

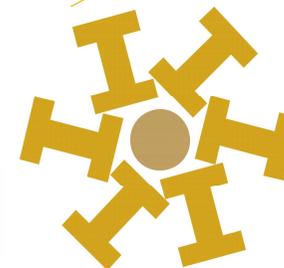
“ESTUDIO METODOLÓGICO DEL CONTROL DE CALIDAD DE LOS DATOS PRODUCIDOS POR LAS ESTACIONES PERMANENTES GNSS- RAMSAC EMPLAZADAS EN LA PROVINCIA DE SAN JUAN UTILIZANDO EL SOFTWARE CIENTÍFICO GAMT-GLOBK”



Autores: Navarro Juan Carlos
Herrada Alfredo H.
Miranda Silvia A.
Pintos Hector W.

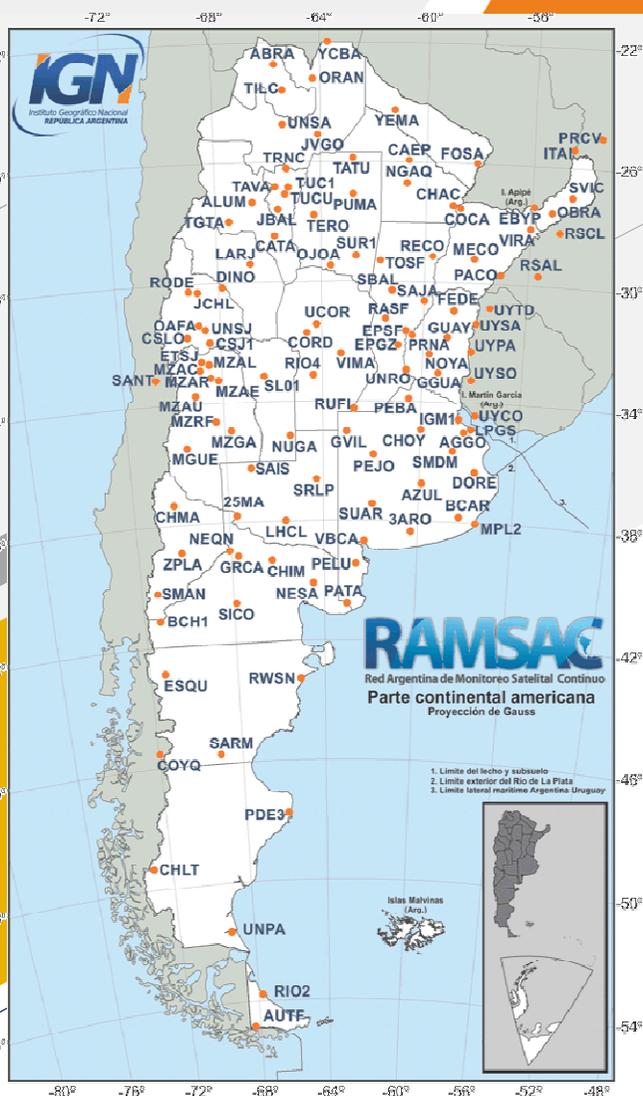


CONICET





RAMSAC



RED ARGENTINA DE MONITOREO SATELITAL CONTINUO

- Integrada por más de 100 Estaciones Permanente s GNSS (Global Navigation Satellite System) diseminadas en la República Argentina.
- IGN (INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL)
- Principal infraestructura geodésica de nuestro país.
- Los datos aportados por dichas estaciones sirven como base fundamental para:

1-La definición de los Marcos de Referencias Nacionales y Regionales.

Geodésicos

2-La utilización libre y gratuita por usuarios diversos en levantamientos GNSS que cubren una amplia gama de aplicaciones (topográficas, geodésicas, cartográficas, geológicas, geofísicas, geográficas, meteorológicas, etc.)

Estaciones GNSS Permanentes en San Juan

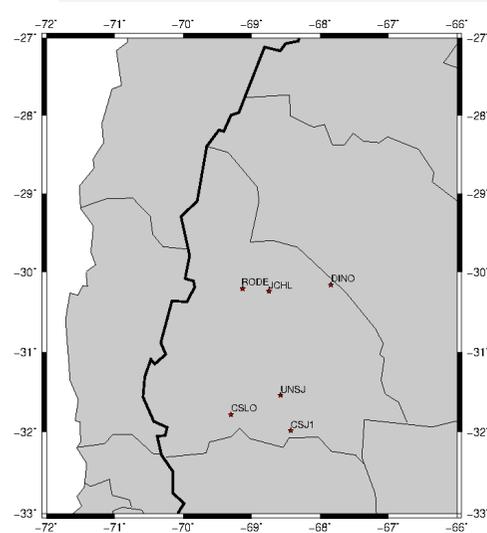
- UNSJ, CSLO, CSJ1, DINO, JCHL, RODE
- Instaladas entre el 2007 y 2015.
- Acuerdo de cooperación entre:

CERI (Center for Earthquake Research and Information) de la Universidad de Memphis (USA).

El Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La Dirección de Geodesia y Catastro de la Provincia de San Juan.

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ).



OBJETIVO: Implementación y validación de un procedimiento de control de calidad de los datos capturados por las Estaciones GNSS UNSJ, CSLO, CSJ1, DINO, JCHL y RODE mediante GAMT/GLOBK (version 10.70)

GAMT/GLOBK v10.07

Gnss at MIT/GLOBal Kalman filter

“ Es un completo paquete de programas para el análisis de mediciones GPS y MultiGNSS (GLONASS, GALILEO, BEIDOU), que posibilita entre otras cosas:

Estimación de coordenadas y velocidades de estaciones GNSS

Representaciones funcionales o estocásticas de deformaciones post-sísmicas

Órbitas satelitales

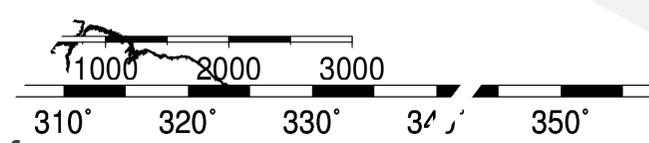
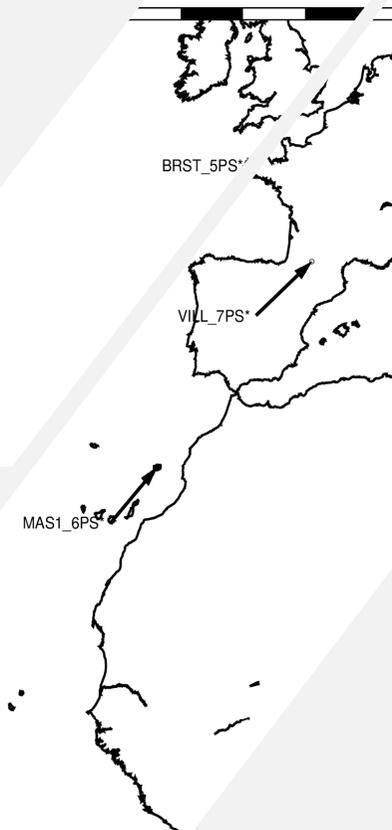
y Parámetros de Rotación de la Tierra”.

