

Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas



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



Reporte 2017

Boletín Informativo No. 22

Editores

W. Martínez, M.V. Mackern, V. Cioce, S.R. Correia de
Freitas y R. Pérez Rodino.

Febrero de 2018

Índice

Contenido	
Introducción	6
La red SIRGAS-CON y el mantenimiento del marco de referencia continental.	8
Nueva solución multianual SIR17P01 y modelo de velocidades VEMOS2017.	14
Estaciones adicionales en zonas de deformación.	15
Series de tiempo y el marco de referencia	17
Modelado de deformaciones por carga hidrológica y atmosférica	18
Estudios de la atmósfera neutra	18
Retos del Grupo de Trabajo I	21
SIRGAS en el ámbito nacional	21
Avances en la implementación del IHRF en la región SIRGAS	23
Sistemas de altura, gravimetría y geoide, en la región SIRGAS en el contexto del IHRF	25
Taller SIRGAS GTIII 2017 (Heredia, Costa Rica)	27
Taller SIRGAS en posicionamiento GNSS a tiempo real-2017	30
Workshop sobre SLR en América Latina	31
Reunión Consejo Directivo de SIRGAS, Simposio SIRGAS 2017	32
Referencias	39
Índice de Figuras	
Fig. 1. Participantes al Simposio SIRGAS2017, Mendoza, Argentina, noviembre 2017	7
Fig. 2. Red SIRGAS-CON	9
Fig. 3. Evolución de la red SIRGAS-CON	9
Fig. 4. Situación reportada de la red a la fecha de este informe	9
Fig. 5. Estructura organizativa del GT I	10
Fig. 6. Operatividad de la red SIRGAS-CON. Noviembre 2017	10
Fig. 7. Red SIRGAS-CON-C y SIRGAS-CON-N (densificaciones nacionales)	11
Fig. 8. Constelaciones GNSS en la red SIRGAS-CON	12
Fig. 9. Cantidad de estaciones SIRGAS-CON a cargo de los Centros de Procesamiento en Nov 2017	12
Fig. 10. Consistencia interna de la red SIRGAS-CON, periodo 2016-2017. Residuales respecto a soluciones semanales previas.	13
Fig. 11. Consistencia externa de la red SIRGAS-CON, periodo 2016-2017. Residuales respecto a soluciones semanales de la red IGS.	13
Fig. 12. Parámetros de traslación entre soluciones individuales de cada CA respecto a la solución combinada, periodo 2016-2017.	14
Fig. 13. Velocidades Solución multianual SIR17P01 (Horizontales: Izquierda; Verticales: derecha)	15
Fig. 14. Modelo de cinemática VEMOS2017 (izq) y deformación de superficie con respecto a placa SA (der)	16
Fig. 15. Deformación superficial con respecto a placa Sudamericana según VEMOS2009_2000.0-2009.6 (izq), VEMOS2015_2010.2-2015.2 (central), VEMOS1017_2014.0-2017.1(der)	16

Fig. 16. Discontinuidades (por sismos y por cambio de marco de referencia) en las series de coordenadas de IGM1, en Buenos Aires, Argentina (ubicado sobre placa SA).	
Fig. 17. Discontinuidades (por sismos y por cambio de marco de referencia) en las series de coordenadas de SANT, en Santiago, Chile (ubicado sobre placa SA, zona de deformación).	17
Fig. 18. Serie temporal del ZTD, estaciones tropicales BRFT y KOUR, subtropicales LPGS y VBCA (periodo 2015-1016)	19
Fig. 19. Serie temporal del ZWD (izquierda) e IWV (derecha), estaciones: BOGT (h:2577m), IQQE (h:122m) y SCUB (h:20m), periodo 2015-1016.	19
Fig. 20. Valores medios de IWV [kg/m ²] estaciones SIRGAS-CON de América Central y Caribe, periodo 2015-1016. Desde ZTD estimado por SIRGAS	19
Fig. 21. Valores medios de IWV [kg/m ²] estaciones SIRGAS-CON de América del Sur, periodo 2015-1016. Desde ZTD estimado por SIRGAS.	20
Fig. 22. Valores mínimos (izquierda) y máximos (derecha) de IWV [kg/m ²] estaciones SIRGAS-CON de América del Sur, periodo 2015-1016. Desde ZTD estimado por SIRGAS.	21
Fig. 23. Red de referencia internacional para las Alturas, IHRF, propuesta en abril del 2017	21
Fig. 24. Puntos de densificación gravimétrica necesarios, entorno a PPTE, Brasil	24
Fig. 25. Puntos de densificación gravimétrica necesarios, entorno a BRAZ, Brasil	24
Fig. 26. Puntos de densificación gravimétrica existentes, entorno a RDEO, Bolivia	24
Fig. 27. Red de Gravedad absoluta en Brasil	25
Fig. 28. Red de Gravedad absoluta en San Pablo, Brasil	25
Fig. 29. Red de Gravedad absoluta en Argentina (RAGA)	25
Fig. 30. Red de Gravedad absoluta en Venezuela	25
Fig. 31. Red de Gravedad absoluta en Ecuador	25
Fig. 32. Participantes en el TALLER SIRGAS GT III-2017	28
Fig. 33. Asistentes al Taller SIRGAS en posicionamiento GNSS a tiempo real 2017, Mendoza, Argentina, 22 al 24 de noviembre, 2017	31
Fig. 34. Asistentes al Workshop sobre SLR en América Latina, Mendoza, Argentina, 30 de noviembre y 1 de diciembre, 2017	32
Índice de Tablas	
Tabla 1: Precisión de las soluciones SIRGAS, consistencia interna y externa	13
Tabla 2. Programa del Taller SIRGAS GTIII 2017.	29
Anexos	
Anexo 1. Programa del Simposio SIRGAS2017, Taller SIRGAS2017 en posicionamiento GNSS a tiempo real y Workshop sobre SLR en América Latina	
Anexo 2. Informe Reunión GT II- Tiempo real.	
Anexo 3. Informe Reunión GTIII durante el Simposio SIRGAS2017.	

Presentación

SIRGAS: el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, concentró sus esfuerzos un año más para convocar a toda la comunidad Geodésica de América Latina en su reunión anual, en este caso el Simposio SIRGAS2017. Los avances, desafíos, dificultades y productos surgidos del esfuerzo cooperativo fueron puestos de manifiesto en el mencionado Simposio, que sin dudas mostró los principales logros alcanzados en geodesia sobre territorio Latinoamericano.

El Simposio SIRGAS 2017 tuvo lugar en la ciudad de Mendoza, República Argentina entre el 27 de noviembre y el 1 de diciembre, gracias a la cordial invitación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Juan Agustín Maza. Como en los eventos SIRGAS anteriores se tuvo el apoyo de la IAG (International Association of Geodesy) y del IPGH (Instituto panamericano de Geografía e Historia). En esta ocasión también se tuvo el apoyo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la República Argentina. El programa del mismo se adjunta en el Anexo 1.

El Simposio contó con la presencia de 170 participantes de 18 países (Alemania, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Estados Unidos, Guatemala, Holanda, México, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela).

Los principales temas abordados durante el simposio incluyeron avances en la implementación y mantenimiento de marcos nacionales de referencia (8 presentaciones); aplicaciones en tiempo real basadas en la infraestructura SIRGAS (6 presentaciones); sistemas verticales de referencia (9 presentaciones); gravedad y geoide (8 presentaciones); mejora y mantenimiento del marco de referencia SIRGAS (9 presentaciones); detección y evaluación de efectos geodinámicos en el marco de referencia SIRGAS (9 presentaciones); estudios de la atmósfera basados en la infraestructura SIRGAS (3 presentaciones); otras técnicas geodésicas en SIRGAS (8 presentaciones); e informes generales (4 presentaciones). Se presentaron cinco conferencias invitadas: Actividades actuales de IAG (Herman Drewes, Secretario General de IAG, Alemania); Algunas aplicaciones de modelos ionosféricos y geodésicos respaldados por mediciones GNSS en tiempo real (Manuel Hernández-Pajares, Universidad Politécnica de Catalunya, España); SLR: descripción general y aspectos generales, SLR y el campo de la gravedad y SLR y el Marco de Referencia Terrestre Global (Daniela Thaller, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Alemania). En total, se presentaron 51 contribuciones orales y 18 posters.

Durante el Simposio se realizó el día miércoles 29, la Reunión Anual del Consejo Directivo de SIRGAS a la cual asistieron representantes de 11 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos, Guatemala, México, Uruguay y Venezuela). Los integrantes del Comité Ejecutivo de SIRGAS y del Consejo Científico de SIRGAS y algunos miembros de SIRGAS observadores de Ecuador, Perú, Argentina y República Dominicana. Detalles de esta sesión se presentan en el cuerpo de este reporte, al igual que las resoluciones emanadas de la misma.

Durante los días del Simposio SIRGAS2017, se realizaron reuniones técnicas de los Grupos de Trabajo I, II y III. La reunión del GT I de SIRGAS se llevó a cabo el día martes 28 de noviembre, por la tarde en la sede del Simposio, la misma fue coordinada por su Presidente, el Ing. Victor Cioce. Desde el GT II se coordinó una reunión con todos los miembros que adelantan tareas relacionadas con aplicaciones en tiempo real. La misma se realizó el día lunes 27 por la tarde y fue coordinada por el Presidente del GT II, Ing. Roberto Pérez Rodino, en Anexo 2

se adjunta un breve reporte de la misma. La reunión de GT III, coordinada por su presidente el Dr. Silvio R.C. de Freitas, se llevó a cabo el martes 28 de noviembre, en Anexo 3 se adjunta un breve reporte de la misma. Dichas reuniones contaron con una amplia concurrencia y mostraron el nivel de participación y compromiso asumido por los grupos representativos de cada temática en los distintos países. Entre los principales logros alcanzados se destaca el intercambio personal entre los miembros de los GT de SIRGAS y la cooperación puesta de manifiesto en coordinar acciones a implementar para el próximo año.

Como parte de los Eventos SIRGAS2017 se llevaron a cabo tres talleres. El primero se realizó entre el 6 y el 10 de noviembre del 2017 en la ciudad de Heredia, Costa Rica. Fue organizado por la Universidad Nacional de Costa Rica y el Instituto Geográfico Nacional. Asistieron 35 personas de 5 países de América (Brasil, Costa Rica, Panamá, Guatemala and Honduras). Los instructores fueron el presidente del Grupo de Trabajo III de SIRGAS, Prof. Dr. Sílvio R.C. de Freitas y el Prof. Dr. Roberto Teixeira Luz, anterior presidente del Grupo de Trabajo III de SIRGAS, miembro activo de SIRGAS. El principal objetivo fue orientar a los países miembros de SIRGAS sobre los aspectos clásicos y modernos relacionados al Sistema de Referencia Vertical, su materialización y las redes gravimétricas. Una parte práctica del taller se ocupó del análisis de las bases de datos y su procesamiento relacionado a las Redes Verticales de Referencia Nacionales (RVRNs) con la introducción de números geopotenciales. El análisis de consistencia preliminar de las redes nacionales fue realizado con el uso del paquete de programas desarrollado por Roberto Teixeira Luz. El procesamiento de los datos fue basado en un paquete de programas desarrollado Herman Drewes y Laura Sánchez. Dichos programas fueron distribuidos gratuitamente a los participantes.

