

# El procesamiento de observaciones GPS y GLONASS en la red SIRGAS-CON.

*M. V. Mackern* (1, 2) y *Ana María Robín* (1,2,3)

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Juan A. Maza.

(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo.

(3) Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, CONICET.  
Mendoza, Argentina

*Con soporte y apoyo de:*

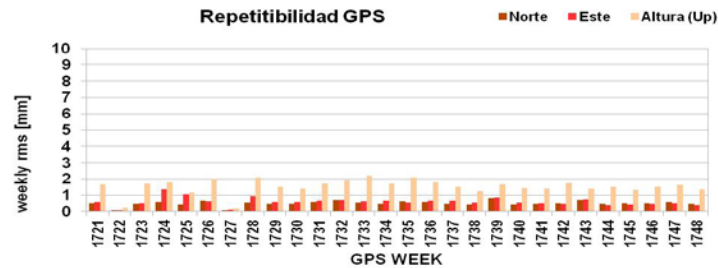


*24, 25 y 26 de Noviembre de 2014  
La Paz, BOLIVIA*




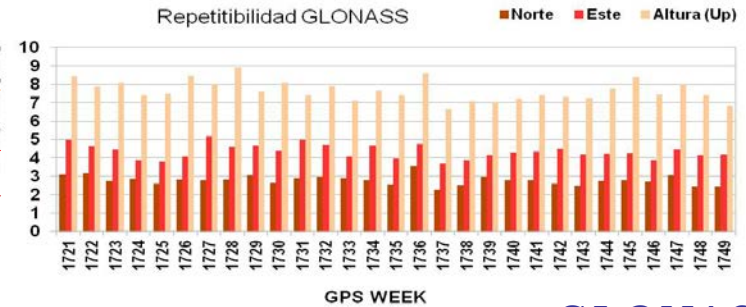
En presentaciones anteriores [Robin et al, 2012] [Cioce, 2013] no se recomendó la inclusión de estas observaciones dado que generaban pérdidas de precisión en el cálculo de la red SIRGAS-CON.

