} = 195^\circ \ 16' \ 47'' \text{ (AZinicial)}$$



$$Tg R_{MY}^{MX} = \left| \frac{\Delta E_{MY}^{MX}}{\Delta N_{MY}^{MX}} \right| = \left| \frac{E_{MX} - E_{MY}}{N_{MX} - N_{MY}} \right| = \left| \frac{3874,21 - 4115,73}{143,27 - 387,16} \right|$$

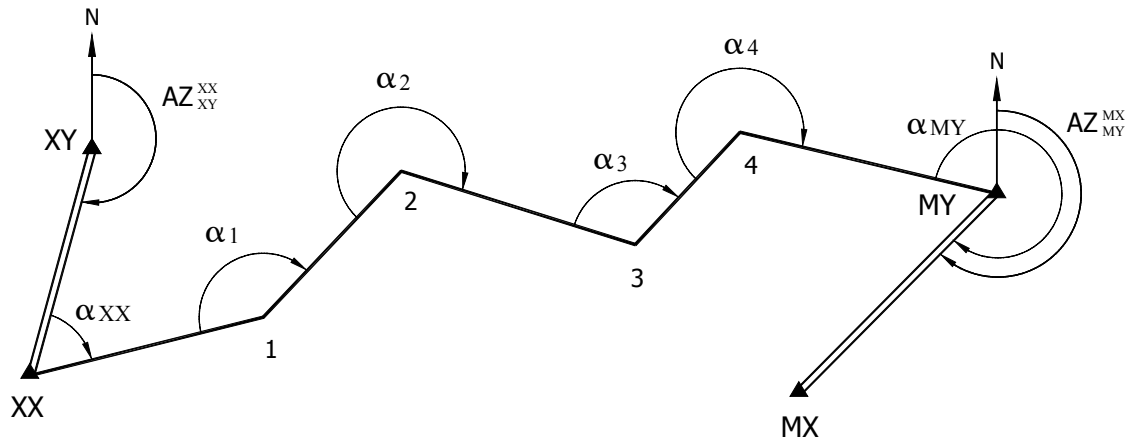
$$Tg R_{MY}^{MX} = \left| \frac{-241,52}{-243,89} \right| = 0,9902825044$$

$$R_{MY}^{MX} = \text{arcTg } 0,9902825044 = S \ 44^\circ \ 43' \ 13'' \ W$$

$$AZ_{MY}^{MX} = R_{MY}^{MX} + 180^\circ \text{ (3er Cuadrante)}$$

$$AZ_{MY}^{MX} = 224^\circ \ 43' \ 13'' \text{ (AZfinal)}$$

El problema se reduce a una poligonal abierta en el cual se conocen: el azimut inicial y el azimut final (control de cierre angular), y un punto de coordenadas conocidas al inicio (punto XX) y al final (punto MY) (control de cierre lineal):



CONTROL DE CIERRE ANGULAR

Por definición:

$$f_{\alpha} = AZ_{fobs} - AZ_{fcalc}$$

f_{α} = error de cierre angular.

AZ_{fobs} = es el azimut final observado y se obtiene en función del azimut inicial y de los ángulos medidos en el campo.

AZ_{fcalc} = es el azimut final calculado y se obtiene en función de los dos puntos de coordenadas conocidas.

Cálculo del azimut final observado:

$$AZ_{fobs} = AZ_{inicial} + \sum \alpha - n \times 180^{\circ}$$

donde:

AZ inicial = es el azimut inicial calculado en función de los dos puntos de coordenadas conocidas.

$\Sigma \alpha$ = suma de los ángulos medidos en el campo.

n = número de ángulos medidos en el campo.

Aplicando al presente problema:

$$\text{AZ fobs} = 195^\circ 16' 47'' + 1109^\circ 26' 09'' - 6 \times 180^\circ$$

$$\text{AZ fobs} = 224^\circ 42' 56''$$

Por lo tanto:

$$f \alpha = 224^\circ 42' 56'' - 224^\circ 43' 13'' = -17'' \quad (\text{error de cierre angular})$$

CORRECCIÓN ANGULAR ($C\alpha$)

El error angular $f\alpha$ determinado en el paso anterior, se compara con la tolerancia angular.

Suponiendo que el máximo error angular tolerable sea de $\pm 10''\sqrt{n}$, luego:

$$\text{Tolerancia} = \pm 10''\sqrt{n} = \pm 10''\sqrt{6} = \pm 24,49''$$

$$f \alpha = -17'' < \text{Tolerancia} = \pm 24,49''$$

Si el error angular hubiese sido mayor que el tolerable, habría sido necesario revisar para hallar la causa y medir nuevamente los ángulos equivocados. En este caso como el error está dentro de la tolerancia, se debe distribuir proporcionalmente entre los ángulos medidos.

$$C\alpha = -\frac{f \alpha}{n} = -\frac{-17''}{6} = +2,83''$$

Correcciones angulares con cifras decimales, sólo se justifican en poligonales de altísima precisión.

Por tanto, siendo $f\alpha = -17''$ y $n = 6$, se procede a distribuir las correcciones como se indica a continuación:

<u>Ángulos</u>	<u>Corrección a c/u</u>	<u>Total</u>
5	+3''	15''
1	+2''	<u>2''</u>
		17''

Observaciones:

- d) El signo de las correcciones ($C\alpha$) es siempre contrario al de $f\alpha$.
- e) Las correcciones mayores se le aplican a los ángulos cuya medición se realizó en condiciones menos favorables.
- f) En caso de que $f\alpha$ sea menor que n , se aplicarán correcciones de 1'' solamente en algunos ángulos, hasta distribuir el error total, siguiendo para ello el mismo criterio que en el punto anterior.

Se aplica la corrección angular $C\alpha$ a cada uno de los ángulos medidos, y se procede al cálculo de los azimut intermedios a partir del azimut inicial (AZ_{XY}^{XX}).

Ángulos corregidos:

$$\begin{aligned} \alpha_{XX} &= 60^\circ 41' 15'' + 2'' = 60^\circ 41' 17'' \\ \alpha_1 &= 147^\circ 22' 25'' + 3'' = 147^\circ 22' 28'' \\ \alpha_2 &= 244^\circ 04' 34'' + 3'' = 244^\circ 04' 37'' \\ \alpha_3 &= 115^\circ 31' 11'' + 3'' = 115^\circ 31' 14'' \\ \alpha_4 &= 240^\circ 29' 37'' + 3'' = 240^\circ 29' 40'' \\ \alpha_{MY} &= 301^\circ 17' 07'' + 3'' = 301^\circ 17' 10'' \end{aligned}$$

Para el cálculo de los azimut intermedios, de las proyecciones y de las coordenadas, se puede utilizar la planilla para el cálculo de poligonales:

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO			DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
					N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
XY	°	'	"								XY	
	195	16	47		AZ_{XY}^{XX}							
XX	60	41	15					164,67	2930,94		XX	
				294,49	α_{XX}							
1	147	22	25								1	
				246,10	α_1							
2	244	04	34								2	
				300,18	α_2							
3	115	31	11								3	
				187,85	α_3							
4	240	29	37								4	
				324,58	α_4							
MY	301	17	07					387,16	4115,73		MY	
	224	43	13		α_{MY}							
MX											MX	
					AZ_{MY}^{MX}							
				Σ (Sin correg.)								
				Σ (Corregido)								
CIERRE ANGULAR: $\Sigma d = 1353,20$					CIERRE MÉTRICO:							
$\Sigma \alpha = 1109^{\circ}26'09''$					$C\alpha = -\frac{-17''}{6} = +2,83''$							
$f\alpha = 224^{\circ}42'56'' - 224^{\circ}43'13'' = -17''$												
										FÓRMULAS UTILIZADAS		