El segundo taller sobre Posicionamiento GNSS a Tiempo real, se realizó los días 22 al 24 de noviembre, contó con 5 capacitadores y 50 asistentes y el tercero fue un Workshop sobre SLR en América Latina, el cual se realizó los días 30 de noviembre y 1 de diciembre del 2017. Los dos últimos eventos fueron organizados en la ciudad de Mendoza, Argentina, por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Juan Agustín Maza, con el apoyo del Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina, el IPGH y la IAG. Cabe mencionar que en los eventos SIRGAS2017 participaron alrededor de 50 estudiantes mayoritariamente de Argentina y Chile, que asistieron por primera vez a una reunión SIRGAS

Gracias al apoyo de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) y del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) fue posible proporcionar asistencia financiera para 19 colegas provenientes de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Uruguay y Venezuela quienes participaron tanto en el Simposio como en los diferentes talleres SIRGAS - 2017. Este apoyo es altamente valorado y agradecido por SIRGAS.

William Martínez, Presidente SIRGAS
Maria Virginia Mackern, Vicepresidente SIRGAS

Introducción

Por definición, el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), es idéntico al Sistema de Referencia Terrestre Internacional (ITRS) y su realización es una densificación regional del Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).

Siguiendo los lineamientos internacionales, SIRGAS también se ocupa de definir y materializar el sistema de referencia vertical. Acciones encaminadas y coordinadas por el Grupo de Trabajo III de SIRGAS. Los últimos años se ha marcado en esta dirección la meta de unificar el sistema de referencia vertical entre los países miembros de SIRGAS, siendo este el principal objetivo planteado entre las instituciones que participan activamente en SIRGAS.

El sistema de referencia vertical se basa en alturas elipsoidales como componente geométrica y en los números geopotenciales como componente física. Estos últimos deben ser referidos al valor de W_0 global adoptado convencionalmente (resolución 1 de IAG de Julio 2015).

Desde sus inicios SIRGAS ha contado con el patrocinio de la IAG y del IPGH. En 2001, durante la Séptima Conferencia Cartográfica de las Américas realizada en Nueva York, la Organización de las Naciones Unidas recomendó la adopción de SIRGAS como sistema de referencia oficial en todos los países de las Américas.

En el contexto internacional, SIRGAS es una componente de la Subcomisión 1.3 (*Regional Reference Frames*) de la IAG, como responsable del Marco de Referencia Regional para Sur y Centro América (1.3b *Regional Reference Frame for South and Central America*). Igualmente, SIRGAS se desempeña como un grupo de trabajo de la Comisión de Cartografía del IPGH y desde hace 24 años se ha constituido en la capa fundamental de la infraestructura de datos espaciales (IDES) en la región.

Los logros alcanzados por SIRGAS a lo largo de los 24 años de trayectoria le han permitido acceder a un reconocimiento regional e internacional tanto por su calidad como por la fiabilidad de sus productos. SIRGAS es sin dudas el máximo logro cooperativo dentro del quehacer geodésico del continente. Sus realizaciones han sido escalonadamente la base espacial-temporal sobre la que se han sustentado todos los proyectos Geodésicos y Geomáticos impulsados por la ciencia y por las IDES de la región.

En concreto los productos SIRGAS (las coordenadas y velocidades de referencia) que proveen las realizaciones de la red de estaciones GNSS de operación continua (SIRGAS-CON) son utilizadas en innumerables aplicaciones prácticas como proyectos de ingeniería, gestión de información geográfica, infraestructuras de datos espaciales, entre otros. SIRGAS es sin duda una plataforma utilizada regional e internacionalmente para una variedad amplia de aplicaciones científicas como observación de deformaciones de la corteza terrestre, movimientos verticales, variación del nivel del mar, estudios atmosféricos, etc. En estos dos contextos SIRGAS responde a los objetivos primarios de sus instituciones patrocinadoras. Apoya la misión del IPGH implementando y manteniendo la infraestructura de datos espaciales de la región, colabora con la IAG, midiendo y modelando cambios del Sistema Tierra y es parte activa de UN-GGIM: Américas (Comité Regional de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Geoespacial para las Américas).

SIRGAS, junto UN-GGIM, GEOSUR e IPGH es signatario del Plan de Acción Conjunto 2016 - 2020 para acelerar el desarrollo de la infraestructura de datos espaciales de las Américas. Mediante el Plan se procura «consolidar el rol del IPGH como articulador clave de procesos regionales y constructor de capacidades correspondientes a la naturaleza de su Comisión de Cartografía; la función de SIRGAS como proveedor indiscutido del marco de referencia geodésica para la región; la alta responsabilidad que tiene UN-GGIM: Américas como gestor de políticas regionales e institucionales y como vínculo directo con el sistema de las Naciones Unidas y de GeoSUR como desarrollador de servicios y aplicaciones a partir de las bases institucionales y regionales de datos espaciales».

SIRGAS ha brindado apoyo permanente a UN-GGIM: Américas, promoviendo la implementación de la Resolución sobre el Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible (A/Res/69/266), emanada de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 26 de febrero de 2015, así como su Hoja de Ruta, la cual se constituye en la guía para la gestión de las actividades geodésicas globales y regionales bajo el mandato de las Naciones Unidas.

Durante la Tercera Sesión de UN-GGIM: Américas, celebrada en México entre el 5 y el 6 de octubre de 2016, se emitió la Resolución 7, relacionada con SIRGAS, reconociendo que «la relevancia y contribución del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS) como representante de la región de las Américas ante el Grupo de Trabajo del Marco de Referencia Geodésico Mundial, y acordó que presente su informe anual de trabajo al Comité Regional en las Sesiones Anuales Regionales». En el último año durante la Cuarta Sesión de UN-GGIM: Américas, celebrada en Chile el 4 de abril de 2017, se emitió la Resolución 4, en la cual se acordó solicitar al Presidente de SIRGAS su participación en el Subcomité Permanente de Geodesia aprobado por el Comité de Expertos de UN-GGIM durante la Sexta Sesión en 2016, en el contexto del Plan de Acción Conjunto 2016-2020 entre UN-GGIM: Américas, SIRGAS, GeoSUR e IPGH para acelerar el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas

El desempeño exitoso de SIRGAS, se fundamenta en una cooperación muy activa entre las instituciones nacionales que generan datos, los Centros de Datos, de Análisis y de Combinación y, sobre todo, entre las comunidades técnica, académica y científica que trabajan mancomunadamente en pro de cumplir los objetivos de SIRGAS.

El Simposio SIRGAS 2017, es un ejemplo más del esfuerzo que SIRGAS realiza periódicamente con el objeto de celebrar una reunión anual en la cual la mayoría de los países miembros presentan sus avances, proponen mejoras a la infraestructura y/o productos SIRGAS y se encaminan metas conjuntas.



Fig. 1. Participantes al Simposio SIRGAS2017, Mendoza, Argentina, 27 al 30 de noviembre 2017

Los eventos SIRGAS 2017 se realizaron en la ciudad de Mendoza, República Argentina, entre el 22 de noviembre y el 1 de diciembre. El Simposio desarrollado entre el 27 y el 30 de noviembre contó con la presencia de 170 participantes (Figura 1) de 18 países (Alemania, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Estados Unidos, Guatemala, Holanda, México, Panamá, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela).

Se presentaron 51 contribuciones orales y 18 en formato de poster. Los temas principales fueron: implementación y mantenimiento de marcos nacionales de referencia; aplicaciones en tiempo real basadas en la infraestructura SIRGAS; sistemas verticales de referencia; gravedad y geoide; mejora y mantenimiento del marco de referencia SIRGAS; detección y evaluación de efectos geodinámicos en el marco de referencia SIRGAS; estudios de atmósfera basados en la infraestructura SIRGAS; otras técnicas geodésicas en SIRGAS; e informes generales. Se presentaron cinco conferencias invitadas: Actividades actuales de IAG (Herman Drewes, Secretario General de IAG, Alemania); Algunas aplicaciones de modelos ionosféricos y geodésicos respaldados por mediciones GNSS en tiempo real (Manuel Hernández-Pajares, Universidad Politécnica de Catalunya, España); SLR: descripción general y aspectos generales, SLR y el campo de la gravedad y SLR y el Marco de Referencia Terrestre Global (Daniela Thaller, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Alemania). El programa de los eventos SIRGAS 2017 se adjunta en Anexo 1

La red SIRGAS-CON y el mantenimiento del marco de referencia continental

SIRGAS densifica al ITRF en la región mediante la red SIRGAS-CON (Figura 2, [3]) con sus correspondientes realizaciones (semanales y multianuales <http://www.sirgas.org/es/sirgas-realizations/sirgas-rf/>). Esta red de estaciones GNSS de observación continua y sus productos son el resultado de un esfuerzo cooperativo entre los países miembros y la coordinación de acciones desde el GT I de SIRGAS. Define la base geodésica en 15 países americanos que han adoptado a SIRGAS como marco de referencia oficial. El Grupo de Trabajo I -Sistema de Referencia- coordina las actividades dedicadas a su materialización, mantenimiento físico y matemático, garantizando que las sucesivas realizaciones SIRGAS mantengan consistencia con el ITRS (*International Terrestrial Reference System*). SIRGAS-CON con el pasar de los años se ha convertido en la infraestructura geodésica de referencia para América Latina tanto por la precisión y exactitud alcanzada [3] [35] [42], como por su mantenimiento en el tiempo [3] [43] [44] [47]. Brinda a la comunidad de usuarios productos fundamentales para satisfacer necesidades vinculadas al posicionamiento, la navegación, la capa base en la generación cartográfica; ofrece alta calidad de observaciones que pueden utilizarse en monitoreo atmosférico [52] [53] y geodinámico [43][44][45][46][47][48][49][50][51].

La evolución y crecimiento de la red SIRGAS-CON (Figura 3) [3] se ha sostenido durante los últimos 10 años y de la misma manera, se ha incrementado y especializado una considerable red humana coordinada por el presidente del GTI, conformando un grupo de trabajo sumamente activo. Si bien es un gran desafío para los países miembros de SIRGAS instalar nuevas estaciones, densificando el ITRF hacia el interior de los mismos, es un desafío aún mayor mantener las estaciones GNSS operando continuamente. Si bien se realiza un gran esfuerzo este aún no es suficiente. En noviembre del 2017 se reportó que aproximadamente el 68% de las estaciones se encontraban activas, quedando un 15% de estaciones inactivas y un 16,6% de estaciones descontinuadas (Figura 4) [3].

Las acciones que son efectuadas constantemente por los miembros de SIRGAS contribuyen al sostenimiento de esta red geodésica de reconocimiento regional e internacional. Las

actividades principales realizadas durante el 2017, por los centros de análisis SIRGAS de Venezuela, Chile, Uruguay, Costa Rica y DGFI-TUM que conforman este grupo activo fueron expuestas en [38][39][40][41] y [42].

