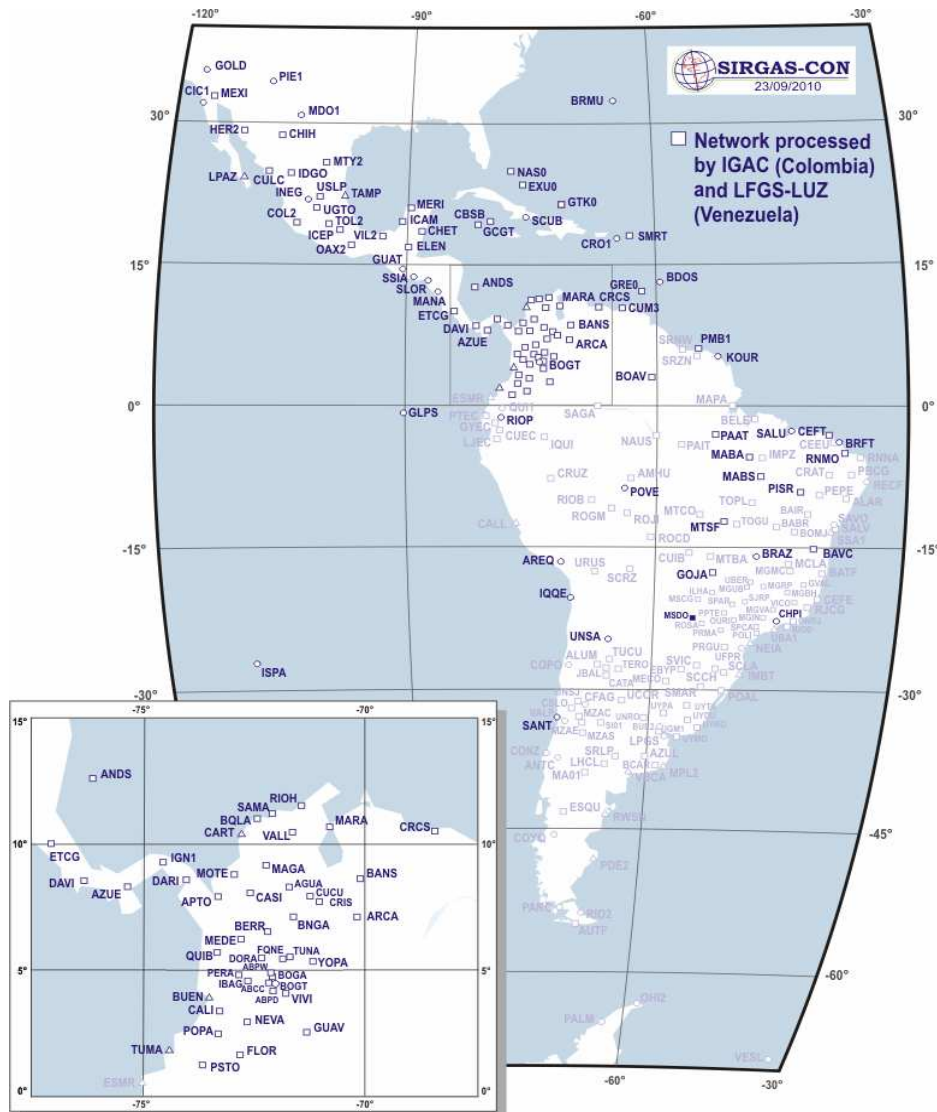




# REPORTE DEL CENTRO DE PROCESAMIENTO DE IGA 2009 - 2010

Omar David Bolívar Fonseca, William Alberto Martínez Díaz



Instituto Geográfico Agustín Codazzi  
Subdirección de Geografía y Cartografía  
GRUPO Interno de Trabajo de Geodesia

**Bogotá – Colombia  
Noviembre de 2010**



Reporte Centro de Procesamiento IGA  
Bogotá – Colombia, Noviembre 2010



**Nombre del centro de Procesamiento:** IGA

**Instituciones que lo apoyan:** Instituto Geográfico Agustín Codazzi

**Personas responsables y/o coordinador:**

William Alberto Martínez Díaz ([wamarti@igac.gov.co](mailto:wamarti@igac.gov.co))

**Equipo de trabajo:**

Omar David Bolívar Fonseca ([obolivar@igac.gov.co](mailto:obolivar@igac.gov.co))

Alberto Umbarila Madero ([aumbaril@igac.gov.co](mailto:aumbaril@igac.gov.co))

Francisco Javier Mora Torres ([fjmora@igac.gov.co](mailto:fjmora@igac.gov.co))

**Fecha de inicio de actividades:**

Semana (1395) 01 de Octubre de 2006 hasta semana (1470) 15 de Marzo de 2008, como Centro Experimental SIRGAS.

Semana (1471) 16 de Marzo de 2008 como Centro Oficial de Procesamiento SIRGAS.

