



# **Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas**



**Subcomisión 1.3b de la IAG  
Grupo de Trabajo de la  
Comisión de Cartografía del IPGH**



## **Reporte 2010-2011**

**Boletín Informativo No. 16**

**C. Brunini, L. Sánchez, W.A. Martínez-Díaz,  
R.T. Luz, M.V. Mackern, Eds.**

**Octubre de 2011**



## Presentación

Los objetivos primarios de SIRGAS son la definición, realización y mantenimiento de un sistema de referencia geocéntrico para las Américas, su densificación en los países de la región mediante las redes geodésicas nacionales y la determinación de un sistema vertical de referencia unificado que sirva de base para la obtención y combinación precisas de alturas físicas y geométricas. Las actividades desarrolladas en pro de alcanzar estos objetivos son coordinadas por tres grupos de trabajo: el Grupo de Trabajo I (SIRGAS-GTI: Sistema de referencia) está a cargo del marco de referencia continental; el Grupo de Trabajo II (SIRGAS-GTII: SIRGAS en el Ámbito Nacional) se ocupa de promover, coordinar y apoyar las iniciativas nacionales relacionadas con la adopción y uso de SIRGAS en los países miembros; y el Grupo de Trabajo III (SIRGAS-GTIII: Datum Vertical) esta comprometido con la unificación de los sistemas de alturas en la Región SIRGAS. Los Grupos de Trabajo SIRGAS-GTI y SIRGAS-GTII fueron creados desde el inicio mismo de SIRGAS en 1993, mientras que el SIRGAS-GTIII fue establecido en 1997. Los avances, nuevos retos y planes de acción de las diferentes componentes de SIRGAS son presentados y discutidos durante las reuniones anuales, las cuales se celebran regularmente desde 1993. En esta ocasión, la Reunión SIRGAS 2011 fue hospedada por la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la Universidad Nacional (UNA) en Heredia, Costa Rica entre el 8 y el 10 de agosto de 2011. En la semana anterior, entre el 3 y el 5 de agosto, se desarrolló la Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA. Al igual que en oportunidades anteriores, ambos eventos fueron auspiciados por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) y el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

La Escuela SIRGAS contó con la participación de 116 asistentes provenientes de 17 países y comprendió los siguientes temas:

- Tipos de coordenadas: definiciones, relaciones y transformaciones;
- Sistemas y marcos geodésicos de referencia (ICRS/ICRF, ITRS/ITRF, EOP, densificaciones regionales y nacionales del ITRF);
- Determinación precisa de coordenadas con apoyo de técnicas GNSS, incluyendo el ajuste de redes geodésicas al ITRF;
- Sistemas verticales de referencia (alturas físicas y geométricas, superficies de referencia y unificación de sistemas de alturas);
- SIRGAS: definición, realización, aplicaciones prácticas y científicas.

La Reunión SIRGAS2011 agrupó 144 asistentes, también de 17 países, e incluyó 55 presentaciones orales, distribuidas en las siguientes sesiones de trabajo:

- Avances orientados a un datum vertical unificado para la región SIRGAS;
- Actividades nacionales relacionadas con la adopción y uso de SIRGAS;
- Análisis del marco de referencia SIRGAS;
- Impacto de eventos sísmicos en el marco de referencia SIRGAS;
- SIRGAS en tiempo real;
- Análisis atmosféricos basados en la infraestructura SIRGAS.

Las presentaciones incluyeron adicionalmente reportes ejecutivos de las presidencias de los tres grupos de trabajo, informe de actividades del proyecto “SIRGAS en Tiempo Real”, contribuciones de los nueve Centros de Análisis SIRGAS y reportes nacionales de Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, México, Panamá, Perú y Uruguay. Entre las conclusiones de la Reunión se resalta:

- Renovación continuada de esfuerzos para concretar la unificación de los sistemas de alturas en la región SIRGAS bajo la coordinación del SIRGAS-GTIII, incluyendo todos los países de América Central y del Sur;
- Procesamiento experimental de mediciones GLONASS para definir si es necesario un análisis rutinario de la misma manera que se hace actualmente con GPS;

- Investigaciones específicas orientadas al modelado del movimiento no lineal en las estaciones SIRGAS de operación continua, especialmente de los desplazamientos co- y post-sísmicos en marcos de referencia nacionales afectados por terremotos;
- Instalación de más centros de procesamiento en América Latina, operados por países que aún no han instalado ninguno. La idea básica continúa siendo que cada país tenga un centro de procesamiento SIRGAS que genere soluciones de su red nacional para que sean combinadas con las demás soluciones nacionales y con la red continental;
- Evaluar la viabilidad de agregar un nuevo nivel en la jerarquía de estaciones SIRGAS para facilitar la integración del creciente número de estaciones nacionales permanentes en el marco de referencia continental;
- Continuar la realización de las escuelas SIRGAS en Sistemas de Referencia e implementar actividades similares de capacitación en otros temas de importancia como análisis científico de datos GNSS, aplicaciones en tiempo real, análisis atmosférico basado en GNSS, modelado de deformaciones de la corteza terrestre, etc.;
- Orientar los esfuerzos del SIRGAS-GTII hacia la generación de estándares, procedimientos y especificaciones para el tratamiento de la información espacial apoyada en SIRGAS en el ámbito nacional.

Además de las sesiones técnicas mencionadas, durante la Reunión SIRGAS2011 se llevó a cabo una asamblea general del Consejo Directivo de SIRGAS, órgano de máxima autoridad, compuesto por un representante de cada país miembro y un delegado de la IAG y otro del IPGH. De acuerdo con el Estatuto SIRGAS vigente, este Consejo debe reunirse cada cuatro años con el propósito de renovar las autoridades SIRGAS: Presidente y Vicepresidente. La última reunión se celebró en Bogotá, Colombia, entre el 7 y el 8 de junio de 2007 y por tanto, en esta oportunidad se adelantó la convocatoria correspondiente. Los temas tratados fueron:

- Reporte de gestión de la Presidencia y Vicepresidencia de SIRGAS para el periodo 2007-2011
- Actualización/modificación del Estatuto SIRGAS
- Elección de Presidente y Vicepresidente SIRGAS para el periodo 2011 - 2015
- Plan de actividades para el periodo 2011 - 2015.

Como resultado de la votación, las autoridades actuales, Claudio Brunini de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina) y Laura Sánchez del *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut* (Alemania), fueron reelegidas por un segundo periodo como Presidente y Vicepresidente, respectivamente.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el presente documento resume la temática de la Reunión SIRGAS2011, sus conclusiones, resoluciones y recomendaciones y presenta en detalle el desarrollo de la asamblea general del Consejo Directivo, en particular, el proceso electoral, el reporte de las autoridades SIRGAS para el periodo 2007 - 2011 y las actividades a encarar durante el nuevo término (2011 - 2015).

Las palabras de cierre de esta presentación están dedicadas a agradecer una vez más a la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) y al Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) su respaldo a las iniciativas SIRGAS. Gracias a la gestión de estas dos organizaciones, 20 participantes provenientes de 11 países panamericanos recibieron apoyo económico para cubrir gastos de traslado y manutención durante los eventos en Heredia. De igual manera, aprovechamos la oportunidad para extender un reconocimiento muy especial a la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) y a la Universidad Nacional (UNA) por la hospitalidad, generosidad y calidez humana con que nos acogieron; la realización exitosa de los eventos aquí descritos es el resultado de su inmejorable gestión.

*Claudio Brinini, Presidente SIRGAS*  
*Laura Sánchez, Vicepresidente SIRGAS*

**Contenido**

Sistemas de referencia y cooperación geodésica internacional	1
Análisis del marco de referencia SIRGAS	3
Uso del nuevo marco de referencia IGS08	7
Cinemática del marco de referencia SIRGAS	9
Análisis de movimientos no lineales en la determinación del marco de referencia SIRGAS	10
SIRGAS en Tiempo Real	12
Análisis atmosférico basado en la infraestructura SIRGAS	13
Avances orientados a un datum vertical unificado para la región SIRGAS	13
SIRGAS en el ámbito nacional: reporte de los países miembros	15
Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en Sistemas de Referencia	15
Cambios en el Comité Ejecutivo de SIRGAS	16
Participación de SIRGAS en grupos de trabajo internacionales	16
Participación de SIRGAS en reuniones internacionales	17
Reunión del Consejo Directivo de SIRGAS	17
Modificación del Estatuto SIRGAS	17
Elección de Presidente y Vicepresidente para el periodo 2011 - 2015	18
Actividades desarrolladas y nuevas perspectivas	19
Directorio del Consejo Directivo (status agosto 10 de 2011)	21
Próxima Reunión SIRGAS	23
Referencias	23

**Anexos**

Anexo 1: Informe de gestión correspondiente al periodo 2007 - 2011	27
Anexo 2: Resoluciones y recomendaciones SIRGAS 2011	43
Anexo 3: Programa de la Reunión SIRGAS2011	49
Anexo 4: Asistentes a la Reunión SIRGAS2011 y a la Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA	53

## Índice de figuras

Fig. 1. Estructura de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG)	1
Fig. 2. Estructura de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG)	1
Fig. 3. Estaciones incluidas en el ITRF2008	2
Fig. 4. Jerarquía de los marcos de referencia	3
Fig. 5. Red SIRGAS-CON (status agosto 2011)	3
Fig. 6. Estaciones incluidas en las soluciones de los Centros de Procesamiento	4
Fig. 7. Desviaciones estándar de las soluciones generadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS entre las semanas GPS 1600 - 1640	5
Fig. 8. Repetibilidad semanal de las coordenadas en las soluciones individuales calculadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS	6
Fig. 9. Comparación de las soluciones individuales calculadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS con las coordenadas semanales del IGS	6
Fig. 10. Comparación de la precisión externa de las soluciones individuales generadas para los periodos comprendidos entre las semanas GPS 1538 - 1599 y 1600 - 1640	6
Fig. 11. Precisión de las combinaciones semanales de la red SIRGAS-CON	7
Fig. 12. Comparación de las combinaciones adelantadas por el IBGE y el DGFI para la red SIRGAS-CON entre las semanas GPS 1634 y 1642	7
Fig. 13. Marco de referencia IGS08	8
Fig. 14. Saltos en las coordenadas horizontales y verticales de las estaciones SIRGAS causados por el cambio del marco de referencia IGS05 por el IGS08	8
Fig. 15. Soluciones multianuales del marco de referencia SIRGAS	9
Fig. 16. Velocidades horizontales y verticales de la solución SIR11P01	10
Fig. 17. Series de tiempo de la estación AREQ después del terremoto del 2001-06-23 y su representación a través de velocidades constantes	11
Fig. 18. Movimientos post-sísmicos detectados en el área afectada por el terremoto del Maule de febrero de 2010	11
Fig. 19. Estaciones RAMSAC-NTRIP	12
Fig. 20. Red del servicio de posicionamiento en tiempo real RBMC-IP	12
Fig. 21. Líneas de nivelación con gravedad puestas a disposición del SIRGAS-GTIII para el ajuste continental de números geopotenciales	14

## Índice de tablas

Tabla 1. Datos de entrada para el cálculo del ITRF2008	2
Tabla 2. Centros de Análisis SIRGAS	4
Tabla 3. Relación número de estaciones:número de centros de procesamiento	4

## Sistemas de referencia y cooperación geodésica internacional

La determinación de coordenadas a partir de posicionamiento satelital sólo es posible si se utilizan sistemas de referencia que permitan la relación directa entre la posición de los satélites y las coordenadas de los puntos terrestres. En el caso específico de los GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*), las coordenadas calculadas sobre la superficie de la Tierra deben estar asociadas al mismo sistema de referencia en el que se expresan las efemérides de los satélites GNSS (i.e. GPS y GLONASS). Dicho sistema es el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS: *International Terrestrial Reference System*, [www.iers.org](http://www.iers.org)), el cual es materializado por una red global de estaciones geodésicas con posiciones y velocidades (cambio de las posiciones a través del tiempo) altamente precisas. Esta red se conoce como Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: *International Terrestrial Reference Frame*, [www.iers.org](http://www.iers.org)). Desde 1988 se calculan regularmente soluciones del ITRF (i.e. ITRF88, ITRF89, ..., ITRF97, ITRF2000, ITRF2005, ITRF2008); en cada nueva solución se incluye un mayor número de observaciones, las cuales a su vez son de mayor calidad, haciendo que las posiciones y velocidades de las estaciones de referencia sean más precisas.

El cálculo del ITRF es el resultado del trabajo conjunto y coordinado a nivel internacional de un sinnúmero de organizaciones encargadas de recopilar las mediciones geodésicas, de adelantar su procesamiento y de poner a disposición sus resultados. Dichas organizaciones están agrupadas bajo la tutela de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG, [www.iag-aig.org](http://www.iag-aig.org)), la cual a su vez es una de las ocho asociaciones científicas de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG, [www.iugg.org](http://www.iugg.org)). La IUGG, junto con otras uniones científicas dedicadas a diferentes áreas del conocimiento, se agrupan y son fomentadas por el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), ver Fig. 1 [30].

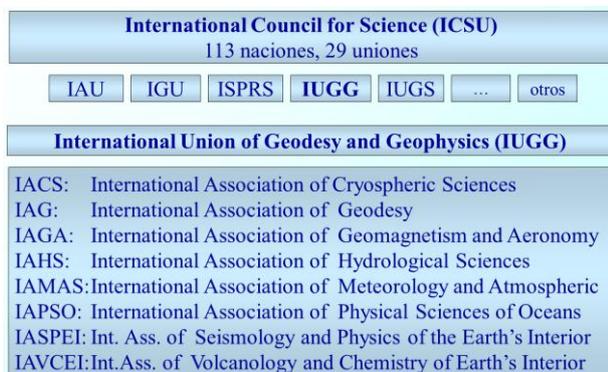


Fig. 1. Estructura de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG), tomado de [30].



Fig. 2. Estructura de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), tomado de [30].

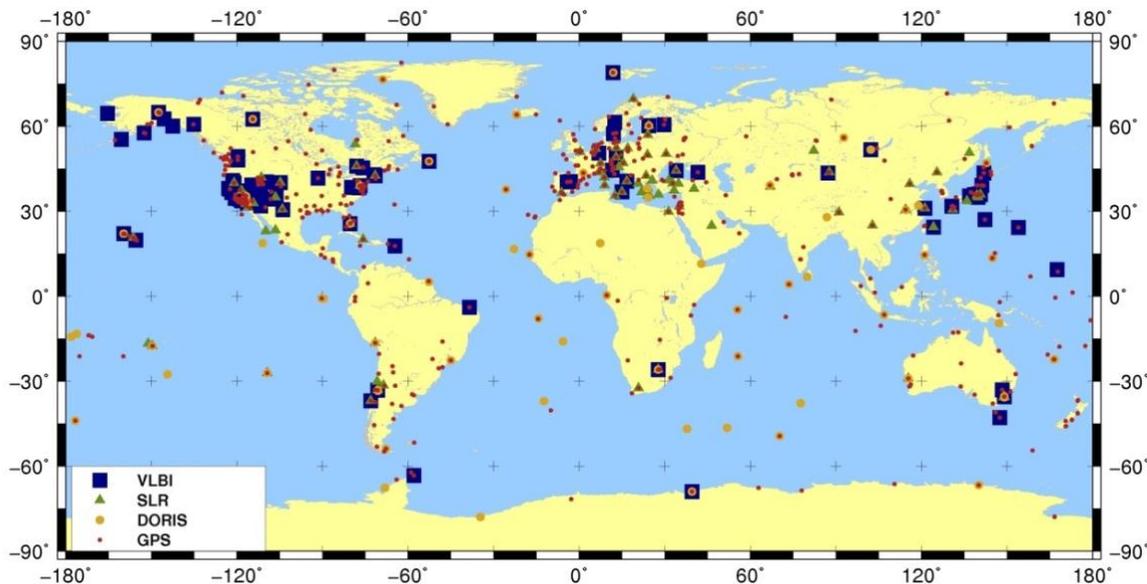
La IAG está compuesta por cuatro comisiones, un comité de soporte teórico común a todas las comisiones, quince servicios y el sistema de observación geodésica global (GGOS), Fig. 2. Las comisiones organizan la investigación básica y su estructura comprende grupos de estudio, grupos de trabajo y proyectos. Los servicios aplican en la práctica las indicaciones científicas de las comisiones, calculan los productos y los ponen a disposición de los usuarios; entre dichos productos se encuentra el ITRF. Para obtener más información sobre la estructura y funcionamiento de la IAG ver [30].

El ITRF vigente actualmente es el denominado ITRF2008. Éste incluye observaciones GPS (*Global Positioning System*), SLR (*Satellite Laser Ranging*), VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*) y DORIS (*Doppler Orbit determination and Radiopositioning Integrated on Satellite*) (ver Tabla 1). Fue calculado paralelamente por el *Deutsches Geodätisches*

*Forschungsinstitut* (DGFI, Alemania) y el *Institut Geographique National* (IGN, Francia) y la solución final fue adoptada en mayo de 2010. [30] presenta los detalles del procesamiento adelantado en el DGFI, su comparación con la solución del IGN y la precisión final de los resultados. [36] muestra el funcionamiento de la estación geodésica fundamental TIGO, la cual incluye las cuatro técnicas geodésicas tenidas en cuenta para la determinación del ITRF. Complementariamente, [37] describe los detalles relacionados con la técnica VLBI y las actividades en desarrollo en pro de mejorar la configuración de la red de telescopios utilizados.

*Tabla 1. Datos de entrada para el cálculo del ITRF2008, tomado de [30].*

Técnica	Servicio Centro de análisis	Datos: Épocas, series semanales	Intervalo
GPS	IGS AC NRC Ottawa	Soluciones semanales (LOD)	1997 - 2008
SLR	ILRS CC ASI Matera	Soluciones semanales (LOD)	1983 - 2008
VLBI	IVS CC GIUB Bonn	Sesiones 24 h, ecu. normales libres	1980 - 2008
DORIS	IDS CC CLS Toulouse	Soluciones semanales (LOD)	1993 - 2008
<b>Total</b>	~1500 ocupaciones ~ 920 puntos 578 estaciones	~4500 Soluciones con EOP diarias (UT1 solo de VLBI)	1980 - 2008



*Fig. 3. Estaciones incluidas en el ITRF2008, ver [www.iers.org](http://www.iers.org).*

Dado que las estaciones que conforman el ITRF (Fig. 3) no están distribuidas homogéneamente sobre el globo, el acceso a este marco de referencia debe garantizarse mediante densificaciones regionales, las cuales a su vez deben ser extendidas localmente mediante redes nacionales de referencia (Fig. 4). Dichas densificaciones se establecen normalmente mediante la técnica GPS, por ser la más económica y de mayor uso.



Fig. 4. Jerarquía de los marcos de referencia.

## Análisis del marco de referencia SIRGAS

SIRGAS es la densificación regional del ITRF en América Latina y El Caribe [14]. De manera análoga, las redes nacionales de referencia integradas en SIRGAS son densificaciones locales del marco continental y por tanto, proporcionan el vínculo directo al ITRF. En la actualidad, SIRGAS está materializado por una red de estaciones de operación continua (SIRGAS-CON), que permite el seguimiento permanente del marco de referencia y ha ido reemplazando las redes GPS continentales establecidas inicialmente en 1995 (SIRGA95) y 2000 (SIRGAS2000). La principal ventaja de SIRGAS-CON es que sus coordenadas se determinan semana a semana con respecto al ITRF, posibilitando la detección inmediata de cambios o deformaciones del marco de referencia y aumentando la precisión de las coordenadas de referencia a ser utilizadas en la determinación de datos espaciales en Latinoamérica y El Caribe. La red SIRGAS-CON está compuesta por más de 240 estaciones, de las cuales 48 pertenecen la red global del IGS y las restantes materializan los marcos de referencia nacionales (Fig. 5, [14]).

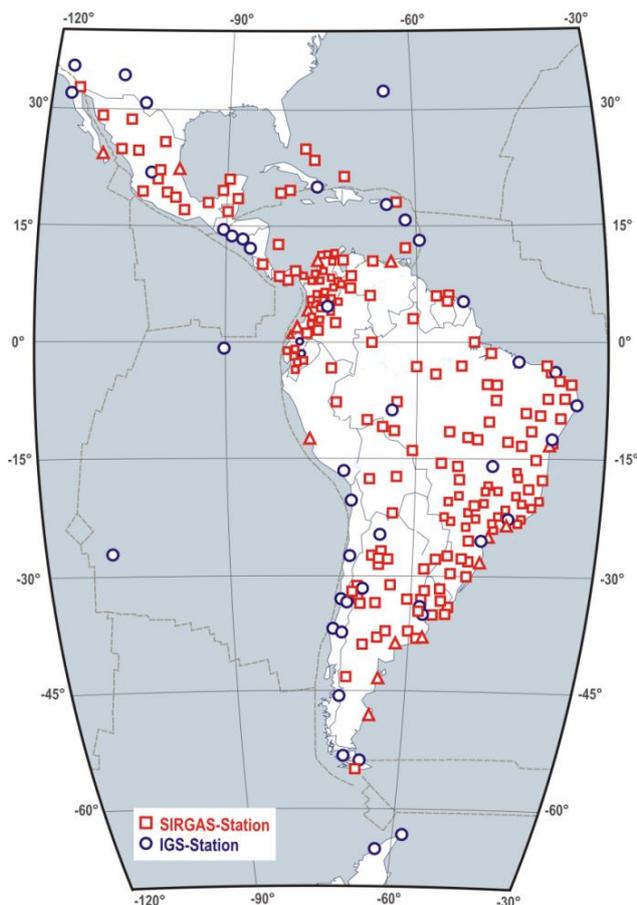


Fig. 5. Red SIRGAS-CON (status agosto 2011).

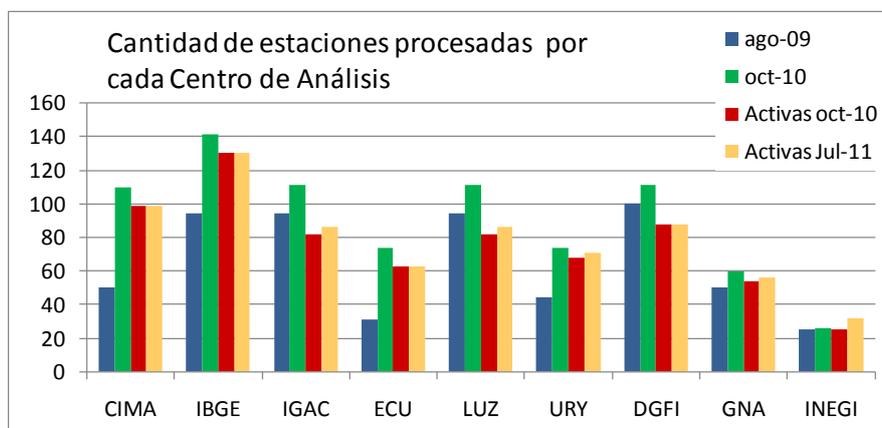
La estrategia de procesamiento de la red SIRGAS-CON se basa en el cálculo individual de subredes de estaciones siguiendo las especificaciones SIRGAS, las cuales a su vez, están definidas en concordancia con los estándares del IGS (*International GNSS Service*, [www.igs.org](http://www.igs.org)) y del IERS (*International Earth Rotation and Reference Systems Service*, [www.iers.org](http://www.iers.org)). Estas subredes son calculadas semana a semana por los Centros de Procesamiento SIRGAS (Tabla 2), quienes reportan soluciones semanales semilibres para que posteriormente sean combinadas entre sí por los Centros de Combinación. De esta manera se generan coordenadas semanales consistentes para la totalidad de las estaciones SIRGAS-CON. La distribución de las estaciones entre los Centros de Procesamiento garantiza que cada una de ellas esté incluida en por lo menos tres soluciones individuales (Tabla 3, Fig. 6). La estrategia de procesamiento estándar se describe por ejemplo en [03], [43] y [59].

**Tabla 2. Centros de Análisis SIRGAS.**

Centros de Procesamiento		Nombre	Software	Bibliografía
	CEPGE (ECU), Ecuador	Centro de Procesamiento de datos GNSS del Ecuador, Instituto Geográfico Militar	BERNESE	[68]
	CIMA (CIM), Argentina	Centro de Procesamiento Ingeniería-Mendoza-Argentina, Universidad Nacional de Cuyo	BERNESE	[41] [43]
	CPAGS-LUZ (LUZ), Venezuela	Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia	BERNESE	[20] [48]
	IBGE (IBE); Brazil	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	BERNESE	[02] [03]
	IGAC (IGA), Colombia	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	BERNESE	[11]
	IGN-Ar (GNA), Argentina	Instituto Geográfico Nacional	GAMIT/ GLOBK	[19]
	INEGI (INE), Mexico	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	GAMIT/ GLOBK	[34] [35]
	SGM (URY), Uruguay	Servicio Geográfico Militar	BERNESE	[63] [64]
	DGFI (DGF), Alemania	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut	BERNESE	[56] [57] [59]
<b>Centros de Combinación</b>				
	IBGE (ibe); Brasil	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	BERNESE	[60]
	DGFI (sir), Alemania	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut	BERNESE	[56] [57] [59]

**Tabla 3. Relación número de estaciones vs. número de centros de procesamiento, tomado de [60].**

N° PCs	2*	3	4	5	6	7	8
N° Estaciones	1	145	29	14	3	7	5


**Fig. 6. Estaciones incluidas en las soluciones de los Centros de Procesamiento SIRGAS, tomado de [41].**

Durante la Reunión SIRGAS 2011 se presentaron los reportes de las actividades ejecutadas entre las semanas GPS 1600 (2010-09-05) y 1640 (2011-06-18) [42]. De acuerdo con las evaluaciones adelantadas por los diferentes Centros de Análisis, se resalta:

- a) La adición de 7 estaciones nuevas a la red SIRGAS-CON [42]: 1 en Bolivia, 1 en Colombia, 2 en Ecuador, 2 en Uruguay y 1 en El Caribe.
- b) Un mejoramiento de la precisión (desviación estándar) de las soluciones CIMA a partir de la semana 1619. El promedio de las desviaciones estándar entre las semanas GPS 1600 - 1618 es  $\sigma = \pm 1,8$  mm, mientras que entre las semanas GPS 1619 - 1640 es de  $\sigma = \pm 1,5$  mm (Fig. 7) [42] [59].