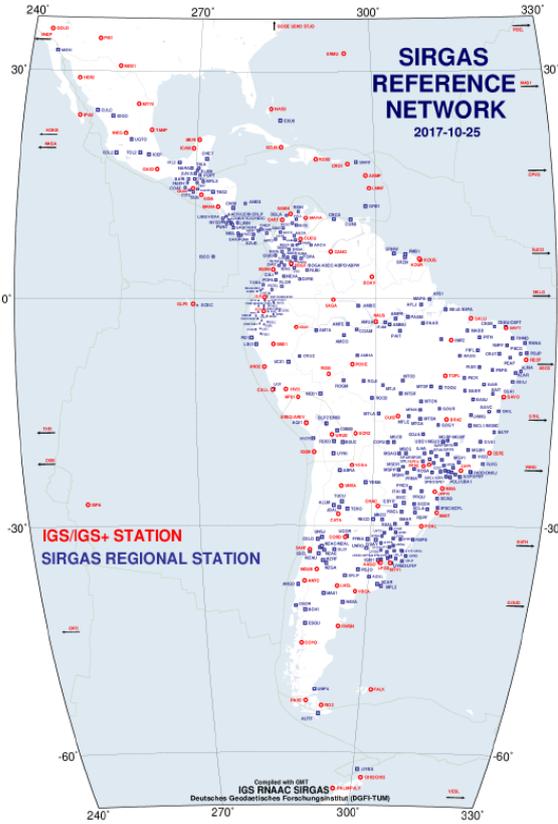


Figura 2. Red SIRGAS-CON [3]

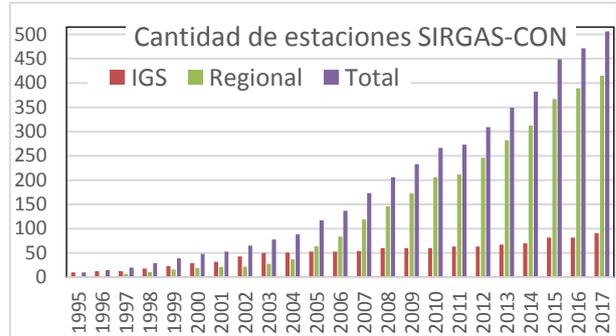


Figura 3. Evolución de la red SIRGAS-CON [3]

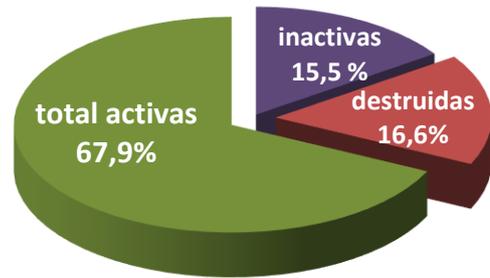


Figura 4. Situación reportada de la red a la fecha de este informe [3]

La Figura 5 [3] ilustra la estructura organizativa vigente a partir de 2015 cuando se incorporaron como colaboradores directos del Presidente del GT I, el Coordinador de la Red y el Coordinador de los Centros de Análisis. En el sitio web de SIRGAS se reportan los miembros activos en cada uno de los centros de análisis SIRGAS (http://www.sirgas.org/es/organization/working_groups/sirgas-wgi-reference-system/)

Colaboran desde la captura de datos y la gestión de los mismos 13 Centros nacionales de datos (<http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/stations/data-centres/>), como así también es oportuno reconocer el esfuerzo de quienes son los primeros encargados de mantener las estaciones continuas, los Centros operadores SIRGAS. Detrás de todos ellos el esfuerzo inmensurable de instituciones gubernamentales, académicas y de investigación, que dan sustento a la capa base “las estaciones GNSS continuas de la red SIRGAS-CON”.

A la fecha de este informe ejecutan el procesamiento coordinadamente siguiendo los estándares determinados por el IGS, 10 Centros de Procesamiento y dos Centros de Combinación se encargan de realizar los ajustes pertinentes y los correspondientes controles de calidad tanto en los productos diarios como semanales [35] [42].

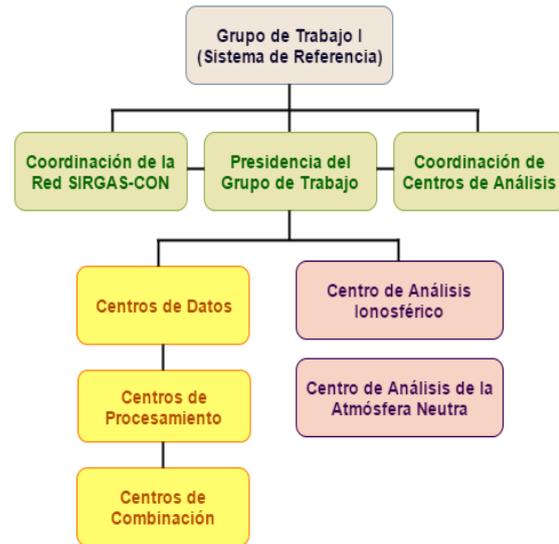


Figura 5. Estructura organizativa del GT I [35]

Paralelamente desarrollan cálculos y productos específicos dos Centros de Análisis dedicados al estudio de la atmósfera (ionosfera y atmósfera neutra) [52] [53].

Una medida de la calidad de los productos, coordenadas geodésicas consistentes con el marco global vigente (i.e. ITRF) con precisión milimétrica, fueron presentados tanto en el informe del GT I [35] como en el reporte anual del Centro de Análisis de la red regional asociado a IGS (IGS RNAAC SIRGAS) [42], ambos remarcan el cumplimiento de los objetivos primarios de SIRGAS.

La red SIRGAS-CON cuenta con un histórico de 511 estaciones GNSS (Figura 2); sin embargo, para la fecha de realización del Simposio SIRGAS2017 se contabilizaron 426 estaciones operativas (347 activas y 79 inactivas) y 85 descontinuadas (Figura 6) [35].

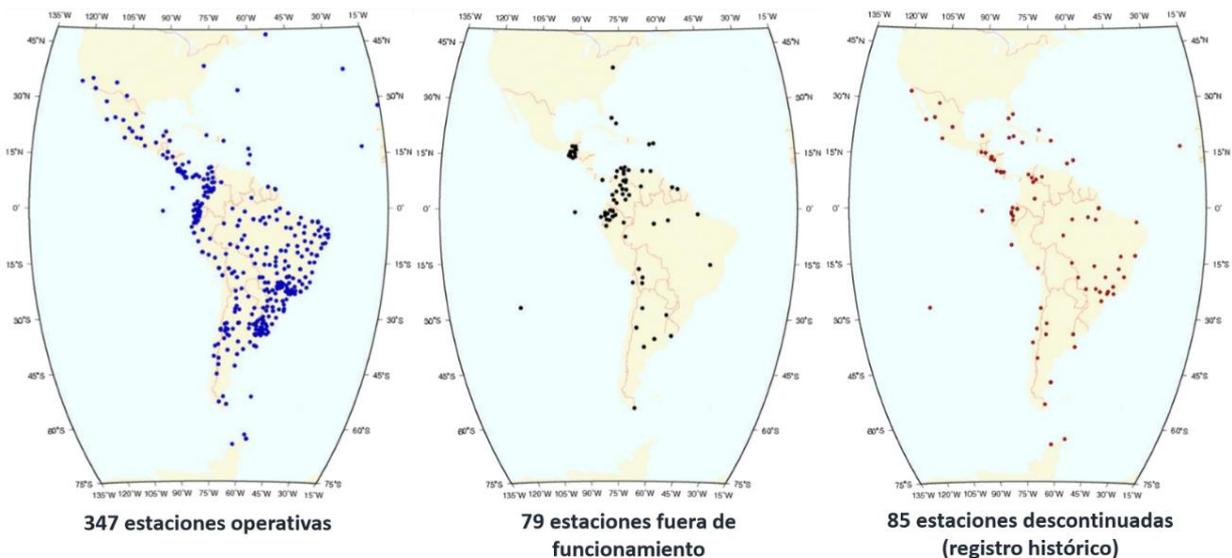


Figura 6. Operatividad de la red SIRGAS-CON. Noviembre 2017 [35]

Aunque es notable el creciente número de estaciones inactivas en países de América Central, el Caribe y norte de América del Sur (Figura 6) [35], la red mantiene sus elevados niveles de calidad. Esto se debe en gran parte a la adopción de estándares y convenciones en materia de estimación geodésica satelital dados por el *International Earth Rotation and Reference Systems Service* (IERS) y el IGS.

En noviembre del 2017 SIRGAS-CON contaba con 67 estaciones operativas (91 estaciones en los registros históricos) integradas a la red global del *International GNSS Service* (IGS) (Figura 2) [3].

La estrategia de procesamiento y ajuste utilizada está diseñada para asegurar la calidad de los productos [35] [42]. Para esto la configuración para el procesamiento de la red se ha mantenido dividida en dos bloques: la red SIRGAS-CON-C (Figura 7) [42], de cobertura continental, que representa la densificación primaria del ITRF en la región y por consiguiente asegura la vinculación al mismo incluyendo estaciones lejanas ubicadas sobre placas tectónicas diferentes, que aseguran el mantenimiento del ITRF, frente a los frecuentes movimientos sísmicos de significativa importancia que suceden en la región. Las estaciones que la conforman son seleccionadas por su estabilidad, ubicación y funcionamiento de manera que se garantice la consistencia, perdurabilidad y precisión del marco de referencia a través del tiempo. Por otro lado, se cuenta con la red de densificación continental que provee acceso al marco de referencia en los niveles nacional y local, designada como SIRGAS-CON-Nacional (SIRGAS-CON N) (Figura 7) [35] [42]. Cada estación GNSS de esta red es procesada al menos por 3 centros de procesamiento SIRGAS, asegurando que cada estación esté incluida en al menos 3 soluciones individuales semanales de tipo semilibre. La combinación y generación de resultados finales (i.e. coordenadas ajustadas al ITRF en la época de la observación) está a cargo del IBGE (Centro de Combinación oficial desde 2012) y del Centro de Combinación DGFI-TUM; así, la duplicidad de soluciones asegura la detección y control de los resultados. Esta requiere la coordinación entre el presidente de GT I y el coordinador de la red, quienes mantienen tanto la configuración de subredes para el procesamiento actualizada, como así también una comunicación fluida con los diferentes centros de análisis. Cambios o mejoramientos en el 2017, de estas densificaciones nacionales fueron reportadas en [38] [39] [40] y [41].

Las dos subredes comparten sus características, lo cual ofrece consistencia en cuanto a las condiciones de operatividad y calidad en sus coordenadas. La red SIRGAS-CON-C es procesada por el DGFI-TUM (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München*) como Centro de Análisis Asociado al IGS (*IGS-RNAAC-SIR, IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS*). Éste tiene a su cargo la solución semanal semilibre de SIRGAS que se integra a la solución del IGS como una parte de su poliedro global. La red SIRGAS-CON-N es procesada por 9 Centros Locales, los cuales se detallan:

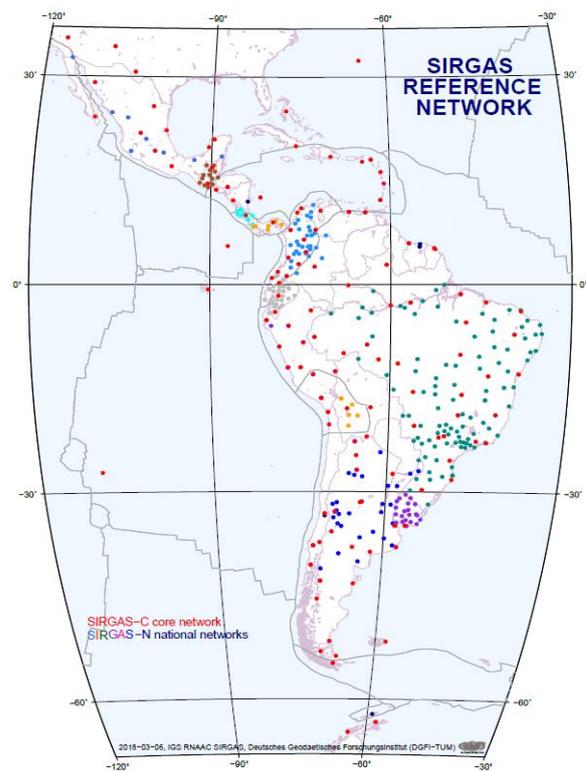


Figura 7. Red SIRGAS-CON-C y SIRGAS-CON-N (densificaciones nacionales) [42]

CEPGE: Centro de Procesamiento de datos GNSS del Ecuador, Instituto Geográfico Militar (Ecuador),
 CNPDG-UNA: Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS, Universidad Nacional (Costa Rica),
 CPAGS-LUZ: Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (Venezuela),
 IBGE: *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (Brasil),
 IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Colombia),
 IGM-Cl: Instituto Geográfico Militar (Chile),
 IGN-Ar: Instituto Geográfico Nacional (Argentina),
 INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México),
 SGM: Servicio Geográfico Militar (Uruguay).

