

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE HUMANIDADES
CARRERA DE POSGRADO
ESPECIALIZACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (TIG)

Módulo I
Tema 2: Geodesia y Cartografía

Profesor: Agrim. Sergio Cimbaro



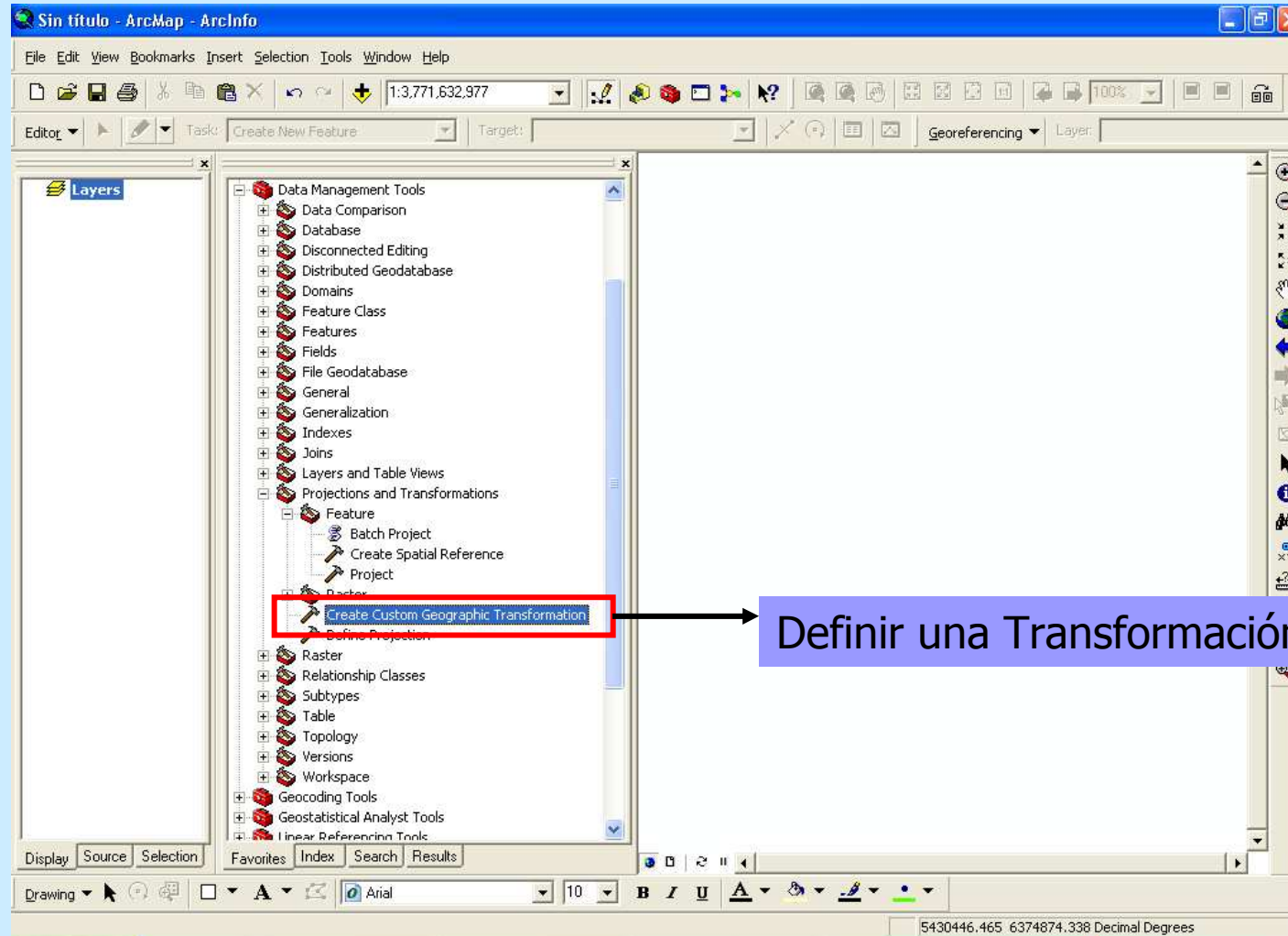
Pasaje de Coordenadas a POSGAR 07



POSGAR 94 a POSGAR 07

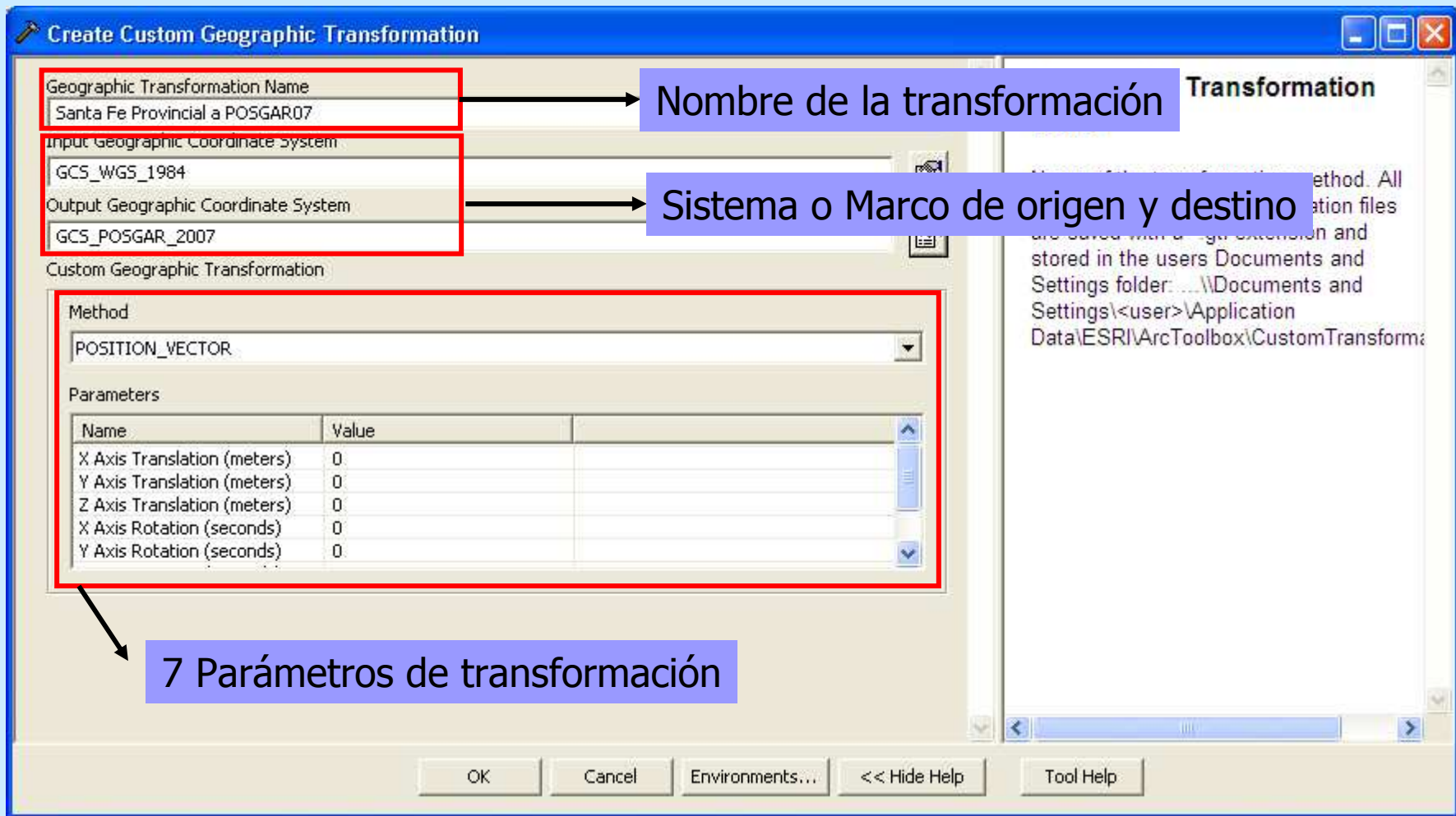
¿Cómo paso de un archivo en formato shape del Marco **POSGAR 94** (WGS 84),
a **POSGAR 07**?

Transformar a POSGAR 07



Definir una Transformación Geográfica

Definir una Transformación Geográfica



Parámetros de Transformación

Parámetros Bursa-Wolf					
	Matriz X			Matriz X	
Dx	1.5095			1.5095	m
Dy	-4.2223			-4.2223	m
Dz	-0.6192			-0.6192	m
Factor Escala	-1.47596E-07	-147.596	ppb	-0.14759640	ppm
Rx	2.77631E-08	5.727	mas	0.00572655	arc seg
Ry	1.27096E-08	2.622	mas	0.00262153	arc seg
Rz	8.29989E-09	1.712	mas	0.00171197	arc seg

Definir una Transformación Geográfica

Create Custom Geographic Transformation

Geographic Transformation Name
Santa Fe Provincial a POSGAR07

Input Geographic Coordinate System
GCS_WGS_1984

Output Geographic Coordinate System
GCS_POSGAR_2007

Custom Geographic Transformation

Method
POSITION_VECTOR

Parameters

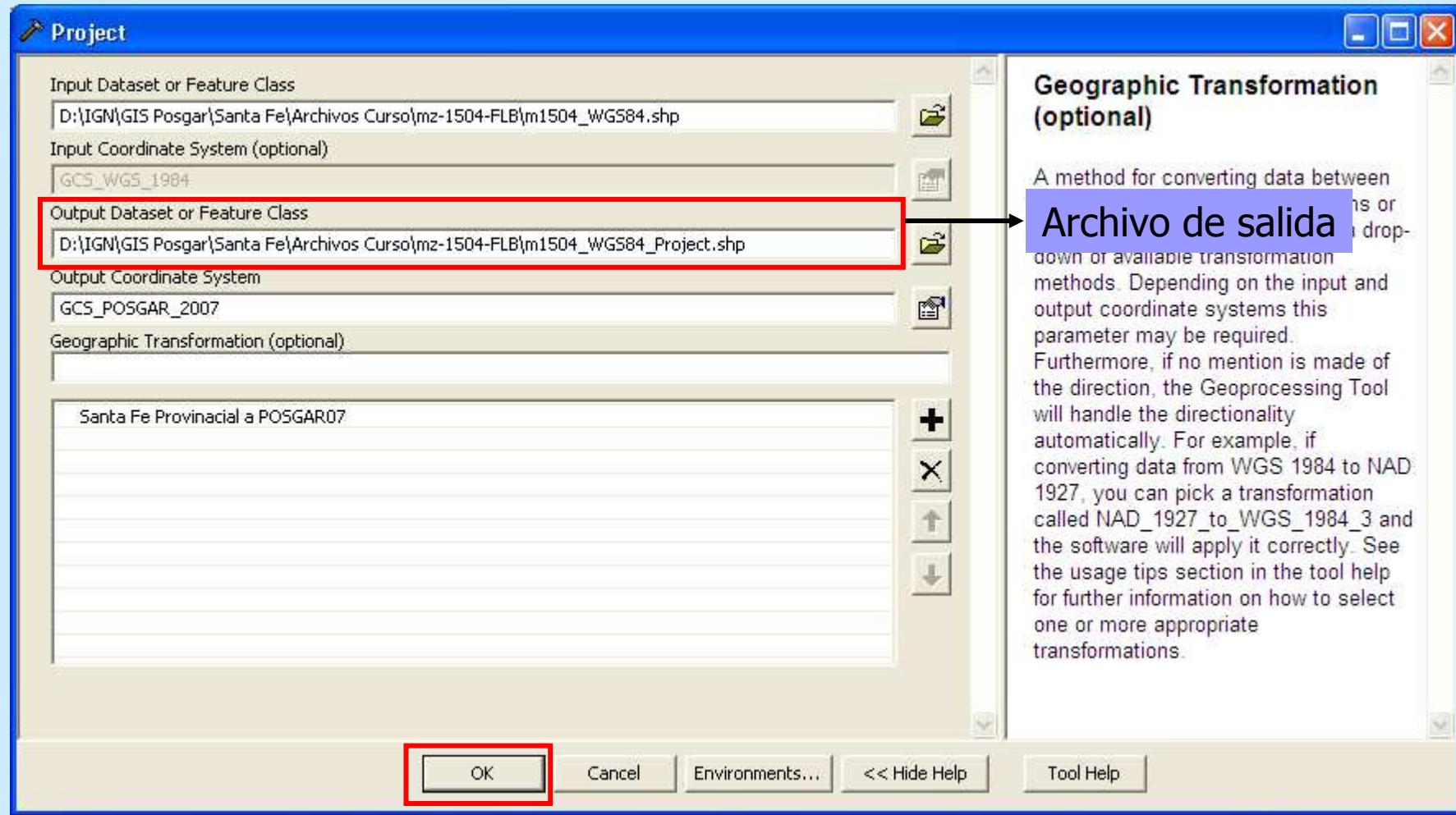
Name	Value
X Axis Translation (meters)	-1.5095
Y Axis Translation (meters)	4.2223
Z Axis Translation (meters)	0.6192
X Axis Rotation (seconds)	0.0057265484
Y Axis Rotation (seconds)	0.0026215329