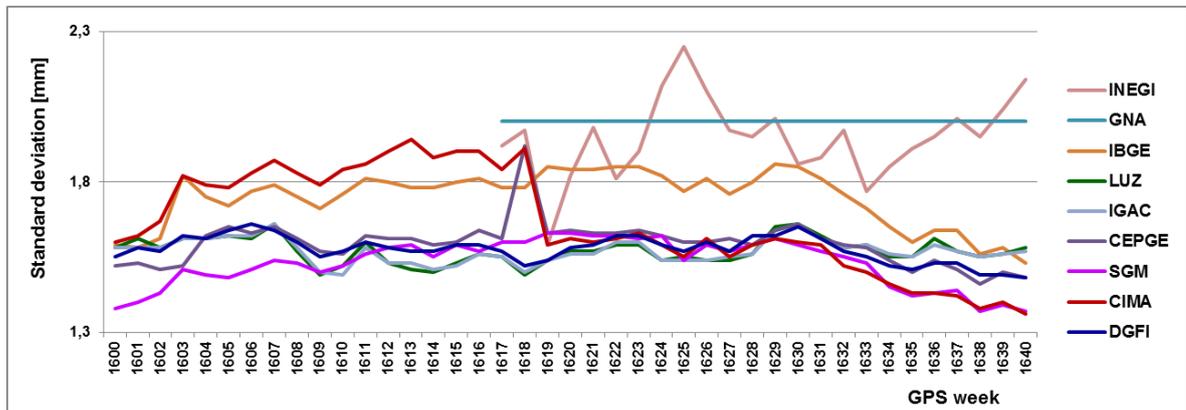
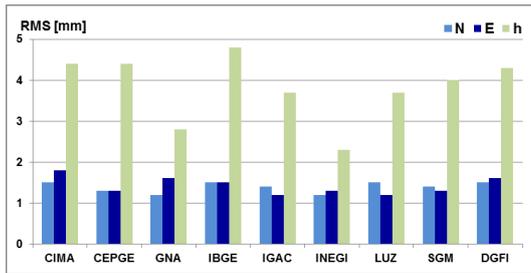
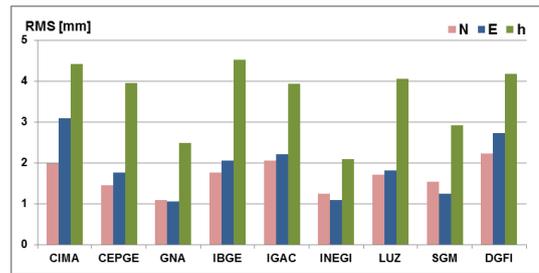


Fig. 7. Desviaciones estándar de las soluciones generadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS entre las semanas GPS 1600 - 1640, tomado de [59].

- c) Las desviaciones estándar de las soluciones calculadas por IGAC y CPAGS-LUZ son prácticamente idénticas, dado que estos dos Centros de Procesamiento calculan la misma red y siguen una estrategia de procesamiento similar, ver [11] y [20]. Las diferencias que se presentan entre ellos obedecen a la omisión ocasional de alguna estación por parte de cualquiera de los dos centros.
- d) El factor de varianza (relación entre la varianza *a priori* y la *a posteriori*) de las soluciones entregadas por el IGN-Ar (código GNA) es siempre al rededor de 1 [19]. Por tanto, al solucionar las ecuaciones normales con respecto al marco de referencia del IGS, la desviación estándar correspondiente también es casi constante (al rededor de  $\sigma = \pm 2,0$  mm).
- e) En general, los Centros de Procesamiento que utilizan el software Bernese (Tabla 2) presentan una desviación estándar media de  $\sigma = \pm 1,6$  mm, con excepción del IBGE, cuyo valor equivalente es  $\sigma = \pm 1,8$  mm. Esta diferencia debe ser analizada para establecer sus causas y posibles correctivos.
- f) De acuerdo con los reportes presentados por los Centros de Combinación ([57], [59], [60]), la precisión de las soluciones individuales generadas por los Centros de Procesamiento se estima en  $\pm 1,5$  mm para la componente horizontal y  $\pm 3,8$  mm para la vertical (Fig. 8 y 9).
- g) Según la Fig. 9, las soluciones obtenidas por IGN-Ar e INEGI (quienes utilizan el software GAMIT/GLOBK) presentan una estimación mejor de precisión para la componente vertical ( $\pm 2,8$  mm); sin embargo, su error formal (desviación estándar) es mayor que la de las otras soluciones (ver Fig. 7). Esto puede ser una consecuencia de *i*) el tamaño de las redes procesadas por estos dos centros; *ii*) las bajas amplitudes de los movimientos estacionales (periódicos) de las estaciones incluidas en esas redes, o *iii*) que el periodo analizado es muy corto (estos dos centros son oficiales desde enero de 2011 y por ello solo se incluyen sólo 25 semanas en este reporte y no 41 como en los demás casos). Es necesario identificar claramente las causas de este comportamiento para ver si es necesario modificar la estrategia de análisis que vienen utilizando los diferentes Centros de Procesamiento.

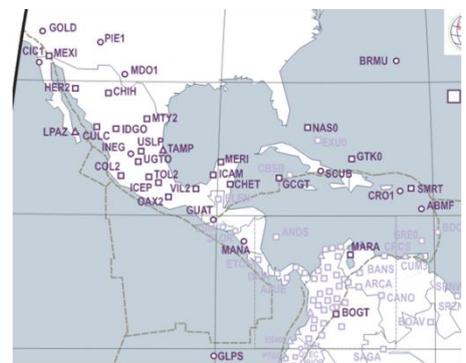
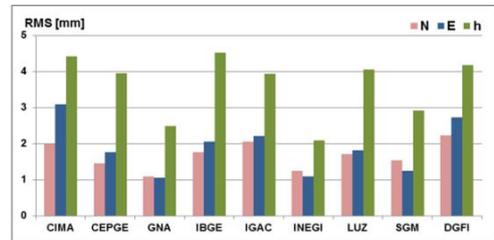
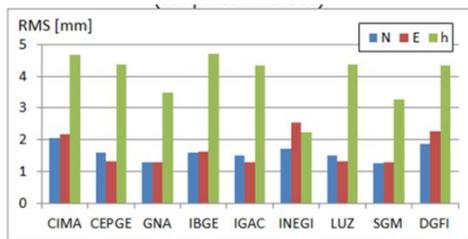


**Fig. 8.** Repetibilidad semanal de las coordenadas en las soluciones individuales calculadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS (valores RMS promedio para las semanas GPS 1600 - 1640), tomado de [59].



**Fig. 9.** Comparación de las soluciones individuales calculadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS con las coordenadas semanales del IGS (valores RMS promedio para las semanas 1600 - 1640), tomado de [59].

- h) Se observa un mejoramiento significativo en la precisión de la componente E-W de las soluciones calculadas por INEGI con respecto al periodo anterior (ver Boletín SIRGAS No. 15). Esto se debe a que la geometría de la red se extiende de manera más simétrica en ambas direcciones (N-S y E-W). La Fig. 10 muestra los estimativos de precisión y la geometría de la red procesada antes y ahora.



**Fig. 10.** Comparación de la precisión externa de las soluciones individuales generadas para los periodos comprendidos entre las semanas GPS 1538 - 1599 (izquierda) y 1600 - 1640 (derecha). Se resalta el conjunto de estaciones procesado por el INEGI en ambos periodos.

En cuanto a la combinación de las soluciones individuales (ver [57], [59], [60]), se anota:

- La desviación estándar de las soluciones individuales (subredes) y la obtenida después de su combinación (red total) son muy similares ( $\sigma = \pm 1,6$  mm). Esto significa que la calidad de dichas soluciones se mantiene y que su combinación no genera deformaciones en la red SIRGAS-CON (Fig. 11);
- La consistencia interna de las combinaciones semanales se estima en  $N, E = \pm 1,0$  mm y  $h = \pm 2,8$  mm (Fig. 11);
- La precisión externa (confiabilidad, certidumbre) de las coordenadas semanales está alrededor de  $N, E = \pm 1,5$  mm y  $h = \pm 3,8$  mm (Fig. 11).

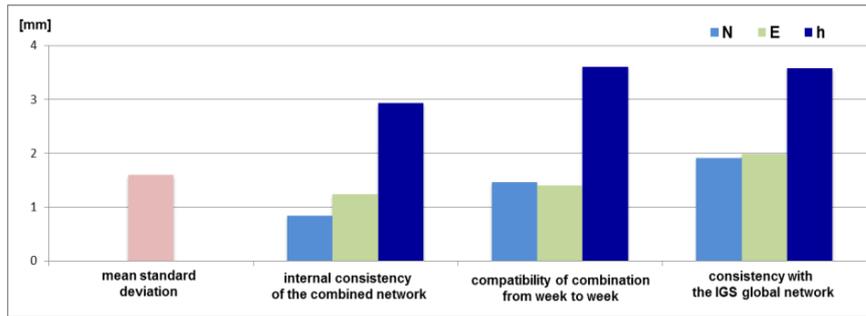


Fig. 11. Precisión de las combinaciones semanales de la red SIRGAS-CON, tomado de [59].

La comparación de las coordenadas semanales resultantes de las combinaciones adelantadas por el IBGE y el DGFI permite concluir que a partir de la semana GPS 1634, los resultados son estadísticamente idénticos; es decir, la diferencia entre las coordenadas finales (Fig. 12) es menor que la precisión estimada de las mismas (Fig. 11). De acuerdo con esto y los resultados presentados en la Reunión SIRGAS2010 (ver Boletín SIRGAS No. 15), se propone al Consejo Directivo de SIRGAS que se asigne al IBGE la responsabilidad de generar las coordenadas semanales oficiales de la red SIRGAS-CON a partir del 1 de enero de 2011 [ver Anexo 2]. La ejecución de esta propuesta está sujeta a la aprobación del Consejo Directivo de SIRGAS y a la aceptación formal de esta responsabilidad por parte del IBGE.

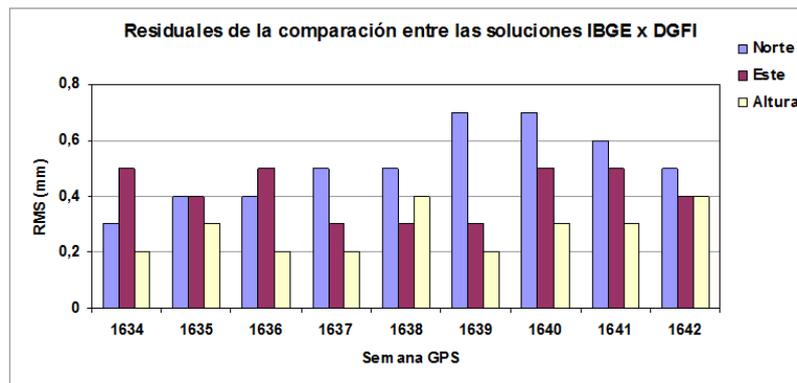


Fig. 12. Comparación de las combinaciones adelantadas por el IBGE y el DGFI para la red SIRGAS-CON entre las semanas GPS 1634 y 1642, tomado de [60].

Adicionalmente a las actividades propias del análisis continuo del marco de referencia SIRGAS, se presentaron algunas iniciativas encaminadas al fortalecimiento del desempeño del SIRGAS-GTI. Entre ellas se destacan el procesamiento de observaciones GLONASS por parte de CPAGS-LUZ [21] [22] y CIMA [54], una herramienta informática para estandarizar los procesos de descarga, identificación, conversión y compresión de archivos RINEX [06] y el procesamiento experimental de datos GPS basado en LGPL (GNU Lesser General Public License) [07] [08]. En el caso particular del análisis de observaciones GLONASS, se ha establecido un proyecto específico adscrito al SIRGAS-GTI [Anexo 2], cuyo objetivo es evaluar la efectividad de esta técnica como herramienta complementaria para materializar el marco de referencia SIRGAS y definir si se debe adelantar su procesamiento rutinario de la misma manera que actualmente se procede con las observaciones GPS

## Uso del nuevo marco de referencia IGS08

Dado que no todas las estaciones GPS incluidas en el ITRF tienen una precisión homogénea, el IGS selecciona aquellas que satisfacen ciertos criterios de calidad y las utiliza como marco de referencia en el cálculo de sus productos finales (i.e. órbitas satelitales, correcciones a los relojes de los satélites, parámetros de orientación terrestre, etc.). Los criterios de selección

se basan, entre otros, en una distribución global, monumentación adecuada de las estaciones, continuidad en su operación y colocación con otras técnicas geodésicas espaciales (<http://igs.cb.jpl.nasa.gov/network/reframe.html>). En principio, la red conformada por las estaciones de referencia seleccionadas por el IGS no presenta traslaciones, ni transformaciones, ni cambio de escala con respecto al ITRF; por ello, nominalmente, el marco de referencia del IGS y el ITRF son iguales. Una excepción es el ITRF2005, pues sus coordenadas fueron determinadas con correcciones relativas a las variaciones de los centros de fase de las antenas GPS receptoras, mientras que las del IGS05 fueron estimadas con las correcciones absolutas. Desde la semana GPS 1632 (2011-04-17), el IGS utiliza el marco de referencia IGS08 (Fig. 13), el cual se entiende equivalente al ITRF2008. Vale la pena mencionar que ambos, el ITRF2008 y el IGS08, incluyen correcciones absolutas a las variaciones de los centros de fase. La Tabla 4 de [59] resume los diferentes marcos de referencia utilizados por el IGS desde 1994.

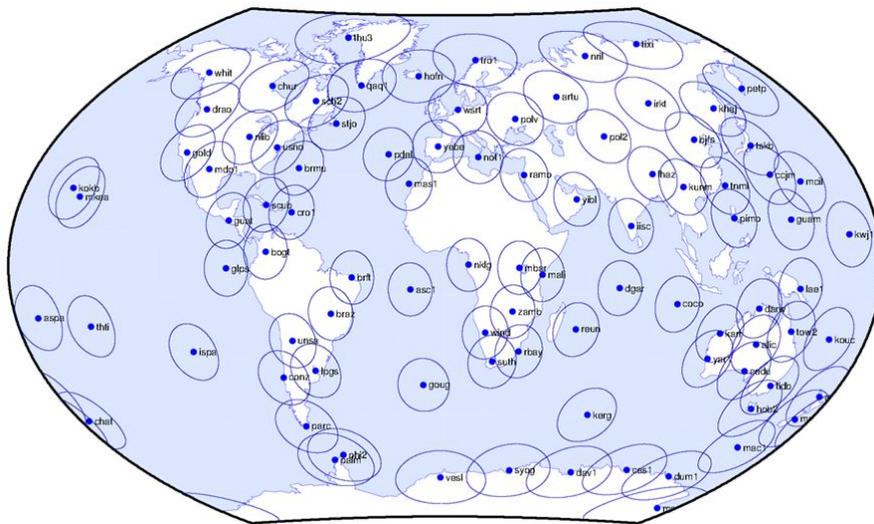


Fig. 13. Marco de referencia IGS08, ver <ftp://igs-rf.ign.fr/pub/IGS08>.

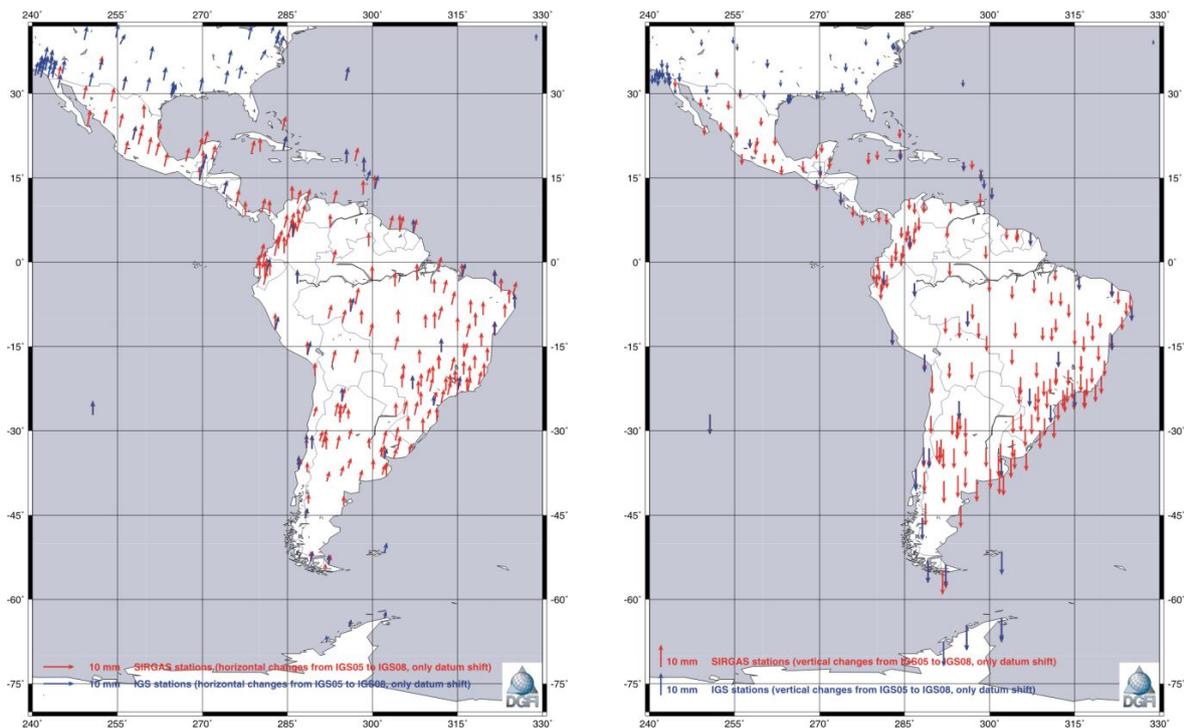


Fig. 14. Saltos en las coordenadas horizontales (izq.) y verticales (der.) de las estaciones SIRGAS causados por el cambio del marco de referencia IGS05 por el IGS08, ver [59].

El análisis de la red SIRGAS-CON como densificación regional del ITRF está basado en los productos finales del IGS; por ello, las coordenadas semanales SIRGAS están dadas en el mismo marco de referencia, es decir el IGS05 hasta la semana 1631 y el IGS08 a partir de la semana 1632 [59]. De acuerdo con la comunicación [IGSMail-6354], el cambio del IGS05 al IGS08 genera dos tipos de efectos en las coordenadas de las estaciones: *i*) efectos sistemáticos debidos a cambios en la realización del datum en el ITRF2005 y en el ITRF2008 y *ii*) efectos individuales en las estaciones, resultantes de calibraciones nuevas o actualizadas de las antenas GNSS emisoras y receptoras. Los cambios sistemáticos en la región SIRGAS están al rededor de  $N = 3,9 \pm 1,2$  mm,  $E = -0,3 \pm 0,7$  mm,  $h = -6,1 \pm 3,1$  mm (Fig. 14); consecuentemente, en aplicaciones de alta precisión que requieran del análisis de coordenadas consistentes a través del tiempo, es necesario que todas las soluciones calculadas con respecto al IGS05 (o marcos de referencia anteriores) sean reprocesadas utilizando el IGS08.

## Cinemática del marco de referencia SIRGAS

El DGFI, en su calidad de Centro de Análisis Asociado del IGS para SIRGAS (IGS RNAAC SIR, [57] [59]) calcula regularmente soluciones multianuales de la red SIRGAS-CON con el propósito de conocer la cinemática del marco de referencia. Cada solución multianual se refiere al ITRF válido en la época de su determinación e incluye los estándares utilizados en ese tiempo (Fig. 15, [56]). Dado que el IGS actualmente incluye en sus estándares valores absolutos de calibración para las variaciones de los centros de fase de las antenas GNSS, las soluciones semanales desde enero de 2000 hasta noviembre de 2006, calculadas previamente con correcciones relativas y asociadas a diferentes soluciones del ITRF, han sido reprocesadas, utilizando las correcciones absolutas publicadas por el IGS e introduciendo el IGS05 como marco de referencia. Con base en este reprocesamiento y las soluciones semanales calculadas hasta 2011-04-16 (fecha en que se reemplazó el IGS05 por el IGS08, ver ítem anterior), se ha calculado la solución multianual SIR11P01 (Fig. 16), cuyas principales características se resumen en [59]:

- Periodo: 2000-01-02 - 2011-04-16 (588 semanas GPS)
- Estaciones: 230 con 269 ocupaciones
- Marco de referencia: ITRF2008, época 2005.0
- Precisión de las posiciones en la época de referencia: Horizontal:  $\pm 1,5$  mm; vertical:  $\pm 2,4$  mm
- Precisión de las velocidades: Horizontal:  $\pm 0,7$  mm/a; vertical:  $\pm 1,1$  mm/a
- Resultados: SIR11P01.SNX (archivo SINEX), SIR11P01.CRD (coordenadas [X, Y, Z]), SIR11P01.VEL (velocidades [Vx, Vy, Vz]).
- Disponible en <ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/DGF>.

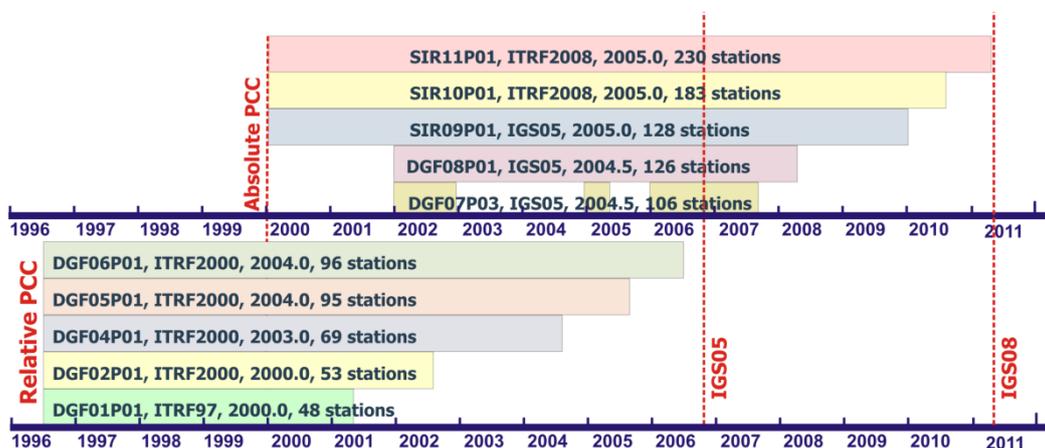


Fig.15. Soluciones multianuales del marco de referencia SIRGAS, tomado de [56].

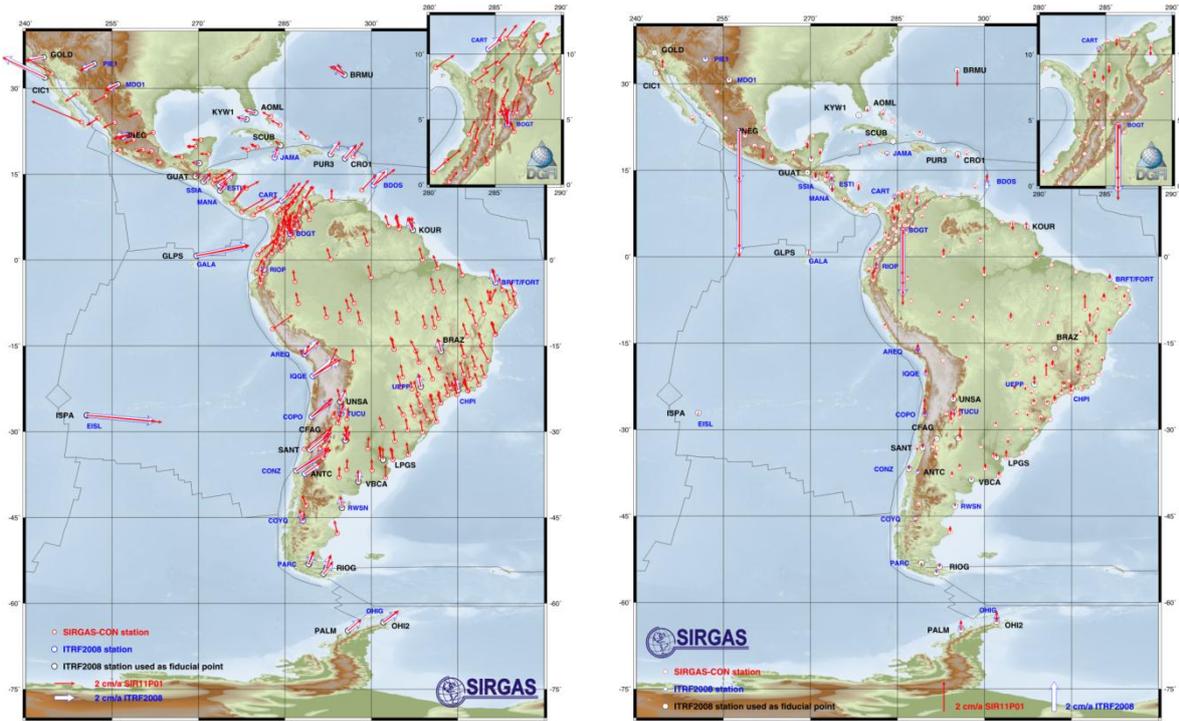


Fig.16. Velocidades horizontales y verticales de la solución SIR11P01, tomado de [59].

Debido al el cambio de coordenadas generado por el uso del IGS08 en lugar del IGS05 (Fig. 14), el cálculo de una nueva solución multianual requiere del reprocesamiento de las soluciones semanales utilizando el IGS08 como marco de referencia; para el efecto, es necesario esperar que el IGS adelante el reprocesamiento de sus productos semanales (órbitas, parámetros de orientación terrestre, coordenadas de las estaciones, etc.).

### Análisis de movimientos no lineales en la determinación del marco de referencia SIRGAS

El cálculo actual del ITRF y sus densificaciones (entre ellas SIRGAS) considera solamente los movimientos lineales (velocidades constantes) de las estaciones de referencia, omitiendo en general [29]:

- variaciones temporales (estacionales) generadas por efectos climáticos (i. e. deformaciones por carga atmosférica e hidrológica, cambio de temperatura por insolación, etc.);
- variaciones de periodo largo causadas por ejemplo por efectos hidrológicos (i. e. sequedad, variación del agua subterránea);
- variaciones a largo plazo (seculares) como consecuencia de, por ejemplo, extracción de agua o petróleo, recuperación post-glacial, etc.;
- efectos sísmicos, que generan no solo saltos en las series de tiempo de las coordenadas de las estaciones, sino también cambios en la tendencia lineal de su movimiento (velocidades).

En el caso concreto de las deformaciones causadas por terremotos, se acostumbra a representar el desplazamiento co-sísmico a través de una discontinuidad en las series de tiempo de las estaciones afectadas; mientras que los movimientos post-sísmicos son modelados mediante una secuencia de velocidades constantes válidas para periodos de tiempo muy cortos (ver por ejemplo la estación AREQ en las soluciones ITRF, Fig. 17). La confiabilidad

de esta estrategia se reduce considerablemente si los movimientos post-sísmicos son bastantes rápidos como en el caso del episodio ocurrido en Chile en febrero de 2010 (Fig. 18).

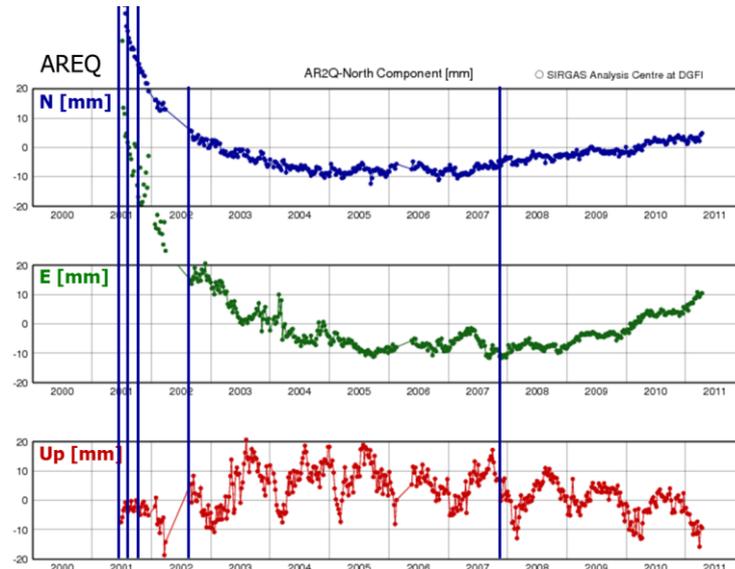


Fig. 17. Series de tiempo de la estación AREQ después del terremoto del 2001-06-23 y su representación a través de velocidades constantes, modificado de [29].