## Repetibilidad semanal



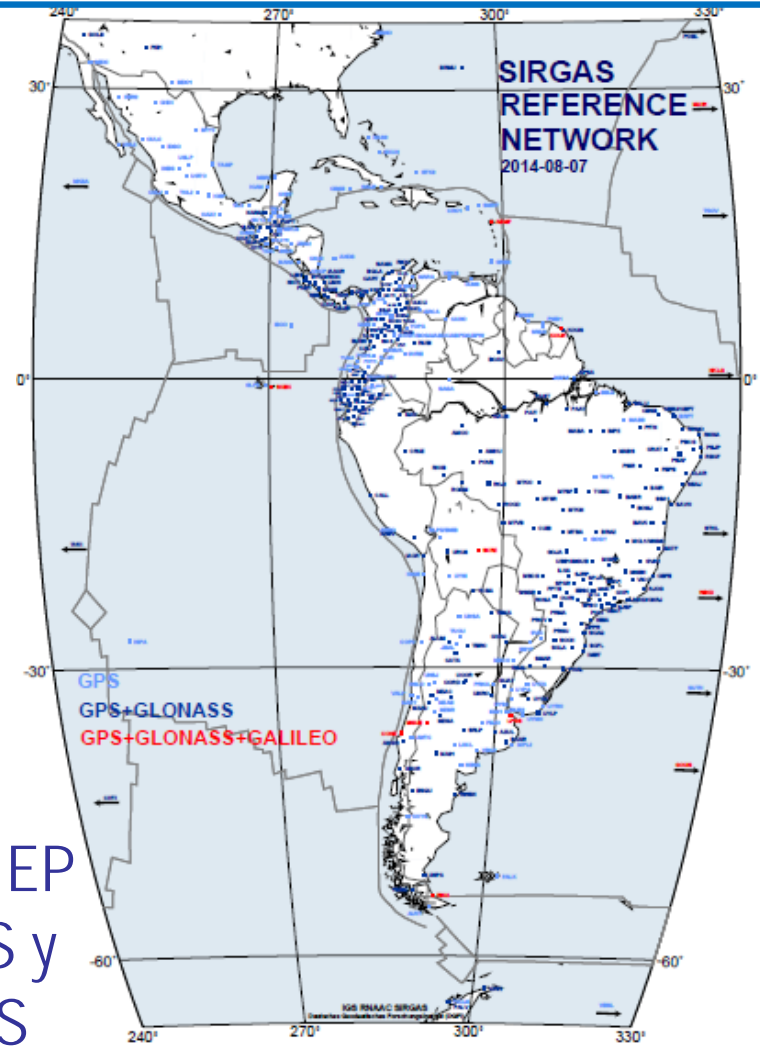
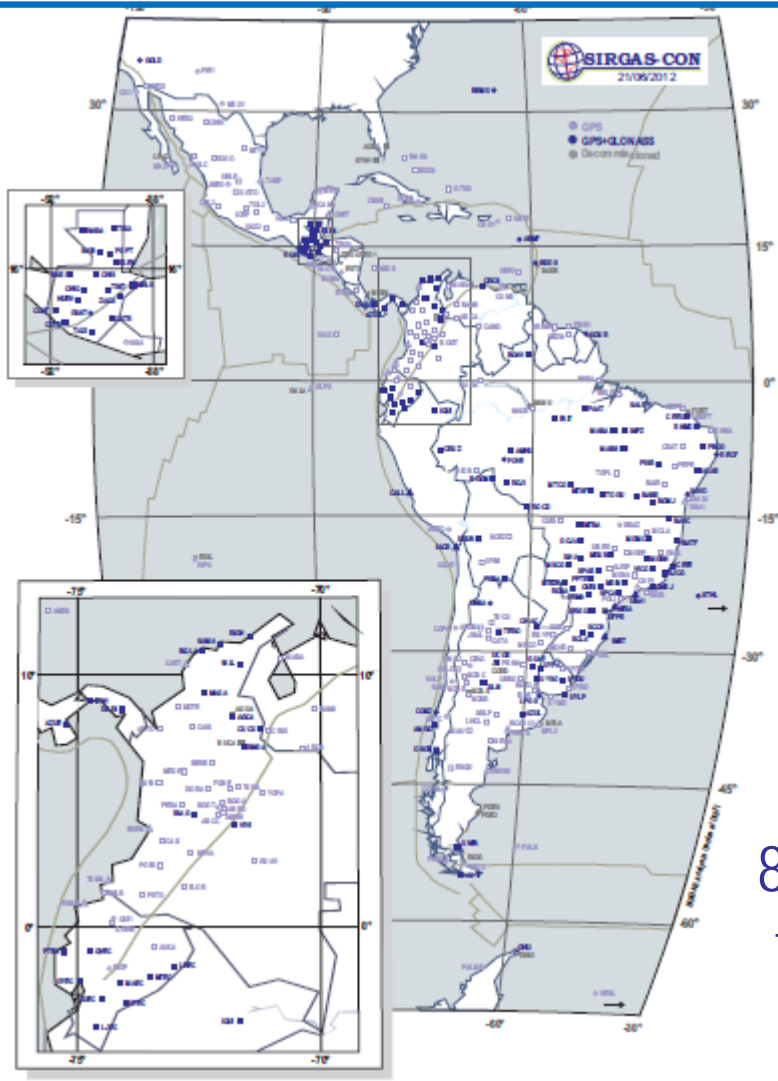
GPS

8mm  
5mm  
3mm

GLONASS

*Frente a los avances en los nuevos modelos de cálculo resolvimos realizar una nueva experiencia 2014*



89% de las EP  
tienen GPS y  
GLONASS

*A eso sumamos la considerable densificación de estaciones  
GPS+GLONASS*

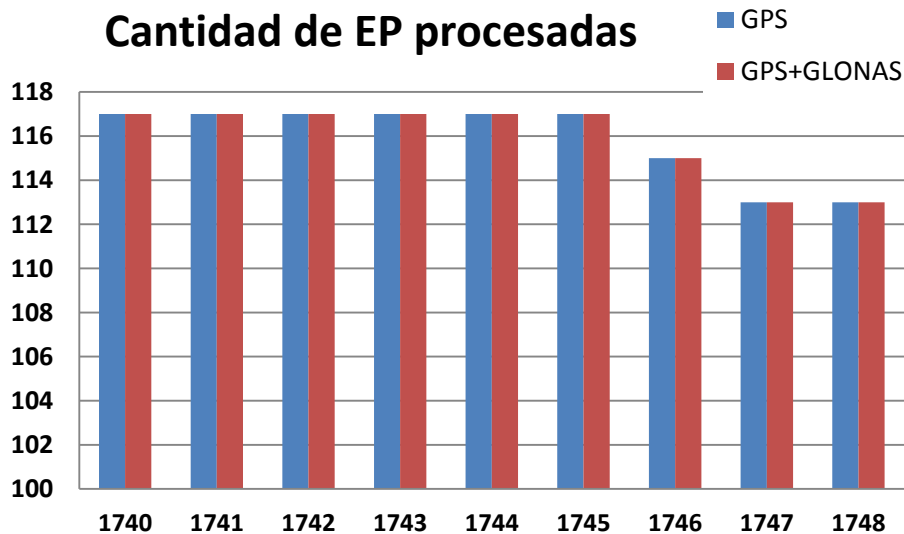
## 2 Procesamientos semanales, con Bernese 5.2