Como se mencionó cada centro local tiene asignado un conjunto de estaciones SIRGAS-CON (Figura 9), el cual se va actualizando a medida que se incorporan nuevas estaciones. El procesamiento de la red SIRGAS-CON se ejecuta con dos plataformas de procesamiento científico Bernese GNSS Software v5.2 [Dach, R et al, 2015] utilizada por 8 centros de análisis y GAMIT-GLOBK v10.5 [Herring, T. A. et al, 2015], empleada por los centros de procesamiento operados por el INEGI y el IGN-Ar. Fueron presentadas durante el Simposio, contribuciones de los Centros de procesamiento CEPGE [5], CNPDG-UNA [41], CPAGS-LUZ [38], DGFI-TUM [42], IGAC [6], IGM-Cl [39], IGN-Ar [12], INEGI [7], SGM [11] [40].

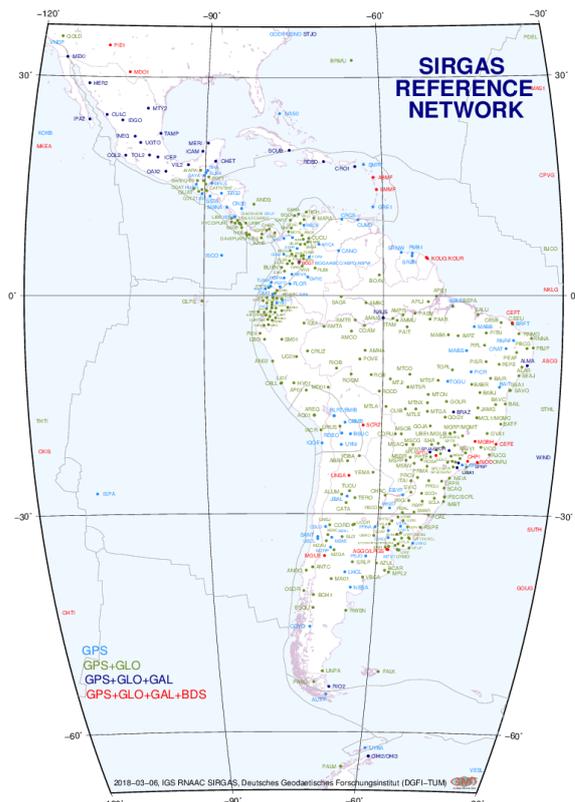


Figura 8. Constelaciones GNSS en la red SIRGAS-CON [http://www.sirgas.org]

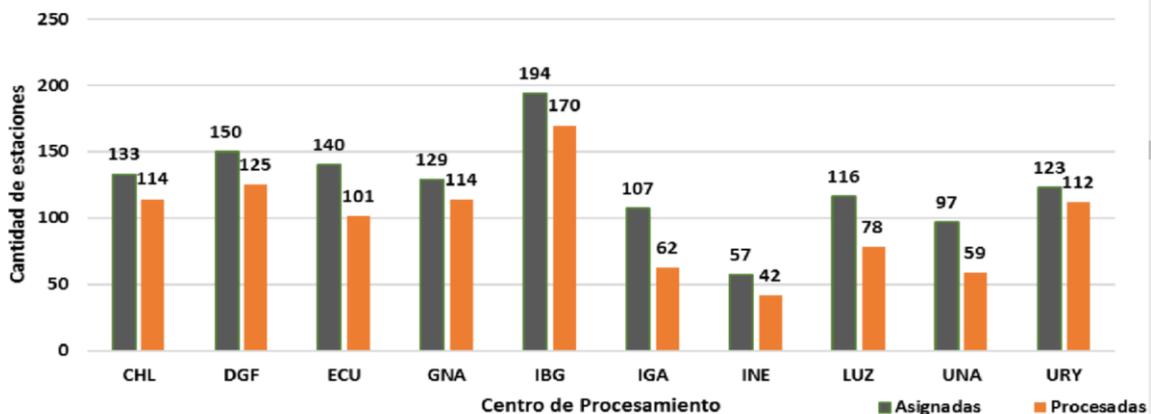


Figura 9. Cantidad de estaciones SIRGAS-CON a cargo de los Centros de Procesamiento en Nov 2017 [35]

Considerando las 347 estaciones operativas, 216 tienen capacidad de rastreo GPS (*Global Positioning System*) + GLONASS (*Global Navigation Satellite System*), 33 que rastrean GPS + GLONASS + Galileo y 16 rastrean GPS + GLONASS + Galileo + BeiDou (Figura 8). El número creciente de estaciones multiconstelación favorece la combinación de observaciones.

Durante el periodo 2016-2017 los resultados correspondientes al procesamiento y ajuste semanal de la red SIRGAS-CON, evaluados en términos de la comparación respecto a las soluciones propias para las semanas previas (consistencia interna) y respecto a las soluciones semanales del IGS (consistencia externa), permiten identificar tres conclusiones:

- Revelan una considerable mejora con respecto al período anterior (Tabla 1). Las Figuras 10 y 11 muestran la homogeneidad de estos valores residuales a lo largo de cada una de las 53 semanas del año comparadas [35].

Periodo	Consistencia interna (Respecto a las soluciones de semanas previas)		Consistencia externa (respecto a las soluciones del IGS)	
	2015-2016	2016-2017	2015-2016	2016-2017
RMS en N	± 1.07 mm	± 0.95 mm	± 0.96 mm	± 0.93 mm
RMS en E	± 1.22 mm	± 1.08 mm	± 1.15 mm	± 0.88 mm
RMS en U	± 3.12 mm	± 3.04 mm	± 4.75 mm	± 2.77 mm

Tabla 1: Precisión de las soluciones SIRGAS, consistencia interna y externa

- La Figura 11 evidencia una de las contribuciones de SIRGAS como densificación de la red global del IGS. A partir de la semana 1934, al asumir conforme a los estándares internacionales el marco del IGS14/ITRF14, en compatibilidad plena con las efemérides y correcciones a los PCV de las antenas, ambas redes presentan una mejor consistencia, la cual se delata en mayor medida sobre la coordenada altura, que resulta en una mejora de 1mm [35].

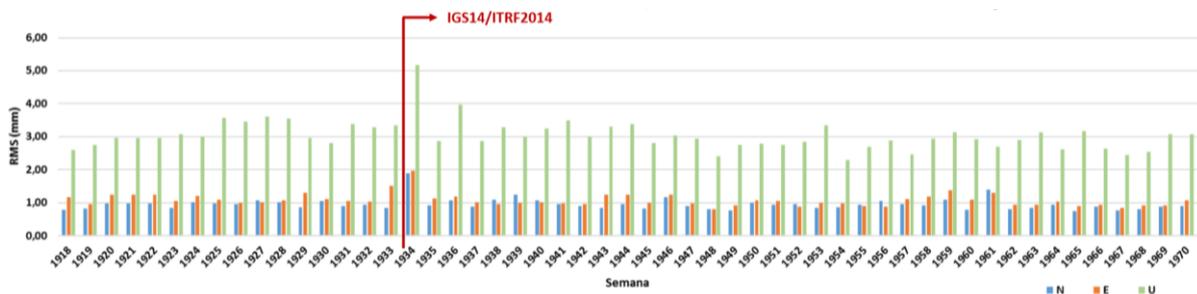


Figura 10. Consistencia interna de la red SIRGAS-CON, periodo 2016-2017. Residuales respecto a soluciones semanales previas [35].

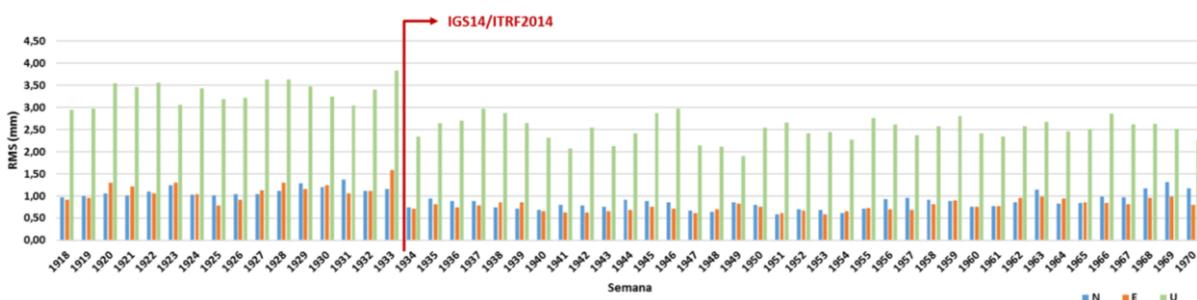


Figura 11. Consistencia externa de la red SIRGAS-CON, periodo 2016-2017. Residuales respecto a soluciones semanales de la red IGS [35].

- La mejora en los estándares evidencia como las soluciones individuales de cada centro de análisis SIRGAS ha logrado mejorar su alineación con respecto a la de los demás centros y a la solución combinada. La Figura 12 muestra como los parámetros de traslación (T_x , T_y , T_z) en transformación de similitud Helmert se han reducido luego de la adopción del IGS14 como marco de referencia fiducial.



Figura 12. Parámetros de traslación entre soluciones individuales de cada CA respecto a la solución combinada, periodo 2016-2017 [35].

Se evaluaron como en años anteriores, los productos semanales surgidos de los dos centros de combinación (IBGE y DGFI), resultando un RMS medio de 1.1mm en las coordenadas horizontales y 3.2 mm en la altura [35] [42].

Considerando el desempeño de los distintos Centros de Análisis (procesamiento y combinación), durante el periodo 2016-2017 se resalta tanto la puntualidad en la entrega de sus soluciones como la calidad de las mismas.

El GTI comparte con la comunidad SIRGAS el logro de los objetivos alcanzados gracias a la acción coordinada entre todos los miembros e instituciones involucradas. De este modo se continúa ofreciendo los productos SIRGAS (<http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/coordinates/>) asociados al procesamiento semanal de la red continental con los niveles de calidad y consistencia que lo distinguen a nivel regional e internacional.

Nueva solución multianual SIR17P01 y modelo de velocidades VEMOS2017.