Create Custom Geographic Transformation

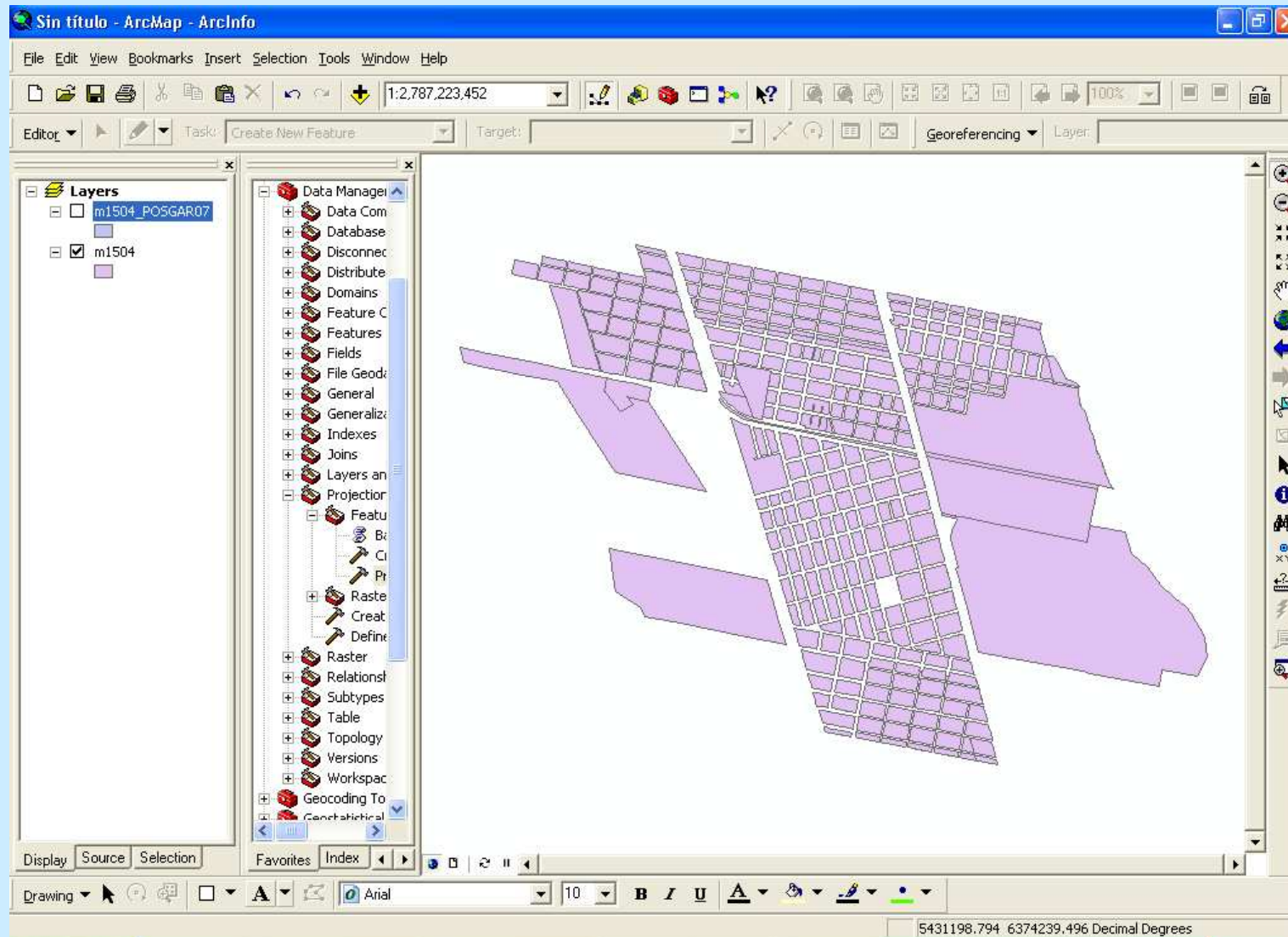
Creates a transformation method for converting data between two geographic coordinate systems or datums. The output of this tool can be used as a transformation method for any tool with a parameter that requires such a method.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

Aplicar los parámetros a un Shape

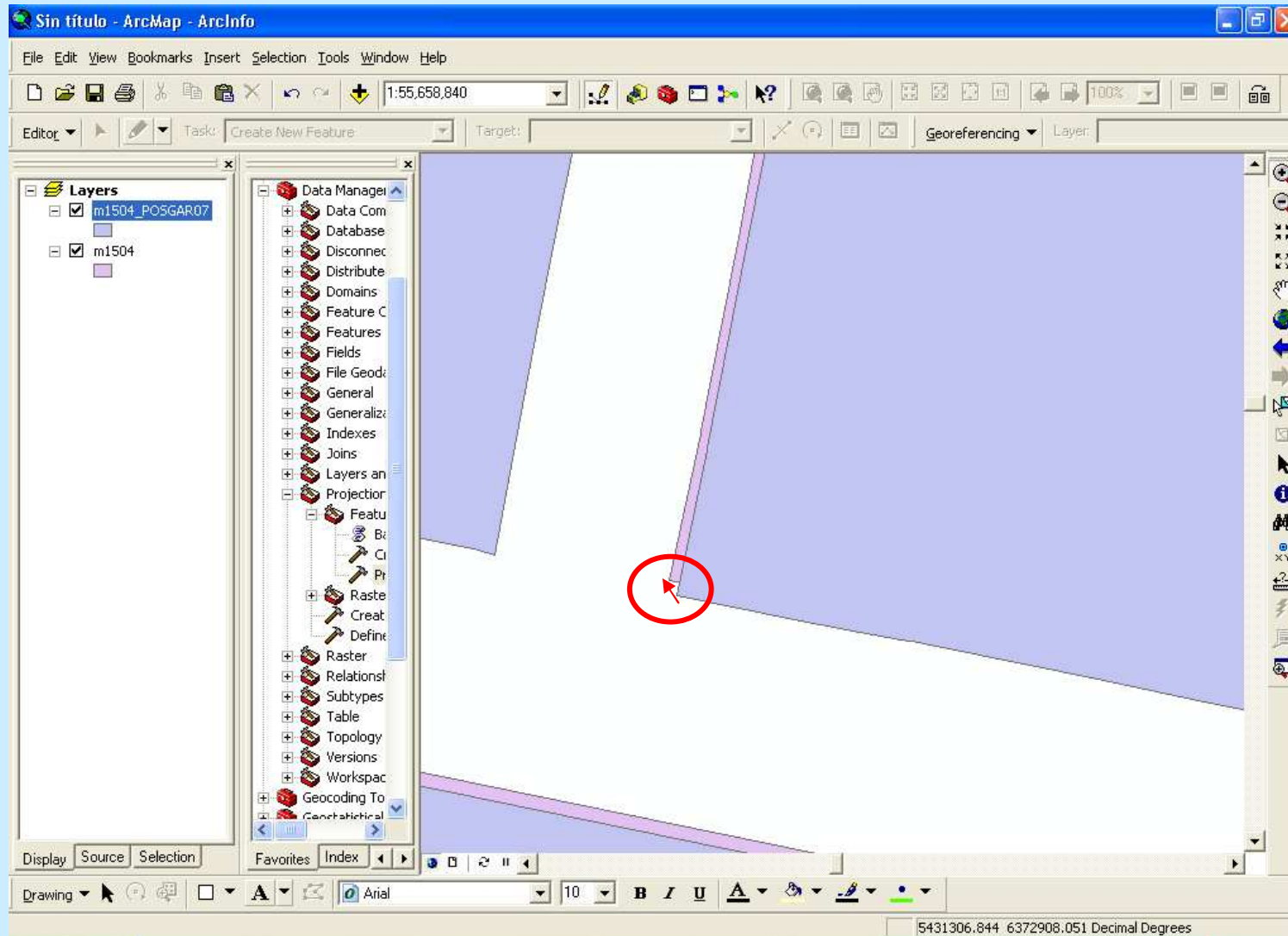


Resultado de la proyección



Shape en WGS84

Resultado de la proyección



Desplazamiento entre WGS84 (Santa Fe) y POSGAR07



POSGAR 94 a POSGAR 07

¿Cómo paso de un archivo en formato “xls”
del Marco **POSGAR 94** (WGS 84), a
POSGAR 07 (ITRF 05)?

Archivos en formato "xls"

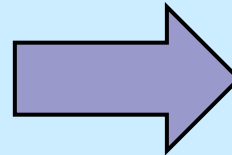
Santa Fe - Comparación P...

Archivo Inic Inst Dis Fôr Dat Rev Vist

A1 CORDENADAS

	A	I	J	K
1	CORDENADAS PROVINCIALES (POSGAR 94)			
2				
3	Nombre	X	Y	Z
4	ACEB	2602159.727	-4662884.250	-3476579.315
5	ALCO	2569939.245	-4660108.339	-3504015.944
6	ALEJ	2783155.167	-4784803.187	-3158133.692
7	ALVA	2607976.468	-4667556.496	-3465988.895
8	AREQ	2547990.828	-4698894.140	-3468310.791
9	ARMS	2547415.727	-4722278.787	-3437084.621
10	ARRE	2648690.897	-4582191.009	-3547498.930
11	ARTE	2528012.572	-4712704.210	-3464219.924
12	BARR	2619519.769	-4722455.897	-3382410.337
13	BERA	2515142.258	-4703758.733	-3485562.178
14	BIGA	2564467.976	-4674283.703	-3489205.690
15	BOGA	2618960.590	-4648483.965	-3483183.259
16	BOLT	2632482.229	-4771921.714	-3302551.284
17	BOMB	2554471.724	-4673780.388	-3497166.327
18	BSSP	2454345.290	-4679391.817	-3560401.988
19	CADA	2568111.882	-4710912.287	-3437226.448
20	CALC	2739558.323	-4806849.742	-3162782.973
21	CARA	2587242.914	-4695075.305	-3444462.913
22	CARC	2623401.019	-4754020.115	-3335209.258
23	CARM	2512649.853	-4677926.831	-3521691.693
24	CARR	2553100.007	-4665324.250	-3509361.891
25	CASI	2578401.864	-4688582.509	-3459823.481
26	CAYA	2717103.811	-4735757.724	-3286091.130
27	CENT	2581880.254	-4738303.367	-3389211.541
28	CERE	2597017.562	-4888635.952	-3157788.034

PASMA ORIG PASMA AJUSTE PROV OR



Santa Fe - Comparación P...

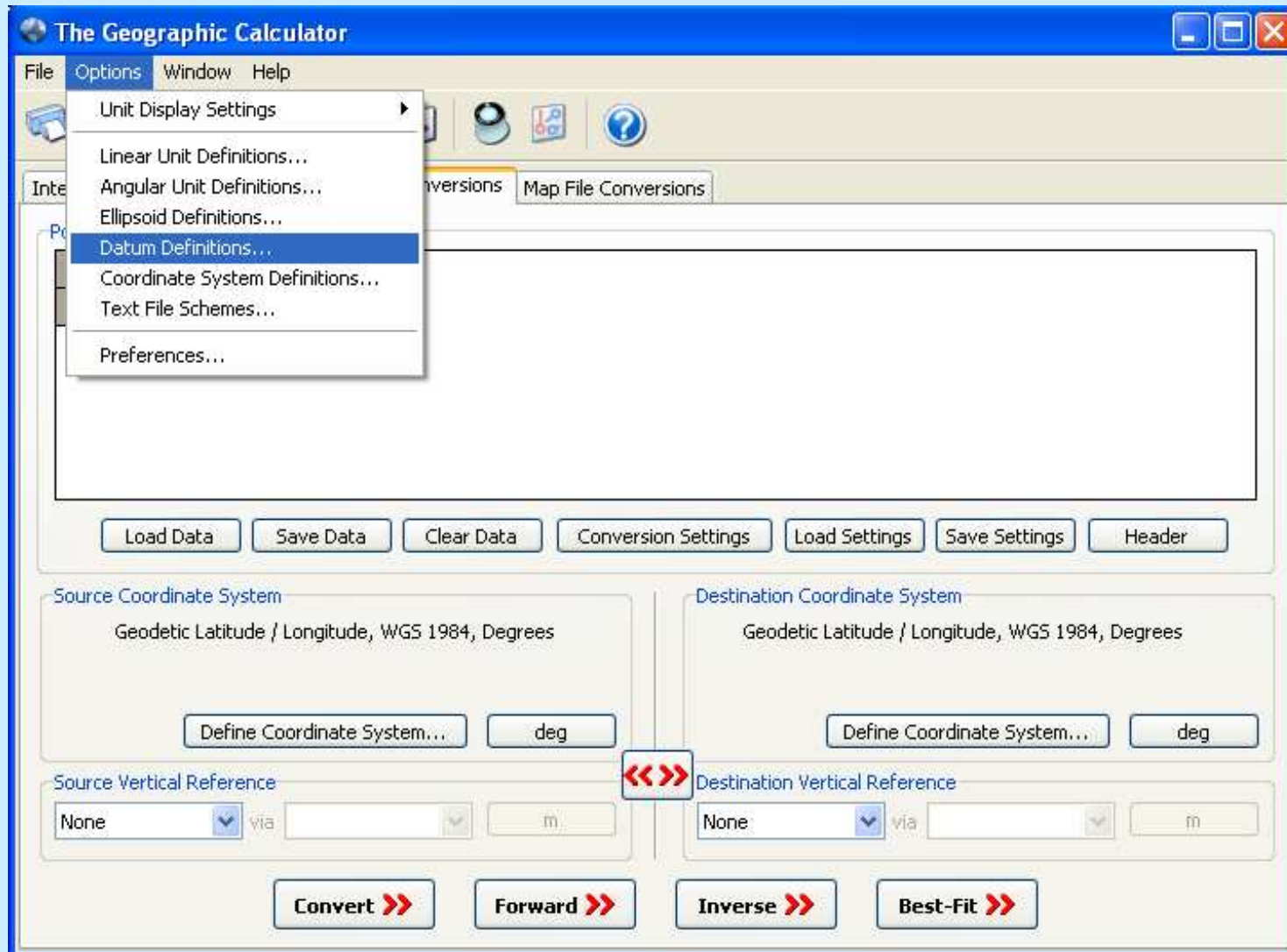
Archivo Inic Inst Dis Fôr Dat Rev Vist

A1 CORDENADAS

	A	I	J	K
1	CORDENADAS PROVINCIALES (POSGAR 07)			
2				
3	Nombre	X	Y	Z
4	ACEB	2602158.570	-4662880.850	-3476579.040
5	ALCO	2569938.130	-4660104.930	-3504015.670
6	ALEJ	2783154.070	-4784799.750	-3158133.390
7	ALVA	2607975.330	-4667553.070	-3465988.640
8	AREQ	2547989.720	-4698890.710	-3468310.520
9	ARMS	2547414.580	-4722275.360	-3437084.390
10	ARRE	2647737.830	-4582547.730	-3547739.010
11	ARTE	2528011.470	-4712700.810	-3464219.620
12	BARR	2619518.640	-4722452.500	-3382410.030
13	BERA	2515141.140	-4703755.280	-3485561.950
14	BIGA	2564466.870	-4674280.310	-3489205.380
15	BOGA	2618959.440	-4648480.530	-3483183.020
16	BOLT	2632481.090	-4771918.320	-3302550.970
17	BOMB	2554470.570	-4673776.980	-3497166.060
18	BSSP	2454344.170	-4679388.370	-3560401.730
19	CADA	2568110.730	-4710908.910	-3437226.140
20	CALC	2739557.260	-4806846.510	-3162782.730
21	CARA	2587241.820	-4695071.890	-3444462.620
22	CARC	2623399.880	-4754016.700	-3335208.990
23	CARM	2512648.750	-4677923.430	-3521691.390
24	CARR	2553098.910	-4665320.840	-3509361.590
25	CASI	2578400.710	-4688579.120	-3459823.200
26	CAYA	2717102.690	-4735754.280	-3286090.870
27	CENT	2581879.120	-4738299.950	-3389211.270
28	CERE	2597016.540	-4888632.570	-3157787.790

PASMA AJUSTE PROV ORIG REMEDIC

Software de Transformación “Geocalc”



Software de Transformación “Geocalc”

The image shows a screenshot of the Geocalc software interface. The main window is titled "Datum definitions" and contains several input fields and buttons. A smaller dialog box titled "New Datum" is overlaid on top of the main window. The "New Datum" dialog has a text input field for "Unique Datum Name (datum key)" containing the text "Santa Fe_P94_P07". The "Datum definitions" window has the following fields and buttons:

- Datum: ADINDAN-BF (dropdown menu)
- EPSG Code: 6201 (text input)
- Name: Adindan - Burkina Faso (text input)
- Description: (text input)
- Method: Me (text input)
- Ellipsoid: CL (text input)
- Shifts To:
 - X: -118 (text input)
 - Y: -14. (text input)
 - Z: 218 (text input)
- Prime Meridian Shift From Greenwich (degrees): 0.000000000000 (text input)
- Buttons: OK, Cancel, Preview..., Save, Remove, New...