**Tareas realizadas:**

- Cálculo semanal libre de la red de densificación SIRGAS-CON-D Norte, mediante la generación de ecuaciones normales diarias, un archivo semanal (\*.OUT) y un archivo SINEX semanal (\*.SNX).
- Análisis del comportamiento ionosférico y atmosférico local.
- Cálculo de redes geodésicas locales.

**Capacitación recibida:**

El grupo de trabajo del centro de procesamiento de IGA recibió el curso de capacitación denominado “Apoyo a la transferencia de conocimientos en Geodesia y procesamiento de datos GNSS utilizando el software científico Bernese”, en el mes de Julio de 2006 por Prof. Dr-Ing Laura Sánchez y Manuela Krügel

**Resultados:**

**Introducción**

Los centros locales de procesamiento de SIRGAS, están encargados de adelantar el cálculo semanal de un conjunto específico de estaciones de la red SIRGAS-CON, de modo que se garantice que cada estación este incluida en tres soluciones individuales. El presente documento describe las actividades realizadas por IGA



Reporte Centro de Procesamiento IGA  
Bogotá – Colombia, Noviembre 2010

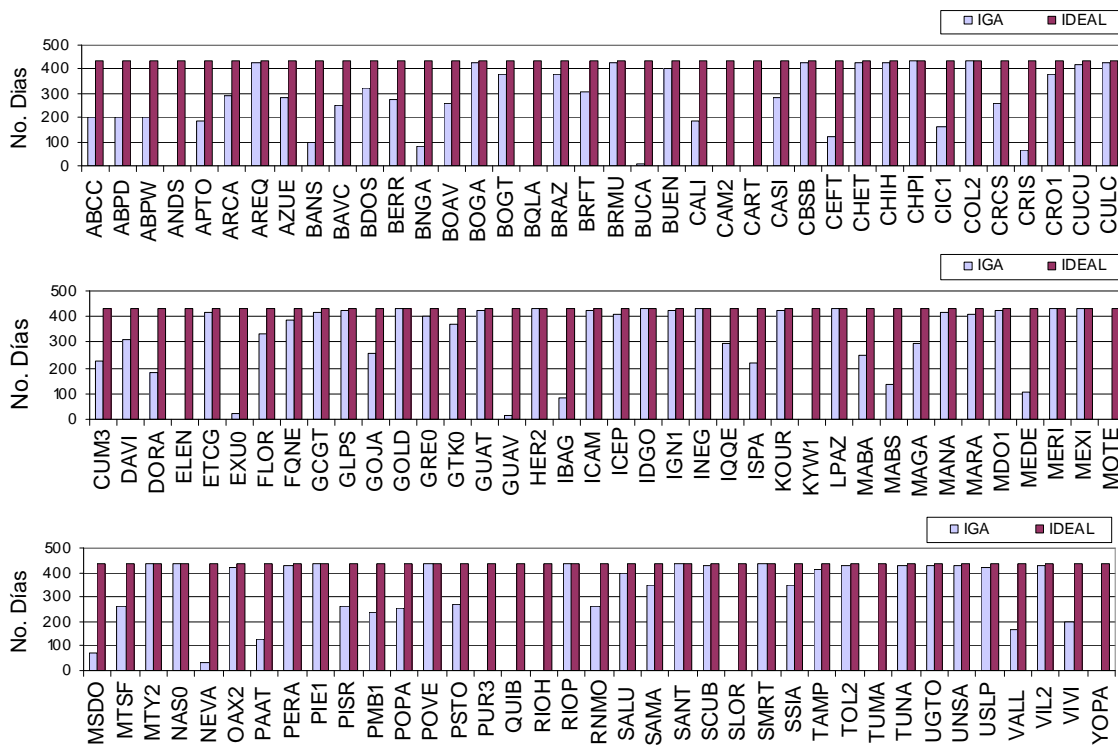


en el periodo 2009 -2010, evaluando la disponibilidad de la información, la consistencia de las soluciones libres comparadas con otros centros que procesan la misma red, los productos adicionales, inconvenientes, conclusiones y perspectivas futuras.

## 1. Red procesada

IGA procesa actualmente en promedio 80 estaciones pertenecientes a la red SIRGAS-CON-D norte, de un total de 113 estaciones posibles, esto debido a que algunas de ellas dejar de funcionar temporalmente o son destruidas.

El siguiente cuadro muestra la disponibilidad de los datos de observación de las estaciones procesadas por IGA para las semanas 1539 a 1600.