- Observaciones GPS
- Observaciones GPS+GLONASS

### 9 Semanas Procesadas

Desde 19/05/2013	GPS Week	1740
Hasta 13/07/2013	GPS Week	1748

### Cantidad de EP procesadas



### 117 Estaciones seleccionadas

	Estación		Estación		Estación		Estación		Estación
1	ABMF	25	CRCS	49	IMPZ	73	NKLG	97	SRNW
2	ANGO	26	CRO1	50	INEG	74	OAX2	98	SSIA
3	ANTC	27	CRUZ	51	IPAZ	75	OH12	99	STHL
4	APTO	28	CUCU	52	IQQE	76	ONRJ	100	SUTH
5	AREQ	29	CUIB	53	IQUI	77	OSOR	101	TAMP
6	BELE	30	CUM3	54	ISCO	78	PALM	102	TEG2
7	BERR	31	ELEN	55	ISPA	79	PARC	103	THTI
8	BOAV	32	ESMR	56	KOUR	80	PDEL	104	TOL2
9	BOGT	33	ESQU	57	LHCL	81	PIE1	105	TOPL
10	BOMJ	34	ETCG	58	LJEC	82	POVE	106	TUCU
11	BQLA	35	EXU0	59	LPGS	83	PPTA	107	UCOR
12	BRAZ	36	FALK	60	MANA	84	PSTO	108	UFPR
13	BRFT	37	GLPS	61	MAPA	85	RECF	109	UNPA
14	BRMU	38	GOLD	62	MARA	86	RIO2	110	UNSA
15	BUEN	39	GRE0	63	MAS1	87	RIOB	111	URUS
16	CALL	40	GTK0	64	MDO1	88	RIOP	112	USNO
17	CART	41	GUAT	65	MERI	89	ROJI	113	UYMO
18	CBSB	42	GVAL	66	MGUE	90	SAGA	114	VALP
19	CHAC	43	GVRE	67	MKEA	91	SALU	115	VBCA
20	CHIH	44	HER2	68	MPL2	92	SAVO	116	WIND
21	CHTI	45	IACR	69	MTY2	93	SCRZ	117	YCBA
22	CONZ	46	ICAM	70	MZAC	94	SCUB		
23	COPO	47	IGN1	71	NASO	95	SMAR		
24	CRAT	48	IMBT	72	NAUS	96	SMRT		

# Distribución de las Estaciones Permanentes procesadas

**Año 2012: 71 Estaciones**



**Año 2013: 80 Estaciones**



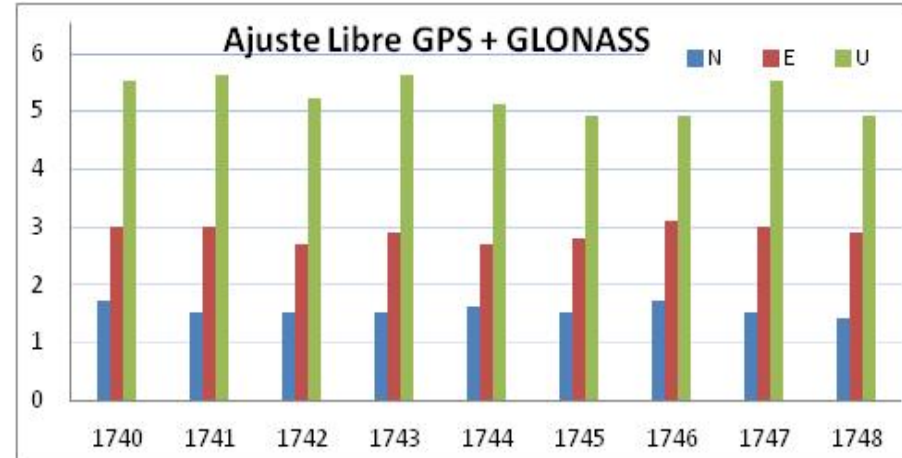
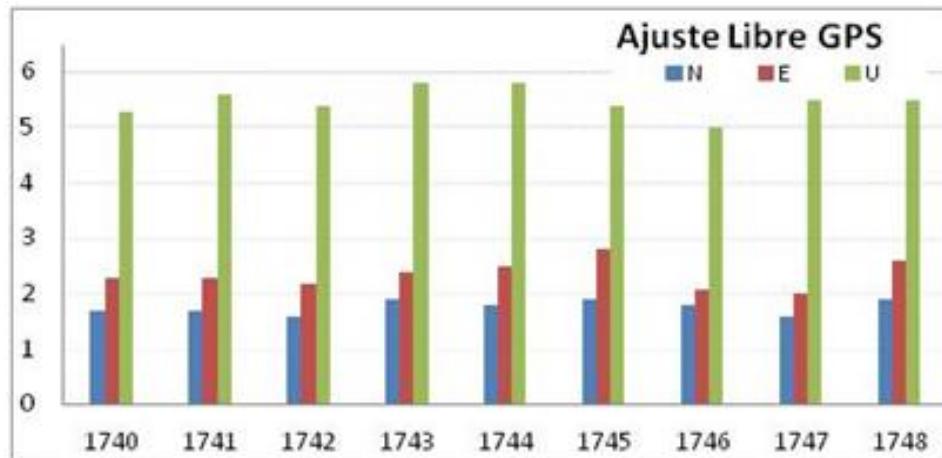
**Año 2014: 117 Estaciones**