Desarrollado por:

Massachusetts Institute of Technology (MIT)

Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA)

Scripps Institution of Oceanography (SIO)



El software de uso libre y gratuito y es mantenido actualmente por **Tomas Herring, Robert Kingy Simon McClusky** (Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology)

Relative to NONE Input file : globk_vel.org
Confidence interval : 95 ChiSquare / dof : 0.79 Final Errors Scaled by 1.00
mar sep 10 16:50:14 -03 2019

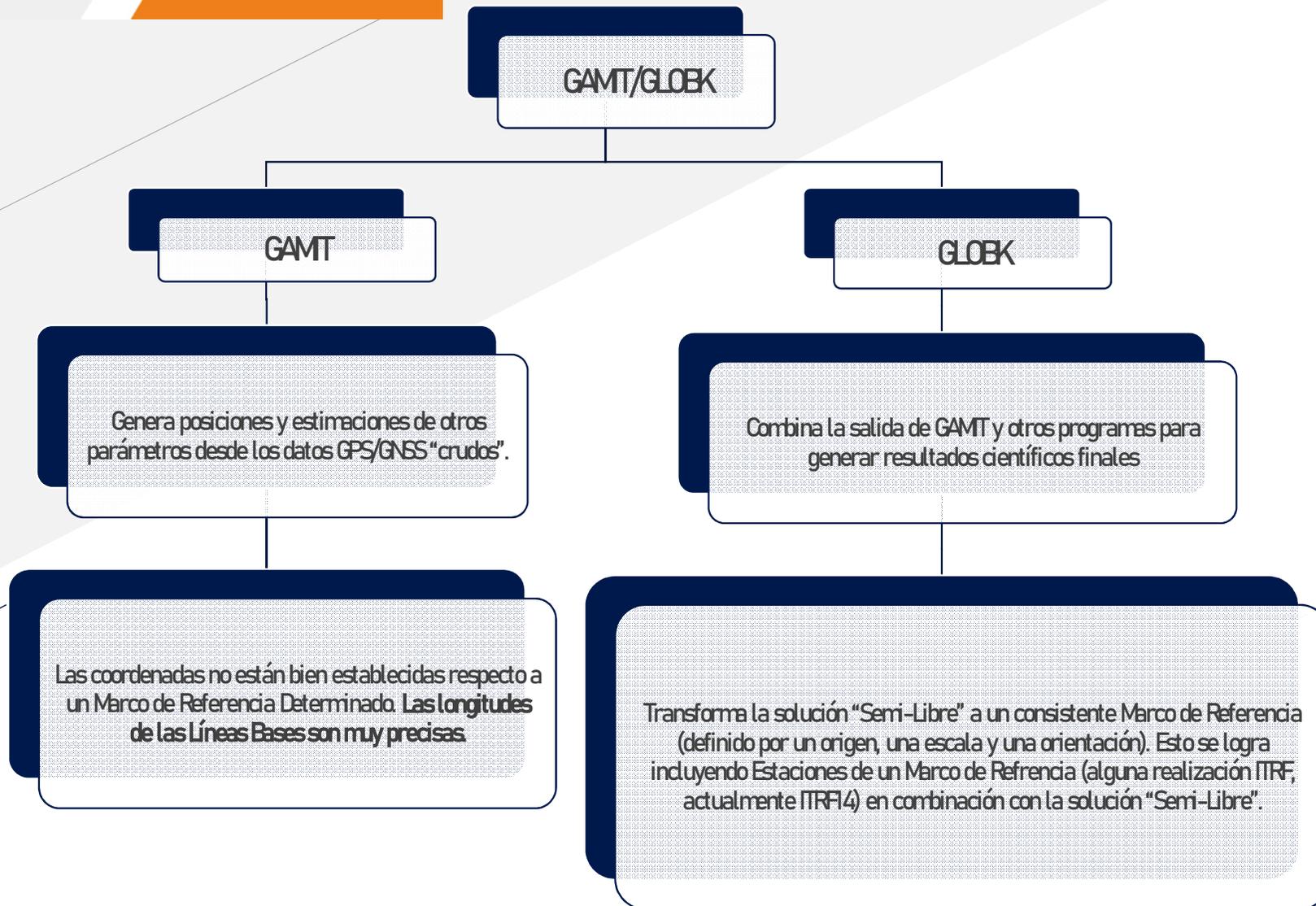
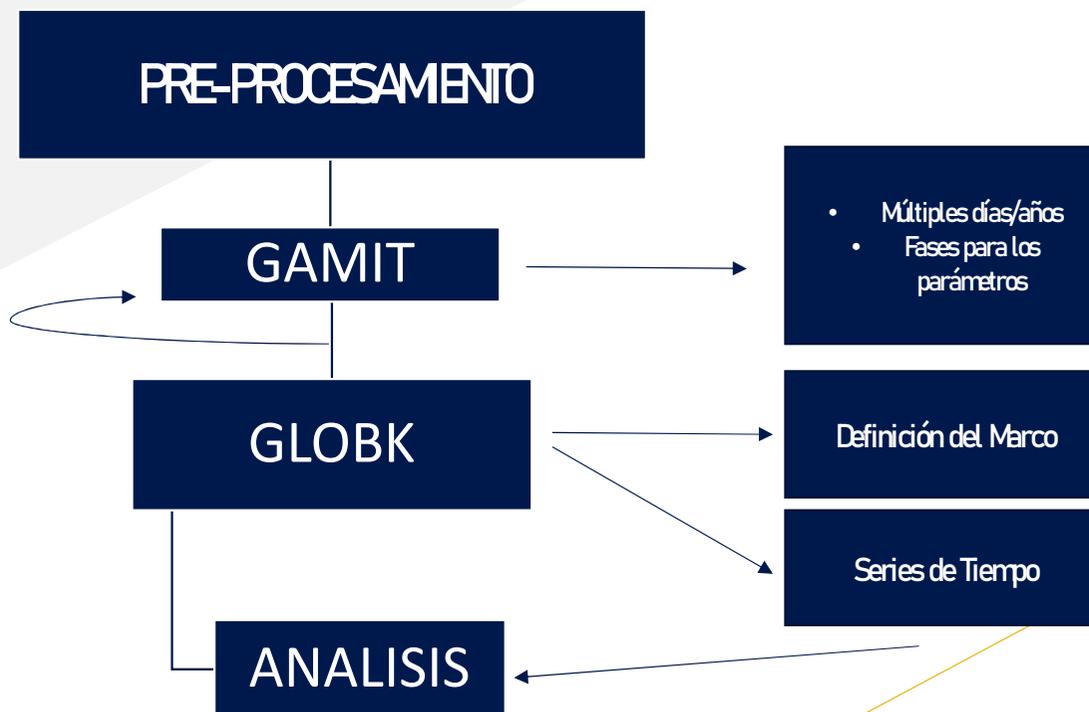
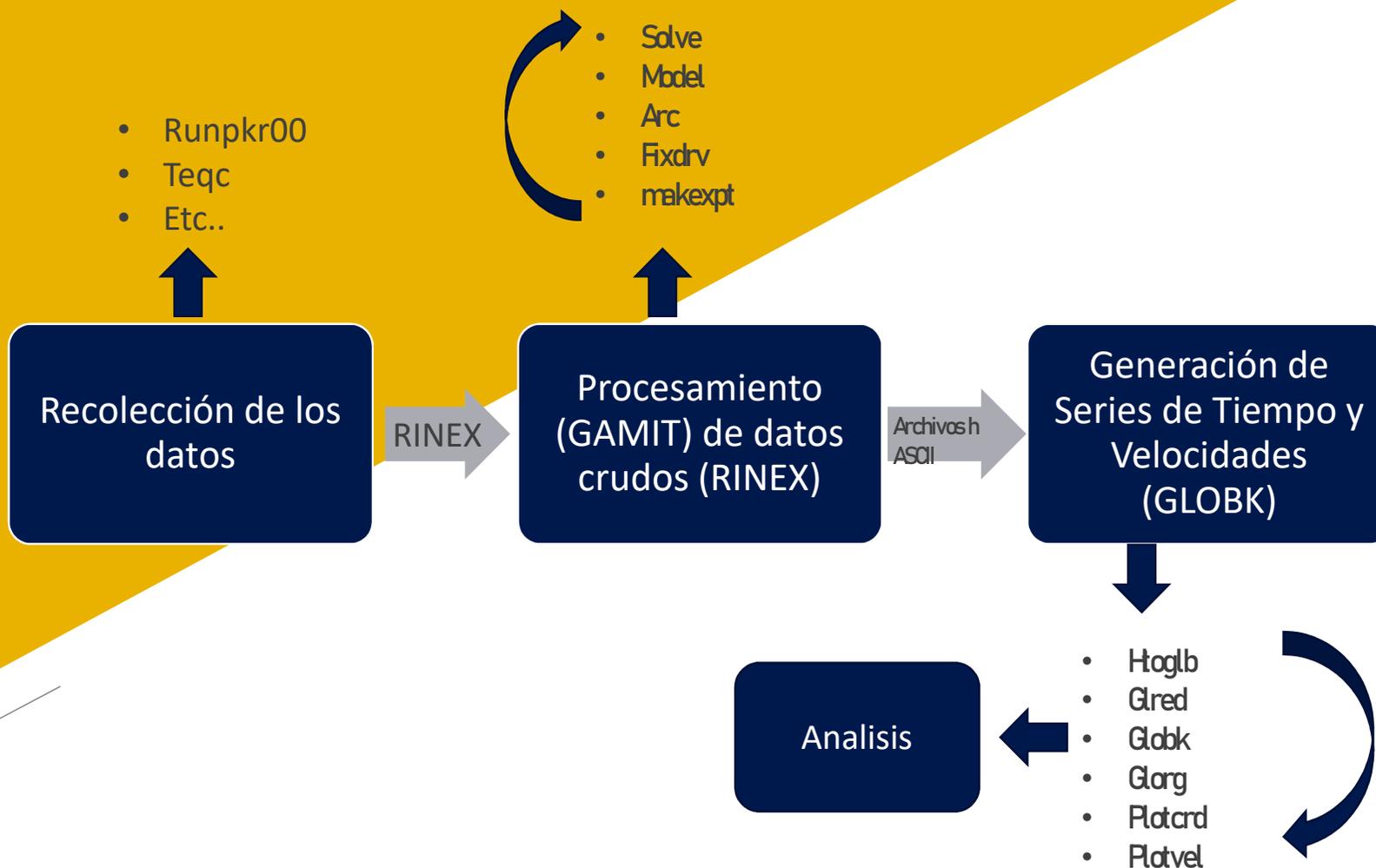


