

AVANCES DE SIRGAS EN BOLIVIA

SISTEMA GEODESICO NACIONAL

Arturo Echalar ¹, Mario Sandoval ⁵

*REUNION DE SIRGAS
Del 21 al 26 de Octubre de 2013
Ciudad de Panamá , Panamá*

- 1) *Jefe del CEPAG – IGM Bolivia*
- 2) *Jefe de Cálculos – IGM Bolivia*



SUMARIO

1. **INTRODUCCION.**
2. **MARGEN - SIRGAS.**
3. **RED GRAVIMETRICA NACIONAL.**
4. **RED DE NIVELACION DE PRIMER ORDEN.**
5. **IONOSONDA.**
6. **CEPAG – BOLIVIA.**
- 7 **PROPUESTAS - DESAFIOS.**
- **PROPUESTA REUNION SIRGAS 2014**

El Instituto Geográfico Militar de Bolivia ha establecido el Sistema Geodésico Nacional (SGN) con sus componentes: MARGEN, Red de Nivelación Nacional (RNN) y Red Gravimétrica Nacional (RGN).

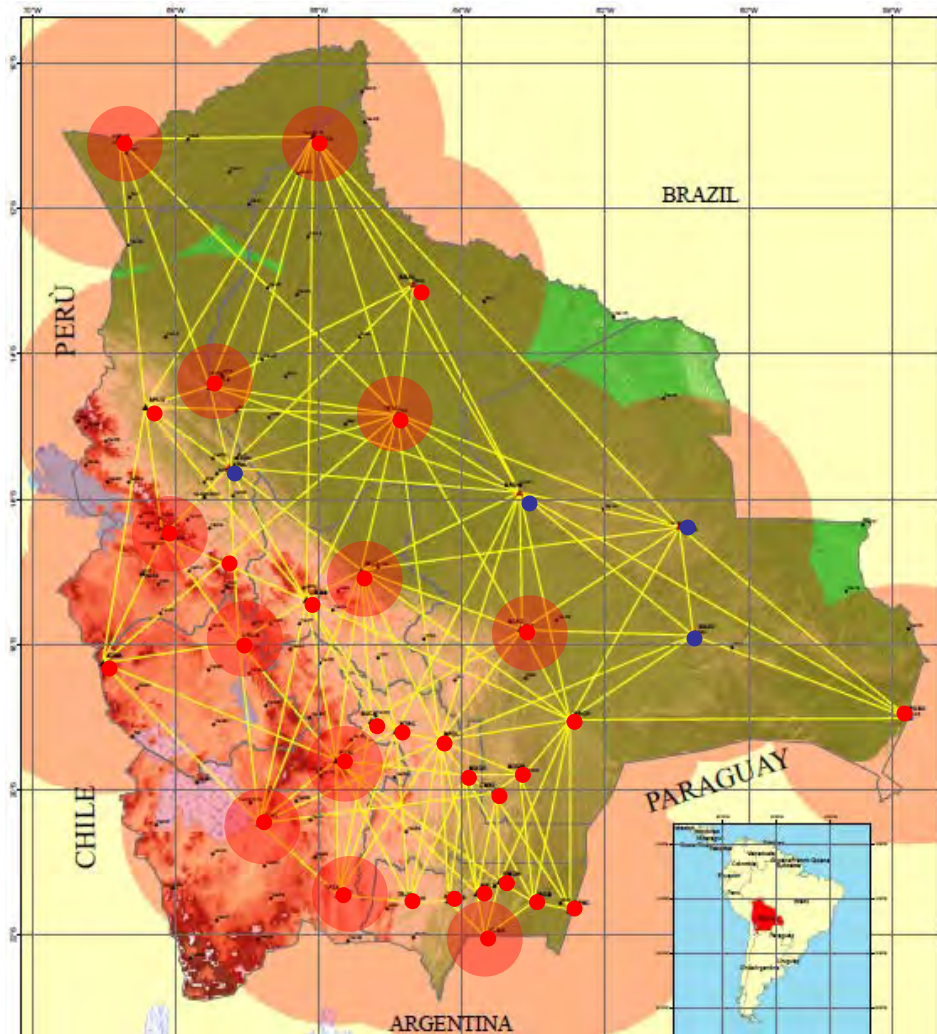
En el control horizontal la red MARGEN – SIRGAS con sus componentes: Red de Operación Continua (MARGEN-ROC) , MARGEN Pasiva “A” y MARGEN Pasiva “D”.

En el control vertical la Red de Nivelación Nacional con su única componente: Red de Nivelación de Primer Orden.

En el control gravimétrico se encuentra: La Red Gravimétrica Absoluta, Red Gravimétrica de Primer Orden y Segundo Orden.

Asimismo, se ha creado el Centro de Procesamiento y Análisis GNSS Bolivia que actualmente esta esperando la respuesta de SIRGAS para constituirse oficialmente como Centro Experimental.

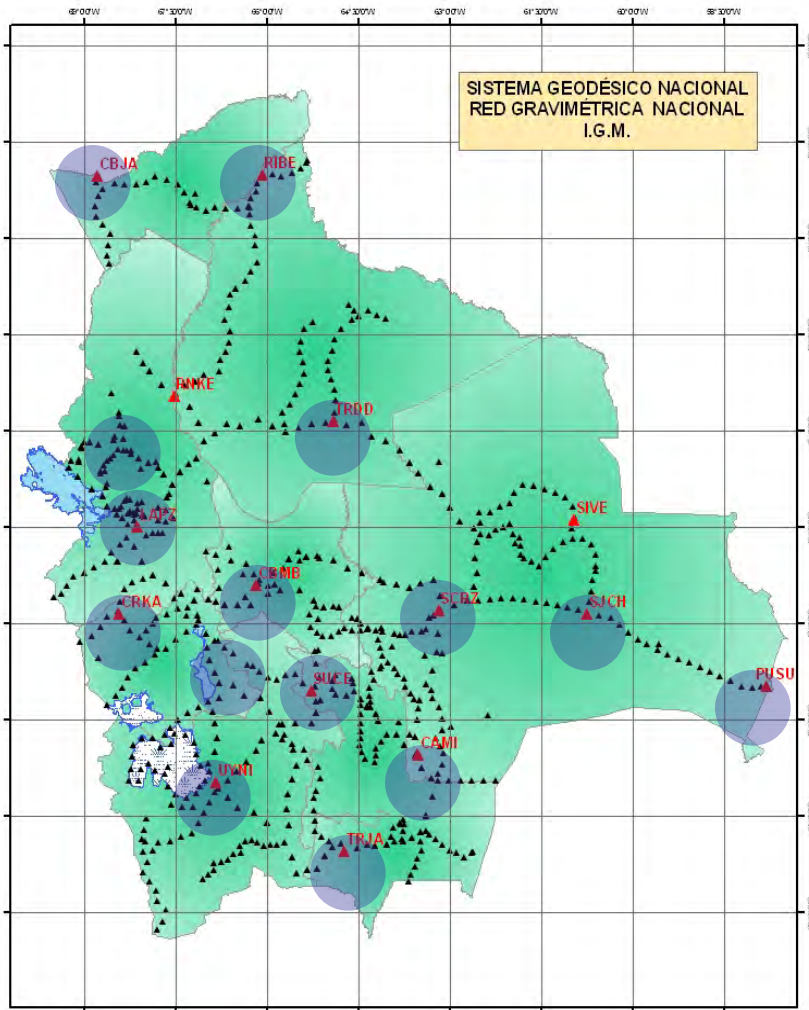
Como tareas complementarias se ha asignado al CEPAG el calculo del TEC en cada estación MARGEN – ROC y el seguimiento de los datos generados por la ionosonda, mismos que se calcularan bajo el apoyo de LISN – IGP.



Convenios con: OSU – CAP, HSU at Manoa, LISN (Low latitude Ionospheric Sensor Network– Boston College) – IGP - DGFI - Escuela Militar de Ingeniería (EMI) – Bolivia.