# Precisión interna estimada para las soluciones

## Repetibilidad de las coordenadas

RMS (N, E, U) [mm] de cada solución semanal cuasilibre:  
GPS y GPS+GLONASS.

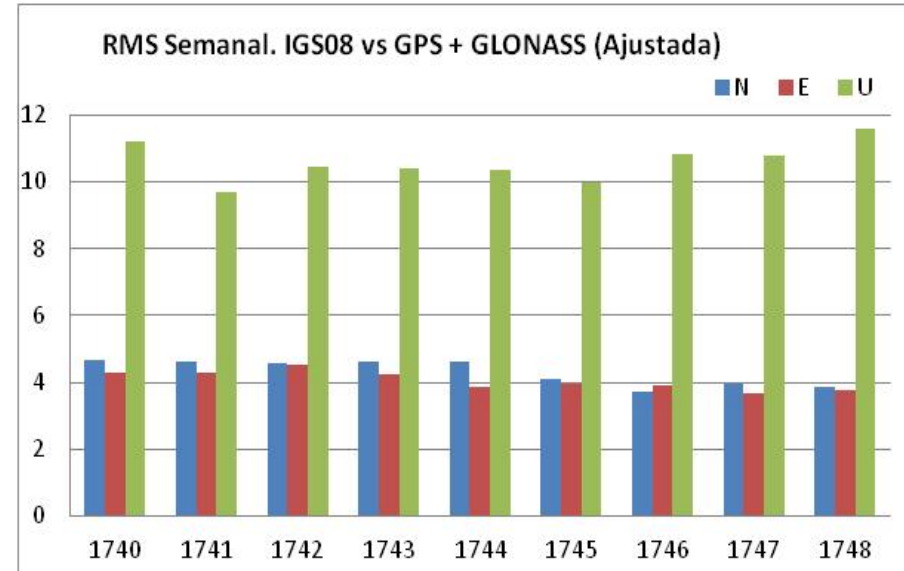
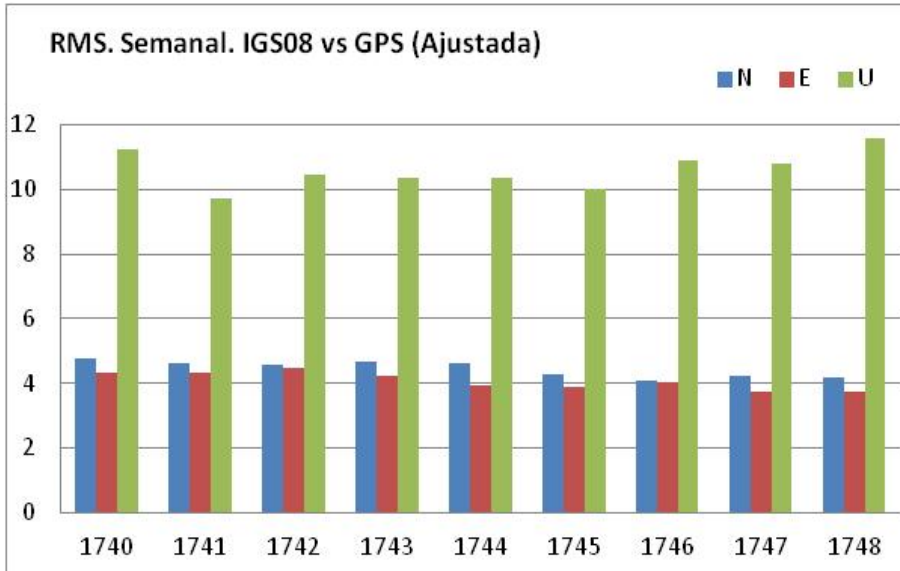