## 2. Estaciones nuevas incluidas en el centro de procesamiento

La red SIRGAS de estaciones continuas presenta una gran dinámica en la incorporación de nuevas estaciones, lo cual ocasiona que permanentemente los centros de procesamiento incrementen el número de estaciones procesadas. En este sentido durante el periodo 2009 - 2010 la subred norte de SIRGAS ha incluido las siguientes estaciones:



Reporte Centro de Procesamiento IGA  
Bogotá - Colombia, Noviembre 2010



ESTACIÓN	PAÍS	FECHA INCORPORACIÓN SIRGAS	SEMANA GPS
ABCC	Colombia	21 de Febrero de 2010	1572
ABPD	Colombia	21 de Febrero de 2010	1572
ABPW	Colombia	21 de Febrero de 2010	1572
BAVC	Brasil	26 de Julio de 2009	1542
BNGA	Colombia	11 de Julio de 2010	1589
CASI	Colombia	4 de Enero de 2009	1513
CEFT	Brasil	2 de Mayo de 2010	1582
ICEP	México	28 de Junio de 2009	1538
MABS	Brasil	25 de Abril de 2010	1582
MSDO	Brasil	12 de Julio de 2009	1540
PAAT	Brasil	25 de Abril de 2010	1582
PISR	Brasil	12 de Julio de 2009	1540
RNMO	Brasil	1 de Febrero de 2009	1517

### 3. Estrategia de procesamiento

El procesamiento de la información en IGA se realiza por medio del software Bernese, Versión 5.0, basado en el análisis de datos GNSS a través de dobles diferencias, empleando el modulo BPE configurado con los siguientes parámetros:

1. La máscara de elevación de los satélites debe ser de 3° y el intervalo de muestreo de las observaciones esta definido cada 30 segundos.
2. Las variaciones de los centros de fase de las antenas GNSS son corregidas con los valores absolutos puestos a disposición por el IGS en la dirección electrónica ([http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/images/ant\\_info.abs](http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/images/ant_info.abs)).
3. Se utilizan las órbitas satelitales, correcciones de los relojes satelitales y los parámetros de orientación terrestre desarrollados por el IGS.
4. Las ambigüedades de fase para las frecuencias L1 y L2 se resuelven utilizando la estrategia *quasi ionosphere free* (QIF). Los modelos ionosféricos *a-priori* utilizados corresponden con los modelos diarios globales generados por el centro de análisis CODE (<http://www.aiubdownload.unibe.ch/CODE>).
5. Los movimientos periódicos causados por la carga oceánica son reducidos de acuerdo con el modelo de mareas oceánicas FES2004. Los valores correspondientes se obtienen de M.S. Bos, H.-G. Scherneck en la página web <http://froste.oso.chalmers.se/loading/>.





6. Los parámetros correspondientes al retardo causado por la refracción atmosférica (componente húmeda) en el cenit se calculan con un intervalo de dos horas dentro del ajuste mismo de la red. El retardo para las demás direcciones (azimut y elevación) se obtiene a través de la *mapping function* de Niell (1996) para la componente seca.
7. El RMS *a-priori* para la estimación de parámetros troposféricos es de 5 m para el valor absoluto inicial y 5 cm para los valores relativos siguientes.
8. Las coordenadas iniciales tienen sigma *a-priori* de 1 m, tanto en las soluciones diarias, como en la semanal, garantizando la no asociación a ningún Datum.
9. Las ecuaciones normales diarias (\*.NQ0) son combinadas en una solución semanal libre. Los días para los cuales, las estaciones presentan RMS mayores que 15 mm en las componentes horizontales o mayores que 20 mm en la componente vertical con respecto a la solución semanal, son excluidos del procesamiento.
10. Las ecuaciones normales diarias (\*.NQ0), el archivo SINEX semanal (.SNX) y el archivo semanal (\*.OUT) se entregan, a los centros de combinación, a través del servidor FTP de SIRGAS.
11. El archivo de referencia con la información de las estaciones (instrumentos, altura de la antena, etc.) se actualiza cada vez que un cambio en un log file es reportado a través del SIRMMAIL exploder o del IGSMMAIL. El anexo 1 resume los receptores y antenas de las estaciones procesadas por el IGAC durante el período comprendido entre las semanas GPS 1539 y 1600.

Finalmente, se tienen en cuenta los siguientes plazos de recolección, procesamiento y entrega de datos:

**Semana 0:** Mediciones de las estaciones continuas.

**Semana 1:** Obtención de los archivos RINEX correspondientes.

**Semana 2:** Obtención de las órbitas satelitales precisas del IGS.

**Semana 3:** Procesamiento y entrega a los centros de combinación de la solución libre correspondiente a la semana 0.



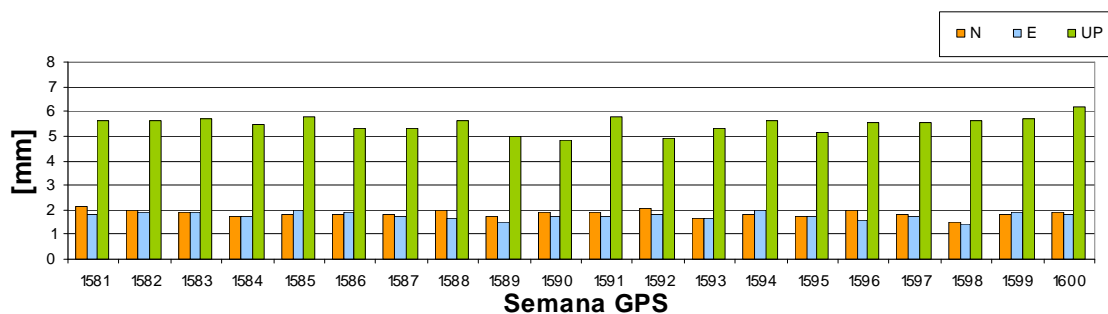
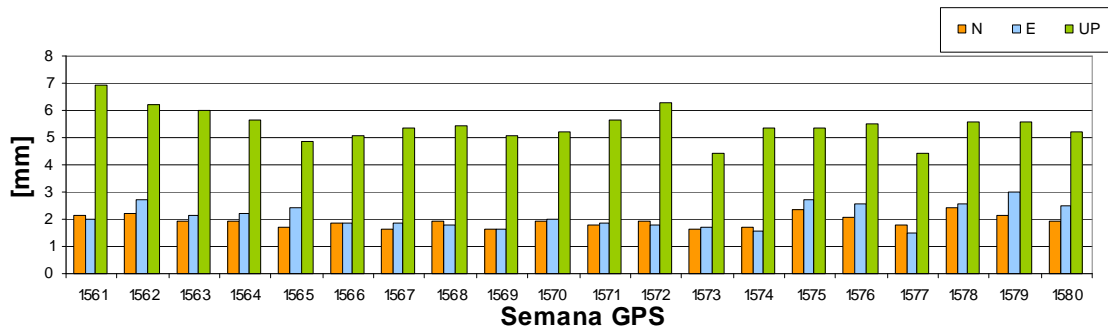
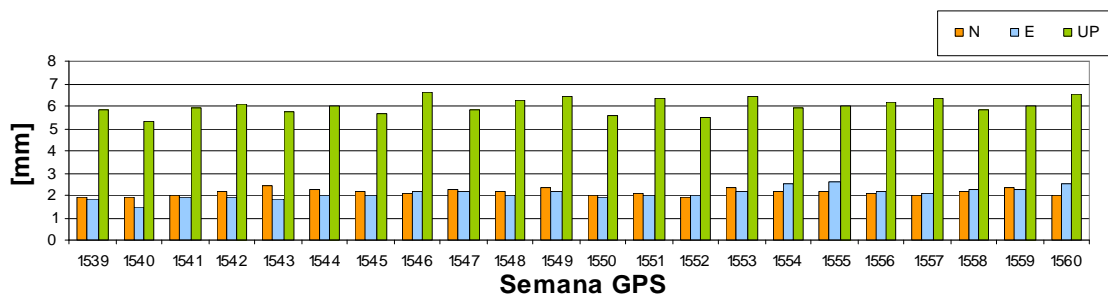


#### 4. Resultados estadísticos del centro de procesamiento de IGA

El procesamiento semanal de IGA reporta ecuaciones normales diarias (\*.NQ0), un archivo semanal (\*.OUT) y un archivo SINEX semanal (\*.SNX), los cuales son reportados a los centros de combinación a través del servidor de SIRGAS.

La confiabilidad de las soluciones semanales reportadas se ha evaluado mediante:

4.1 La obtención de los valores medios de las repetibilidades de las observaciones para las componentes Norte, Este y Vertical.

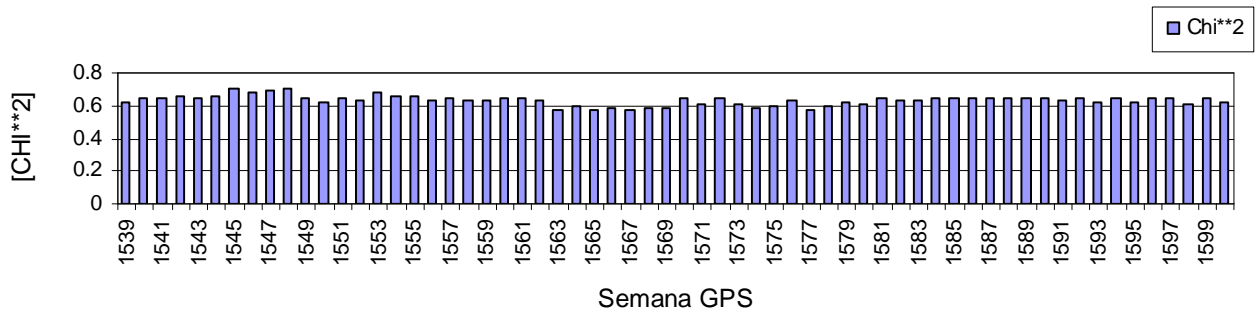


La evaluación diaria de la repetibilidad de las coordenadas diarias de las estaciones procesadas por IGA, nos muestra alta consistencia en la componentes N y E (N=1,98 mm E=1,99 mm), mientras que esta disminuye para la componente U (U=5,66 mm).