Software de Transformación “Geocalc”

Datum definitions

Datum: SANTA FE_P94_P07 EPSG Code:

Name: Curso_Georreferenciación Description:

Method: Bursa/Wolfe (7 parameter)

Ellipsoid: WGS84

Shifts To WGS 84 (meters):
X: 1.5095
Y: -4.2223
Z: -0.6192

Rotation To WGS84 (arc seconds):
X: 0.00572655
Y: 0.00262153
Z: 0.00171197

Scale Correction to WGS84 (ppm): -0.14759640

Prime Meridian Shift From Greenwich (degrees): 0.000000000000

Buttons: OK, Cancel, Preview..., **Save**, Remove, New...

Parámetros de Transformación

Parámetros Bursa-Wolf					
	Matriz X			Matriz X	
Dx	1.5095			1.5095	m
Dy	-4.2223			-4.2223	m
Dz	-0.6192			-0.6192	m
Factor Escala	-1.47596E-07	-147.596	ppb	-0.14759640	ppm
Rx	2.77631E-08	5.727	mas	0.00572655	arc seg
Ry	1.27096E-08	2.622	mas	0.00262153	arc seg
Rz	8.29989E-09	1.712	mas	0.00171197	arc seg

Software de Transformación “Geocalc”

The Geographic Calculator

File Options Window Help

Interactive Conversions Point Database Conversions Map File Conversions

Point Database Conversion - C:\Documents and Settings\HG\Escritorio\Libro1.xls

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
R1	ACEB	2602159.7268	-4662884.25	-3476579.315	2602158.607	-4662880.834	-347
R2	ALCO	2569939.2454	-4660108.339	-3504015.9438	2569938.121	-4660104.923	-350
R3	ALEJ	2783155.1665	-4784803.1869	-3158133.6916	2783154.068	-4784799.782	-315
R4	ALVA	2607976.4678	-4667556.4961	-3465988.8953	2607975.349	-4667553.081	-346
R5	AREQ	2547990.8275	-4698894.1401	-3468310.7914	2547989.699	-4698890.729	-346

Load Data Save Data Clear Data Conversion Settings Load Settings Save Settings Header

Source Coordinate System
XYZ Cartesian ECEF, Earth Centered Earth Fixed, WGS 1984, Meter

Destination Coordinate System
XYZ Cartesian ECEF, Earth Centered Earth Fixed, Curso_Georeferenciación [Bursa/Wolfe method], Meter

Source Vertical Reference
None via m

Destination Vertical Reference
None via m

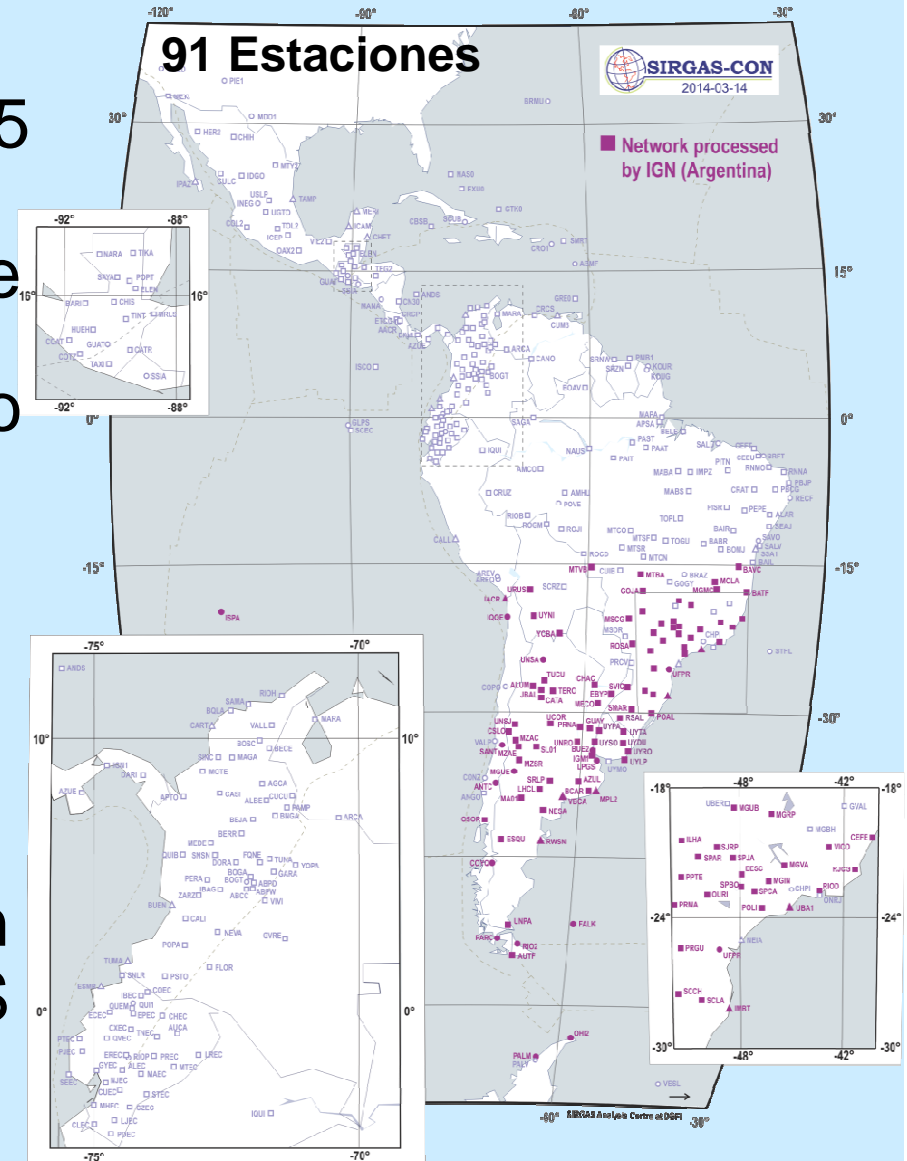
Convert >>> Forward >>> Inverse >>> Best-Fit >>>



Procesamiento Científico de Datos GPS

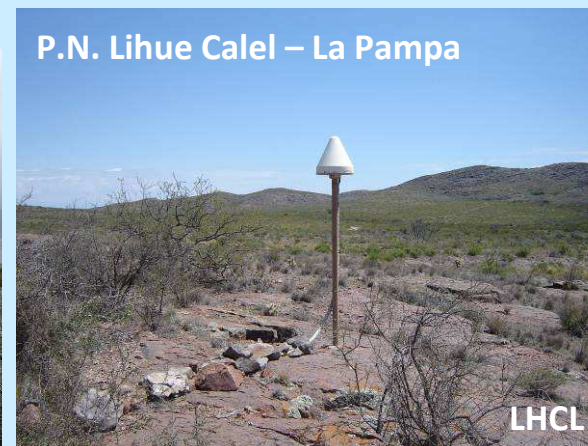
Centro de Procesamiento GNA

- El centro funciona desde 2005
- El 29 de noviembre de 2010 SIRGAS oficializa al centro de procesamiento que funciona dentro del Instituto Geográfico Nacional (GNA)
- Procesamiento de la red SIRGAS-CON-D-SUR con el **software científico GAMIT-GLOBK**
- Los parámetros de procesamiento y combinación son los definidos por SIRGAS



Centro de Procesamiento GNA - ¿Qué se obtiene?

Coordenadas de las estaciones SIRGAS

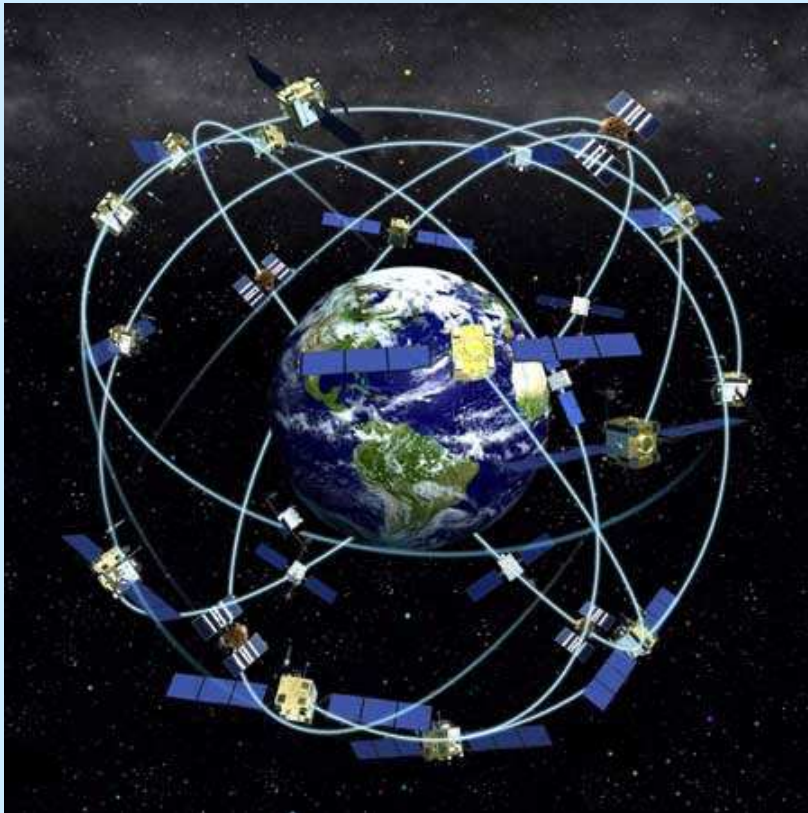


Centro de Procesamiento GNA - ¿Cómo se obtiene?

- **Software GAMIT-GLOBK (MIT)**
 - Archivos de medición de las estaciones
 - Tablas para el procesamiento
 - Coordenadas precisas de los satélites
 - Calibración de antenas
 - Parámetros de orientación del polo (EOP)
 - Modelo Troposférico
 - Marea terrestre
 - Nutación
 - Efemérides solares y lunares
 - Carga atmosférica

GAMIT-GLOBK

- Coordenadas precisas de los satélites GPS



GAMIT-GLOBK

■ Coordenadas precisas de los satélites GPS

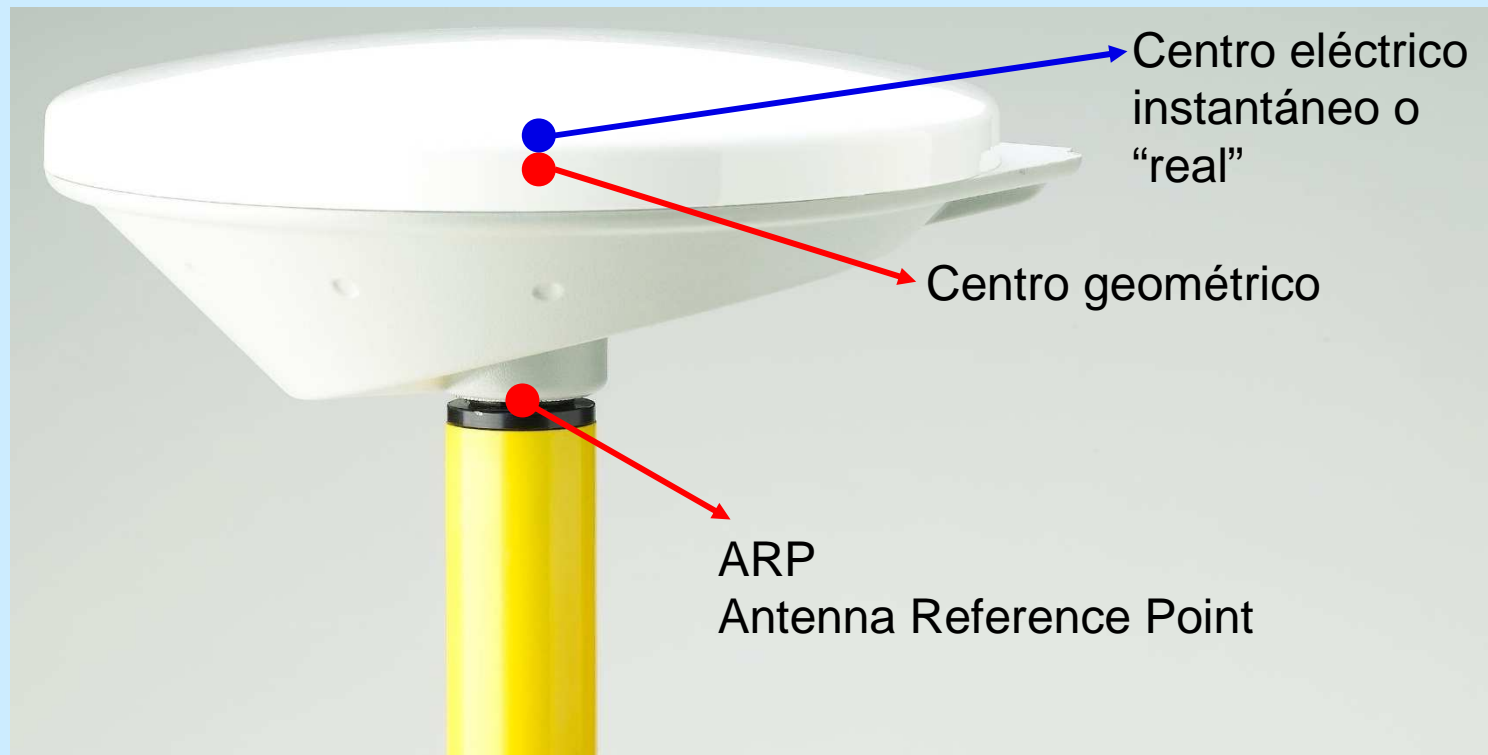
**12 Centros de Análisis IGS
monitorean la constelación
GPS, y combinan sus
soluciones**

NOMBRE DEL CENTRO	CODIGO IGS
Center for Orbit Determination in Europe, AIUB, Switzerland	CODE
European Space Operations Center, ESA, Germany	ESOC
Geodetic Observatory Pecny, Czech Republic	GOP-RIGTC
GeoForschungsZentrum, Germany	GFZ
GRGS-CNES/CLS, Toulouse, France	GRGS
Jet Propulsion Laboratory, USA	JPL
Massachusetts Institute of Technology, USA	MIT
National Oceanic and Atmospheric Administration / NGS, USA	NOAA
Natural Resources Canada, Canada	NRCan
Scripps Institution of Oceanography, USA	SIO
U.S. Naval Observatory, USA	USNO
Wuhan University, China	WHU

TIPOS DE ÓRBITAS	PRECISIÓN (cm)	DISPONIBILIDAD	DISPONIBLE EN
Transmitidas	100	Tiempo Real	Mensaje de navegación
Ultrarápidas (Predicha)	5	Tiempo Real	IGS
Ultrarápidas (Observada)	3	de 3 a 9 hs	IGS
Rápidas	~2.5	de 17 a 41 Horas	IGS
Final	<2.0	12 a 18 Días	IGS

■ Calibración de antenas

Para cualquier antena GPS, el centro de fase eléctrico no es estable, sino que varía con el cambio de dirección de la señal desde el satélite



■ Marea terrestre

- Amplitud de 20 cm
- Efecto debido a la atracción ejercida por la luna

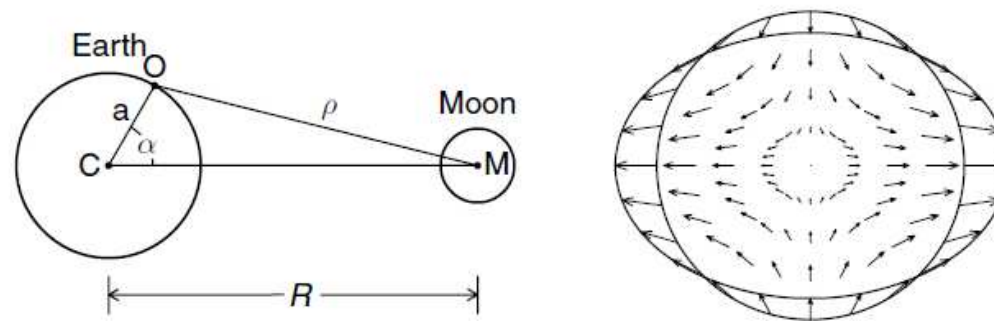


Figure 2 Tidal forcing. On the left is the geometry of the problem for computing the tidal force at a point O on the Earth, given an external body M . The right plot shows the field of forces (accelerations) for the actual Earth–Moon separation; the scale of the largest arrow is $1.14 \mu\text{m s}^{-2}$ for the Moon, and $0.51 \mu\text{m s}^{-2}$ for the Sun. The elliptical line shows the equipotential surface under tidal forcing, greatly exaggerated.