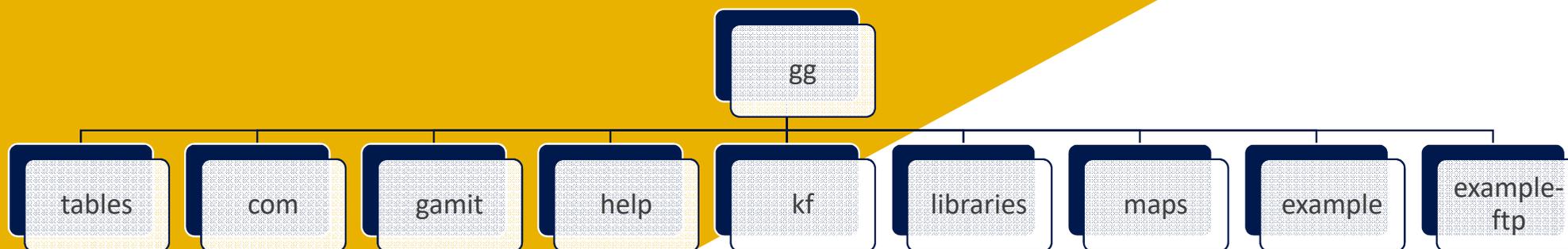
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO



Pasos Básicos del Procesamiento con GAMIT/GLOBK



DIRECTORIO PRONCPAL DE GAMIT Y FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA



Los C-Shell Scripts más representativos son:

-sh_gamit: Ajuste de Observaciones.

Analiza, procesa y ajusta las observaciones (fase y código) contenidas en los archivos RINEX. El resultado del procesamiento es la matriz de varianza-covarianza incluida en el archivo de soluciones "semi-libres".

-sh_glred: Combinación y Materialización de Soluciones.

Combina soluciones provenientes de diferentes técnicas (GPS, VLBI y SLR) para determinar parámetros de transformación entre las soluciones procesadas y las soluciones que definen los diferentes Marcos de Referencia.

Logística de procesamiento GAMIT y Archivos de configuración.

- “Correr” `sh_setup`
- Situar los archivos RINEX en el directorio `rinex/`
- Controlar y modificar (en caso de ser necesario), los Archivos de configuración.
- Actualizar tablas de modelos.
- “Correr” `sh_gamit`

Archivos de configuración

1- process.defaults

```
# process.defaults↓
#↓
# Do not remove any of these entries. To by-pass a function, set the value to null: ""↓
↓
### LOCAL DIRECTORIES↓
# Directory for translation of raw data ↓
set rawpth = "$procdir/raw"↓
# Directory path for raw archives (search all levels); e.g. /data18/simon↓
set rawfnd = "" ↓
# Input files for RINEX translators↓
set mpth = "$procdir/mkrinex"↓
# RINEX files directory↓
set rpth = "$procdir/rinex"↓
# Directory path for RINEX archives (search all levels); e.g. /data18/simon↓
set rnxfnd = "" ↓
# Broadcast orbit directory↓
set bpth = "$procdir/brdc" ↓
# IGS files directory↓
set ipth = "$procdir/igs"↓
# G-files directory↓
set gpth = "$procdir/gfiles"↓
# GAMIT and GLOBK tables directory↓
set tpth = "$procdir/tables"↓
# Output directory for skyplots↓
set gifpth = "$procdir/figs" ↓
# Globk solution directory ↓
set glbpth = "$procdir/gsoln" ↓
# Globk binary h-file directory↓
set glfpth = "$procdir/glbf" ↓
```

2- sites.defaults

```
# File to control the use of stations in the processing↓
#↓
# Format: site expt keyword1 keyword2 ....↓
#↓
# where the first token is the 4- or 8-character site name (GAMIT uses only ↓
# 4 characters, GLOBK allows only 4 unless there are earthquakes or renames), ↓
# the second token is the 4-character experiment name, and the remaining↓
# tokens, read free-format, indicate how the site is to be used in the processing.↓
# All sites for which there are RINEX files in the local directory will be used↓
# automatically and do not need to be listed.↓
# ↓
# ftpnrx = sites to ftp from rinex data archives.↓
# ftpraw = sites to ftp from raw data archives.↓
# localrx = site names used to search for rinex files on your local system. ↓
# (required in conjunction with rnxfnd path variable set in process.defaults).↓
# xstinfo = sites to exclude from automatic station.info updating. ↓
# xsite = sites to exclude from processing, all days or specified days↓
#↓
# Replace 'expt' with your experiment name and edit the following to list sites needed from external archive↓
all_sites expt xstinfo ↓
brus_gps expt ftpnrx ↓
graz_gps expt ftpnrx ↓
sofi_gps expt ftpnrx ↓
# templates for removing sites↓
ttth_gps expt xsite:1999_256-1999_278 xsite:1999_300-1999_365↓
↓
←
```


Archivos de configuración

5- lfile

6- sestbl y sittbl

7- autcln.cmd

8-globk_comb.cmd

9-glorg_comb.cmd

```

$$ CSJ1,          RADI TANG lon/lat: 291.5728 -
31.9805 580.270
.00231 .00045 .00119 .00010 .00579 .00468 .00194 .00091
.00035 .00017 .00011
.00237 .00094 .00057 .00020 .00389 .00244 .00128 .00044
.00041 .00015 .00010
.00219 .00089 .00051 .00026 .00358 .00183 .00118 .00022
.00033 .00018 .00006
132.8 46.0 118.6 -1.8 -118.5 -134.5 -118.6 -146.7 2.9 -
1.3 0.0
31.3 67.1 18.2 53.6 35.5 4.7 35.4 -10.1 -59.1 -103.9 -
164.8
26.9 73.4 19.1 68.0 -83.2 -85.5 -83.4 -82.7 2.0 -14.3 -
8.7
    
```

Actualización de tablas

-EOP IERS: ut1.pde

-Tablas de nutación (estándar IERS / IGS): nutabl.

-Efemérides lunar-solar: luntab. y soltab.

