

Reporte del Centro de Procesamiento CIMA

Centro de Ingeniería Mendoza Argentina

Mackern M. Virginia, M. Laura Mateo, Ana María Robin, Andrea Calori



*Facultad de Ingeniería- Universidad Nacional de Cuyo
 Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias ambientales- CONICET
 Facultad de Ingeniería- Universidad Juan A. Maza*

**Mendoza, Argentina.
 Octubre 2010**

1) Presentación.

Nombre del Centro de Procesamiento: CIMA (Centro de Ingeniería-Mendoza-Argentina)

Instituciones que lo apoyan:

Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo),

Universidad Juan A. Maza (UMaza) y

Unidad de Aplicaciones Geodésicas y Gravimétricas (UAGG)- IANIGLA- CONICET

Persona responsable y/o coordinador: María Virginia Mackern

(vmackern@mendoza-conicet.gov.ar)

Equipo de trabajo:

María Laura Mateo (lmateo@mendoza-conicet.gov.ar)

Ana María Robin (amrobin@mendoza-conicet.gov.ar)

Andrea Calori (acalori@mendoza-conicet.gov.ar)

Luis Eduardo Lenzano (llezano@mendoza-conicet.gov.ar)

Fecha de inicio de actividades: Octubre de 2006 (centro experimental de procesamiento)

Septiembre de 2008 (centro oficial de procesamiento)

Tareas realizadas:

1. Procesamiento semanal de la red SIRGAS-CON-D-Sur. Ajuste semanal cuasi libre.
2. Estimación de parámetros troposféricos, análisis de la estrategia para su estimación y validación.
3. Análisis de la influencia de carga atmosférica sobre las variaciones en la altura de las estaciones SIRGAS-CON.
4. Experiencia piloto en el procesamiento de observaciones GLONASS- Sub red SIRGAS-CON-GLONASS (estaciones GNSS de SIRGAS-CON que poseen observaciones GLONASS)

Capacitación recibida: Durante los últimos 12 meses se ha recibido asesoramiento por parte de:

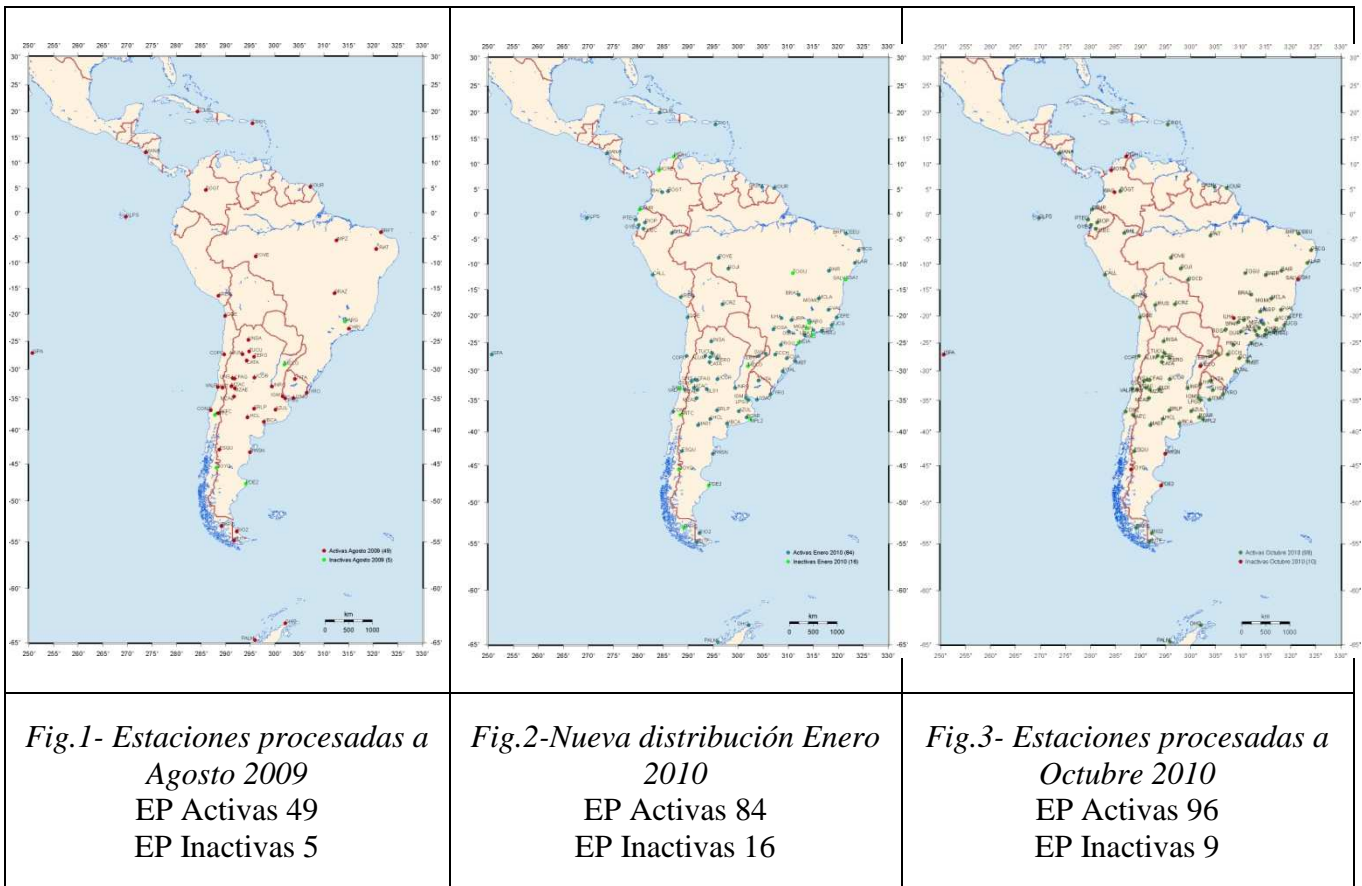
- GESA (Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. Universidad de La Plata, Argentina) en las personas del Dr. Claudio Brunini y del Dr. Mauricio Gende.
- DGFI (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Munich, Alemania) en las personas de Herman Drewes y Manuela Seitz asesorando a la Ing. M.L.Mateo quien realizó un viaje al DGFI en el mes de febrero del 2010 recibiendo capacitación en el tema “*Análisis de la influencia de carga atmosférica sobre las variaciones en la altura de las estaciones SIRGAS-CON-D.*”. Se incursionó en la metodología de análisis de las variaciones temporales principalmente en la coordenada altura y su relación con la presión atmosférica. También se recibió asesoramiento de la Ing. Laura Sanchez principalmente en problemas surgidos del empleo del software, adaptación de la metodología de trabajo frente al terremoto ocurrido en febrero en Chile y por último en temas referidos al nuevo emprendimiento de procesar la red con observaciones GLONASS.

Las Ingenieras María Laura Mateo y Andrea V. Calori han realizado varios cursos de capacitación dentro de sus correspondientes programas de doctorado.

2) Red procesada por CIMA

En agosto del 2009 CIMA tenía a su cargo en el procesamiento 54 estaciones continuas (Fig.1), de las cuales se encontraban 49 ACTIVAS y 5 INACTIVAS. En lo que restó del año 2009 se incorporaron 9

estaciones ACTIVAS más. A partir de la primer semana del 2010, semana 1565, al incorporarse como oficiales los centros de procesamiento LUZ, ECU y URY, se procedió a realizar una redistribución de estaciones. A partir de la semana mencionada CIMA asumió la responsabilidad de procesar una nueva red (Fig.2) que incluyó 37 estaciones más que las 63 anteriores, resultando en un total de 100 estaciones (84 ACTIVAS y 16 INACTIVAS) para esa fecha. Durante el año 2010 se incorporaron 5 estaciones nuevas llegando a 105 (96 ACTIVAS y 9 INACTIVAS) (Fig.3)



A continuación se detalla la lista de **ESTACIONES INACTIVAS** (las observaciones no han estado accesible a tiempo) al mes de octubre del 2010, que fueron parte de las estaciones encomendadas para procesar por CIMA.

Code	Sevidor	City, Country	Estado
COYQ	IGS	Coyhaique, Chile	inactive
IBAG	MAGNA-ECO	Ibague , Colombia	inactive
MECO	RAMSAC	Mercedes , Argentina	inactive
MOTE	MAGNA-ECO	Monteria , Colombia	inactive
PDE2	RAMSAC/TIGA	Puerto Deseado , Argentina	inactive
RWSN	RAMSAC/TIGA	Rawson , Argentina	inactive
SALV	RBMC	Salvador , Brazil	inactive
RIOH	MAGNA-ECO	Riohacha , Colombia	inactive
VARG	RBMC	Varginha , Brazil	inactive

A continuación se detalla la lista de ESTACIONES ACTIVAS, procesadas por CIMA en septiembre del 2009.

Code	Red	servidor	City, Country	Estado
ANTC	IGS	igs	Los Angeles , Chile	active
ALUM	RAMSAC	ramsac	Mina Alumbreira , Argentina	active
AREQ	IGS	igs	Arequipa, Peru	active
AUTF	RAMSAC	ramsac	Ushuaia , Argentina	active
AZUL	RAMSAC	ramsac	Azul , Argentina	active
BOGT	IGS	igs	Bogota, Colombia	active
BRAZ	IGS05/RBMC/RIBaC	igs	Brasilia, Brazil	active
BRFT	IGS/RBMC	igs	Eusebio, Brazil	active
CATA	RAMSAC	ramsac	San Fernando de Catamarca , Argentina	active
CFAG	IGS/RAMSAC	ramsac	Caucete , Argentina	active
CHPI	IGS05/RBMC	igs	Cachoeira , Brazil	active
CONZ	IGS05	igs	Concepcion, Chile	active
COPO	IGS	igs	Copiapo , Chile	active
CRO1	IGS05	igs	Saint Croix, USA	active
ESQU	RAMSAC	ramsac	Esquel , Argentina	active
GLPS	IGS05	igs	Puerto Ayora , Ecuador	active
IGM1	RAMSAC	ramsac	Buenos Aires , Argentina	active
IQQE	IGS	igs	Iquique , Chile	active
ISPA	IGS05	igs	Easter Island , Chile	active
KOUR	IGS	igs	Kourou, France	active
LHCL	RAMSAC	ramsac	Lihuel Calel , Argentina	active
LPGS	IGS05/RAMSAC	ramsac	La Plata , Argentina	active
MANA	IGS05	igs	Managua, Nicaragua	active
MZAC	RAMSAC	ramsac	Mendoza , Argentina	active
MZAE	RAMSAC	ramsac	Santa Rosa , Argentina	active
MZAS	RAMSAC	ramsac	San Rafael , Argentina	active
OH12	IGS05	ramsac	O'Higgins, Antartica	active
PARC	IGS	igs	Punta Arenas , Chile	active
PALM	IGS	igs	Palmer , Antartica	active
POVE	IGS/RBMC/RIBaC	igs	Porto Velho , Brazil	active
RIO2	IGS/RAMSAC	ramsac	Rio Grande , Argentina	active
SANT	IGS05	ramsac	Santiago de Chile, Chile	active
SCUB	IGS05	igs	Santiago de Cuba, Cuba	active
SRLP	RAMSAC	ramsac	Santa Rosa, La Pampa , Argentina	active
TERO	RAMSAC	ramsac	Santiago del Estero, Argentina	active
TUCU	RAMSAC	ramsac	Tucuman , Argentina	active
UCOR	RAMSAC	ramsac	Cordoba , Argentina	active
UNRO	RAMSAC	ramsac	Rosario , Argentina	active
UNSA	IGS05/RAMSAC	ramsac	Salta , Argentina	active
UNSJ	RAMSAC	ramsac	San Juan , Argentina	active
UYMO	REGNA-ROU	uruguay	Montevideo , Uruguay	active
UYRO	REGNA-ROU	uruguay	Santa Teresa National Park , Uruguay	active
UYTA	REGNA-ROU	uruguay	Tacuarembó , Uruguay	active
VALP	IGS	igs	Valparaiso , Chile	active
VBCA	RAMSAC/TIGA	ramsac	Bahia Blanca , Argentina	active
VESL	IGS	igs-sopac	Sanae Veslesk. , Antartica	active