Por otra parte, gracias al trabajo realizado por el DGFI-TUM, se calculó la más reciente solución multianual del marco de referencia continental SIR17P01. Las coordenadas refieren al marco IGS14, época 2015.0 y cubren un periodo de casi 6 años entre 2011-04-17 y 2017-01-28 (soluciones semanales referidas a IGS08/IGb08). Incluye posiciones y velocidades para 345 estaciones de referencia SIRGAS (en un total de 504 ocupaciones) (Figura 13). Se implementó como estrategia para definición del datum “la condición de no-net-rotation (NNR) y no-net-translation (NNT)” con respecto a las coordenadas y velocidades de IGS17P52 coordenadas (posiciones + velocidades) de un grupo de estaciones fiduciales seleccionadas considerando una buena distribución sobre la región SIRGAS, que hubiesen tenido la menor

cantidad de cambios en el equipamiento y no presentasen saltos co-sísmicos y que tuviesen cobertura casi completa de la serie temporal desde abril de 2011 hasta enero de 2017.

Cuenta con una precisión promedio para las posiciones de $\pm 1,2\text{mm}$ para las componentes horizontales y $\pm 2,5\text{mm}$ para la altura. En el caso de las velocidades estimadas en la solución multianual, la precisión se estimó en $\pm 0,7\text{ mm/a}$ en la componente horizontal y $\pm 1,1\text{mm/a}$ en la componente vertical. Información detallada se encuentra disponible en [42] [43] y [44]

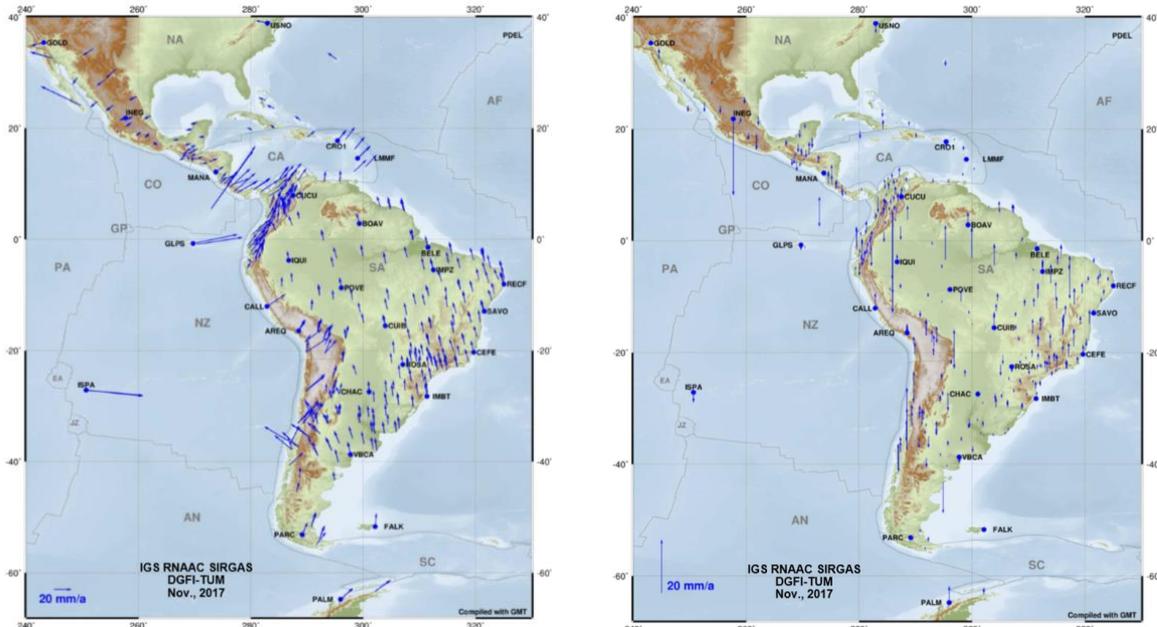


Figura 13. Velocidades Solución multianual SIR17P01 (Horizontales: Izquierda; Verticales: derecha) [42]

Estaciones adicionales en zonas de deformación

Para mejorar el cálculo del modelo de deformación VEMOS, se incluyeron 150 estaciones adicionales ubicadas mayoritariamente en las principales zonas de deformación. Las mismas fueron provistas por UNAVCO, NGS y otras fuentes. Las ecuaciones normales correspondientes a estas estaciones fueron calculadas por DGF1-TUM con la misma estrategia de procesamiento de SIRGAS-CON.

Por lo tanto, se calcularon paralelamente dos soluciones multianuales:

- SIR17P01: incluyó solo estaciones SIRGAS, con series de tiempo de 2 años o mayor. Se consideraron las diferentes ocupaciones vinculadas a un sitio, y el período considerado fue de abril del 2011 a enero 2017.
- VMS17P01: incluyó estaciones SIRGAS + UNAVCO + NGS + otras disponibles (en total se agregaron 150 estaciones). Se consideraron series de tiempo de 6 meses o mayores, solo se incluyó una ocupación por sitio (la última en cada caso). El período considerado fue de enero 2014 a enero 2017

Con base en la solución extendida VMS17P01 se generó un nuevo modelo de velocidades para SIRGAS: VEMOS2017 (Figura 14, izquierda). Éste se extiende desde $55^{\circ}\text{S}, 110^{\circ}\text{W}$ hasta $32^{\circ}\text{N}, 35^{\circ}\text{W}$ con una resolución espacial de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$. La incertidumbre media de la predicción es $\pm 1\text{mm/a}$ en la dirección Norte-Sur y $\pm 1,7\text{mm/a}$ en la dirección Este-Oeste. La incertidumbre máxima es $\pm 15\text{mm/a}$ en la zona occidental de los Andes afectadas por los terremotos recientes en Chile y la mínima es $\pm 0,1\text{mm/a}$ en la parte estable de la placa sudamericana. Con dicho modelo se calculó el modelo de deformación superficial, restando a este las velocidades de la placa Sudamericana. (Figura 14, derecha)

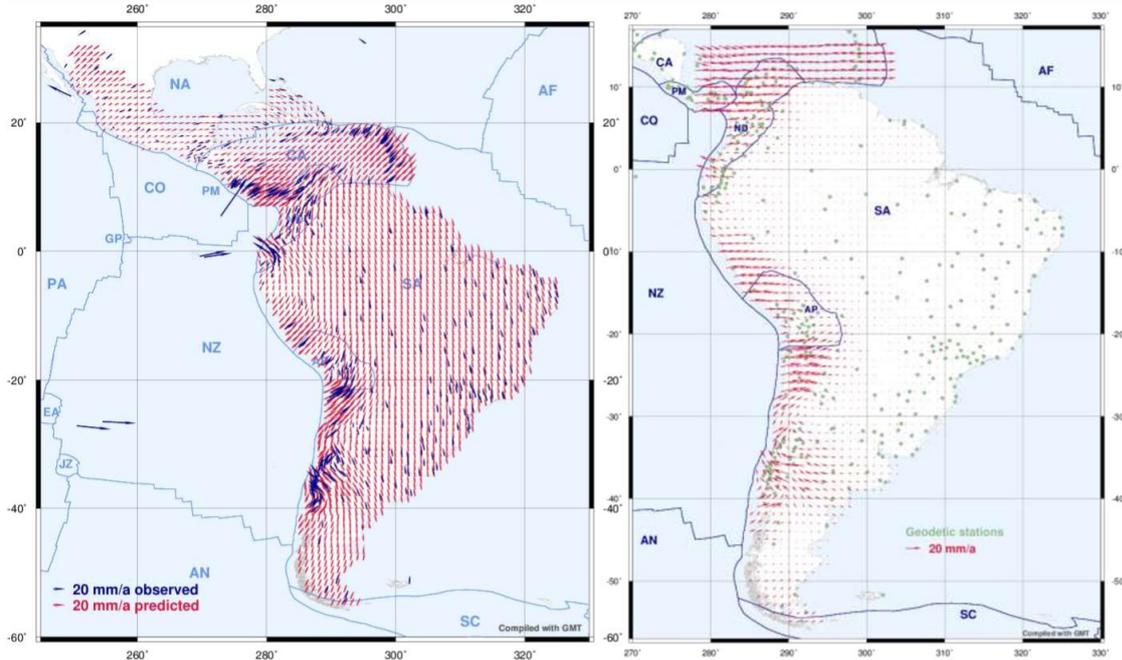


Figura 14. Modelo de cinemática VEMOS2017 (izq) y deformación de superficie con respecto a placa SA (der) [44]

Las velocidades representan los desplazamientos medios del periodo considerado. En una mirada comparativa de los tres modelos de velocidades SIRGAS (VEMOS2009: 2010.0 to 2009.6; VEMOS2015: 2010.2 to 2015.2; VEMOS2017: 2014.0 to 2017.1) y sus correspondientes modelos de deformación (reduciendo las velocidades de la Placa Sudamericana) es evidente que las mismas son cambiantes en el tiempo. Las zonas de deformación en la parte sur de América del Sur están definidas en correspondencia con la geometría descrita por las velocidades de las estaciones GNSS utilizadas.

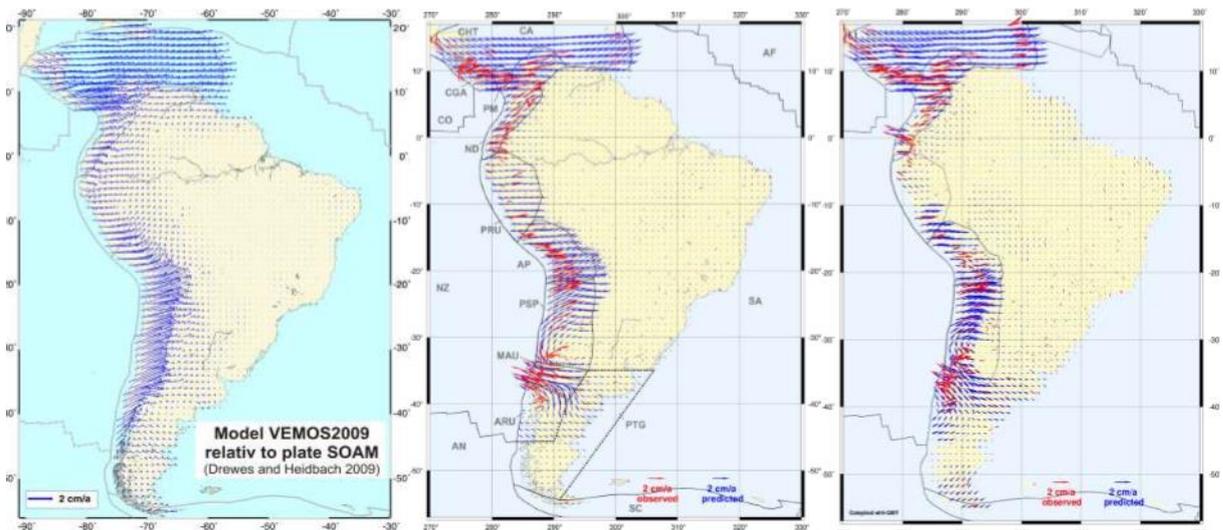


Figura 15. Deformación superficial con respecto a placa Sudamericana según VEMOS2009_2000.0-2009.6(izq), VEMOS2015_2010.2-2015.2 (central), VEMOS2017_2014.0-2017.1(der) [44]

Información detallada sobre SIR17P01 y VEMOS2017 puede consultarse en [42] [43] y [44].

Series de Tiempo y el marco de referencia.