CÁLCULO DE LOS AZIMUT INTERMEDIOS

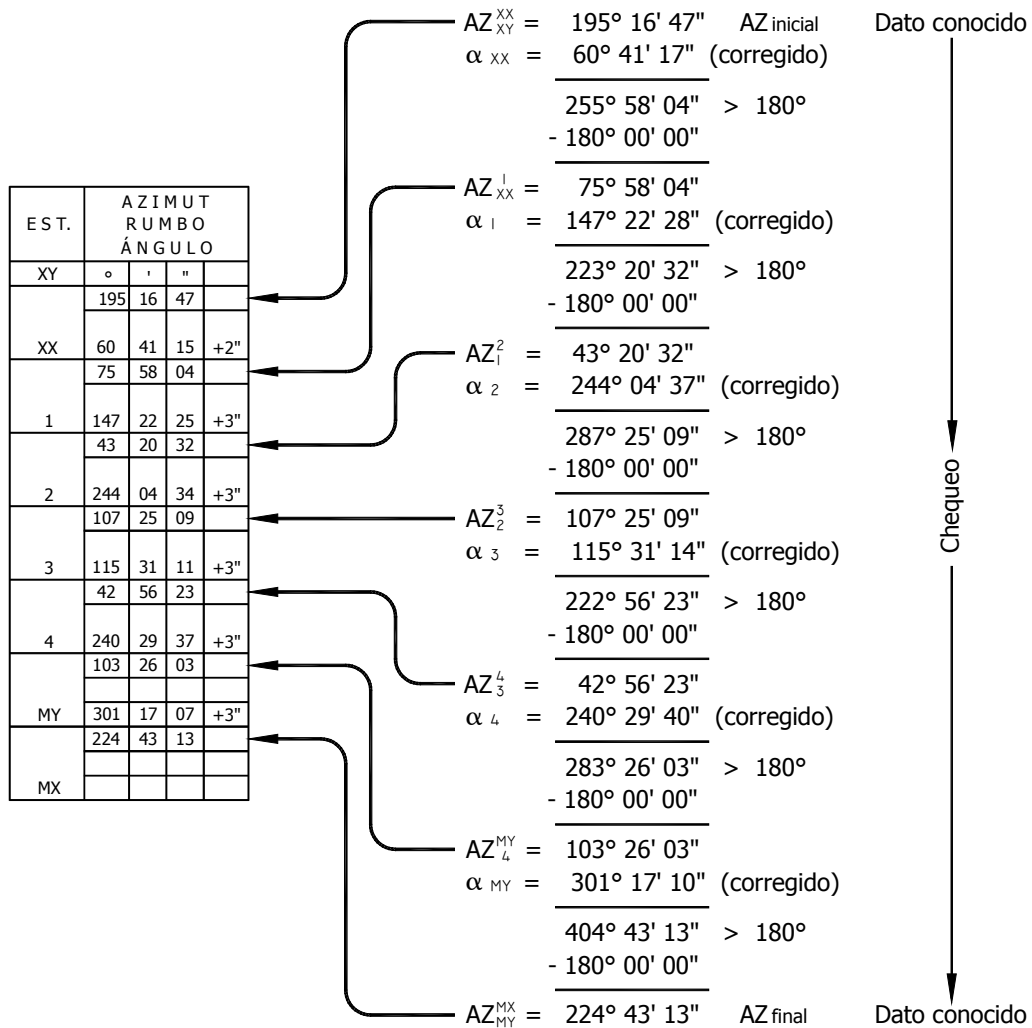
Para el cálculo de los azimut intermedios se aplica la fórmula:

$$AZ_{sigue} = AZ_{anterior} + \alpha \pm 180^{\circ}$$

Si $AZ_{anterior} + \alpha < 180^{\circ}$ $\Rightarrow + 180^{\circ}$

$AZ_{anterior} + \alpha > 180^{\circ}$ y $< 540^{\circ}$ $\Rightarrow - 180^{\circ}$

$AZ_{anterior} + \alpha > 540^{\circ}$ $\Rightarrow - 540^{\circ}$



Se comienza el cálculo con el azimut inicial (AZ_{XY}^{XX}), y se van calculando los valores de los azimut intermedios, usando sucesivamente los ángulos medidos ya corregidos hasta llegar al azimut final (AZ_{MY}^{MX}), previamente calculado. Si no se obtiene como resultado el azimut final, se debe verificar nuevamente las operaciones hasta lograrlo para poder continuar con el cálculo de la poligonal.

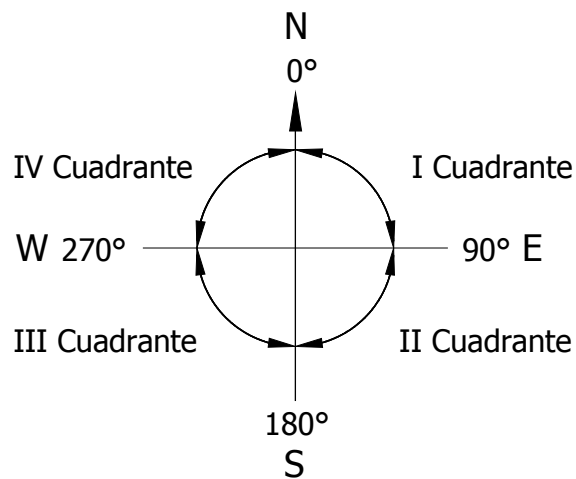
El cálculo de los azimut intermedios puede realizarse directamente en la planilla de cálculo de poligonales o en una hoja aparte y posteriormente introducirlos en la planilla.

CÁLCULO DE LOS RUMBOS

Conocidos los azimut de todas las líneas intermedias de la poligonal, se procede a calcular los rumbos de las mismas.

Los rumbos se determinarán de acuerdo al cuadrante en que se encuentre el azimut:

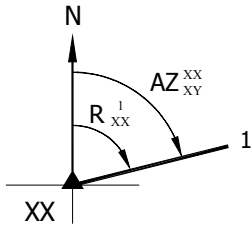
VALOR AZIMUT	CUADRANTE	RUMBO
0° a 90°	I	N (AZ = R) E
90° a 180°	II	S (180° - AZ) E
180° a 270°	III	S (AZ - 180°) W
270° a 360°	IV	N (360° - AZ) W



