

# ENIA 2024

| 5° Encuentro Nacional de  
| Investigadores de Agrimensura



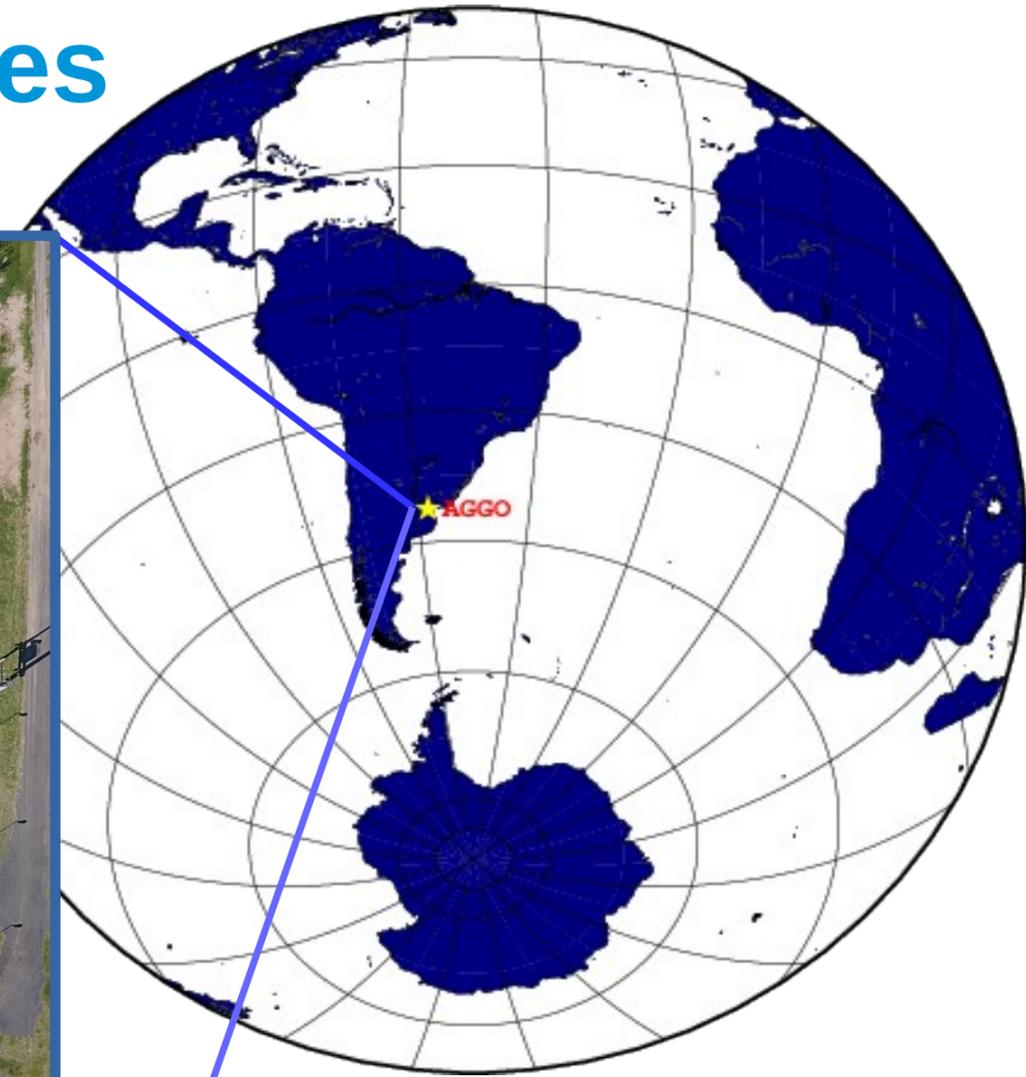
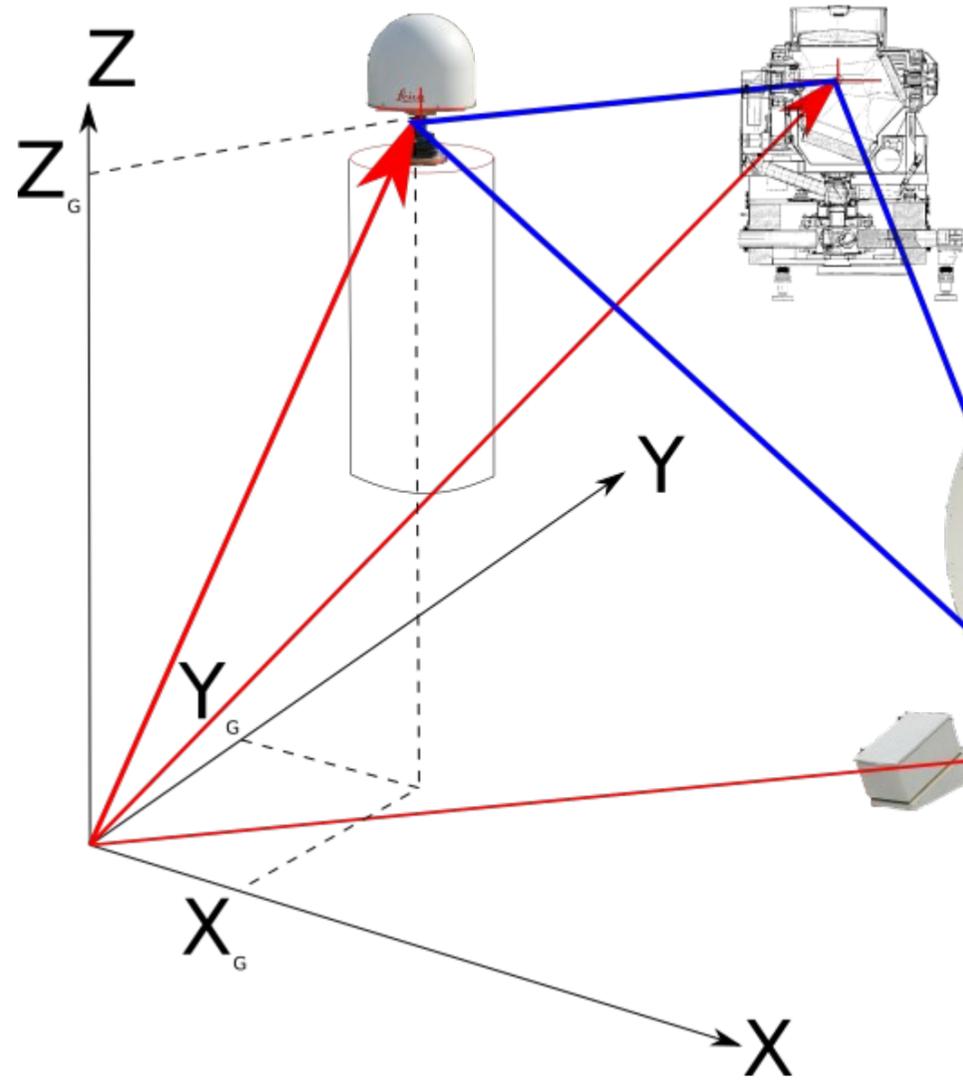
# Colocalización de técnicas geodésicas en el Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO)