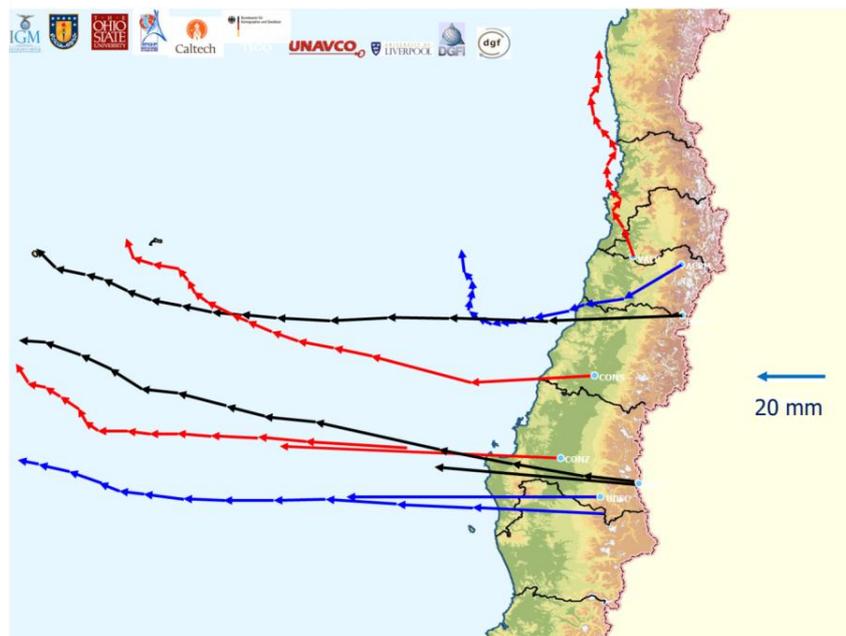


Fig. 18. Movimientos post-sísmicos detectados en el área afectada por el terremoto del Maule de febrero de 2010, tomado de [09].

Con el propósito de incrementar la precisión y confiabilidad de los marcos de referencia, es necesario identificar la mejor estrategia posible que permita modelar adecuadamente los movimientos no lineales de las estaciones que los conforman. Para el efecto, durante la Reunión SIRGAS2011, se ha establecido el proyecto MoNoLin (Incorporación de movimientos no lineales en marcos de referencia geodésicos) [Anexo 2], cuyas actividades tomarán como punto de partida los avances presentados por México [35], Chile [09] [50], Argentina [19], el Consejo Científico de SIRGAS [29] y el IGS RNAAC SIR [56] [59]. En tanto, se recomienda (ver Recomendación SIRGAS No. 1 del 12 de noviembre de 2010):

- a) Mejorar los sistemas de referencia nacionales mediante la instalación de más estaciones GNSS de operación continua con el fin de mantener un control preciso y continuo de las deformaciones tectónicas;
- b) Los monumentos pasivos que integran los marcos de referencia nacionales deben ser reemplazados lo más rápidamente posible por estaciones de operación continua. Cuando ello no sea posible, tales puntos deben ser reobservados inmediatamente luego de un evento sísmico;
- c) Los parámetros de transformación entre los marcos de referencia pre- y post-sismo deben calcularse sobre la base de series temporales de coordenadas semanales (no es posible utilizar criterios de similaridad o afinidad); tales transformaciones podrían utilizarse para interpolar los parámetros de transformación en sitios donde no existen estaciones de operación continua;
- d) Para posicionamiento preciso, los usuarios de GNSS deben utilizar las posiciones semanales de los puntos de referencia, evitando actualizar las posiciones mediante el uso de velocidades constantes.

### SIRGAS en Tiempo Real

Uno de los nuevos retos que se plantean dentro de las actividades de SIRGAS, es la adecuación, promoción y uso del marco de referencia en aplicaciones de tiempo (casi) real. La iniciativa de mayor trayectoria está comprometida con el fomento, uso y transferencia tecnológica de Ntrip (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) como medio de transmisión de correcciones GNSS en el área SIRGAS [38]. Este proyecto, llamado “SIRGAS en Tiempo Real”, fue iniciado en mayo de 2008 y muestra avances significativos en Argentina (Fig. 19, [17] [18] [52]), Brasil (Fig. 20), Uruguay [51] [64] y Venezuela [38]. Con el propósito de promover actividades afines en otros países de la región, se ha formulado un proyecto de cooperación internacional ante el IPGH, denominado “Evaluación de las Potencialidades y Aplicaciones de Ntrip en SIRGAS”. Este proyecto es coordinado por el Servicio Geográfico Militar del Uruguay y está encaminado a la realización de talleres de capacitación y experiencia empírica con Ntrip.



Fig. 19. Estaciones RAMSAC-NTRIP, tomado de [52].



Fig. 20. Red del servicio de posicionamiento en tiempo real RBMC-IP del IBGE, ver [www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/ntrip/](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/ntrip/).

Adicionalmente a los avances relacionados con el uso del Ntrip dentro de SIRGAS, se presentaron trabajos enfocados al incremento y verificación de la precisión en posicionamiento absoluto en Ecuador [53], Costa Rica [10] y Argentina [13]. En el caso específico de [13], se utilizaron los mapas ionosféricos regionales de SIRGAS en combinación con las órbitas y relojes ultra-rápidos del IGS, para incrementar la precisión en posicionamiento puntual preciso y en tiempo casi-real con intervalos menores de ocupación y utilizando un receptor GPS (doble frecuencia y código P) estático y en movimiento. Empíricamente se estableció que el tiempo de medición necesario para lograr una exactitud mejor que 10 cm en las componentes horizontales se reduce de 70 a 25 minutos y de 100 a 35 minutos para la componente vertical. Para trasladar esta experiencia del laboratorio a la práctica cotidiana es necesario: *i)* mejorar las facilidades disponibles en el Centro de Análisis Ionosférico de SIRGAS; *ii)* disponer de los medios de comunicación necesarios y *iii)* disponer del software de procesamiento en los receptores.

### **Análisis atmosférico basado en la infraestructura SIRGAS**

El Centro de Análisis de la Ionosfera de SIRGAS operado por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) continúa con la producción rutinaria de mapas de vTEC (vertical Total Electron Content) para América del Sur. Dichos mapas son generados con frecuencia horaria y están disponibles en formatos gráficos y ASCII. Estos mapas han contribuido con la evaluación y mejoramiento de la calidad de diferentes proyectos, entre los que se resaltan la resolución del IRI (*International Reference Ionosphere*) en la región SIRGAS, el posicionamiento con receptores GPS de una frecuencia y la capacidad de calcular correcciones ionosféricas para sistemas de aumentación basados en satélites. Complementariamente, el Centro de Procesamiento SIRGAS operado por el IGAC viene calculando de manera experimental valores TEC con base en la red SIRGAS-CON de densificación norte, haciendo énfasis en los algoritmos de interpolación más apropiados para aumentar la resolución espacial de los mapas obtenidos [12]. Sus resultados son validados mediante comparaciones con los mapas ionosféricos oficiales de SIRGAS. Con el propósito de extender el alcance de este tipo de actividades a toda la región SIRGAS, se ha presentado un proyecto de cooperación supranacional al IPGH, denominado “Contribución al estudio del cambio climático global y a la predicción meteorológica y del clima espacial”, con la participación de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Venezuela y Uruguay bajo la dirección de Virginia Mackern (aprobado por IPGH en 2010). Igualmente, el Centro de Análisis Ionosférico de SIRGAS ofrece la posibilidad de capacitación y uso de software orientado al estudio de variables ionosféricas a nivel nacional y local [Anexo 2].

Más allá del cálculo de parámetros ionosféricos, se adelantan estudios relacionados con la determinación del vapor de agua en la atmósfera en Colombia [12], Ecuador [66] y Argentina [16]; este último en particular compara los resultados obtenidos de observaciones GPS con los proporcionados por la misiones de altimetría satelital TOPEX y Jason, resaltando el alto nivel de correlación entre el retardo troposférico total obtenido de ambas técnicas [16]. De otra parte, [33] presenta la comparación entre la variación estacional de la altura de las estaciones SIRGAS ETCG (Heredia, Costa Rica) y NAUS (Manaus, Brasil) con diferentes efectos geofísicos, como carga atmosférica derivada de observaciones meteorológicas y alturas de agua equivalente obtenidas de GRACE. El objetivo central es el modelado de dichos efectos para establecer su correlación con las variaciones verticales periódicas detectadas en las series de tiempo de las estaciones GNSS. El desarrollo de este tipo de estudios será parte integral del proyecto MoNoLin [Anexo 2].

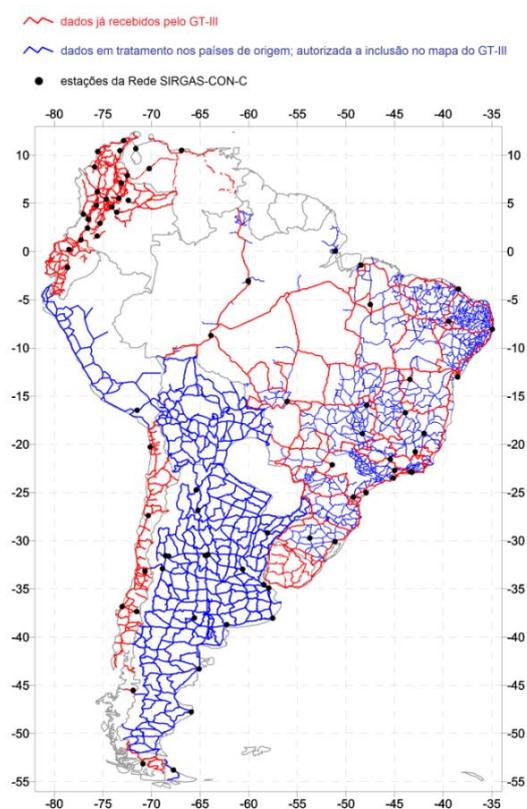
### **Avances orientados a un datum vertical unificado para la región SIRGAS**

El ITRF y sus densificaciones regionales como SIRGAS, proveen un marco de referencia geométrico muy preciso (coordenadas geométricas con precisiones al rededor del 1 mm) a

nivel global. En la actualidad, no existe un equivalente para las coordenadas físicas (geoide, alturas físicas), pues éstas presentan discrepancias asociadas a las variaciones temporales y geográficas del nivel medio del mar; las reducciones gravimétricas aplicadas a las mediciones de nivelación, a la omisión de movimientos verticales de la corteza, etc. De allí, uno de los objetivos primordiales en la geodesia moderna es el establecimiento de un sistema de referencia vertical global y unificado que permita [58]:

- Proveer un marco de referencia confiable para el análisis y modelado de fenómenos relacionados con el campo de gravedad terrestre (p.ej. variaciones del nivel medio del mar de escalas locales a escalas globales, redistribución de masas en océanos, continentes e interior terrestre, etc.);
- Combinar de manera consistente alturas geométricas y físicas para aprovechar al máximo las ventajas de la geodesia apoyada en técnicas satelitales (p.ej. combinación de GNSS con modelos de gravedad para la determinación precisa de alturas a nivel mundial).

En el ámbito de SIRGAS, las actividades correspondientes son coordinadas por el Grupo de Trabajo 3 (SIRGAS-GTIII: Datum Vertical), cuyos esfuerzos se concentran actualmente en el establecimiento de una red vertical continental que incluya [58]: mareógrafos de referencia, puntos nodales de las redes verticales de primer orden, puntos fronterizos que sirvan para conectar las redes verticales de países vecinos y estaciones de referencia SIRGAS. En cada punto de la red de referencia debe conocerse la altura elipsoidal referida a SIRGAS y a una época común, el número geopotencial con respecto al mareógrafo local (en puntos fronterizos dos números geopotenciales) y la ondulación (cuasi)geoidal local. De acuerdo con ello, [40] describe los detalles prácticos a ser tenidos en cuenta en la información vertical puesta a disposición por los países miembros en pro del establecimiento de esta red continental. La Fig. 21 muestra los datos disponibles actualmente (puntos rojos) y aquellos que están siendo preparados (puntos azules) para su pronta entrega al SIRGAS-GTIII.



**Fig. 21.** Líneas de nivelación con gravedad puestas a disposición del SIRGAS-GTIII para el ajuste continental de números geopotenciales.

Con respecto a la preparación de datos de nivelación y gravedad se resalta la entrega por parte de Argentina de desniveles internodales en diciembre de 2010, el ajuste de números geopotenciales en el Ecuador continental [26], la depuración de datos verticales en Brasil [44] [45] y las actividades de mantenimiento y extensión (remediación) de las redes de nivelación en Perú [39], Guatemala [27], El Salvador [05] [31], Colombia [46] y Guyana [61]. Paralelamente, se presentaron iniciativas encaminadas a la modernización de las redes gravimétricas nacionales de referencia de Perú [39] y Costa Rica [23] y el cálculo de modelos geoidales locales en El Salvador [05] y Ecuador [65]. En este aspecto específico, SIRGAS recomienda a sus países miembros a acudir y participar activamente en las actividades de la Comisión 2 (Campo de Gravedad) de la Asociación Internacional de Geodesia, específicamente en la Sub-

Comisiones 2.1 (Gravimetría y redes de gravedad) y 2.4 (Determinación regional del geoide) [Anexo 2].

El SIRGAS-GTIII viene prestando soporte técnico referente a la organización inicial y el tratamiento de los datos de nivelación, gravimetría y mareógrafos a los diferentes países mediante visitas de cooperación, entre las cuales se destacan las estadías en el Instituto Geográfico Nacional del Perú en noviembre de 2010 y en el Instituto Geográfico Militar de Ecuador en abril de 2011. Durante estas dos visitas se acordaron diferentes aspectos técnicos con los profesionales nacionales involucrados en la cuestión vertical y se presentaron los programas computacionales necesarios para el procesamiento de los desniveles observados. Durante la reunión SIRGAS2011 se establecieron contactos encaminados a actividades similares con Colombia, Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Argentina.

Con el propósito de continuar avanzando en el establecimiento de un sistema vertical unificado para la región SIRGAS, se ha generado una resolución SIRGAS 2011 que reitera la importancia de la participación homogénea de todos los países en las actividades correspondientes, incluyendo Centro América y México [Anexo 2]. Complementariamente, se ha presentado al IPGH el proyecto “Observación de las variaciones del nivel medio del mar en la costa pacífica de Latinoamérica”, con la participación de México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú y Chile bajo la dirección de William Martínez (aprobado sin financiación en 2010; presentado nuevamente en 2011).

### **SIRGAS en el ámbito nacional: reporte de los países miembros**

Durante la Reunión SIRGAS2011, se presentaron reportes asociados a las actividades SIRGAS desarrolladas en el ámbito nacional por Argentina [19] [52], Brasil [44] [45], Chile [09] [50], Colombia [46], Costa Rica [04] [10] [23] [55] [67], Ecuador [26] [68], El Salvador [05] [31], Guatemala [27], Guyana [61], Honduras [47], México [35], Panamá [24] [25] [28], Perú [39] [62], Uruguay [51] [64] y Venezuela [38].

En general, cada reporte incluyó información asociada al marco de referencia actual, las regulaciones legales para la adopción y uso de SIRGAS, convenciones aplicadas, recursos humanos y económicos disponibles para el mantenimiento y extensión de las redes de referencia (geocéntrica, vertical y gravimétrica), sistemas de coordenadas planas, infraestructuras de datos espaciales, documentación y herramientas de apoyo para facilitar el empleo de los marcos de referencia nacionales por parte de sus usuarios y las actividades planificadas para continuar con el mantenimiento de las redes de referencia nacionales. Se resalta la participación de todos los países de América Central (excepto Belice), la asistencia por primera vez de un representante de Guyana y la propuesta de establecer Centros de Procesamiento SIRGAS en Chile [50], Colombia [01], Costa Rica [49], Panamá [24] y Perú [62].

### **Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en Sistemas de Referencia**

El mantenimiento y uso de SIRGAS en los países de la región es apoyado mediante diferentes actividades orientadas a la formación de recursos humanos. Estas actividades pueden dividirse en dos categorías: una dirigida al establecimiento de Centros de Análisis asociados a SIRGAS, la cual se basa en cursos teóricos-prácticos para el procesamiento y análisis de las observaciones GNSS de acuerdo con los estándares, convenciones y metodologías establecidos por la IAG. La otra categoría está dirigida a optimizar el aprovechamiento de los productos SIRGAS y abarca las llamadas Escuelas IAG-IPGH-SIRGAS en Sistemas de Referencia.

La primera Escuela se desarrolló en Bogotá (Colombia), entre el 13 y el 17 de julio de 2009 y fue atendida por 120 participantes de 12 países latinoamericanos y de El Caribe. La segunda fue albergada por el Instituto Geográfico Nacional del Perú y se desarrolló en Lima, entre los días 8 y 10 de noviembre de 2010, con la asistencia de 112 participantes provenientes de 13 países del continente. La tercera escuela se llevó a cabo previamente a la Reunión SIRGAS2011 durante los días 3, 4 y 5 de agosto de 2011 en Heredia (Costa Rica) y fue hospedada por la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la Universidad Nacional (UNA). En esta oportunidad se contó con 116 asistentes procedentes de 17 países. Los tópicos desarrollados se resumen en:

- a) Tipos de coordenadas, definiciones, relaciones y transformaciones;
- b) Sistemas y Marcos de referencia geodésicos (ICRS/ICRF, ITRS/ITRF, densificaciones regionales y nacionales);
- c) Determinación precisa de posiciones y velocidades de las estaciones de referencia mediante GNSS, incluyendo compensación de errores y ajuste de redes con respecto al ITRF;
- d) Sistema de referencia vertical, alturas geométricas y físicas, superficies de referencia, unificación de los sistemas de alturas;
- e) Definición, realización y uso de SIRGAS en aplicaciones prácticas y científicas.

### **Cambios en el Comité Ejecutivo de SIRGAS: nuevos Representantes Nacionales [14]**

2011-04-28: Nuevo representante principal Honduras  
Fausto Ramírez, Director General de Catastro y Geografía

2011-04-01: Integración de GUYANA a SIRGAS  
Representante principal: Rene Duesbury, Guyana Lands and Surveys Commission  
Representante suplente: Hilton Cheong, Guyana Lands and Surveys Commission

2010-11-22: Nuevo representante suplente de Brasil  
Maria Cristina Barboza Lobianco, Dirección de Geociencias, IBGE

2010-12-02: Nuevos representantes Uruguay  
Principal: Norbertino Suárez, Jefe División Geodesia, Servicio Geográfico Militar (SGM)  
Suplente: José M. Pampillón, Responsable del Centro de Procesamiento URY, SGM

2011-01-10: Nuevo representante suplente Bolivia  
Edson Peñaranda, Instituto Geográfico Militar

2011-05-12: Nuevos representantes Perú  
Principal: Edgar Huarajo Casaverde, Dirección General de Cartografía, IGN.  
Suplente: Julio Saenz Acuña, Dirección de Geodesia, IGN.

### **Participación de SIRGAS en grupos de trabajo internacionales [14]**

- Subcomisión 1.3 b de la Asociación Internacional de Geodesia (Sistema de Referencia Regional para Centro y Suramérica).
- Proyecto Intercomisión 1.2 de la Asociación Internacional de Geodesia: Marcos Verticales de Referencia.
- Grupo de Trabajo de la IAG en Campos detallados regionales de velocidades.
- Comité Internacional en GNSS - ONU.
- Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del IPGH.

## Participación de SIRGAS en reuniones internacionales entre octubre de 2010 y julio de 2011 [14]

- IUGG General Assembly. IAG Symposium G01: Reference Frames from Regional to Global Scales. June 30, 2011. Melbourne, Australia.
- IUGG 2011 General Assembly. IAG Symposium G06: Towards a unified World Height System. July 4, 2011. Melbourne, Australia.
- Celebración del Aniversario No. 83 del Instituto Geográfico Militar de Ecuador, Abril 8, 2011. Quito, Ecuador.
- Curso avanzado de posicionamiento por satélites, Noviembre 22, 2010. Madrid, España.
- International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications 2010. Noviembre 29-30, 2010. Bruselas, Bélgica.
- III Seminario de Geomática, Sociedad Colombiana de Ingenieros. Octubre 27 - 29, 2010. Bogotá, Colombia.
- IAG Commission 1 Symposium 2010, Reference Frames for Applications in Geosciences (REFAG2010). Octubre 4 - 8, 2010. Marne-la-Vallée, Francia.

## Reunión del Consejo Directivo de SIRGAS

Desde el punto de vista organizativo, SIRGAS conforma la Subcomisión 1.3b (Marco de Referencia para Centro y Suramérica) de la Comisión 1 (Marcos de Referencia) de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), y a su vez, constituye el Grupo de Trabajo SIRGAS de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH). La interacción con la IAG asegura que SIRGAS se mantenga en la vanguardia de los avances científicos internacionales que, al presente, se hallan expresados por “Sistema Global de Observación Geodésica (GGOS)”. La interacción con el IPGH garantiza una transferencia efectiva de conocimientos y servicios a los estados latinoamericanos, conforme con los lineamientos de la “Agenda Panamericana 2010 - 2020”.

SIRGAS es una organización sin fines de lucro cuyo funcionamiento se basa principalmente en los recursos materiales y humanos aportados voluntariamente por más de 50 entidades y, en menor medida, por subsidios otorgados con regularidad anual por la IAG y el IPGH. La organización es gobernada por un Comité Ejecutivo, conformado por el Presidente y Vicepresidente de SIRGAS y los Presidentes de los Grupos de Trabajo. La principal misión de ese Comité es ejecutar las políticas definidas por el Consejo Directivo, cuerpo principal de la organización, constituido por un representante de cada país miembro (diecinueve en la actualidad) y uno de cada entidad patrocinadora. Las actividades son llevadas adelante por los Grupos de Trabajo, con el apoyo de un Consejo Científico que presta asesoría en la materia.

De acuerdo con el Estatuto SIRGAS vigente, el Consejo Directivo debe reunirse cada cuatro años con el propósito de renovar las autoridades SIRGAS: Presidente y Vicepresidente. La última reunión se celebró en Bogotá, Colombia, entre el 7 y el 8 de junio de 2007 y por tanto, junto con la Reunión SIRGAS2011 se convocó a los Representantes Nacionales y a los Delegados de la IAG y del IPGH para efectuar el procedimiento del caso. A continuación se describen los puntos tratados durante dicha reunión.

## Modificación del Estatuto SIRGAS

De acuerdo con las conclusiones emanadas de la Reunión SIRGAS 2010 (noviembre 11 y 12 de 2010, Lima, Perú, ver Boletín SIRGAS No. 15) y según los comentarios allegados por diferentes personas relacionadas y comprometidas con SIRGAS, se adelantó una revisión del Estatuto

vigente desde el 22 de octubre de 2002, con el propósito de actualizar su contenido y hacerlo compatible con la estructura y funcionamiento actuales. El Estatuto original fue modificado y ambas versiones (original y modificada) fueron circuladas vía e-mail el 19 de marzo de 2011 entre los 21 miembros del Consejo Directivo a fin de obtener su aprobación. En esa oportunidad, Guayana aún no era miembro de SIRGAS y por tanto no participó en este proceso.

Como resultado se recibieron 16 votos, todos ellos a favor de la modificación (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, IAG, IPGH). Los 5 miembros restantes (Colombia, Costa Rica, Panamá, Canadá y NGA: *National Geospatial-Intelligence Agency*) no se manifestaron de ninguna forma. El nuevo Estatuto SIRGAS está en vigencia desde el 9 de mayo de 2011.

Las principales modificaciones se resumen en:

- a) La versión inicial de los Estatutos incluía la conjugación verbal en tiempo futuro. Dado que SIRGAS viene funcionando como tal desde hace más de 16 años, la conjugación verbal se cambió a tiempo presente. Por ejemplo, en lugar de “podrán” se incluye “pueden”, en lugar de “se comprometerán” se incluye “se comprometen”, etc.
- b) La versión inicial de los Estatutos hacía referencia al “Proyecto SIRGAS”; sin embargo, SIRGAS ya no es más un “proyecto”, sino una estructura organizativa en pleno funcionamiento. En consecuencia, la denominación “Proyecto SIRGAS” se reemplazó explícitamente por “SIRGAS”.
- c) Las actividades del Grupo de Trabajo 2 se concentran actualmente en apoyar a los países miembros en el desarrollo de las actividades SIRGAS a nivel nacional. Su objetivo primario “definición del datum geocéntrico” fue alcanzado hace mucho tiempo y, por tanto, se le asignó como nuevo nombre “SIRGAS en el Ámbito Nacional”, en lugar de “Datum Geocéntrico”.
- d) Se intercambiaron las denominaciones “Consejo Directivo” y “Comité Ejecutivo” a fin de que ellas concuerden mejor con los roles que esos cuerpos ejercen. En otras palabras: lo que el Estatuto original denominaba “Comité Ejecutivo” es, en la práctica, el cuerpo que dirige las políticas de SIRGAS, de allí, en el nuevo Estatuto pasa a llamarse “Consejo Directivo”. Complementariamente, lo que el Estatuto original denominaba “Consejo Directivo” es, en los hechos, el cuerpo que ejecuta aquellas políticas, por tanto, en el nuevo Estatuto éste pasa a llamarse “Comité Ejecutivo”.
- e) La *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), ahora NGA, quien promovió, junto con la IAG y el IPGH, la creación y puesta en funcionamiento de SIRGAS, no está interesada en continuar formando parte del Comité Ejecutivo (Consejo Directivo en la nueva versión) de SIRGAS. Dado que la membresía correspondiente se exponía en la versión inicial de los Estatutos, fue necesario incluir la modificación respectiva para que NIMA no continúe siendo miembro del Consejo Directivo.
- f) Se incluyó un nuevo órgano dentro de SIRGAS que regula el establecimiento de proyectos específicos. Con este cambio se busca actualizar la estructura de SIRGAS para darle cabida organizativa a iniciativas como “SIRGAS en Tiempo Real”, “SIRGAS Iono”, “SIRGAS-GLONASS”, etc.
- g) Finalmente, se incluyó un artículo que regula la modificación y actualización de los Estatutos, pues este aspecto no estaba considerado en la versión inicial de los mismos.