-GPST - UTC: leap.sec

-IGS códigos receptor / antena: rcvant.dat

-Códigos IGS receptor/antena: rcvant.dat

-Dimensiones mecánicas de antenas terrestres: hi.dat

-Bloque, PRN y masas de satélites: snav.dat

-Modelos de centros de fases de antenas terrestres y SV: antmod.dat

-Errores de códigos: P1-CI, P1-P2: dcb.dat

-Modelos de carga oceánica: otLgrid, otLlist

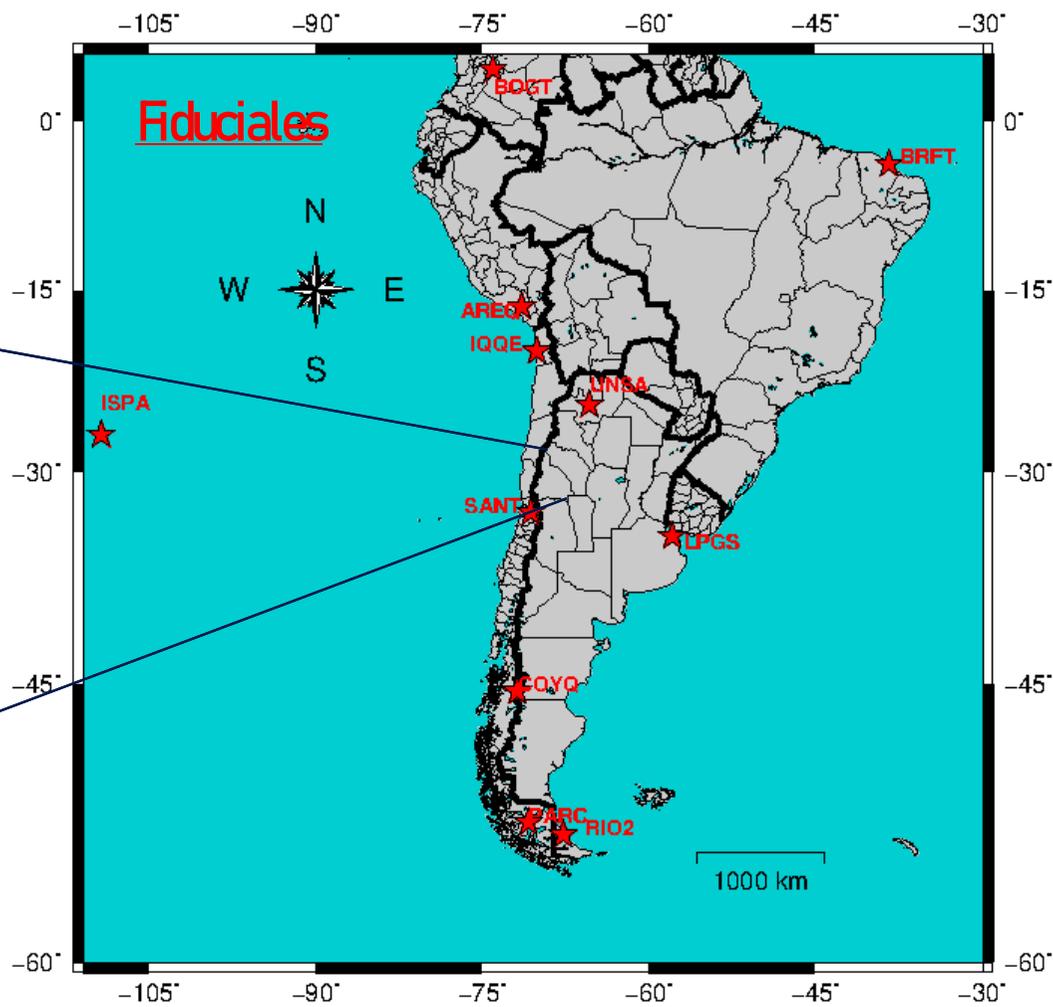
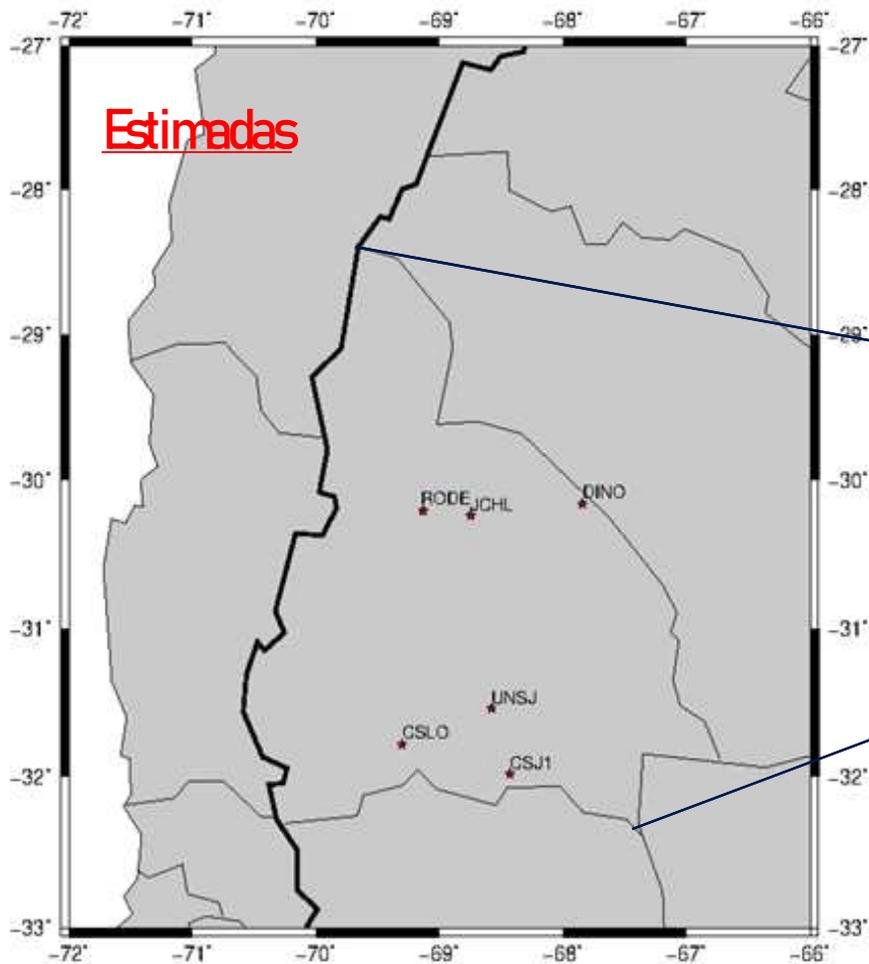
-Parámetros atmosféricos: map.grid, map.list

```

A 1.4 M ANTEX VERS
PCV TYPE
##### COMMENT
MAP 191004: Copy of igs14_2073.atx with NGS and dummy
calibrations added as below: COMMENT
RWK 100528: SOR GSR2700ISX NONE COMMENT
RWK 091005: TRM59800.00 SCIT, TRM59800.80 SCIT COMMENT
removed MIT additions of TRM59800.00 SCIT and COMMENT
TRM59800.80 SCIT since now in IGS COMMENT
RWK 090121: ASH110454, ASH700228A+EX(fake,copy of COMMENT
ASH700228A) COMMENT
RWK 081212: NOV533+CR, TPSPG_A1+GP, TPSCR.G3 NONE, COMMENT
THA800961+REC, TRM59800.00 NONE SCIT SCIS COMMENT
RWK 110120: THA700961 antennas COMMENT
RWK 110503: Removed NGS TPSCR.G3 NONE since now in IGS COMMENT
RWK 110524: Removed TPSPG_A1+GP NONE since now in IGS COMMENT
RWK 111210: TPSCR3 COMMENT
RWK 111215: NOV702_2.02 NONE COMMENT
RWK 120124: AERAT2775_42 NONE COMMENT
RWK 120402: TPSHIPER_II and TPSHIPER_II+10 COMMENT
RWK 120823: NAV_ANT3001BR SPKE COMMENT
RWK 121008: NOV533 COMMENT
RWK 130122: JAVR11661 COMMENT
RWK 130129: JAVRINGANT_DM SCIS [removed as of igs08_1854] COMMENT
and JAVRINGANT_DM SCIT COMMENT
RWK 130621: STHS82_7224V3.0 and STHS86_7224V3.1 COMMENT
RWK 130701: Harxon HXCGG386A NONE, HXCGG486A HXCS, and COMMENT
HXCGS488A NONE COMMENT
RWK 130806: Duplicate the ASH700829.3 SNOW entry as COMMENT
ASH700829.3 NONE (artificially) to allow data COMMENT
without the radome to be processed COMMENT
RWK 130822: CHCX90D-OPUS NONE COMMENT
RWK 130828: JAV TRIUMPH-1R NONE COMMENT
RWK 130904: ACC_GSANT_52AT1 NONE COMMENT
RWK 130924: Restore duplication of ASH700829.3 SNOW for COMMENT
NONE and add duplicate of ASH700829.2 SNOW also COMMENT
for NONE. COMMENT
RWK 131017 TRMR6 NONE COMMENT
RWK 131019 TRM59970 NONE COMMENT
RWK 131127 AERAT1675_120 NONE, AERAT1675_120 SPKE [removed COMMENT
as of igs08_1854], TRM36569 NONE COMMENT
RWK 140221 TPSCR5 COMMENT
RWK 140228 Copied IGS08_1781 entry for ASH701945B_M NONE COMMENT
as ASH701945A_M NONE, and added NGS calibration COMMENT
for MAG111406 NONE COMMENT
RWK 140310 Restore duplication of ASH700829.2 SNOW and COMMENT
ASH700829.3 SNOW for NONE, but this time put COMMENT
them the bottom so they don't get lost COMMENT
.....
    
```