Detalle de las ESTACIONES INCORPORADAS a posteriori hasta el mes de octubre del 2010.

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1600

UYDU	REGNA-ROU	uruguay	Sarandi del Yi, Uruguay	active
UYPA	REGNA-ROU	uruguay	Paysandu, Uruguay	active

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1587

BUE2	RAMSAC	ramsac	San Martin, Bs As, Argentina	active
------	--------	--------	------------------------------	--------

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1586

BABR	RBMC/RIBaC	ibge	Barbados, Brazil	active
MGVA	RBMC/RIBaC	ibge	Varginha, Brazil	active
PAIT	RBMC/RIBaC	ibge	Itaituba, Brazil	active
SPAR	RBMC/RIBaC	ibge	Aracatuba, Brazil	active
UBA1	RBMC/RIBaC	ibge	Ubatuba, Brazil	active

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1581

MGRP	RBMC/RIBaC	ibge	RIO PARANAÍBA, Brazil	active
ROCD	RBMC/RIBaC	ibge	COLORADO D'OESTE, Brazil	active
SPCA	RBMC/RIBaC	ibge	CAMPINAS, Brasil	active

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1572

URUS	MARGEN	bolivia	Oruro, Bolivia	active
------	--------	---------	----------------	--------

INCORPORADA DESDE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN SEMANA 1565

ALAR	RBMC	ibge	Arapiraca , Brazil	active
BAIR	RBMC	ibge	Irece , Brazil	active
CALL	TIGA	igs-otro	El Callao , Peru	active
CEEU	RBMC/RIBaC	ibge	Euzebio , Brazil	active
CEFE	RBMC	ibge	Vitoria , Brazil	active
CUEC	REGME	ecuador	Cuenca , Ecuador	active
ESMR	REGME	ecuador	Esmeraldas , Ecuador	active
GVAL	RBMC	ibge	Gov. Valadares, Brazil	active
GYEC	REGME	ecuador	Guayaquil , Ecuador	active
ILHA	RBMC	ibge	Ilha Solteira , Brazil	active
IMBT	RBMC/TIGA	ibge	Imbituba , Brazil	active
IQUI		igs-otro	Iquitos , Peru	active
MCLA	RBMC/RIBaC	ibge	Montes Claros, Brazil	active
MGIN	RBMC	ibge	Inconfidentes , Brazil	active
MGMC	RBMC	ibge	Montes Claros , Brazil	active
NEIA	RBMC	ibge	Cananeia , Brazil	active
ONRJ	RBMC/RIBaC	ibge	Rio de Janeiro, Brazil	active
OURI	RBMC	ibge	Ourinhos , Brazil	active
PBCG	RBMC	ibge	Campina Grande , Brazil	active
POAL	RBMC/RIBaC	ibge	Porto Alegre , Brazil	active
POLI	RBMC	ibge	Sao Paulo, Brazil	active
PRGU	RBMC	ibge	Guarapuava , Brazil	active
PTEC	REGME	ecuador	Portoviejo , Ecuador	active
RIOD	RBMC/RIBaC	ibge	Rio de Janeiro , Brazil	active
RIOP	IGS	igs	Riobamba , Ecuador	active
RJCG	RBMC	ibge	Campos dos Goytacazes , Brazil	active
ROJI	RBMC	ibge	Ji-Paraná , Brazil	active

ROSA	RBMC	ibge	Rosana , Brazil	active
SCCH	RBMC	ibge	Chapecó , Brazil	active
SCLA	RBMC	ibge	Lages , Brazil	active
SJRP	RBMC	ibge	Sao Jose do Rio Preto , Brazil	active
SRZN		cors	Paramatibo, Surinam	active
SSA1	RBMC/TIGA	ibge	Salvador Capitania , Brazil	active
TOGU	RAMSAC	ibge	Santiago del Estero , Argentina	active
UBA1	RBMC	ibge	Ubatuba , Brazil	active
VICO	RBMC/RIBaC	ibge	Viscosa, Brazil	active

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1564

SCRZ	MARGEN	bolivia	Santa Cruz de la Sierra , Bolivia	active
------	--------	---------	-----------------------------------	--------

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1559

BCAR	RAMSAC	ramsac	Balcarce , Argentina	active
CSLO	RAMSAC	ramsac	Complejo Astronomico El Leoncito , Argentina	active
EBYP	RAMSAC	ramsac	Posadas , Argentina	active
MA01	RAMSAC	ramsac	Neuquen , Argentina	active
JBAL	RAMSAC	ramsac	Juan Bautista Alberdi , Argentina	active

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1557

SL01	RAMSAC	ramsac	La Punta - San Luis , Argentina	active
MPL2	TIGA/RAMSAC	ramsac	Mar del Plata , Argentina	active

INCORPORADA DESDE LA SEMANA 1542

SVIC	RAMSAC	ramsac	San Vicente , Argentina	active
------	--------	--------	-------------------------	--------

Cabe mencionar que se han sumado a la red SIRGAS-CON-Sur procesada por CIMA, en los últimos 12 meses, 57 estaciones, corresponde a un crecimiento del 119% con respecto al número de estaciones que CIMA procesaba en agosto del 2009. El crecimiento ha sido posible gracias al esfuerzo de las Ingenieras Mateo, Calori y Robín que se encuentran a cargo del procesamiento. Si bien la calidad de los resultados no se ha afectado si se han visto consecuencias de este aumento en la evaluación de la puntualidad.

Días procesados para cada estación

En el procesamiento de cada semana se incorporaron aquellas estaciones cuyos archivos de observación se encontraban publicados a los 14 días de finalizada la semana a procesar, fecha en la cual se contaba con efemérides precisas publicadas. Luego se realizaba un control de los archivos disponibles excluyendo del procesamiento a aquellas estaciones que presentaban menos de 10 hs de observación. Se omitieron también aquellas estaciones que presentaban sólo observaciones de un día en la semana correspondiente.

3) Sitios de acceso a las observaciones

En el siguiente cuadro se presenta un detalle de los sitios de acceso a las observaciones que han sido consultados desde CIMA. La correspondencia con las planillas anteriores puede hacerse a partir del detalle del “servidor” (3er columna en las planillas anteriores y 1ra columna en el cuadro siguiente).

servidor	Host	dir	ACCESO	FORMATO DEL ARCHIVO	VELOC.DE ACCESO y descarga	Sitio alternat.
ibge	geoftp.ibge.gov.br	/RBMC/dados/SIRGAS-CON/anio/dda/	libre	RINEX , DIARIO	lento	NO
ramzac	ramzac.igm.gov.ar	/estacion/15_SEG/anio/	libre	RINEX , DIARIO	rápido	algunas EP
igs-otro	cddis.gsfc.nasa.gov	/gps/data/daily/anio/dda/fin/	libre	Hatanaka, Zip, Diario	rápido	SOPAC
ecuador	186.42.173.82	/estacion/anio/dda/	CON USUARIO y CONTRASEÑA	RINEX , DIARIO	rápido	NO
colombia	190.254.22.42	/MAGNAECO/anio/dda/10o/	CON USUARIO y CONTRASEÑA	RINEX , DIARIO	intermedio	NO
cors	cors.ngs.noaa.gov	/cors/rinex/anio/dda/estacion/	libre	Hatanaka, Zip, Diario	rápido	NO
bolivia	129.187.165.2	/scrz/anio/	CON USUARIO y CONTRASEÑA	Hatanaka, Zip, Diario	rápido	NO
uruguay	ftp.sgm.gub.uy	/estacion/anio/mes/dia/	CON USUARIO y CONTRASEÑA	RINEX , DIARIO	lento	NO
peru	129.187.165.2	/PERU/anio/dda/	CON USUARIO y CONTRASEÑA	Hatanaka, Zip, Diario	rápido	NO

4) Dificultades encontradas.

Para el caso de CIMA podríamos concluir que el principal problema encontrado durante el último año transcurrido es respecto a las demoras ocasionadas por el aumento en el número de estaciones debido al gran porcentaje de incorporaciones (crecimiento del 119% con respecto al número de estaciones en agosto del 2009).

Cabe mencionar que estos problemas no resultan de la incorporación misma de estaciones al procesamiento ya que la información necesaria (logfiles correspondientes y archivo AMSUR.STA) se ha tenido en tiempo y forma a través de la coordinación de SIRGAS-CON. Los problemas han surgido principalmente debidos a las demoras ocasionadas por la descarga de los datos que en el último año se ha duplicado. El cumplimiento de los plazos para la preparación de la campaña, tarea previa al procesamiento ha sido posible gracias al esfuerzo realizado por la Ing. Mateo y colaboración recibida del Dr. Mauricio Gende y de la Lic. Romina Galván (ambos de la UNLP) en la automatización de la descarga de los correspondientes archivos de observación y la estandarización de formatos de los mismos. Si bien este problema se ha superado por el momento el mismo seguirá siendo un limitante frente a la incorporación de nuevas estaciones cuyo formato de archivo y “*path*” específico de almacenamiento del dato no cumplan con los modelos estándar del IGS.