ESTACION	Nº	INTERNET
● CONTINUA	32	● 13
● SEMI CONTINUA	08	0
PASIVA “A”	125	
PASIVA “D”	108	



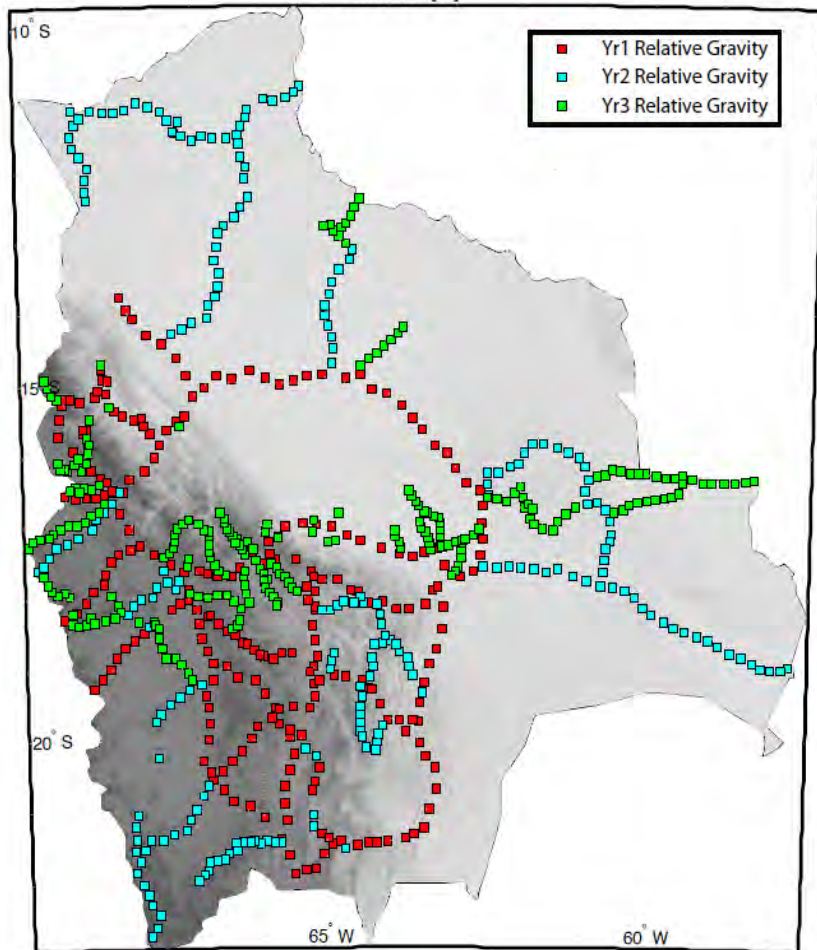


Estación	Latitud	Longitud	Altura s/n/m/	Fecha	AI 1	Gravedad 1	EMC 1
La Paz	-16,5091	-68,1187	3511	20/04/2011	0,718	977455,97	+/- 11 µGal
Curahuara	-17,8429	-68,4086	3921	21/04/2011	0,718	977381,87	+/- 11 µGal
Cochabamba	-17,3706	-66,1421	2636	22/04/2011	0,718	977771,53	+/- 11 µGal
Sucre	-19,0455	-65,2585	2778	23/04/2011	0,718	977810	+/- 11 µGal
Uyuni	-20,466	-66,826	3709	24/04/2011	0,718	977590,72	+/- 11 µGal
Potosí	-19,5813	-65,7539	3994	25/04/2011	0,718	977479,54	+/- 11 µGal
Tarija	-21,5402	-64,7283	1896	26/04/2011	0,718	978160,46	+/- 12 µGal
Camiri	-20,0403	-63,5211	809	28/04/2011	0,718	978335,75	+/- 12 µGal
Santa Cruz	-13,1593	-67,7962	411	29/04/2011	0,718	978350,35	+/- 13 µGal
San José	-17,8471	-60,7465	291	03/05/2011	0,718	978439,16	+/- 11 µGal
Puerto Suarez	-18,9557	-57,7943	105	03/05/2011	0,718	978552,08	+/- 11 µGal
Trinidad	-14,8276	-64,8909	153	06/05/2011	0,718	978321,44	+/- 11 µGal
Riberalta	-10,9997	-66,0807	138	07/05/2011	0,718	978220,78	+/- 11 µGal
Cobija	-11,0265	-68,7681	208	07/05/2011	0,718	978161,7	+/- 11 µGal
Apolo	-14,7223	-68,4295	1469	11/05/2011	0,718	977956,18	+/- 11 µGal

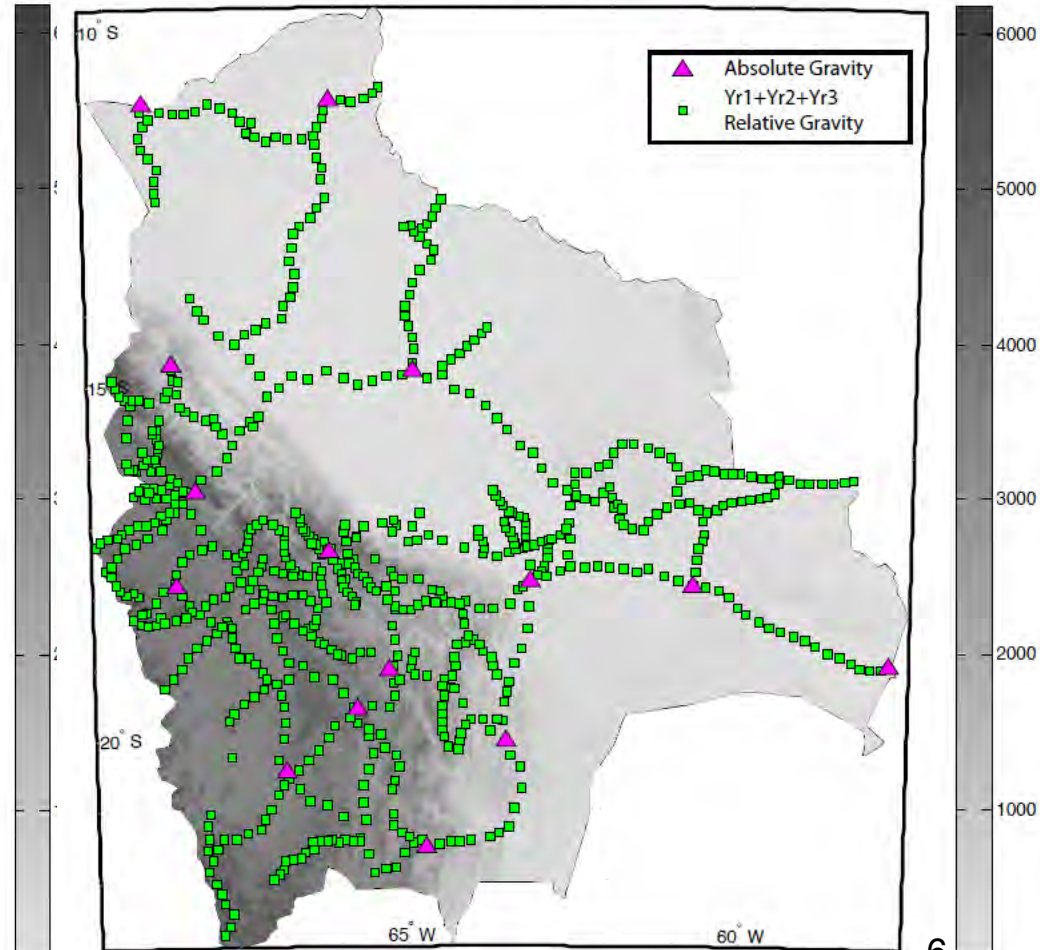


3. RED GRAVIMETRICA NACIONAL.

Yr1 + Yr2 + Yr3 Bolivia Relative Gravity Network with Elevation [m]

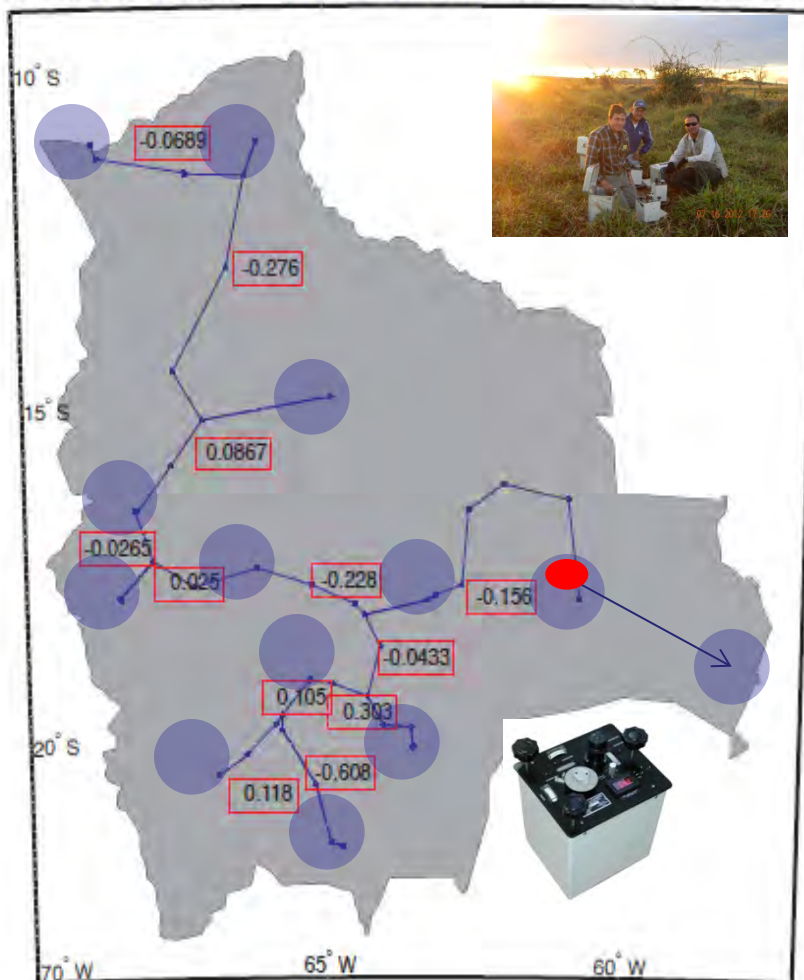


Bolivia Absolute Gravity and Relative Gravity Stations: Yr1+Yr2+Yr3 with Elevation [m]

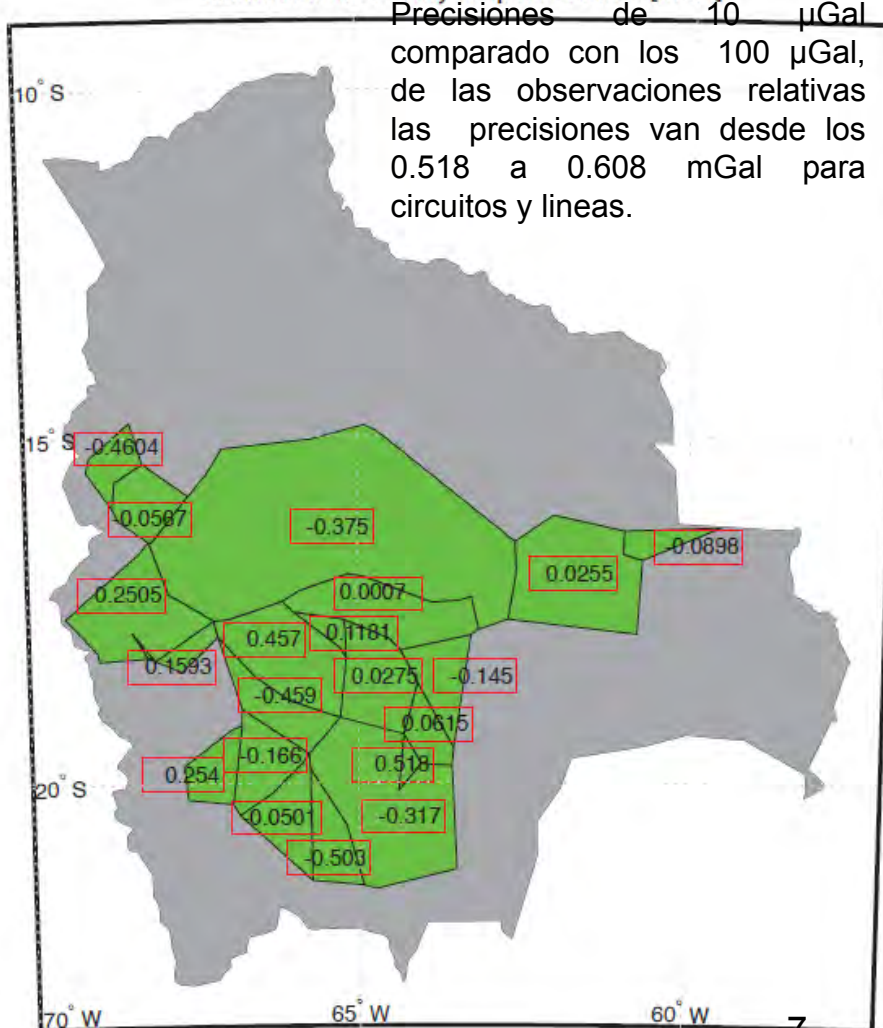


3. RED GRAVIMETRICA NACIONAL.

Bolivia Relative Gravity Tie Loop Misclosures between Absolute Gravity Stations [mGal]