RMS. Valor promedio para las 9 semanas			
Observaciones	<i>Rms Norte [mm]</i>	<i>Rms Este [mm]</i>	<i>Rms Altura [mm]</i>
<b>GPS</b>	1.8	2,4	5.5
<b>GPS+GLONASS</b>	1.5	2.9	5.2

# Análisis de la precisión externa con respecto al IGS

Ajustadas las redes a puntos con coordenadas IGS

RMS (N, E, U) [mm] de los residuales luego de aplicada una Transformación Helmert

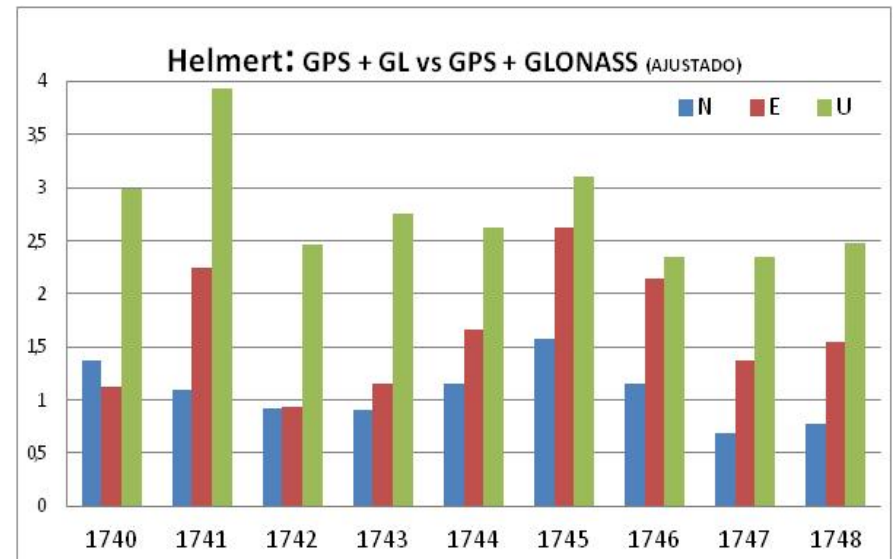
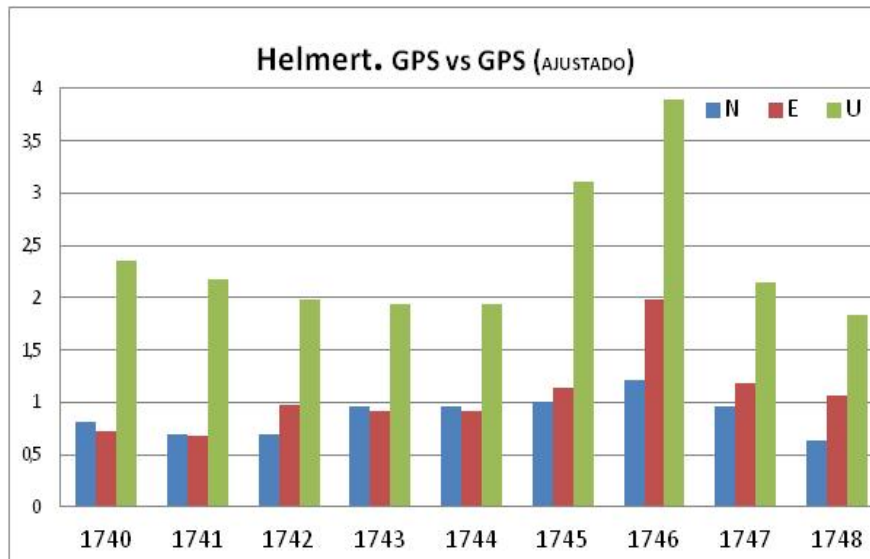


RMS. Valor promedio para las 9 semanas			
Observaciones	<i>Rms Norte [mm]</i>	<i>Rms Este[mm]</i>	<i>Rms Altura [mm]</i>
IGS vs GPS	4.44	4.08	10.61
IGS vs GPS+GLONASS	4.30	4.05	10.60