FIPS de descarga:
<ftp://everest.mit.edu>
<http://hdt.oso.chalmers.se/loading/>

PROCESAMIENTO SEMANAL DE LAS ESTACIONES EMPLAZADAS EN LA PROVINCIA DE SAN JUAN



EVALUACION DE LOS RESULTADOS DEL PROCESAMIENTO SEMANAL

Quando se ha completado el procesamiento de cada día, GAMT elabora un report, especificando:

- El número de estaciones utilizadas
- Los rms de los residuales de fase en un solo sentido para las dos mejores y las dos peores estaciones desde el archivo resumen postfit AUTCLN
- Los valores nrms desde los Q-file
- El número de ambigüedades resueltas
- Una lista de los ajustes de las coordenadas de las estaciones

Criterio para determinar el resultado del procesamiento y funcionamiento de las estaciones:

¿Todos los datos fueron incluidos?

¿Los datos se ajustan al modelo en el nivel esperado?

¿Las incertidumbres son aceptablemente pequeñas?

sh_gamit_ddd.summary

```

↓
Input options -expt unsj -s 2019 062 068 -pres ELEV -orbt igsg -noftp↓
↓
Processing 2019 062 GPS week 2043 0 Using node: user-H310M-H Started at: 19_10_01_15:54:43↓
↓
Processing directory: /home/user/unsj/2019/062↓
Disk Usage: 33532.9 Free 9959.77 Mbyte. Used 78%↓
↓
Number of stations used 12 Total xfiles 12↓
↓
Postfit RMS rms, total and by satellite↓
RMS IT Site All 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32↓
RMS 18 ALL 10.1 103 111 94 61 116 116 100 99 92 93 102 93 90 119 94 101 119 93 116 90 89 98 96 102 85 93 94 84 95 88 128 118↓
Best and Worst two sites:↓
RMS 18 RIO2 6.6 6 7 6 6 9 7 6 7 6 6 6 7 5 7 7 5 6 6 7 7 7 5 6 6 5 7 8 5 6 5 7 8↓
RMS 18 LPGS 7.1 6 9 7 5 8 8 8 8 6 6 7 7 6 7 9 9 8 6 7 8 6 7 7 6 7 7 7 6 6 6 8 6↓
RMS 18 JCHL 13.0 13 13 13 0 14 15 14 15 14 13 15 12 11 16 11 14 14 12 12 11 11 11 11 14 11 13 10 11 10 12 17 14↓
RMS 18 RODE 13.8 14 13 10 0 18 16 14 10 12 10 13 11 12 15 13 15 20 10 10 16 11 12 14 15 16 10 12 12 13 14 14 17 15↓
↓
Double difference statistics↓
Prefit nrms: 0.76390E+00 Postfit nrms: 0.19077E+00↓
Prefit nrms: 0.76175E+00 Postfit nrms: 0.19655E+00↓
Prefit nrms: 0.76390E+00 Postfit nrms: 0.19068E+00↓
Prefit nrms: 0.76175E+00 Postfit nrms: 0.19648E+00↓
Number of double differences: 54649↓
↓
Phase ambiguities (Total WL-fixed NL-fixed): 333 315 305 AUTCLN (Total Expected) 333 333↓
Phase ambiguities WL fixed 94.6% NL fixed 91.6% ↓
↓
Processing 2019 062 GPS week 2043 0 Using node: user-H310M-H Finished at: 19_10_01_15:56:47↓

```

¿Todos los datos fueron incluidos?



¿3-10mm?
¿10-15mm?

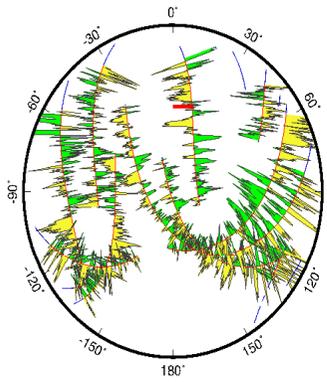
¿<0,2?



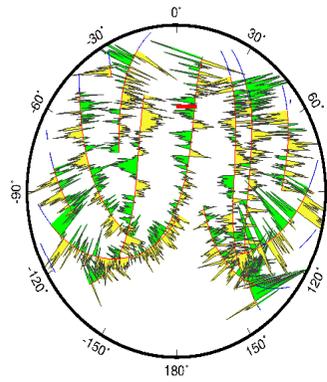
¿>90%?