I CUADRANTE

$$R_{XX}^1 = N (AZ_{XX}^1) E$$

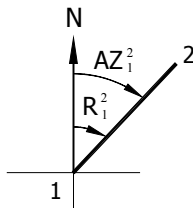
$$R_{XX}^1 = N (75^\circ 58' 04'') E$$



I CUADRANTE

$$R_1^2 = N (AZ_1^2) E$$

$$R_1^2 = N (43^\circ 20' 32'') E$$

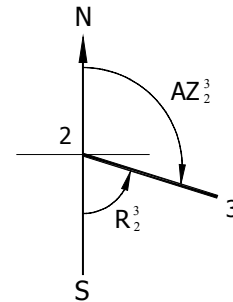


II CUADRANTE

$$R_2^3 = S (180^\circ - AZ_2^3) E$$

$$R_2^3 = S (180^\circ - 107^\circ 25' 09'') E$$

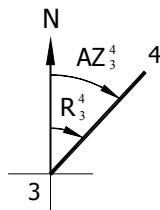
$$R_2^3 = S (72^\circ 34' 51'') E$$



I CUADRANTE

$$R_3^4 = N (AZ_3^4) E$$

$$R_3^4 = N (42^\circ 56' 23'') E$$

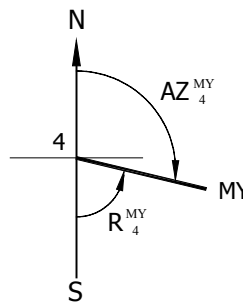


II CUADRANTE

$$R_4^{MY} = S (180^\circ - AZ_4^{MY}) E$$

$$R_4^{MY} = S (180^\circ - 103^\circ 26' 03'') E$$

$$R_4^{MY} = S (76^\circ 33' 57'') E$$



Calculados los rumbos, se procede a registrarlos en la planilla.

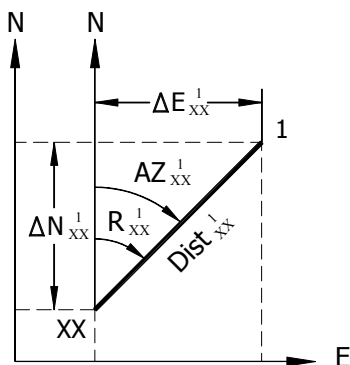
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
	o	'	"			N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
XY	195	16	47									XY	
XX	60	41	15	+2"					164,67	2930,94	XX		
	75	58	04										
1	N	75	58	04	E	294,49						1	
		147	22	25	+3"								
2	N	43	20	32	E	246,10						2	
		244	04	34	+3"								
3	S	107	25	09									
		72	34	51	E	300,18							
4	N	42	56	23	E	187,85						4	
		240	29	37	+3"								
MY	S	103	26	03									
		76	33	57	E	324,58				387,16	4115,73	MY	
MX		224	43	13								MX	
Σ (Sin correg.)									FÓRMULAS UTILIZADAS				
Σ (Corregido)													
CIERRE ANGULAR: Σd = 1353,20						CIERRE MÉTRICO:							
Σα = 1109°26'09" Cα = -17"/6 = +2,83"													
fα = 224°42'56" - 224°43'13" = - 17"													

CÁLCULO DE LAS PROYECCIONES Y CONTROL DE CIERRE LINEAL



$$\cos R_{XX}^1 = \frac{\Delta N_{XX}^1}{D_{XX}^1} \Rightarrow \Delta N_{XX}^1 = D_{XX}^1 \times \cos R_{XX}^1$$

$$\sin R_{XX}^1 = \frac{\Delta E_{XX}^1}{D_{XX}^1} \Rightarrow \Delta E_{XX}^1 = D_{XX}^1 \times \sin R_{XX}^1$$

Por lo tanto, las proyecciones ΔN y ΔE se calcularán sobre la base de estas fórmulas, para cada uno de los lados de la poligonal.

El producto de la distancia por el coseno se colocará en N(+) o N o N(-) o S según lo indique el rumbo; de igual forma el producto de la distancia por el seno se colocará en E(+) o E o E(-) o W dependiendo de lo indicado en el rumbo.

También se podrán calcular las proyecciones ΔN y ΔE con los azimut calculados:

$$\Delta N_{xx}^1 = D_{xx}^1 \times \text{Cos } AZ_{xx}^1 \quad \text{y} \quad \Delta E_{xx}^1 = D_{xx}^1 \times \text{Sen } AZ_{xx}^1$$

En este caso el signo de las proyecciones se obtiene directamente.

Calculando las proyecciones en el problema presente:

$$\Delta N_{xx}^1 = D_{xx}^1 \times \text{Cos } AZ_{xx}^1 = 294,49 \times \text{Cos } 75^\circ 58' 04'' = + 71,40 \text{ m}$$

$$\Delta N_1^2 = D_1^2 \times \text{Cos } AZ_1^2 = 246,10 \times \text{Cos } 43^\circ 20' 32'' = + 178,98 \text{ m}$$

$$\Delta N_2^3 = D_2^3 \times \text{Cos } AZ_2^3 = 300,18 \times \text{Cos } 107^\circ 25' 09'' = - 89,86 \text{ m}$$

$$\Delta N_3^4 = D_3^4 \times \text{Cos } AZ_3^4 = 187,85 \times \text{Cos } 42^\circ 56' 23'' = + 137,52 \text{ m}$$

$$\Delta N_4^{MY} = D_4^{MY} \times \text{Cos } AZ_4^{MY} = 324,58 \times \text{Cos } 103^\circ 26' 03'' = - 75,41 \text{ m}$$

$$\Delta E_{xx}^1 = D_{xx}^1 \times \text{Sen } AZ_{xx}^1 = 294,49 \times \text{Sen } 75^\circ 58' 04'' = + 285,70 \text{ m}$$

$$\Delta E_1^2 = D_1^2 \times \text{Sen } AZ_1^2 = 246,10 \times \text{Sen } 43^\circ 20' 32'' = + 168,91 \text{ m}$$

$$\Delta E_2^3 = D_2^3 \times \text{Sen } AZ_2^3 = 300,18 \times \text{Sen } 107^\circ 25' 09'' = + 286,41 \text{ m}$$

$$\Delta E_3^4 = D_3^4 \times \text{Sen } AZ_3^4 = 187,85 \times \text{Sen } 42^\circ 56' 23'' = + 127,97 \text{ m}$$

$$\Delta E_4^{MY} = D_4^{MY} \times \text{Sen } AZ_4^{MY} = 324,58 \times \text{Sen } 103^\circ 26' 03'' = + 315,70 \text{ m}$$

Estos cálculos pueden realizarse directamente en la planilla para el cálculo de poligonales.