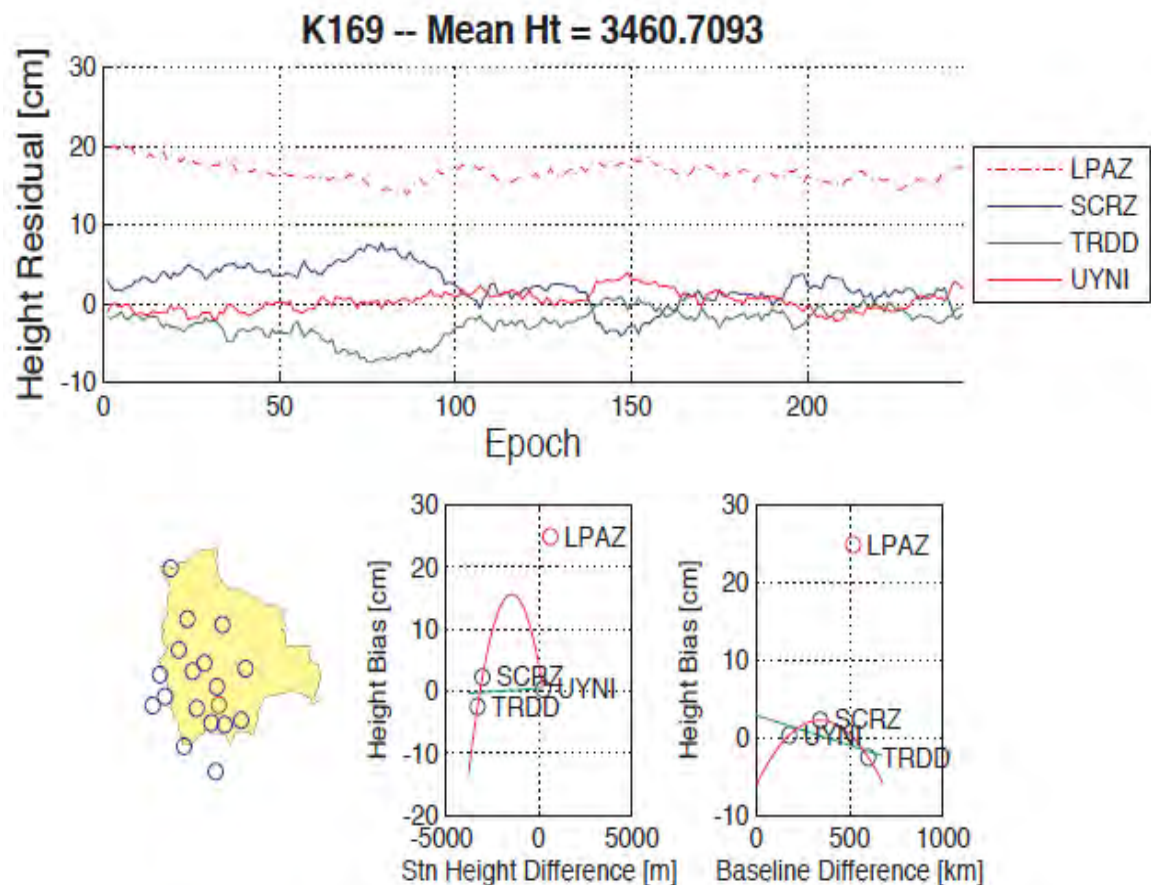


Bolivia Relative Gravity Loop Misclosures [mGal]



Precisiones de 10 μ Gal comparado con los 100 μ Gal, de las observaciones relativas las precisiones van desde los 0.518 a 0.608 mGal para circuitos y lineas.

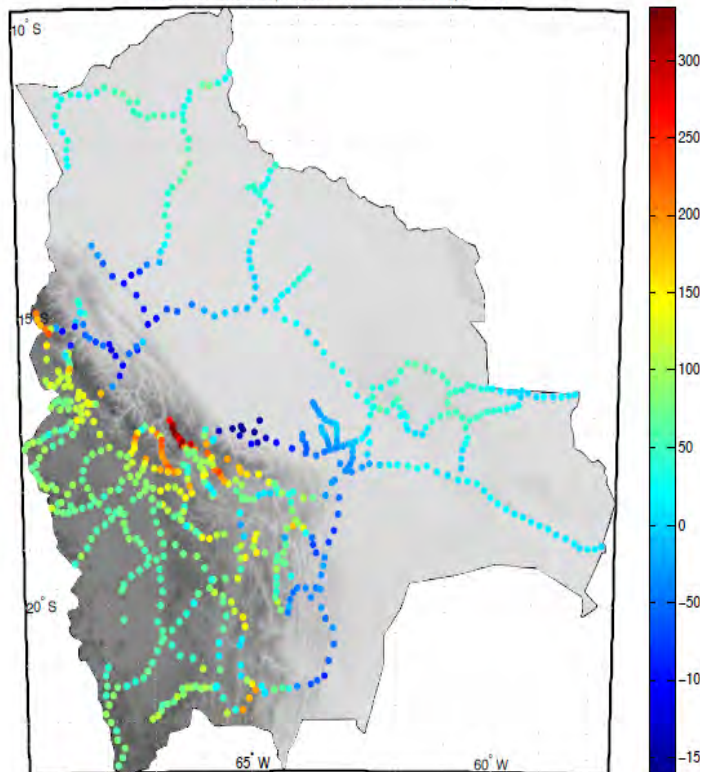
3. RED GRAVIMETRICA NACIONAL – MEDICIONES GPS.



- Se realizaron mediciones GPS de 1 hora en el modo estatico rapido.
- Se ajustaron las observaciones considerando las CGPS.
- Se aseguraron que los soluciones para los valores de altura elipsoidal < 50 cm.
- Las red gravimetrica relativa de primer orden fue medida por 5 gravimetros simultaneamente en ambos sentidos.
- Las red gravimetrica relativa de segundo orden fue medida por 2 gravimetros simultaneamente en ambos sentidos.

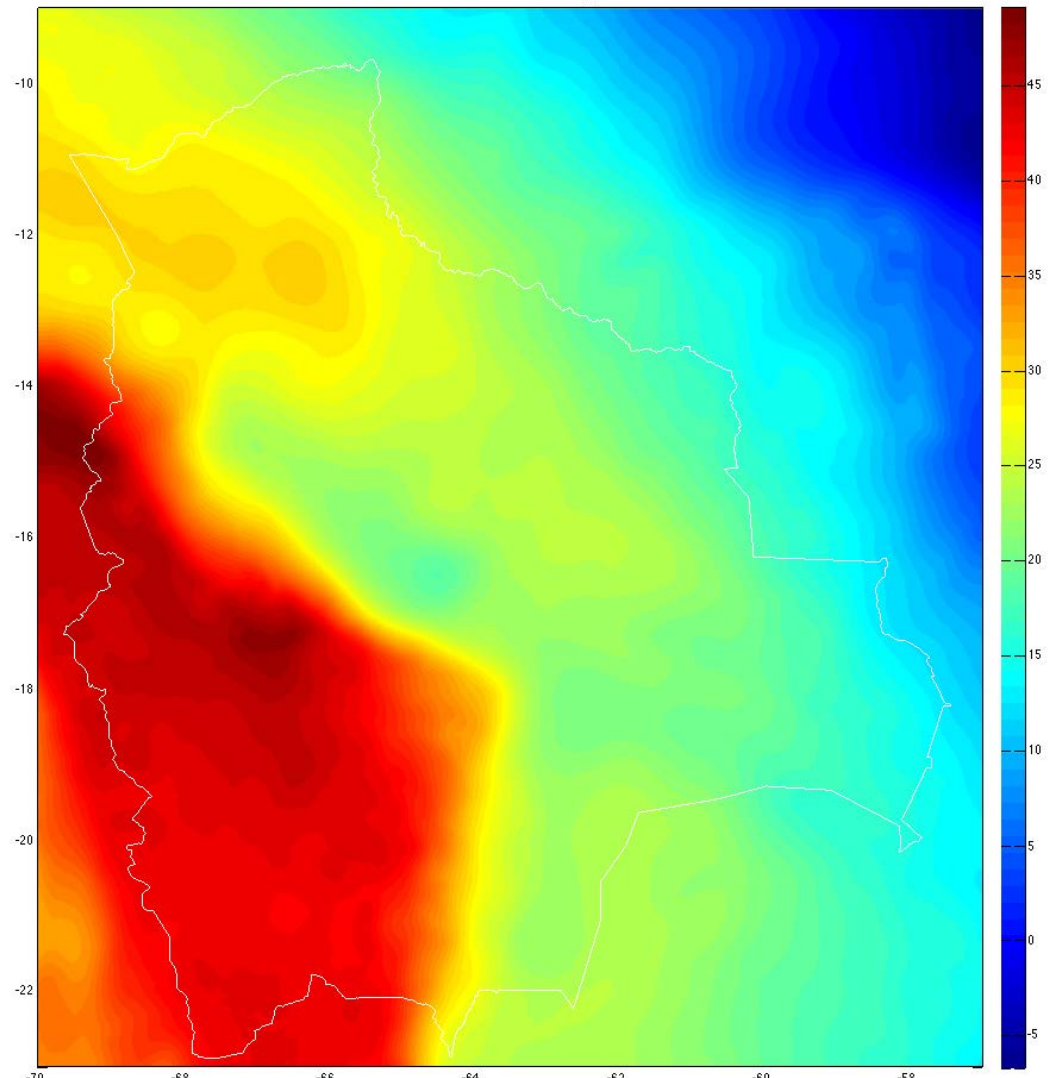
3. RED GRAVIMETRICA NACIONAL.