R.Galván, C. Brunini, A.O. Mangiaterra, J.C. Pascual, M.V. Mackern y M.L. Mateo.

Noviembre 2024

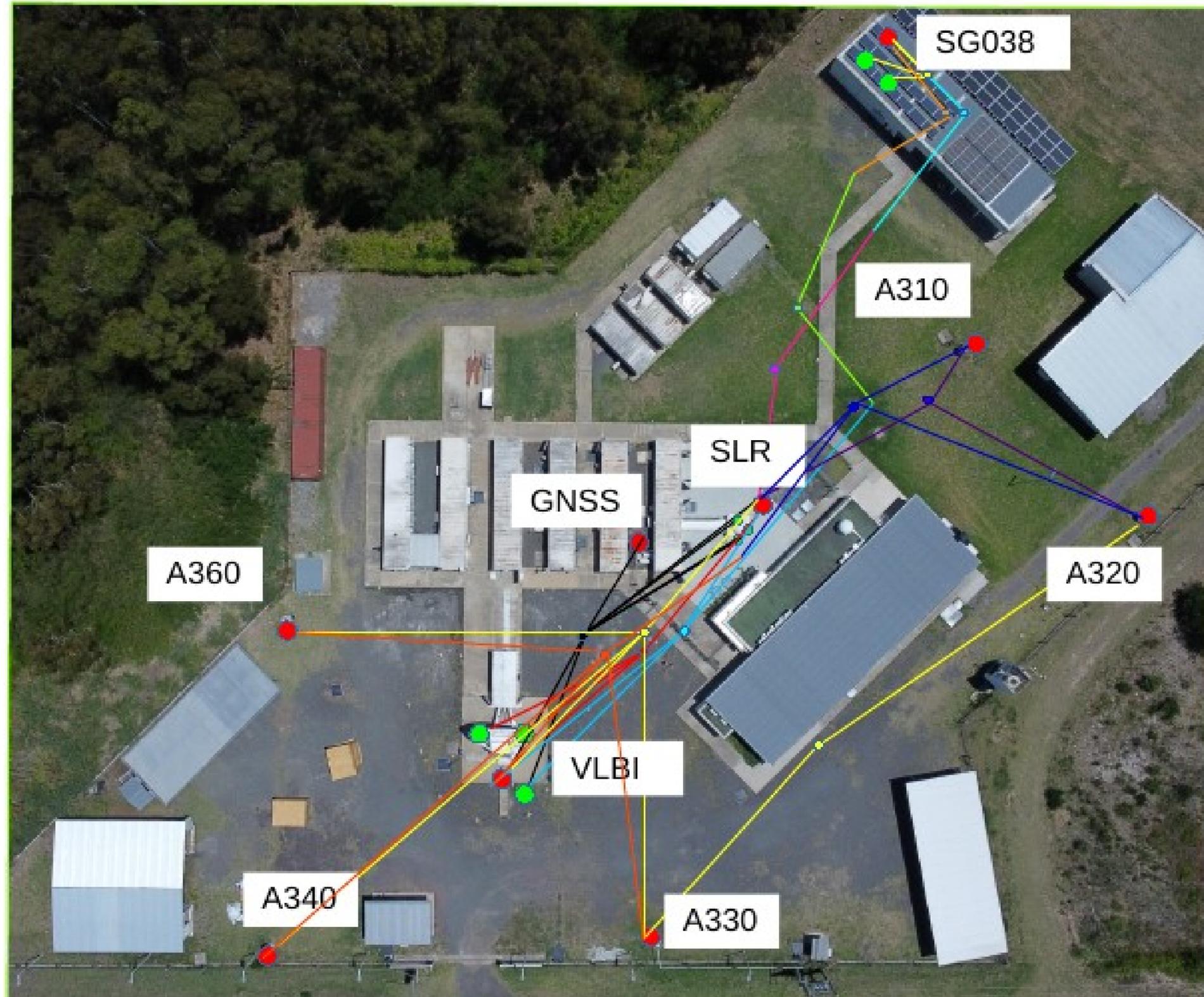


# AGGO y sus técnicas geodésicas principales



Necesidad de precisiones milimetricas !!