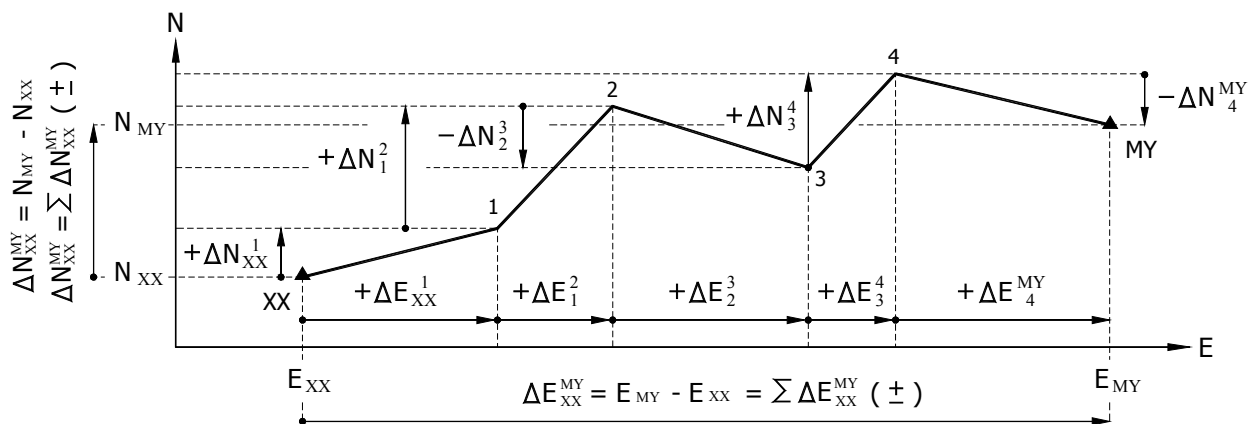
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
						N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
XY	°	'	"									XY	
	195	16	47										
XX	60	41	15	+2"					164,67	2930,94	XX		
	75	58	04										
N	75	58	04	E	294,49	71,40		285,70					
1	147	22	25	+3"							1		
	43	20	32										
N	43	20	32	E	246,10	178,98		168,91					
2	244	04	34	+3"							2		
	107	25	09										
S	72	34	51	E	300,18		89,86	286,41					
3	115	31	11	+3"							3		
	42	56	23										
N	42	56	23	E	187,85	137,52		127,97					
4	240	29	37	+3"							4		
	103	26	03										
S	76	33	57	E	324,58		75,41	315,70					
MY	301	17	07	+3"					387,16	4115,73	MY		
	224	43	13										
MX											MX		
					Σ(Sin correg.)	387,90	- 165,27	1184,69	FÓRMULAS UTILIZADAS				
					Σ(Corregido)								
CIERRE ANGULAR: Σd = 1353,20					CIERRE MÉTRICO:								
Σα = 1109°26'09" Cα = - $\frac{17''}{6}$ = +2,83"													
fα = 224°42'56" - 224°43'13" = - 17"													

En una poligonal abierta si se conocen las coordenadas de un punto de partida y las coordenadas de un punto de llegada se cumple:



Por lo tanto el error de cierre lineal en la poligonal viene dado por:

$$FN = \sum \Delta N_{XX}^{MY} - \Delta N_{XX}^{MY}$$

$$FE = \sum \Delta E_{XX}^{MY} - \Delta E_{XX}^{MY}$$

donde:

FN = error de proyección norte.

FE = error de proyección este.

$$\sum \Delta N_{XX}^{MY} = \sum \Delta N_{XX}^{MY}(+) - \sum \Delta N_{XX}^{MY}(-) = 387,90 - 165,27 = + 222,63 \text{ m}$$

$$\sum \Delta E_{XX}^{MY} = \sum \Delta E_{XX}^{MY}(+) - \sum \Delta E_{XX}^{MY}(-) = 1184,69 - 0,00 = + 1184,69 \text{ m}$$

$$\Delta N_{XX}^{MY} = N_{MY} - N_{XX} = 387,16 - 164,67 = 222,49 \text{ m}$$

$$\Delta E_{XX}^{MY} = E_{MY} - E_{XX} = 4115,73 - 2930,94 = 1184,79 \text{ m}$$

$$FN = 222,63 - 222,49 = 0,14 \text{ m}$$

$$FE = 1184,69 - 1184,79 = -0,10 \text{ m}$$

$$FS = \pm \sqrt{FN^2 + FE^2} \quad (\text{error de cierre lineal})$$

$$FS = \pm \sqrt{FN^2 + FE^2} = \pm \sqrt{(0,14)^2 + (-0,10)^2} \Rightarrow FS = \pm 0,1720465053$$

$$\varepsilon = \frac{FS}{\sum d} \quad (\text{error relativo}) \quad \sum d = \text{suma de las distancias}$$

$$\varepsilon = \frac{FS/FS}{\sum d/FS} = \frac{1}{\sum d/FS} = \frac{1}{1353,20/0,1720465053} = \frac{1}{7865,32}$$

$$\varepsilon = 1 : 7865,32$$

Si asumimos que la tolerancia sea de 1: 6000, es decir, un error de 1 metro en una longitud de 6000 m, en este caso se cumple con esta condición ya que estamos cometiendo el mismo error de 1 m en una distancia mayor, por lo que estamos dentro de la tolerancia y se puede continuar con el cálculo.

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN

$$CN = -\frac{FN}{\sum d} = -\frac{0,14}{1353,20} = -0,000103458 \quad \text{y} \quad CE = -\frac{FE}{\sum d} = -\frac{-0,10}{1353,20} = +0,000073898$$

$$CN = -0,000103458 \quad (\text{Factor de corrección de proyección norte})$$

$$CE = +0,000073898 \quad (\text{Factor de corrección de proyección este})$$

CORRECCIÓN DE LAS PROYECCIONES

Para corregir las proyecciones se multiplican los factores de corrección por la distancia del lado respectivo, de la siguiente forma:

Lado XX – 1:

$$\text{Corrección norte} = CN \times D_{xx}^1 = -0,000103458 \times 294,49 = -0,030467346 = -0,03$$

$$\text{Corrección este} = CE \times D_{xx}^1 = 0,000073898 \times 294,49 = 0,021762222 = 0,02$$

Lado 1 – 2:

$$\text{Corrección norte} = CN \times D_1^2 = -0,000103458 \times 246,10 = -0,0254610138 = -0,03$$

$$\text{Corrección este} = CE \times D_1^2 = 0,000073898 \times 246,10 = 0,0181862978 = 0,02$$

Lado 2 – 3:

$$\text{Corrección norte} = CN \times D_2^3 = -0,000103458 \times 300,18 = -0,031056022 = -0,03$$

Corrección este = $CE \times D_2^3 = 0,000073898 \times 300,18 = 0,022182701 = 0,02$

Lado 3 – 4:

Corrección norte = $CN \times D_3^4 = -0,000103458 \times 187,85 = -0,0194345853 = -0,02$

Corrección este = $CE \times D_3^4 = 0,000073898 \times 187,85 = 0,0138817393 = 0,02$

Lado 4 – MY:

Corrección norte = $CN \times D_4^{MY} = -0,000103458 \times 324,58 = -0,033580397 = -0,03$

Corrección este = $CE \times D_4^{MY} = 0,000073898 \times 324,58 = 0,023985812 = 0,02$

Calculadas las correcciones de las proyecciones de los diferentes lados de la poligonal, se procede a registrarlas en la planilla.