Bolivia Relative Gravity Network: Free-Air Anomaly [mGal]

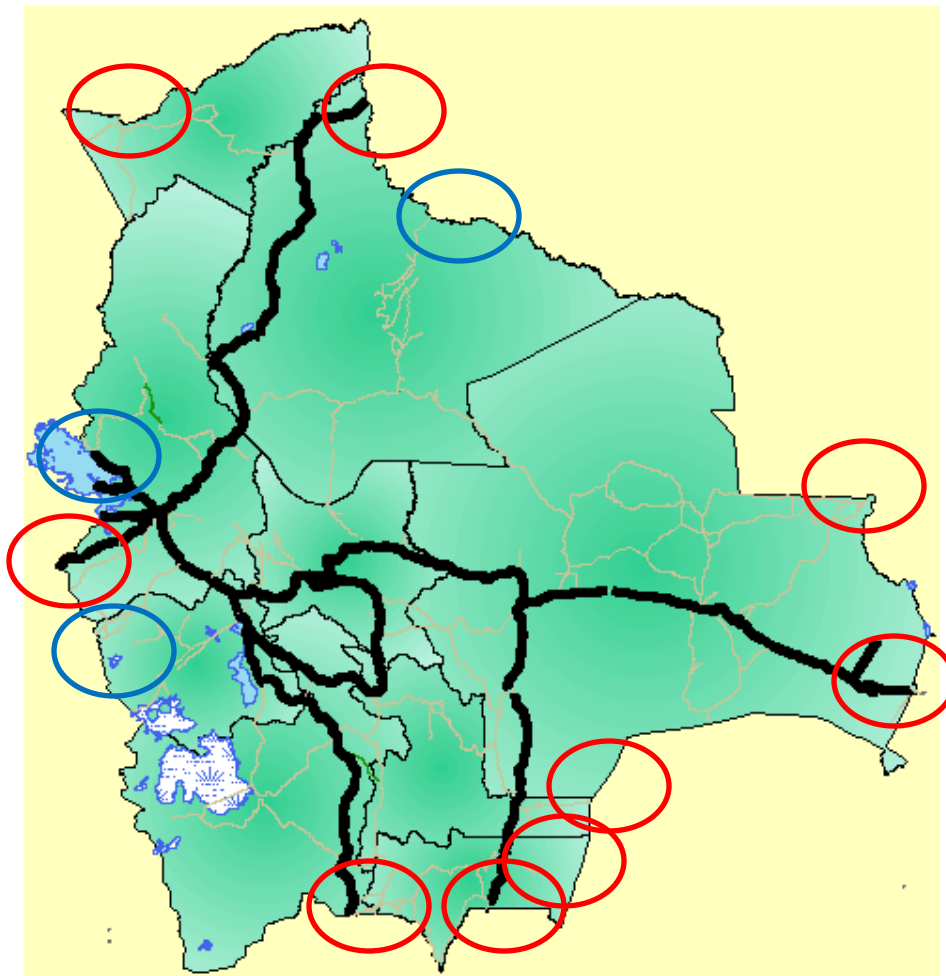


Statistic	Residual Value [mGal]
Minimum	-184.0824
Maximum	124.1811
Mean	-5.2860
Median	-2.1490
Standard Deviation	29.9614

EGM08E GEIOD UNDULATION (M)



4. RED DE NIVELACION NACIONAL.

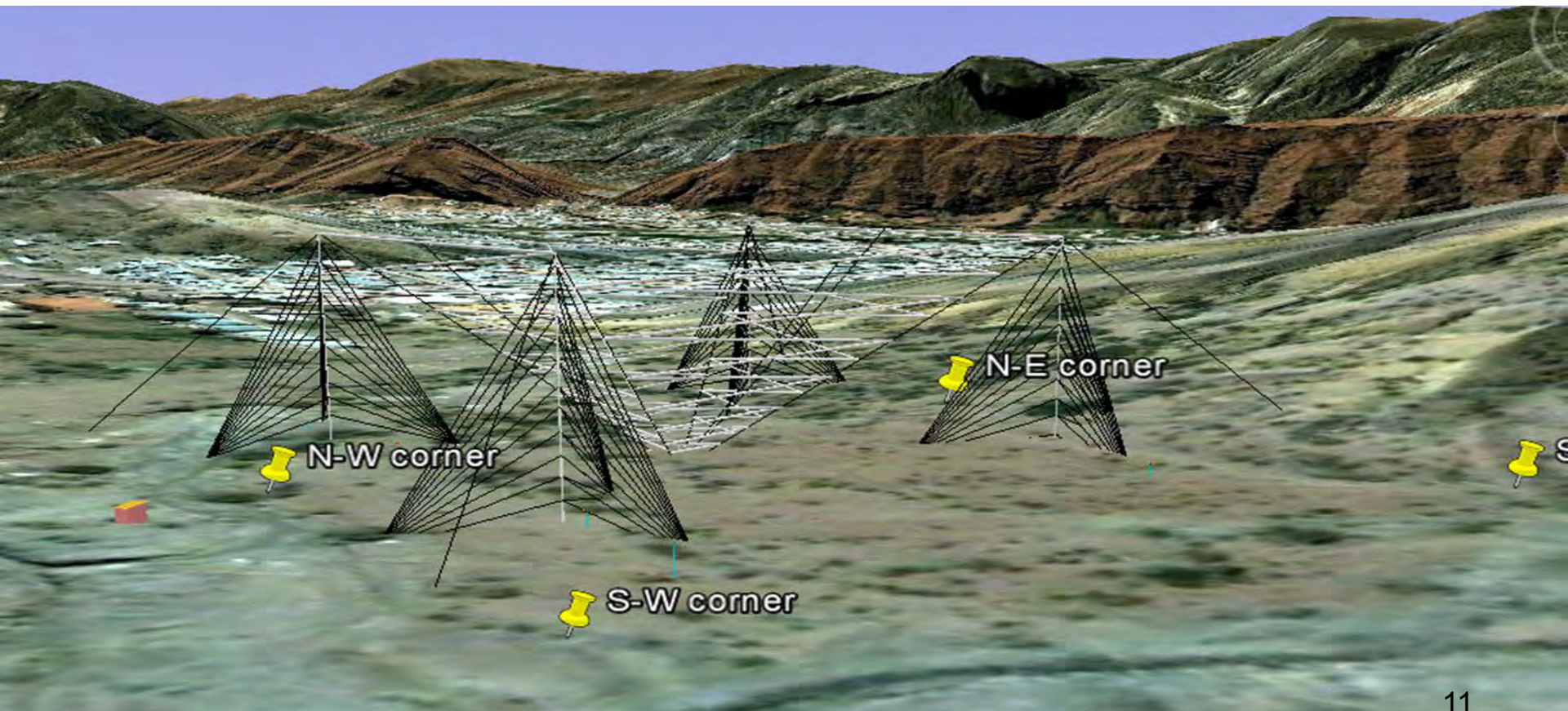


Se ha conducido el curso de capacitación para el calculo de números geopotenciales con la presencia en Bolivia de Roberto Luz.

Se esta realizando el proceso de digitalización de líneas de nivelación en ficheros Excel. Para posteriormente realizar el calculo de números geopotenciales.

Se han cerrado líneas de nivelación con Perú en Desaguadero, con Brasil en Guayaramerin y con Chile en Bisbiri, se espera cerrar mas puntos con Brasil (Puerto Suarez) , Argentina (Yacuiba – Villazón – Bermejo), Paraguay y Perú.