# Campaña Altimétrica 2022



## Instrumental:

- \* Nivel Leica LS15 (0.3 mm).
- \* Miras de 2 y 3 metros.
- \* Sapitos para puntos intermedios.

## Mediciones:

- \* 13 posiciones del nivel Leica LS15.
- \* 46 determinaciones de alturas.
- \* Cada medición consistió en 5 lecturas chequeando la calidad de las mismas.

# Campaña Altimétrica 2022c



**ENIA 2024**  
5º Encuentro Nacional de  
Investigadores de Agrimensura

**.UBAfiuba**   
FACULTAD DE INGENIERÍA

**depto. Agrimensura**

**IGGA** Instituto de Geodesia  
y Geofísica Aplicadas  
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



Mediciones altimétricas  
efectuadas

25, 26 y 27 de Mayo 2022

# Campaña Altimétrica 2022

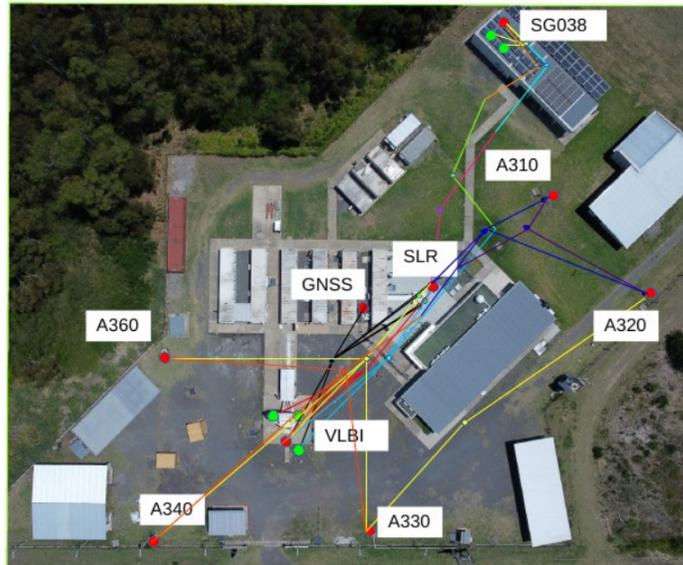


**ENIA 2024**  
5° Encuentro Nacional de  
Investigadores de Agrimensura

**.UBAfiuba**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

**depto. Agrimensura**

**IGGA** Instituto de Geodesia  
y Geofísica Aplicadas  
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES



Se realizó un ajuste de todas las mediciones en conjunto por el método de mínimos cuadrados pesados.

$$Ax = L + v$$

**A** matriz de diseño  
**x** incógnitas      **L** observaciones  
**v** residuos

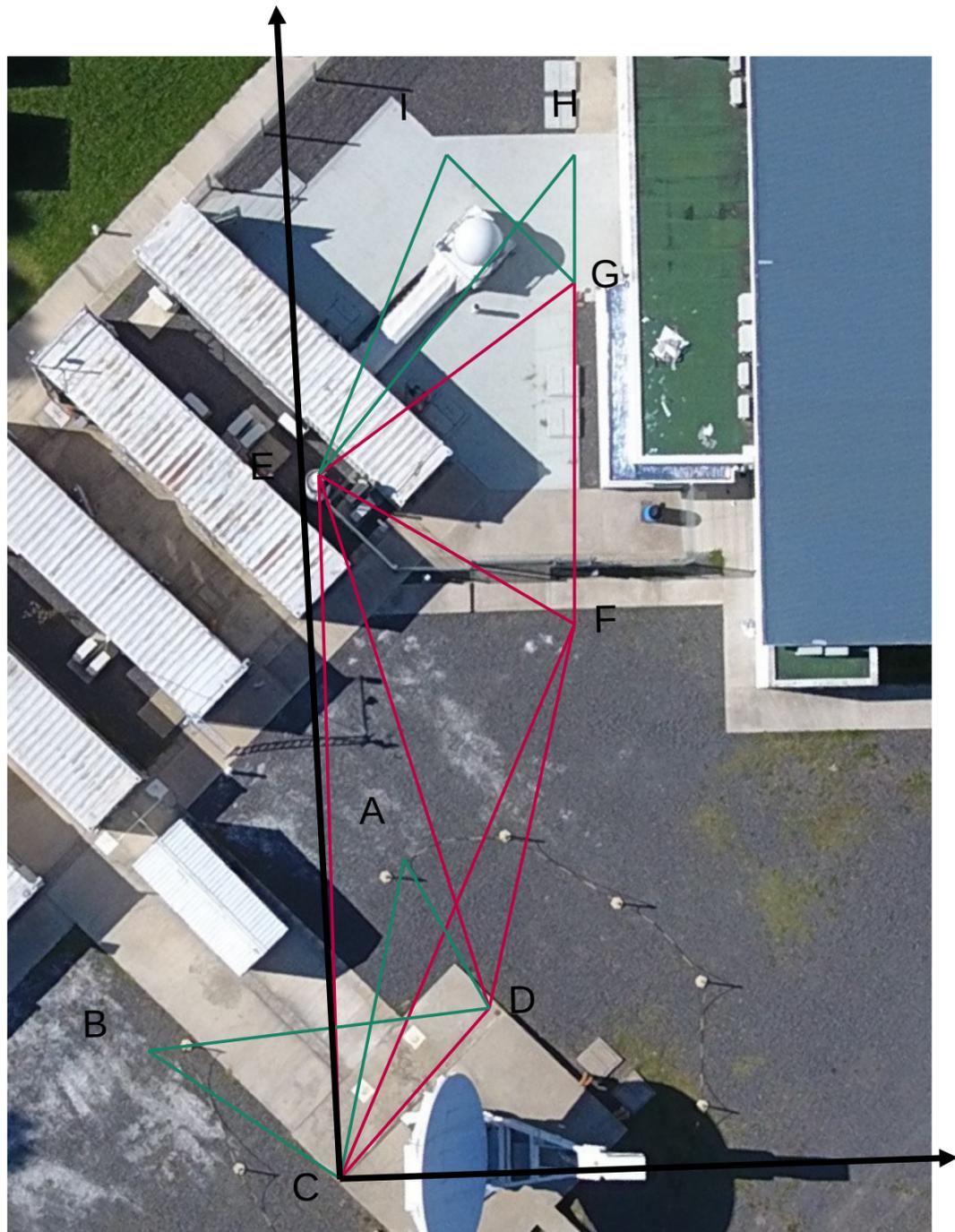
Para la construcción de la matriz de pesos se utilizó un sigma de **0.20 mm**.