GAMIT-GLOBK

- Efemérides del Sol y la Luna

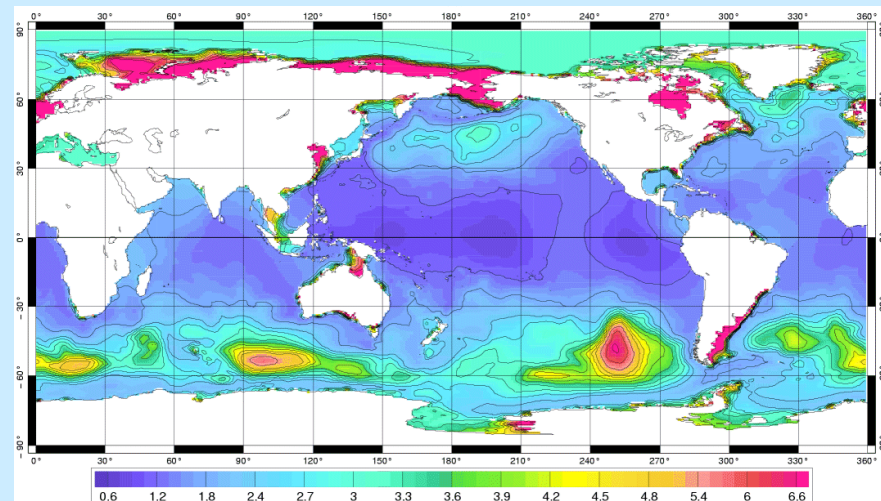
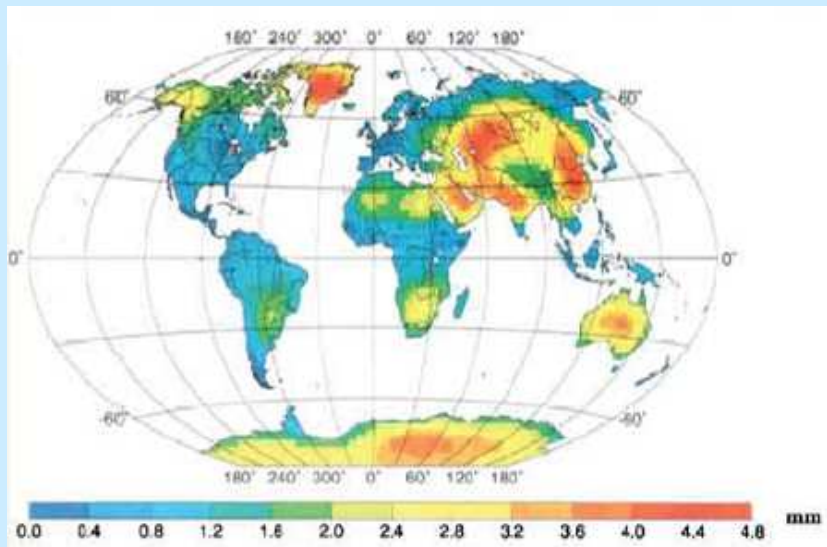


GAMIT-GLOBK

■ Carga atmosférica

□ Presión atmosférica

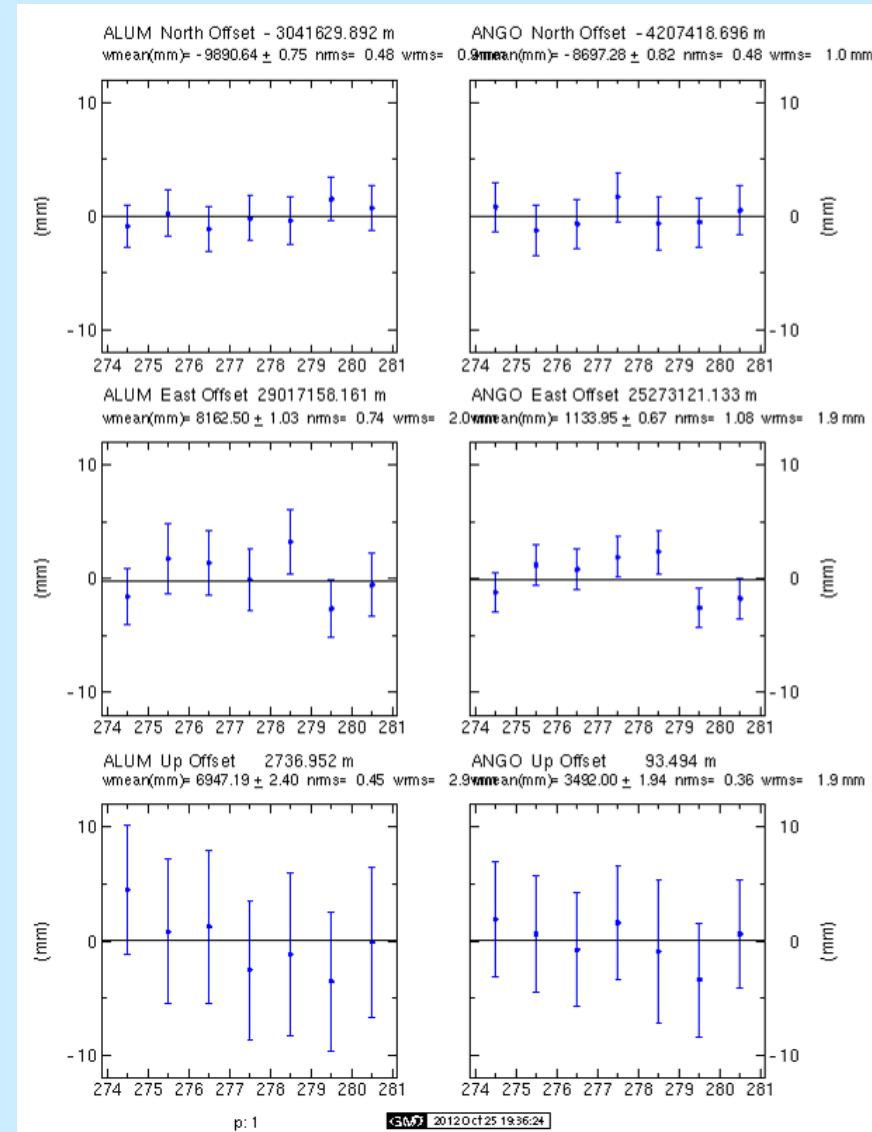
- Depende de la altura, la temperatura y la humedad



Variación Máxima de 25 mm

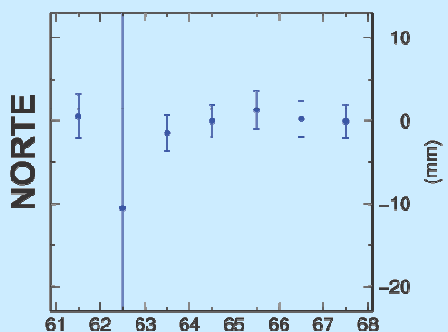
GAMIT-GLOBK

- Procesamiento por día
- Se obtienen coordenadas diarias de cada estación
- Se combinan en una solución semanal que otorga precisiones milimétricas

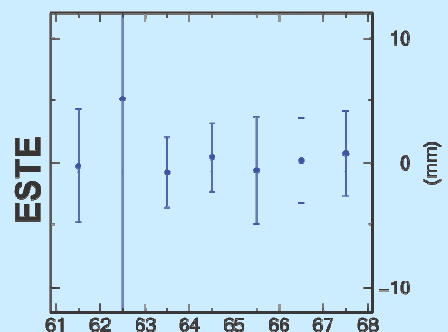


GAMIT-GLOBK

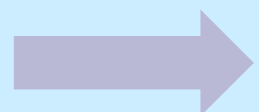
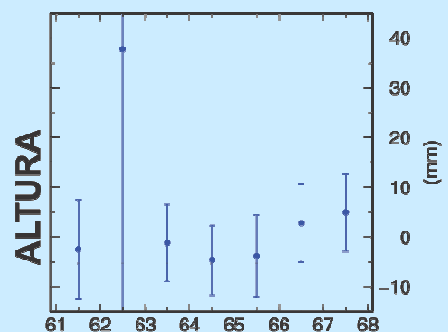
SURY North Offset -3244000.502 m
wmean(mm)=-503.91 ± 0.89 nrms= 0.40 wrms= 0.9 mm



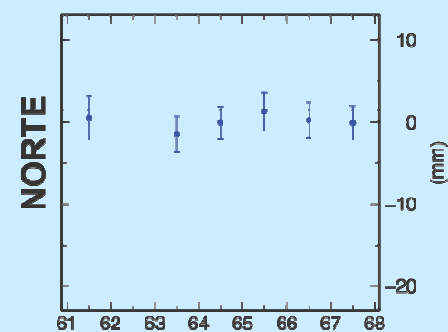
SURY East Offset 28910598.449 m
wmean(mm)= 8450.34 ± 1.37 nrms= 0.17 wrms= 0.6 mm



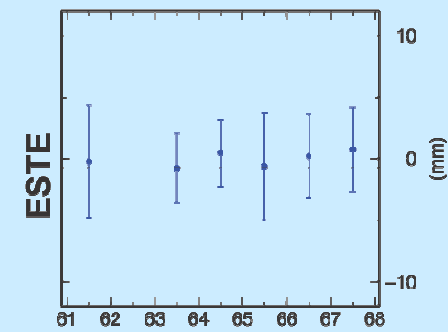
SURY Up Offset 119.740 m
wmean(mm)= 9747.20 ± 3.25 nrms= 0.63 wrms= 5.4 mm



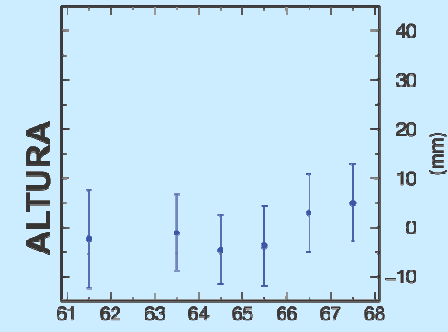
SURY North Offset -3244000.502 m
wmean(mm)=-503.91 ± 0.89 nrms= 0.40 wrms= 0.9 mm



SURY East Offset 28910598.449 m
wmean(mm)= 8450.34 ± 1.37 nrms= 0.17 wrms= 0.6 mm



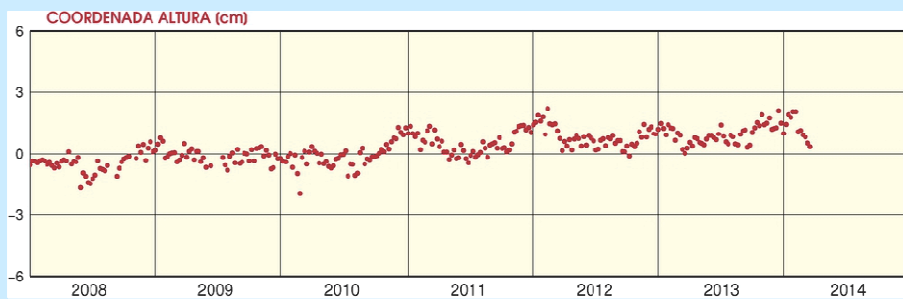
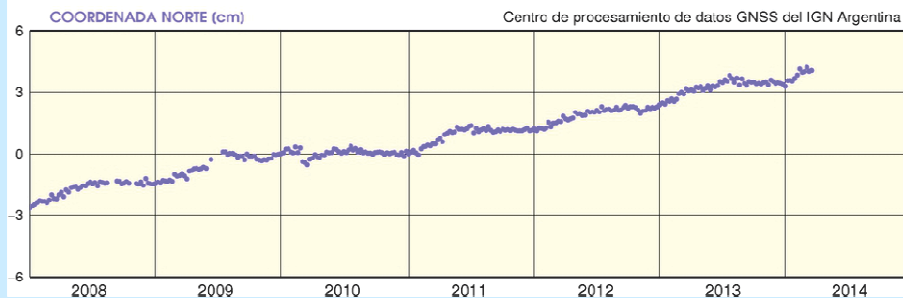
SURY Up Offset 119.740 m
wmean(mm)= 9747.20 ± 3.25 nrms= 0.63 wrms= 5.4 mm