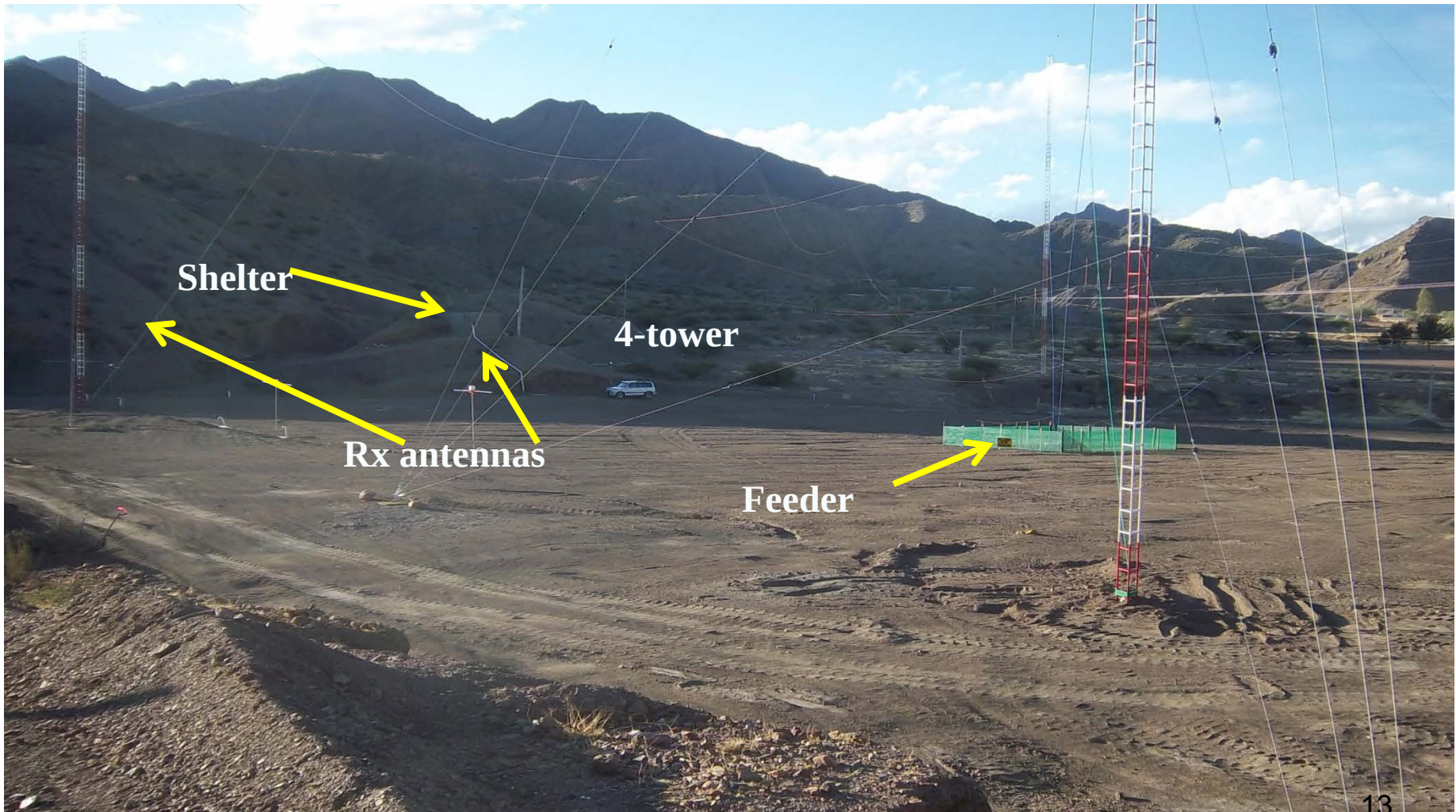
View of the Log-periodic Antenna installed at Tupiza (July – Nov 2012)



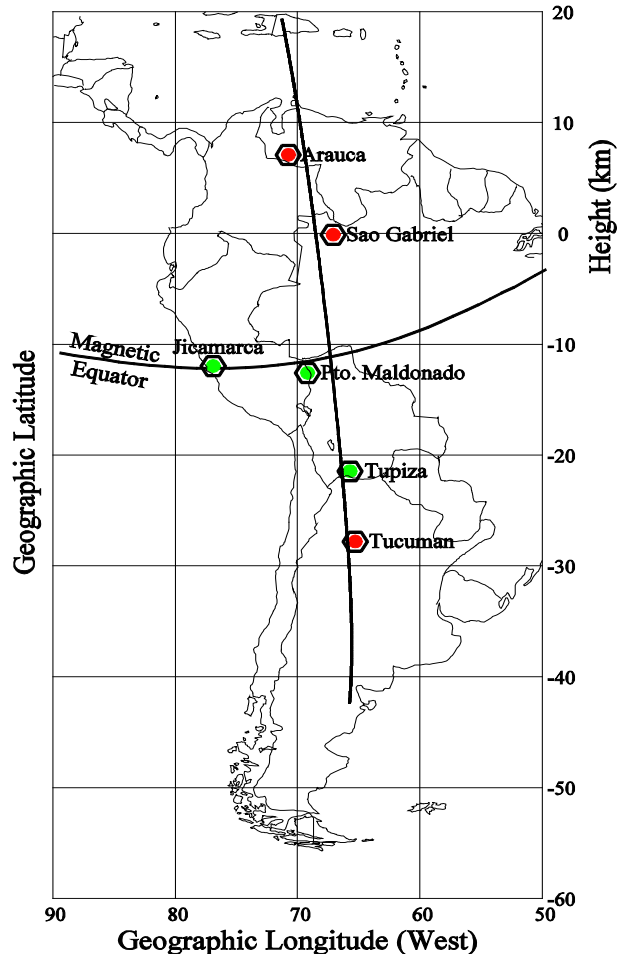
MEDICIONES QUE SE PUEDEN REALIZAR CON LAS IONOSONDAS:

- Usar las mediciones proporcionadas por dos VIPIRs de las capas E y Es ubicados en latitudes $\sim 11-12^\circ$ (a ambos lados del ecuador magnético) para estudiar el rol de las capas Es en el nacimiento y dinámica de ESF (burbujas de plasma).
- Calcular el valor de los vientos meridionales usando las ionosondas LISN y comparar estos valores con valores de mediciones realizadas en Sud América usando interferómetros Fabry-Perot y otras técnicas.
- Usar los datos de GPS y VIPIR conjuntamente con técnicas numéricas tomograficas para calcular perfiles de densidad de plasma a lo largo de del meridiano LISN ($\sim 67^\circ$ W).

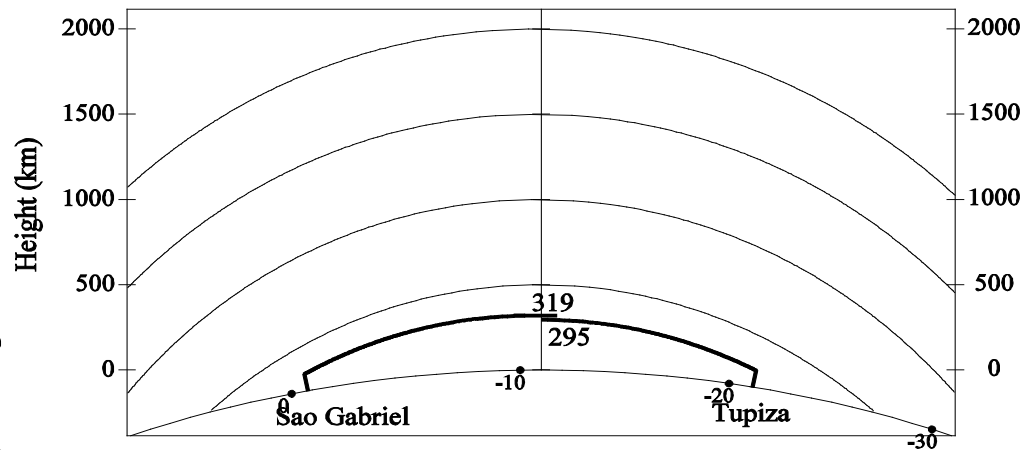
5. IONOSONDA



SA Ionosondes



E Region and ESF

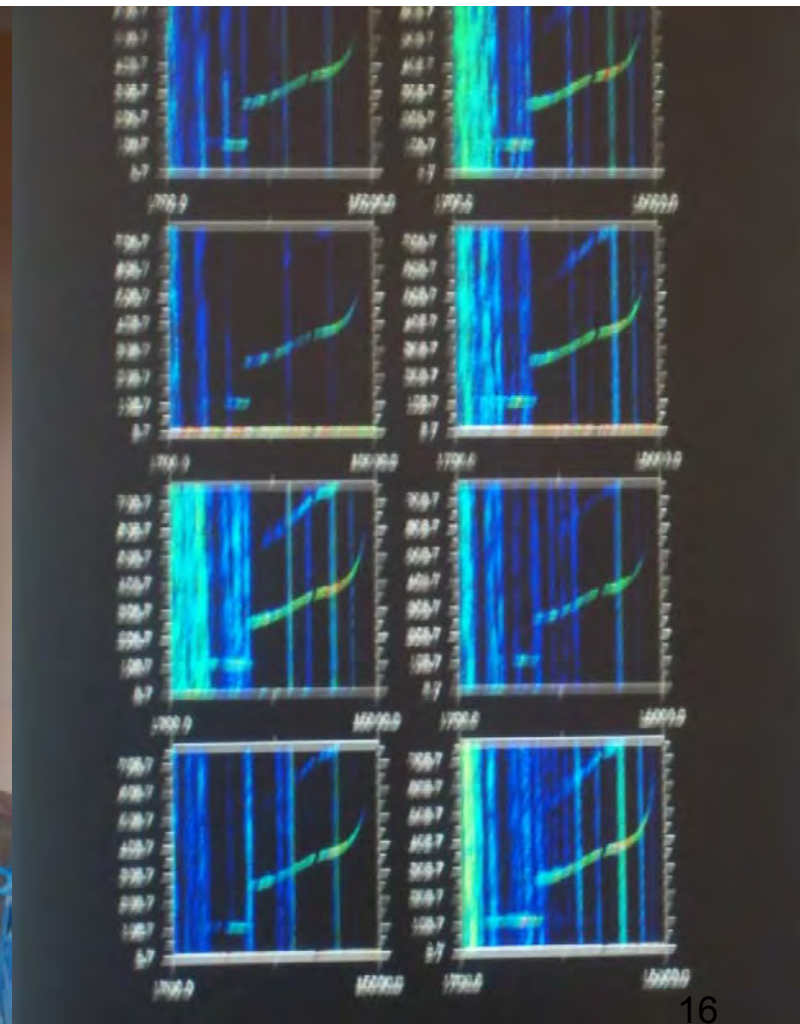


A traves de la linea que intersecta la region E entre las ciudades de Sao Gabriel, Brazil y Tupiza, Bolivia (a una distancia de 295~320) km del ecuador magnetico. Permitiran investigar: El rol de las capas E_s sobre el desarrollo de ESF. 2) Rol de la region E ecuatorial y no ecuatorial en el balance pre inverso de corrientes.