La desviación estándar de referencia a posteriori fue de

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{V^T P V}{n - m}} = 0.90$$

Ptos	DH resp. a VLBI 2015	DH resp. a VLBI 2022	H SRVN16 (m)	2022-2015 (mm)	$\sigma$ (mm)
<b>VLBI</b>	0.0000	0.0000	19.6830	0.00	---
<b>VLBI(B)</b>	1.10254	1.10249	20.78491	-0.05	0.22
<b>VLBI(A)</b>	1.10249	1.10236	20.78628	0.13	0.22
<b>SLR</b>	-0.19713	-0.19890	19.48410	-1.8	0.16
<b>GNSS</b>	3.81980	3.81788	23.5009	-1.9	0.21
<b>Grav. G038</b>	-0.35236	-0.35658	19.32641	-4.2	0.27
<b>A310</b>	1.27394	1.27191	20.95491	-2.0	0.20
<b>A320</b>	1.31060	1.30875	20.99175	-1.8	0.19
<b>A330</b>	1.30176	1.30024	20.98324	-1.5	0.18
<b>A340</b>	1.28391	1.28312	20.96613	-0.8	0.18
<b>A360</b>	1.29386	1.29240	20.97540	-1.5	0.18
<b>SLR platform</b>	----	0.31594	19.99894	--	0.21
<b>Grav. Absoluto</b>	----	-0.36185	19.99893	---	0.30

# Campaña Planimétrica 2022



La campaña planimétrica consistió en 2 partes:

## PARTE I:

Medición de los vínculos relativos entre bases de centrado forzoso de plataformas o pilares de hormigón y vértices desde donde se midió ejes de giro de SLR y VLBI

## PARTE II:

Medición de ejes de giro VLBI y SLR.

## PARTE I:

Se tomaron todas las distancias y todas las direcciones posibles entre los puntos de interés. Para el ajuste se trabajó con 20 direcciones y 15 distancias entre los 9 vértices de interés.

**Instrumental:** para esta etapa se utilizó la estación total Leica TS60 y el Teodolito Wild T1610, junto con trípodes y prismas como elementos accesorios.

**Objetivo:** Determinar las posiciones de los 9 puntos de interés en un sistema local con precisiones del orden del mm o mejor.

Para el ajuste se trabajó nuevamente con el método de mínimos cuadrados. Se partió de coordenadas aproximadas para los puntos y se contruyó un sistema lineal

$$\alpha = f(X_i, X_j, X_k, Y_i, Y_j, Y_k) = \arctan\left(\frac{Y_k - Y_i}{X_k - X_i}\right) - \arctan\left(\frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i}\right)$$

$$D = f(X_i, X_j, Y_i, Y_j) = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2}$$

$$\dots + \left(\frac{\partial f_i}{\partial X_i}\right)_0 dX_i + \left(\frac{\partial f_i}{\partial Y_i}\right)_0 dY_i + \dots = l_i^0 - l_{bi} + v_i, \quad i = 1, n$$

$$Ax = L + v$$

Coordenadas de partida de los puntos de interés:

Punto	$X_0$ [mm]	$Y_0$ [mm]
<b>C</b>	0.88	-6.30
<b>D</b>	5437.54	5359.80
<b>F</b>	9504.37	17051.97
<b>E</b>	-3.91	23165.55
<b>G</b>	9241.51	29488.99
<b>A</b>	1329.147	10090.62
<b>B</b>	-5024.241	3934.59
<b>H</b>	8248.061	33651.88
<b>I</b>	3053.753	34328.16



# Condiciones NNR-NNT

Como la matriz de diseño tiene una deficiencia de rango y no es posible a través de la información definir un origen y una orientación, se debe agregar una condición para tal fin.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -Y_{10} \\ 1 & 0 & X_{10} \\ 1 & 0 & -Y_{10} \\ 1 & 0 & X_{10} \\ 1 & 0 & -Y_{10} \\ 1 & 0 & X_{10} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \\ t_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ x_2 \\ y_2 \\ x_3 \\ y_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_{x1} \\ \epsilon_{y1} \\ \epsilon_{x2} \\ \epsilon_{y2} \\ \epsilon_{x3} \\ \epsilon_{y3} \end{bmatrix}$$

Las diferencias entre las posiciones ajustadas y aproximadas pueden representarse mediante una transformación de similaridad con 2 traslaciones y una rotación y que dichas variables en juego **sean nulas** para que se cumpla la condición.