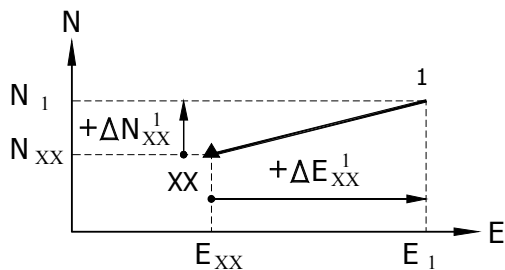
CÁLCULO DE POLIGONALES

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
	°	'	"			N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
XY	195	16	47									XY	$FS = \sqrt{FN^2 + FE^2}$ $\eta = \frac{1}{\sum d / FS}$ $FS = \pm 0,1720465053$ $\sum d / FS = 7865,32$ $\eta = 1 : 7865,32$
XX	60	41	15	+2"					164,67	2930,94	XX		
1	75	58	04		294,49	-0,03		0,02				1	
	N	75	58	04		E	71,40		285,70				
2	147	22	25	+3"	246,10	-0,03		0,02				2	
	N	43	20	32		E	178,98		168,91				
3	107	25	09		300,18	-0,03		0,02				3	
	S	72	34	51		E	89,86		286,41				
4	115	31	11	+3"	187,85	-0,02		0,02				4	
	N	42	56	23		E	137,52		127,97				
MY	103	26	03		324,58	-0,03		0,02				MY	
	S	76	33	57		E	75,41		315,70				
MX	244	04	34	+3"					387,16	4115,73	MX		
					\sum (Sin correg.)	387,90	-165,27	1184,69	FÓRMULAS UTILIZADAS				
					\sum (Corregido)	387,82	-165,33	1184,79	FACTOR DE CN = $-\frac{FN}{\sum d} = -\frac{0,14}{1353,20} = -0,000103458$ FACTOR DE CE = $-\frac{FE}{\sum d} = -\frac{-0,10}{1353,20} = +0,000073898$				
CIERRE ANGULAR: $\sum d = 1353,20$ $\sum \alpha = 1109^{\circ}26'09''$ $C\alpha = -\frac{-17''}{6} = +2,83''$ $f\alpha = 224^{\circ}42'56'' - 224^{\circ}43'13'' = -17''$					CIERRE MÉTRICO: $FN = 222,63 - 222,49 = 0,14 \text{ m}$ $FE = 1184,69 - 1184,79 = -0,10 \text{ m}$								

CÁLCULO DE LAS COORDENADAS

Calculadas las proyecciones y sus correspondientes correcciones, se procede a calcular las coordenadas de los demás puntos.

Se procede a calcular las coordenadas del punto 1, partiendo de las coordenadas del punto XX (conocidas), sumadas a las proyecciones respectivas ΔN_{xx}^1 y ΔE_{xx}^1 , luego las del punto 2, luego las del punto 3, hasta llegar al punto final (MY) con las mismas coordenadas.



$$N_1 = N_{XX} + \Delta N_{xx}^1 \text{ corregido}$$

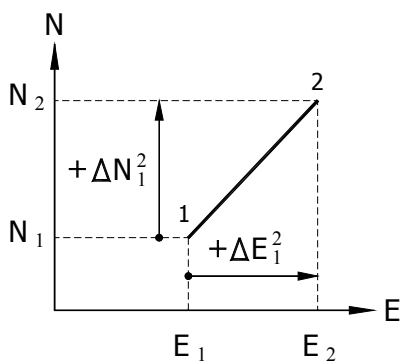
$$N_1 = 164,67 + (71,40 - 0,03)$$

$$N_1 = 236,04 \text{ m}$$

$$E_1 = E_{XX} + \Delta E_{xx}^1 \text{ corregido}$$

$$E_1 = 2930,94 + (285,70 + 0,02)$$

$$E_1 = 3216,66 \text{ m}$$



$$N_2 = N_1 + \Delta N_1^2 \text{ corregido}$$

$$N_2 = 236,04 + (178,98 - 0,03)$$

$$N_2 = 414,99 \text{ m}$$

$$E_2 = E_1 + \Delta E_1^2 \text{ corregido}$$

$$E_2 = 3216,66 + (168,91 + 0,02)$$

$$E_2 = 3385,59 \text{ m}$$

$$N_3 = N_2 + \Delta N_2^3 \text{ corregido}$$

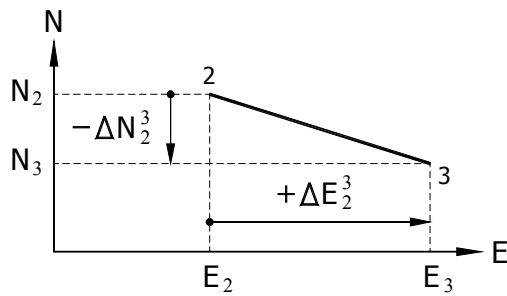
$$N_3 = 414,99 + (-89,86 - 0,03)$$

$$N_3 = 325,10 \text{ m}$$

$$E_3 = E_2 + \Delta E_2^3 \text{ corregido}$$

$$E_3 = 3385,59 + (286,41 + 0,02)$$

$$E_3 = 3672,02 \text{ m}$$



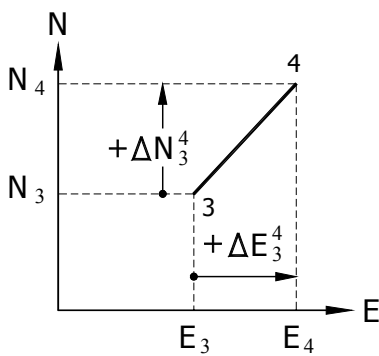
$$N_4 = N_3 + \Delta N_3^4 \text{ corregido}$$

$$N_4 = 325,10 + (137,52 - 0,02)$$

$$N_4 = 462,60 \text{ m}$$

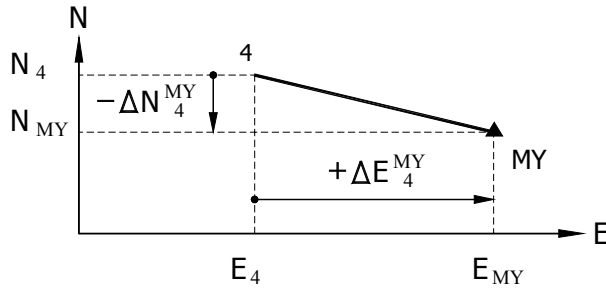
$$E_4 = E_3 + \Delta E_3^4 \text{ corregido}$$

$$E_4 = 3672,02 + (127,97 + 0,02)$$



$$E_4 = 3800,01 \text{ m}$$

Se verifica que se obtengan las coordenadas del punto MY, partiendo de las coordenadas del punto 4 y de las proyecciones ΔN_4^{MY} y ΔE_4^{MY} .

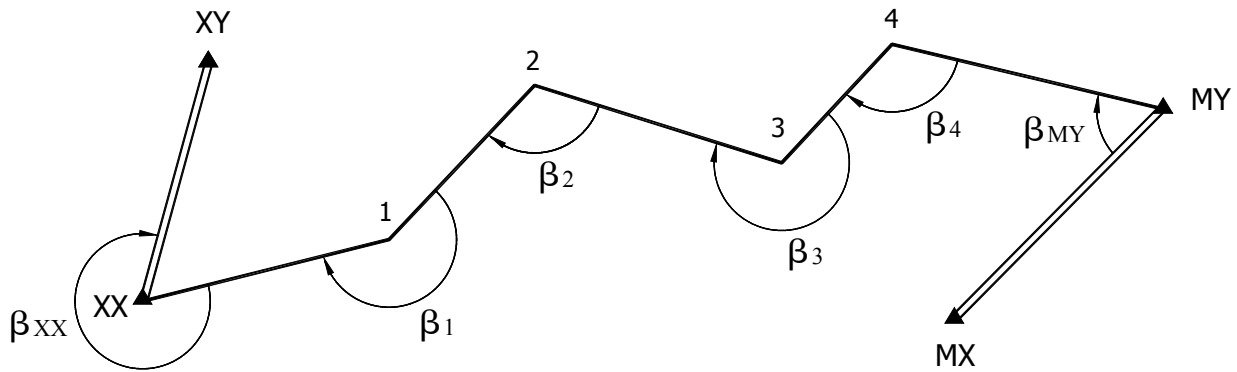


$$\begin{aligned} N_{MY} &= N_4 + \Delta N_4^{MY} \text{ corregido} \\ N_{MY} &= 462,60 + (-75,41 - 0,03) \\ N_{MY} &= 387,16 \text{ m} \\ E_{MY} &= E_4 + \Delta E_4^{MY} \text{ corregido} \\ E_{MY} &= 3800,01 + (315,70 + 0,02) \\ E_{MY} &= 4115,73 \text{ m} \end{aligned}$$