El cumplimiento en la puntualidad tanto de las soluciones de CIMA como de los demás centros de procesamiento y la excelente tarea de combinación realizada por el DGFI permitió detectar errores rápidamente. En la mayoría de los casos se trató de estaciones faltantes en el procesamiento de CIMA que si habían sido parte de las soluciones de otros centros de procesamiento. Este problema se pudo resolver gracias al aviso inmediato por parte de la Ing. Laura Sánchez, responsable de la combinación. Se procedió a consultar sobre diferencias en los sitios de acceso a los datos y/o sitios alternativos, se tomó nota de los casos analizados con el objeto de corregir posibles futuras causas de omisión de datos.

5) Opciones adoptadas por CIMA para el procesamiento.

En la Planilla 1 se sintetizan las principales opciones del procesamiento adoptadas por CIMA.

Las mismas están en correspondencia con las Guías de SIRGAS para los Centros de Análisis.

	A Agosto de 2009	A Octubre 2010
Número de estaciones	53	109
observaciones	Dobles diferencias	Dobles diferencias
software	Bernese 5.0 (módulo BPE)	Bernese 5.0 (módulo BPE)
Intervalo de observación	30 sec	30 sec
Máscara de elevación	03°	03°
Estrategia de líneas bases	MAX-OBS	MAX-OBS
Peso de las observaciones	cos Z	cos Z
Órbitas/EOP	IGS final - IGS05 EOP semanales	IGS final - IGS05 EOP semanales
Modelo troposférico a priori	Niell dry component	Niell dry component
Tropósfera	Retardo zenital estimado cada 2 hours (12 correcciones diarias por estación) Sigmas a priori ampliados con respecto a la predicción del modelo Niell (componente seca) -primer parámetro +/- 5 m absoluto y +/- 10 cm relativo	Retardo zenital estimado cada 2 hours (12 correcciones diarias por estación) Sigmas a priori ampliados con respecto a la predicción del modelo Niell (componente seca) -primer parámetro +/- 5 m absoluto y +/- 10 cm relativo
Ambigüedades	Estrategia QIF, sin modelo de ionosfera ampliado	Estrategia QIF, sin modelo de ionosfera ampliado
Modelo de carga oceánica	FES2004	FES2004
Variación de los centros de fase	Absolute (IGS_05)	Absolute (IGS_05)
Coordenadas y velocidades	IGS05_R	SIR09
Soluciones diarias	Archivos NEQ, Soluciones cuasi libres (s=±1m)	Archivos NEQ, Soluciones cuasi libres (s=±1m)
Soluciones semanales	Archivos SINEX Soluciones cuasi libres (s=±1m)	Archivos SINEX Soluciones cuasi libres (s=±1m)

Planilla 1 Principales opciones adoptadas en el procesamiento de CIMA

6) Resultados

CIMA ha cargado en el FTP de SIRGAS ubicado en el servidor de DGFI el 100 % de las semanas procesadas. Se realiza en este informe un breve análisis de los resultados a partir de la comparación con soluciones de otros Centros de Análisis. Se evaluó también el atraso en la carga de soluciones, ya que como centro oficial es tan importante la CALIDAD de los productos como la PUNTUALIDAD y CONTINUIDAD.

Comparación entre las soluciones de CIMA y las de otros centros de análisis.

En esta instancia se tuvieron en cuenta las soluciones enviadas para su combinación por los centros de procesamiento oficiales DGFI, IBGE y URY y el centro de procesamiento experimental GNA. Se realizó una comparación de similaridad, obteniendo así un indicador de la calidad con que se trabajó en CIMA. De ésta comparación surge un residuo semanal, para cada coordenada (norte, este, up) de cada una de las estaciones permanentes comunes a los dos centros de cálculo que intervienen en la comparación. A partir de tales residuos se calculó el rms de cada semana para cada una de las componentes (norte, este, up) los cuales se graficaron a continuación.

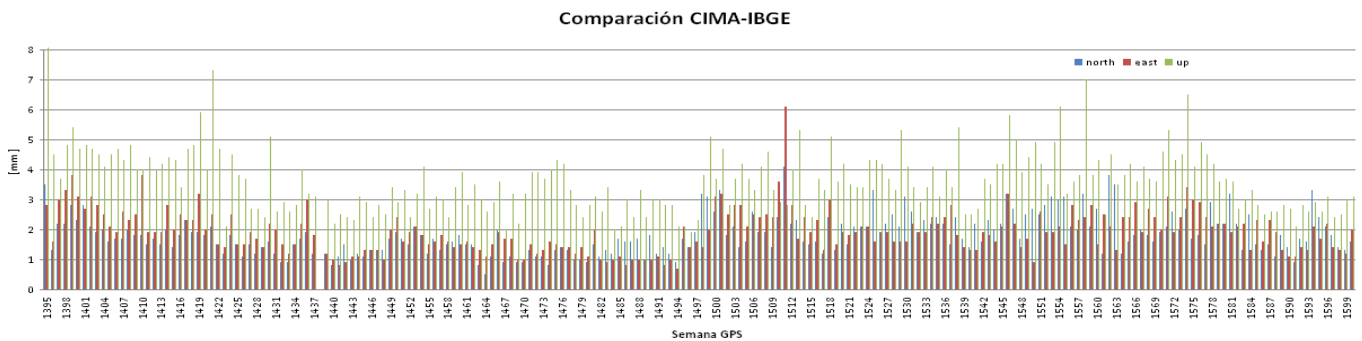


Fig 4. Comparación entre las soluciones cuasi libres de CIMA vs. IBGE.

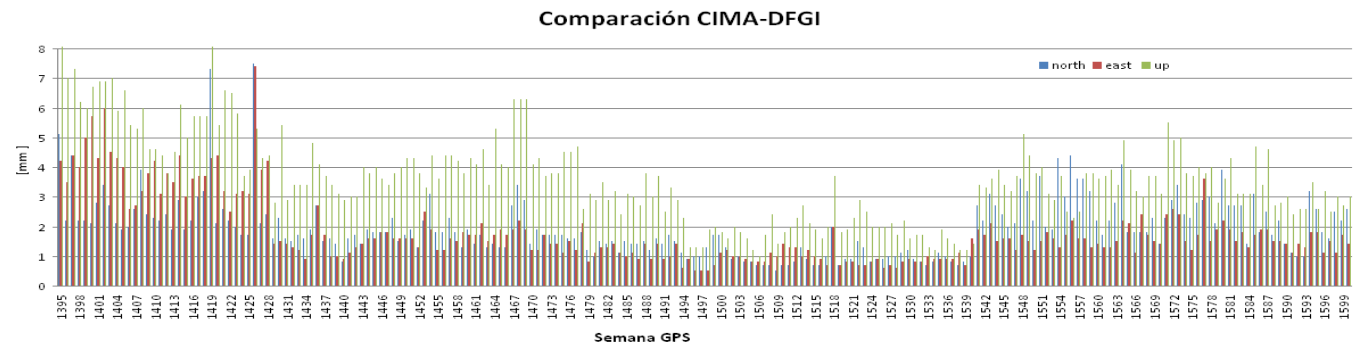


Fig 5. Comparación entre las soluciones cuasi libres de CIMA vs. DGFI.

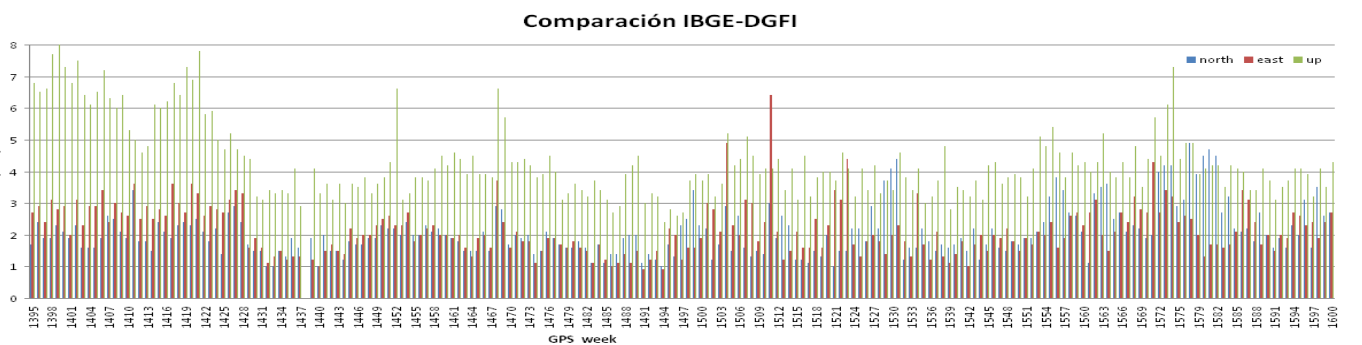


Fig 6. Comparación entre las soluciones cuasi libres de IBGE vs. DGFI.

De los tres primeros gráficos CIMA vs IBGE (Fig. 4), CIMA vs DGFI (Fig. 5) y IBGE vs DGFI (Fig. 6), que muestran las comparaciones obtenidas para los últimos 3 años se puede observar una leve disminución de la precisión en las soluciones de CIMA, consecuencia del cambio de geometría de la red al modificar la cantidad de estaciones participantes. CIMA ha modificado la red en dos oportunidades una fue en la semana 1495, en la cual disminuyó el número de estaciones, y de procesar la misma red que IBGE (SIRGAS-CON-SUR) pasó a procesar una red diferente con algunos puntos comunes a IBGE (SIRGAS-CON-D-SUR) es por eso que se observa un notable cambio en la Fig. 4 entre CIMA e IBGE. Luego a partir de la semana 1542 CIMA aumentó el número de estaciones pero conservando una red con puntos distribuidos en el extremo sur del continente, eso la hizo ir diferenciando cada vez más de la red SIRGAS-CON-C procesada por DGFI. Se puede observar un aumento marcado en los residuos de la coordenada Norte, ya que la red procesada por CIMA tiene una menor distribución Norte-Sur si la comparamos con SIRGAS-CON-C que procesa DGFI.

En cambio dado que IBGE ha mantenido procesando una red con una importante cantidad de puntos distribuidos en toda América del Sur, la geometría de la misma se asemeja más a SIRGAS-CON-C por lo cual no se marcan tales diferencias si observamos la Fig.6 de la comparación entre IBGE y DGFI.