Errores aleatorios con media nula y desvío estándar  $\sigma_e$

$$\begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} \times x = \begin{bmatrix} L \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_d \\ v_t \end{bmatrix}$$

Suponemos:

- $\sigma_{\text{angular}} = 1.5''$
- $\sigma_{\text{distancia}} = 0.2 \text{ mm}$
- $\sigma_{t_x} = \sigma_{t_y} = 0.2 \text{ mm}$
- $\sigma_{t_\theta} = 2''$

$$A_t \times t = x + \epsilon$$

$$t = (A_t^t \times A_t)^{-1} \times A_t^t \times x = B \times x$$

$$t = B \times x = 0 + v_t$$

$$C = \begin{bmatrix} C_d & 0 \\ 0 & C_t \end{bmatrix}$$

Matriz de las observaciones

Matriz de las condiciones NNR-NNT

$$\left[ (A^t \times C_d^{-1} \times A) + (B^t \times C_t^{-1} \times B) \right] \times X = (A^t \times C_d^{-1}) \times L$$

Desviación estándar de referencia a posteriori:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{V^T P V}{n - m}} = 0.92$$

(Se eliminaron 3 valores angulares y 2 de distancia con residuales grandes.)

Matriz de varianza-covarianza de las coordenadas ajustadas:

$$\Sigma_{xx} = \sigma_0^2 Q_{xx} = \sigma_0^2 (A_2^T P A_2)^{-1}$$

Siendo  $A_2 = \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix}$

Siendo V los residuales:

$$V = \begin{bmatrix} v_d \\ v_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} \times x - \begin{bmatrix} L \\ 0 \end{bmatrix}$$

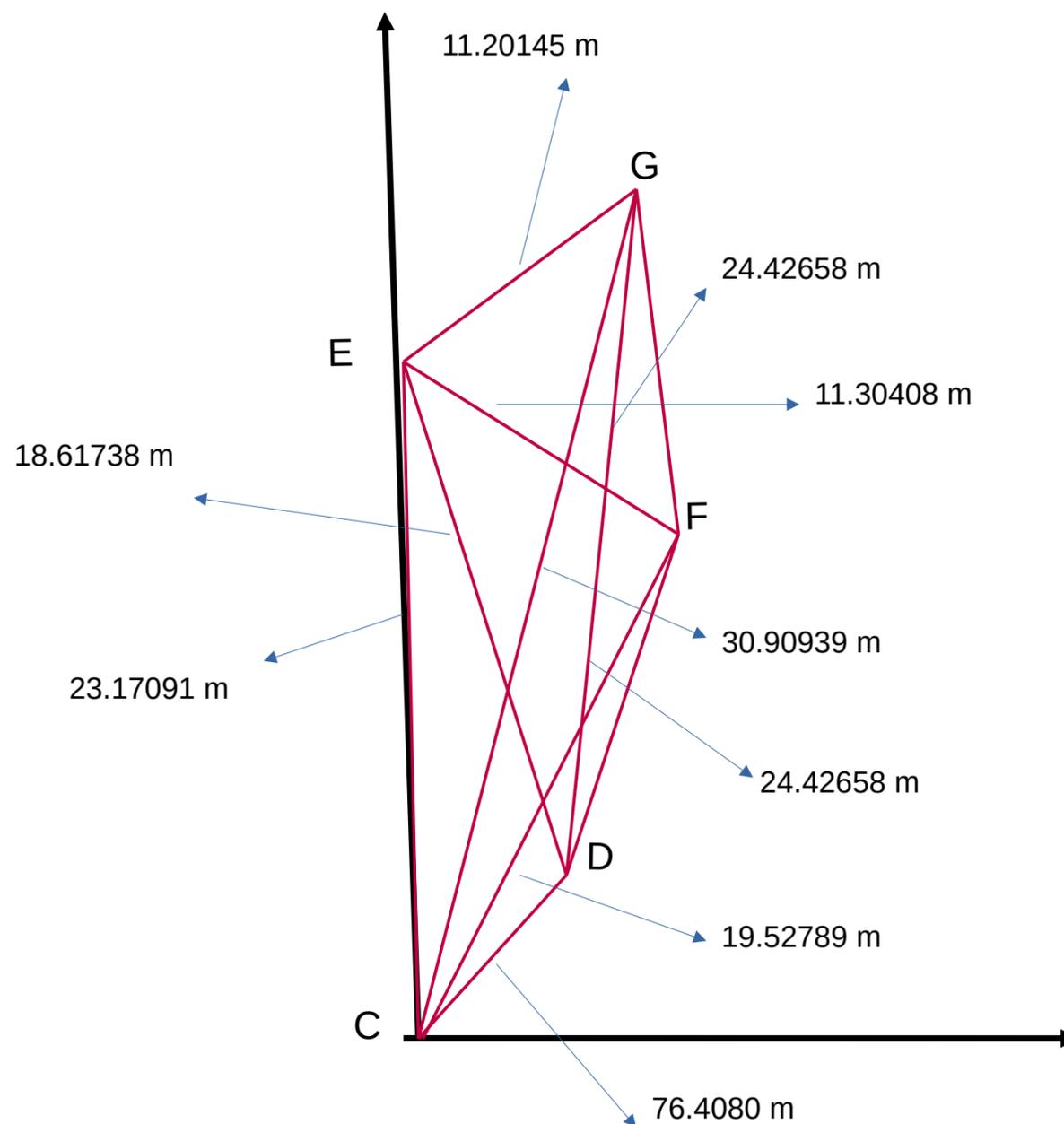
$$\sigma_{xx} = \begin{bmatrix} \sigma_{X_C} \\ \sigma_{Y_C} \\ \sigma_{X_D} \\ \sigma_{Y_D} \\ \sigma_{X_F} \\ \sigma_{Y_F} \\ \sigma_{X_E} \\ \sigma_{Y_E} \\ \sigma_{X_G} \\ \sigma_{Y_G} \\ \sigma_{X_A} \\ \sigma_{Y_A} \\ \sigma_{X_B} \\ \sigma_{Y_B} \\ \sigma_{X_H} \\ \sigma_{Y_H} \\ \sigma_{X_I} \\ \sigma_{Y_I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,289 \text{ mm} \\ 0,298 \text{ mm} \\ 0,310 \text{ mm} \\ 0,290 \text{ mm} \\ 0,321 \text{ mm} \\ 0,295 \text{ mm} \\ 0,302 \text{ mm} \\ 0,298 \text{ mm} \\ 0,294 \text{ mm} \\ 0,294 \text{ mm} \\ 0,297 \text{ mm} \\ 0,302 \text{ mm} \\ 0,299 \text{ mm} \\ 0,298 \text{ mm} \\ 0,329 \text{ mm} \\ 0,300 \text{ mm} \\ 0,337 \text{ mm} \\ 0,299 \text{ mm} \end{bmatrix}$$