### **Elección de Presidente y Vicepresidente para el periodo 2011 - 2015**

Con el propósito de garantizar transparencia en el proceso electoral correspondiente se solicitó el apoyo de los colegas Héctor Rovera (Uruguay), Víctor Cioce (Venezuela) y José Francisco Valverde (Costa Rica) para que se hicieran cargo de coordinar la recepción de postulaciones y la elección posterior. Héctor, Víctor y Francisco han estado comprometidos

con SIRGAS desde su acercamiento inicial hace varios años y no forman parte del Consejo Directivo, es decir que ellos no están habilitados para participar en la votación. A continuación se incluye su reporte sobre la elección de las autoridades SIRGAS para el periodo 2011 - 2015.

El proceso electoral se desarrollo vía e-mail de acuerdo con las siguientes etapas:

- a) Postulación de posibles candidatos por parte de los miembros del Consejo Directivo (Representantes Nacionales + Representante del IPGH + Representante de la IAG);
- b) Aceptación o declinación de la candidatura por parte de las personas postuladas en el paso anterior;
- c) Consolidación de la lista final de candidatos con base en los documentos de aceptación solicitados, a saber
  - Una carta mediante la que se acepta la candidatura;
  - Hoja de vida resumida en la que se resalta el desempeño dentro de SIRGAS; y
  - Una carta firmada por el representante legal de la entidad donde trabaja en la que se declare que esa entidad respalda al candidato para que desarrolle sus funciones como presidente o vicepresidente en caso de resultar elegido.
- d) Votación final por parte de los miembros del Consejo Directivo.

Las postulaciones recibidas fueron:

Claudio Brunini como Presidente: 14  
Laura Sánchez como Vicepresidente: 14  
Laura Sánchez como Presidente: 1  
Roberto Luz como Vicepresidente: 1

Laura Sánchez y Roberto Luz no aceptaron ser candidatos a Presidente y Vicepresidente (respectivamente); en tanto que, Claudio Brunini y Laura Sánchez accedieron a continuar en las funciones que hasta ahora vienen desempeñando, es decir como Presidente y Vicepresidente, respectivamente.

De acuerdo con ello, los candidatos finales fueron Claudio Brunini a Presidente y Laura Sánchez a Vicepresidente. Después de adelantar la votación final, se recibieron en total 16 de votos, todos ellos a favor. Los 5 miembros restantes no se manifestaron de ninguna forma. Se omite su nombre, dada la reserva del voto.

### **Actividades desarrolladas y nuevas perspectivas**

El Anexo 1 resume las actividades más importantes llevadas a cabo durante el periodo 2007 - 2011; los detalles de las mismas se presentan en los Boletines SIRGAS No. 13, 14, 15 y 16 y en la documentación (exposiciones, artículos, reportes, etc.) contenida en la página web [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org). Si bien el Presidente y la Vicepresidente son los editores del informe de actividades, se reconoce primordialmente el trabajo, apoyo y contribución de cada una de las personas y entidades comprometidas con SIRGAS, especialmente los miembros del Consejo Directivo, del Consejo Científico, de los Grupos de Trabajo, de los Proyectos y de los Centros de Datos y de Análisis. La componente fundamental de SIRGAS no es el marco de referencia propiamente dicho, sino el tejido humano que hace posible su funcionamiento y avance.

De acuerdo con la experiencia ganada durante estos cuatro años que terminan y teniendo presente los nuevos retos que deben afrontarse de cara a la geodesia global y el uso práctico y efectivo de sus productos, los quehaceres de SIRGAS para el periodo 2011 - 2015 estarán encaminados a:

- a) Impulsar las actividades del SIRGAS-GTIII (Datum Vertical), de modo que el marco de referencia físico (dependiente del campo de gravedad) alcance precisiones equiparables a las del marco de referencia (geométrico) geocéntrico;
- b) Apropiar y desarrollar criterios de vanguardia que le permitan al SIRGAS-GTI (Sistema de Referencia) y al SIRGAS-GTII (SIRGAS en el Ámbito Nacional) seguir manteniendo con la mayor calidad posible el marco de referencia continental y sus densificaciones nacionales;
- c) Fomentar una interacción mucho más cercana entre el SIRGAS-GTII (SIRGAS en el Ámbito Nacional) y las entidades nacionales a cargo de los marcos de referencia en pro de definir estándares y convenciones que faciliten el uso práctico de los productos SIRGAS;
- d) Promover actividades científicas que vayan más allá del análisis rutinario del marco de referencia y que abarquen temas de investigación que contribuyan con el GGOS de la IAG y con la Agenda Panamericana del IPGH.

En principio, se abordarán los siguientes frentes de trabajo:

#### Datum vertical:

- Extender las actividades del SIRGAS-GTIII a Centro América y México;
- Organizar dos talleres de trabajo dedicados exclusivamente a las actividades del SIRGAS-GTIII. El primer taller se concentrará en la consolidación de los datos de nivelación y gravedad, así como en el ajuste continental de las redes verticales en términos de números geopotenciales y, dependiendo de sus resultados, el segundo taller sería una extensión de éste o se dedicaría al análisis conjunto de datos de altimetría satelital, registros mareográficos y posicionamiento GPS en mareógrafos;
- Perfeccionar e implementar en la práctica la metodología diseñada para la unificación de los sistemas de alturas existentes en la region SIRGAS;

#### SIRGAS a nivel nacional:

- Continuar la realización de las escuelas SIRGAS en Sistemas de Referencia e implementar actividades similares de capacitación en otros temas de importancia como análisis científico de datos GNSS, aplicaciones en tiempo real, análisis atmosférico basado en GNSS, modelado de deformaciones de la corteza terrestre, etc.;
- Orientar los esfuerzos del SIRGAS-GTII hacia la generación de estándares, procedimientos y especificaciones para el tratamiento de la información espacial apoyada en SIRGAS;
- Contribuir a la implementación de SIRGAS en los países miembros mediante la generación de soluciones en temas no geodésicos, p. ej, catastro y cartografía;
- Orientar las actividades de remediación (de ser necesario) de las redes GPS pasivas nacionales y realizar los pasos sugeridos por la Asesoría Científica de SIRGAS para mitigar el impacto de eventos sísmicos en los marcos de referencia;
- Promover e instrumentar servicios en tiempo real basados en la infraestructura SIRGAS de modo que un mayor número de usuarios tengan acceso al marco de referencia;

#### Densificación del marco de referencia continental:

- Instalar más centros de procesamiento en América Latina, operados por países que aún no han instalado ninguno. La idea básica continúa siendo que cada país tenga un centro de procesamiento SIRGAS que genere soluciones de la red nacional correspondiente para que sea combinada con las demás soluciones nacionales y con la red continental;
- Orientar las iniciativas relacionadas con la puesta en operación de nuevos centros de procesamiento en países que ya tienen uno en funcionamiento, a enfrentar problemas aún no resueltos dentro de SIRGAS;
- Evaluar la viabilidad de agregar un nuevo nivel en la jerarquía de estaciones SIRGAS para facilitar la integración del creciente número de estaciones nacionales permanentes en el marco de referencia continental;

**Análisis del marco de referencia SIRGAS**

- Procesar de manera experimental observaciones GLONASS para identificar la conveniencia de su análisis rutinario como parte de la realización del marco de referencia en forma análoga al GPS;
- Abordar la investigación sobre el modelado de movimientos no lineales dentro del cálculo del marco de referencia, especialmente las variaciones estacionales y los desplazamientos causados por eventos sísmicos;
- Definir una metodología que permita la transformación precisa de coordenadas asociadas a épocas diferentes, en particular entre marcos de referencia pre- y post-sísmicos;
- Evaluar la posibilidad de calcular y utilizar marcos de referencia en tiempo casi-real en lugar de aquellos basados en velocidades constantes;

**Estudios atmosféricos:**

- Perfeccionar el modelo ionosférico de SIRGAS para que incluya una mejor distribución de la densidad de electrones tomando como base observaciones GNSS sobre la superficie terrestre y en receptores satelitales;
- Desarrollar un servicio orientado al cálculo de contenido de vapor de agua en la atmosfera a partir de mediciones GNSS;

**Difusión de resultados**

- Interactuar con colegas afines globalmente para mantener el intercambio científico y técnico necesarios para garantizar el avance de SIRGAS;
- Hacer presencia internacional mediante la participación en reuniones especializadas, la publicación de artículos científicos y técnicos y el mantenimiento continuado del portal [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).

**Directorio del Consejo Directivo a la fecha de la Reunión (status agosto 10 de 2011)**

Representante Principal	Representante Suplente
<b>Argentina</b>	
DANIEL DEL COGLIANO UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA LA PLATA, ARGENTINA E-mail: daniel@fcaglp.unlp.edu.ar	ANDRÉS F. ZAKRAJSEK INSTITUTO ANTÁRTICO ARGENTINO DIRECCION NACIONAL DEL ANTARTICO E-mail: afz@dna.gov.ar, afz@mail.abaconet.com.ar
<b>Bolivia</b>	
ARTURO ECHALAR RIVERA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR LA PAZ, BOLIVIA E-mail: echalar690630@yahoo.fr	EDSON PEÑARANDA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR LA PAZ, BOLIVIA E-mail: edson_penaranda@hotmail.com
<b>Brasil</b>	
LUIZ PAULO SOUTO FORTES IBGE/DGC RIO DE JANEIRO, BRASIL E-mail: luiz.fortes@ibge.gov.br	MARIA CRISTINA BARBOZA LOBIANCO IBGE/DGC RIO DE JANEIRO, BRASIL, E-mail: maria.lobianco@ibge.gov.br
<b>Canadá</b>	
DENIS HAINS GEODETTIC SURVEY DIVISION NATURAL RESOURCES CANADA OTTAWA, CANADA E-mail: dhains@NRCan.gc.ca	NORMAN BECK GEODETTIC SURVEY DIVISION NATURAL RESOURCES CANADA OTTAWA, CANADA E-mail: Beck@NRCan.gc.ca

<b>Chile</b>	
RODRIGO MATURANA NADAL INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR SANTIAGO, CHILE E-mail: raturana@igm.cl	LAUTARO RIVAS INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR SANTIAGO, CHILE E-mail: lrivas@igm.cl
<b>Colombia</b>	
WILLIAM MARTINEZ DIAZ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI BOGOTÁ, COLOMBIA E-mail: wamartin@igac.gov.co	ALBERTO UMBARILA MADERO INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI BOGOTÁ, COLOMBIA E-mail: aumbaril@igac.gov.co
<b>Costa Rica</b>	
TOMAS MARINO HERRERA OVSICORI - UNIVERSIDAD NACIONAL HEREDIA, COSTA RICA E-mail: tmarino@una.ac.cr	MAX A. LOBO HERNANDEZ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL SAN JOSÉ, COSTA RICA E-mail: malobo@racsa.co.cr
<b>Ecuador</b>	
RICARDO COYAGO INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR QUITO, ECUADOR E-mail: ricardo.coyago@mail.igm.gob.ec	PATRICIO ZURITA INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR QUITO, ECUADOR E-mail: patricio.zurita@mail.igm.gob.ec
<b>El Salvador</b>	
CARLOS ENRIQUE FIGUEROA INSTITUTO GEOGRÁFICO Y DEL CATASTRO NACIONAL SAN SALVADOR, EL SALVADOR E-mail: cfigueroa@cnr.gob.sv	WILFREDO AMAYA ZELAYA INSTITUTO GEOGRÁFICO Y DEL CATASTRO NACIONAL SAN SALVADOR, EL SALVADOR E-mail: wamaya@cnr.gob.sv
<b>Guatemala</b>	
OSCAR CRUZ RAMOS INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA E-mail: ing.ocruZR@yahoo.es	FERNANDO OROXAN SANDOVAL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA
<b>Guyana</b>	
RENE DUESBURY GUYANA LANDS AND SURVEYS COMMISSION GEORGETOWN, GUYANA E-mail: r_duesbury@yahoo.com	HILTON CHEONG GUYANA LANDS AND SURVEYS COMMISSION GEORGETOWN, GUYANA E-mail: hilton_a_cheong@yahoo.com
<b>Honduras</b>	
FAUSTO RAMÍREZ INSTITUTO DE LA PROPIEDAD DIRECCION GENERAL DE CATASTRO Y GEOGRAFÍA TEGUCIGALPA, HONDURAS E-mail: analisisfa@yahoo.com	OSCAR ANDRÉS MEZA INSTITUTO DE LA PROPIEDAD DIRECCION GENERAL DE CATASTRO Y GEOGRAFÍA TEGUCIGALPA, HONDURAS E-mail: omeza1257@hotmail.com
<b>México</b>	
ANTONIO HERNÁNDEZ NAVARRO INEGI AGUASCALIENTES, MÉXICO E-mail: antonio.hernandez@inegi.org.mx	RAÚL ÁNGEL GÓMEZ MORENO INEGI AGUASCALINETES, MÉXICO E-mail: raul.gomez@inegi.org.mx
<b>Nicaragua</b>	
WILMER MEDRANO SILVA INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES MANAGUA, NICARAGUA E-mail: medranoswil@yahoo.com	RAMON ÁVILES ABURTO INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES MANAGUA, NICARAGUA E-mail: ramon.aviles@gc.ineter.gob.ni
<b>Panamá</b>	
ISRAEL SÁNCHEZ INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"	JAVIER CORNEJO INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

PANAMÁ 5, PANAMÁ E-mail: direccionigtg@anati.gob.pa	PANAMÁ 5, PANAMÁ E-mail: jcornejo1223@hotmail.com
Paraguay	
LORENZO ANTONIO CENTURION CARMONA DIRECCIÓN DEL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR ASUNCIÓN, PARAGUAY E-mail: disergemil@gmail.com	GERARDO FLORENTINO ALARCON ROJAS DIRECCIÓN DEL SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR ASUNCIÓN, PARAGUAY E-mail: disergemil@gmail.com
Perú	
EDGAR HUARAJA CASAVARDE INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL LIMA, PERÚ E-mail: edgar_hc2002@hotmail.com	JULIO SÁENZ ACUÑA INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL LIMA, PERÚ E-mail: juliosaenz_27@hotmail.com
Uruguay	
NORBERTINO SUÁREZ SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR MONTEVIDEO, URUGUAY E-mail: norbertinosuarez@gmail.com	JOSE MARÍA PAMPILLÓN SERVICIO GEOGRÁFICO MILITAR MONTEVIDEO, URUGUAY E-mail: jmpb77@hotmail.com
Venezuela	
JOSÉ NAPOLEÓN HERNÁNDEZ INSTITUTO GEOGRÁFICO DE VENEZUELA "SIMÓN BOLÍVAR" CARACAS, VENEZUELA E-mail: jhernandez@igvsb.gov.ve	MELVIN JESÚS HOYER ROMERO UNIVERSIDAD DE ZULIA MARACAIBO, VENEZUELA E-mail: mhoyer@luz.edu.ve
Asociación Internacional de Geodesia	
HERMANN DREWES ALFONS-GOPPEL-STR. 11 D-80539 MUNICH, ALEMANIA E-mail: drewes@dgfi.badw.de	
Instituto Panamericano de Geografía e Historia	
ALEJANDRA COLL ESCANILLA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA SANTIAGO, CHILE E-mail: acoll@utem.cl, ctactil@utem.cl	

## Próxima Reunión SIRGAS [15]

La Reunión SIRGAS2012 se llevará a cabo en octubre de 2012 en Concepción, Chile, y será hospedada por el Instituto Geográfico Militar y la Universidad de Concepción. Se planea programar dentro de la reunión una visita técnica al observatorio geodésico TIGO [36].

## Referencias

- [1] Aguilar Ruiz J.M., G. Castañeda Osorio (2011). Procesamiento de datos GNSS en GAMIT GLOBK como fase de entrenamiento a un futuro centro experimental de procesamiento SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [2] Almeida Lima M.A. de, A. L. da Silva (2011). Reporte del centro de procesamiento SIRGAS - IBGE. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [3] Almeida Lima M.A. de, A. L. da Silva (2011). Reporte del centro de procesamiento SIRGAS - IBGE, resumen extendido. IBGE, Río de Janeiro, 41p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [4] Álvarez Calderón A., J. Posam, J. Cornejo (2011). Actualización de coordenadas en la frontera entre Costa Rica y Panamá, Sixaola - Sector I. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).

- [5] Amaya W. (2011). Actualización del modelo de geoide en El Salvador. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [6] Arévalo Mora J.A. (2011). Herramienta gestora de archivos en formato RINEX para los centros de procesamiento SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [7] Ávila M.A., D. Monroy (2011). Herramienta informática LGPL para procesamiento de datos GNSS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [8] Ávila M.A., D. Monroy (2011). Herramienta LGPL para procesamiento de datos GNSS, resumen extendido. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 17p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [9] Báez J.C., H. Parra, R. Maturana (2011). Monitoreamiento del efecto postsísmico del terremoto del Maule a partir de observaciones GNSS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [10] Bastos S., G. Cordero, J. Moya. M. Varela (2011). Propuesta de comparación de las posiciones obtenidas por un replanteo GNSS en tiempo real y las determinadas por un levantamiento estático sobre una red urbana. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [11] Bolívar O.D., J. A. Arévalo, W. Martínez (2011). Reporte anual del centro de procesamiento SIRGAS operado por el IGAC. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [12] Bolívar O.D., N. Ramírez, W. Martínez (2011). Avance en el modelamiento de variables atmosféricas a partir de datos GNSS en Colombia. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [13] Brunini C., M. Gende, F. Azpilicueta (2011). Posicionamiento puntual preciso con receptores GPS geodésicos. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [14] Brunini C., L. Sánchez (2011). Estado actual de SIRGAS: reporte anual de las autoridades SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [15] Brunini C., L. Sánchez (2011). Reporte de las autoridades SIRGAS para el periodo 2007-2011. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [16] Calori A., G. Colosimo, M. Gende, C. Brunini, V. Mackern, M. Crespi (2011). Avances en el estudio del retardo troposférico a partir de comparaciones GNSS con Topex. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [17] Camisay M.F., M. V. Mackern, M. L. Mateo, C. Milone (2011). Aplicaciones NTRIP en Argentina: ventajas e inconvenientes encontrados. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [18] Camisay M.F., M. V. Mackern, M. L. Mateo, C. Milone (2011). Aplicaciones NTRIP en Argentina: ventajas e inconvenientes encontrados, resumen extendido. Facultad de Ingeniería de la Universidad Juan Agustín Maza y CONICET, Mendoza, 4p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [19] Cimbaro S., D. Piñón (2011). Resultados del centro de procesamiento del Instituto Geográfico Nacional de Argentina (GNA) . Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [20] Cioce V. M. Montero, M. Espinoza, M. Hoyer, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos (2011). Actividades desarrolladas por el centro de procesamiento y análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ) durante el período 2010-2011, resumen extendido. Universidad del Zulia, Maracaibo, 12p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [21] Cioce V., M. Montero, M. Hoyer, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos (2011). Procesamiento y análisis de observaciones satelitales GLONASS en el ámbito SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [22] Cioce V., M. Montero, M. Hoyer, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos (2011). Procesamiento y análisis de observaciones satelitales GLONASS en el ámbito SIRGAS, resumen extendido. Universidad del Zulia, Maracaibo, 9p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [23] Cordero G., M. Varela, S. Bastos, J. Moya (2011). Propuesta de la red gravimétrica de primer orden para Costa Rica. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).

- [24] Cornejo J. (2011). Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia": pasado, presente y futuro. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [25] Cornejo J. (2011). Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia": pasado, presente y futuro, resumen extendido. Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", Panamá, 3p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [26] Coyago R., A. Tierra, A. Robayo (2011). Cálculo de numeros geopotenciales del Ecuador continental. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [27] Cruz Ramos O., D. I. Gómez Gómez (2011). Red Geodésica Nacional de Guatemala: situación actual y perspectivas. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [28] Domínguez M. (2011). SIRGAS en Panamá. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [29] Drewes H., L. Sánchez, C. Brunini, M. V. Mackern (2011). Cómo mitigar el impacto de eventos sísmicos en los marcos de referencia? Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [30] Drewes H. (2011). Los servicios científicos de la IAG y el marco de referencia ITRF 2008. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [31] Figueroa C.E. (2011). Actualización de las redes geodésicas de El Salvador. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [32] Galván R., M. Gende, C. Brunini (2011). Estudio de las variaciones no lineales de la componente vertical de una estación SIRGAS-CON. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [33] Galván R., M. Gende, C. Brunini (2011). Estudio de las variaciones no lineales de la componente vertical de una estación SIRGAS-CON, resumen extendido. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Uiversidad Nacional de La Plata y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas CONICET, La Palta, 6p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [34] González Franco G.A. (2011). Reporte del centro de procesamiento INEGI 2011. INEGI, Aguascalientes, 3p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [35] González Franco G.A. (2011). Centro de procesamiento INEGI y cambio del marco geodésico en México. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [36] Hase H. (2011). Observatorio Geodésico TIGO - un modelo para GGOS? Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [37] Hase H. (2011). VLBI y VLBI 2010. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [38] Hoyer M., R. Pérez, G. Noguera, J. Fazán, S. Cimbaro, N. Suárez, G. Royero (2011). Actividades recientes del proyecto SIRGAS Tiempo Real. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [39] Huarajo Casaverde E. (2011). Iniciación de la red gravimétrica para la determinación del modelo geoidal para el Perú. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [40] Luz R. Teixeira (2011) en representación del SIRGAS-GTIII. Aspectos prácticos do tratamento de dados para envio ao GT-III. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [41] Mackern M.V., M. L. Mateo, A. V. Calori, A. M. Robin, M. F. Camisay (2011). Fortalecimiento del centro de procesamiento CIMA y aportes realizados desde el cálculo de las observaciones de la red SIRGAS-CON-D-Sur. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [42] Mackern M.V., L. Sánchez, C. Brunini, L. Mateo, A. Calori (2011). Evolución de la red SIRGAS-CON durante el año 2011. Cooperación y propuestas para el año en curso. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [43] Mackern M.V., M. L. Mateo, A. V. Calori, A. M. Robin, M. F. Camisay (2011). Reporte del Centro de Procesamiento CIMA. Centro de Ingeniería Mendoza Argentina. Mendoza, 24p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [44] Maio N.R. di, C. C. Santos da Silva, R. Rodrigues Pinheiro (2011). Primeros resultados de las evaluaciones de los datos enviados al proyecto SIRGAS-GTIII (Datum Vertical) debido al nuevo ajuste de la Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).

- [45] Maio N.R. di, C. C. C. Santos da Silva, R. Rodrigues Pinheiro (2011). Primeros resultados de las evaluaciones de los datos enviados al proyecto SIRGAS-GTIII (Datum Vertical) debido al nuevo ajuste de la Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, resumen extendido. IBGE, Río de Janeiro, 4p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [46] Martínez Díaz W. (2011). SIRGAS en Colombia: problemas y soluciones. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [47] Meza O.A. (2011). Red geodésica activa de Honduras y su enlace con SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [48] Montero M., V. Cioce, M. Espinoza, M. Hoyer, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos (2011). Actividades desarrolladas por el centro de procesamiento y análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ) durante el período 2010-2011. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [49] Moya J., S. Bastos, G. Cordero, M. Varela (2011). Centro local experimental de procesamiento SIRGAS en Costa Rica: expectativas y proyectos. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [50] Parra H., R. Maturana, C. Iturriaga, J. C. Baez, V. Piña, C. Mardones (2011). Red geodésica nacional SIRGAS-Chile. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [51] Pérez Rodino R. (2011). El proyecto SIRGAS como motor de desarrollo del conocimiento de la geodesia: un caso de estudio uruguayo. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [52] Piñón D., S. Cimbaro (2011). RAMSAC-NTRIP. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [53] Robayo A., M. Bonilla, A. Tierra (2011). Correcciones de retraso ionosférico en las mediciones de la falsa distancia GPS obtenida desde un navegador para posicionamiento absoluto. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [54] Robin A.M., M. L. Mateo. M. V. Mackern, A. V. Calori (2011). Cálculo experimental de la red SIRGAS-CON a partir de observaciones GLONASS y su comparación con GPS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [55] Rodríguez Rodríguez G., J. F. Valverde Calderon (2011). Redes GNSS en Costa Rica: propuesta de unificación. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [56] Sánchez L., M. Seitz, H. Drewes (2011). Cinemática del marco de referencia SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [57] Sánchez L., M. Seitz (2011). Actividades recientes del Centro Regional de Análisis Asociado del IGS para SIRGAS (IGS RNAAC SIR) . Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [58] Sánchez L., R. Luz (2011). Requerimientos para la unificación de los sistemas de alturas existentes en la Región SIRGAS. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [59] Sánchez L., M. Seitz (2011). Recent activities of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IG RNAAC SIR), DGFI Report No. 87, Munich, 48p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [60] Silva A.L. da, S. M. Alves Costa, M. A. de Almeida Lima (2011). Centro de combinación IBGE: resultados preliminares. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [61] Singh D. (2011). Geodetic infrastructure in Guyana. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [62] Solorzano Carrión A.E. (2011). Actualización del marco de referencia geodésico del Perú. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [63] Suárez N. R. (2011). Centro de Procesamiento SIRGAS-Uy: Reporte de actividades. Servicio Geográfico Militar, Montevideo, 5p. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [64] Suárez N. (2011). Red geodésica nacional activa de Uruguay (REGNA-ROU) y Centro Local de Procesamiento SIRGAS de Uruguay (SGM-Uy): Reporte de actividades. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [65] Tierra A. (2011). Modelo geoidal geométrico MGGE2011. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [66] Tierrra A., I. Álvarez (2011). NTRIP y vapor de agua en el Ecuador: primeros resultados. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).

- [67] Valverde Calderon J.F., G. Rodríguez Rodríguez (2011). Sistema de referencia geodésico de Costa Rica CR05. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).
- [68] Zurita P. (2011). Avances ecuatorianos en el ámbito geodésico. Presentado en la Reunión SIRGAS2011, Heredia, Costa Rica, agosto 8 -10. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org).