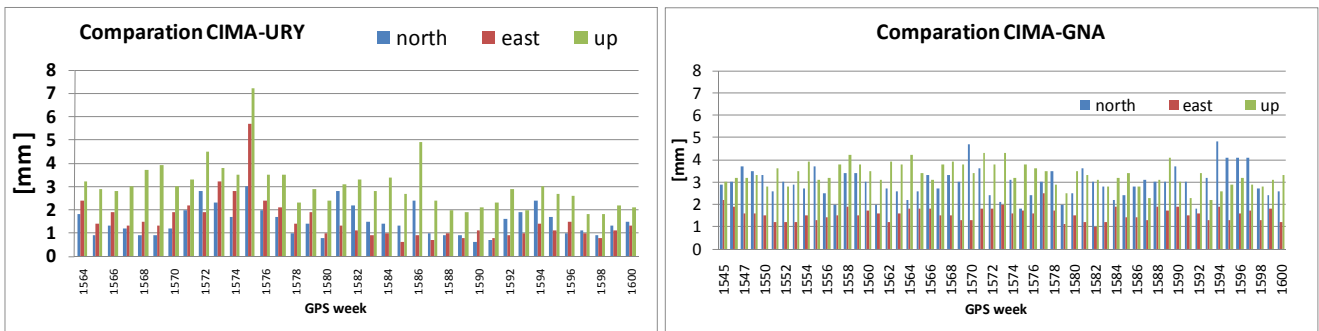


Fig 7. Comparación entre las soluciones cuasi libres de CIMA vs. URY y CIMA vs GNA

En las comparaciones de CIMA con URY y con GNA (Fig.7), que procesan una red de similares características, se observa mejor similitud que de las comparaciones anteriores.

De las comparaciones realizadas se puede concluir que el promedio de los rms, para las coordenadas planimétricas (N y E) resulta mejor que 2 mm, y para la altura 4 mm.

Análisis de la Puntualidad. Demora en la entrega de soluciones semanales de CIMA.

Finalmente se tomó registro de la demora en la carga de soluciones de CIMA al servidor del DGFI. Se consideró el conteo del tiempo desde el día 14 posterior a la finalización de la semana, ya que se considera que en dicha fecha ya han sido publicadas las órbitas precisas del IGS, por lo tanto CIMA se encontraba en condiciones de realizar el procesamiento. Dado que la entrega de soluciones debe hacerse entre el día 7 y el día 14 posteriores a la publicación de efemérides precisas, se consideran entregadas con demora a aquellas soluciones cargadas con posterioridad al día 14.

En la Fig. 8, se observan las últimas 64 semanas analizadas que comprenden el período del 2/7/2009 al 3/10/2010. Pueden observarse demoras en 5 oportunidades.

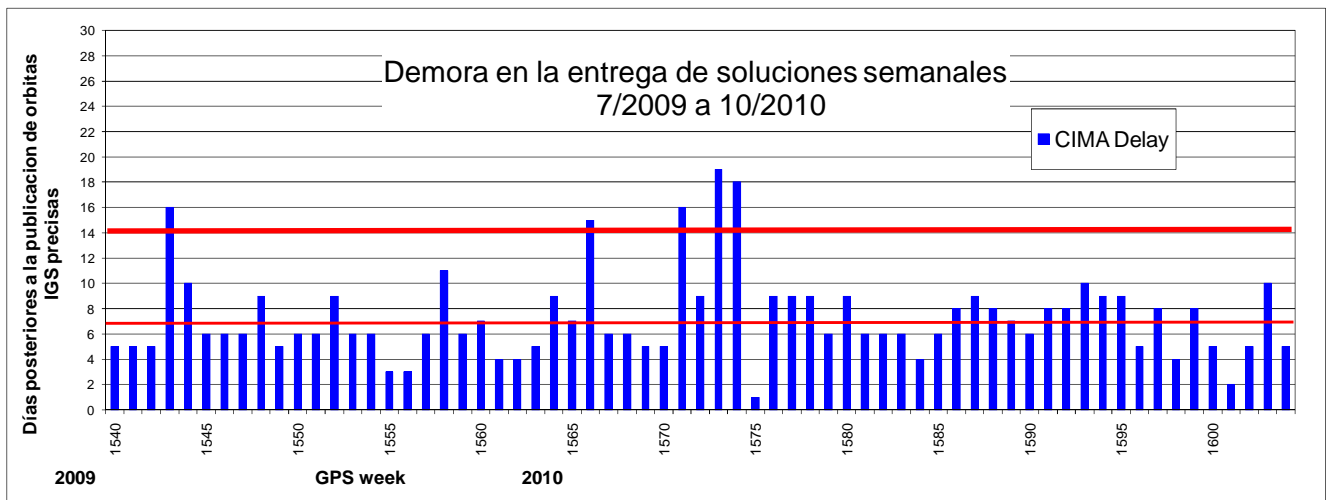


Fig 8. Demora en la carga de soluciones semanales cuasi libres al servidor del DGFI.

7) Otras actividades realizadas por CIMA

7.1) Estimación de parámetros troposféricos, análisis de la estrategia para su estimación y validación.

Durante el 2009 se trabajó en la selección de una estrategia de procesamiento que permitiese la estimación del retardo troposférico cenital para las estaciones de SIRGAS-CON-D-SUR.

Este retardo es desdoblado en dos componentes: una hidrostática y otra húmeda. Luego de la realización de varios ensayos, se optó por:

Incorporar la componente hidrostática al cálculo, proveniente del modelo a priori de Niell (Dry Niell). Mientras que la componente húmeda, o la corrección al modelo a priori, es estimada a partir de las observaciones GPS.

Esta estimación se realiza mediante el uso del programa científico “Bernese”, desarrollado por la Universidad de Berna. Este procedimiento se ha automatizado implementando la estrategia del Bernese Processing Engine (BPE).

La resolución temporal con la que se ha calculado el término correctivo del retardo troposférico es de 2 horas para todas las estaciones de la red.

Es importante detallar que para la estimación de parámetros troposféricos se partió de considerar coordenadas conocidas, es decir se adoptaron las coordenadas de la solución semanal combinada de la red SIRGAS-CON (<ftp.sirgas.org/pub/gps/SIRGAS/>). De este modo, durante el procesamiento no se estimaron las coordenadas, sino solo las Ambigüedades y los parámetros del retardo cenital troposférico. Esta estrategia se ha aplicado para 52 semanas (un año de datos).

En la Fig. 9 se observa el retardo cenital troposférico húmedo, ZPDW (Zenit Path Delay Wet), estimado para cuatro estaciones seleccionadas de la costa atlántica ubicadas de sur a norte: VBCA, LPGS, BRFT y KOUR. Se observa un leve aumento del mismo al acercarse a la zona tropical.

En la Fig 10 se observa también el ZPDW estimado mediante el observable GPS para tres estaciones seleccionadas de la costa pacífica ubicadas de sur a norte: CONZ, IQQE y MANA. Se observa de igual manera un leve aumento del mismo en las dos estaciones ubicadas en zona tropical (IQQE y MANA).

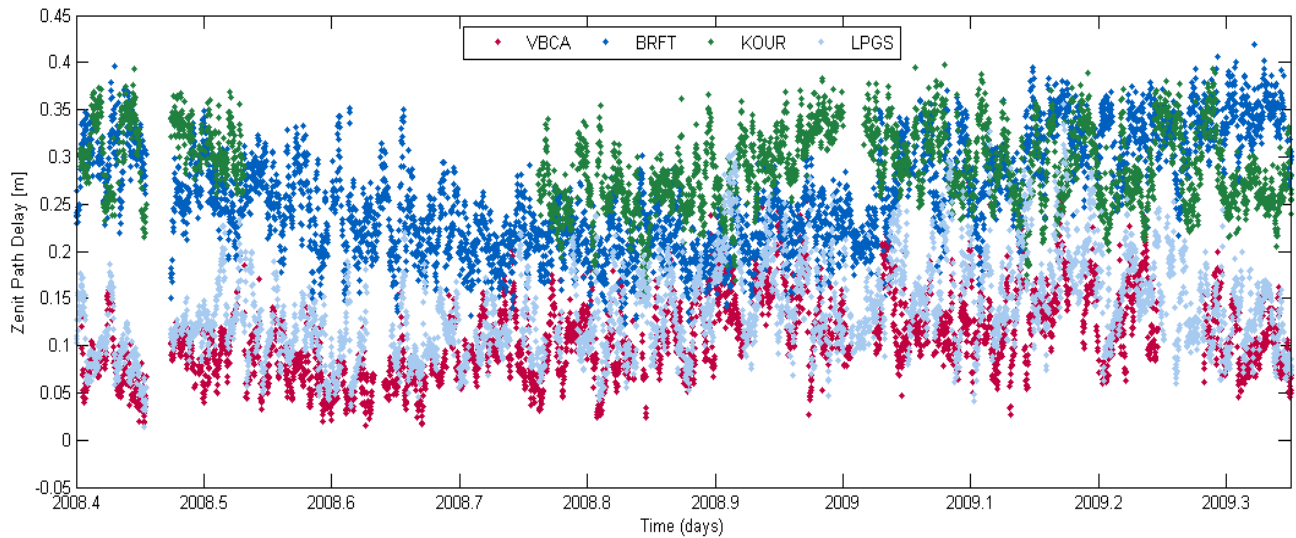


Fig 9. Retardo cenital troposférico húmedo en función del tiempo, estaciones costa atlántica.