Centro de Procesamiento GNA – Series de tiempo

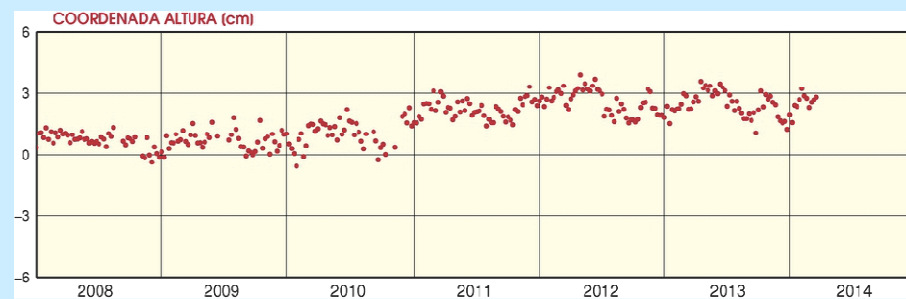
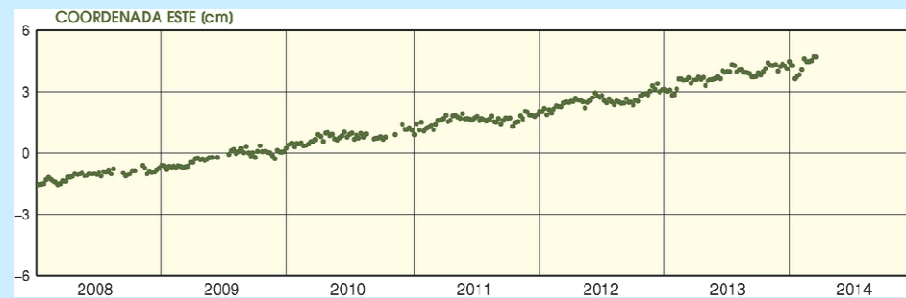
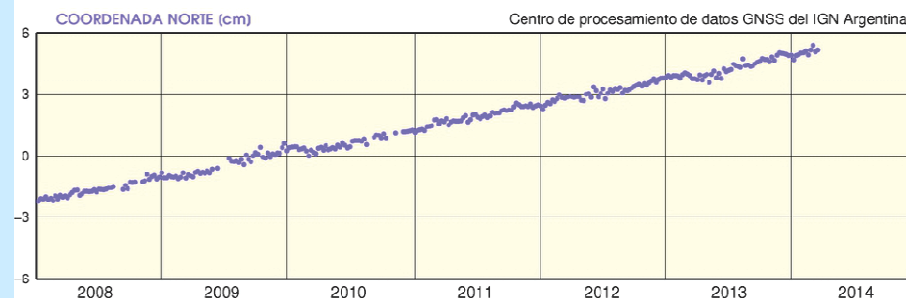
Estación IGM1

Ciudad de Buenos Aires, Buenos Aires



Estación AUTF

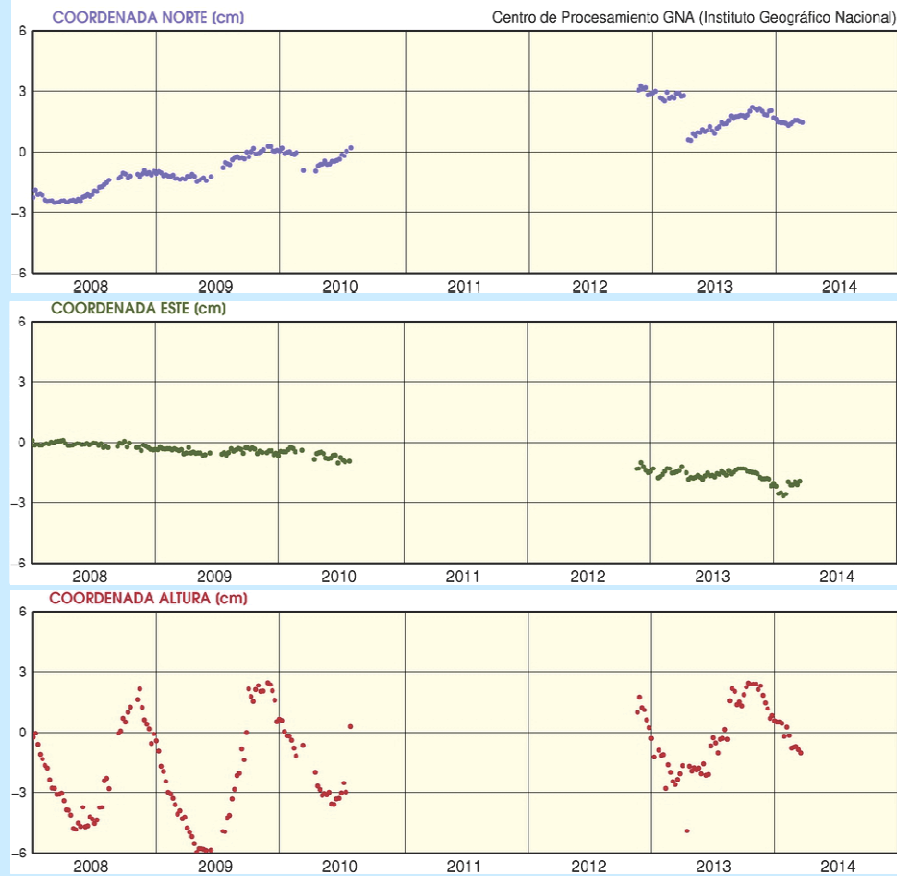
Ushuaia, Tierra del Fuego



Centro de Procesamiento GNA – Series de tiempo

Estación NAUS

Manaos, Brasil

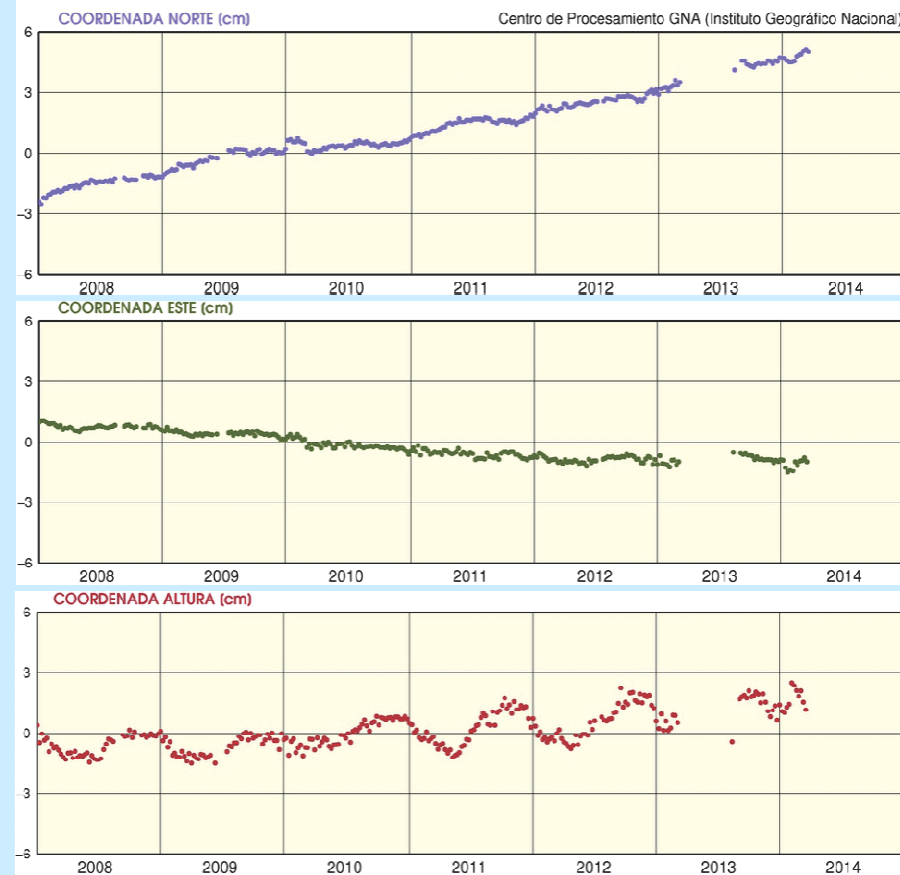


Centro de Procesamiento GNA – Series de tiempo



Estación CHPI

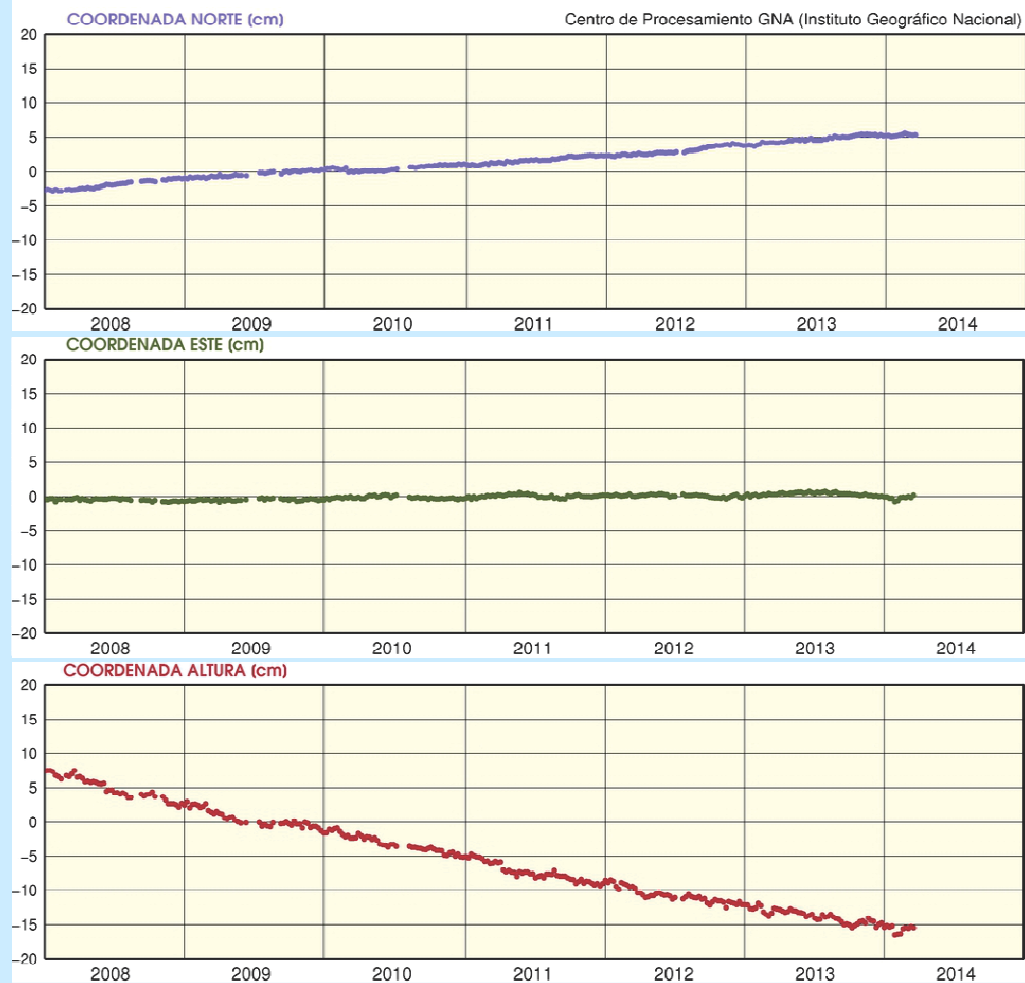
Cachoeira, Brasil



Centro de Procesamiento GNA – Series de tiempo

Estación BOGT

Bogotá, Colombia

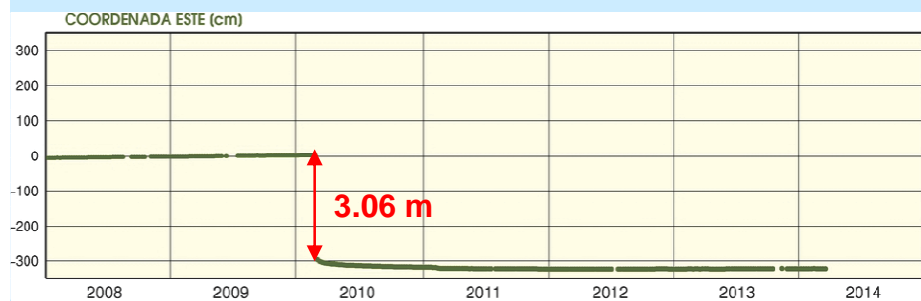
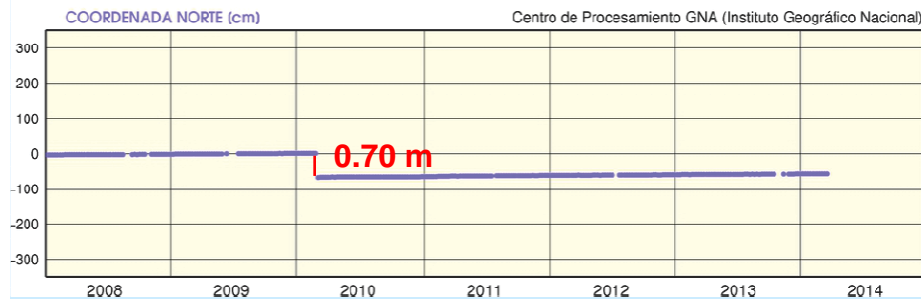


Caso CONZ

Estación CONZ

Concepción, Chile

Centro de Procesamiento GNA (Instituto Geográfico Nacional)

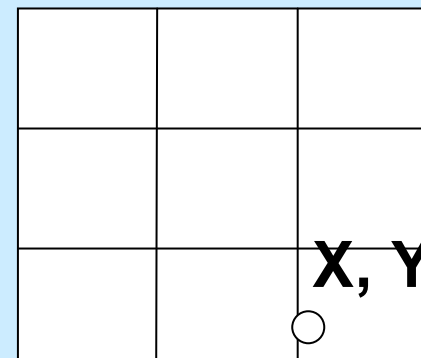
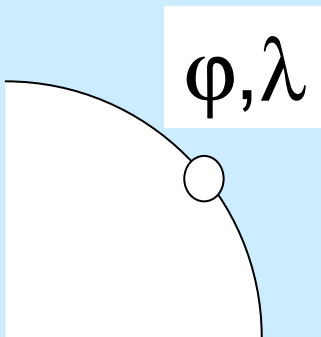





Sistemas de Proyección Cartográficos

Sistema de Proyección Cartográfica

- Un Sistema de Proyección Cartográfica permite representar en un plano la superficie curva de la Tierra.
- A cada punto del terreno de coordenadas φ, λ le corresponde en el plano un único punto de coordenadas **X, Y** y viceversa.
- En la transformación de coordenadas geodésicas a planas se producen deformaciones.





Sistema de Proyección Cartográfico

Deformaciones

DEFORMACIONES

LINEALES

ANGULARES

AREALES

CLASIFICACIÓN

SISTEMAS EQUILÁTEROS

SISTEMAS CONFORMES

SISTEMAS EQUIVALENTES

Sistema de Proyección Cartográfico

Escala de proyección

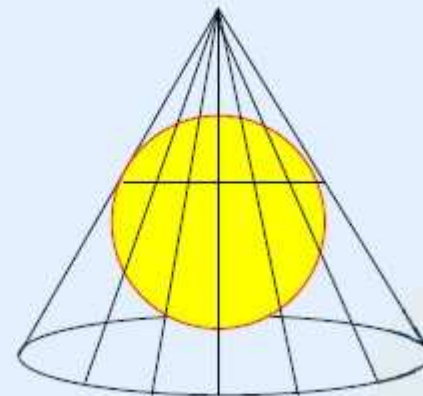
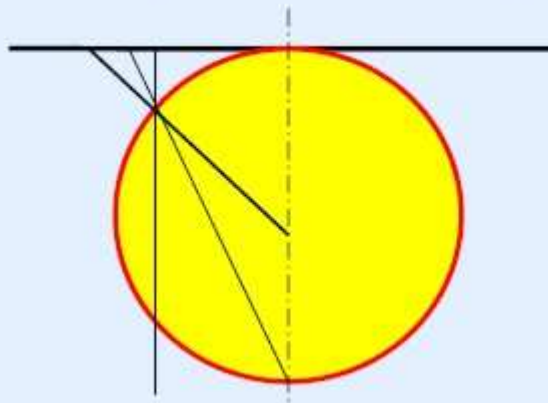
- GEOGRÁFICOS \longrightarrow $E < 1 : 1.000.000$
- ELIPSÓIDICOS \longrightarrow $E \geq 1 : 1.000.000$

Sistema de Proyección Cartográfico

Tipo de proyección

Proyecciones *en función del proceso geométrico:*

- **Proyección perspectiva:** la superficie es proyectada sobre un plano tangente o secante en un punto determinado de la superficie terrestre.
- **Proyección desarrollable o por desarrollo:** la superficie terrestre es proyectada sobre una figura geométrica que se puede desarrollar en un plano (cono o cilindro).