## Anexo 1: Informe de gestión correspondiente al periodo 2007 - 2011

Preparado por: Claudio Brunini, UNLP, Argentina y Laura Sánchez, DGFI, Alemania

### Introducción

Este informe abarca el periodo comprendido entre el 7 de junio de 2007 y el 10 de agosto de 2011, desarrollado bajo la presidencia y vicepresidencia de Claudio Brunini y Laura Sánchez, acompañados por los siguientes presidentes de los Grupos de Trabajo (GT):

Periodo	SIRGAS-GTI	SIRGAS-GTII	SIRGAS-GTIII
31/07/07 - 15/12/08	Sonia Costa IBGE - Brasil	Tomás Marino OVSICORI-Costa Rica	William Martínez IGAC - Colombia
16/12/08 - 10/08/11	Virginia Mackern UNC - Argentina	William Martínez IGAC - Colombia	Roberto Luz IBGE - Brasil

### Reuniones, Talleres y Escuelas

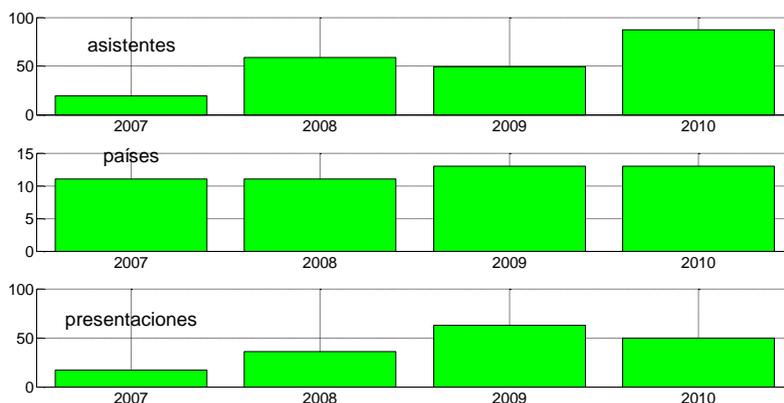
Durante el periodo cubierto por este informe se realizaron cinco Reuniones SIRGAS, un Taller del SIRGAS-GTI y tres Escuelas IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA:

- Reunión SIRGAS2007, IGAC, Bogotá, Colombia, 7 y 8 de junio de 2007 (19 asistentes de 11 países, 17 contribuciones).
- Segundo Taller del SIRGAS-GTI, SGM-Uy, Montevideo, Uruguay, 26 y 27 de mayo de 2008 (53 asistentes, 19 presentaciones + discusiones, resoluciones y recomendaciones).
- Reunión SIRGAS2008, en concordancia con la celebración “Cien Años de Geodesia en Uruguay”, SGM-Uy, Montevideo, Uruguay, 28 y 29 de mayo de 2008 (59 asistentes de 11 países, 36 contribuciones).
- Reunión SIRGAS2009, en concordancia con la Asamblea Científica de la IAG, Buenos Aires, Argentina, 31 de agosto al 4 de septiembre de 2009 (49 asistentes de 13 países, 63 contribuciones).
- Primera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA, IGAC, Bogotá, Colombia, del 13 al 17 de julio de 2009 (120 participantes de 12 países).
- Reunión SIRGAS2010, en concordancia con la Reunión 42 del Consejo Directivo del IPGH, IGN-Pe, Lima, Perú, 11 y 12 de noviembre de 2010 (89 asistentes de 13 países, 50 contribuciones).
- Segunda Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA, IGN-Pe, Lima, Perú, del 8 al 10 de noviembre de 2010 (112 participantes de 13 países).
- Reunión SIRGAS2011, ETCG-UNA, Heredia, Costa Rica, del 8 al 10 de agosto de 2011 (144 asistentes de 17 países, 55 contribuciones).
- Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA, ETCG-UNA, Heredia, Costa Rica, del 3 al 5 de agosto de 2011 (116 participantes de 17 países).

La Fig. (1) retrata con elocuencia el cambio de formato de las Reuniones SIRGAS, que dejaron de estar circunscriptas a los miembros de los Consejos Directivo y Ejecutivo y a los GT, y a la presentación de “informes nacionales”, para convertirse en un foro abierto a la comunidad y al debate de trabajos aceptados por un comité científico sobre la base de resúmenes enviados por los participantes.

---

Siglas de las instituciones mencionadas en el informe: DGFI: Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Alemania; ETCG-UNA: Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia de la Universidad Nacional, Costa Rica; IAG: International Association of Geodesy; IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; IERS: International Earth Rotation and Reference Systems Service; IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Colombia; IGM-Ec: Instituto Geográfico Militar, Ecuador; IGN-Pe: Instituto Geográfico Nacional, Perú; IGN-Ar: Instituto Geográfico Nacional, Argentina; IGS: International GNSS Service; IGS-RNAAC-SIR: IGS Regional Network Associated Analysis Centre for SIRGAS; INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México; IPGH: Instituto Panamericano de Geografía e Historia; LUZ: Universidad del Zulia, Venezuela; SGM-Uy: Servicio Geográfico Militar, Uruguay; UDELAR: Universidad de la República, Uruguay; UNC: Universidad Nacional de Cuyo, Argentina; UNLP: Universidad Nacional de La Plata, Argentina.



**Figura 1:** Asistentes a la reuniones SIRGAS 2007 (arriba, izquierda) y SIRGAS 2011 (arriba, derecha) y estadísticas de las Reuniones 2007, 2008, 2009 y 2010 (debajo).

Durante el Segundo Taller del SIRGAS-GTI (Montevideo, Uruguay, 26 al 27 de mayo de 2008) se discutieron los avances logrados por los Centros de Procesamiento Experimentales (CPE), los Centros de Combinación Experimentales (CCE) y el Centro Ionosférico Experimental (CIE) que habían sido establecidos por el Primer Taller (Río de Janeiro, agosto de 2006). Luego de evaluar su desempeño a lo largo de casi dos años de trabajo, SIRGAS promulgó una serie de resoluciones y recomendaciones orientadas a su oficialización y al establecimiento de nuevas pautas de trabajo.

Bajo la coordinación del SIRGAS-GTII se realizaron tres Escuelas IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS Sistemas de Referencia con el objetivo fue fortalecer los conceptos asociados con la generación y utilización de datos geodésicos fundamentales. Los temas abordados fueron: i) sistemas y marcos de referencia; ii) tipo de coordenadas; iii) determinación de coordenadas con GNSS; iv) sistemas de alturas; v) difusión y uso del SIRGAS.

SIRGAS también tomó a su cargo el dictado de un capítulo del “Curso Avanzado de Posicionamiento por Satélite”, desarrollado por el Programa Iberoamericano de Formación Técnica Especializada y dictado en la Universidad Politécnica de Madrid, en noviembre 2009 y 2010 y en el Filial que el programa mantiene en Montevideo (Uruguay), en mayo de 2010.

### Página web de SIRGAS

En agosto de 2007 la página se trasladó del servidor del IGN-Ar y se alojó en el dominio [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org), que fue adquirido al efecto. Bajo la responsabilidad de la Vicepresidencia, la página mantuvo una actualización permanente y en “tiempo real”. Es el principal enlace entre SIRGAS y la comunidad generadora y usuaria de información georreferenciada de América Latina, el Caribe y otras regiones del mundo; pone a disposición de los interesados todos los productos generados por SIRGAS; reafirma la presencia de SIRGAS en la Internet; y proporciona un portal de integración para los países miembros de SIRGAS, sirviendo como medio de apropiación, aprovechamiento y difusión de las actividades relacionadas con los marcos de referencia en la región.

### Centros de Procesamiento y Combinación en América Latina

Hacia junio de 2007 SIRGAS contaba con un solo Centro de Procesamiento Oficial (CPO): el IGS-RNAAC-SIR operado por DGFI. A este se sumaban cinco CPE operados por INEGI, IGAC, IBGE, UNLP e IGN-Ar y

tres CCE operados por IBGE, UNLP y DGFI. En agosto de 2007 UNLP cesaba la operación del CCE y transfería la responsabilidad del CPE a UNC. Para la fecha, los CCE reportaban diferencias menores de 44 y 21 mm (vertical y horizontal) entre las coordenadas calculadas por los distintos CPE.

Durante el Segundo Taller del SIRGAS-GTI volvía a evaluarse el desempeño de los CPE y los CCE, concluyéndose que tanto los CPE de IBGE, IGAC y UNC como los CCE de IBGE y DGFI habían alcanzado plena capacidad operativa y sus soluciones y combinaciones poseían calidad comparable; asimismo, se recomendaba a INEGI que incorporara en su procesamiento correcciones absolutas para las variaciones de los centros de fase de las antenas y a IGN-Ar que regularizara el envío de sus soluciones semanales. Consecuentemente, SIRGAS procedía a declarar CPO a IBGE, IGAC y UNC y Centros de Combinación Oficiales (CCO) a IBGE y DGFI. Al mismo tiempo, establecía que a partir del 31 de agosto de 2008, SIRGAS-CON se dividiría en una subred continental (SIRGAS-CON-C) que sería procesada por DGFI y tres subredes de densificación (SIRGAS-CON-D) que serían procesadas por los otros CPO. DGFI continuaría a cargo del IGS-RNAAC-SIR, generando las soluciones semanales combinadas libre y fija y las soluciones multianuales, mientras que IBGE actuaría como CCO redundante.

Para la fecha, se realizaba una convocatoria orientada a la instalación de CPE en todos los países del continente. La misma fue respondida rápidamente por IGM-Ec (enero de 2009), LUZ (marzo de 2009) y SGM-Uy (abril de 2009). En apoyo a esa convocatoria se dictaron dos cursos especializados para el establecimiento de los CPE, uno para el Instituto Geográfico Militar de Ecuador, en diciembre 2008, y el otro para el Servicio Geográfico Militar del Uruguay, en marzo 2009. En la Reunión SIRGAS 2009, los CCO reportaban que los nuevos CPE satisfacían los requerimientos de calidad, puntualidad y regularidad, y en enero de 2010 se concreta su oficialización.

En la misma Reunión los Institutos Geográficos de Chile, Perú y Bolivia y el Programa de Regularización de Catastro y Registro de Costa Rica manifestaban su interés por instalar CPE, iniciativa que, infortunadamente, no ha llegado a concretarse todavía.

En enero de 2011 se concretaba la oficialización de los CPE de IGN-Ar e INEGI, luego de que los CCO evaluaran la calidad, puntualidad y regularidad de las soluciones semanales calculadas por esos CPE y enviadas rutinariamente a SIRGAS desde noviembre de 2009.

Con todo ello, SIRGAS cuenta actualmente con 9 CPO y 2 CCO, lo que otorga al procesamiento de SIRGAS-CON una redundancia acorde con los estándares internacionales más exigentes.

### **Cambio en la estrategia para introducir el datum SIRGAS**

A partir del 1 de noviembre de 2009 los CCO comenzaban a aplicar una nueva estrategia elaborada por la Presidencia del SIRGAS-GTI en colaboración de los CCO y con la asesoría de los Consejeros Científicos. La principal innovación fue el uso de coordenadas de referencia extraídas de las soluciones semanales del IGS en lugar de coordenadas actualizadas con velocidades constantes. En la Reunión SIRGAS2010 se presentaban indicadores que certificaban la eficiencia de la nueva estrategia: la precisión de las coordenadas semanales se estimaba en  $\pm 0.9$  y  $\pm 2.5$  mm (horizontal y vertical), mientras que su exactitud (estimada a partir de las discrepancias con ITRF) se estimaba en  $\pm 1.7$  mm y  $\pm 3.7$  mm (horizontal y vertical).

### **Consistencia a través del tiempo del marco de referencia SIRGAS**

En la Reunión SIRGAS2010 se presentaban resultados que mostraron una gran consistencia entre las diferentes realizaciones de SIRGAS. Se comparaba SIRGAS1995 y SIRGAS2000 con la última solución multianual (SIR10P01); y las diferentes soluciones multianuales con el ITRF2008. Las mayores discrepancias ( $\sim 2$  cm) se presentaron para las soluciones referidas a ITRF94 e ITRF97. Las soluciones referidas a ITRF2000 e IGS05 mostraron discrepancias menores que  $\pm 5$  mm, confirmando las mejoras producidas por la acumulación de años de observaciones y el uso de mejores modelos, estándares y estrategias de procesamiento.

### **Respuesta frente a los terremotos de Chile y México**

En poco más de una semana SIRGAS puso a disposición de la comunidad información confiable y detallada sobre las deformaciones causadas por el terremoto de Chile (febrero de 2010) en el marco de

referencia del continente (Fig. 2). Para lograrlo hubo que modificar la estrategia de análisis habitual y calcular posiciones diarias de una selección de estaciones SIRGAS-CON, además de incluir puntos IGS05 ubicados en América del Norte, Europa, África y Antártica. La misma operatoria se repitió luego del terremoto de México (abril de 2010): SIRGAS calculó posiciones diarias para una selección de estaciones SIRGAS-CON, incluyendo 13 estaciones IGS05 ubicadas en Norteamérica.

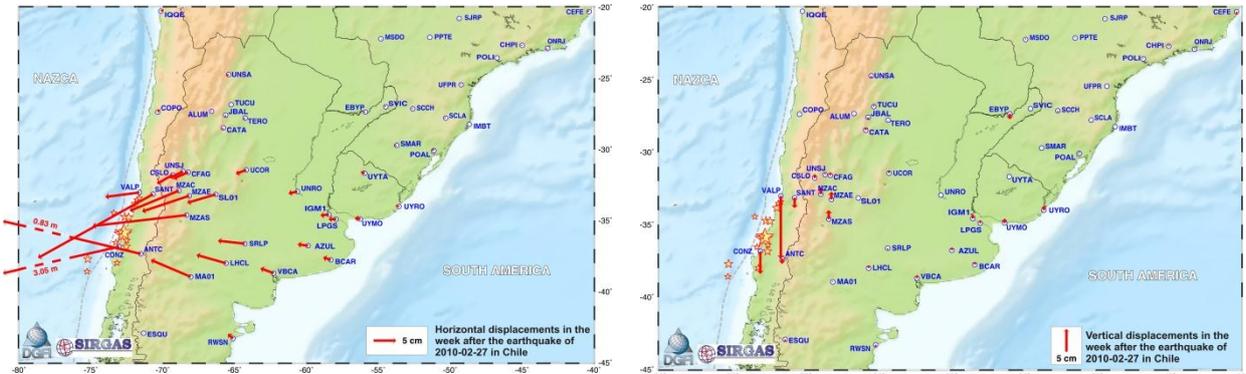


Figura 2. Desplazamientos horizontales (izquierda) y verticales (derecha) causados por el sismo de febrero de 2010 en las estaciones SIRGAS-CON.

### Mitigación del impacto de los terremotos en el marco de referencia

Eventos sísmicos como los que afectaron a Chile y a México han puesto a SIRGAS frente al desafío de elaborar mejores estrategias para definir y mantener el marco de referencia. Durante la Reunión SIRGAS2010 se formulaban las siguientes recomendaciones: i) aumentar la cantidad de estaciones GNSS de operación continua (estaciones CON); ii) reobservar los monumentos pasivos que integran los marcos de referencia nacionales inmediatamente luego de un evento sísmico; iii) calcular parámetros de transformación entre los marcos de referencia pre- y post-sismo sobre la base de series temporales de coordenadas semanales; y iv) utilizar las coordenadas de las soluciones semanales para los puntos de referencia (evitar la actualización con velocidades constantes).

### Crecimiento de SIRGAS-CON

La Fig. (3) muestra la forma en se agregaron estaciones en SIRGAS-CON a lo largo del periodo cubierto por este informe, pasando de 149 en julio de 2007 a 242 en julio de 2011.

En la Reunión SIRGAS2007 se identificaban las principales debilidades en SIRGAS-CON: i) dificultades para acceder a los datos dentro de las 3 semanas posteriores a la medición; ii) falta de información acerca de cambios en las estaciones; iii) falta de información sobre las razones que provocan interrupciones en las series de datos; iv) poca información acerca de la instalación de nuevas estaciones; v) malas conexiones con Internet; vi) interrupción en la accesibilidad a los datos durante los periodos de vacaciones; y vii) dificultades para establecer contacto con los responsables de las estaciones. Al presente, no ha resultado posible establecer en qué medida esas debilidades han sido superadas.

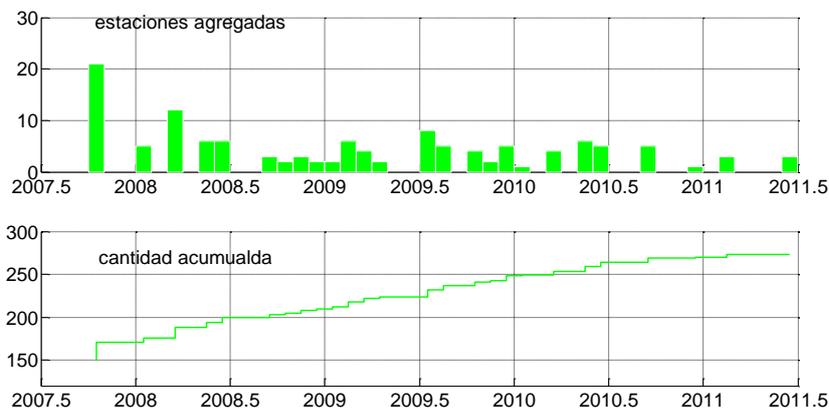


Figura 3. Crecimiento de SIRGAS-CON (no incluye las estaciones que fueron dadas de baja).

Entre 2008 y 2009 se produjo la actualización de los *log files* de las estaciones, mejoras en el servidor FTP de SIRGAS -a través del cual se puso a disposición las coordenadas semanales de SIRGAS-CON junto con un instructivo para su uso- y se elaboraron y difundieron guías para los CPO, para la incorporación de nueva estación en SIRGAS-CON y para la coordinación de SIRGAS-CON.

### Soluciones multi-anales

A lo largo del periodo informado el IGS-RNAAC-SIR ha calculado soluciones multianuales con una frecuencia anual, que han sido puestas a disposición en enero de 2008 (DGF07P03), agosto de 2008 (DGF08P01), junio de 2009 (SIR09P01), agosto de 2010 (SIR10P01) y julio de 2011 (SIR11P01). La serie se caracteriza por la mejora constante en la precisión de las posiciones y las velocidades y el aumento en la cantidad de estaciones. La última de ellas contiene 230 estaciones, incluye todas las soluciones semanales correspondientes al periodo enero de 2000 - abril de 2011, está referida a ITRF2008, la época de referencia es 2005.0, la precisión de las posiciones es  $\pm 1.0$  y  $\pm 2.4$  mm (horizontal y vertical) y la de las velocidades  $\pm 0.7$  y  $\pm 1.1$  mm/a (horizontal y vertical).

El DGFI reprocesó todas las soluciones semanales de SIRGAS-CON que habían sido calculadas con correcciones relativas para las variaciones de los centros de fase las antenas y estaban referidas a diferentes marcos de referencia, usando correcciones absolutas y refiriéndolas a IGS05, hasta abril de 2011, y al IGS08 desde entonces.

### Modelo de velocidades

A lo largo del periodo informado el DGFI ha mejorado constantemente el modelo de velocidades de SIRGAS (VEMOS). En la Reuniones SIRGAS 2008 y 2009 se presentaban el modelo VEMOS2009, que incorpora más estaciones SIRGAS-CON y nuevas velocidades puntuales determinadas por otros proyectos geodésicos, ofreciendo mayor detalle, precisión y cubrimiento geográfico que su antecesor, VEMOS 2003.

### Estudios atmosféricos para SIRGAS

En la Reunión SIRGAS 2007 la UNLP reportaba una serie ininterrumpida de mapas ionosféricos regionales horarios, iniciada en julio de 2005. En la Reunión 2008 se evaluaba la calidad, puntualidad y regularidad de los mapas y se concretaba la oficialización de ese CIE. En la Reunión 2009 la UNLP reportaba mejoras en su modelo ionosférico, que había evolucionado de una representación 3-D (latitud, longitud y tiempo) del contenido total de electrones hacia una representación 4-D (latitud, longitud, altura y tiempo) de la densidad de electrones. Los mapas ionosféricos de SIRGAS han sido utilizados por los proyectos “Solución de Aumentación para el Caribe, Centro y Sur América” (SACCSA), de la Organización de Aviación Civil Internacional; “Low Ionosphere Sensor network” e “International Reference Ionosphere” y para mejorar el posicionamiento topográfico.

En las Reuniones SIRGAS2009 y SIRGAS2010, IGAC, LUZ y UNC reportaban estudios ionosféricos y de vapor de agua y sobre la influencia de la presión atmosférica sobre las posiciones de las estaciones, realizados con observaciones SIRGAS-CON.

### Procesamiento de observaciones GLONASS

En la Reunión SIRGAS 2008, UNC lanzaba una propuesta para procesar las estaciones de SIRGAS-CON que producen observaciones GLONASS; los primeros resultados son presentados por UNC y LUZ en la Reunión SIRGAS2011, durante la cual se establece un proyecto específico de investigación orientado a definir si SIRGAS debe afrontar el procesamiento rutinario de las estaciones GLONASS de manera similar como se hace actualmente con GPS.

### SIRGAS en el ámbito nacional

Hacia junio de 2007 SIRGAS contaba con 18 estados miembros, 12 de los cuales habían establecido marcos de referencia nacionales vinculados a SIRGAS. En la actualidad, el número de estados miembros se ha incrementado a 19 (con la incorporación de Guyana) y el de estados que han adoptado SIRGAS

como sistema de referencia oficial se ha incrementado a 14 (con la incorporación de la Argentina y Panamá).

En la Reunión SIRGAS 2007 se reportaba mayor fluidez en los contactos con los países de Centro América y el Caribe. México y Costa Rica habían adoptado SIRGAS y El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá adelantaban esfuerzos en esa dirección. Se reconsideraba la propuesta de realizar una campaña GPS de estaciones pasivas, que había sido discutida en la Reunión 2006 (Heredia, Costa Rica, 27 y el 28 de noviembre de 2006), concluyéndose que convenía orientar los esfuerzos hacia el aprovechamiento y extensión de las redes CON de la región.

En la Reunión SIRGAS2008 se analizaban las respuestas de 10 países a la encuesta “SIRGAS en la práctica” y se adelantaban reportes nacionales en los que sobresalían los siguientes avances:

- Argentina: remediación de POSGAR (Posiciones Geodésicas Argentinas) y vinculación con RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo); implementación de un servicio de procesamiento on-line.
- Brasil: proyectos “Mudança do Referencial Geodésico” para la adopción definitiva de SIRGAS con un período de transición de 10 años, e “Infra-estrutura Geoespacial Nacional” para implementar facilidades de tiempo real; extensión de la “Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo” (RBMC).
- Chile: establecimiento de la Red Nacional Geodésica con 17 estaciones CON y 550 pasivas; proyecto conjunto entre el IGM y la Universidad de Concepción para establecer un centro experimental de procesamiento de datos GNSS.
- Colombia: fundamento legal para adoptar MAGNA-SIRGAS (33 estaciones CON y 60 pasivas) como sistema de referencia oficial; herramientas y productos para facilitar la transición.
- Ecuador: establecimiento de la Red GPS Nacional referida a SIRGAS 1995 con 135 estaciones pasivas; vinculación a PSAD56; puesta en funcionamiento de cuatro estaciones CON, red REGME (Red GPS de Monitoreamiento Continuo del Eciador).
- México: establecimiento de la Red Geodésica Nacional Activa con 17 estaciones CON procesadas semanalmente por el INEGI; tareas tendientes a vincularla con ITRF.
- Perú: proyecto “Consolidación de los Derechos de Propiedad Inmueble” para la instalación de 14 estaciones CON y 4995 pasivas.
- Uruguay: instalación de tres estaciones CON; proyecto “Nueva Infraestructura Geodésica Integrada para Uruguay”.
- Venezuela: puesta en funcionamiento de REMOS (Red de Estaciones de Monitoreo Satelital), con 3 estaciones CON.

En la Reunión SIRGAS2009 se reportaba la instalación de nuevas estaciones CON en la Argentina y Chile y avances en la vinculación con SIRGAS del sistema de información catastral y registro de Costa Rica. Se sumaban respuestas de la Argentina y El Salvador a la encuesta “SIRGAS en la Práctica”.

En la Reunión SIRGAS2010, la Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, Uruguay y Venezuela presentaban información sobre sus marcos de referencia, las regulaciones legales para la adopción y uso de SIRGAS y las actividades planificadas para continuar con el mantenimiento de las redes de referencia nacionales. La Argentina y Chile describían las actividades que estaban desarrollando para determinar la deformación causada en sus marcos de referencia por el terremoto de febrero de 2010. Bolivia destacaba la actualización del Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) que había sido re-medido en marzo de 2010 y ajustado a SIRGAS. Grupos universitarios de Argentina y Brasil reportaba el desarrollo de una aplicación online para el procesamiento de datos GNSS y la implementación de un servicio “Virtual Reference Station”.

## **SIRGAS en tiempo real**

Durante la Reunión SIRGAS 2008 se establecía el proyecto piloto “SIRGAS en Tiempo Real” (SIRGAS-RT), con el objetivo de estudiar las técnicas de posicionamiento en tiempo real (RT). Brasil, Argentina, Uruguay y Venezuela reportaban adelantos que, en general, consistían en aumento del número de estaciones capaces de generar correcciones RT, instalación de nuevos “casters” y desarrollo de experiencias demostrando las potencialidades del método.

A comienzos de 2011 se elevó a la consideración del IPGH el proyecto “Evaluación de las potencialidades de aplicación de Strip en SIRGAS”, con la participación de Uruguay, Argentina y Venezuela bajo la dirección de Norbertino Suárez Silva.

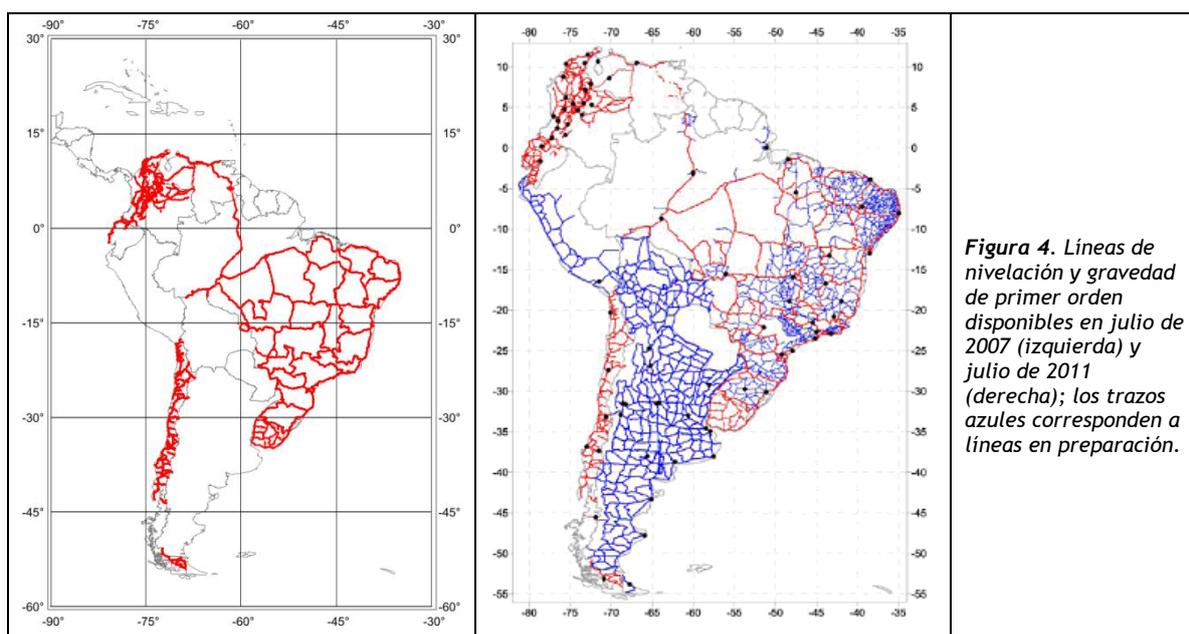
### Sistema de referencia vertical

La Fig. (4) muestra la información de nivelación y gravedad disponible en julio de 2007 (izquierda) y julio de 2011 (derecha). Se resalta la falta de algunos circuitos esenciales para completar la red continental y la heterogeneidad en la cobertura geográfica.