Las desviaciones estándar de las coordenadas ajustadas:

$$\sigma_{xx} = \sigma_0 \sqrt{q_{xx}}$$

Posiciones de los vértices ajustadas en un sistema local:

Punto	$X_0$ [mm]	$Y_0$ [mm]
<b>C</b>	-0.09	-3.69
<b>D</b>	5437.72	5363.77
<b>F</b>	9502.55	17056.15
<b>E</b>	-7.26	23167.18
<b>G</b>	9236.85	29493.19
<b>A</b>	1331.07	10089.99
<b>B</b>	-5021.54	3935.41
<b>H</b>	8249.52	33641.47
<b>I</b>	3058.29	34321.78

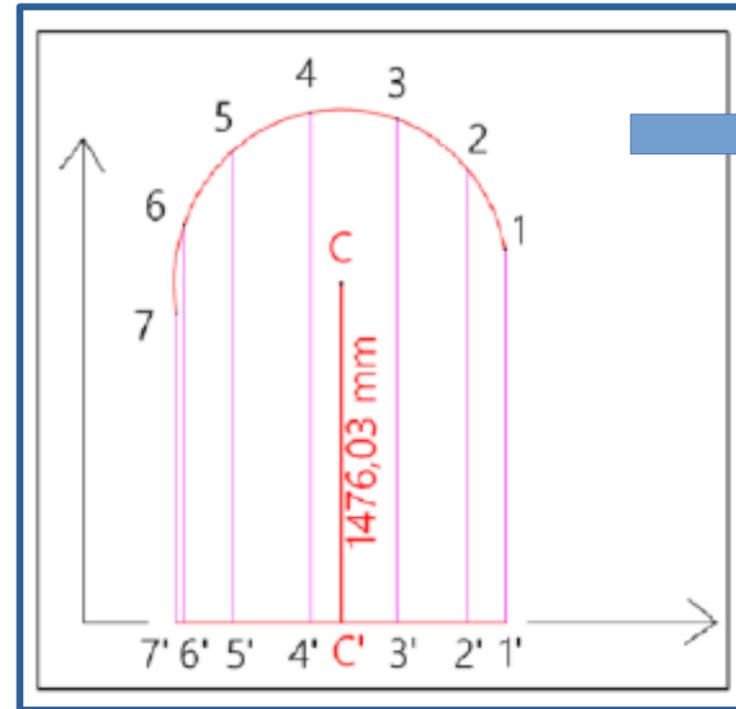


P1	P2	Longitud (m)
E	C	23.17091
E	D	18.61738
E	G	11.20145
E	F	11.30408
G	D	24.42658
G	C	30.90939
F	G	12.43994
F	D	12.37864
D	C	7.64080
C	F	19.52789