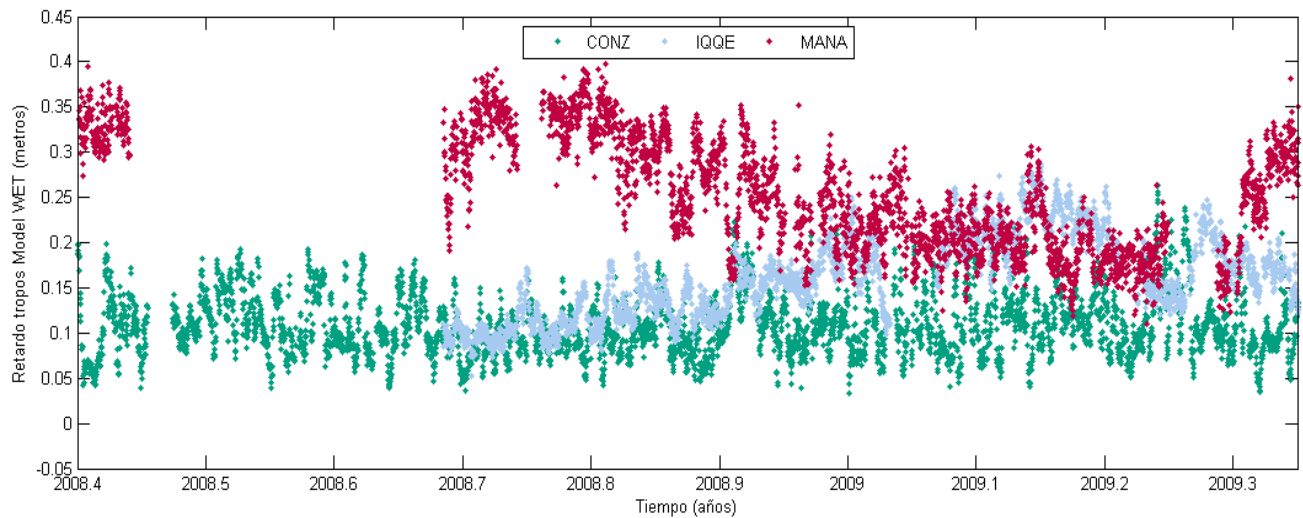
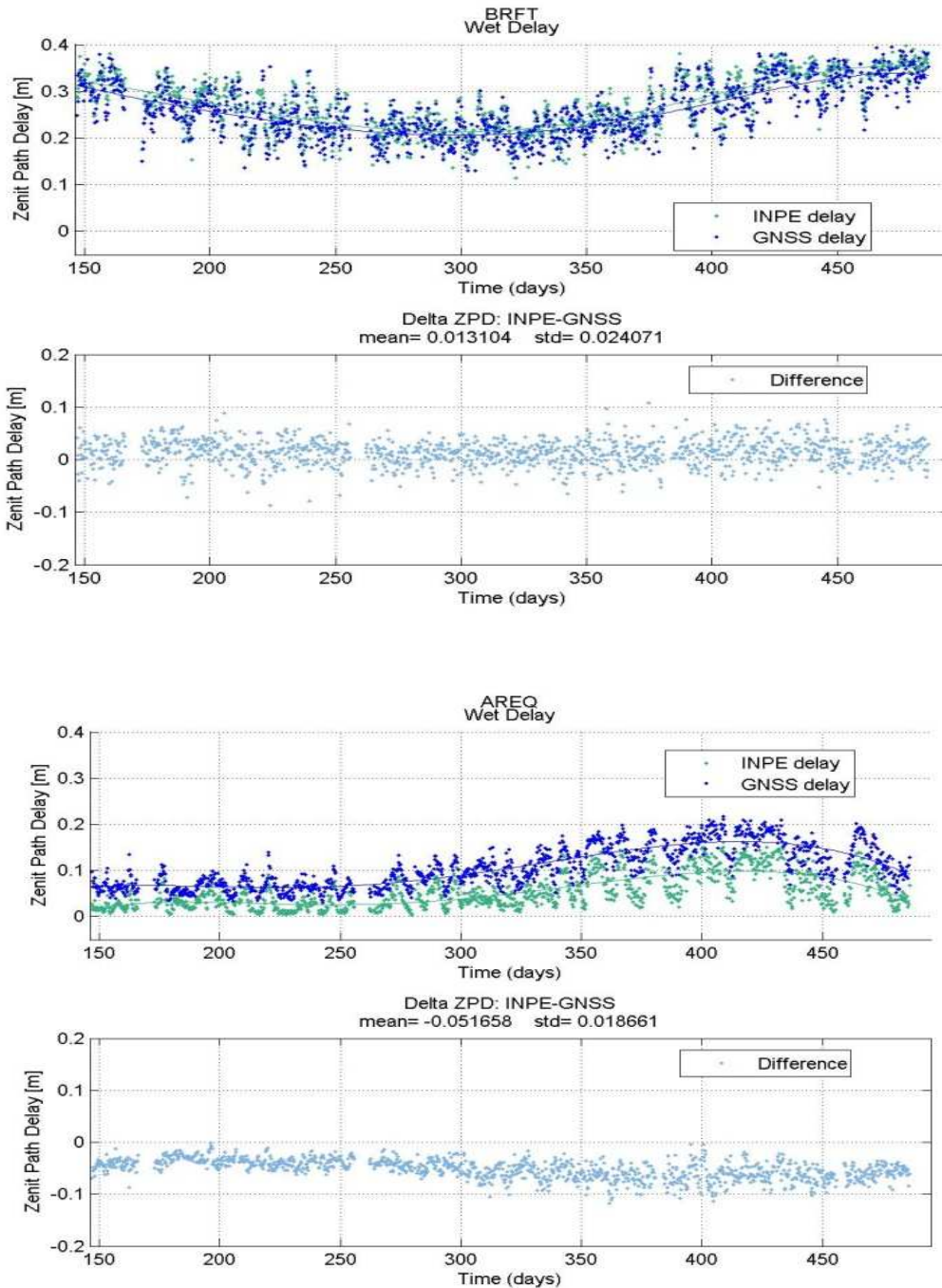


Fig 10. Retardo cenital troposférico húmedo en función del tiempo, estaciones costa pacífica

En el 2010 se comenzó con la etapa de análisis y validación de los parámetros obtenidos. Para esto se utilizaron fuentes de información externa.

En primer lugar se obtuvieron para las coordenadas de las estaciones continuas analizadas valores del retardo cenital troposférico del modelo numérico del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de Brasil, los cuales se compararon con los estimados desde GPS. En la Fig. 11 se pueden observar las comparaciones realizadas para las estaciones BRFT y AREQ. El intervalo analizado fue también de 52 semanas (un año de datos).

Para algunas estaciones de la red procesada, que pertenecen también a la red de estaciones IGS, se han comparado los parámetros estimados con los calculados por el Center for Orbit Determination in Europe (CODE).



ido con GPS y valores

Por último se han comparado los resultados con valores del ZPDW, calculados a partir de datos de vapor de agua medidos con el radiómetro de microondas a bordo de las misiones satelitales TOPEX/Poseidón, Jason 1 y Jason 2 (Chelton et al., 2001). En la Fig. 12, se muestran dos ejemplos (para las estaciones AREQ y BRFT) de tal comparación. Esta experiencia resultó muy interesante ya que mostró marcadas coincidencias sobre todo en la tendencia de variación del ZPDW, que fue lo que se pretendía evaluar en esta primera etapa.

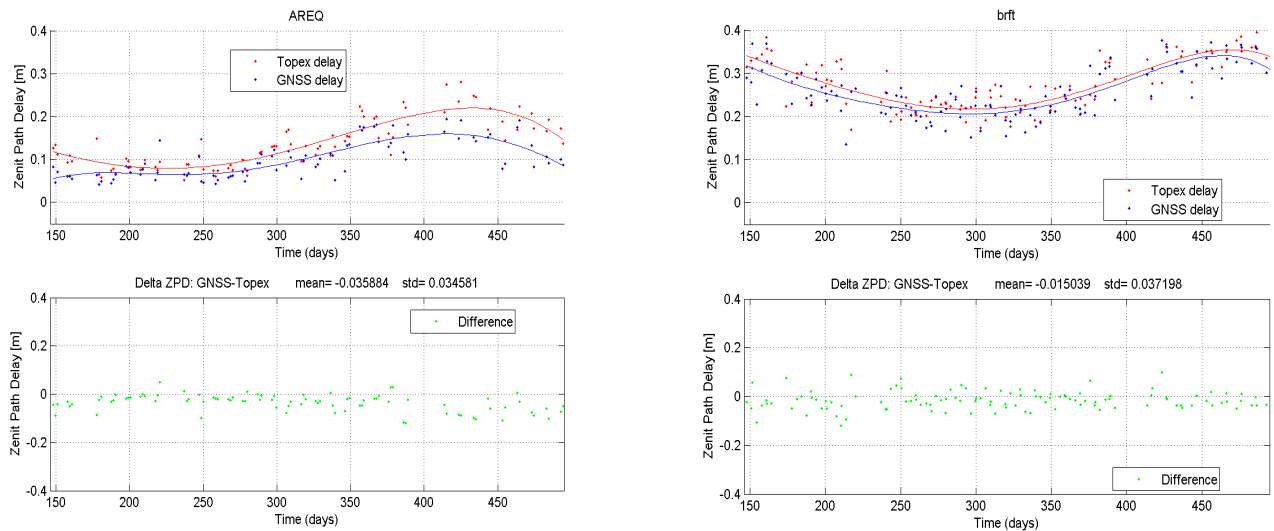


Fig 12. Comparaciones realizadas entre el retardo cenital troposférico húmedo estimado con GPS y calculados a partir de TOPEX

A partir del entrenamiento realizado en esta experiencia de validación, se pretende optimizar la estrategia de estimación de parámetros y en una etapa posterior abordar el desarrollo de una técnica adecuada para mapear la variabilidad geográfica y temporal del IWVP en el área cubierta por el bloque SUR de SIRGAS-CON-D, tomando como datos de entrada la componente húmeda del retardo troposférico cenital calculado en todas y cada una de las estaciones que componen la red.

7.2) Análisis de la influencia de carga atmosférica sobre las variaciones en la coordenada “altura”.

El sistema de referencia a partir del cual se miden cambios físicos del sistema tierra se materializa sobre la superficie terrestre, la que a su vez se encuentra en constante cambio como consecuencia de numerosos procesos geodinámicos. Para que la medición y el estudio de muchos fenómenos de cambio global no se encuentren afectados por inconsistencias en la materialización del sistema de referencia es imprescindible que la Geodesia proporcione un marco de referencia de alcance global, preciso a nivel milimétrico y estable a lo largo de décadas. Para lograrlo es necesario considerar minuciosamente todos los fenómenos que producen cambios en las coordenadas, incluyendo entre ellos la deriva de las placas tectónicas, las deformaciones en los bordes inter-placa activos, los movimientos causados por episodios sísmicos y volcánicos, los fenómenos de subsidencia y levantamiento, las mareas terrestres, las deformaciones causadas por las cargas hidrológica, atmosférica, oceánica, y criosférica, entre otros. Dado que SIRGAS pretende dar una respuesta a la Geodesia a través del marco de referencia que materializa la red SIRGAS-CON, y habiendo observado en una importante cantidad de puntos que la

forman, variaciones periódicas principalmente en la coordenada altura se propuso a la Ing. María Laura Mateo emprender un análisis detallado de esta variación tratando de comprobar si presentaba correlación con las variables meteorológicas, analizando en un primer momento la relación con la presión atmosférica.

Metodología de trabajo

A partir de las soluciones semanales ajustadas de SIRGAS-CON se confeccionaron las series temporales de coordenadas para un periodo de 10 años de la totalidad de estaciones. Para continuar el análisis se seleccionaron aquellas estaciones que presentaban una serie temporal mayor a 5 años y que dispusiesen de datos de una estación meteorológica dentro de un radio de 30 km (Fig. 13). En esta selección se consideraron aquellas estaciones meteorológicas cuyos datos coincidiesen temporalmente con el periodo para el cual la estación GNSS se encontraba activa. Para ello se desarrollaron rutinas que permitieron confeccionar los gráficos y el análisis correspondiente para la totalidad de la red (230 estaciones GNSS).