Let's start making 31 holes

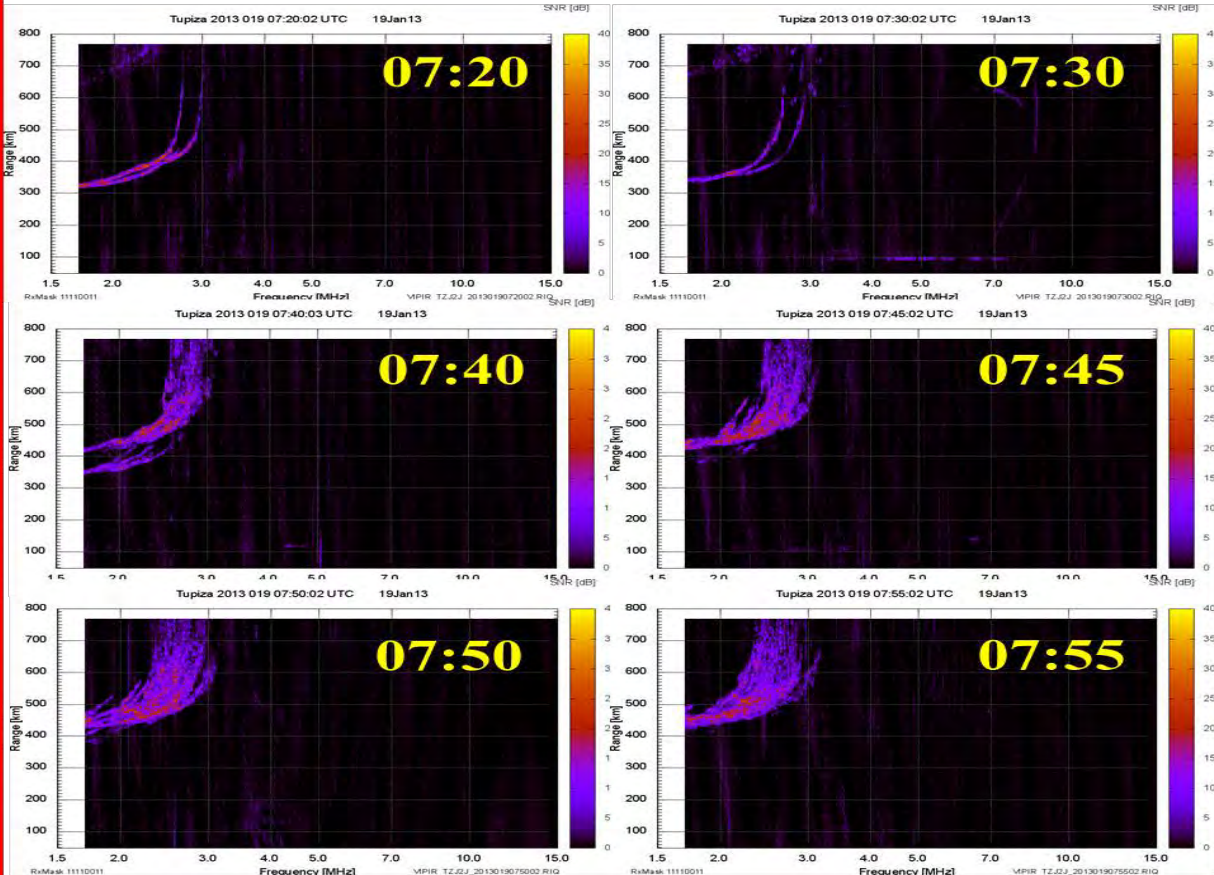
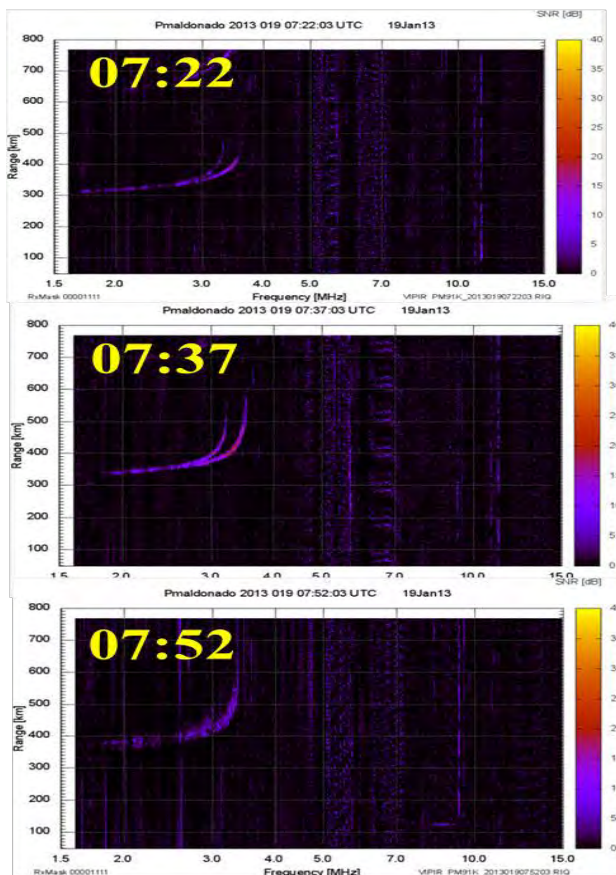


Hardware inside shelter



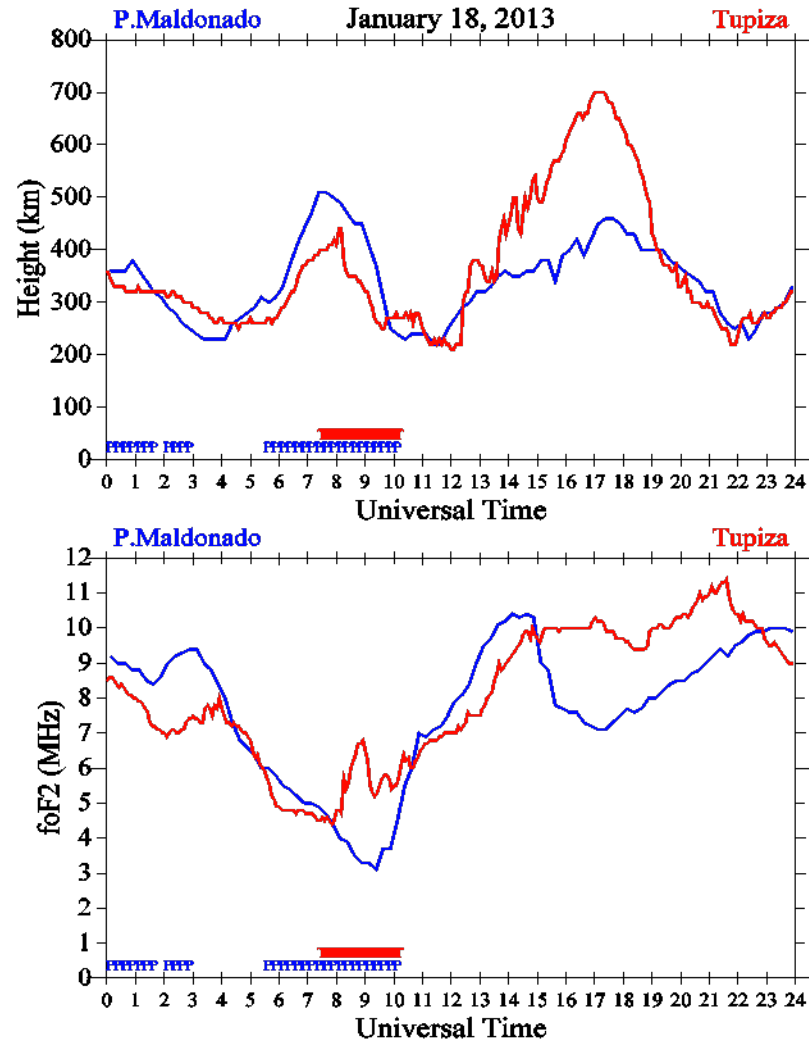
P Maldonado, Peru

Tupiza, Bolivia – Jan 19, 2013

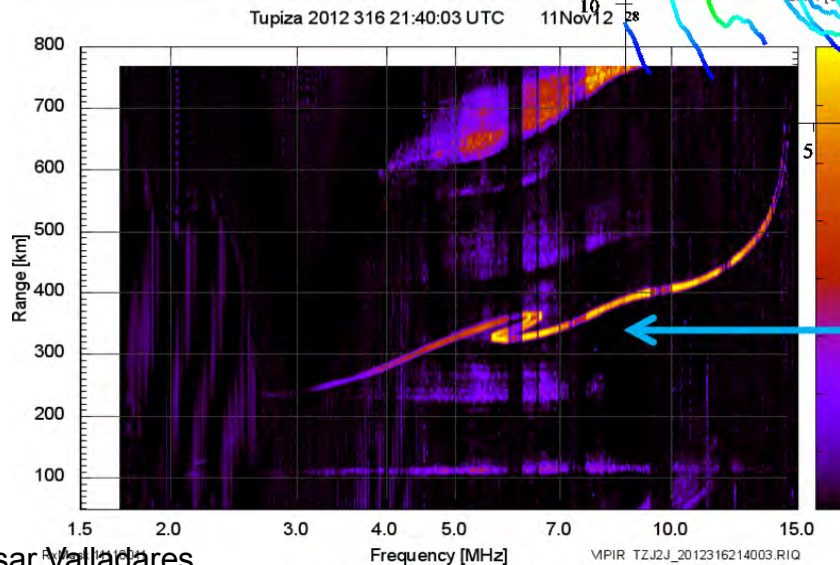
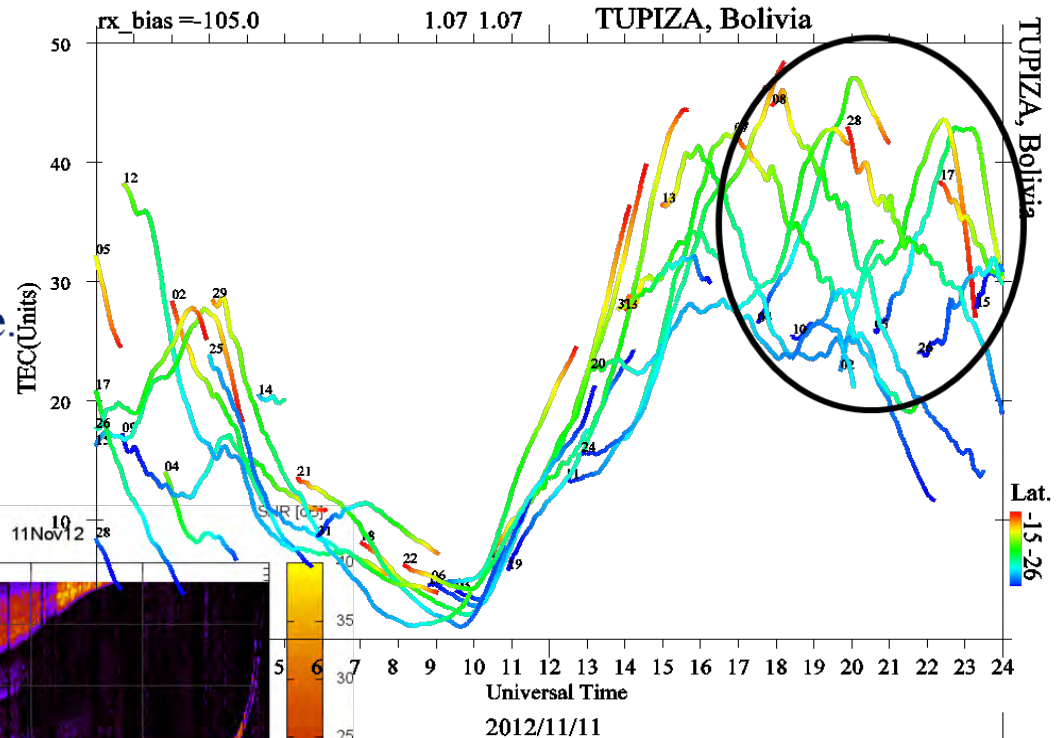