# Campaña Planimétrica 2022

## PARTE II:

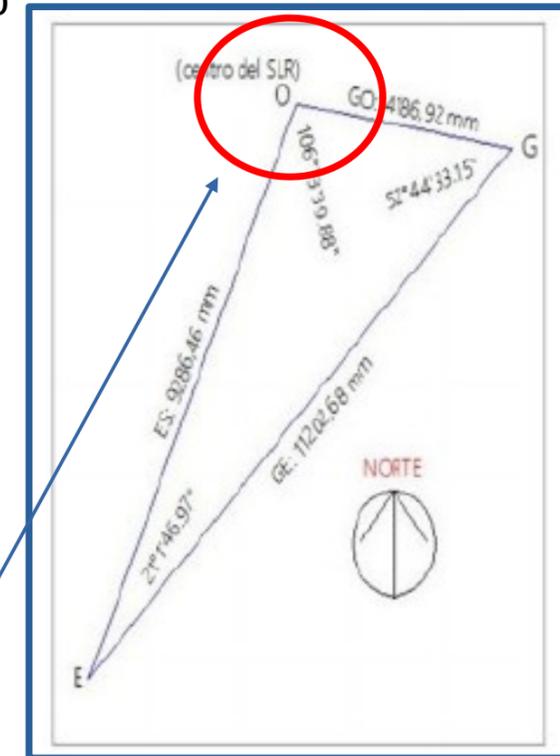
### Medición de ejes de giro VLBI y SLR.



Posición vertical del eje de elevación SLR con respecto a la marca altimétrica de la plataforma de hormigón.

$H \text{ (SLR IVP)} = 20960.07 \text{ mm}$

Posición planimétrica del eje principal del SLR



Coordenadas planimétricas en un sistema local:

$x_E$ (mm)	$y_E$ (mm)	$x_G$ (mm)	$y_G$ (mm)	$x_O$ (mm)	$y_O$ (mm)
-3.9170	23165.55	9242.63	29490.35	<b>5269.04</b>	<b>30809.858</b>

# Campaña Planimétrica 2022

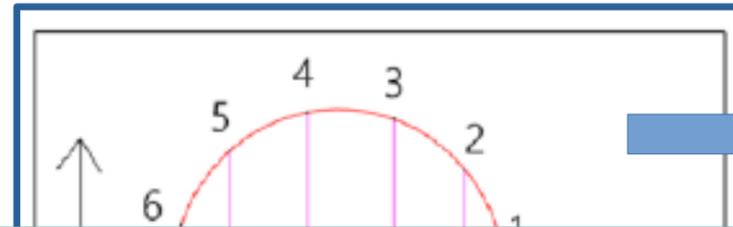


## PARTE II:

### Medición de ejes de giro VLBI y SLR.



Coordenadas planimétricas



Posición vertical del eje de elevación SLR con respecto a la marca alimétrica de la

**Investigación, Ciencia y Universidad**

ISSN 2525-1783

<http://revistas.umaza.edu.ar/index.php/icu/index> | Número Especial Agrimensura | Año 2023 / Vol 7 - N° 9

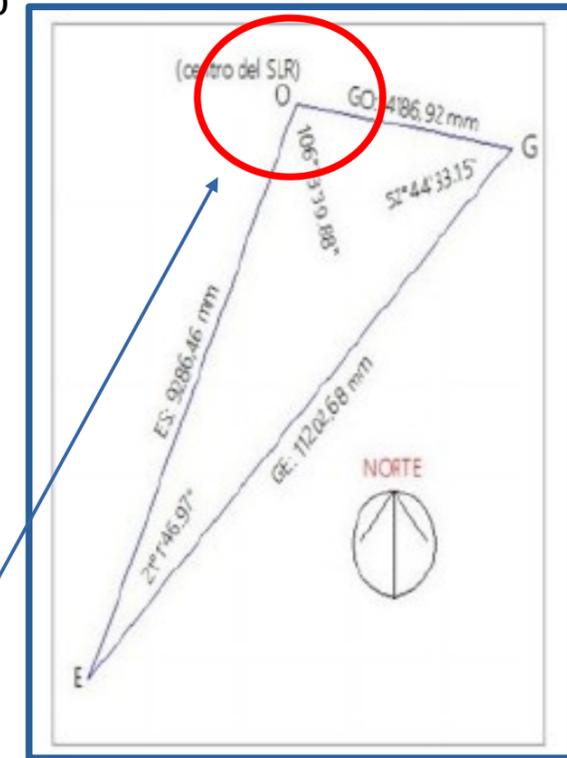
Artículo completo Ciencias Ambientales, Agroindustrias y de la Tierra

**Microgeodesia, método de intersección en la determinación de los ejes del láser utilizado en AGGO (Observatorio Geodésico Argentino Alemán)**

*Microgeodesy, intersection method in the determination of the laser axes used in AGGO (German Argentine Geodetic Observatory)*