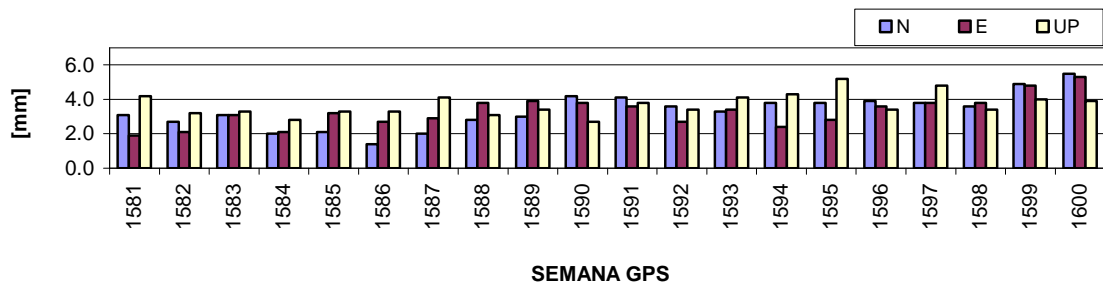
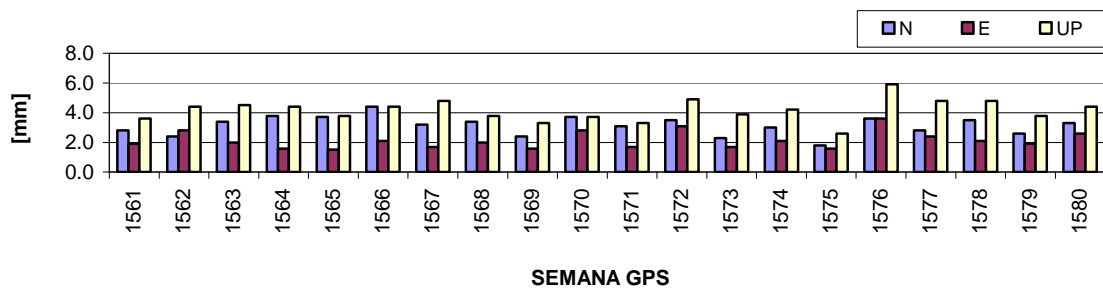
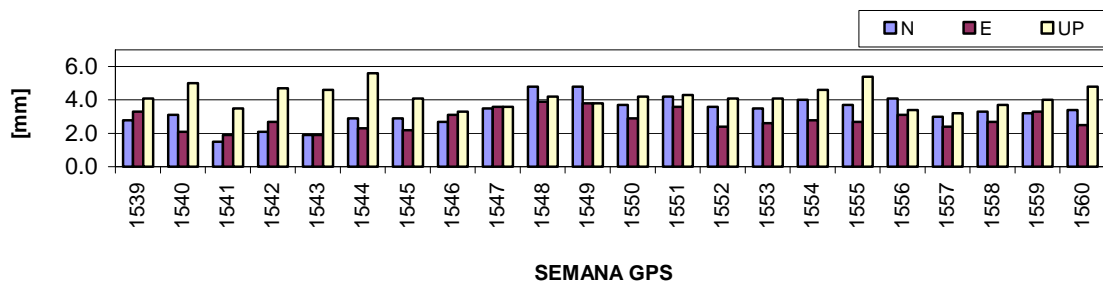


#### 4.2 Promedio semanal del valor de Chi-cuadrado en las soluciones semanales libres generadas por el centro de procesamiento de IGA para las semanas 1539 a 1600.



El valor medio de la prueba de distribución Chi-cuadrado para el intervalo de datos entre 1539 y 1600 es de 0.63