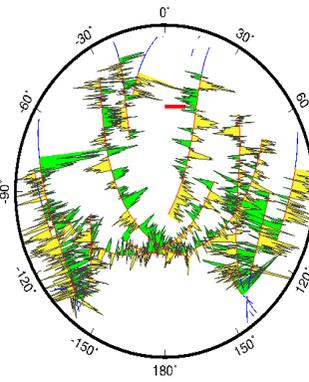
SKY PLOTS



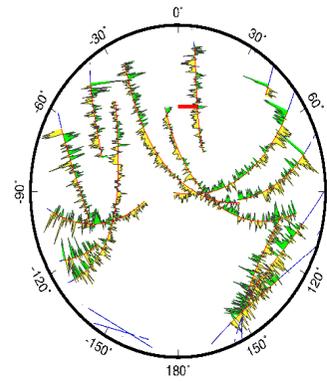
0 - 4 hrs UT



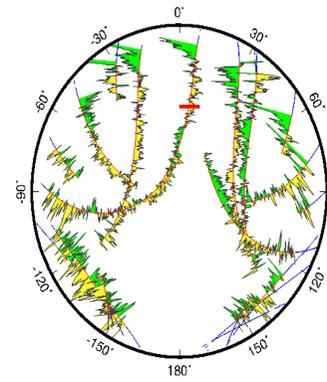
4 - 8 hrs UT



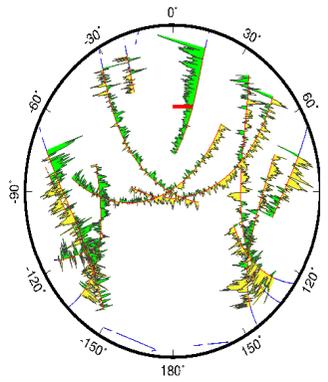
8 - 12 hrs UT



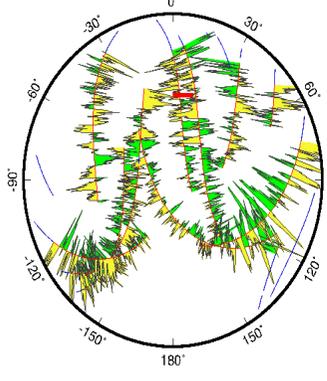
0 - 4 hrs UT



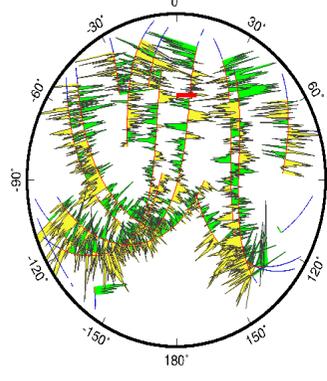
4 - 8 hrs UT



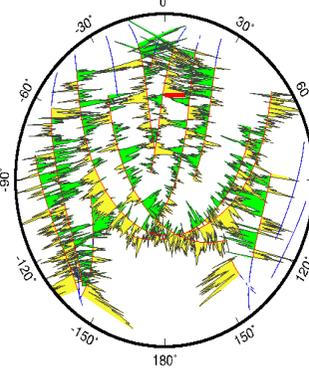
8 - 12 hrs UT



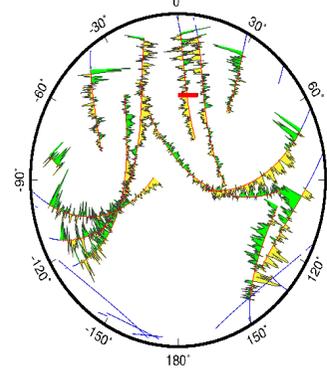
12 - 16 hrs UT



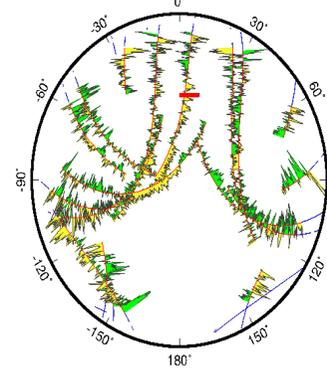
16 - 20 hrs UT



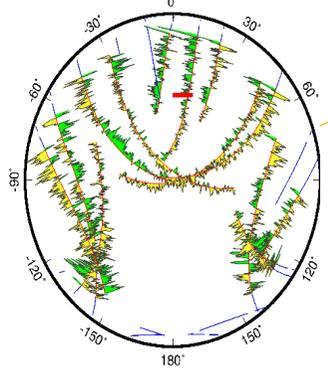
20 - 24 hrs UT



12 - 16 hrs UT



16 - 20 hrs UT



20 - 24 hrs UT

INCERTIDUMBRES Y REPETITIVIDADES GPS

```

----- 2019/10/07 18:16 20 -----
4-character ID: UNSJ
Station name : UNSJ_GPS
First Epoch : 20180401 115900
Last Epoch : 20180407 115900
Release Date : 20191007 181620
XYZ Reference position : 1987485.01312 -5065493.42032 -3317557.35248 (IGS14)
NEU Reference position : -31.5412564961 291.4229388686 708.89255 (IGS14/WGS84)
North stats: vel= 0.00 +- 0.00 mm/yr wrms= 0.2 mm nrms= 1.00 len= -3511156.6121 +- 0.0370 m #= 7 dur= 0.02 yrs mean= 2018.26 yr
East stats: vel= 0.00 +- 0.00 mm/yr wrms= 100.0 mm nrms= 1.00 len= 27648249.2860 +- ***** m #= 0 dur= 0.02 yrs mean= 2018.26 yr
Up stats: vel= 0.00 +- 0.00 mm/yr wrms= 100.0 mm nrms= 1.00 len= 708.8926 +- ***** m #= 0 dur= 0.02 yrs mean= 2018.26 yr
Parameter Estimates :
Offsets :
# YYYMMDD HHMMSS DecYr MJD N E U dN +- F dE +- F dU +- F
20180401 115900 2018.2479 58209.4993 -1.4 0.4 8.4 -1.4 97.9 0 0.4 1086.8 1 8.4 475.2 1
20180402 115900 2018.2507 58210.4993 -8.7 -1.6 12.7 -8.6 97.8 0 -1.6 1086.8 1 12.7 475.1 1
20180403 115900 2018.2534 58211.4993 5.3 0.1 -16.9 5.3 97.8 0 0.1 1086.8 1 -16.9 475.1 1
20180404 115900 2018.2562 58212.4993 10.1 -0.7 -2.8 10.2 97.8 0 -0.7 1086.8 1 -2.8 475.2 1
20180405 115900 2018.2589 58213.4993 -2.7 -3.8 0.2 -2.7 97.9 0 -3.8 1086.8 1 0.2 475.2 1
20180406 115900 2018.2616 58214.4993 0.7 2.2 -6.2 0.7 97.7 0 2.2 1086.8 1 -6.2 475.1 1
20180407 115900 2018.2644 58215.4993 -3.4 3.4 4.6 -3.4 97.7 0 3.4 1086.8 1 4.6 475.1 1

```

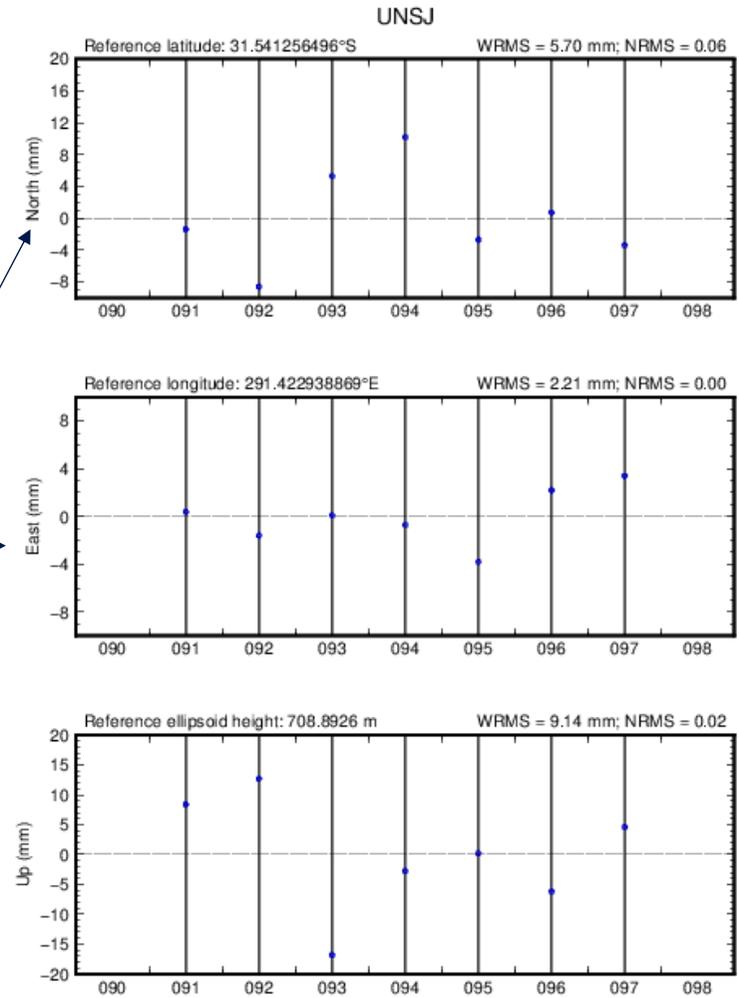
COORDENADAS TRIDIMENSIONALES EN EL MARCO DE REFERENCIA ITRF14



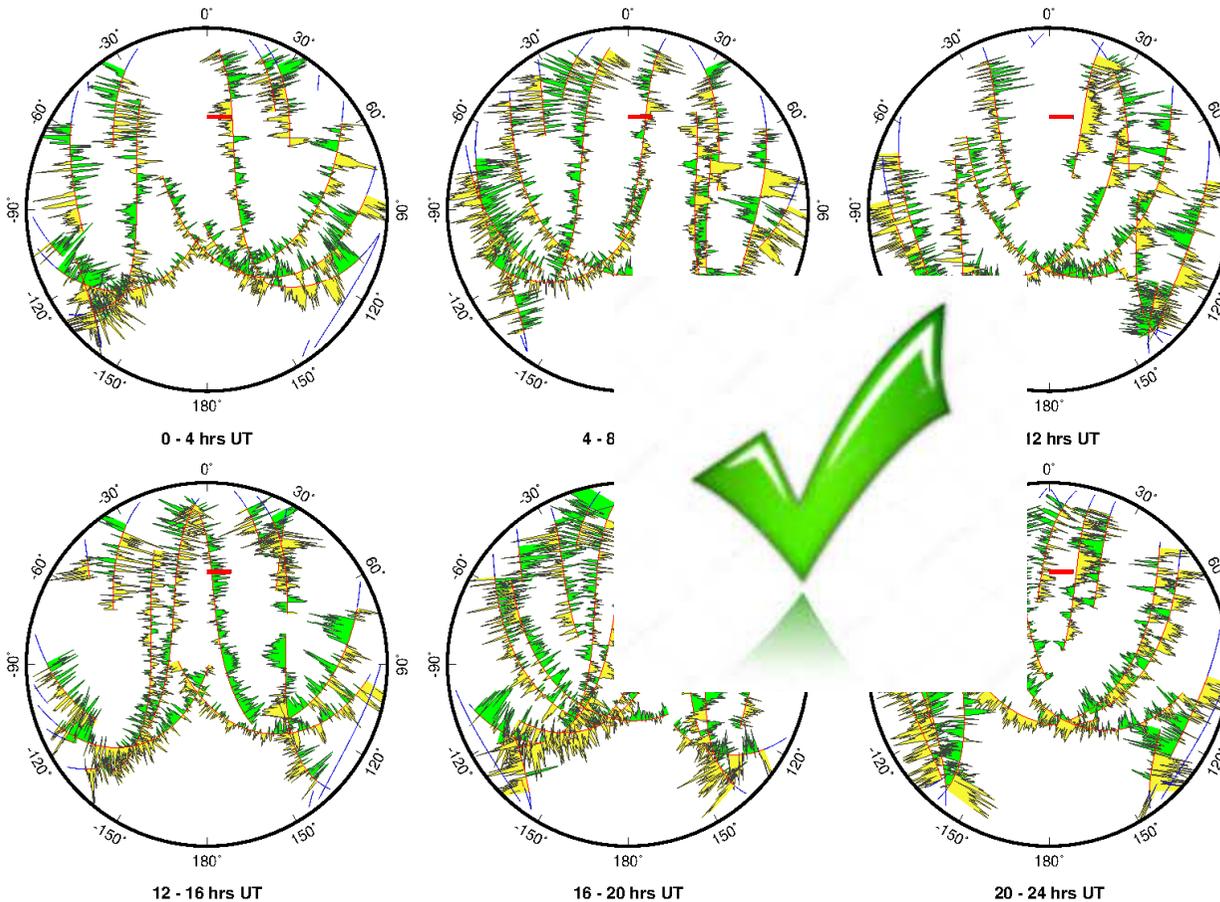
¿2-5mm?