Se tuvo accesos a los datos de presión atmosférica y precipitación del servicio meteorológico nacional de Argentina - centro de información meteorológica, CIM (cim-cim@smn.gov.ar). Para el resto de las estaciones la información fue obtenida desde la siguiente página web (<http://www.tutiempo.net/>), donde se encuentra una base de datos meteorológicos de estaciones distribuidas en todo el mundo.

En esta primera etapa se trabajó sólo con datos de presión atmosférica ya que el objetivo fue analizar la carga que ejerce la presión atmosférica sobre la variación en la coordenada “Altura”.

Para analizar la confiabilidad de los datos publicados en el sitio “tu tiempo”, se compararon los datos con los obtenidos en CIM para las estaciones meteorológicas comunes. Se llegó a la conclusión que las estaciones meteorológicas publicadas en dicho sitio corresponden y son denominadas con la misma nomenclatura que las provenientes del servicio meteorológico nacional argentino. Los datos comparados presentaron una mínima diferencia, despreciable para esta primera etapa del estudio.

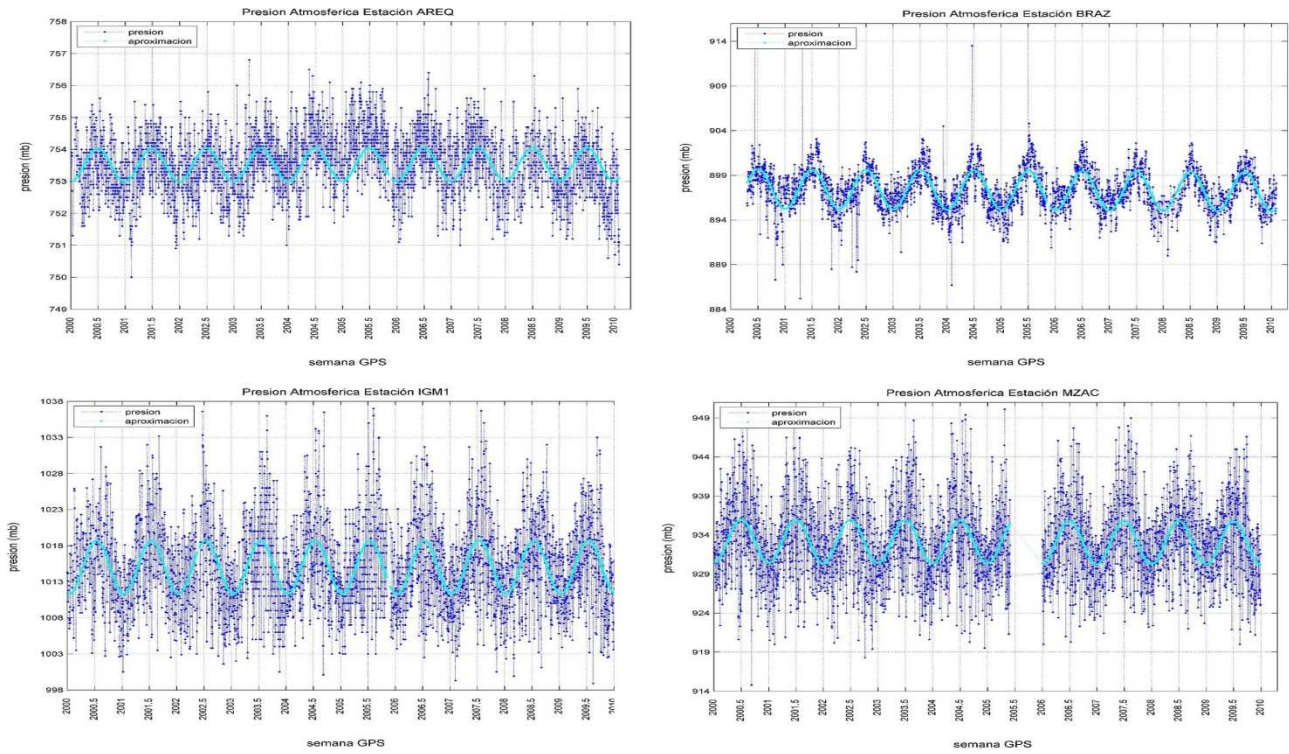
En el ANEXO 1, se presenta una tabla comparativa para las ciudades de Mendoza y La Plata, ambas en Argentina.

Se analizaron las series temporales tanto de la presión atmosférica (Fig.14) como de la coordenada “altura” (Fig.15), correspondiente al mismo sitio (en un entorno de 30 km).

Se aproximó a cada una de las series temporales de la coordenada altura y de la presión atmosférica, con una función (Fig. 14 y Fig.15). Esto se realizó para las 23 estaciones seleccionadas.



Fig 13: Estaciones GNSS (SIRGAS-CON), estaciones meteorológicas disponibles.



Z, IGM1 y MZAC

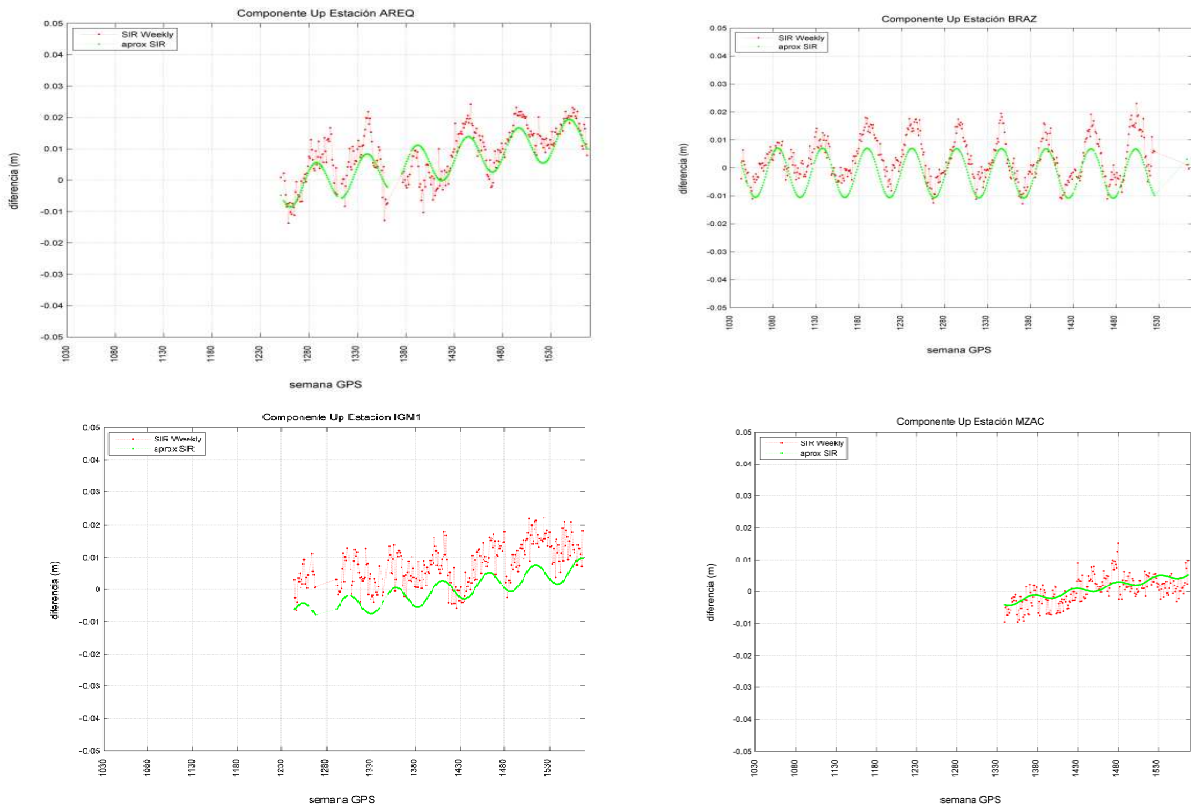


Fig 15. Series temporales de la Altura-Estaciones AREQ, BRAZ, IGM1 y MZAC

Resultados

Obtenidas las funciones de aproximación para ambos grupos de datos (altura y presión atmosférica), se intentó cuantificar la relación que existe entre ellos.

Con las funciones de aproximación se analizó la correlación entre ambas series para cada estación estudiada y se encontró que en el 78% de los casos la correlación es muy fuerte e inversa, lo cual comienza a demostrar la hipótesis planteada que “a mayor presión atmosférica la variación en la altura es menor”. (Fig. 16).

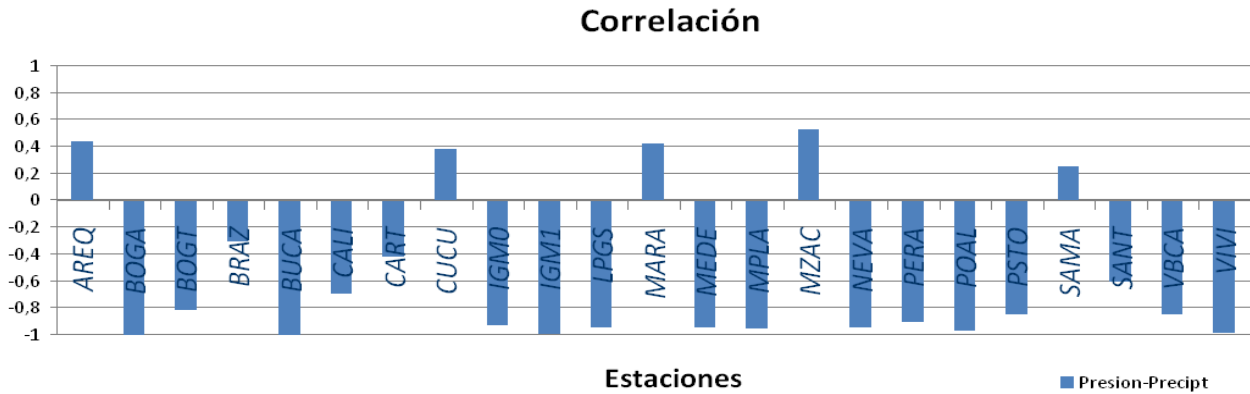


Fig 16: Correlación entre las funciones de aproximación a la variación en la presión atmosférica y a la variación de la altura de la estación.

Por último se analizó la relación entre ambas variables normalizando las correspondientes funciones (Fig 17). Es notable la correlación existente entre ambas.