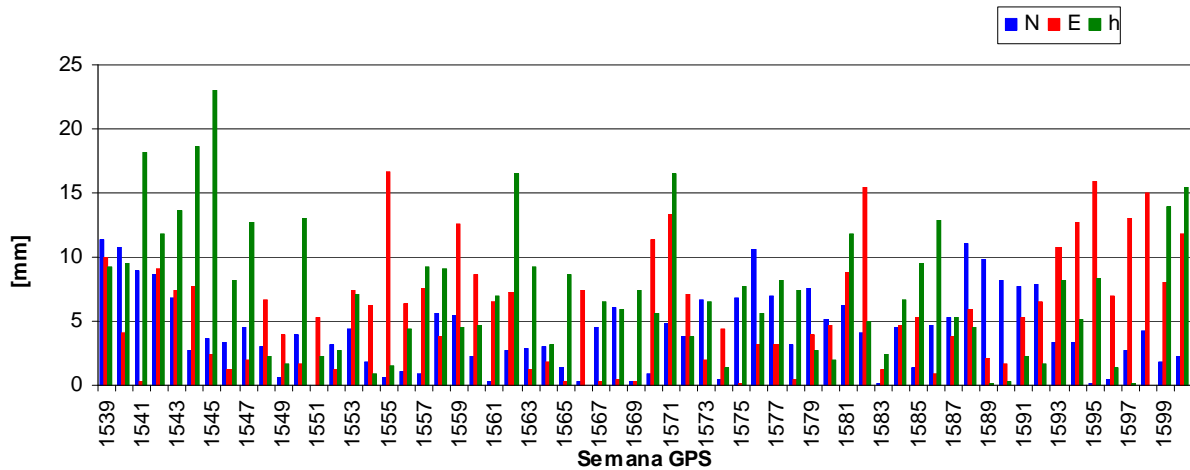
#### 4.3 Análisis de los residuales de las soluciones libres de IGA con respecto a las soluciones fijas de IGS-RNAAC-SIR.





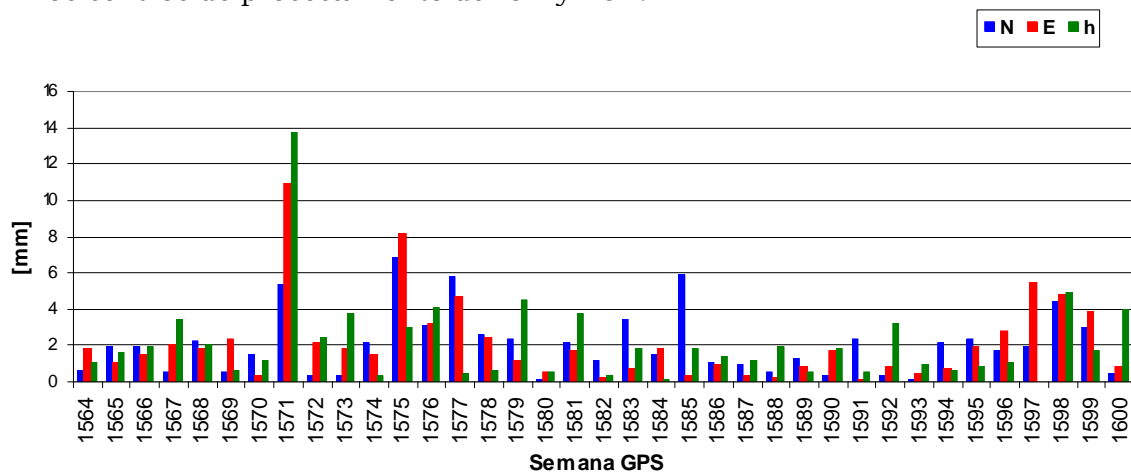
Los residuales de las soluciones libres de IGA varían en promedio en la componente norte (N =3.3 mm), Este (E =2.7 mm) y Vertical (U = 4.0 mm) con respecto a las soluciones fijas reportadas por SIR para el mismo periodo.

#### 4.4 Comparación de los residuales de las soluciones semanales obtenidas entre los centros de procesamiento de IGA y IGS-RNAAC-SIR.



Los valores promedio de los residuales entre las soluciones libres de IGA con relación a SIR durante las semanas GPS 1539 y 1600 varían en la componente N =4.22 mm, E =5.93 mm y h =7.02 mm

#### 4.5 Comparación de los residuales de las soluciones semanales obtenidas entre los centros de procesamiento de IGA y LUZ.



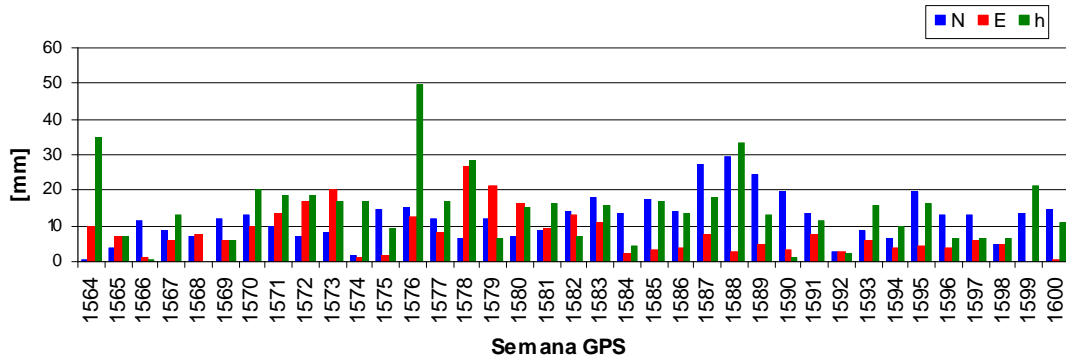
Los valores promedio de los residuales entre las soluciones libres de IGA con relación a LUZ, para el periodo comprendido entre las semanas GPS 1539 y 1600 los cuales varían en la componente N =2.04 mm, E =2.12 mm y h =2.11 mm







#### 4.6 Comparación de los residuales de las soluciones semanales obtenidas entre los centros de procesamiento de IGA y ECU.