Hacia 2007 SIRGAS disponía de datos aportados por: Brasil (17 líneas de primer orden, 17 estaciones SIRGAS y 9 conexiones internacionales); Chile (17 líneas de primer orden con 15 mareógrafos, 5 conexiones internacionales); Colombia (98 % de la red de nivelación con 3 conexiones internacionales, 3 mareógrafos y 2 estaciones SIRGAS); Ecuador (8 líneas de primer orden, datos de gravedad y 3 conexiones internacionales); Uruguay (25 líneas de primer orden y 3 conexiones internacionales); y Venezuela (nivelación de primer orden entre puntos SIRGAS2000 y 3 mareógrafos).

En la Reunión SIRGAS2008 se presentaban reportes nacionales señalando:

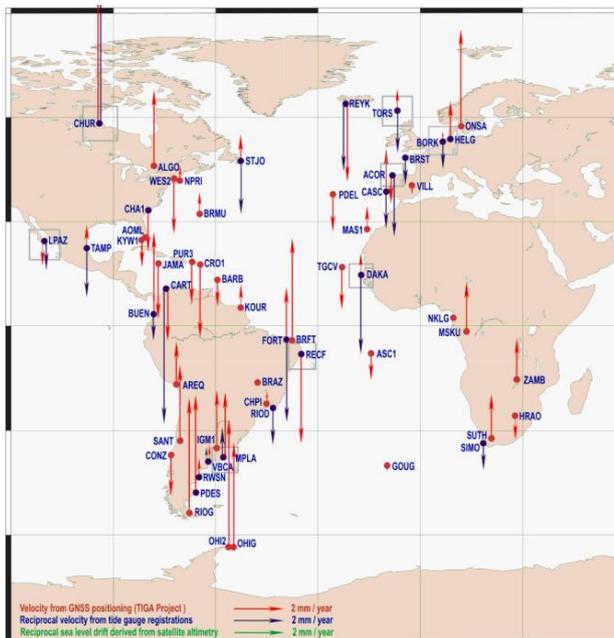
- Argentina: 85% de avance en la integración de las bases de datos gravimétrica y altimétrica.
- Brasil: procedimientos para integrar las redes de nivelación y gravedad; determinación del potencial anómalo en el datum Imbituba; levantamientos gravimétricos; conexiones internacionales Brasil - Bolivia, Brasil - Uruguay; discrepancias de nivel entre los mareógrafos de Imbituba y Santana.
- Chile: nivelación de las estaciones SIRGAS; conexiones internacionales Chile - Argentina (en 3 lugares diferentes), Chile - Perú y Chile - Bolivia; vinculación de líneas de nivelación antiguas y recientes; digitación de la totalidad de los valores de altura; determinación de la posición horizontal de todos los puntos de nivelación.
- Colombia: la nivelación de seis circuitos (incluyendo mareógrafos y estaciones SIRGAS); seguimiento al cambio de alturas en Bogotá mediante posicionamiento GPS y nivelaciones geodésicas repetitivas.
- Ecuador: establecimiento de 3 estaciones de gravedad absoluta y 37 relativas de primer orden; 2250 puntos gravimétricos coincidentes con el control básico vertical; digitación de las de las líneas de nivelación de primer orden.
- Uruguay: proyecto “Nueva Infraestructura Geodésica Integrada para Uruguay”, orientado a la modernización de las redes gravimétricas y de nivelación; nivelación de 3 estaciones SIRGAS-CON; una conexión internacional con Brasil; observaciones de gravedad relativa en el punto datum y absoluta en otras 2 estaciones.



En la Reunión SIRGAS2010 se reportaba la identificación de puntos de conexión entre las redes verticales de Uruguay y Brasil y Argentina, y de Chile y Argentina; y se presentaba un ejemplo de la integración de datos de gravedad con nivelación de primer orden para conectar las redes de nivelación de Brasil y Argentina. Se insistía en la necesidad de contar con las nivelaciones de primer orden adelantadas en los países latinoamericanos.

### Estrategia para definir el datum vertical

En la Reunión SIRGAS2009 se presentaba una estrategia integral y consistente a escala global, para la unificación de los datum verticales en América Latina. La misma se basa en el análisis de observaciones de nivelación y gravedad y del nivel del mar mediante mareógrafos controlados con GNSS y con altimetría satelital. En soporte de esa estrategia, el DGFI procesó y analiza en forma permanente una red de mareógrafos controlados con GNSS (Fig. 5) y observaciones de altimetría satelital. Tales análisis han conducido a la determinación de un valor  $W_0$  que, comparado con el aceptado convencionalmente por el IERS mostró inicialmente una discrepancia de  $3.0 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , que se redujo a  $1.3 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$  luego de que el Bursa et al., revisaran sus cálculos.



**Figura 5.** Mareógrafos controlados con GNSS procesada por el DGFI.

### GGOS y la Agenda Panamericana 2010 - 2020

Las dos entidades patrocinadoras de SIRGAS promueven iniciativas de largo aliento orientadas a generar conocimientos imprescindibles para mejorar la relación entre el Hombre y el ambiente: el “Global Geodetic Observing System” en el caso de la IAG y la “Agenda Panamericana 2010 - 2020” en el caso del IPGH. Sumándose a esas iniciativas, SIRGAS ha elevado a la consideración del IPGH los proyectos:

- “Contribución al estudio del cambio climático global y a la predicción meteorológica y del clima espacial”, con la participación de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Venezuela y Uruguay bajo la dirección de Virginia Mackern (aprobado en 2010);
- “Observación de las variaciones del nivel medio del mar en la costa pacífica de Latinoamérica”, con la participación de Colombia, Ecuador, Perú y Chile bajo la dirección de William Martínez (aprobado sin financiación en 2010 y puesto nuevamente a consideración en 2011);

### Temas administrativos

#### Modificación de la estructura organizativa

Al asumir las nuevas autoridades se modificó la estructura organizativa de SIRGAS (Fig. 6), incluyendo a los Centros de Datos y Procesamiento (llamados también de Análisis o de Cálculo) y se incorporó al Consejo Científico de SIRGAS al Presidente saliente, Luís Paulo Souto Fortes, de Brasil.

### Actualización del Estatuto

En mayo de 2011 concluyó el proceso de actualización del Estatuto de SIRGAS. La versión precedente había sido aprobada por el Consejo Directivo en octubre de 2002. La nueva versión, vigente desde el 9 de mayo de 2011, incorporó modificaciones menores que dan sustento orgánico a ciertas prácticas que SIRGAS fue consolidando a lo largo de sus 18 años de vida.

### Incorporación de nuevos países en SIRGAS

En marzo de 2010 la Presidente del SIRGAS-GTI visitó la Habana (Cuba) con el propósito de promover la incorporación de Cuba en SIRGAS. Brindó una conferencia informativa en el V Congreso de Agrimensura celebrado en aquella ciudad y mantuvo diversas conversaciones con autoridades cubanas de la Geodesia. Infortunadamente, la iniciativa no se ha concretado todavía. En abril de 2011 se concretó la incorporación de Guyana en SIRGAS. El principal vínculo en ese país es la Guyana Lands and Surveys Commission, entidad oficial a cargo del ordenamiento territorial y los sistemas de referencia. En la actualidad son 19 los estados activos en SIRGAS.

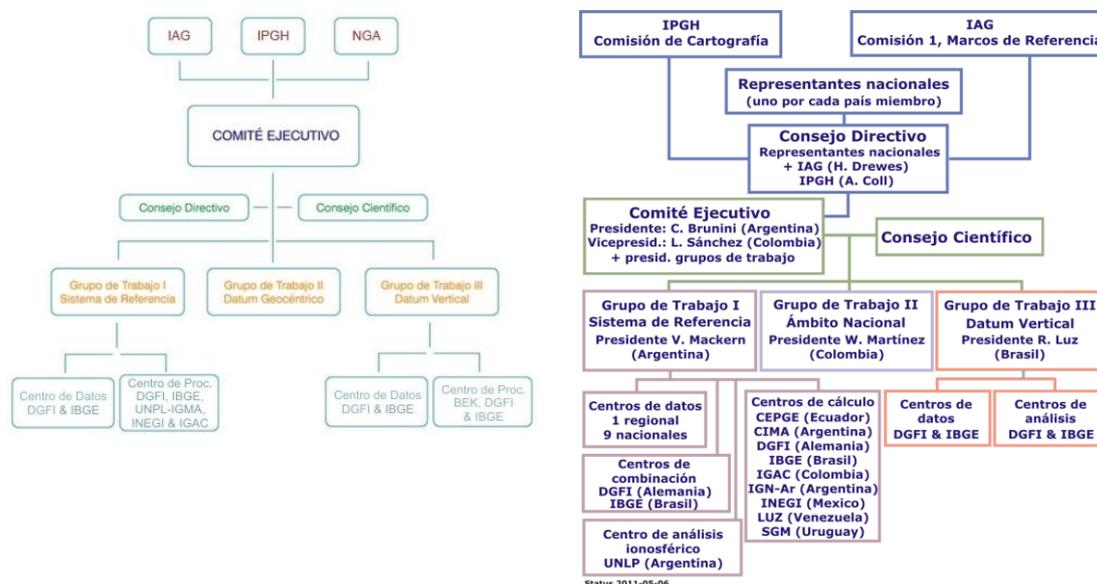


Figura 6. Estructura organizativa de SIRGAS (julio de 2007 a la izquierda y julio de 2011 a la derecha).

### Elección de nuevas autoridades

En mayo de 2011 se difundió la convocatoria para elegir Presidente y Vice-presidente del Consejo Ejecutivo de SIRGAS para el período 2011- 2015. El proceso fue coordinado por una Junta Electoral integrada por Héctor Robera (Uruguay), Víctor Cioce (Venezuela) y José Francisco Valverde (Costa Rica).

### Recursos financieros

SIRGAS es una organización sin fines de lucro. Su funcionamiento se basa principalmente en los recursos materiales y humanos aportados voluntariamente por más de 50 entidades. A lo largo del periodo cubierto por este informe ha recibido subsidios anuales de entre mil y cinco dólares (aproximadamente) otorgados por el IPGH, la IAG y, ocasionalmente, la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica. Tales subsidios se destinan a cubrir parte de los gastos de viaje y estadía de los asistentes a las Reuniones y Escuelas SIRGAS. Por primera vez, la Escuela SIRGAS desarrollada en 2011, estuvo gravada con un arancel que se destinó completamente a cubrir gastos de organización de esa y de otras actividades posteriores.

### Balance entre las actividades realizadas y las propuestas en 2007

(B = Bien; R = Regular; M = Mal)

Propuesta de 2007	Actividades realizadas	
Mejorar SIRGAS-CON.	La cantidad de estaciones creció de modo sostenido, pasando de 149 en julio de 2007 a 242 en julio de 2011. Se reestructuró SIRGAS-CON de manera que todas sus estaciones son procesadas de manera redundante. Se actualizaron los "log files". Se elaboraron guías para la incorporación de nuevas estaciones, para los CPO y para la coordinación de la red. Se mejoró el servidor FTP para acceder a los productos SIRGAS.	B
Mejorar las comunicaciones entre los responsables de las estaciones CON, el coordinador de la red y los responsables de los CP.	No fue posible verificar mejoras en la operatividad de la red.	M
Establecer un acuerdo con el proyecto "Low Ionosphere Sensor Network" (LISN).	No se concretó principalmente a causa de que las estaciones instaladas por LISN no son adecuadas para el posicionamiento geodésico.	R
Consolidar los CP y CC.	Se organizó una Taller del SIRGAS-GTI. Se realizó una convocatoria orientada a la instalación de CPE en todos los países del continente. Dos cursos especializados para CPE, uno para el IGM de Ecuador en SGM de Uruguay. SIRGAS pasó de tener un solo un CPO, cinco CPE y dos CCE a tener nueve CPO y dos CCO. Se lanzó una iniciativa para procesar observaciones GLONASS.	B
Consolidar la iniciativa "Estudios Atmosféricos para SIRGAS".	El modelo ionosférico de SIRGAS mejoró permanentemente. Los mapas ionosféricos de SIRGAS son utilizados por varios proyectos internacionales. IGAC, LUZ y UNC desarrollaron experiencia en el cálculo de mapas ionosféricos y de vapor de agua.	B
Promover la participación de UNSP, USP e INPE en el proyecto "Estudios Atmosféricos para SIRGAS".	No se concretó.	M
Validar y oficializar el CIE de la UNLP.	Se oficializó el CIE de la UNLP.	B
Continuar con el IGS-RNAAC-SIR.	Se reprocesaron las soluciones semanales que habían sido calculadas con correcciones relativas de las variaciones de los centros de fase las antenas y estaban referidas a diferentes marcos de referencia. El IGS-RNAAC-SIR calculó soluciones multianuales con una frecuencia anual que se caracterizaron por la mejora constante de su precisión y el aumento de la cantidad de estaciones.	B
Mantener el marco de referencia.	Se estableció una nueva estrategia para introducir el datum de SIRGAS-CON, de manera de minimizar las deformaciones causadas por la variabilidad de las velocidades de las estaciones. Se realizaron análisis que demostraron una gran consistencia entre las diferentes realizaciones de SIRGAS. En poco más de una semana SIRGAS brindó información sobre las deformaciones causadas por los terremotos de Chile y México en el marco de referencia. Se formulaban recomendaciones para mitigar el impacto de los terremotos en los marcos de referencia nacionales. El DGFI mejoró constantemente el modelo de velocidades de SIRGAS.	B
Intensificar la presencia en los países de la región y trabajar conjuntamente con las autoridades nacionales para lograr la aplicación generalizada de SIRGAS.	Cinco reuniones anuales con número creciente de asistentes y de trabajos. Encuesta "SIRGAS en la Práctica". Mejora, actualización en "tiempo real" y mantenimiento permanente de la página web. El número de países que adoptaron SIRGAS como marco de referencia oficial se incrementó de 12 a 14 a lo largo del	B

	periodo. Se estableció el proyecto piloto “SIRGAS en Tiempo Real” y se presentó una propuesta al IPGH. Se desarrollaron actividades tendientes a la incorporación de Cuba en SIRGAS y se logró la incorporación de Guyana. En la actualidad son 19 los estados activos en SIRGAS.	
Realización de una campaña GPS regional para la integración de América Central en SIRGAS.	Se reconsideró la propuesta y se decidió orientar los esfuerzos hacia el aprovechamiento y extensión de las redes CON de la región.	B
Actualización de conocimientos relacionados con las tecnologías satelitales utilizadas en la determinación de coordenadas.	Se realizaron tres Escuelas IAG-IPGH-SIRGAS en Sistemas de Referencia (~120 participantes ~15 países). Dictado del capítulo “SIRGAS” en “Curso Avanzado de Posicionamiento por Satélite”, dictados en Madrid (en dos ocasiones) y en Montevideo (en una ocasión).	B
Materialización del nivel de referencia, W0.	Se determinó un valor de W0 compatible (y posiblemente mejor) que el aceptado convencionalmente por el IERS.	B
Participar en el ICP1.2 Sistemas de Referencia Verticales de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG).	Se elaboró una estrategia integral para la unificación de los datum verticales en América Latina, basada en observaciones de nivelación, gravedad, mareógrafos, GNSS y altimetría satelital.	B
Depuración, digitación y compilación de los datos de gravedad existentes en cada país y el cálculo de las cotas geopotenciales correspondientes.	Se avanza con más lentitud de lo deseado.	R
Conexión altimétrica de las redes de nivelación de primer orden, las estaciones SIRGAS, los principales mareógrafos de cada país y puntos de frontera para conectar las redes de nivelación de primer orden de los distintos países.	Se avanza con más lentitud de lo deseado.	R
Determinar las discrepancias entre los niveles de referencia de cada país y el nuevo nivel de referencia definido por el potencial $W_0$ en los mareógrafos de referencia, en las regiones marinas cercanas a los mareógrafos, en los puntos SIRGAS y en los puntos de conexión entre países limítrofes.	Se avanza con más lentitud de lo deseado.	R
Acompañar la iniciativa “Global Geodetic Observing System” (GGOS), particularmente en la determinación de los movimientos de las placas tectónicas y las deformaciones intra- e inter-placas.	Se elevaron los proyectos al IPGH: “Contribución al estudio del cambio climático global y a la predicción meteorológica y del clima espacial”, con la participación de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Venezuela y Uruguay (aprobado en 2010) y “Observación de las variaciones del nivel medio del mar en la costa pacífica de Latinoamérica”, con la participación de Colombia, Ecuador, Perú y Chile (aprobado sin financiación en 2010 y puesto nuevamente a consideración en 2011);	B
Determinar las variaciones del nivel mar mediante mareógrafos + GPS y altimetría satelital.	Procesamiento y análisis permanente de una red de mareógrafos controlados con GNSS y de observaciones de altimetría satelital.	B

## Difusión de Resultados en el período

### Participación de SIRGAS en organizaciones científicas intencionales

Grupo de Trabajo “SIRGAS” de la Comisión de Cartografía del IPGH.

Subcomisión 1.3b “Sistema de Referencia Regional para Centro y Sudamérica” de la IAG

Proyecto “Marcos Verticales de Referencia” de las Comisiones 1 y 2 de la IAG.

Grupo de Trabajo “Determinación Regional de Deformaciones de la Corteza” de la IAG.

## Presencia de SIRGAS en reuniones internacionales y escuelas

AGU Joint Assembly, Fort Lauderdale, Florida, USA, Mayo 27 - 30, 2007.

IAG General Assembly, Perugia, Italia, 2-13 de julio de 2007.

2<sup>nd</sup> Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite System, International Space Research Organization, Bangalore, India, Setiembre 5-7, 2007;

IDE América: Conceptos, Prácticas, Proyectos, IGAC-IPGH-GSDI, Bogotá, Colombia. Noviembre 7 - 8, 2007.

6<sup>th</sup> FIG Regional Conference. San José, Costa Rica. 12 - 15 de noviembre de 2007.

AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Diciembre 10-14, 2007.

European Geophysical Union General Assembly, Viena, Austria, Abril 13-18, 2008;

United Nations/Colombia/United States of America Workshop on the Applications of Global Navigation Satellite Systems, Medellín, Colombia, Junio 23 - 27, 2008.

IAG International Symposium "Gravity, Geoid and Earth Observation", Chania, Grecia, Junio 23 - 27, 2008.

International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications, Berlin, Alemania, Noviembre 11 - 14, 2008

3<sup>rd</sup> Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems, Pasadena, California, USA, Diciembre 8 - 12, 2008.

Informal meeting of the IAG Working Group "Regional Dense Velocity Fields", AGU Fall Meeting, San Francisco, USA, Diciembre 15 - 19, 2008.

Semana Geomática Internacional, Barcelona, España, Marzo 3 - 5, 2009.

Reunión Científica 24 de la Asociación Argentina de Geodesia y Geofísica, Mendoza, Argentina, Abril 14 - 17, 2009.

European Geosciences Union, General Assembly 2009, Viena, Austria, Abril 19 - 24, 2009.

United Nations/Azerbaijan/European Space Agency/United States of America Workshop on the Applications of Global Navigation Satellite Systems, Baku, Azerbaijan, Mayo 11- 15, 2009.

Curso avanzado de posicionamiento por satellite, Programa iberoamericano de formación técnica especializada, Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Escuela técnica superior de topografía, geodesia y cartografía, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España, Noviembre 16, 2009.

21 Reunión de Consulta de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Quito, Ecuador, Noviembre 26-27, 2009.

Asamblea Científica de la Asociación Internacional de Geodesia, Buenos Aires, Argentina, 31 de agosto al 4 de septiembre de 2009.

21 Reunión de Consulta de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Quito, Ecuador, 26 y 27 de noviembre de 2009.

II Convención de las ingenierías de las geociencias y química - V Congreso de agrimensura, La Habana, Cuba, Marzo 2 - 5, 2010.

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut colloquium devoted to his Director, Hon.-Prof.-Dr.-Ing. Herman Drewes, Munich, Alemania, 26 de abril de 2010.

European Geosciences Union, General Assembly, Viena, Austria, Mayo 02 - 07, 2010.

X curso de GPS en Geodesia y Cartografía, Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional y Centro de Información Geográfica, Montevideo, Uruguay, Mayo 31, 2010.

The Meeting of the Americas, Foz do Iguazu, Brasil, Agosto 8-12, 2010.

XI Congreso internacional de Geomática: Geodesia, Topografía y Catastro en tiempo real, San José, Costa Rica, Septiembre 16 - 18, 2010.

- 20<sup>th</sup> UN/IAF Workshop on GNSS Applications for Human Benefit and Development, Praga, República Checa, Septiembre 24 - 25, 2010.
- IAG Commission 1 Symposium "Reference Frames for Applications in Geosciences", Marne-la-Vallée, Francia, Octubre 4 - 8, 2010.
- III Seminario de Geomática, Sociedad Colombiana de Ingenieros, Bogotá, Colombia, Octubre 27 - 29, 2010.
- Curso avanzado de posicionamiento por satélites, Madrid, España, Noviembre 22, 2010.
- International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications, Bruselas, Bélgica, Noviembre 29-30, 2010.
- Celebración del Aniversario No. 83 del Instituto Geográfico Militar, Quito, Ecuador, Abril 8, 2011.
- Asamblea General de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, Melbourne, Australia Junio/Julio 2011.

### Presencia de SIRGAS mediante publicaciones en revistas periódicas y en actas de congresos

- Alves Costa SM, da Silva LA., de Moura Jr NJ, Gende M, Brunini C (2009) Differential and precise point positioning in the South American region with ionosphere maps, IAG Symposia 133: 605-613.
- Angermann D, H Drewes, B Meisel, L Sánchez, W Seemüller, M Seitz (2009) DGFI combination methodology for terrestrial reference frame computations, Boll Geod Sci Aff, 68: 175-198.
- Brunini C, Azpilicueta F, Gende M, Aragón-Ángel A, Hernández-Pajares M, Juan JM, Sanz J (2011) Toward a SIRGAS service for mapping the ionosphere's electron density distribution, IAG Symposia 135: 575-580.
- Brunini C, Azpilicueta F, Gende M, Camilion E, Aragón Ángel A, Hernandez-Pajares M, Juan M, Sanz J, Salazar D (2011) Ground- and space-based GPS data ingestion into the NeQuick model, Journal of Geodesy, doi 10.1007/s00190-011-0452-4.
- Brunini C, Azpilicueta F. (2009) SBAS type Ionospheric correction and integrity assessment experiment in Central and South American region, Física de la Tierra, 20, 83-98, Universidad Complutense de Madrid.
- Brunini C, Meza A, Gende M, Azpilicueta F (2008) South American regional maps of vertical TEC computed by GESA: a service for the ionospheric community, Advances in Space Research, 42: 737-744, doi 10.1016/j.asr.2007.08.041.
- Brunini C, Sánchez L, Drewes H, Costa S, Mackern V, Martínez W, Seemüller W, da Silva A (2011) Improved analysis strategy and accessibility of the SIRGAS reference frame, IAG Symposia 135: 9-14.
- Corchete V, MC Pacino (2007) The first high-resolution gravimetric geoid for Argentina: GAR, Phys. Earth Planet. Inter. (161) 177-183, doi:10.1016/j.pepi.2007.01.012.
- Crespi M, Mazzoni A, Brunini C (2011) Ionospheric corrections estimation in a local GNSS permanent stations network: improvement of Code Point Positioning at sub-metric accuracy level, IAG Symposia 135: 581-586.
- Dalazoana R, SRC de Freitas, JC Baez, RT Luz (2007) Brazilian vertical datum monitoring - Vertical land movements and sea level variations, IAG Symposia 130: 71-74.
- Fortes LPS, Costa SMA, Abreu MA, Silva AL, Junior NJM, Monico JG, Santos MC, Tetreault P (2009) Latest Enhancements in the Brazilian Active Control Network, IAG Symposia Vol. 133: 65-70.
- Luz RT (2008) Estratégias para modernização da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro e sua integração ao SIRGAS, Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas), Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências da Terra, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba (accessible en <http://www.cienciasgeodesicas.ufpr.br/teses/teses02.html>).

- Luz RT, SRC de Freitas, B Heck, W Bosch (2009) Challenges and First Results Towards the Realization of a Consistent Height System in Brazil, IAG Symposia 134: 291-296.
- Luz RT, W Bosch, SRC Freitas, B Heck, R Dalazoana (2009) Evaluating the Brazilian Vertical Datum Through Improved Coastal Satellite Altimetry Data, IAG Symposia 133: 735-740.
- Mackern MV (2009) Acerca de la introducción del datum geodésico en las soluciones semanales fijas de la red SIRGAS-CON (accesible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)).
- Mackern MV, ML Mateo, AM Robin, AV Calori (2009) A Terrestrial Reference Frame (TRF), coordinates and velocities for South American stations: contributions to Central Andes geodynamics, *Advances in Geosciences*, 7: 1-4.
- Martínez W, Sánchez L (2009) Realization of the SIRGAS Reference Frame in Colombia, IAG Symposia 134: 185-190.
- Natali MP, Müller M, Fernández L, Brunini C (2009) CPLat: first operational Experimental Processing Center for SIRGAS in Argentina, *Journal of Geodesy*, doi 10.1007/s00190-008-0270-5, 83: 219-226.
- Oliveria LC, Santos MC, Nievinski FG, Leandro RF, Costa SMA, Santos MF, Magna J, Galo M, Camargo PO, Monico JG, Silva CU, Maia TB (2009) Searching for the Optimal Relationships between SIRGAS2000, South American Datum of 1969 and Córrego Alegre in Brazil, IAG Symposia 133: 71-76.
- Pacino MC, D Del Cogliano, G Font, J Moirano, P Natali, E Lauria, R Ramos, S Miranda (2007) Activities related to the materialization of a new vertical system for Argentina, IAG Symposia 130: 671-676.
- Sachez LM, Seitz M (2011) Recent activities of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIR), DGFI Report No. 87.
- Sánchez L (2007) Definition and realisation of the SIRGAS vertical reference system within a globally unified height system, IAG Symposia 130: 638-645.
- Sánchez L (2007) Realización del nivel de referencia vertical para SIRGAS dentro de una definición global, *Análisis Geográficos* 37: 18-25, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Sánchez L (2008) Approach for the establishment of a global vertical reference level, IAG Symposia 132: 119-124.
- Sánchez L (2009) Strategy to Establish a Global Vertical Reference System. Springer, IAG Symposia 134: 273-278.
- Sánchez L, Brunini C (2008) SIRGAS: Basis for geosciences, geodata and navigation in Latin America, *Proceedings of the International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-based and Ground-based Augmentation Systems and Applications*, pp 37 - 39.
- Sánchez L, Brunini C (2009) Achievements and Challenges of SIRGAS, IAG Symposia 134: 161-166.
- Sánchez L, Brunini C, Drewes H, Costa S, Mackern V, Martínez W, Seemüller W, da Silva A (2009) Improved analysis strategy and accessibility of the SIRGAS reference frame, IAG Symposia 134: 161-166.
- Sánchez L, C Brunini (2010) SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas, texto utilizado para los cursos de capacitación (accesible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)).
- Sánchez L, C Brunini, V Mackern, W Martínez, R Luz (2011) SIRGAS: the geocentric reference frame of the Americas, *Proceedings of the International Symposium on Global Navigation Satellite Systems, Space-Based and Ground-Based Augmentation Systems and Applications 2010*, pp 21-25.
- Sánchez L, W Bosch (2009) The Role of the TIGA Project in the Unification of Classical Height Systems, IAG Symposia 134: 285-290.
- Sánchez L, W Seemüller, H Drewes (2010) SIRGAS y el terremoto del 4 de abril de 2010 en México, Reporte de cálculo, Centro de Análisis SIRGAS en el DGFI (versiones en español y en inglés, accesibles en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)).