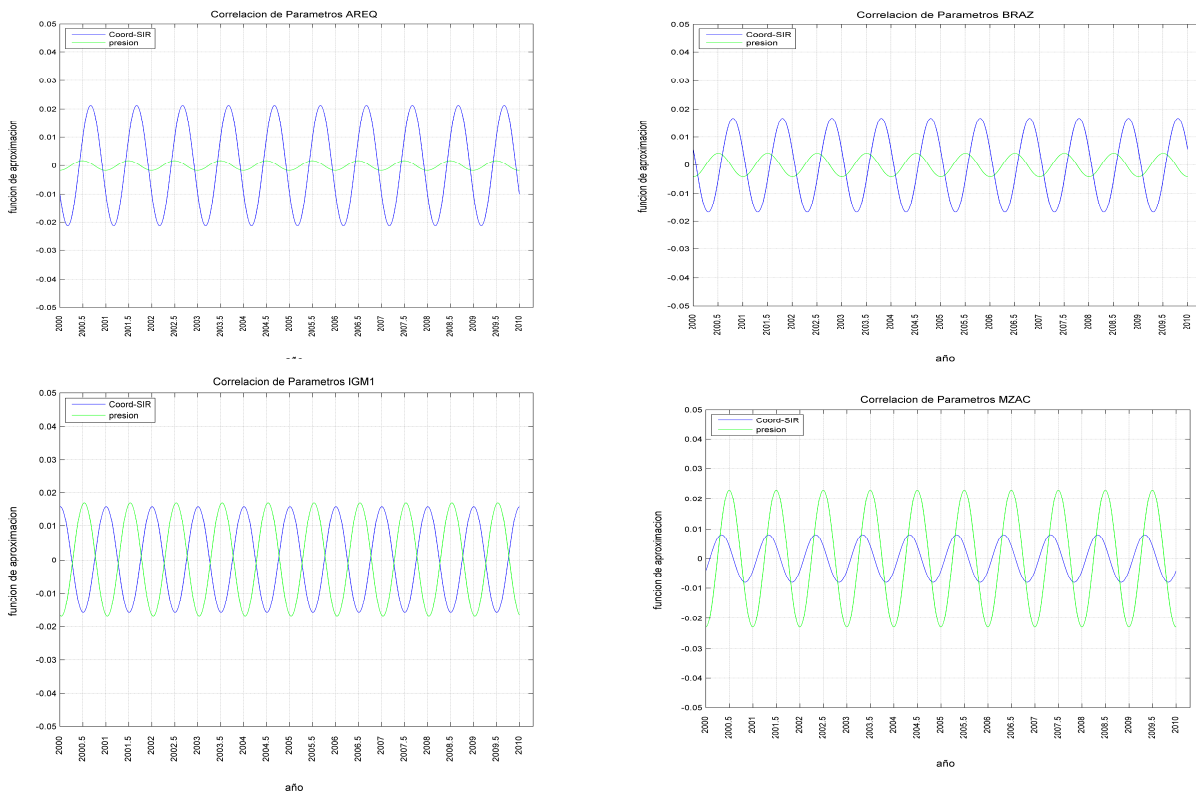


Fig 17: Funciones de aproximación normalizadas (Variación de la presión atmosférica y de la altura)

Conclusiones y trabajos futuros

Se ha observado una alta correlación lo cual nos permite afirmar que la carga de presión atmosférica juega un papel importante en la variación de la altura de las estaciones.

Como trabajos a futuro se pretende analizar la influencia de la presión atmosférica en la totalidad de la red SIRGAS-CON, implementando modelos atmosféricos para el cálculo de la presión en aquellas estaciones en las cuales no se cuenta con datos medidos. Al mismo tiempo se propondrá un método de interpolación con los datos existentes y así poder obtener las variables necesarias en aquellos sitios que se requiera.

7.3) Experiencia piloto en el procesamiento de observaciones GLONASS.

Para realizar este procesamiento experimental, se utilizaron las 44 estaciones pertenecientes a SIRGAS-CON que contaban con observaciones GLONASS y GPS, Fig.18. En el Anexo 2 se adjunta la planilla correspondientes con la información de las estaciones utilizadas.

El software utilizado fue Bernese 5.0., empleando la misma estrategia de procesamiento que la que utiliza CIMA en el procesamiento de la red SIRGAS-CON-D-Sur, haciendo los cambios correspondientes, para el procesamiento de observaciones GLONASS.

Se trabajó con órbitas precisas calculadas por el IGS. La denominación de las mismas es **iglwwwd.sp3** (para d = 0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6), en lugar de las llamadas **igswwwd.sp3**, que se usan para procesar las observaciones GPS.

Todos estos archivos fueron descargados de: <ftp://igsb.jpl.nasa.gov>

Los parámetros de orientación terrestre utilizados fueron los mismos que se utilizan con GPS, **igswww7.erp**. Que se obtuvieron de

http://igsb.jpl.nasa.gov/components/prods_cb.html

Se trabajó en esta experiencia piloto con tres semanas: 1570, 1575 y 1594, las dos primeras del año 2009 y la última del 2010. Se procesó la misma red con observaciones GLONASS y paralelamente con GPS, para poder luego realizar la comparación de resultados.

Análisis de resultados

Después de realizado el procesamiento para cada uno de los siete días de la semana y luego de realizar el ajuste semanal cuasilibre mediante el módulo addneq, se obtuvieron los siguientes valores del rms para cada una de las coordenadas y para cada una de las semanas procesadas

SEMANA	GLONASS			GPS		
	Rms N [mm]	Rms E [mm]	Rms Up [mm]	Rms N [mm]	rmsE [mm]	Rms Up [mm]
1570	2,83	4,73	8,68	2,24	2,81	7,43
1575	3,42	5,28	9,13	2,84	3,80	8,62
1594	2,43	3,73	5,99	1,61	1,68	4,57

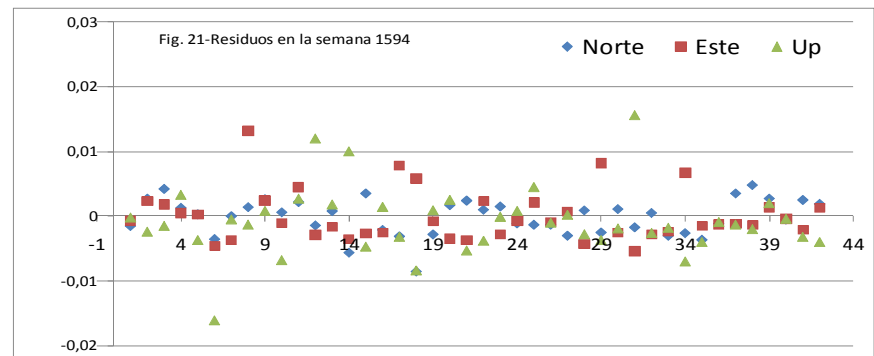
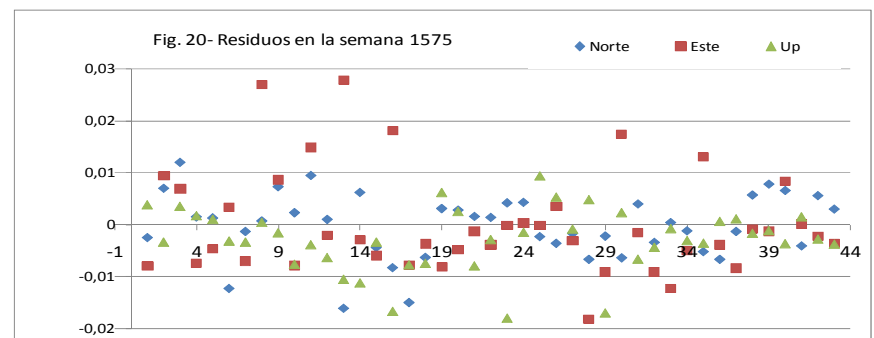
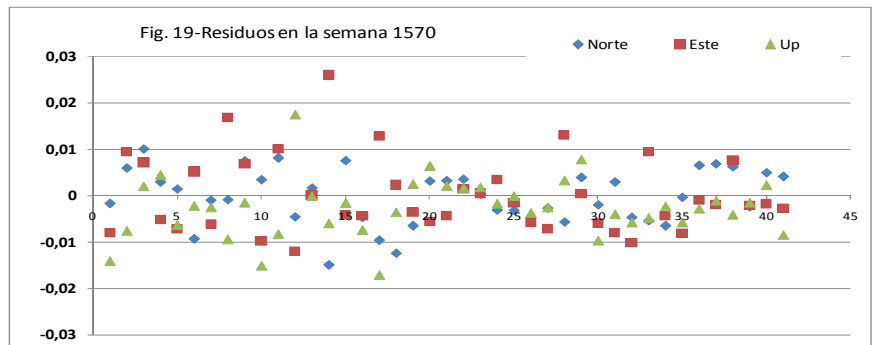


Fig. 8: Estaciones GLONASS en SIRGAS-CON

A diferencia del procesamiento con GPS, los resultados de GLONASS arrojan valores mayores, no sólo en la coordenada Up como era de esperar sino también en la coordenada Este.

Se realizó una comparación entre las coordenadas calculadas de las observaciones GLONASS y las calculadas con observaciones GPS. Para esto se utilizó una transformación de similaridad (3 rotaciones y 3 traslaciones) entre las dos soluciones (red GPS y red GLONASS). En las Fig.19, 20 y 21 se muestran los residuos obtenidos para cada una de las estaciones para las semanas 1570, 1575 y 1594, luego de aplicar la transformación de similaridad.

En las dos semanas correspondientes al año 2009 se observan residuos mayores, destacándose residuos mayores a un centímetro en la coordenada Este. Para la semana 1594 en cambio se observa una mejor similitud en las redes.