Sistema de Proyección Cartográfico

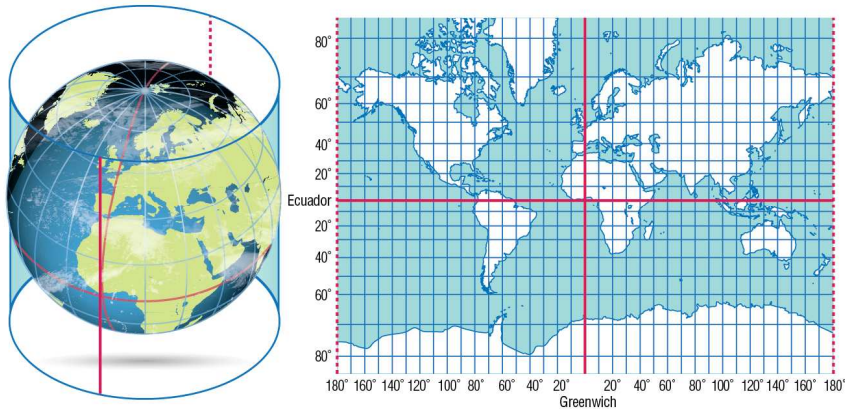
Superficie de proyección

- AZIMUTALES → PLANO
- CILÍNDRICOS → CILINDRO
- CÓNICOS → CONO

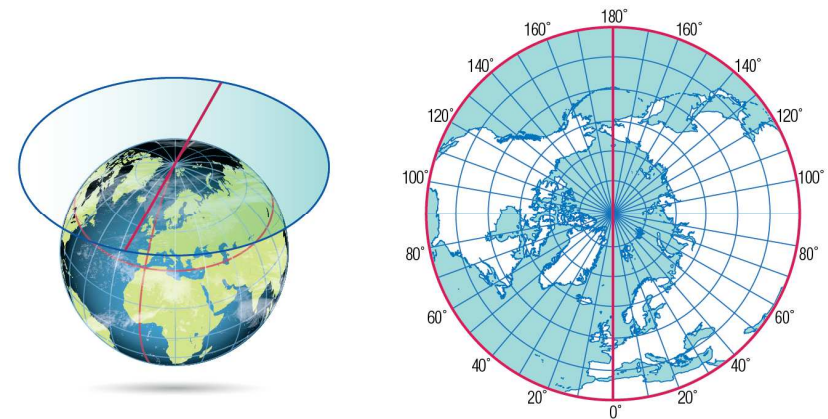
Sistema de Proyección Cartográfica

Superficie de proyección

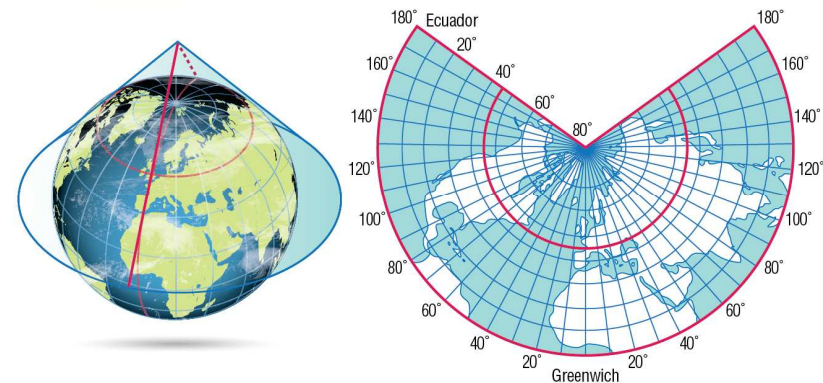
PROYECCIÓN CILÍNDRICA



PROYECCIÓN ACIMUTAL



PROYECCIÓN CÓNICA



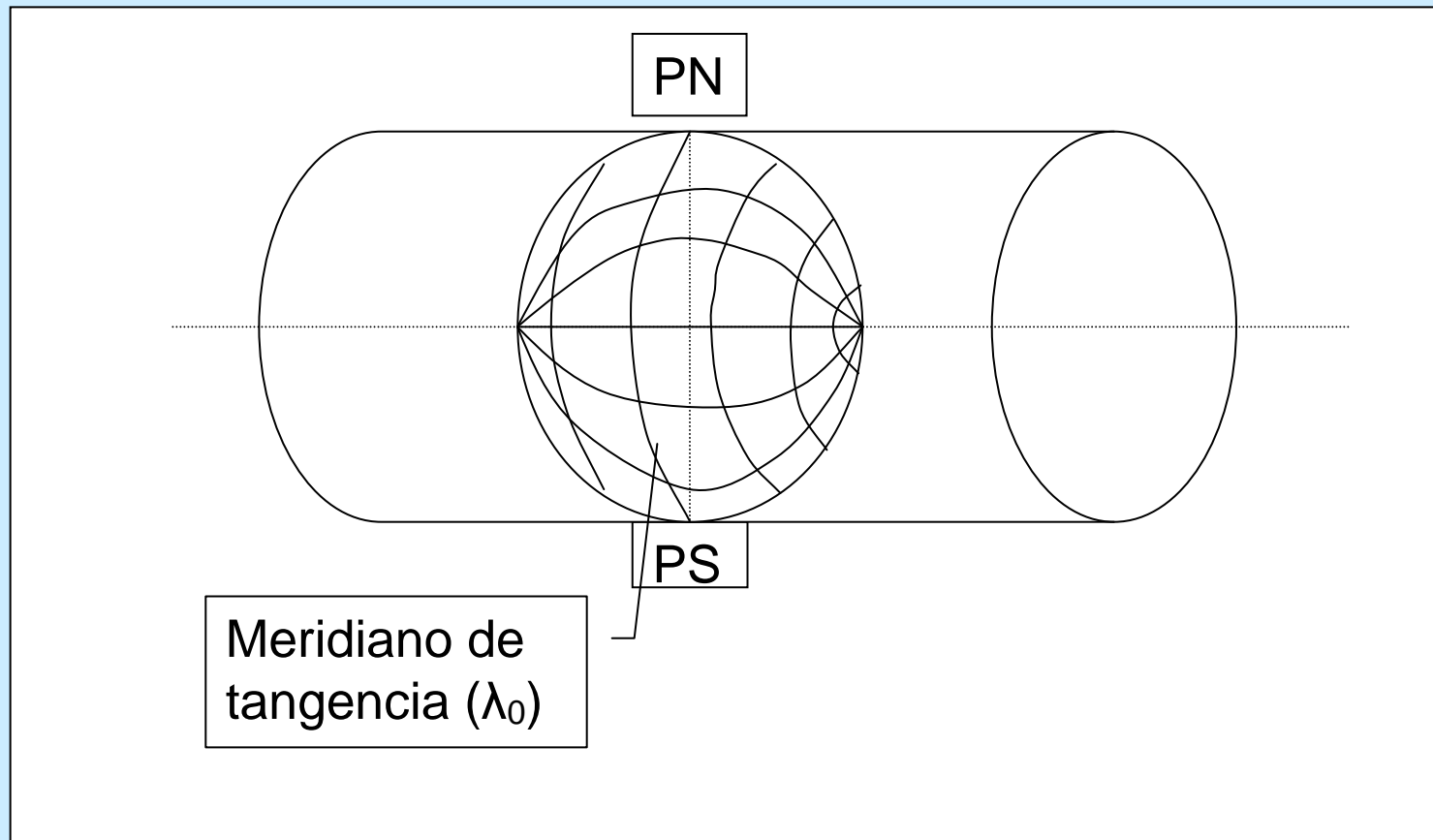
Sistema de Proyección Cartográfico

Proyección GAUSS-KRÜGER

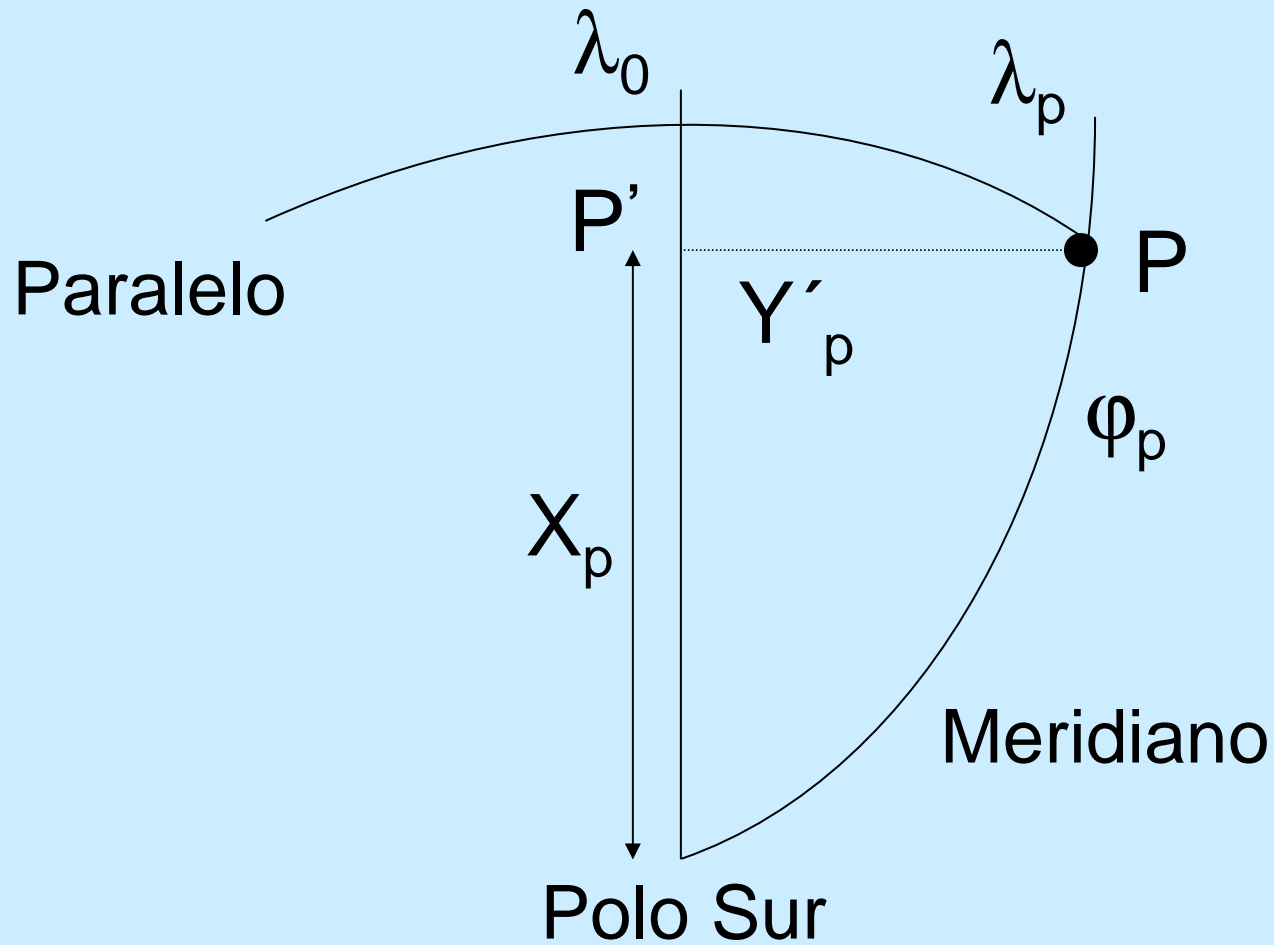
CARACTERÍSTICAS

- **CONFORME** \Rightarrow Se conservan los ángulos
- **CONVENCIONAL** \Rightarrow Transformación $\varphi, \lambda \Leftrightarrow X, Y$ por fórmulas
- **CILÍNDRICO** \Rightarrow Se desarrolla sobre un cilindro tangente transversal
- **ELIPSÓIDICO** \Rightarrow Escala $\geq 1 : 1000000$

Proyección GAUSS-KRÜGER



Proyección **GAUSS-KRÜGER**



Coordenadas GAUSS-KRÜGER

X \Rightarrow SE MIDE SOBRE λ_0 DESDE EL POLO SUR

$$Y = Y_0 + Y'_p$$

Donde :