# Deformación de la geometría de la red al introducir el marco IGb08

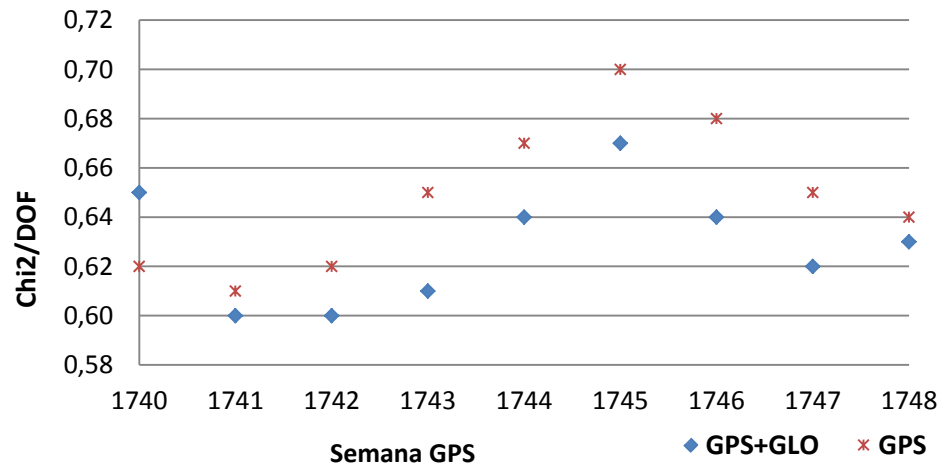
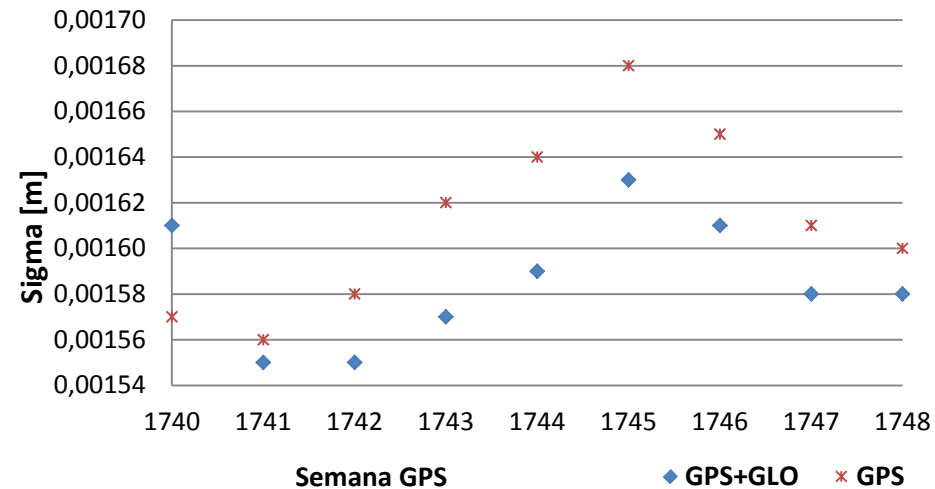
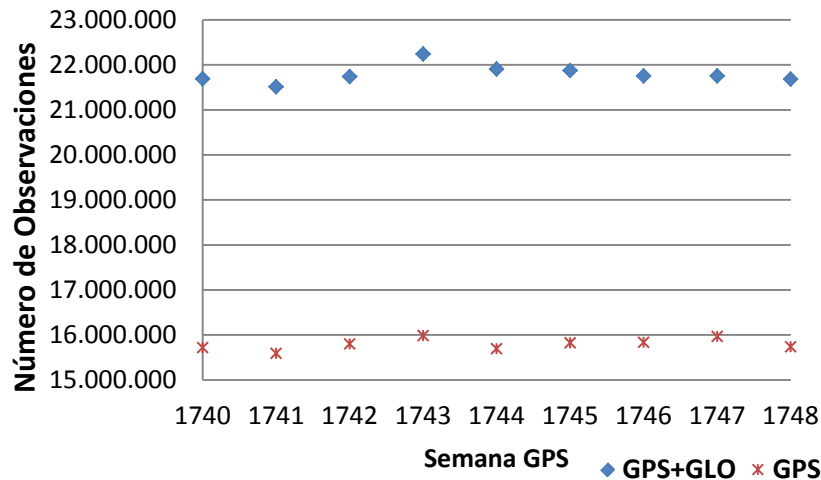
RMS (N, E, U) [mm] de los residuales luego de **aplicada** una Transformación Helmert