Las variaciones de los valores promedio de los residuales entre las soluciones libres de IGA con relación a ECU, para el periodo comprendido entre las semanas GPS 1539 y 1600, son para N =12.12 mm, E =7.76 mm y h =14.22 mm.

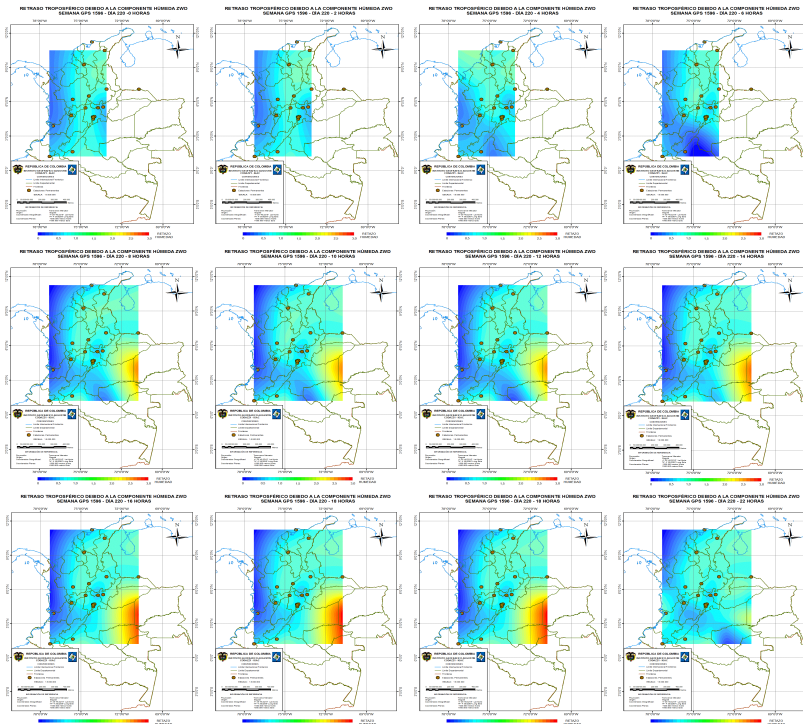


## 5 Otras actividades realizadas por IGA

Como complemento a la generación de coordenadas de las estaciones procesadas, IGA calcula modelos ionosféricos y troposféricos para Colombia basados en datos GNSS.

Para la generación de modelos troposféricos son determinados los valores de ZWD y ZTD empleando la función de mapeo de Niell, cada dos horas, por medio del software científico de Bernese, para una red definida por 25 estaciones pertenecientes de la red MAGNA-ECO con distribución homogénea a lo largo de las cordilleras colombianas sobre el territorio, con intervalos de rastreo de 1 segundo y máscara de elevación de 3 grados sobre el horizonte.

De dicho proceso se obtienen los mapas de corrección ZWD y ZTD diarios y un mapa promedio de ZWD y ZTD semanal.

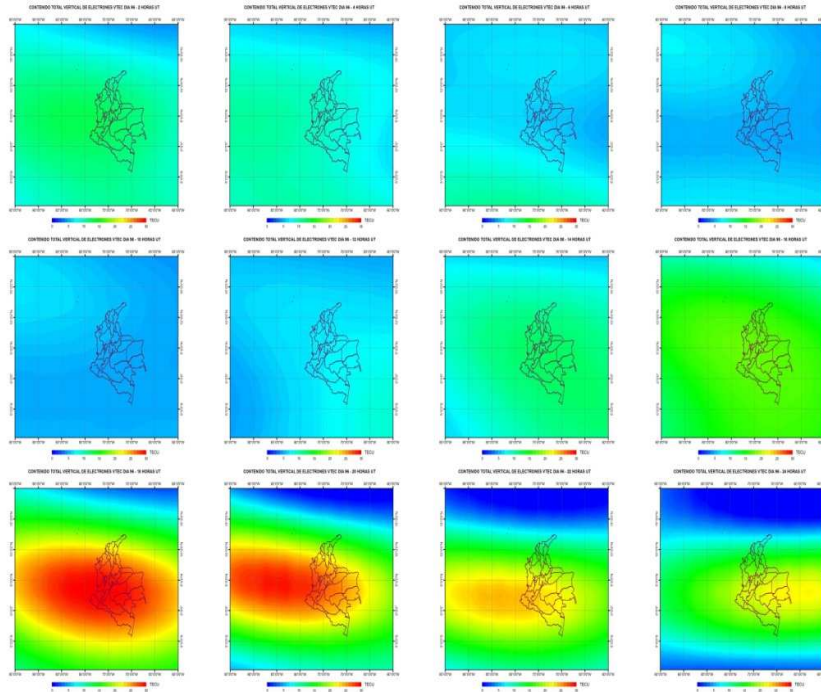


El modelamiento ionosférico está definido por el STEC y VTEC de 48 estaciones de funcionamiento continuo procesadas por IGA, para lo cual se emplea un modelo regional de armónicos esféricos de grado 12 y orden 4, a partir de la combinación lineal libre de geometría (L4), con intervalos de rastreo de 30 segundos, máscara de elevación de 3 grados sobre el horizonte, altura media de