Comparison of
h'F2 between
Puerto Maldonado
(equator) and
Tupiza (11° S
magnetic latitude).

foF2 values for
Puerto
Maldonado and
Tupiza for the
same day.

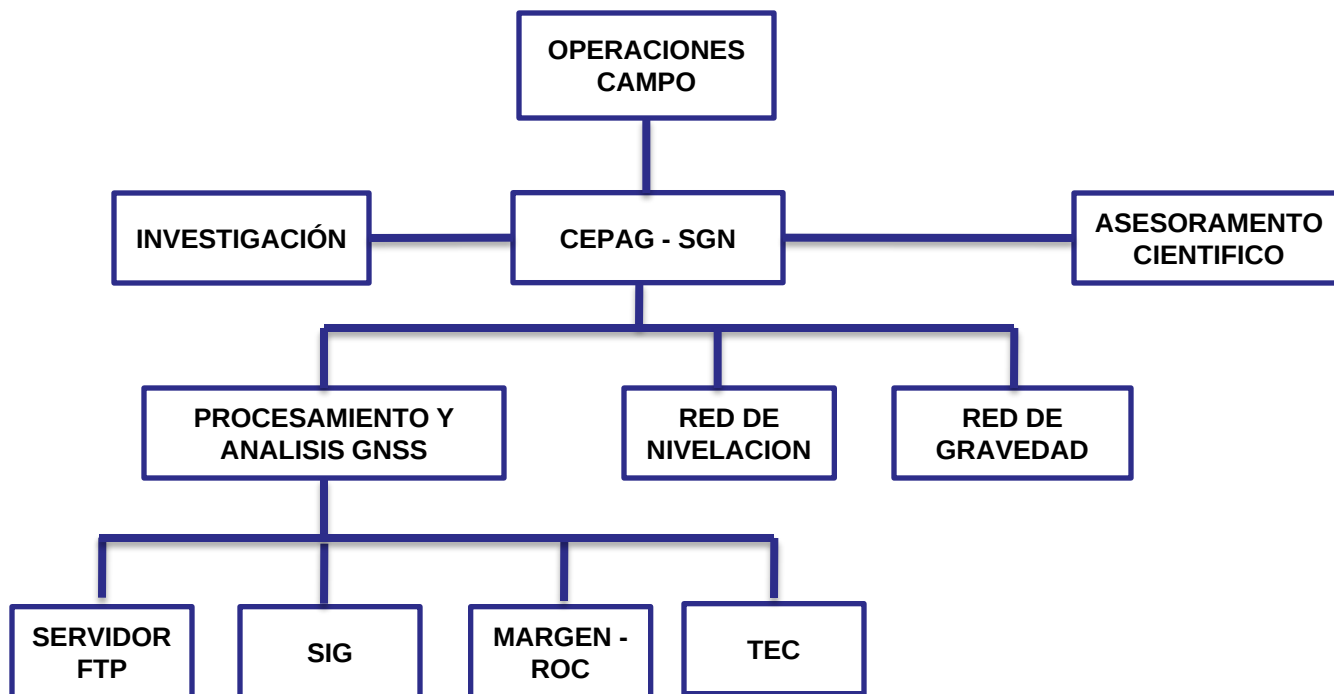


**TEC perturbations
associated with TIDs
seen at the same time**



**Due to passage of GW
over field-of-view of
VIPIR ionosonde.**

6. CEPAG – BOLIVIA.



Estructura de organización de la sección CEPAG.



- 1) Creación de la Red MARGEN de Operación Continua,
- 2) Resolución Administrativa de Consejo Técnico del IGM
- 3) Capacitación del Personal en el uso y empleo del Bernese 5.2
- 4) Practica a partir de la semana GPS 1740 hasta la semana GPS 1753 con soluciones semanales semi-libres contenidas en los parámetros aceptados por SIRGAS

Statistics:

Total number of authentic observations	6221389
Total number of pseudo-observations	126
Total number of explicit parameters	126
Total number of implicit parameters	17877
Total number of observations	6221515
Total number of adjusted parameters	18003
Degree of freedom (DOF)	6203512
A posteriori RMS of unit weight	0.00148 m
χ^2/DOF	0.55
Total number of observation files	274
Total number of stations	42
Total number of satellites	0

1	AMCO	41696M001	Y	ESTIM	2652254.92820	-5775435.47110	-538087.00550	-4.8719879	-65.3339793	75.91782
2	AREQ	42202M005	Y	ESTIM	1942826.22099	-5804070.36042	-1796894.19822	-16.4655163	-71.4927965	2488.93872
3	BATF	41666M001	Y	ESTIM	4677358.31050	-3889198.86390	-1911503.84890	-17.5548700	-39.7433451	108.85595
4	BOMJ	41612M001	Y	ESTIM	4510195.82427	-4268322.38588	-1453035.11917	-13.2555568	-43.4217357	419.39255
5	BRAZ	41606M001	Y	ESTIM	4115014.06890	-4550641.60165	-1741443.84637	-15.9474738	-47.8778694	1106.00013
6	BRFT	41602M002	Y	ESTIM	4985393.50661	-3954993.44905	-428426.59727	-3.8774458	-38.4255376	21.66634
7	CATA	41534M001	Y	ESTIM	2302597.66430	-5117329.06270	-3022751.23490	-28.4709845	-65.7741208	547.14352
8	CHAC	41553M001	Y	ESTIM	2921442.74720	-4854358.55930	-2919683.30250	-27.4204393	-58.9596932	77.93907
9	COPO	41714S001	Y	ESTIM	1907040.90840	-5337379.01840	-2916334.70710	-27.3845256	-70.3382352	479.07862
10	CRUZ	41641M001	Y	ESTIM	1883105.42990	-6035606.27280	-839206.16720	-7.6111613	-72.6721105	236.01824
11	CUIB	41603M001	Y	ESTIM	3430711.39390	-5099641.62658	-1699432.76993	-15.5552615	-56.0698670	237.44402
12	GOJA	41654M001	Y	ESTIM	3761502.37872	-4767353.00247	-1946325.80800	-17.8832774	-51.7261093	755.25167
13	IACR	41721M001	Y	ESTIM	2036608.50300	-5698319.69500	-2008830.85200	-18.4797475	-70.3328515	46.07277
14	MABA	41642M001	Y	ESTIM	4156055.62178	-4801656.53360	-592100.47740	-5.3623770	-49.1222980	79.79597
15	MGHJ	41667M001	Y	ESTIM	4320741.80450	-4161560.51750	-2161984.08560	-19.9418994	-43.9248974	974.81996
16	MSCG	41649M001	Y	ESTIM	3468912.08150	-4870550.48551	-2213735.37373	-20.4408992	-54.5407029	676.49328
17	MTCO	41670M001	Y	ESTIM	3553110.82030	-5161363.47050	-1187759.89130	-10.8038638	-55.4562635	307.19731
18	MTVB	41690M001	Y	ESTIM	3085619.68300	-5334029.62430	-1640843.72720	-15.0064253	-59.9515558	219.65164
19	NAUS	41614M002	Y	ESTIM	3179409.35694	-5519130.69406	-334110.00180	-3.0229182	-60.0550169	93.88998
20	PAIT	41685M001	Y	ESTIM	3553351.98210	-5275278.32640	-473671.57110	-4.2876555	-56.0363562	9.17192
21	PISR	41673M001	Y	ESTIM	4629725.26970	-4272600.34880	-994572.46930	-9.0306920	-42.7027593	366.77141
22	PTTN	41691M001	Y	ESTIM	4661982.64090	-4315989.86700	-563478.53570	-5.1024801	-42.7930295	67.96362
23	POAL	41616M001	Y	ESTIM	3467519.44132	-4300378.61305	-3177517.58853	-30.0740409	-51.1197650	76.74819
24	PRMA	41674M001	Y	ESTIM	3610720.82260	-4611288.43880	-2518636.18280	-23.4096869	-51.9384246	543.32345
25	RECF	41617M001	Y	ESTIM	5176588.60911	-3618162.17833	-887363.74400	-8.0509623	-34.9515168	20.12811
26	RIOB	41645M001	Y	ESTIM	2373576.77227	-5817088.38587	-1096515.60600	-9.9654576	-67.8028119	172.60730
27	RIOP	42006M001	Y	ESTIM	1255144.93755	-6253609.46639	-182569.81184	-1.6505955	-78.6511074	2817.19572
28	RNNA	41668M001	Y	ESTIM	5184572.49300	-3658358.28030	-644238.49040	-5.8361392	-35.2077083	45.94164
29	ROCD	41679M001	Y	ESTIM	3055332.33220	-5409951.42040	-1438685.21340	-13.1222751	-60.5439107	451.69129