Sánchez L, W Seemüller, M Krügel (2008) Comparison and combination of the weekly solutions delivered by the SIRGAS Experimental Processing Centres, DGFI Report No. 80.

Sánchez L, W Seemüller, M Seitz, B Forberg, F Leismüller, H Arenz (2010) SIRGAS: das Bezugssystem fuer Lateinamerika und die Karibik. Zeitschr. für Verm., 135: 80-86.

Seemüller W, M Seitz, L Sánchez, H Drewes (2009) The position and velocity solution SIR09P01 of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIR), DGFI Report No. 85.

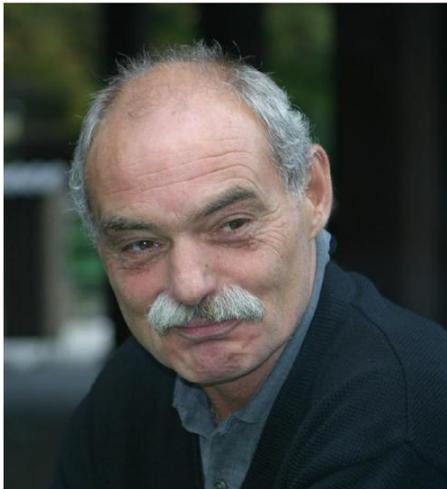
Seemüller W (2009) The Position and Velocity Solution DGF06P01 for SIRGAS, IAG Symposia 134: 167-172.

Seemüller W, L Sanchez, M Seitz, H Drewes (2010) The position and velocity solution SIR10P01 of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIR), DGFI Report No. 86.

Seemüller W, M Krügel, L Sánchez (2008) The position and velocity solution DGF08P01 of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS-RNAAC-SIR), DGFI Report No. 29.

Tierra AR, de Freitas SRC, Guevara PM (2009) Using an Artificial Neural Network to Transformation of Coordinates from PSAD56 to SIRGAS95, IAG Symposia134: 173-178.

Tocho, C., G. Font, M.G. Sideris. (2007). A new high-precision gravimetric geoid model for Argentina. Springer, IAG Symposia, Vol. 130, 416-423. Baez JC, SRC de Freitas, H Drewes, R Dalazoana, RT Luz (2007) Deformations control for the Chilean part of the SIRGAS 2000 frame, IAG Symposia 130: 660-664.



Wolfgang Seemüller, 1946-05-02\* - 2010-11-11\*

*En noviembre de 2010 SIRGAS perdió a uno de sus miembros fundadores y activo impulsor de todas sus iniciativas. Resultará difícil resignarse a no tenerlo entre nosotros. Este informe esta dedicado a su memoria.*



## Anexo 2: Resoluciones y recomendaciones SIRGAS 2011

### Resolución SIRGAS 2011 No. 01 del 10 de agosto de 2011

sobre

### *Los avances en pro del ajuste continental de las redes verticales nacionales en términos de números geopotenciales*

#### Considerando

1. Que la unificación de los sistemas de alturas es un objetivo primordial de la geodesia internacional;
2. Que SIRGAS, a través de su Grupo de Trabajo III (SIRGAS-GTIII: Datum Vertical), viene aunando esfuerzos desde 1997 en pro de la definición y realización de un sistema vertical unificado para la región de Latinoamérica y El Caribe;
3. Que las metodologías desarrolladas dentro de las actividades del SIRGAS-GTIII han sido difundidas y reconocidas ampliamente por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG),

#### Reconociendo

1. El apoyo, interacción y colaboración de los países miembros en las actividades del SIRGAS-GTIII, especialmente los avances en la preparación y puesta a disposición de la información necesaria para el ajuste continental de las redes verticales en términos de números geopotenciales;
2. Que los objetivos propuestos durante la creación del SIRGAS-GTIII se han ido alcanzando paulatinamente y que hace falta un esfuerzo final para su logro definitivo,

#### Se resuelve

1. Solicitar, promover y apoyar la incorporación de México y los países de América Central a las actividades del SIRGAS-GTIII;
2. Continuar apoyando a los países de América del Sur que aún avanzan en la preparación de los datos necesarios para la integración de sus redes verticales en el ajuste continental;
3. Reiterar que la información indispensable para el ajuste continental de las redes verticales es:
  - a. mapa gráfico que describa las líneas nacionales de nivelación de primer orden, incluyendo las vinculaciones entre países vecinos y los mareógrafos principales;
  - b. desniveles observados ya sea entre todos los puntos de nivelación consecutivos o solo entre nodos principales. Para el efecto, se requiere:
    - nombre de los puntos nivelados;
    - desnivel observado promedio (ida-vuelta) entre los puntos nivelados;
    - distancia entre los puntos nivelados;
    - fecha (mes, año) de la nivelación;
    - coordenadas aproximadas (longitud, latitud) de los puntos nivelados;
    - valor de gravedad (observado o interpolado) de los puntos nivelados;
    - descripción de los puntos nivelados alrededor de las vinculaciones entre países vecinos;
    - descripción del datum vertical (mareógrafo, período de observación, etc.).
4. Establecer que los plazos de entrega de los datos serán definidos por el SIRGAS-GTIII en común acuerdo con los países miembros, indicándose claramente los lineamientos básicos para los formatos de los archivos a ser integrados en el ajuste continental de las

redes verticales de primer orden. En todos los casos, SIRGAS se acogerá estrictamente a las indicaciones impartidas por los países miembros en cuanto al manejo y confidencialidad de los datos entregados y otorgará los créditos que los propios países establezcan toda vez que se mencione información por ellos suministrada.

**Resolución SIRGAS 2011 No. 02 del 10 de agosto de 2011**

*sobre*

***La responsabilidad del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como Centro de Combinación Oficial de SIRGAS***

**Considerando**

1. Que el Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI) está a cargo desde junio de 1996 del Centro IGS de Análisis Regional para América Latina y El Caribe (IGS RNAAC SIR);
2. Que tanto el DGFI como el Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) se desempeñan como Centros Oficiales de Combinación SIRGAS desde el 31 de agosto de 2008, según consta en las Resoluciones de la Reunión SIRGAS 2008 (Montevideo, Uruguay);
3. Que en esa oportunidad se encargó al DGFI, en su calidad de IGS RNAAC SIR, la generación de las coordenadas semanales finales de las estaciones SIRGAS-CON, mientras que las combinaciones del IBGE fueron definidas como de respaldo y control;
4. Que las coordenadas semanales generadas por DGFI e IBGE tienen precisiones en torno a  $\pm 1,5$  mm en la componente horizontal y  $\pm 3,8$  mm en la componente vertical;
5. Que la comparación de las coordenadas semanales calculadas por el IBGE y el DGFI presentan discrepancias menores que  $\pm 1$  mm, lo que permite concluir que ambas combinaciones son estadísticamente iguales;

**Se resuelve**

1. Que a partir del 1 de enero de 2012, las coordenadas semanales calculadas por el IBGE (identificación `ibgyyPwww.crd/snx`, siendo `yy` los dos últimos dígitos del año y `www` la semana GPS correspondiente) serán presentadas a los usuarios como las coordenadas semanales oficiales finales de la red SIRGAS-CON;
2. Que a su vez las coordenadas semanales calculadas por el DGFI en su calidad de IGS RNAAC SIR (archivos `siryPwww.crd/snx`) servirán de respaldo y control para las coordenadas oficiales generadas por el IBGE;
3. Que antes de poner a disposición de los usuarios las coordenadas finales de las estaciones SIRGAS-CON (archivos `ibgyyPwww.crd/snx`), el IBGE debe comparar las dos combinaciones y si encuentra discrepancias que superen tres veces la magnitud de la precisión de las coordenadas, debe, de común acuerdo con el DGFI, identificar las causas de dichas diferencias y aplicar los correctivos correspondientes.
4. Que esta nueva responsabilidad del Centro de Combinación del IBGE será formalizada una vez este Instituto manifieste por escrito ante SIRGAS la aceptación del compromiso correspondiente.

**Resolución SIRGAS 2011 No. 03 del 10 de agosto de 2011**

*sobre*

***El Proyecto SIRGAS-GLONASS***

**Considerando**

1. Que la red SIRGAS de operación continua (SIRGAS-CON) incluye un número considerable de estaciones con capacidad de capturar señales GLONASS;

2. Que los centros de procesamiento CIMA (Centro de Procesamiento Ingeniería-Mendoza-Argentina de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina) y CPAGS-LUZ (Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia, Venezuela) han reportado iniciativas relacionadas con el análisis de observaciones GLONASS apoyadas en la infraestructura SIRGAS;
3. Que el análisis paralelo y combinado de observaciones GPS y GLONASS ofrece nuevas perspectivas relacionadas con el incremento de la precisión del marco de referencia SIRGAS;
4. Que la Presidencia del Grupo de Trabajo I de SIRGAS (SIRGAS-GTI: Sistema de Referencia) ha propuesto la creación de un proyecto orientado a este tema específico;

#### Se resuelve

1. Establecer un proyecto específico denominado **SIRGAS-GLONASS**, suscrito al SIRGAS-GTI. Los objetivos centrales de este proyecto son estudiar las estrategias de análisis adecuadas para obtener las mejores precisiones posibles del posicionamiento GLONASS como herramienta para realizar el marco de referencia SIRGAS y definir si se debe adelantar el procesamiento rutinario de las observaciones GLONASS dentro de SIRGAS, de la misma manera que actualmente se procede con las observaciones GPS;
2. Que la coordinación del proyecto esté a cargo de **Víctor Cioce de CPAGS-LUZ** y **Ana María Robin de CIMA**, con el propósito que definan la estrategia y cronograma necesarios para alcanzar los objetivos propuestos y reporten rutinariamente al Consejo Directivo de SIRGAS sobre los avances dados;
3. Que la vigencia inicial de este proyecto sea de 4 años.

#### Resolución SIRGAS 2011 No. 04 del 10 de agosto de 2011

*sobre*

#### ***El Proyecto MoNoLin: Incorporación de movimientos no lineales en marcos de referencia geodésicos***

#### Considerando

1. Que las coordenadas de los puntos materializados sobre la superficie de la Tierra cambian con el tiempo de un modo complejo que responde a diferentes procesos geofísicos del Sistema Tierra, p. ej. eventos sísmicos, dinámica de la atmósfera y de la hidrosfera, etc.;
2. Que la cinemática de los marcos de referencia se describe usualmente a través de cambios lineales de coordenadas (i.e. velocidades constantes);
3. Que esta descripción resulta insuficiente para representar la posición real de las estaciones que conforman los marcos de referencia;
4. Que es necesario definir metodologías que permitan la incorporación de movimientos no lineales en la realización de los marcos de referencia;
5. Que la Presidencia del Grupo de Trabajo I de SIRGAS (Sistema de Referencia) y del Grupo de Trabajo II (SIRGAS-GTII: SIRGAS en el Ámbito Nacional) han propuesto la creación de un proyecto orientado a este tema específico;

#### Se resuelve

1. Establecer un proyecto específico denominado **MoNoLin (Incorporación de movimientos no lineales en marcos de referencia geodésicos)**, suscrito a los Grupos de Trabajo SIRGAS-GTI y SIRGAS-GTII. El objetivo de este proyecto es definir la estrategia más adecuada para incluir los movimientos no lineales de las estaciones de referencia en la determinación de sus coordenadas y consecuentemente mejorar la representación de la cinemática de los marcos de referencia que conforman;

2. Que la coordinación del proyecto esté a cargo de **Juan Carlos Báez de la Universidad de Concepción, Chile** y **Sergio Cimbaro del Instituto Geográfico Nacional de Argentina**, con el propósito de que definan la estrategia y cronograma necesarios para alcanzar los objetivos propuestos y reporten rutinariamente al Consejo Directivo de SIRGAS sobre los avances dados;
3. Que la vigencia inicial de este proyecto sea de 4 años.

**Resolución SIRGAS 2011 No. 06 del 10 de agosto de 2011**

*sobre*

***El agradecimiento de SIRGAS a la  
ESCUELA DE TOPOGRAFÍA, CATASTRO Y GEODESIA de la  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
Heredia, Costa Rica***

**Considerando:**

1. La excelente organización llevada a cabo por la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la Universidad Nacional (UNA) para la realización exitosa de la Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA y de la Reunión SIRGAS 2011;
2. El apoyo logístico brindado por la ETCG y la UNA a los participantes de los eventos, el cual se traduce en una placentera estadía en la Ciudad de Heredia;
3. El respaldo y disponibilidad incondicional prestados por diferentes entidades patrocinadoras, cuyo apoyo ha contribuido al desarrollo adecuado de los eventos;
4. La inigualable calidez humana y hospitalidad ofrecida por los integrantes del Comité Organizador, los representantes de las entidades patrocinadoras y las directivas de la UNA.

**Se resuelve:**

Poner de manifiesto el agradecimiento de SIRGAS a:

**Entidades Patrocinadoras**

Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, Universidad Nacional, Móviles de Costa Rica, Consultores Técnicos INGEOS, COOPEUNA, Centro Óptico Electrónico, Atilio Ureña, Nuria Hernández, Herman Luis Cordero, Geo Solutions, Geotecnologías, Ulate Chachagua Ingenieros Topógrafos Consultores S. A., Aguazero, Consultora Cuatro, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Instituto Geográfico Nacional, Colegio de Ingenieros Topógrafos, Topografía Reyes.

**Comité Organizador Local**

**Académicos:** Adelina Arce Bogantes, Sara Bastos Gutiérrez, Gabriela Cordero Gamboa, Johan Figueroa Guevara, Jorge Moya Zamora, Mauricio Varela Sánchez;

**Estudiantes:** Katherine Rojas, Francella Rojas, Shirley Torres, Rebeca Romero, Carlos Guzmán, Javier Calderón, Steven Ruiz, Stephanie Córdoba, Karla González;

**UNA:** Sandra León Coto, rectora UNA; Carlos Moreira, director de investigación;

**Colaboradores:** Miriam Jiménez, docente ETCG; Ronald Guerrero y Miguel Fernández conductores de la ETCG; Luis Fernando Murillo, María Adelaida Córdoba y Rafael Madrid, Audiovisuales.

**Recomendación SIRGAS 2011 No. 01 del 10 de agosto de 2011**

sobre

***Los estudios atmosféricos para SIRGAS*****Considerando**

1. Que SIRGAS ha establecido en 2006 el proyecto Estudios Atmosféricos para SIRGAS;
2. Que ese proyecto ha conducido a la instalación de un Centro de Análisis Ionosférico, que funcionó en forma experimental entre 2007 y 2008 y funciona en forma oficial desde 2008;
3. Que ese Centro posee una valiosa experiencia en la temática y cuenta con desarrollos propios en materia de modelos, programas y herramientas de análisis que podrían ser puestas a disposición de la comunidad SIRGAS;
4. Que en las Reuniones SIRGAS que se sucedieron desde 2006 se han reportado una variedad de esfuerzos orientados a modelar y calcular el contenido total de electrones y de vapor de agua en la atmósfera;
5. Que incrementar la exactitud y la resolución del modelo ionosférico disponible a escala nacional y regional y dar inicio a la producción sistemática de mapas del contenido de vapor de agua es una contribución valiosa de SIRGAS para mejorar la comprensión y la predicción de los procesos climatológicos y al desarrollo tecnológico de los sistemas de comunicaciones, posicionamiento, navegación, observación de la Tierra, etc.

**Se recomienda**

1. Impulsar la instalación de **Centros Experimentales de Análisis Ionosférico** en las instituciones que colaboran con SIRGAS, apoyándose en los recursos disponibles en su Centro de Análisis Ionosférico oficial.
2. Promover la cooperación entre los diferentes grupos que han venido realizando estudios para la determinación del contenido de vapor de agua con el objetivo de instalar **Centros Experimentales de Análisis de la Troposfera**.

**Recomendación SIRGAS 2011 No. 02 del 10 de agosto de 2011**

sobre

***La participación de los países miembros de SIRGAS en la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, en la Asociación Internacional de Geodesia y en el Instituto Panamericano de Geografía e Historia*****Considerando**

1. Que SIRGAS es la subcomisión 1.3b (Marco de Referencia para Centro y Suramérica) de la **Asociación Internacional de Geodesia (IAG)**;
2. Que la IAG es una de las ocho asociaciones de la **Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG)**;
3. Que SIRGAS es un **Grupo de Trabajo** de la **Comisión de Cartografía** del **Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)**;
4. Que entre los propósitos de SIRGAS está la contribución a las iniciativas **Sistema de Observación Geodésica Global (GGOS)** de la IAG y la **Agenda Panamericana 2010-2020** del IPGH;
5. Que a su vez la IUGG, la IAG y el IPGH respaldan las iniciativas de SIRGAS mediante asesoría científica y técnica y el apoyo de proyectos específicos de investigación y difusión de resultados.

## Se recomienda

Que los países miembros de SIRGAS renueven o fortalezcan sus vínculos con estas organizaciones (IUGG, IAG, IPGH) de modo que la colaboración e intercambio de conocimientos, experiencias y recursos sea más expedita, y que el beneficio sea máximo tanto para SIRGAS como para la IUGG, la IAG y el IPGH.

### **Recomendación SIRGAS 2011 No. 03 del 10 de agosto de 2011**

sobre

### ***El acercamiento de los países miembros de SIRGAS a la Comisión 2 (Campo de Gravedad) de la Asociación Internacional de Geodesia***

## Considerando

1. Las actividades que vienen desarrollando los países miembros en cuanto al establecimiento y mantenimiento de las redes gravimétricas nacionales;
2. Las inquietudes planteadas por varios países miembros durante la Reunión SIRGAS 2011 sobre la determinación de modelos geoidales nacionales de alta precisión;
3. La necesidad de disponer de valores de gravedad confiables para el cálculo de números geopotenciales y modelos geoidales de alta resolución en pro de la unificación de los sistemas de alturas bajo la coordinación del Grupo de Trabajo III de SIRGAS (SIRGAS-GTIII: Datum Vertical);
4. Que SIRGAS en su condición de Subcomisión 1.3b (Marco de Referencia para Centro y Suramérica) de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) promueve su interacción con las demás componentes de esa Asociación.

## Se recomienda

Que los países miembros de SIRGAS se acerquen y participen en las actividades coordinadas por la **Comisión 2 (Campo de Gravedad)** de la IAG, especialmente en las subcomisiones comprometidas con las **redes gravimétricas y de gravedad**, así como con la **determinación de geoides regionales**. Estas subcomisiones incluyen en sus estructuras capítulos dedicados a América Latina y El Caribe cuya experiencia será de mucha utilidad para atender las necesidades actuales.

## Anexo 3: Programa de la Reunión SIRGAS2011

Agosto 8 - 10, 2011

Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la  
Universidad Nacional (UNA)  
Heredia, Costa Rica

### Lunes, 8 de agosto de 2011

7:00 – 8:00 Registro

#### Apertura

8:00 – 8:25 Bienvenida

Estado actual de SIRGAS: reporte anual de las autoridades SIRGAS  
C. Brunini, L. Sánchez

#### Avances orientados a un datum vertical unificado para la región SIRGAS

8:40 – 8:55 Propuesta de la red gravimétrica de primer orden para Costa Rica  
G. Cordero, M. Varela, S. Bastos, J. Moya

9:00 – 9:15 Red gravimétrica nacional de Bolivia (presentación cancelada)  
A. Echalar, E. Peñaranda

9:20 – 9:35 Iniciación de la red gravimétrica para la determinación del modelo geoidal para el Perú  
E. Huarajo Casaverde

9:40 – 9:55 Actualización del modelo de geoide en El Salvador  
W. Amaya

10:00 – 10:30 **Café**

10:30 – 10:45 Cálculo de numeros geopotenciales del Ecuador continental  
R. D. Coyago, A. Tierra, A. Robayo

10:50 – 11:05 Modelo geoidal geométrico MGGE2011  
A. Tierra

11:10 – 11:25 Primeros resultados de las evaluaciones de los datos enviados al proyecto SIRGAS-GTIII (Datum Vertical) debido al nuevo ajuste de la Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB  
N. R. Di Maio, C. C. C. Santos da Silva, R. Rodrigues Pinheiro

11:30 – 11:45 Aspectos prácticos do tratamento de dados para envio ao GT-III  
R. Teixeira Luz, en representación del SIRGAS-GTIII

11:50 – 12:05 Requerimientos para la unificación de los sistemas de alturas existentes en la Región SIRGAS  
L. Sánchez, R. Luz

12:10 – 12:25 Discusión

12:30 – 14:00 **Almuerzo**

#### SIRGAS en el ámbito nacional

14:00 – 14:15 Sistema de referencia geodésico de Costa Rica CR05  
J. F. Valverde Calderon, G. Rodríguez Rodríguez

14:20 – 14:35 Redes GNSS en Costa Rica: propuesta de unificación  
G. Rodríguez Rodríguez, J. F. Valverde Calderon

14:40 – 14:55 Centro de procesamiento INEGI y cambio del marco geodésico en México  
G. A. González Franco

15:00 – 15:15 Red geodésica activa de Honduras y su enlace con SIRGAS  
O. A. Meza

15:30 – 16:00 **Café**

16:00 – 16:15	Actualización de las redes geodésicas de El Salvador C. E. Figueroa
16:20 – 16:35	Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia": pasado, presente y futuro J. A. Cornejo G.
16:40 – 16:55	SIRGAS en Panamá M. Domínguez
17:00 – 17:15	SIRGAS en Colombia: problemas y soluciones W. Martínez Díaz
17:20 – 17:35	Red geodésica nacional activa de Uruguay (REGNA-ROU) y Centro Local de Procesamiento SIRGAS de Uruguay (SGM-Uy): Reporte de actividades N. Suárez
17:40 – 18:00	Discusión

## Martes, 9 de agosto de 2011

### SIRGAS en el ámbito nacional (continuación)

8:00 – 8:15	Avances ecuatorianos en el ámbito geodésico P. Zurita L.
8:20 – 8:35	Actualización del marco de referencia geodésico del Perú A. E. Solorzano Carrión
8:40 – 8:55	Actualización de coordenadas en la frontera entre Costa Rica y Panamá, Sixaola – Sector I Á. Álvarez Calderón, J. Posam, J. Cornejo
9:00 – 9:15	El proyecto SIRGAS como motor de desarrollo del conocimiento de la geodesia: un caso de estudio uruguayo R. Pérez Rodino
9:20 – 9:35	Geodetic infrastructure in Guyana D. Singh
9:40 – 9:55	Red Geodésica Nacional de Guatemala: situación actual y perspectivas O. Cruz Ramos, D. I. Gómez Gómez
10:00 – 10:30	Café

### Análisis del marco de referencia SIRGAS

10:30 – 10:55	Los servicios científicos de la IAG y el marco de referencia ITRF 2008 H. Drewes
11:00 – 11:15	Evolución de la red SIRGAS-CON durante el año 2011. Cooperación y propuestas para el año en curso. M. V. Mackern, L. Sánchez, C. Brunini, L. Mateo, A. Calori
11:20 – 11:35	Actividades desarrolladas por el centro de procesamiento y análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ) durante el periodo 2010-2011 M. Montero, V. Cioce, M. Espinoza, M. Hoyer, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos
11:40 – 11:55	Reporte del centro de procesamiento SIRGAS - IBGE M. A. de Almeida Lima, A. L. da Silva
12:00 – 12:15	Reporte anual del centro de procesamiento SIRGAS operado por el IGAC O. D. Bolívar, J. A. Arévalo, W. Martínez
12:20 – 12:35	VLBI y VLBI 2010 H. Hase
12:40 – 14:00	Almuerzo
14:00 – 14:15	Resultados del centro de procesamiento del Instituto Geográfico Nacional de Argentina (GNA) S. Cimbaro, D. Piñón
14:20 – 14:35	Fortalecimiento del centro de procesamiento CIMA y aportes realizados desde el cálculo de las observaciones de la red SIRGAS-CON-D-Sur M. V. Mackern, M. L. Mateo, A. V. Calori, A. M. Robin, M. F. Camisay

- 14:40 – 14:55 Centro de combinación IBGE: resultados preliminares  
A. L. da Silva, S. M. Alves Costa, M. A. de Almeida Lima
- 15:00 – 15:15 Actividades recientes del Centro Regional de Análisis Asociado del IGS para SIRGAS (IGS RNAAC SIR)  
L. Sánchez, M. Seitz
- 15:30 – 16:00 **Café**

### **Impacto de eventos sísmicos en el marco de referencia SIRGAS**

- 16:00 – 16:15 Red geodésica nacional SIRGAS-Chile  
H. Parra, R. Maturana, C. Iturriaga, J. C. Baez, V. Piña, C. Mardones
- 16:20 – 16:35 Monitoreamiento del efecto postsísmico del terremoto del Maule a partir de observaciones GNSS  
J. C. Báez, H. Parra, R. Maturana
- 16:40 – 16:55 Observatorio Geodésico TIGO - un modelo para GGOS?  
H. Hase
- 17:00 – 17:15 Cinemática del marco de referencia SIRGAS  
L. Sánchez, M. Seitz, H. Drewes
- 17:20 – 17:35 Cómo mitigar el impacto de eventos sísmicos en los marcos de referencia?  
H. Drewes, L. Sánchez, C. Brunini, M. V. Mackern
- 17:40 – 18:00 **Discusión**

### **Miércoles, 10 de agosto de 2011**

#### **Iniciativas encaminadas al fortalecimiento de las actividades del Grupo de Trabajo I de SIRGAS: Sistema de Referencia**

- 8:00 – 8:15 Cálculo experimental de la red SIRGAS-CON a partir de observaciones GLONASS y su comparación con GPS  
A. M. Robin, M. L. Mateo, M. V. Mackern, A. V. Calori
- 8:20 – 8:35 Procesamiento y análisis de observaciones satelitales GLONASS en el ámbito SIRGAS  
V. Cioce, M. Montero, M. Hoyer, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos
- 8:40 – 8:55 Centro local experimental de procesamiento SIRGAS en Costa Rica: expectativas y proyectos  
J. Moya, S. Bastos, G. Cordero, M. Varela
- 9:00 – 9:15 Herramienta informática LGPL para procesamiento de datos GNSS  
M. A. Ávila, D. Monroy
- 9:20 – 9:35 Procesamiento de datos GNSS en GAMIT GLOBK como fase de entrenamiento a un futuro centro experimental de procesamiento SIRGAS  
J. M. Aguilar Ruiz, G. Castañeda Osorio
- 9:40 – 9:55 Herramienta gestora de archivos en formato RINEX para los centros de procesamiento SIRGAS  
J. A. Arévalo Mora
- 10:00 – 10:30 **Café**