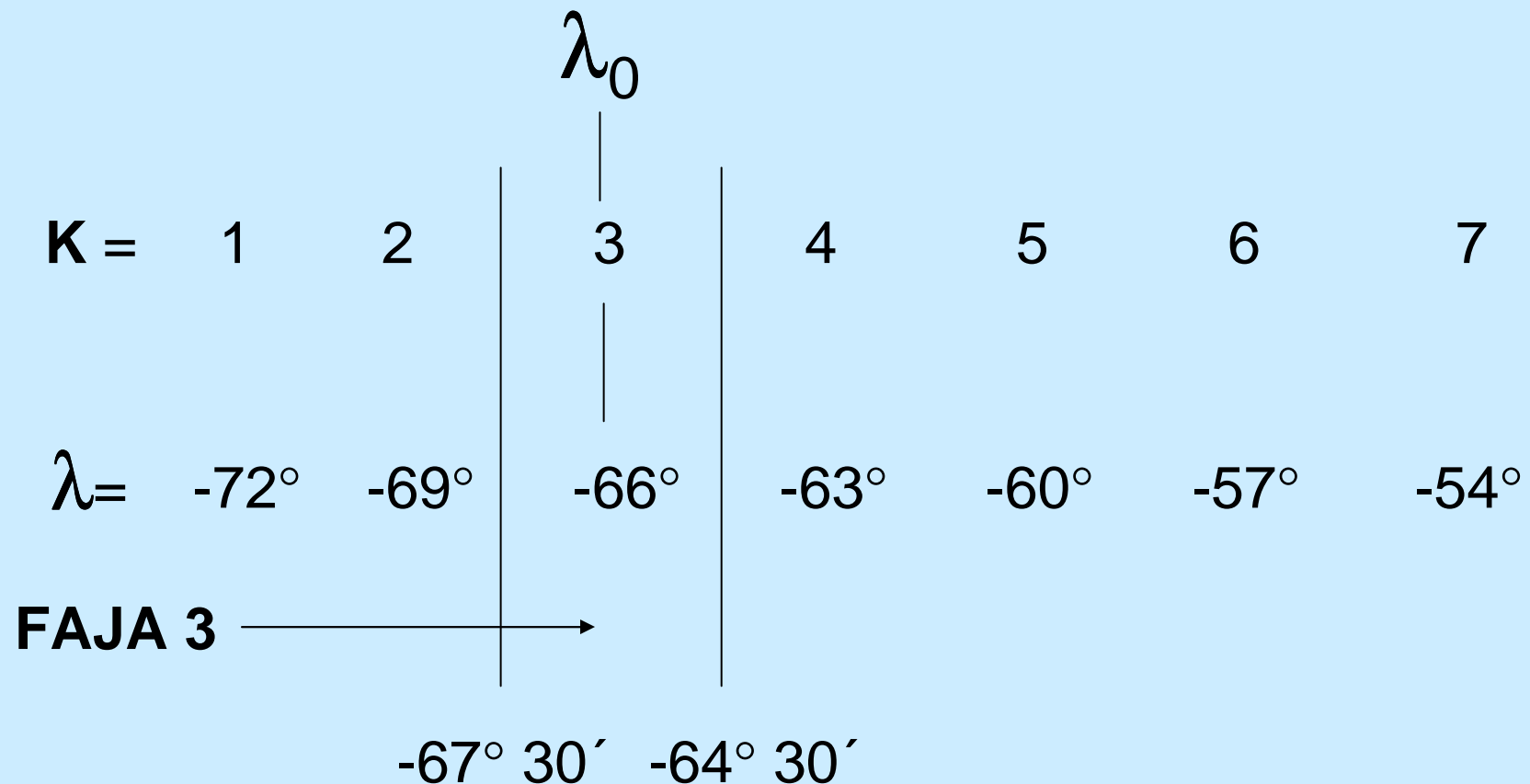
$$Y_0 = K \cdot 10^6 + 500000$$

K = CARACTERÍSTICA DE FAJA

Y'_p es positivo al este de λ_0 y negativo al oeste de λ_0

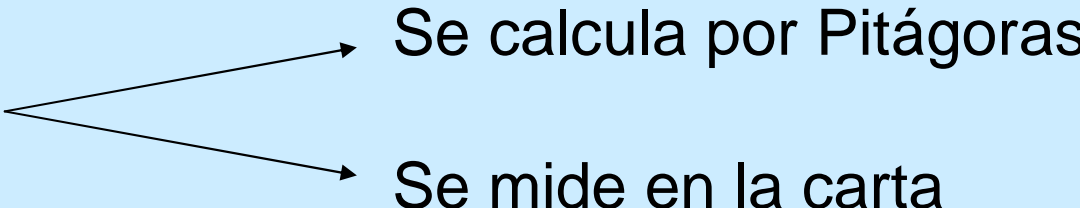
Proyección GAUSS-KRÜGER

Meridianos de tangencia



Proyección GAUSS-KRÜGER

Deformación lineal

Distancia plana  Se calcula por Pitágoras
Se mide en la carta

Módulo de Agrandamiento $\longrightarrow m = 1 + \frac{Y'^2}{2R^2}$

Distancia geodésica = $\frac{\text{Distancia plana}}{m}$

Proyección GAUSS-KRÜGER

Ejemplos de deformación

Coordenadas geodésicas POSGAR

φ : -34 35 00

λ : -58 32 00

φ : -34 38 00

λ : -58 34 00

Coordenadas planas Gauss- Krüger POSGAR

X: 6172618.729

Y: 5634569.736

X: 6167115.383

Y: 5631432.266

Distancia plana: 6334.866 m

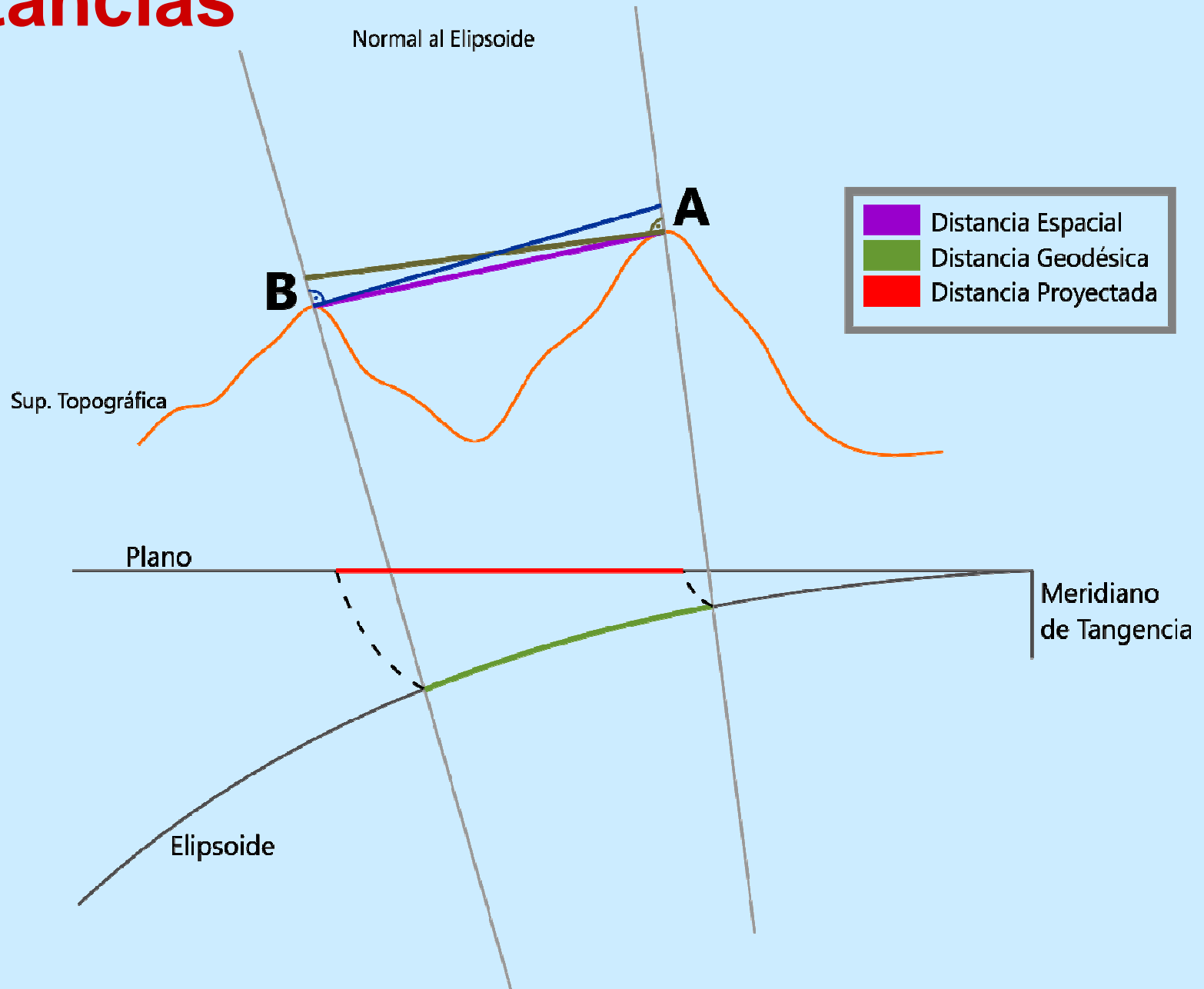
Distancia geodésica: 6333.387 m

Diferencia: 1.380 m

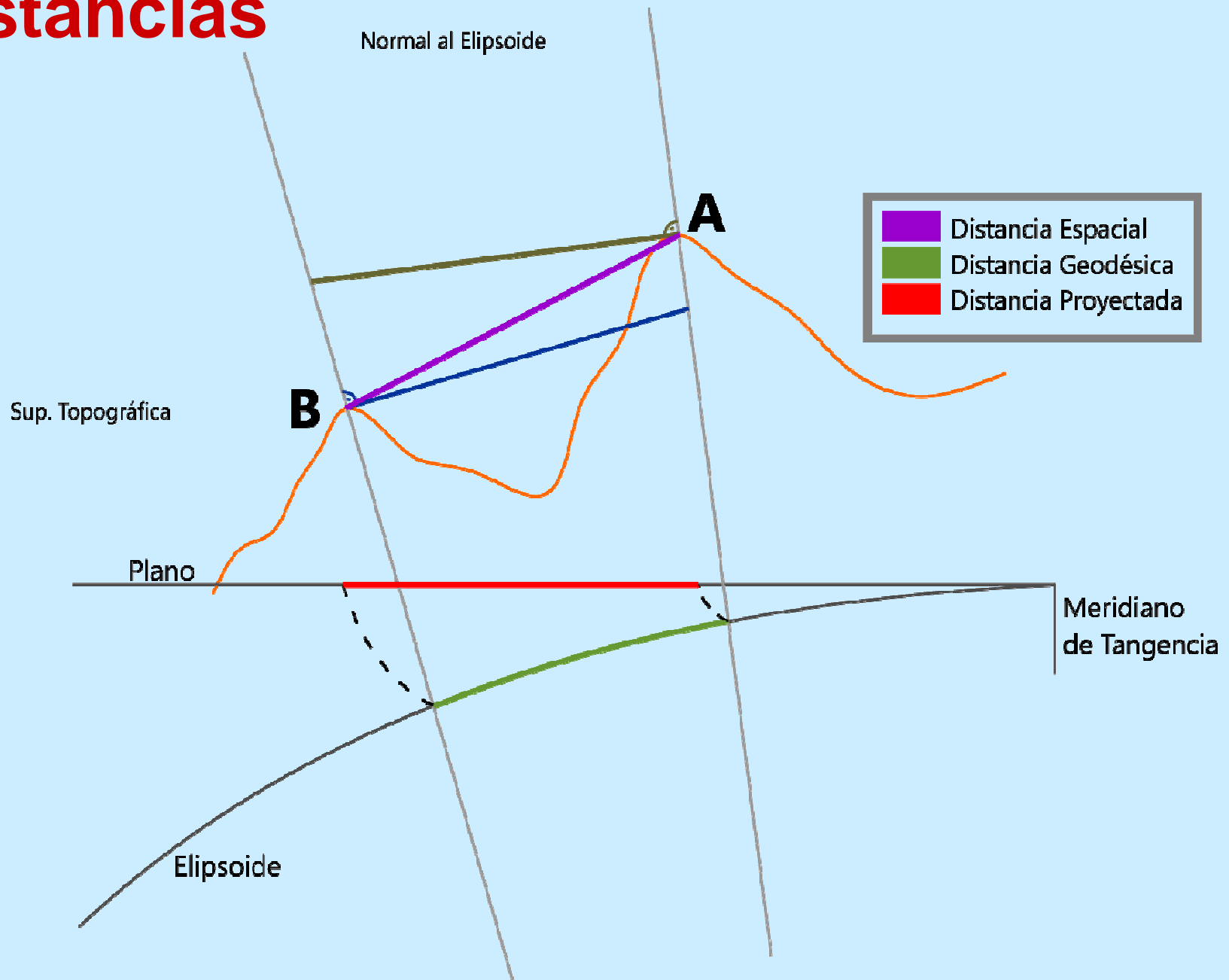
Cuadro comparativo

Geodésicas	Planas GK	Distancias	Diferencias		Geodésicas	Planas GK	Distancias	Diferencias	Dist. Al MC	Diferencias
-27 30 00	6958931.700				-27 30 00	6958931.700				
-60 00 00	5500000.000				-60 00 00	5500000.000				
-27 32 00	6955237.976	3693.724			-27 30 05	6958777.795	153.905			
-60 00 00	5500000.000	3693.724	0.000		-60 00 00	5500000.000	153.905	0.000		
-27 30 00	6958832.156				-27 30 00	6958832.156				
-59 30 00	5549406.431				-59 30 00	5549406.431				
-27 32 00	6955138.351	3693.724			-27 30 05	6958678.248	153.905		49406.531	
-59 30 00	5549391.538	3693.835	0.111		-59 30 00	5549405.811	153.909	0.004	49370.797	35.734
-27 30 00	6958533.496				-27 30 00	6958533.496				
-59 00 00	5598815.036				-59 00 00	5598815.036				
-27 32 00	6954839.448	3693.724			-27 30 05	6958379.578	153.905		98815.838	
-59 00 00	5598785.246	3694.168	0.444		-59 00 00	5598813.796	153.923	0.018	98741.594	74.244
-27 30 00	6958035.636				-27 30 00	6958035.636				
-58 30 00	5648227.989				-58 30 00	5648227.989				
-27 32 00	6954341.182	3693.724			-27 30 05	6957881.700	153.905		148230.697	
-58 30 00	5648183.293	3694.724	1.000		-58 30 00	5648226.127	153.947	0.042	148112.391	118.306
-27 30 00	6957338.431				-27 30 00	6957338.431				
-58 00 00	5697647.463				-58 00 00	5697647.463				
-27 32 00	6953643.408	3693.724			-27 30 05	6957184.472	153.905		197653.885	
-58 00 00	5697587.848	3695.504	1.780		-58 00 00	5697644.980	153.979	0.074	197483.189	170.696

Distancias



Distancias





¿Cuál es la correcta?