Estos cálculos pueden realizarse directamente en la planilla para el cálculo de poligonales.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA" VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA				CÁLCULO DE POLIGONALES				POLIGONAL No. _____ LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA				
EST.	AZIMUT RUMBO ANGULO			DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
	°	'	"		N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
XY	195	16	47								XY	$FS = \sqrt{FN^2 + FE^2}$ $\gamma_{FS} = \frac{1}{\sum d / FS}$ $FS = \pm 0,1720465053$ $\sum d / FS = 7865,32$ $\gamma_{FS} = 1 : 7865,32$
XX	60	41	15	+2"					164,67	2930,94	XX	
1	N	75	58	04	E	294,49	-0,03	71,40	0,02	285,70		
		147	22	25	+3"							
2	N	43	20	32	E	246,10	-0,03	178,98	0,02	168,91		
		244	04	34	+3"							
3	S	107	25	09	E	300,18	-0,03	89,86	0,02	286,41		
		115	31	11	+3"							
4	N	42	56	23	E	187,85	-0,02	137,52	0,02	127,97		
		240	29	37	+3"							
MY	S	103	26	03	E	324,58	-0,03	75,41	0,02	315,70		
		301	17	07	+3"							
MX	224	43	13								MX	
												CN = FACTOR DE CN x DIST CE = FACTOR DE CE x DIST
CIERRE ANGULAR: $\sum d = 1353,20$					CIERRE MÉTRICO:					FÓRMULAS UTILIZADAS		
$\sum \alpha = 1109^{\circ}26'09''$ $C\alpha = -\frac{-17''}{6} = +2,83''$					$FN = 222,63 - 222,49 = 0,14 \text{ m}$ $FE = 1184,69 - 1184,79 = -0,10 \text{ m}$					$\text{FACTOR DE CN} = -\frac{FN}{\sum d} = -\frac{0,14}{1353,20} = -0,000103458$ $\text{FACTOR DE CE} = -\frac{FE}{\sum d} = -\frac{-0,10}{1353,20} = +0,000073898$		
$f\alpha = 224^{\circ}42'56'' - 224^{\circ}43'13'' = -17''$												

2.2 CÁLCULO DE LA POLIGONAL ABIERTA EN LA DIRECCIÓN DE MY A XX



DATOS DE PUNTOS DE APOYO		
PUNTO	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
XY	438,51	3005,75
XX	164,67	2930,94
MY	387,16	4115,73
MX	143,27	3874,21

ÁNGULOS MEDIDOS	
β_{XX}	299° 18' 45"
β_1	212° 37' 35"
β_2	115° 55' 26"
β_3	244° 28' 49"
β_4	119° 30' 23"
β_{MY}	58° 42' 53"

DISTANCIAS MEDIDAS	
LADOS	DISTANCIAS
XX - 1	294,49
1 - 2	246,10
2 - 3	300,18
3 - 4	187,85
4 - MY	324,58

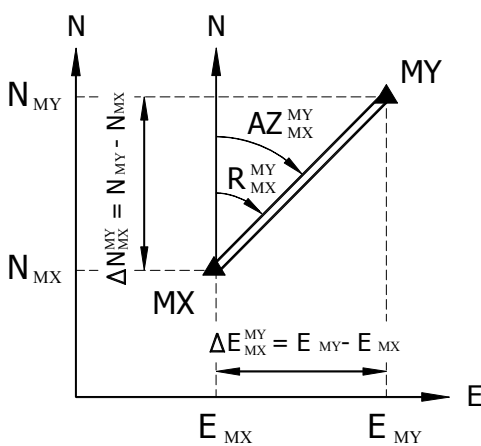
Resolviendo la poligonal en la dirección de MY a XX, los ángulos considerados en los cálculos, deben ser el complemento para completar los 360° de los ángulos suministrados como datos conocidos, según el sentido de avance.

Conocidos los ángulos medidos en el campo, los ángulos considerados en los cálculos se determinan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \beta_{XX} &= 360^\circ - \alpha_{XX} = 360^\circ - 60^\circ 41' 15'' = 299^\circ 18' 45'' \\ \beta_1 &= 360^\circ - \alpha_1 = 360^\circ - 147^\circ 22' 25'' = 212^\circ 37' 35'' \\ \beta_2 &= 360^\circ - \alpha_2 = 360^\circ - 244^\circ 04' 34'' = 115^\circ 55' 26'' \\ \beta_3 &= 360^\circ - \alpha_3 = 360^\circ - 115^\circ 31' 11'' = 244^\circ 28' 49'' \\ \beta_4 &= 360^\circ - \alpha_4 = 360^\circ - 240^\circ 29' 37'' = 119^\circ 30' 23'' \\ \beta_{MY} &= 360^\circ - \alpha_{MY} = 360^\circ - 301^\circ 17' 07'' = 58^\circ 42' 53'' \end{aligned}$$

En este caso el azimut inicial es el AZ_{MX}^{MY} y el azimut final es el AZ_{XX}^{XY} .

CÁLCULO DEL AZIMUT INICIAL Y DEL AZIMUT FINAL



$$Tg R_{MX}^{MY} = \left| \frac{\Delta E_{MX}^{MY}}{\Delta N_{MX}^{MY}} \right| = \left| \frac{E_{MY} - E_{MX}}{N_{MY} - N_{MX}} \right| = \left| \frac{4115,73 - 3874,21}{387,16 - 143,27} \right|$$

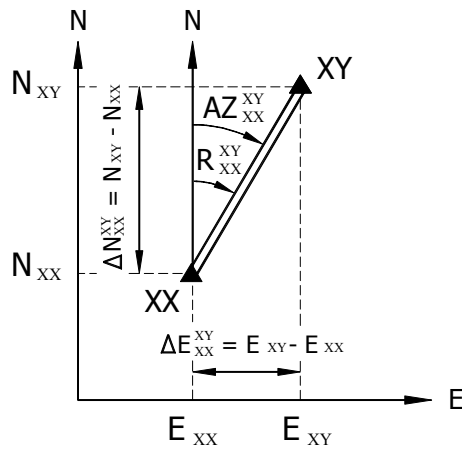
Nota: Los valores entre barras indican valores absolutos

$$Tg R_{MX}^{MY} = \left| \frac{241,52}{243,89} \right| = 0,9902825044$$

$$R_{MX}^{MY} = \text{arcTg } 0,990285044 = N \ 44^\circ \ 43' \ 13'' \ E$$

$$AZ_{MX}^{MY} = R_{MX}^{MY} = 44^\circ \ 43' \ 13'' \ \text{(1er Cuadrante)}$$

$$AZ_{MX}^{MY} = 44^\circ \ 43' \ 13'' \ \text{(AZinicial)}$$



$$\text{Tg } R_{XX}^{XY} = \left| \frac{\Delta E_{XX}^{XY}}{\Delta N_{XX}^{XY}} \right| = \left| \frac{E_{XY} - E_{XX}}{N_{XY} - N_{XX}} \right| = \left| \frac{3005,75 - 2930,94}{438,51 - 164,67} \right|$$

Nota: Las cifras entre barras indican valores absolutos.