Si bien en el cálculo de las series multianuales y en la estimación de velocidades un problema a considerar es el de los saltos producidos por los sismos, un tema no menor a tener que considerar es la variación del marco de referencia. Tal es el caso en la última solución multianual SIR17P01 en la cual se han incluido las soluciones semanales referidas a IGS08/IGb08 y la realización está vinculada a IGS14, lo cual introduce discontinuidades de algunos milímetros en las series temporales de las coordenadas de las estaciones, al igual que en las soluciones semanales que a lo largo del tiempo han ido cambiando de marco de referencia (Figura 16 y 17). Se observa en las series de coordenadas de estaciones ubicadas en zonas estables de la placa SA dos discontinuidades, producto de los cambios de marco de referencia ocurridos en el historial de SIRGAS-CON:

- IGS05 (ITRF2005) desde el 4 noviembre del 2006 al 16 de abril del 2011
- IGS08/IGb08 (ITRF2008) desde el 17 de abril del 2011 al 28 de enero del 2017
- IGS14 (ITRF2014) desde el 29 de enero del 2017 (actual).

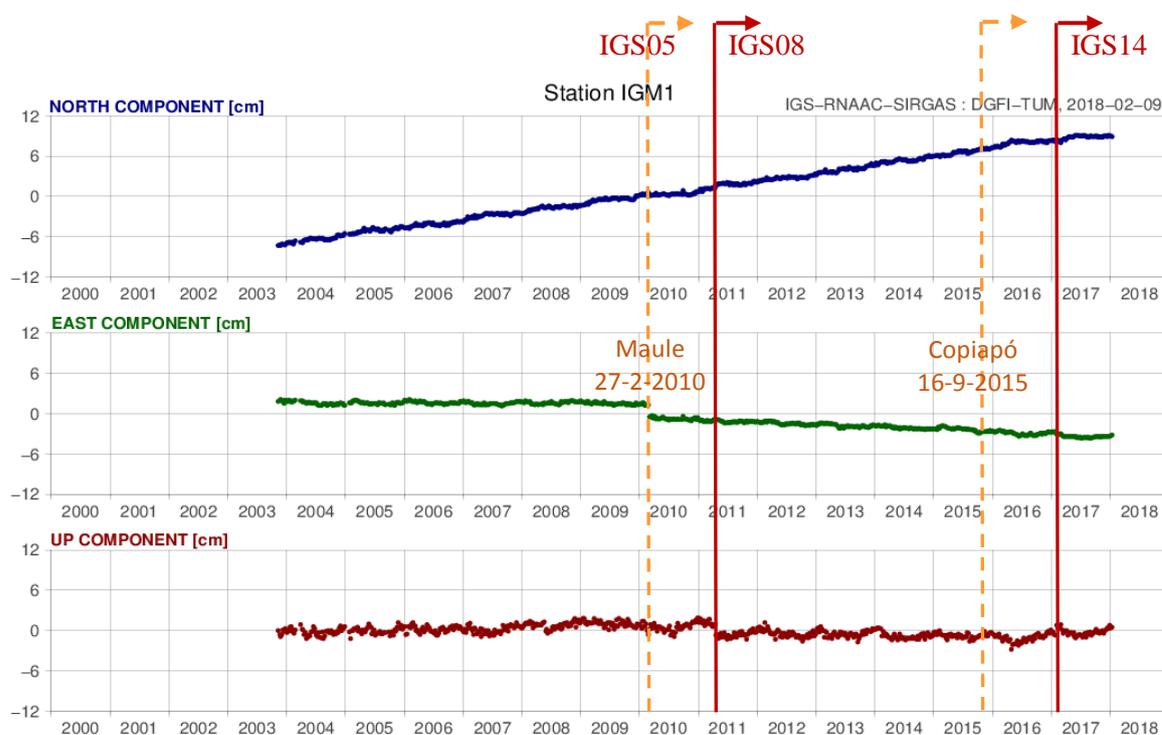


Figura 16. Discontinuidades (por sismos y por cambio de marco de referencia) en las series de coordenadas de IGM1, en Buenos Aires, Argentina (ubicado sobre placa SA).

Para mantener la consistencia en el marco de referencia SIRGAS a través del tiempo, es necesario el reprocesamiento de los registros históricos de las estaciones utilizando el nuevo modelos correctivo de calibración de antenas y efemérides precisas referidas a la última realización del marco de referencia ITRF/IGS (a la fecha de este informe ITRF2014 /IGS14).

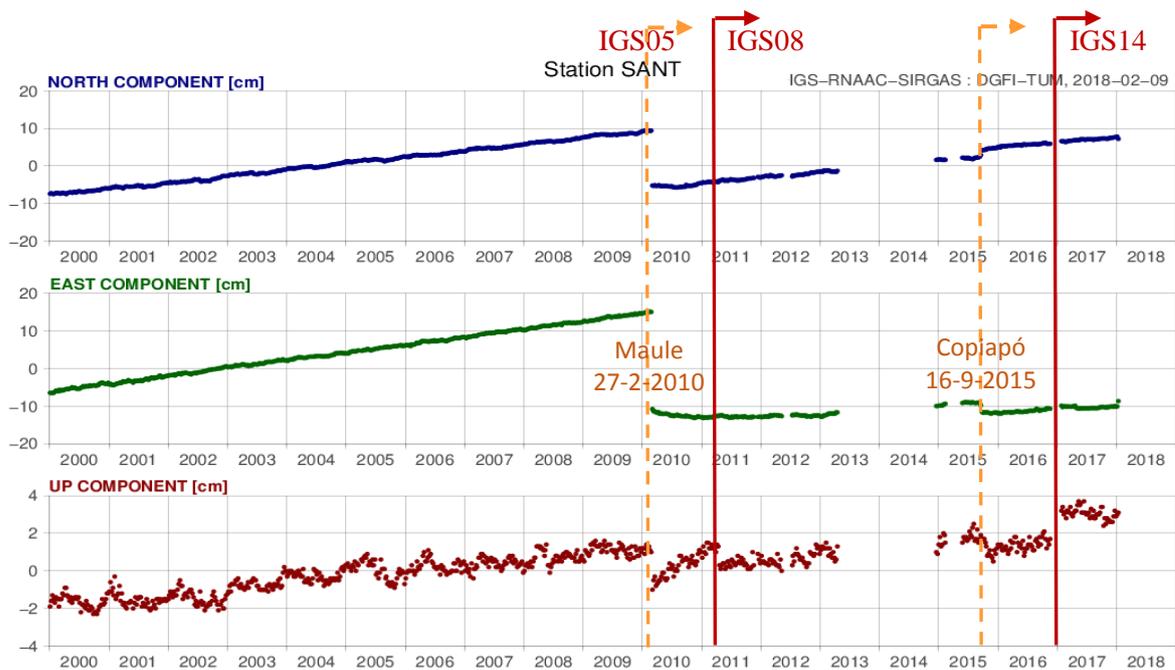


Figura 17. Discontinuidades (por sismos y por cambio de marco de referencia) en las series de coordenadas de SANT, en Santiago, Chile (ubicado sobre placa SA, zona de deformación).

Modelado de deformaciones por carga hidrológica y atmosférica

En el simposio SIRGAS2017 se presentaron en la sesión “Detección y evaluación de efectos dinámicos sobre el marco de referencia” diversos trabajos desarrollados por miembros de SIRGAS de diferentes regiones. Entre ellos se destacan los estudios sobre las deformaciones por efectos de carga hidrológica, atmosférica y oceánicas no mareales [45] y [46]. También fueron presentados avances realizados en Bolivia, Chile y Ecuador sobre campos de velocidades y estudios de zonas de deformación, detalles de los mismos pueden encontrarse en [50] [51] y [48] respectivamente.

Estudios de la atmosfera neutra

El interés respecto a los estudios de la atmósfera neutra basados en la infraestructura SIRGAS fue considerado también en una sesión específica del Simposio. Durante los últimos años las investigaciones sobre esta temática han despertado interés en virtud de su importancia para el mejoramiento del posicionamiento satelital, la representación meteorológica y climática, y el seguimiento del cambio climático. Como en años anteriores la disponibilidad de la extensa red de operación continua SIRGAS-CON es el motor que impulsa este tipo de estudios, cuyo punto de partida es la determinación del retardo que experimenta la señal satelital al interactuar con gases neutros y vapor de agua en la troposfera y la estratosfera.

La contribución presentada en el Simposio SIRGAS2017 por el Centro de Análisis de la Atmósfera Neutra (CIMA, Centro de procesamiento de Ingeniería Mendoza Argentina) se

centró en la combinación de los productos troposféricos ZTD (Zenith Total Delay) contenidos en las soluciones semanales consignadas por los Centros de Procesamiento SIRGAS, con el objetivo de aprovechar al máximo la redundancia (entre 2 y 6 soluciones de un mismo parámetro) como se hace en el caso de las coordenadas de las estaciones o de sus velocidades [52]. Desde el Centro de Procesamiento han sido combinados los valores de ZTD para cada una de las más de 350 estaciones GNSS operativas de la red SIRGAS-CON, diariamente, con

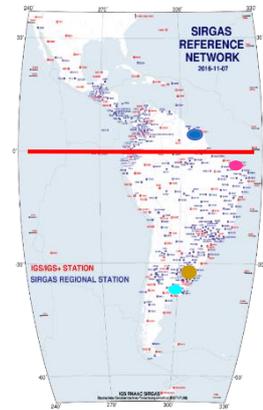
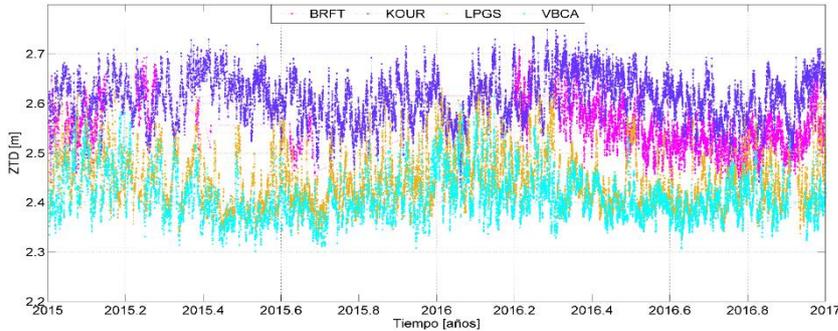


Figura 18. Serie temporal del ZTD, estaciones tropicales BRFT y KOUR, subtropicales LPGS y VBCA (periodo 2015-1016), ubicación (derecha) [52]

intervalos de registro cada hora. Se han calculado también los valores de ZHD (Zenith Hidrostatic Delay) y ZWD (Zenith Wet Delay). A partir de este último se ha calculado para cada sitio cada 6hs (00, 06, 12 y 18hs de TU) el vapor de agua integrado (IWV). En [52] se presenta una síntesis de la metodología empleada para tales estimaciones.

Las series temporales de dichas variables (Figuras 18 y 19) y el análisis de algunas de ellas ubicadas en distintas regiones, con características diferentes del clima, llevaron a estimar valores medios por cada sitio, al igual que valores máximos y mínimos (Figuras 20, 21 y 22).