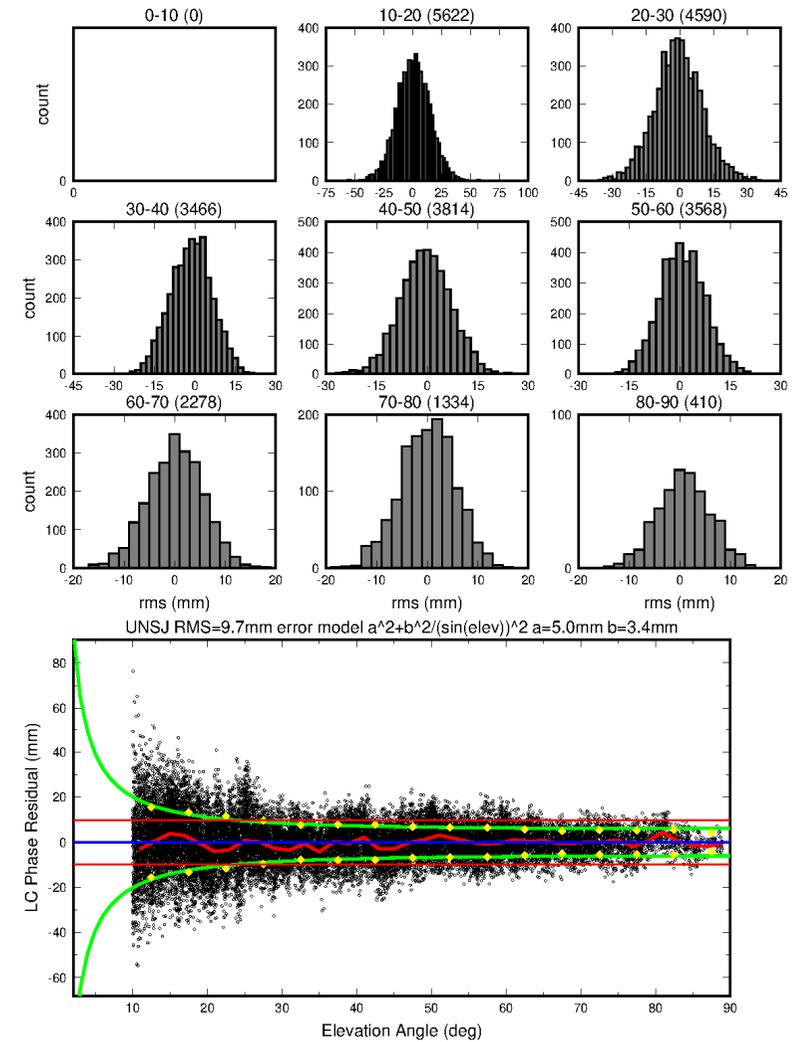
¿10-15mm?



SKY PLOTS - GPS



UNSJ Day 093 RMS 9.7 mm



----- 2019/10/07 18:32 53 -----

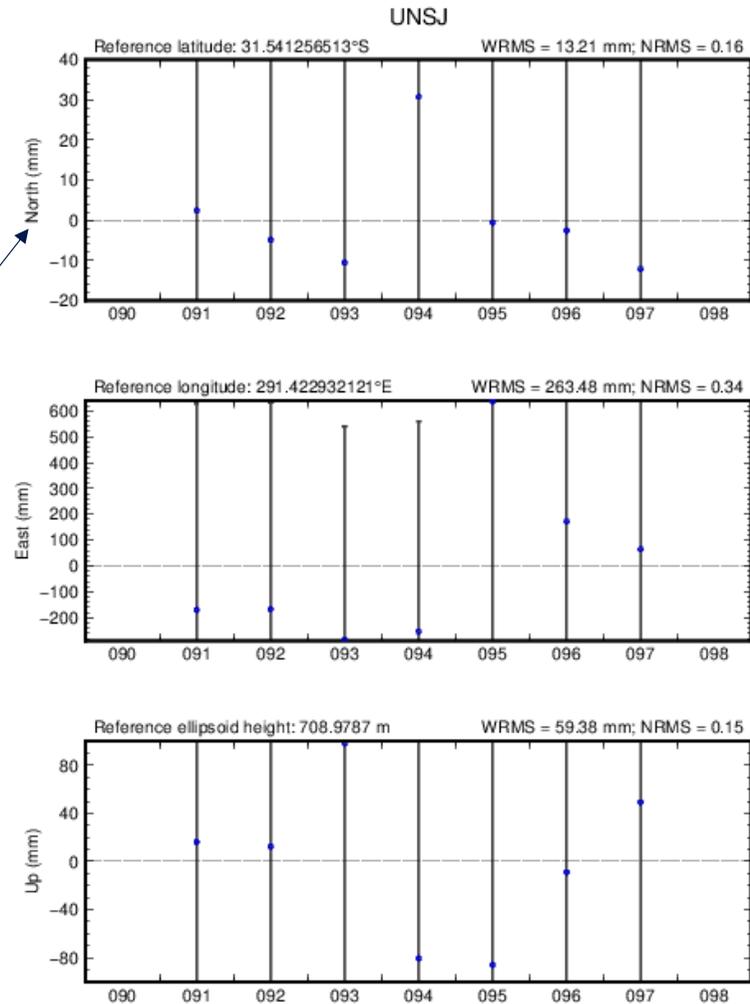
```

4-character ID: UNSJ
Station name : UNSJ_GPS
First Epoch : 20180401 115900
Last Epoch : 20180407 115900
Release Date : 20191007 183253
XYZ Reference position : 1987482.28759 -5065490.86280 -3317561.52094 (IGS14)
NEU Reference position : -31.5413044605 291.4229219888 708.19562 (IGS14/WGS84)
North stats: vel= 0.00 +- 0.00 mm/yr wrms= 100.0 mm nrms= 1.00 len= -3511161.9515 +- ***** m #= 0 dur= 0.02 yrs mean= 2018.26 yr
East stats: vel= 0.00 +- 0.00 mm/yr wrms= 100.0 mm nrms= 1.00 len= 27648247.6846 +- ***** m #= 0 dur= 0.02 yrs mean= 2018.26 yr
Up stats: vel= 0.00 +- 0.00 mm/yr wrms= 100.0 mm nrms= 1.00 len= 708.1956 +- ***** m #= 0 dur= 0.02 yrs mean= 2018.26 yr
Parameter Estimates :
Offsets :
# YYYMMDD HHMMSS DecYr MJD N E U dN +- F dE +- F dU +- F
20180401 115900 2018.2479 58209.4993 -4487.0 15148.0 705.0 -4487.0 2750.9 1 15148.0 2752.3 1 705.0 1931.9 1
20180402 115900 2018.2507 58210.4993 -4356.9 -8428.6 925.0 -4356.9 2755.3 1 -8428.6 2748.7 1 925.0 1871.7 1
20180403 115900 2018.2534 58211.4993 -8348.3 -11384.4 -4193.0 -8348.3 3490.2 1 -11384.4 3486.2 1 -4193.0 3422.4 1
20180406 115900 2018.2616 58214.4993 13116.8 -2377.1 1413.4 13116.8 3232.0 1 -2377.1 3094.7 1 1413.4 3019.1 1
20180407 115900 2018.2644 58215.4993 4075.5 7042.1 1149.7 4075.5 2847.1 1 7042.1 2847.2 1 1149.7 1809.0 1
    
```