Tareas a futuro

Se procesará un intervalo mayor de semanas, empleando el mismo método, de manera de tener un mejor estimador de la precisión de GLONASS

MAPAS

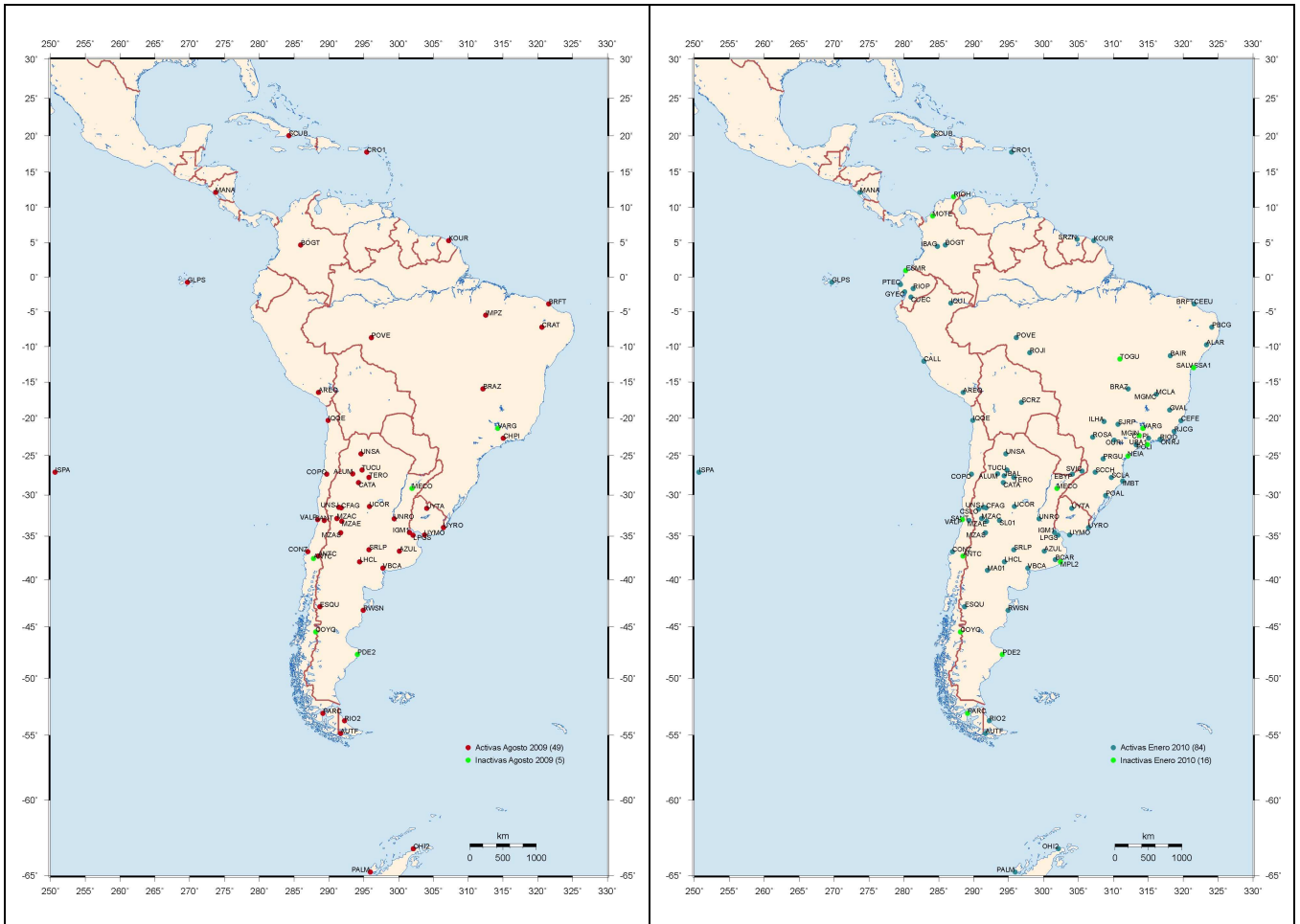


Fig.1- Estaciones procesadas a Agosto 2009

Fig.2-Nueva distribución Enero 2010



Fig.3- Estaciones procesadas a Octubre 2010



Fig. 8: Estaciones GLONASS en SIRGAS-CON

ANEXO 1.

Comparación datos de presión atmosférica obtenidos del servicio meteorológico nacional de Argentina - centro de información meteorológica, CIM ([cim- cim@smn.gov.ar](mailto:cim-cim@smn.gov.ar)) y de <http://www.tutiempo.net/>, para las ciudades de Mendoza y La Plata, ambas en Argentina.

Nom. Estación (Mendoza)	FECHA	PRESIÓN ATMOSFÉRICA		DIFF. (mb)	Nom. Estac. (La Plata)	FECHA	PRESIÓN ATMOSFÉRICA		DIFF. (mb)
		CIM	Tu Tiempo				CIM	Tu Tiempo	
87418	01/01/06	929,1	929,3	0,2	87593	01/01/06	1008,1	1008,3	0,2
87418	02/01/06	933,4	931,7	-1,7	87593	02/01/06	1008,5	1008,2	-0,3
87418	03/01/06	932,5	933,4	0,9	87593	03/01/06	1010,8	1010,2	-0,6
87418	04/01/06	927,5	928,1	0,6	87593	04/01/06	1009,5	1009,8	0,3
87418	05/01/06	926,2	926,3	0,1	87593	05/01/06	1007,1	1007,7	0,6
87418	06/01/06	927,5	927,6	0,1	87593	06/01/06	1005,3	1005,2	-0,1
87418	07/01/06	924,2	924,6	0,4	87593	07/01/06	1006,7	1006,3	-0,4
87418	08/01/06	927,1	926,5	-0,6	87593	08/01/06	1004,4	1005	0,6
87418	09/01/06	920	923,5	3,5	87593	09/01/06	1003	1007,1	4,1
87418	10/01/06	933,2	928,6	-4,6	87593	10/01/06	1008,1	1003,4	-4,7
87418	11/01/06	927,9	929,2	1,3	87593	11/01/06	1012,9	1013,6	0,7
87418	12/01/06	932,8	929,7	-3,1	87593	12/01/06	1008,7	1008,6	-0,1
87418	13/01/06	931,5	932,8	1,3	87593	13/01/06	1015,3	1014,8	-0,5
87418	14/01/06	925,7	926,6	0,9	87593	14/01/06	1010	1011,8	1,8
87418	15/01/06	927,4	926,5	-0,9	87593	15/01/06	1004,4	1004,7	0,3
87418	16/01/06	939,6	937,7	-1,9	87593	16/01/06	1013,9	1009,4	-4,5
87418	17/01/06	937,2	937,8	0,6	87593	17/01/06	1021	1020,7	-0,3
87418	18/01/06	930	932,1	2,1	87593	18/01/06	1017,4	1019,2	1,8
87418	19/01/06	925,5	925,8	0,3	87593	19/01/06	1009,1	1010,2	1,1
87418	20/01/06	931,1	929,5	-1,6	87593	20/01/06	1007,3	1007,2	-0,1
87418	21/01/06	934,6	934,2	-0,4	87593	21/01/06	1011,7	1010,8	-0,9
87418	22/01/06	931,8	931,6	-0,2	87593	22/01/06	1013,5	1013,7	0,2
87418	23/01/06	928,6	928,9	0,3	87593	23/01/06	1010	1010,8	0,8
87418	24/01/06	928,7	928,5	-0,2	87593	24/01/06	1006,1	1006,4	0,3
87418	25/01/06	934,4	933,6	-0,8	87593	25/01/06	1008,7	1007,2	-1,5
87418	26/01/06	930,5	931,2	0,7	87593	26/01/06	1014,3	1014,5	0,2
87418	27/01/06	929,5	929,5	0	87593	27/01/06	1011	1011,6	0,6
87418	28/01/06	929,7	929,9	0,2	87593	28/01/06	1009,4	1009,7	0,3
87418	29/01/06	928,4	928,1	-0,3	87593	29/01/06	1005,6	1005,3	-0,3

ANEXO 2.

Planilla de estaciones SIRGAS-CON que tienen observaciones GPS y GLONASS

ID	City, Country	Status	Network	Agency
ALAR	Arapiraca, Brazil	inactive	RBMC	IBGE
ALUM	Mina Alumbreira, Argentina	active	RAMSAC	Minera Alumbreira/IGN-AR
AZUL	Azul, Argentina	active	RAMSAC	UNC-AR/IGN-AR
BATF	Teixeira de Freitas, Brazil	active	RBMC	IBGE
BAVC	Vitória da Conquista, Brazil	active	RBMC	IBGE
BOAV	Boa Vista, Brazil	active	RBMC	IBGE
BOMJ	Bom Jesus da Lapa, Brazil	active	RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/Marinha
CALL	El Callao, Peru	active	TIGA	DGFI/IGN-PE
CATA	San Fernando de Catamarca, Argentina	active	RAMSAC	AGC-Catamarca/IGN-AR
CEFE	Vitoria, Brazil	active	RBMC	IBGE
CONZ	Concepcion, Chile	active	IGS05	BKG/UdeC-DG
CRAT	Crato, Brazil	active	RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/URCA
GOJA	Jatai, Brazil	active	RBMC	IBGE/UFG
IGN1	Panama, Panama	active	Panama-CORS	IGNTG
IMBT	Imbituba, Brazil	active	RBMC/TIGA	IBGE
IMPZ	Imperatriz, Brazil	active	RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/CFET/UNEDI
IQUI	Iquitos, Peru	active		DGFI/IGN-PE
KOUR	Kourou, France	active	IGS	ESA/ESOC
MABA	Maraba, Brazil	active	RBMC	IBGE
MGBH	Belo Horizonte, Brazil	active	RBMC	IBGE
MGIN	Inconfidentes, Brazil	active	RBMC	IBGE/EAFI
MGMC	Montes Claros, Brazil	active	RBMC	IBGE
MGUB	Uberlandia, Brazil	active	RBMC	IBGE/UFU
MSCG	Campo Grande, Brazil	inactive	RBMC	IBGE/UNIDERP
MSDO	Dourados, Brazil	inactive	RBMC	IBGE/UNIDERP
MTBA	Barra do Garças, Brazil	active	RBMC	IBGE
MTCO	Colider, Brazil	active	RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA
MTSF	São Felix do Araguaia, Brazil	active	RBMC	IBGE/INCRA
PBCG	Campina Grande, Brazil	active	RBMC	IBGE/INCRA
PISR	São Raimundo Nonato, Brazil	active	RBMC	IBGE/UNIVASF
POVE	Porto Velho, Brazil	active	IGS/RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/SIPAM
PPTE	Presidente Prudente, Brazil	active	RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/UNESP
RECF	Recife, Brazil	active	IGS/RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/UFPE
RJCG	Campos dos Goytacazes, Brazil	active	RBMC	IBGE/INCRA
RNMO	Mossoro, Brazil	active	RBMC	IBGE

ROJI	Ji-Paraná, Brazil	active	RBMC	IBGE/INCRA
SALU	Sao Luis, Brazil	active	IGS/RMBC	IBGE
SAVO	Salvador, Brazil	active	IGS/RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA
SCCH	Chapecó, Brazil	active	RBMC	IBGE
SCLA	Lages, Brazil	active	RBMC	IBGE/INCRA
TERO	Santiago del Estero, Argentina	active	RAMSAC	DGC-Santiago del Estero/IGN-AR
TOGU	Gurupi, Brazil	active	RBMC	IBGE/INCRA
UFPR	Curitiba, Brazil	active	IGS/RBMC	IBGE
VICO	Viscosa, Brazil	active	RBMC/RIBaC	IBGE/INCRA/UFV