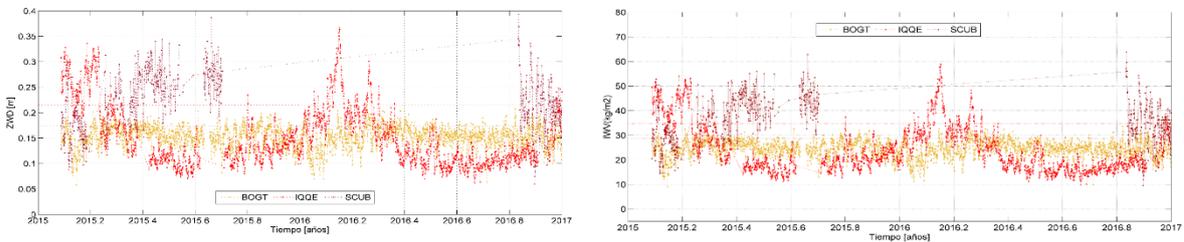


Figura 19. Serie temporal del ZWD (izquierda) e IWV (derecha), estaciones: BOGT (h:2577m), IQQE (h:122m) y SCUB (h:20m), periodo 2015-1016. [52]

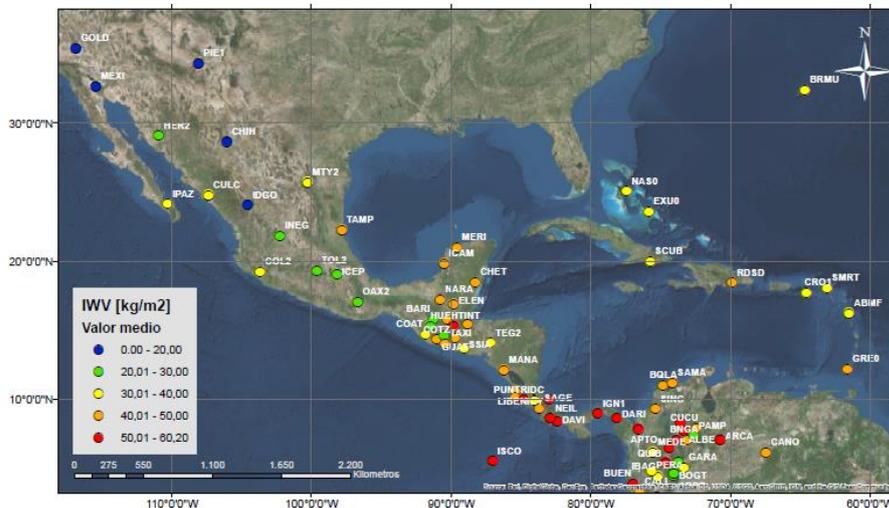


Figura 20. Valores medios de IWV [kg/m²] estaciones SIRGAS-CON de América Central y Caribe, periodo 2015-1016. Desde ZTD estimado por SIRGAS. [52]



Figura 21. Valores medios de IWV [kg/m²] estaciones SIRGAS-CON de América del Sur, periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS [52].

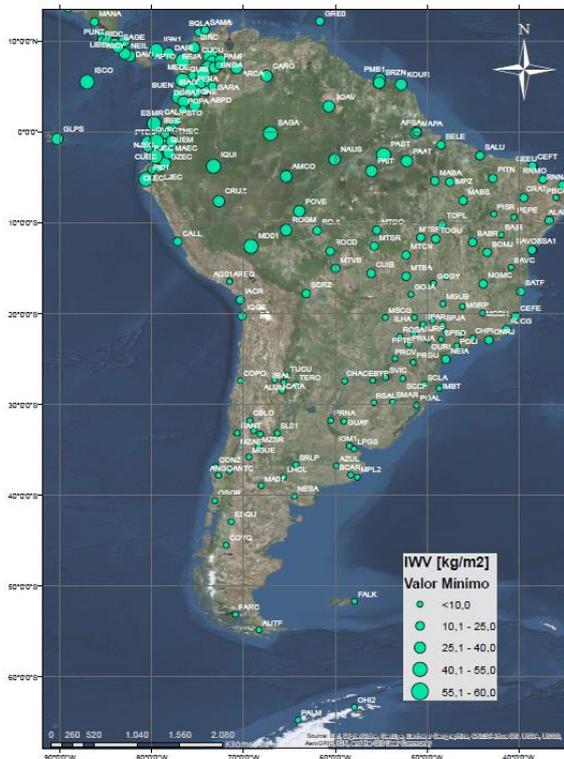


Figura 22. Valores mínimos (izquierda) y máximos (derecha) de IWV [kg/m²] estaciones SIRGAS-CON de América del Sur, periodo 2015-2016. Desde ZTD estimado por SIRGAS [52].

Retos del GTI

Con estos logros se ponen de manifiesto nuevos retos, los cuales fueron planteados durante la Reunión del GTI realizada el 28 de noviembre del 2017, en el marco del Simposio, siendo estos:

- a. Adopción del ITRF2014, en la serie histórica de SIRGAS-CON. Desde la semana GPS 1934 (29 de enero del 2017) se ha adoptado el marco IGS14 (materialización propia del ITRF2014 y plenamente consistente con este), por lo tanto, para lograr una serie histórica consistente será necesario el reprocesamiento de los datos históricos de la red continental para generar una solución multianual referida al marco actual. Para ejecutar esta tarea, se está diseñando una estrategia de procesamiento que permita optimizar la disponibilidad de la información orbital existente a la fecha y el modelado reciente en las PCV de las antenas GNSS, elementos determinantes para la vinculación con el marco actual.
- b. Procurar mejoras en la cobertura de la red hacia América Central, el Caribe y la zona norte de Sudamérica. Tal como se indicara previamente, el procesamiento semanal de la red SIRGAS-CON incluye 347 estaciones de las 511 que la conforman; gran parte de las estaciones faltantes se concentran en la zona mencionada. Dada la importancia de mantener la calidad en la densificación del marco de referencia, es imperativo promover acciones que aseguren la instalación y operatividad de estaciones GNSS en la zona, no solo para contar con coordenadas precisas actualizadas sino también para soportar la obtención de las soluciones multianuales y modelos de velocidad, sin dejar de lado las actividades de investigación inherentes a los objetivos científicos de SIRGAS.
- c. Con la modernización de instrumental que algunos países están adelantando en sus estaciones de operación continua, contando así con la posibilidad de rastrear otras constelaciones además de GPS y GLONASS, tales como Galileo y BeiDou, y además, dada la eventual instalación de nuevas estaciones con dicha capacidad, la inclusión de estas observaciones al procesamiento de la red SIRGAS-CON pudiera traer beneficios en cuanto a la generación de sus diferentes productos. Si bien esta realidad solo podrá evidenciarse a futuro, es ideal que las estaciones proporcionen de manera adecuada estas observaciones multiconstelación. Esto representa un reto a ser asumido por los Centros de Datos SIRGAS resaltando lo establecido en el IGS RINEX 3 Transition Plan [69], de manera que se dispongan de forma paralela: la versión 2 del RINEX con los datos GPS y GPS+GLONASS, y en versión 3 los que incluyan los demás GNSS. Dentro del GT I, es necesario comenzar a asimilar este cambio en los estándares, encaminados desde el IGS.

Con base en lo expuesto, son evidentes el compromiso y la responsabilidad de seguir manteniendo y mejorando los aportes derivados de SIRGAS-CON en beneficio de toda la comunidad de usuarios SIRGAS. Para el GTI, el periodo de actividades 2017-2018 se iniciará encaminando acciones con las que se cubran los retos inmediatos, garantizando el nivel de trabajo que hace posible contar con un marco de referencia altamente confiable.

SIRGAS en el Ámbito Nacional.

Durante el Simposio SIRGAS2017 se presentaron 14 trabajos vinculados a las actividades del Grupo de Trabajo II. Se presentaron los avances en los marcos de referencia nacionales de: Argentina [12]; Bolivia [9], Chile [8], Costa Rica [25] [41], Ecuador [5], Colombia [6], México

[7], Guatemala [10], Uruguay [11] y Estados Unidos [13]. Se presentaron algunas aplicaciones realizadas a partir de la infraestructura SIRGAS-Real Time en Argentina [14] [18], Uruguay [15], Brasil [16] y Colombia [17].

Frente al desafío de mantener el marco de referencia sobre una región en constante deformación, los países más afectados han realizado esfuerzos significativos de control y actualización de coordenadas. En este contexto se presentaron trabajos realizados en Argentina [49], Bolivia [50], Ecuador [48] y Chile [51]. Se presentaron 2 ponencias que muestran el notable aporte de la infraestructura en tiempo real para el monitoreo sísmico en Argentina [18] y Chile [51].

La técnica de Posicionamiento Puntual Preciso, PPP, ya sea en Tiempo Real o Posproceso, y la implementación cada vez más masiva del uso de aplicaciones en tiempo real, motivan cada año la importancia de contar con estaciones GNSS online, que están publicando continuamente los datos sobre diferentes servidores (*caster*), así como los flujos (*stream*) de correcciones de los relojes y efemérides.

Durante el Simposio tuvo lugar el día 27 de noviembre una reunión específica sobre SIRGAS-RT, la cual fue coordinada por miembros activos del SIRGAS GT II-Real Time. La reunión tuvo presencia de representantes de los siguientes países: Chile, Costa Rica, Brasil, Argentina, Uruguay, Colombia, Ecuador, Venezuela, República Dominicana y Perú. Cada país manifestó el avance que ha tenido este último año en cuanto a la cantidad de estaciones optimizadas a tiempo real, y el servicio que ofrecen a los usuarios. Dicha información complementó a la expuesta durante la semana anterior por Argentina, Brasil y Uruguay durante el Taller mencionado, tanto como el reporte de los casters de SIRGAS (UNRO y UdeLAR). Mayor información se adjunta en Anexo 2.

República Dominicana, Ecuador, Colombia y Perú manifestaron que tienen interés en instalar un Caster-NTRIP en dichos países. En tal reunión se trataron diferentes temas surgidos durante el Taller SIRGAS en Posicionamiento GNSS a tiempo real, entre los cuales se mencionan los 3 más destacados: a) la importancia del marco de referencia de las estaciones GNSS a tiempo real (reportado en los streams), la época de referencia y su consecuencia para los usuarios, mayoritariamente en zonas limítrofes; b) aplicaciones realizadas durante el periodo 2016-2017 y sugerencias; c) descarga y almacenamiento de correcciones de las órbitas y relojes en dos sitios alternativos, para ser utilizadas en PPP en modo posproceso.

Respecto del último tema, el centro de Procesamiento CIMA reportó que ha realizado el resguardo de las correcciones desde febrero del 2015 y continúa. Se reiteró la solicitud para que otra institución SIRGAS realizase una copia paralelamente que permitiese asegurar tales registros frente a situaciones imprevistas.

Cabe mencionar entre los resultados del taller realizado, el asesoramiento necesario brindado a colegas de Colombia y Ecuador interesados en instalar un caster NTRIP en dichos países. Respecto a generar material de consulta, desde el Centro de Procesamiento CIMA junto al comité organizador local del Taller SIRGAS RT 2017, se grabaron videos de las distintas sesiones dicho material será publicado para consulta desde la página web de SIRGAS.

Se sintetizan a continuación los puntos de acción de este grupo de trabajo SIRGAS RT:

1-Mantener el caster escuela SIRGAS, y alojar a las estaciones de los nuevos servicios nacionales en fase de prueba. Sería interesante evaluar la posibilidad de mantener 2 casters. Uno escuela para aprendizaje y pruebas y otro con productos determinados a efectos de no generar confusión

2-Unificar el marco de referencia de los streams transmitidos por el caster de SIRGAS. Una de las sugerencias fue adoptar la última realización multianual.

- 3-Realizar una guía o manual de procedimiento para recibir una nueva estación al caster de SIRGAS, y recomendaciones para el establecimiento de nuevos Caster nacionales.
- 4-Estudiar la posibilidad de ofrecer nuevos servicios a partir de las estaciones SIRGAS-RT. Aprovechando la capacitación dada por el Dr. Manuel Hernández Pajares.
- 5- Establecer un foro SIRGAS-RT para que las consultas de los miembros del grupo sean atendidas y tenidas en cuenta por todos los participantes.