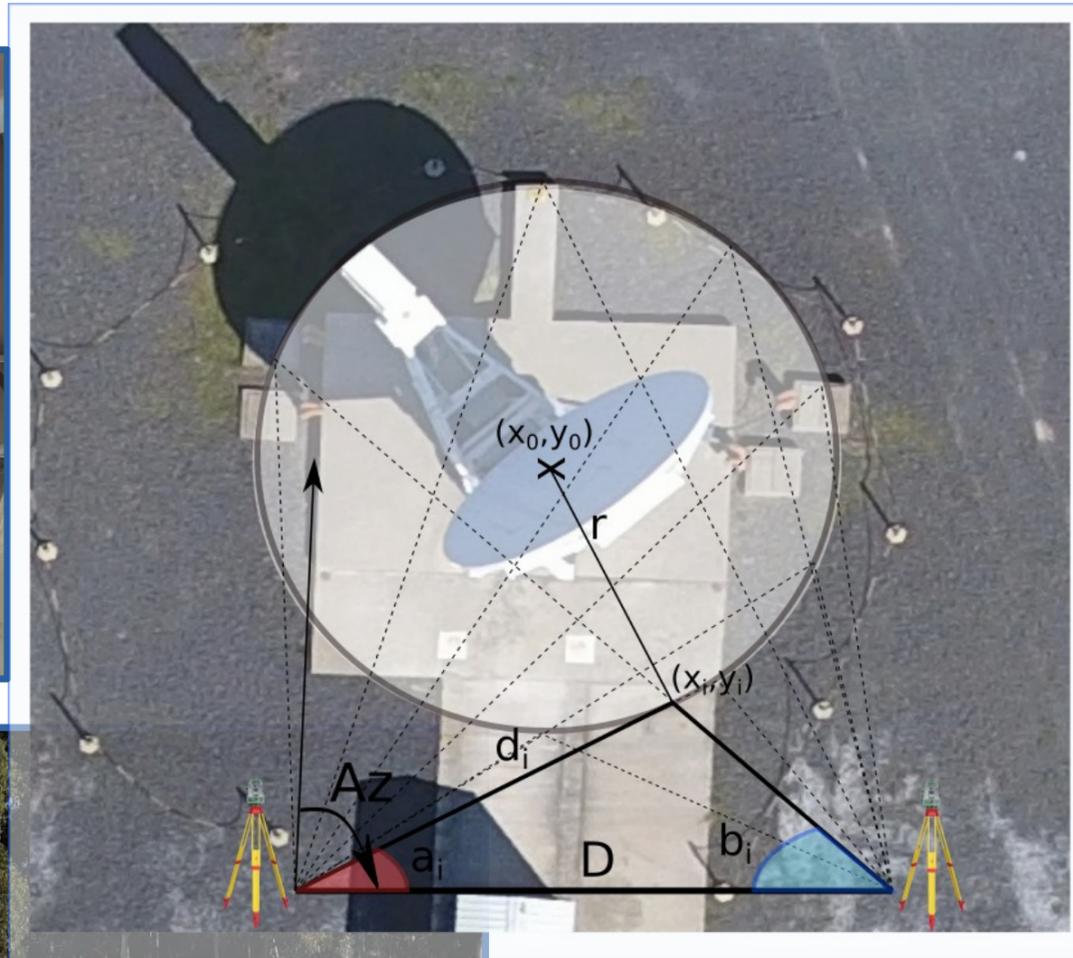
*Mangiaterra Wischnivesky, Aldo Oscar<sup>1,2</sup>; Calvo Pascual Joaquín<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Rosario  
<sup>2</sup> Colegio de Profesionales de la Agrimensura de la Provincia de Santa Fe



	<b><math>y_0</math> (mm)</b>
	<b>30809.858</b>

# Campaña Planimétrica 2022



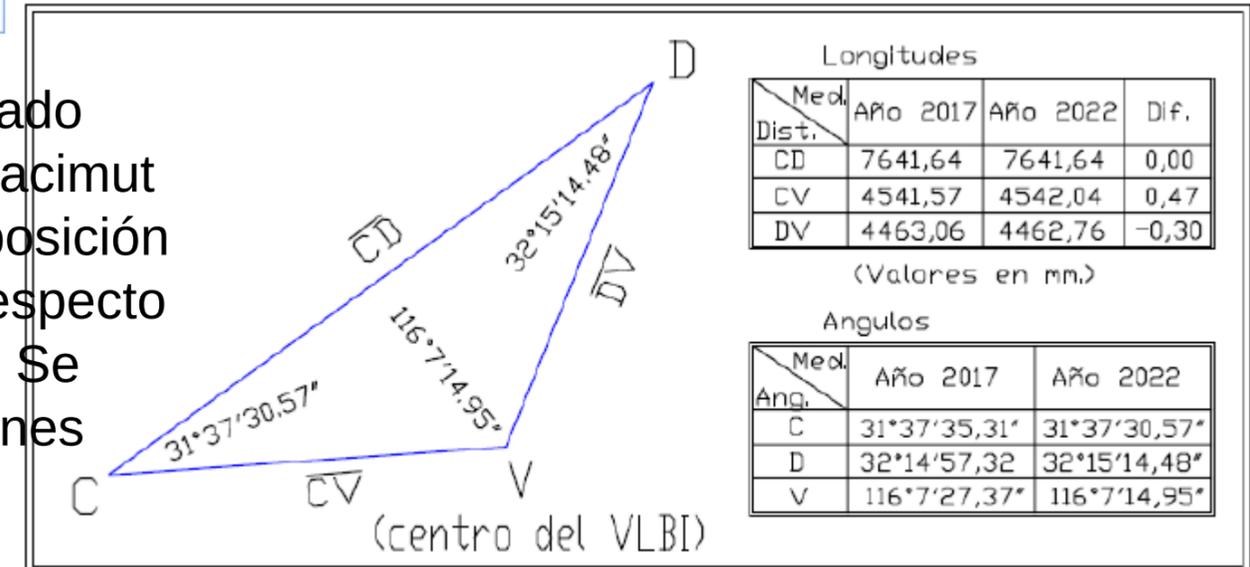
a =	0.236041901
b =	-0.570758776
r =	6078.07271

Siendo a y b las posiciones del centro y el radio del círculo

$\sigma_a$	$\sigma_b$	$\sigma_r$
0.306410972	0.310471366	0.222050753



El telescopio fue rotado alrededor de su eje de acimut cada 40° y se midió la posición de la marca colocada respecto de las 2 estaciones. Se obtuvieron 9 posiciones diferentes.



**Muchas gracias!**