Distancias espacial, geodésica y proyectada

COORDENADAS GEODÉSICAS							
	Latitud			Longitud			h
IGM1	-34	34	20.07733	-58	26	21.54958	50.694
MA02	-34	36	25.28333	-58	23	38.71695	59.656
LPGS	-34	54	24.28241	-57	55	56.27834	29.875

COORDENADAS PLANAS (Faja 6)	
N [m]	E [m]
6173885.202	6367922.086
6170084.854	6372126.306
6137321.788	6414794.329

COORDENADAS GEOCENTRICAS		
X [m]	Y [m]	Z [m]
2751804.044	-4479879.309	-3598922.511
2754195.750	-4475846.413	-3602103.840
2780103.004	-4437418.936	-3629404.502

DISTANCIAS [m]	IGM1-MA02	IGM1-LPGS
ESPACIAL	5666.16	59437.92
GEODÉSICA	5666.10	59437.76
PROYECTADA	5667.28	59446.53



Parámetros para una transformación de coordenadas

- Sistema de Referencia o Datum (POSGAR, Campo Inchauspe, etc.)
- Proyección (Cilíndrica Transversa)
- Latitud de origen de la proyección
- Longitud de origen de la proyección
- Falso norte o valor asignado a la latitud de origen
- Falso este o valor asignado a la longitud de origen
- Factor de escala del meridiano central

Proyección Gauss-Krüger Faja Local

Coordinate system definitions ✕

Group: CFC-FADA-IGN OK

System: Campo_1

Datum: WGS84 Cancel

Linear Unit: METERS ▼ EPSG Code:

Projection: Transverse Mercator/Gauss-Kruger ▼

Origin Latitude: S 34 25 00.00 Origin Longitude: W 58 32 00.00

False Northing (m): 10000.00000 False Easting (m): 50000.00000

Scale Factor: 1.00000000

Preview... Save New Group Remove Group

New System... Remove System

Proyección Gauss-Krüger Faja 5 Vs. Faja Local

COORDENADAS GEODÉSICAS							
	Latitud		Longitud			h	
PA01	-34	25	0.00000	-58	32	0.00000	0.000
PA02	-34	24	3.78810	-58	31	20.84760	0.000

DIST. GEODESICA	2000.00
------------------------	---------

COORDENADAS PLANAS (Faja 5)	
N [m]	E [m]
6191109.493	5634837.891
6192827.283	5635863.075

PROYECTADA (GK F5)	2000.45
---------------------------	---------

Módulos de Agrandamiento	
	Promedio
1.000223983	1.00022569
1.000227402	

COORDENADAS PLANAS (Faja Local)	
N [m]	E [m]
10000.000	50000.000
11732.050	51000.000

PROYECTADA (LOCAL)	2000.00
---------------------------	---------

Proyección Gauss-Krüger Faja 5 Vs. Faja Local Resumen

COORDENADAS GEODÉSICAS							
	Latitud			Longitud			h
PA01	-34	25	0.00000	-58	32	0.00000	0.000
PA02	-34	24	3.78810	-58	31	20.84760	0.000

COORDENADAS PLANAS (Faja 5)	
N [m]	E [m]
6191109.493	5634837.891
6192827.283	5635863.075

COORDENADAS PLANAS (Faja Local)	
N [m]	E [m]
10000.000	50000.000
11732.050	51000.000

DISTANCIAS [m]	
GEODESICA	2000.00
PROYECTADA (GK F5)	2000.45
PROYECTADA (LOCAL)	2000.00

Proyección Gauss-Krüger

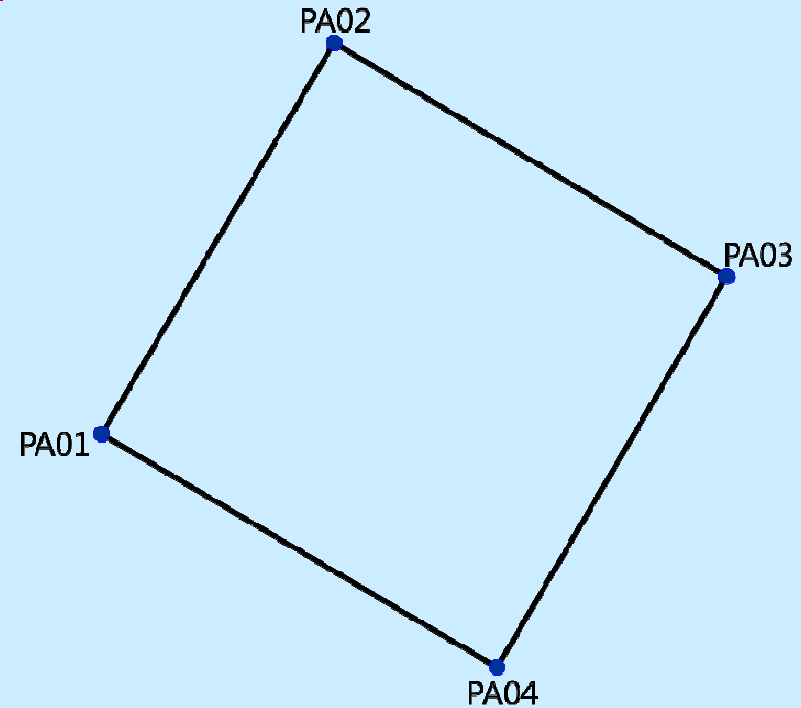
Faja 5 Vs. Faja Local

PA01	Coordenadas Geodésicas	Coordenadas GK Faja 5	Coordenadas Faja Local
	-34°25' 00"	6191109.493	10000.00
	-58°32' 00"	5634837.891	50000.00

PA02	Coordenadas Geodésicas	Coordenadas GK Faja 5	Coordenadas Faja Local
	-34 22 39.4634	6195403.992	14330.128
	-58 30 22.1462	5637400.841	52500.001

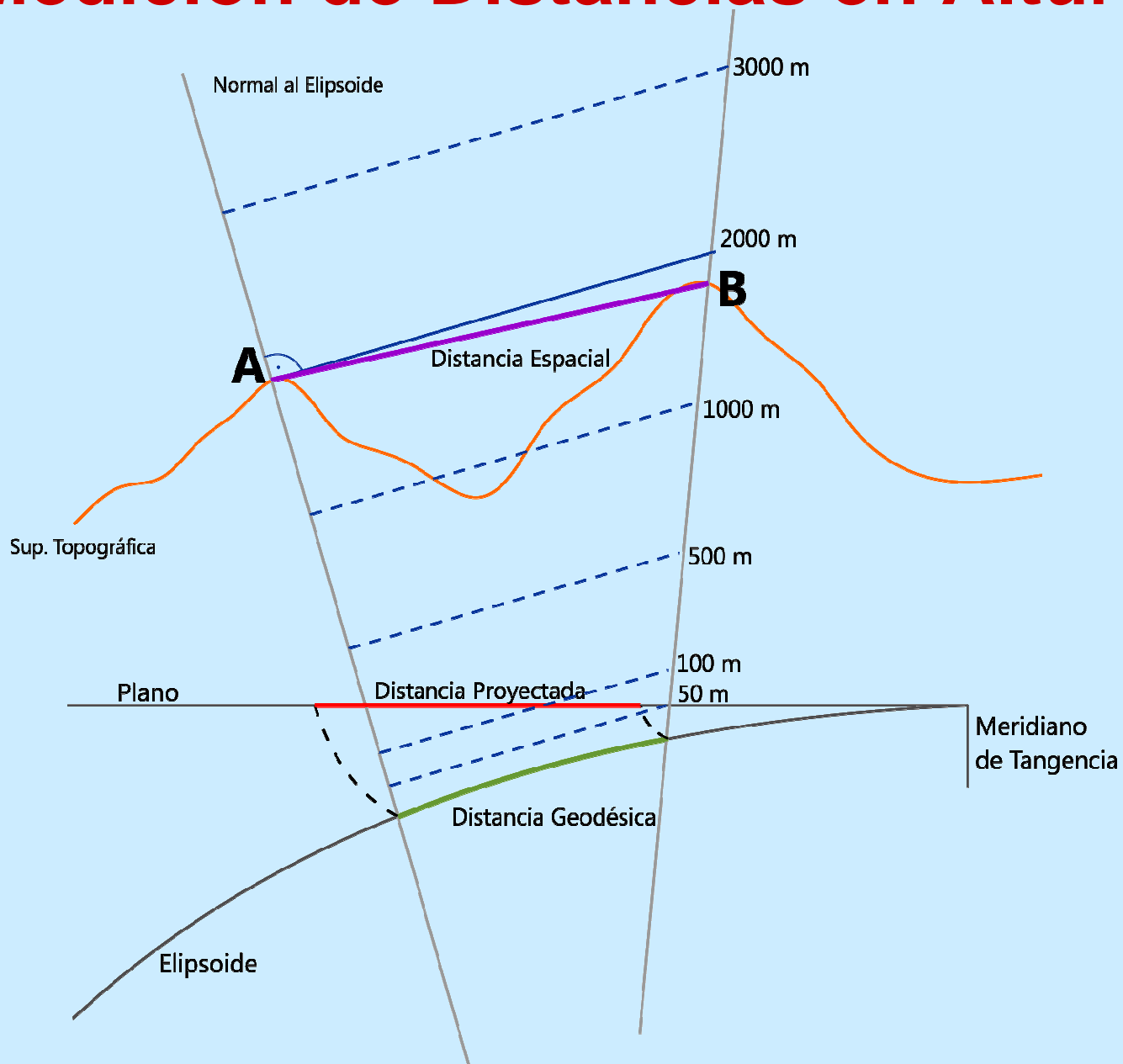
PA03	Coordenadas Geodésicas	Coordenadas GK Faja 5	Coordenadas Faja Local
	-34 24 00.5258	6192841.024	11830.1277
	-58 27 32.5869	5641695.395	56830.1278

PA04	Coordenadas Geodésicas	Coordenadas GK Faja 5	Coordenadas Faja Local
	-34 26 21.0995	6188546.487	7499.9997
	-58 29 10.3881	5639132.371	54330.1268



DISTANCIAS PLANAS [m]		
	Faja 5	Local
PA01-PA02	5001.14	5000.00
PA02-PA03	5001.20	5000.00
PA03-PA04	5001.21	5000.00
PA04-PA01	5001.16	5000.00

Medición de Distancias en Altura



Medición de Distancias en Altura

PTO1	Lat	-34° 02' 00"	X	2801292.43	Distancia Espacial 4811.497 Distancia Geodésica 4811.497 Diferencia 0.000
	Long	-58° 02' 00"	Y	-4488813.98	
	Alt	0	Z	-3549511.27	
PTO2	Lat	-34° 00' 00"	X	2804999.56	
	Long	-58° 00' 00"	Y	-4488937.65	
	Alt	0	Z	-3546446.56	

PTO1	Lat	-34° 00' 00"	X	2805438.89	Distancia Espacial 4812.253 Distancia Geodésica 4811.497 Diferencia 0.755
	Long	-58° 00' 00"	Y	-4489640.72	
	Alt	1000	Z	-3547005.76	
PTO2	Lat	-34° 02' 00"	X	2801731.17	
	Long	-58° 02' 00"	Y	-4489517.03	
	Alt	1000	Z	-3550070.94	

PTO1	Lat	-34° 00' 00"	X	2806317.53	Distancia Espacial 4813.764 Distancia Geodésica 4811.497 Diferencia 2.267
	Long	-58° 00' 00"	Y	-4491046.85	
	Alt	3000	Z	-3548124.14	
PTO2	Lat	-34° 02' 00"	X	2802608.66	
	Long	-58° 02' 00"	Y	-4490923.11	
	Alt	3000	Z	-3551190.29	

Medición de Distancias en Altura

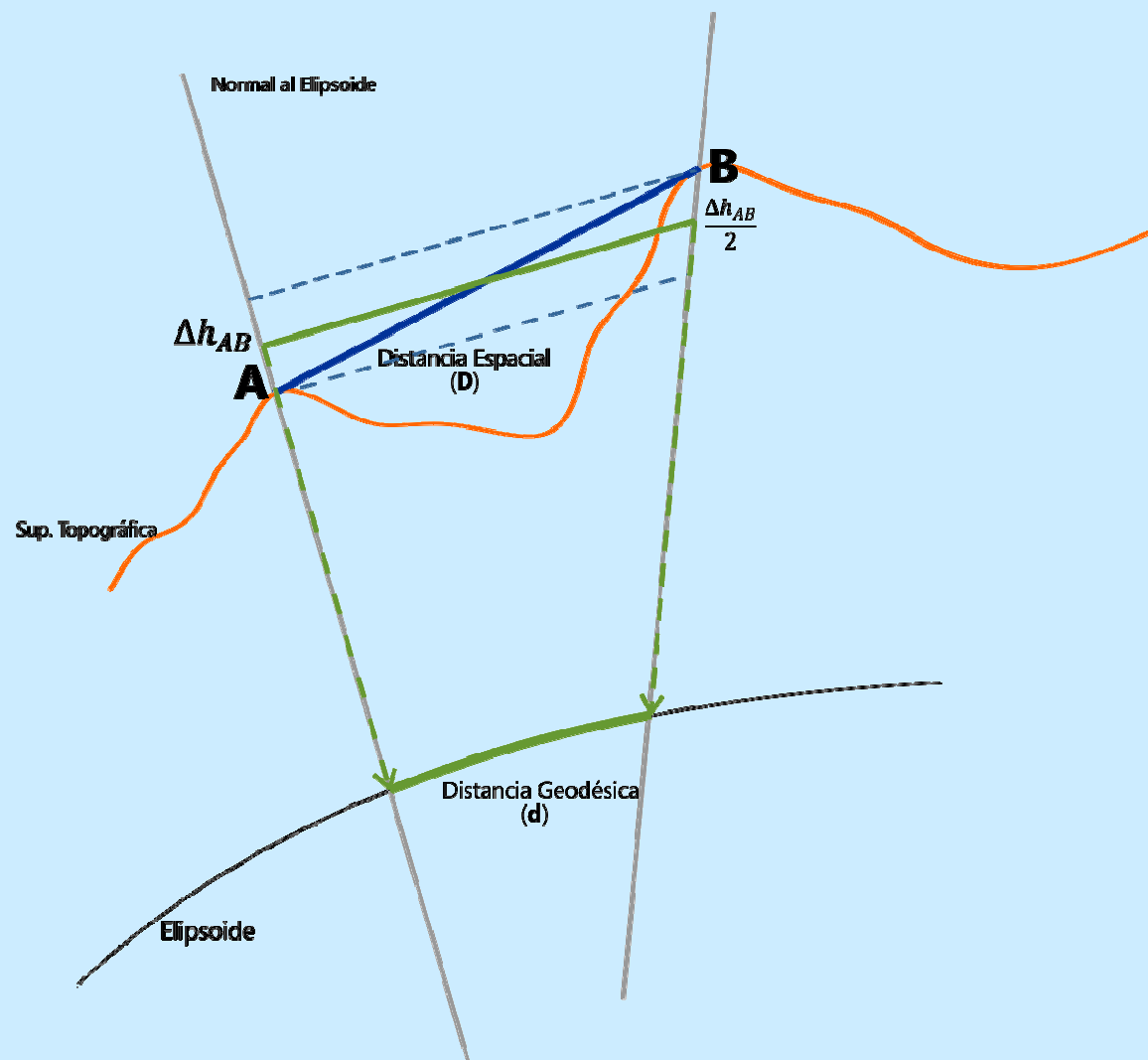
	COORDENADAS GEODÉSICAS						
	Latitud			Longitud			h
AUX8	-22	41	44.51716	-66	29	38.85126	4166.149
AUX9	-22	41	27.36018	-66	32	15.15080	4498.208

COORDENADAS GEOCÉNTRICAS			COORDENADAS PLANAS (Faja 3)	
X [m]	Y [m]	Z [m]	N [m]	E [m]
2349599.394	-5402193.869	-2447272.014	7491554.807	3444764.600
2345708.241	-5404440.681	-2446912.881	7491042.521	3449227.727

DISTANCIAS [m]	
GEODESICA (AUX8-AUX9)	4492.275
GEODESICA (AUX9-AUX8)	4492.275
ESPACIAL	4507.573
PLANA GK (Faja 3)	4492.431
TOPOGRÁFICA (AUX8-AUX9)	4495.325
ESPACIAL CORREGIDA	4492.274

?

Altura Espacial Corregida



Altura Espacial Corregida

$$d = \left(\frac{D}{1 + \frac{h_1 + h_2}{2 \cdot \sqrt{M_A \cdot N_A}}} \right) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta h_{AB}}{D} \right)^2 - \left(\frac{\Delta h_{AB}}{2 \cdot \sqrt{M_A \cdot N_A}} \right)^2}$$

Altura sobre el
elipsoide

Diferencia de altura
entre puntos