la ionosfera de 350 km y cuya función de mapeo es  $1/\cos z$ , desarrollado a través del módulo de Bernese denominado GPSEST.



Igualmente, el IGAC entre 2009 y 2010 ha densificación de la Red Geodésica Nacional de Primer y Segundo orden, para los municipios de Chía - Cundinamarca (6 puntos de primer orden y 25 de segundo orden), Sincelejo – Sucre (5 puntos geodésicos de primer orden) y Barrancabermeja – Santander (6 puntos de primer orden y 5 de segundo orden).

## 6 Dificultades presentadas en el centro de procesamiento de IGA

El principal problema afrontado durante el periodo 2009 – 2010 dentro del centro de procesamiento de IGA ha sido el cambio repentino de la persona encargada del procesamiento semanal, puesto que el personal de apoyo al interior del Instituto Geográfico Agustín Codazzi no realizaba estas labores hacia más de dos años y fue necesario realizar una capacitación muy rápida y retomar este proceso.

Otra dificultad presentada fue la actualización del software de procesamiento Bernese, actividad que se realizó en dos ocasiones durante el ultimo año, así como la pérdida de información de algunas de las estaciones pertenecientes al IGAC, debido a daños físicos de los equipos y/o por falta canales alternos de transmisión de los datos.





## **7 Direcciones de acceso a los datos procesados IGA**

A continuación se muestran las direcciones electrónicas desde las cuales se han descargado los archivos de observación de las estaciones de funcionamiento continuo procesadas por IGA, durante las semanas 1539 a 1600:

### **BRASIL**

Acceso FTP

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

### **CAIMAN**

Acceso FTP

Servidor: [www.ngs.noaa.gov/cors/rinex/2010](http://www.ngs.noaa.gov/cors/rinex/2010)

### **COSTA RICA**

<http://www.etcg-gps.una.ac.cr/>

[http://www.etcg-gps.una.ac.cr/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=6](http://www.etcg-gps.una.ac.cr/index.php?option=com_wrapper&Itemid=6)

### **COLOMBIA**

Acceso FTP

Servidor: 190.254.22.42

### **IGS**

Acceso FTP

Servidor: [cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/2010](http://cddis.gsfc.nasa.gov/gps/data/daily/2010)

### **MEXICO**

Acceso FTP

Servidor: [geodesia.inegi.gob.mx](http://geodesia.inegi.gob.mx)

### **NOOA**

Acceso FTP

Servidor: [www.ngs.noaa.gov/cors/rinex/2010](http://www.ngs.noaa.gov/cors/rinex/2010)

### **PANAMA**

Acceso FTP

Servidor: 201.218.242.20

### **UNAVCO**

Acceso FTP

Servidor: [data-out.unavco.org/pub/rinex/obs/2010](http://data-out.unavco.org/pub/rinex/obs/2010)

### **VENEZUELA**

Acceso FTP

Servidor: [ftp.lgfs.luz.edu.ve](ftp://lgfs.luz.edu.ve)



Reporte Centro de Procesamiento IGA  
Bogotá – Colombia, Noviembre 2010



## **8 Conclusiones y perspectivas futuras para IGA**

Las principales actividades a implementar en el centro de procesamiento de IGA para el periodo 2010 – 2011 tenemos:

- Desarrollo de algoritmos más eficientes y de fácil manejo para la descarga de datos de observación de los diversos centros de datos de SIRGAS.
- Mejoramiento del proceso de generación de mapas ionosféricos y troposféricos (Rutinas de programación y de mapeo con software libre).
- Modernización de los equipos GNSS para 13 estaciones continuas que hacen parte de la red MAGNA-ECO.
- Implementación de nuevas soluciones de comunicación para optimizar la transferencia de datos de las estaciones pertenecientes a la red MAGNA-ECO.
- Capacitación de personal encargado del centro de procesamiento dentro del IGAC a fin de consolidar los grupos de trabajo de modelamiento de las variables atmosféricas a partir de datos GNSS.
- Modernización de los equipo de cómputo y de almacenamiento de la información en el cual se realiza el procesamiento semanal de IGA y la generación de copias de respaldo de las soluciones.