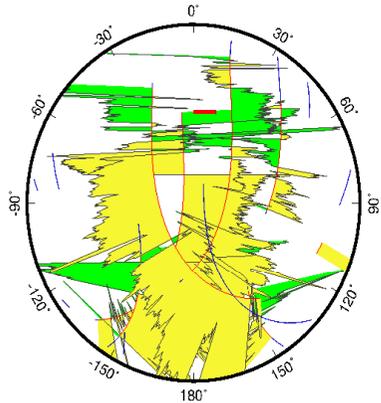
COORDENADAS ERRONEAS



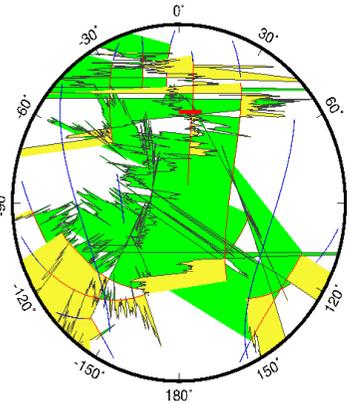
VALORES ATIPICOS



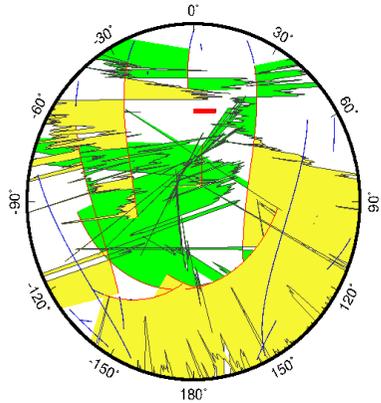
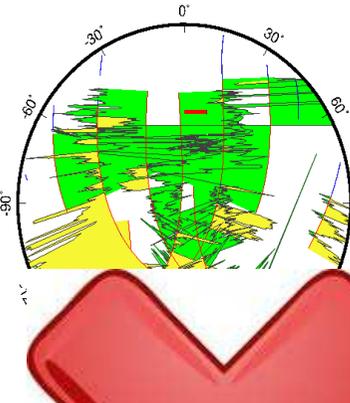
SKY PLOTS - GLONASS



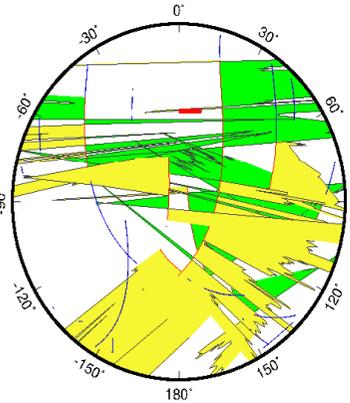
0 - 4 hrs UT



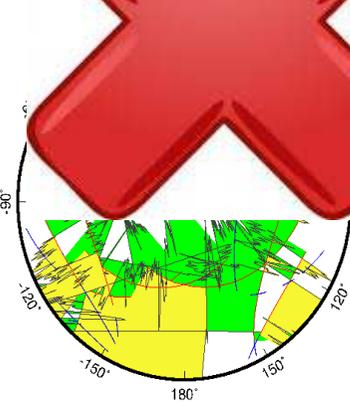
4 - 8 hrs UT



12 - 16 hrs UT

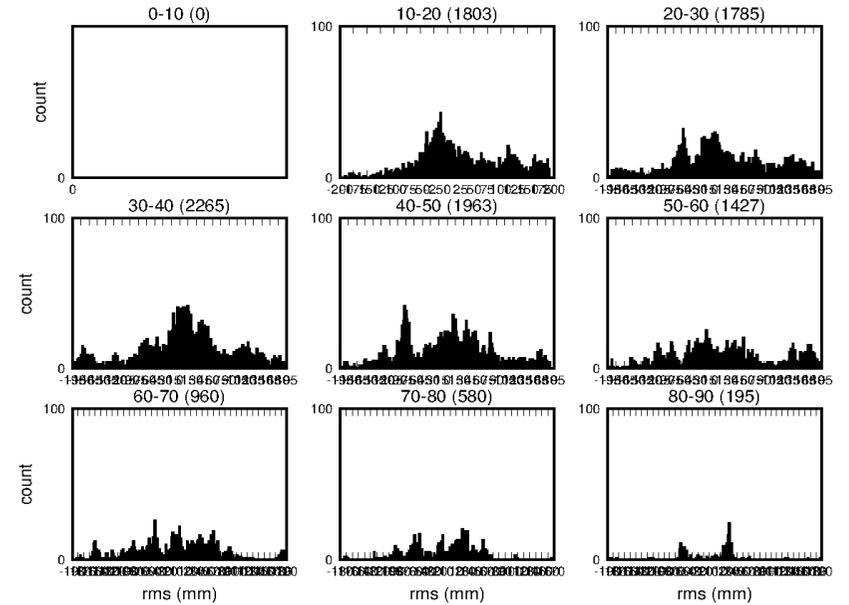


16 - 20 hrs UT

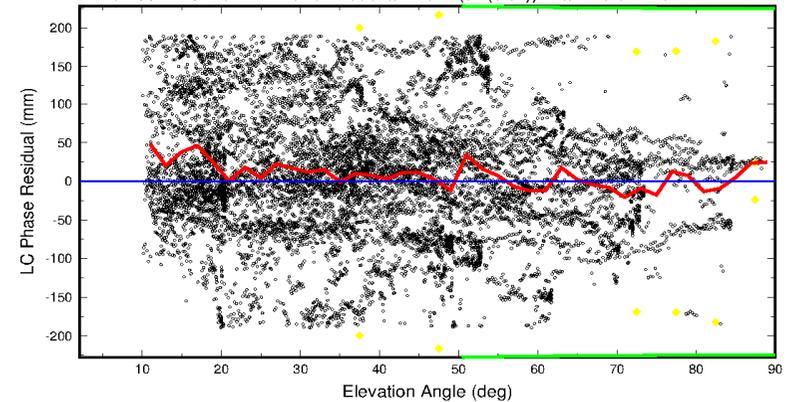


20 - 24 hrs UT

UNSJ Day 093 RMS 287.2 mm



UNSJ RMS=287.2mm error model $a^2+b^2/(\sin(\text{elev}))^2$ $a=220.6\text{mm}$ $b=44.4\text{mm}$



CONCLUSIONES

- La metodología presentada ofrece información acerca de el funcionamiento de la antena y receptor procesados, además de medir la calidad de la estabilidad del sitio en el que se encuentra emplazado el receptor (monumentación, multipath, condiciones atmosféricas, etc.).
- De lo dicho anteriormente, para las Estaciones estudiadas, se desprende que RODE y JCHL, son mas ruidosas que las demás, debido presumiblemente a la estabilidad del lugar en el que se encuentran.
- Con respecto a la estabilidad de la serie temporal de coordenadas, se concluye que todas las estaciones estudiadas brindan coordenadas muy precisas, porque la diferencia de las mismas con las determinadas por una red de un grado mayor (SIRGAS), es del orden de los mm; lo que determina la gran capacidad que tiene la metodología de procesamiento para monitorear la deformación de la corteza terrestre en la Provincia de San Juan e identificar la incidencia de la actividad sismotectónica en la monumentación de las estaciones, contribuyendo además al conocimiento del campo de deformación en el tiempo y en el espacio dentro del área de estudio.
- En cuanto a la introducción de datos GLONASS en el procesamiento, se determino que para la zona que se esta estudiando, la cantidad y calidad de los productos no es buena, lo que provoca un resultado final (COORDENADAS) de baja precisión y en algunos casos erróneo.

XII CONGRESO
NACIONAL DE
AGRIMENSURA

9, 10 Y 11 DE OCTUBRE
DE 2019

Salón Fier del Hotel Sheraton
CIUDAD, MENDOZA, ARGENTINA

¡Gracias!