#### **SIRGAS en tiempo real**

- 10:30 – 10:45 Actividades recientes del proyecto SIRGAS Tiempo Real  
M. Hoyer, R. Pérez, G. Noguera, J. Fazán, S. Cimbaro, N. Suárez, G. Royero
- 10:50 – 11:05 Aplicaciones NTRIP en Argentina: ventajas e inconvenientes encontrados  
M. F. Camisay, M. V. Mackern, M. L. Mateo, C. Milone
- 11:10 – 11:25 RAMSAC-NTRIP  
D. Piñón, S. Cimbaro
- 11:30 – 11:45 Correcciones de retraso ionosférico en las mediciones de la falsa distancia GPS obtenida desde un navegador para posicionamiento absoluto  
A. Robayo, M. Bonilla, A. Tierra
- 11:50 – 12:05 Propuesta de comparación de las posiciones obtenidas por un replanteo GNSS en

- tiempo real y las determinadas por un levantamiento estático sobre una red urbana  
S. Bastos, G. Cordero, J. Moya, M. Varela
- 12:10 – 12:25 Posicionamiento puntual preciso con receptores GPS geodésicos  
C. Brunini, M. Gende, F. Azpilicueta
- 12:30 – 14:00 Almuerzo

### **Análisis atmosférico basado en la infraestructura SIRGAS**

- 14:00 – 14:15 NTRIP y vapor de agua en el Ecuador: primeros resultados  
A. Tierra, I. Álvarez
- 14:20 – 14:35 Avance en el modelamiento de variables atmosféricas a partir de datos GNSS en Colombia  
O. D. Bolívar, N. Ramírez, W. Martínez
- 14:40 – 14:55 Estudio de las variaciones no lineales de la componente vertical de una estación SIRGAS-CON  
R. Galván, M. Gende, C. Brunini
- 15:00 – 15:25 Avances en el estudio del retardo troposférico a partir de comparaciones GNSS con Topex  
A. Calori, G. Colosimo, M. Gende, C. Brunini, V. Mackern, M. Crespi
- 15:30 – 16:00 Café

### **Reunión del Consejo Directivo de SIRGAS**

- 16:00 – 16:15 Reporte de las autoridades SIRGAS para el periodo 2007-2011  
C. Brunini, L. Sánchez
- 16:20 – 16:30 Modificaciones del Estatuto SIRGAS  
L. Sánchez
- 16:30 – 16:40 Elección de autoridades SIRGAS para el periodo 2011-2015: reporte del Comité de Elecciones  
H. Rovera, V. Cioce, J. F. Valverde
- 16:40 – 16:55 Plan de actividades SIRGAS para el periodo 2011-2015  
Autoridades SIRGAS electas
- 17:00 – 17:30 Discusión
- 17:30 – 18:00 Conclusiones, resoluciones y recomendaciones de la Reunión SIRGAS 2011

## Anexo 4: Asistentes a la Reunión SIRGAS2011 y a la Tercera Escuela IAG-IPGH-SIRGAS en SISTEMAS DE REFERENCIA

Agosto 3 - 10, 2011

Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la Universidad Nacional (UNA)  
Heredia, Costa Rica













No.	Escuela/ Reunión	Nombre Entidad País e-mail	No.	Escuel a/ Reunión	Nombre Entidad País e-mail
1	E/R	Abarca Santamaría Kevin Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:pate-27@hotmail.com">pate-27@hotmail.com</a>	2	E/R	Aguilar López Luis Aguilar Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:arturo_aguilar90@hotmail.com">arturo_aguilar90@hotmail.com</a>
3	E/R	Alfaro Jessica Universidad de Costa Rica COSTA RICA <a href="mailto:jealfaro_11@hotmail.com">jealfaro_11@hotmail.com</a>	4	E/R	Alfaro Nuñez Fernando COSTA RICA <a href="mailto:fernalfa@gmail.com">fernalfa@gmail.com</a>
5	E/R	Alvarado Sánchez Bernal AYA COSTA RICA <a href="mailto:balvarado@aya.go.cr">balvarado@aya.go.cr</a>	6	R	Álvarez Ruber Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" VENEZUELA <a href="mailto:ralvarez@igvsb.gob.ve">ralvarez@igvsb.gob.ve</a>
7	E/R	Álvarez Calderón Álvaro ETCG UNA IGN COSTA RICA <a href="mailto:aalvarez.igncr@gmail.com">aalvarez.igncr@gmail.com</a>	8	R	Amaya Wilfredo Instituto Geográfico Nacional - Centro Nacional de Registros EL SALVADOR <a href="mailto:wamaya@cnr.gob.sv">wamaya@cnr.gob.sv</a>
9	E/R	Apú Arturo AyA COSTA RICA <a href="mailto:aapu2009@gmail.com">aapu2009@gmail.com</a>	10	E/R	Arce Bogantes Adelina ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:adelinaarce@gmail.com">adelinaarce@gmail.com</a>
11	E/R	Arguedas Arguedas Leandro Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:le_arguedas_89@hotmail.com">le_arguedas_89@hotmail.com</a>	12	E/R	Argueta Dominguez Samuel Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:sargueta@ice.go.cr">sargueta@ice.go.cr</a>
13	E/R	Arroyo Fernando ICE Diquis COSTA RICA <a href="mailto:farroyo@ice.go.cr">farroyo@ice.go.cr</a>	14	E/R	Arroyo Solano Franklin ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:farroyo@una.ac.cr">farroyo@una.ac.cr</a>
15	E/R	Avendaño Marcelo Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:mavendanoc@ice.go.cr">mavendanoc@ice.go.cr</a>	16	R	Ávila Angúlo Miguel Antonio Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" COLOMBIA <a href="mailto:maavila@udistrital.edu.co">maavila@udistrital.edu.co</a>
17	E/R	Báez Juan Carlos Universidad de Concepción CHILE <a href="mailto:jbaez@udec.cl">jbaez@udec.cl</a>	18	E/R	Barahona Gamboa Josue Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:josuebarahonag@hotmail.com">josuebarahonag@hotmail.com</a>
19	E/R	Barquero Ugalde Henry Arturo Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:hbarquerou@ice.go.cr">hbarquerou@ice.go.cr</a>	20	E/R	Bastos Gutiérrez Sara Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:sbastos_19@yahoo.es">sbastos_19@yahoo.es</a>
21	E/R	Benavides Majano Reynaldo Láser COSTA RICA <a href="mailto:rbenavidesm@hotmail.com">rbenavidesm@hotmail.com</a>	22	E/R	Bolaños Chaverri Manuel Registro Nacional, Registro Inmobiliario, División Catastral COSTA RICA <a href="mailto:mabolanos@rnp.go.cr">mabolanos@rnp.go.cr</a>
23	R	Bolívar Fonseca Omar David Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC COLOMBIA <a href="mailto:obolivar@igac.gov.co">obolivar@igac.gov.co</a>	24	E/R	Brunini Claudio GESA - Universidad Nacional de La Plata - CONICET ARGENTINA <a href="mailto:claudiobrunini@yahoo.com">claudiobrunini@yahoo.com</a>
25	E/R	Cáceres Dueñas Sandro PROVIAS NACIONAL - Min. Transportes y Comunicaciones PERÚ <a href="mailto:caceresandros@gmail.com">caceresandros@gmail.com</a>	26	R	Calori Andrea Virginia Universidad Nacional de Cuyo ARGENTINA <a href="mailto:acalori@mendoza-conicet.gov.ar">acalori@mendoza-conicet.gov.ar</a>

27	E/R	Camisay María Fernanda Universidad Juan Agustín Maza - CONICET ARGENTINA <a href="mailto:fcamisay@conicet.gov.ar">fcamisay@conicet.gov.ar</a>	28	E/R	Campos Rodríguez Humberto Geotecnologías COSTA RICA <a href="mailto:hcampos@geotecnologias.co.cr">hcampos@geotecnologias.co.cr</a>
29	R	Cano Chaves Jessica Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:jcano85@gmail.com">jcano85@gmail.com</a>	30	E	Carias Antonio UNAH HONDURAS <a href="mailto:antoniocarias@gmail.com">antoniocarias@gmail.com</a>
31	E/R	Carmona Chinchilla Paola Universidad de Costa Rica COSTA RICA <a href="mailto:carmona.paola2@gmail.com">carmona.paola2@gmail.com</a>	32	E/R	Castro Castro Godofredo ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:gcastro@cfia.or.cr">gcastro@cfia.or.cr</a>
33	E	Cerdas José Fabio Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:jcerdasal@ice.go.cr">jcerdasal@ice.go.cr</a>	34	E/R	Cerrud Ballesteros Rolando Universidad de Panamá PANAMÁ <a href="mailto:rcerrud10@hotmail.com">rcerrud10@hotmail.com</a>
35	E/R	Céspedes Argüello Yohana División Catastral - Registro Inmobiliario COSTA RICA <a href="mailto:yoca2229@yahoo.es">yoca2229@yahoo.es</a>	36	E/R	Chacón Rodríguez José Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:josecha_11@hotmail.com">josecha_11@hotmail.com</a>
37	E/R	Chavarría Camacho Etelberto ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:etelchav@hotmail.com">etelchav@hotmail.com</a>	38	E/R	Chaves Sandoval Gerardo GEOSOLUTIONS COSTA RICA <a href="mailto:gchaves@una.ac.cr">gchaves@una.ac.cr</a>
39	R	Cimbaro Sergio Rubén Instituto Geografico Nacional - IGN ARGENTINA <a href="mailto:scimbaro@ign.gob.ar">scimbaro@ign.gob.ar</a>	40	R	Cioce Víctor Universidad del Zulia VENEZUELA <a href="mailto:vcioce@fing.luz.edu.ve">vcioce@fing.luz.edu.ve</a>
41	E/R	Colomer Olaya Ricardo COSTA RICA <a href="mailto:ricardocolomer@yahoo.com">ricardocolomer@yahoo.com</a>	42	E/R	Cordero Gamboa Gabriela ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:gcorderog@gmail.com">gcorderog@gmail.com</a>
43	R	Cornejo Javier Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" PANAMÁ <a href="mailto:jcornejo1223@hotmail.com">jcornejo1223@hotmail.com</a>	44	E/R	Corrales Campos Jairo Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:jairoc89@hotmail.com">jairoc89@hotmail.com</a>
45	E/R	Coyago Remache Ricardo David Instituto Geográfico Militar - IGM ECUADOR <a href="mailto:ricardo.coyago@mail.igm.gob.ec">ricardo.coyago@mail.igm.gob.ec</a>	46	E/R	Cruz Campos Karina Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:karinacruzcampos@gmail.com">karinacruzcampos@gmail.com</a>
47	R	Cruz Ramos Oscar Instituto Geográfico Nacional - IGN GUATEMALA <a href="mailto:ing.ocruzz@yahoo.es">ing.ocruzz@yahoo.es</a>	48	E	Dávila Valverde Miguel Geociencias y Tecnología Aplicada S.A. de C.V. EL SALVADOR <a href="mailto:migueldavila52@hotmail.com">migueldavila52@hotmail.com</a>
49	E/R	De Almeida Lima Marco A. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE BRASIL <a href="mailto:marco.almeida@ibge.gov.br">marco.almeida@ibge.gov.br</a>	50	E/R	De la Cruz Huamaní Wilmer Global Mapping S.A.C PERU <a href="mailto:wdelacruz@globalmapping.biz">wdelacruz@globalmapping.biz</a>
51	E/R	De Obaldía Valdés Franklin ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:fobaldia@una.ac.cr">fobaldia@una.ac.cr</a>	52	E/R	Di Maio Nívia Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE BRASIL <a href="mailto:nivia.maio@ibge.gov.br">nivia.maio@ibge.gov.br</a>
53	E/R	Dominguez Espino Melquiades Topoequipos S.A. PANAMÁ <a href="mailto:mdominguezespino@gmail.com">mdominguezespino@gmail.com</a>	54	E/R	Drewes Hermann DGFI ALEMANIA <a href="mailto:drewes@dgfi.badw.de">drewes@dgfi.badw.de</a>

55	R	Faure Valbi Jorge Facultad de Ingeniería - UDELAR URUGUAY <a href="mailto:jfaure@fing.edu.uy">jfaure@fing.edu.uy</a>	56	E/R	Ferarios Murillo José David Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:ferariosjd@hotmail.com">ferariosjd@hotmail.com</a>
57	R	Figueroa Carlos Instituto Geográfico Nacional - Centro Nacional de Registros EL SALVADOR <a href="mailto:cfigueroa@cnr.gob.sv">cfigueroa@cnr.gob.sv</a>	58	E/R	Figueroa Guevara Johan ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:jfiguero@una.ac.cr">jfiguero@una.ac.cr</a>
50	E/R	Garita Fernández Ana Lucía Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:alu_1cr@hotmail.com">alu_1cr@hotmail.com</a>	60	R	Gómez Gómez David Isaac Instituto Geográfico Nacional - IGN GUATEMALA <a href="mailto:davgom_25@hotmail.com">davgom_25@hotmail.com</a>
61	R	González Franco Guido Alejandro INEGI MEXICO <a href="mailto:guido.gonzalez@inegi.org.mx">guido.gonzalez@inegi.org.mx</a>	62	E	González Guzmán Juan Guillermo Ind. Topografía Elementos S.A. COSTA RICA <a href="mailto:juangmo@costarricense.cr">juangmo@costarricense.cr</a>
63	E/R	González Hernández Marco Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:mugh@hotmail.com">mugh@hotmail.com</a>	64	E/R	González Maroto Karla Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:gonzalezmarottok@gmail.com">gonzalezmarottok@gmail.com</a>
65	E/R	Grillo Espinoza Mariana Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:grillita0093@hotmail.com">grillita0093@hotmail.com</a>	66	E/R	Gutiérrez Madrigal Federico Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:blckend_9ie@yahoo.com">blckend_9ie@yahoo.com</a>
67	E	Gutierrez Segura Esteban Alonso Aerofoto Centroamérica COSTA RICA <a href="mailto:esteban.gutierrez@aerofoto.cr">esteban.gutierrez@aerofoto.cr</a>	68	R	Hase Hayo Bundesamt für Kartographie und Geodäsie CHILE <a href="mailto:hayo.hase@bkg.bund.de">hayo.hase@bkg.bund.de</a>
69	R	Hernández José Napoleón Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" VENEZUELA <a href="mailto:josenapoleonhernandez@gmail.com">josenapoleonhernandez@gmail.com</a>	70	E/R	Hernández Marín José Fernando Ecoglobal Surveying Ltda. COLOMBIA <a href="mailto:jfhernandezm@gmail.com">jfhernandezm@gmail.com</a>
71	E/R	Hernández Zumbado Maurilio Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:maurilio1_15@hotmail.com">maurilio1_15@hotmail.com</a>	72	E/R	Huarajo Casaverde Edgar Insituto Geográfico Nacional - IGN PERÚ <a href="mailto:edgar_hc2002@hotmail.com">edgar_hc2002@hotmail.com</a>
73	E/R	Iturriaga Cristian Instituto Geográfico Militar - IGM CHILE <a href="mailto:citurriaga@igm.cl">citurriaga@igm.cl</a>	74	E/R	León Acuña Melissa Topografía Francisco Reyes COSTA RICA <a href="mailto:topreyes@ct.cr">topreyes@ct.cr</a>
75	E/R	Lobo Hernández Max Instituto Geográfico Nacional COSTA RICA <a href="mailto:malobo@racsa.co.cr">malobo@racsa.co.cr</a>	76	E/R	Luz Roberto Teixeira Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE BRASIL <a href="mailto:roberto.luz@ibge.gov.br">roberto.luz@ibge.gov.br</a>
77	E/R	Mackern Oberti María Virginia Universidad Nacional de Cuyo ARGENTINA <a href="mailto:vmackern@mendoza-conicet.gov.ar">vmackern@mendoza-conicet.gov.ar</a>	78	E/R	Martínez William Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC COLOMBIA <a href="mailto:wamartin@igac.gov.co">wamartin@igac.gov.co</a>
79	R	Massi Rubi Leonel Instituto Geográfico de Venezuela "Simón Bolívar" VENEZUELA <a href="mailto:lmassi@igvsb.gob.ve">lmassi@igvsb.gob.ve</a>	80	R	Medrano Silva Wilmer Antonio Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales NICARAGUA <a href="mailto:medranoswil@yahoo.com">medranoswil@yahoo.com</a>
81	E/R	Menjívar Pérez Efraín Universidad Nacional de Costa Rica COSTA RICA <a href="mailto:emenjiva@una.ac.cr">emenjiva@una.ac.cr</a>	82	E/R	Meza Oscar Andrés Insituto Geográfico Nacional - IGN HONDURAS <a href="mailto:omeza1257@hotmail.com">omeza1257@hotmail.com</a>
83	E/R	Molero Yeldy PDVSA VENEZUELA <a href="mailto:moleroyc@pdvsa.com">moleroyc@pdvsa.com</a>	84	E/R	Monge Tobías COSTA RICA tmonge1@hotmail.com

85	E/R	Monge Tobías COSTA RICA <a href="mailto:tmonge1@hotmail.com">tmonge1@hotmail.com</a>	86	R	Monroy Machado David Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" COLOMBIA <a href="mailto:dmonroy@udistrital.edu.co">dmonroy@udistrital.edu.co</a>
87	E/R	Mora María Marta COSTA RICA <a href="mailto:mmmora13@gmail.com">mmmora13@gmail.com</a>	88	E/R	Mora Vargas Esteban ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:estecr@hotmail.com">estecr@hotmail.com</a>
89	E/R	Morán Nirmal Ministerio de Obras Públicas PANAMÁ <a href="mailto:nmoran@mop.gob.pa">nmoran@mop.gob.pa</a>	90	E/R	Moya Zamora Jorge ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:jmoya@una.ac.cr">jmoya@una.ac.cr</a>
91	R	Obando Hernández Georgina Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:marce_oh07@hotmail.com">marce_oh07@hotmail.com</a>	92	E/R	Oreamuno Herra Steven ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:soreamun@una.ac.cr">soreamun@una.ac.cr</a>
93	E/R	Oreamuno Herra Luis E. Registro Nacional, Registro Inmobiliario, División Catastral COSTA RICA <a href="mailto:loreamuno@rnp.go.cr">loreamuno@rnp.go.cr</a>	94	E/R	Osorio González Carmen Enrique Autoridad Nacional de Administración de Tierras PANAMÁ <a href="mailto:eosorio@pronat.org.pa">eosorio@pronat.org.pa</a>
95	E/R	Ovares Sánchez Erick ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:erickovares@yahoo.com">erickovares@yahoo.com</a>	95	E/R	Ovares Sánchez Kenneth ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:kennethovares@gmail.com">kennethovares@gmail.com</a>
97	E/R	Oviedo Tatiana Universidad de Costa Rica COSTA RICA <a href="mailto:tativiedosan@gmail.com">tativiedosan@gmail.com</a>	98	E/R	Palacios Rivas Dora Maria MSJ COSTA RICA <a href="mailto:dpalacios.01@gmail.com">dpalacios.01@gmail.com</a>
99	E/R	Paniagua Jiménez Diana Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:amissin3000@gmail.com">amissin3000@gmail.com</a>	100	E/R	Parra Héctor Instituto Geográfico Militar - IGM CHILE <a href="mailto:hparra@igm.cl">hparra@igm.cl</a>
101	R	Pérez Pedro Universidad Nacional de Costa Rica COSTA RICA <a href="mailto:pedropercar@hotmail.com">pedropercar@hotmail.com</a>	102	R	Pérez Rodino Roberto Facultad de Ingeniería - UDELAR URUGUAY <a href="mailto:rodino@fing.edu.uy">rodino@fing.edu.uy</a>
103	E/R	Porras Marcial Empresa Propietaria de la Red S.A. COSTA RICA <a href="mailto:marcial.andres@gmail.com">marcial.andres@gmail.com</a>	104	E/R	Porras Marco Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:mpg1324p@hotmail.com">mpg1324p@hotmail.com</a>
105	E	Quesada Medina Marlon Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:mquesada@ice.go.cr">mquesada@ice.go.cr</a>	106	E/R	Ramírez Núñez Manuel CIT COSTA RICA <a href="mailto:mramir@una.ac.cr">mramir@una.ac.cr</a>
107	E	Recalde Martínez Margoth Patricia Canton Santo Domingo ECUADOR <a href="mailto:margothrecalde@yahoo.com">margothrecalde@yahoo.com</a>	108	E/R	Retana Zamora Alonso Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:alonsoretanaz@hotmail.com">alonsoretanaz@hotmail.com</a>
109	E/R	Reyes Cordero José Andrés Topografía Francisco Reyes COSTA RICA <a href="mailto:topreyes@ct.cr">topreyes@ct.cr</a>	110	E/R	Rivas Guzmán María José Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:mjrg90@hotmail.com">mjrg90@hotmail.com</a>
111	E/R	Robayo Nieto Alexander Alfredo Escuela Politécnica del Ejército ECUADOR <a href="mailto:aarobayo@espe.edu.ec">aarobayo@espe.edu.ec</a>	112	E/R	Robín Ana María CONICET ARGENTINA <a href="mailto:amrobin@mendoza-conicet.gob.ar">amrobin@mendoza-conicet.gob.ar</a>
113	E/R	Rodríguez Madrigal Rody Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:rrodriguez@ice.go.cr">rrodriguez@ice.go.cr</a>	114	E/R	Rodríguez Martínez Fiorella Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:fiorodmar@yahoo.com">fiorodmar@yahoo.com</a>

115	E/R	Rodríguez Rodríguez Guillermo Division Catastral - Registro Inmobiliario COSTA RICA <a href="mailto:grodriguez@rnp.go.cr">grodriguez@rnp.go.cr</a>	116	E/R	Ruíz Flores Karen ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:betcheva23@gmail.com">betcheva23@gmail.com</a>
116	E/R	Salgado Daniel Alonso Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:dsalgado91@hotmail.com">dsalgado91@hotmail.com</a>	118	E/R	Sánchez Sinitsina Oliver Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:olsanc@ice.go.cr">olsanc@ice.go.cr</a>
119	E/R	Sánchez Laura DGFI ALEMANIA <a href="mailto:sanchez@dgfi.badw.de">sanchez@dgfi.badw.de</a>	120	R	Sanjuanelo Juan ATLAS Ingeniería COLOMBIA <a href="mailto:juan.sanjuanelo@atlasingenieria.com">juan.sanjuanelo@atlasingenieria.com</a>
121	E/R	Santamaría Alberto Ministerio de Economía y Finanzas PANAMÁ <a href="mailto:asantamaria@mef.gob.pa">asantamaria@mef.gob.pa</a>	122	R	Santos da Silva Claudia Cristina Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE BRASIL <a href="mailto:claudia.santos@ibge.gov.br">claudia.santos@ibge.gov.br</a>
123	E/R	Semino Valle Alberto Iván PROVIAS NACIONAL - Ministerio de Transportes y Comunicaciones PERÚ <a href="mailto:asv_beto@hotmail.com">asv_beto@hotmail.com</a>	124	E	Serrano Richard Universidad Técnica Particular de Loja ECUADOR <a href="mailto:rgserrano@utpl.edu.ec">rgserrano@utpl.edu.ec</a>
125	R	Silva Alberto Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE BRASIL <a href="mailto:alberto.luis@ibge.gov.br">alberto.luis@ibge.gov.br</a>	126	E/R	Singh Donald GPS Infrastructure Development GUYANA <a href="mailto:gis@ggmc.gov.gy">gis@ggmc.gov.gy</a>
127	E/R	Solano Acuña José Alberto COE COSTA RICA <a href="mailto:coesa@ice.co.cr">coesa@ice.co.cr</a>	128	E/R	Solano Murillo Alejandro INGEOS COSTA RICA <a href="mailto:asolano@ctingeos.com">asolano@ctingeos.com</a>
129	R	Solorzano Carrión Abilio Ernesto Instituto Geografico Nacional - IGN PERÚ <a href="mailto:ing_solorzano@hotmail.com">ing_solorzano@hotmail.com</a>	130	E/R	Sotelo Omar Instituto Geografico Nacional - IGN COSTA RICA <a href="mailto:omarsoteloporras@gmail.com">omarsoteloporras@gmail.com</a>
131	E/R	Soto Henry Municipalidad de Curridabat COSTA RICA <a href="mailto:hsotooc@cfia.or.cr">hsotooc@cfia.or.cr</a>	132	E/R	Soto Benavides Laura Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:lausoto12@hotmail.com">lausoto12@hotmail.com</a>
133	E/R	Striewe Esteban Facultad de Ingeniería - UDELAR URUGUAY <a href="mailto:estriewe@fing.edu.uy">estriewe@fing.edu.uy</a>	134	E/R	Suárez Torres Edilberto Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" COLOMBIA <a href="mailto:esuarez@udistrital.edu.co">esuarez@udistrital.edu.co</a>
135	E/R	Swarton Padilla Jimmy Rolis Instituto Geográfico Nacional - IGN HONDURAS <a href="mailto:jrsp2001@yahoo.com">jrsp2001@yahoo.com</a>	136	R	Tierra Criollo Alfonso Rodrigo Escuela Politécnica del Ejército ECUADOR <a href="mailto:atierra@espe.edu.ec">atierra@espe.edu.ec</a>
137	E/R	Ugalde León Angie Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:eignagia@gmail.com">eignagia@gmail.com</a>	138	E/R	Ulate Soto Diego Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:diegoulate.s@hotmail.com">diegoulate.s@hotmail.com</a>
139	E/R	Urrunaga Magda Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" PANAMÁ <a href="mailto:direccionignts@anati.gob.pa">direccionignts@anati.gob.pa</a>	140	E/R	Valverde Calderon José Francisco Universidad de Costa Rica/PRCR COSTA RICA <a href="mailto:joval2172003@gmail.com">joval2172003@gmail.com</a>
141	E/R	Van der Laet Rodolfo OVSICORI, Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:rvanderl@una.ac.cr">rvanderl@una.ac.cr</a>	142	E/R	Varela Sánchez Mauricio ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:msvtop@gmail.com">msvtop@gmail.com</a>

143	E/R	Vásquez Arias Rosa ETCG UNA COSTA RICA <a href="mailto:rvasquez@cfia.or.cr">rvasquez@cfia.or.cr</a>	144	E/R	Villalobos Chacón Bernal Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:bjvillalobos@hotmail.com">bjvillalobos@hotmail.com</a>
145	R	Villalobos Herrera Carla Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:carlita.17@hotmail.com">carlita.17@hotmail.com</a>	146	E	Villalobos Núñez Oscar Instituto Costarricense de Electricidad - ICE COSTA RICA <a href="mailto:ovillalobos@ice.go.cr">ovillalobos@ice.go.cr</a>
147	E/R	Villella Juan Carlos Universidad Nacional de Córdoba ARGENTINA <a href="mailto:villellajuan@yahoo.com">villellajuan@yahoo.com</a>	148	E/R	Wolmers Aguero Allan Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:wolmers23@hotmail.com">wolmers23@hotmail.com</a>
149	E	Zamora Alfaro Pablo César Universidad Nacional COSTA RICA <a href="mailto:pzamora_85@hotmail.com">pzamora_85@hotmail.com</a>	150	R	Zurita Lozada Patricio Javier Instituto Geográfico Militar - IGM ECUADOR <a href="mailto:patricio.zurita@mail.igm.gob.ec">patricio.zurita@mail.igm.gob.ec</a>