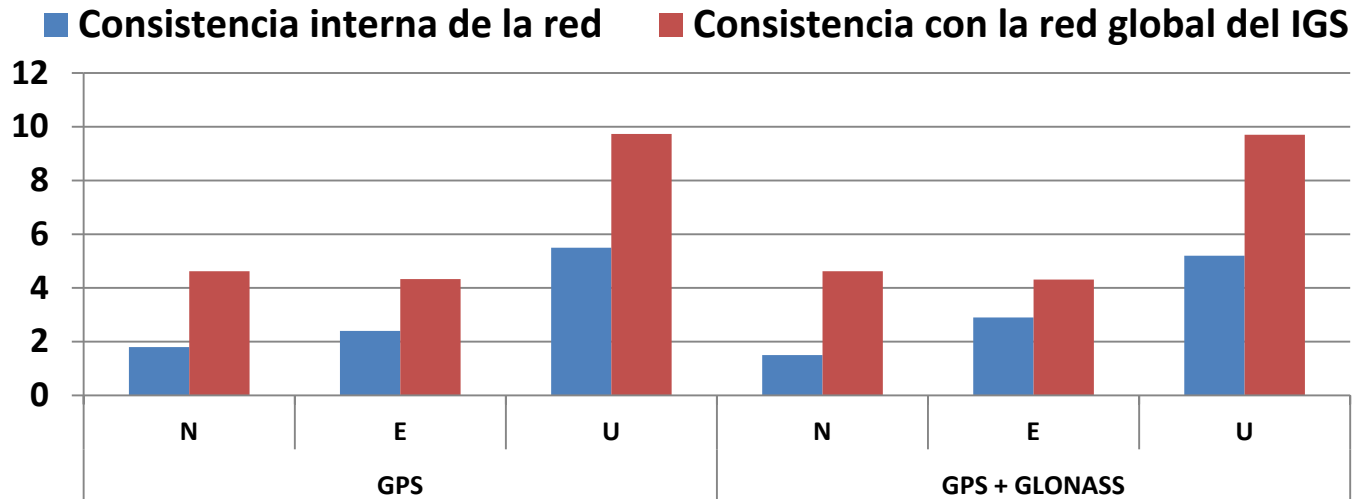


Deformación al ajustar. RMS promedio para las 9 semanas			
Observaciones	Rms Norte [mm]	Rms Este [mm]	Rms Altura [mm]
GPS libre <b>vs</b> GPSajustado	0.8	1.0	2.3
GPS+GLO libre <b>vs</b> GPS+GLOajustado	1.2	1.8	3.1

# Comparación de la estadística resultante del procesamiento.

- a) cantidad de observaciones;
- b) cantidad de parámetros (ambigüedades) que se resuelven;
- c) sigma de la combinación y
- d)  $\chi^2 / \text{DOF}$ .





<b>Deformación de la red al ajustarla. RMS promedio para las 9 semanas</b>			
Observaciones	<i>Rms Norte [mm]</i>	<i>Rms Este[mm]</i>	<i>Rms Altura [mm]</i>
<b>GPS libre vs GPSajustado</b>	0.8	1.0	2.3
<b>GPS+GLO libre vs GPS+GLOajustado</b>	1.2	1.8	3.1

### Indicadores estadísticos del procesamiento:

- a) cantidad de observaciones aumenta en un 47%
- b) cantidad de parámetros (ambigüedades) que se resuelven aumenta en un 78%
- c) sigma de la combinación mejora en un 2% y
- d)  $\chi^2 / \text{DOF}$  reduce en un 3%.

<b>PRECISION INTERNA-Repetibilidad. RMS promedio para las 9 semanas</b>			
Observaciones	<i>Rms Norte [mm]</i>	<i>Rms Este[mm]</i>	<i>Rms Altura [mm]</i>
GPS	1.8	2,4	5.5
GPS+GLONASS	1.5	2.9	5.2

<b>PRECISION EXTERNA-Comparación con IGS. RMS promedio para las 9 semanas</b>			
Observaciones	<i>Rms Norte [mm]</i>	<i>Rms Este[mm]</i>	<i>Rms Altura [mm]</i>
IGS vs GPS	4.44	4.08	10.61
IGS vs GPS+GLONASS	4.30	4.05	10.60

<b>Deformación de la red al ajustarla. RMS promedio para las 9 semanas</b>			
Observaciones	<i>Rms Norte [mm]</i>	<i>Rms Este[mm]</i>	<i>Rms Altura [mm]</i>
GPS libre vs GPSajustado	0.8	1.0	2.3
GPS+GLO libre vs GPS+GLOajustado	1.2	1.8	3.1