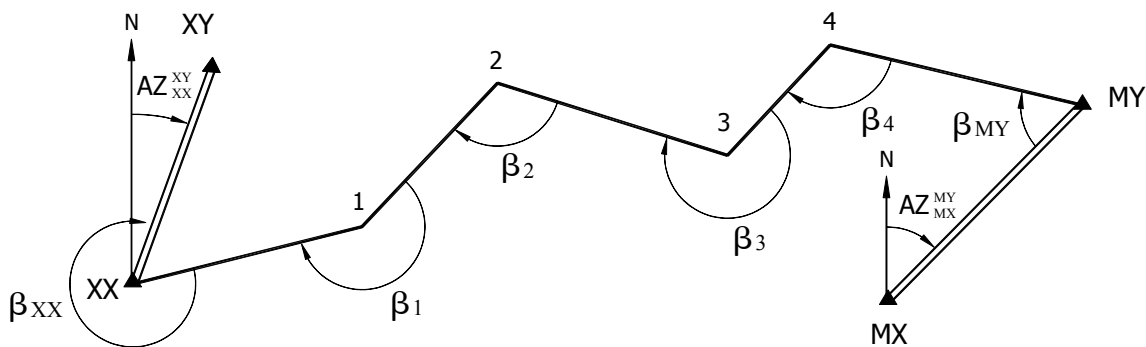
$$\text{Tg } R_{XX}^{XY} = \left| \frac{74,81}{273,84} \right| = 0,2731887233$$

$$R_{XX}^{XY} = \text{arcTg } 0,2731887233 = \text{N } 15^{\circ} 16' 47'' \text{ E}$$

$$AZ_{XX}^{XY} = R_{XX}^{XY} = 15^{\circ} 16' 47'' \text{ (1er Cuadrante)}$$

$$AZ_{XX}^{XY} = 15^{\circ} 16' 47'' \text{ (AZfinal)}$$

El problema se reduce a una poligonal abierta en la que se conocen: el azimut inicial y el azimut final (control de cierre angular), y un punto de coordenadas conocidas al inicio (punto MY) y al final (punto XX) (control de cierre lineal):



CONTROL DE CIERRE ANGULAR

Por definición:

$$f \beta = AZ \text{ fobs} - AZ \text{ fcalc}$$

$f \beta$ = error de cierre angular.

$AZ \text{ fobs}$ = es el azimut final observado y se obtiene en función del azimut inicial y de los ángulos medidos en el campo.

$AZ \text{ fcalc}$ = es el azimut final calculado y se obtiene en función de los dos puntos de coordenadas conocidas.

Cálculo del azimut final observado:

$$AZ \text{ fobs} = AZ \text{ inicial} + \Sigma \beta - n \times 180^\circ$$

donde:

$AZ \text{ inicial}$ = es el azimut inicial calculado en función de los dos puntos de coordenadas conocidas.

$\Sigma \beta$ = suma de los ángulos medidos en el campo.

n = número de ángulos medidos en el campo.

Aplicando al presente problema:

$$AZ \text{ fobs} = 44^\circ 43' 13'' + 1050^\circ 33' 51'' - 6 \times 180^\circ$$

$$AZ \text{ fobs} = 15^\circ 17' 04''$$

Por lo tanto:

$$f \beta = 15^\circ 17' 04'' - 15^\circ 16' 47'' = 17'' \text{ (error de cierre angular)}$$

CORRECCIÓN ANGULAR (C β)

El error angular $f\beta$ determinado en el paso anterior, se compara con la tolerancia angular. Si asumimos que el máximo error angular tolerable sea de $\pm 10''\sqrt{n}$, luego:

$$\text{Tolerancia} = \pm 10''\sqrt{n} = \pm 10''\sqrt{6} = \pm 24,49''$$

$$f\beta = 17'' < \text{Tolerancia} = \pm 24,49''$$

Si el error angular hubiese sido mayor que el tolerable, habría sido necesario revisar para hallar la causa y medir nuevamente los ángulos equivocados. En este caso como el error está dentro de la tolerancia, se debe distribuir proporcionalmente entre los ángulos medidos.

$$C\beta = -\frac{f\beta}{n} = -\frac{17''}{6} = -2,83''$$

Correcciones angulares con cifras decimales, sólo se justifican en poligonales de altísima precisión.

Por tanto, siendo $f\beta = 17''$ y $n = 6$, se procede a distribuir las correcciones como se indica a continuación:

<u>Ángulos</u>	<u>Corrección a c/u</u>	<u>Total</u>
5	- 3''	15''
1	- 2''	<u>2''</u>
		17''

Observaciones:

- g) El signo de las correcciones (C β) es siempre contrario al de f β.
- h) Las correcciones mayores se le aplican a los ángulos cuya medición se realizó en condiciones menos favorables.

- i) En caso de que $f\beta$ sea menor que n , se aplicarán correcciones de 1" solamente en algunos ángulos, hasta distribuir el error total, siguiendo para ello el mismo criterio que en el punto anterior.

Se aplica la corrección angular $C\beta$ a cada uno de los ángulos medidos, y se procede al cálculo de los azimut intermedios a partir del AZ_{MX}^{MY} .

Ángulos corregidos:

$$\beta_{XX} = 299^\circ 18' 45'' - 3'' = 299^\circ 18' 42''$$

$$\beta_1 = 212^\circ 37' 35'' - 3'' = 212^\circ 37' 32''$$

$$\beta_2 = 115^\circ 55' 26'' - 3'' = 115^\circ 55' 23''$$

$$\beta_3 = 244^\circ 28' 49'' - 3'' = 244^\circ 28' 46''$$

$$\beta_4 = 119^\circ 30' 23'' - 3'' = 119^\circ 30' 20''$$

$$\beta_{MY} = 58^\circ 42' 53'' - 2'' = 58^\circ 42' 51''$$

Para el cálculo de los azimut intermedios, de las proyecciones y de las coordenadas, se puede utilizar la planilla para el cálculo de poligonales:

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ÁNGULO			DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
	°	'	"		N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
MX	44	43	13								MX	
MY	58	42	53						387,16	4115,73	MY	
4	119	30	23	324,58	β_{MY}						4	
3	244	28	49	187,85	β_4						3	
2	115	55	26	300,18	β_3						2	
1	212	37	35	246,10	β_2						1	
XX	299	18	45	294,49	β_1				164,67	2930,94	XX	
XY	15	16	47		β_{XX}						XY	
					AZ_{XX}^{XY}							
				Σ (Sin correg.)					FÓRMULAS UTILIZADAS			
				Σ (Corregido)								
CIERRE ANGULAR: $\Sigma d = 1353,20$ $\Sigma \beta = 1050^{\circ}33'51''$ $C\beta = -\frac{17''}{6} = -2,83''$ $f\beta = 15^{\circ}17'04'' - 15^{\circ}16'47'' = 17''$					CIERRE MÉTRICO:							