6. CEPAG – BOLIVIA.

<ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/yyyy/ddd/yyd>, (2013/062/13d/ ... /068/13d) or at:

<ftp://igs.ensg.ign.fr/pub/igs/data/yyyy/ddd> (2013/062/ ... /068)

IGS stations are: AREQ, BRAZ, BRFT, CALL, CHPI, IQUI, POVE, RIOP, SALU, SAVO, UFPR, UNSA

- IGM-Bolivia

Stations: SCRZ, URUS, UYNI, YCBA

- IBGE: <ftp://geofp.ibge.gov.br/RBMC/dados>

Stations: AMCO, BATF, BOMJ, CRUZ, CUIB, GOJA, MABA, MGBH, MSCG, MTCN, MTCO, MTVB, NAUS, PAIT, PISR, PITN, POAL, PRNA, RECF, RIOB, RNNA, ROCD, ROGM, ROJI, SJRP, TOPL

- Chile: <ftp://200.27.184.147> (password)

Stations: IACR, COPO, IQQE

- Argentina: <http://www.ign.gob.ar/DescargaRamsac>

Stations: CATA, CHAC, SVIC, TUCU

Uncompress files, recover from Hatanaka compression (<http://terras.gsi.go.jp/ja/crx2rnx.html>), file names must be in capital letters.

Estaciones incluidas en la red con características fundamentales: tipo de receptor, tipo de antena, altura de la antena (log files para estaciones de operación continua, hojas de campo para estaciones pasivas).

Fecha de observación:

2013-03-03 ... 2013-03-09

Semana GPS:

1730

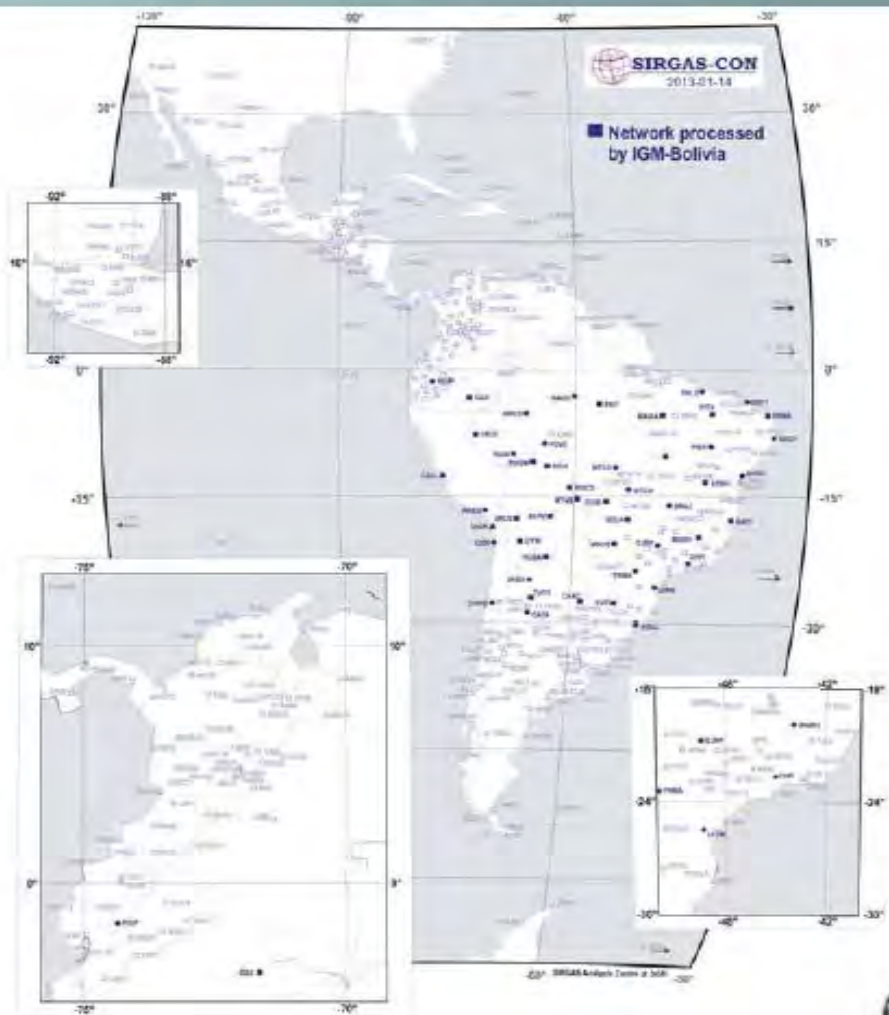
Días consecutivos en el año:

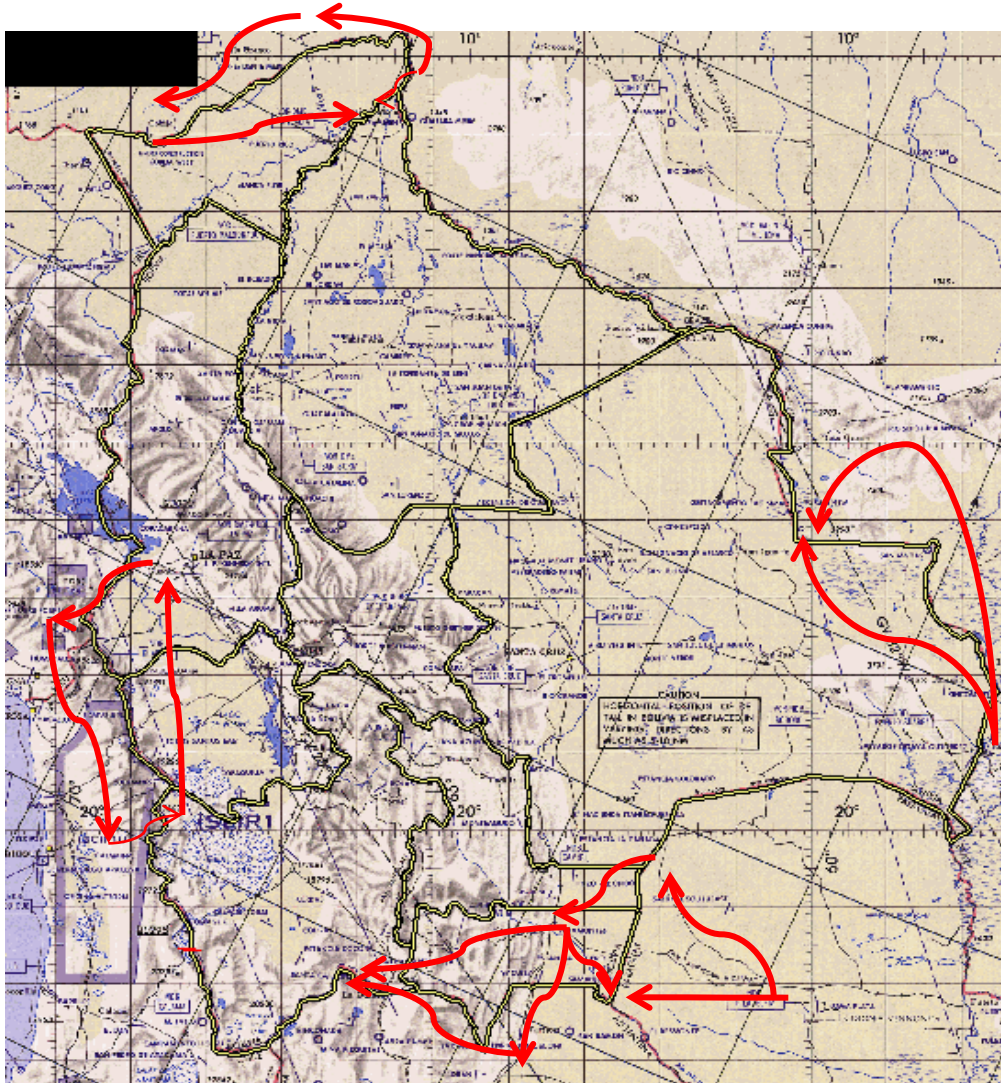
062 ... 068 (2013)

Calendario GPS:

<http://www.ngs.noaa.gov/CORS/Gpscal.shtml>

**Estaciones a procesar por el
CEPAG - Bolivia**





1) Al terminar la construcción de la Ionosonda los datos estarán al alcance de la comunidad SIRGAS.

2) Facilitar los resultados de las mediciones de gravedad absoluta a la comunidad SIRGAS, especialmente para planificar el cierre de circuitos gravimétricos que recorran por cada país con la ejecución de trabajos de campo binacionales.

3) Constituirse como un centro de procesamiento y análisis GNSS SIRGAS – Bolivia (Oficial).



CONFORME A NOTA ENVIADA A LA PRESIDENCIA DE SIRGAS EN DICIEMBRE DE 2011 Y RATIFICANDO LA MISMA, INFORMAR AL COMITÉ EJECUTIVO Y DIRECTIVO DE SIRGAS, E INVITAR A TODOS A LA PROXIMA REUNION SIRGAS 2014, QUE SE LLEVARA A CABO EN LA CIUDAD DE SANTA CRUZ - BOLIVIA.



•Santa Cruz de la Sierra

Ciudad de Bolivia

Santa Cruz de la Sierra, llamada comunmente Santa Cruz,

Fundada: February 26, 1561

Clima: 27°C, Wind SE at 14 km/h, 70% Humidity

Poblacion: ~ 2MM

Altura s/n/m: 416 metros



INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR



GRACIAS.