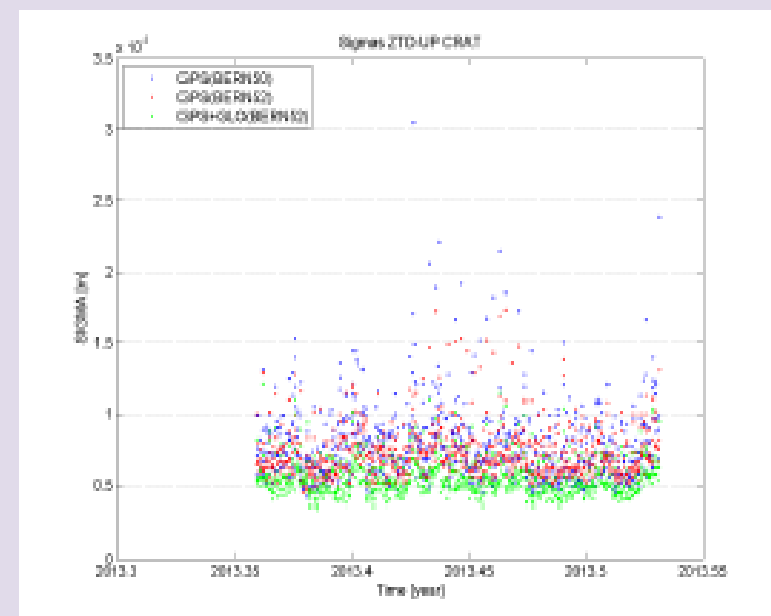
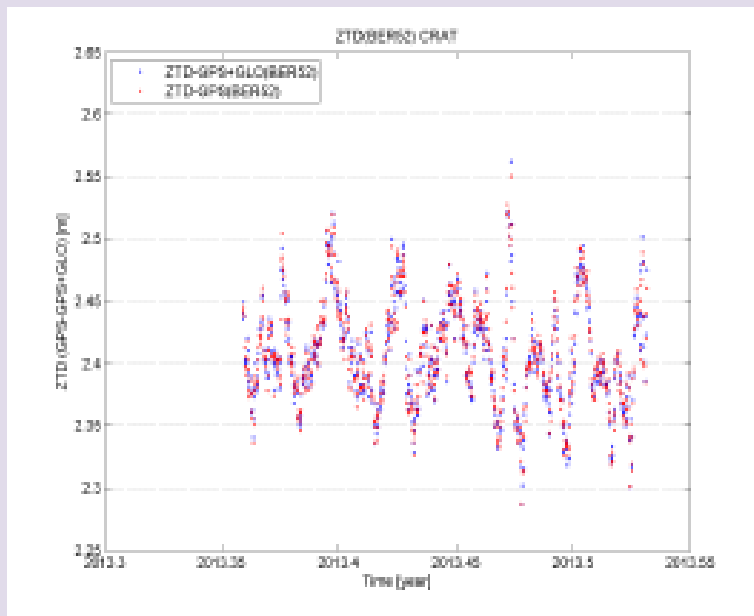
## Indicadores estadísticos del procesamiento:

- cantidad de observaciones aumenta en un 47%
- cantidad de parámetros (ambigüedades) que se resuelven aumenta en un 78%
- sigma de la combinación mejora en un 2% y
- $\chi^2 / \text{DOF}$  reduce en un 3%.

## Otras Motivaciones para incorporar observaciones GLONASS.

### Comparación ZTD (GPS+GLONASS) y ZTD (GPS)

El ZTD calculado mediante la combinación de observaciones GPS+GLONASS es coherente y se acompaña con el ZTD calculado mediante GPS solamente. Sin embargo los residuos del primero de ellos son en general menores, tanto para los ZTD calculados con GPS y Bern5.0 como para GPS y Bern5.2



## Otras Motivaciones para incorporar observaciones GLONASS.

- Los Centros de Análisis del IGS ya las vienen incorporando.
- DGFI procesa GLONASS ya desde septiembre de 2013.
- Los satélites GLONASS también pueden utilizarse en la técnica SLR, por lo tanto al incluirlos resultan sumamente útiles para la vinculación espacial inter técnicas.

## CONCLUSIONES.

Se recomienda la incorporación de observaciones GLONASS procesadas conjuntamente con las observaciones GPS en las estaciones SIRGAS-CON

En **Bernese 5.2**

**CONCATENATE/MERGE PRECISE ORBIT FILES**

Program: CCPREORB

IGSwwwD.SP3 + IGLwwwD.SP3  MIXDdddS.SP3

O bien EPH de CODE

codwwwd.eph (tiene efemérides precisas de GPS y GLONASS)

En **Rxobv3**

**Satellite system to be considered:** Observaciones de **GPS/GLO.**

En **GPSEST**

**Satellite system to be considered:** Observaciones de **GPS/GLO.**

*¡¡ Muchas gracias!!*

***A Laura Sánchez, a Ana María Robín y a Victor Cioce  
por sus colaboraciones en este cálculo y en anteriores.***

***Al IPGH y a la IAG***