CÁLCULO DE LOS AZIMUT INTERMEDIOS

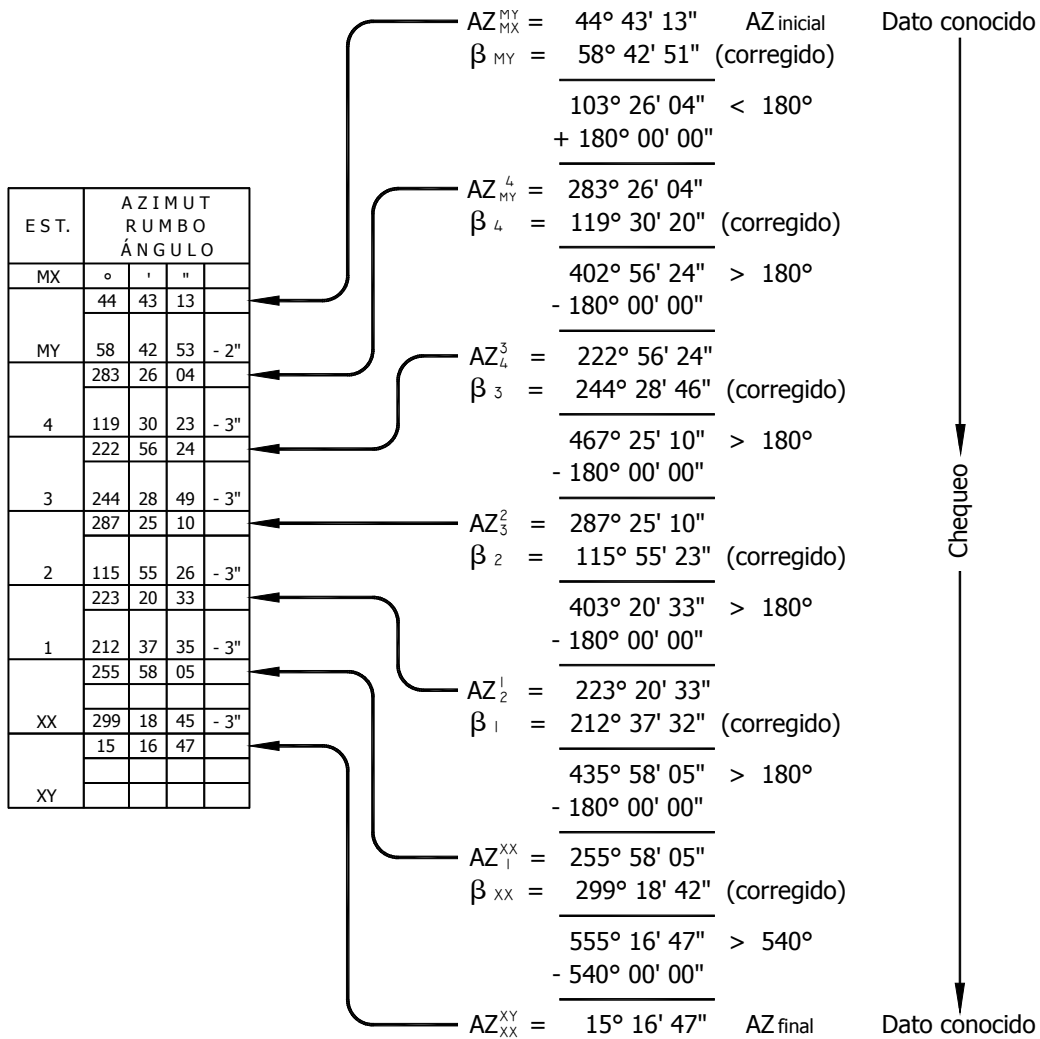
Para el cálculo de los azimut intermedios se aplica la fórmula:

$$AZ_{sigue} = AZ_{anterior} + \beta \pm 180^{\circ}$$

Si $AZ_{anterior} + \beta < 180^{\circ}$ $\Rightarrow + 180^{\circ}$

$AZ_{anterior} + \beta > 180^{\circ}$ y $< 540^{\circ}$ $\Rightarrow - 180^{\circ}$

$AZ_{anterior} + \beta > 540^{\circ}$ $\Rightarrow - 540^{\circ}$



El resto de los cálculos se realizarán directamente en la planilla para el cálculo de poligonales.

De los resultados obtenidos, podemos observar que los rumbos son los mismos en valor angular que los calculados en el caso anterior, pero en este caso tienen orientación contraria.

Igualmente, en el cálculo de las proyecciones se puede observar que son las mismas, pero en un sentido tendrán un signo y en el otro tendrán el signo contrario.

De los resultados obtenidos de las coordenadas de cada uno de los puntos, podemos observar que son las mismas en ambos casos.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICE - RECTORADO DE PRODUCCION AGRICOLA

CÁLCULO DE POLIGONALES

POLIGONAL No. _____
LEVANTADO POR: ING. RICARDO URRIOLA
CALCULADO POR: ING. RICARDO URRIOLA

EST.	AZIMUT RUMBO ANGULO				DIST.	PROYECCIONES				COORDENADAS		EST.	OBSERVACIONES
	°	'	"			N(+) o N	N(-) o S	E(+) o E	E(-) o W	NORTE	ESTE		
MX	44	43	13									MX	$FS = \sqrt{FN^2 + FE^2}$ $\gamma_{FS} = \frac{1}{\sum d / FS}$ $FS = \pm 0,1720465053$ $\sum d / FS = 7865,32$ $\gamma_{FS} = 1 : 7865,32$ CN = FACTOR DE CN x DIST CE = FACTOR DE CE x DIST
MY	58	42	53	- 2"					387,16	4115,73	MY		
N 4	283	26	04		324,58	0,03 75,41			-0,02 315,70	462,60	3800,01	4	
	76	33	56	W									
S 3	119	30	23	- 3"	187,85		0,02 137,52		-0,02 127,97	325,10	3672,02	3	
	222	56	24	W									
N 2	244	28	49	- 3"	300,18	0,03 89,86			-0,02 286,41	414,99	3385,59	2	
	287	25	10	W									
S 1	72	34	50	W	246,10		0,03 178,98		-0,02 168,91	236,04	3216,66	1	
	115	55	26	- 3"									
S XX	223	20	33		294,49		0,03 71,40		-0,02 285,70	164,67	2930,94	XX	
	43	20	33	W									
XY	212	37	35	- 3"								XY	
	255	58	05										
	75	58	05	W									
	15	16	47										
	299	18	45	- 3"									
CIERRE ANGULAR: $\sum d = 1353,20$ $\sum \beta = 1050^{\circ}33'51''$ $C\beta = -\frac{17''}{6} = -2,83''$ $f\beta = 15^{\circ}17'04'' - 15^{\circ}16'47'' = 17''$						CIERRE MÉTRICO: $FN = -222,63 - (-222,49) = -0,14$ m $FE = -1184,69 - (-1184,79) = 0,10$ m							
\sum (Sin correg.) 165,27 - 387,90 - 1184,69 \sum (Corregido) 165,33 - 387,82 - 1184,79						FÓRMULAS UTILIZADAS $FACTOR DE CN = -\frac{FN}{\sum d} = -\frac{-0,14}{1353,20} = +0,000103458$ $FACTOR DE CE = -\frac{FE}{\sum d} = -\frac{0,10}{1353,20} = -0,000073898$							

REFERENCIAS

Ballesteros, N. 1998. Topografía, editorial Limusa, S.A., México.

Carciente, J. 1985. Carreteras, 2da edición, ediciones Vega, Madrid.

García, D. 1990. Topografía, McGRAW-HILL, México.

López, S. 1993. Topografía, ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Wolf, P. y Brinker, R. 2001. Topografía, editorial Alfaomega, S.A., 9ª edición, Bogotá.