Avances en la implementación del IHRF en la región SIRGAS.

El martes 28 de noviembre, segundo día del Simposio SIRGAS 2017, se centraron las actividades del GTIII -Datum Vertical.

Las actividades del SIRGAS GTIII- Datum Vertical, así como las de los GT I y II de SIRGAS se enmarcan en los lineamientos establecidos por la IAG y la IUGG, en los últimos años claramente concentrados en la implementación del *Global Geodetic Reference System (GGRS)* y el GGRF de UN-GGIM (*United Nations Global Geospatial Information Management*). En este contexto y bajo la demanda internacional y concreta de unificación fue establecido GGOS, *Global Geodetic Observing System (GGOS)* por parte de la IAG en el 2003.

Desde el 2011 la IAG integró los trabajos de la *Inter-Comission Project 1.2 (Vertical Reference Frames)* al GGOS, por lo cual son problemas a cargo de GGOS/IAG: el Sistema Global de alturas; el monitoreo de catástrofes naturales; la medición del cambio del nivel del mar, su variabilidad espacial y la previsión climática. Es muy claro a nivel internacional que se persigue la integración de todos los sistemas geodésicos de referencia en un único GGRS realizado por un GGRF, integrando las componentes geométricas del ITRS con el IHRF.

Por lo cual todas las acciones que asume desde entonces SIRGAS se fundamentan en las convenciones de GGOS. Entre ellas cabe mencionar:

1. la resolución IAG 1/2015 de la IAG, que define el denominado *International Height Reference System (IHRF)* en el espacio del geopotencial.
2. la resolución IAG 2/2015 estableció el nuevo *Global Absolute Gravity Reference System (GAGRS)* el cual sustituirá progresivamente al *International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN71)* y al posterior *International Absolute Gravity Base Station Network* en vista del incremento de las exactitudes necesarias para un gran número de aplicaciones (en las dos últimas décadas de ~100 μ Gal a pocos microgals)

En este sentido los lineamientos que SIRGAS GT III ha coordinado a los países miembros, están dirigidos a alcanzar la unificación de sistemas de referencia verticales alineados con el IHRF. Se sintetizan de la siguiente manera:

- Realización de las Redes Verticales de Referencia Nacionales (RVRN) mediante alturas físicas expresadas como función del geopotencial [$H_p = f(C_p)$];
- Conexión de las RVRN con la componente geométrica de SIRGAS materializada por las estaciones SIRGAS-CON;
- Conexión/Integración de las RVRN de los países miembros de SIRGAS con la Red Vertical de Referencia SIRGAS (RVRS) realizada en el espacio del geopotencial;
- Desarrollo de estrategias para referir la RVRS al nivel de referencia global W_0 del IHRF (*International Height Reference System*);
- Asociación de la RVRS a una época de referencia específica; i.e., considerando las variaciones temporales de las coordenadas y de la red;
- Planificación de actividades para el establecimiento de estaciones de densificación IHRF en el contexto SIRGAS;

- Vínculo de la RVRS con un grupo de estaciones IHRF/GGRF (*Global Geodetic Reference Frame*).

Desde el inicio del GT III en el año 1997, SIRGAS viene trabajando en los aspectos que hacen a la vinculación entre las RVRN, de los países y su unificación. Se han realizado 5 diferentes instancias de capacitación entre el 2012 y el 2017 (Taller SIRGAS GT-III 2012, realizado en Rio de Janeiro, Brasil; Escuela SIRGAS 2014 sobre Redes Verticales de Referencia, realizada en La Paz, Bolivia; Taller SIRGAS GT-III 2015, efectuada en Curitiba, Brasil; Taller SIRGAS GTIII 2016, realizado en Quito, Ecuador en el 2016 y Taller SIRGAS GT III 2017, organizado en Heredia, Costa Rica en el 2017). Durante las mismas se ha brindado capacitación en temas relacionados con la realización de los marcos de referencia verticales nacionales (RVRN) en el campo de las alturas físicas, expresadas como función del potencial.

Durante el año 2017, se encaminaron acciones hacia la materialización del IHRF en los países miembros de SIRGAS. Se solicitaron a los países, como primera medida la selección de puntos de referencia del IHRF, los cuales debían cumplir con los requerimientos detallados en [19]. A partir de las respuestas brindadas por los países, la Dra. Laura Sánchez elevó la correspondiente solicitud a GGOS. Resultando una selección preliminar (Figura 23)

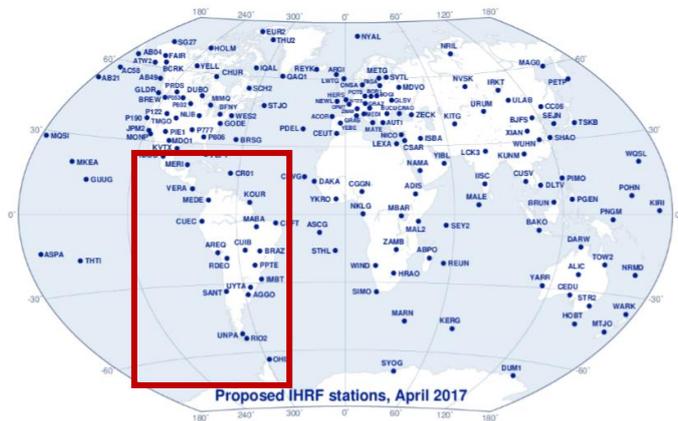


Figura 23. Red de referencia internacional para las Alturas, IHRF, propuesta en abril del 2017 [19]

La siguiente acción alineada con los principales problemas que enfrenta la geodesia internacional, se basa en definir una estrategia unificada para el cálculo de los valores de potencial, esto implica determinar la cantidad y distribución de puntos gravimétricos a medir entorno a las estaciones principales que conformarán el IHRF [21][19] (Figura 24, 25 y 26); estimaciones de las variaciones de potencial con el tiempo; estrategias de cálculo a aplicar; utilización de modelos gravimétricos globales; recuperación de valores potenciales de modelos cuasi-geoides locales existentes, entre otras cosas. Para lo cual especialistas activos de este grupo de trabajo se encuentran desarrollando investigaciones en estas temáticas. Resultados de algunas de ellas han sido presentados durante el simposio, a continuación, se detallan.

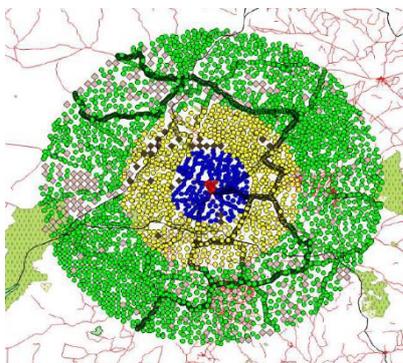


Figura 24. Puntos de densificación gravimétrica necesarios, entorno a PPTE, Brasil [21]

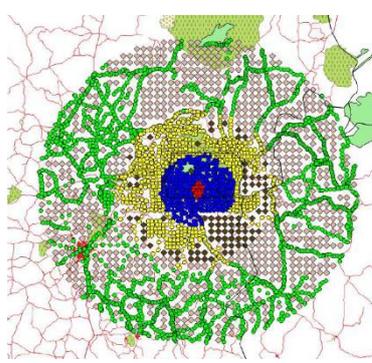


Figura 25. Puntos de densificación gravimétrica necesarios, entorno a BRAZ, Brasil [21]

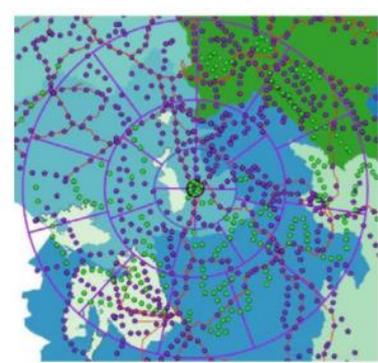


Figura 26. Puntos de densificación gravimétrica existentes, entorno a RDEO, Bolivia [19]

Sistemas de altura, gravimetría y geode en la región SIRGAS en el contexto del IHRF.

Con el fin de abordar los lineamientos precedentes en el Simposio SIRGAS 2017 se presentaron 11 trabajos orales y 5 posters, distribuidos en las siguientes Sesiones:

Sistemas de Alturas (*Height Systems*) la cual inició con una presentación que aborda los aspectos fundamentales del *International Height Reference System* (IHRF) y los avances logrados en la implementación del mismo a nivel global de autoría de la Dra. Laura Sánchez Chair de GGOS Focus Area Unified Height Systems [19]. En esta sección fueron tratados aspectos relacionados con conexión de redes verticales y modernización de los sistemas de alturas en Ecuador [20], Brasil [21][22], Colombia[23][24], Costa Rica [25][26].

Gravimetría y Geode (*Gravimetry and Geoid*) incluyó los avances en la red gravimétrica absoluta para América del Sur [27], nuevas estrategias para el establecimiento de las redes gravimétricas relativas y densificación gravimétrica en: Ecuador [28] y Brasil [28] [21], gravimetría absoluta en Brasil [21][27], Argentina [32], Venezuela[27] y Ecuador [29] (Figuras 27, 28, 29, 30 y 31), comparación y aplicación de modelos globales del geopotencial [30][31][33][34], modelos digitales de alturas [34]. Se destacaron los primeros resultados con el gravímetro superconductor del observatorio AGGO, en Argentina [32].



Figura 27. Red de Gravedad absoluta en Brasil [27]



Figura 30. Red de Gravedad absoluta en Venezuela [27]

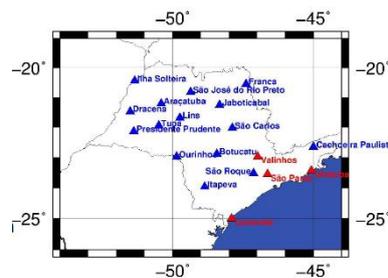


Figura 28. Red de Gravedad absoluta en San Pablo, Brasil [27]



Figura 31. Red de Gravedad absoluta en Ecuador [27]

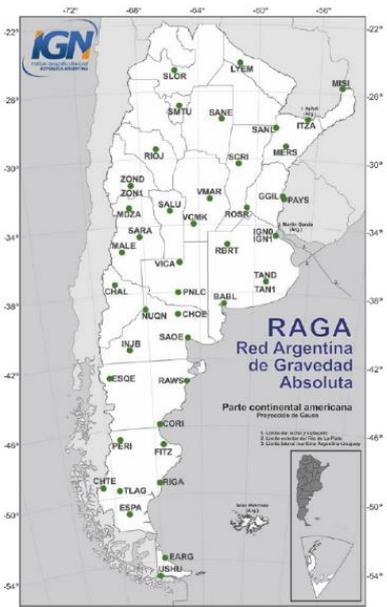


Figura 29. Red de Gravedad absoluta en Argentina (RAGA) [27]

Al cierre de esta sesión tuvo lugar la correspondiente reunión del Grupo de Trabajo III de SIRGAS- Datum vertical. Dicha reunión fue coordinada por el Presidente del Grupo de Trabajo III y se centró en las acciones y perspectivas de SIRGAS en relación con el IHRF/IHRF. Se adjunta en Anexo 3 el reporte de dicha reunión. En respuesta a los lineamientos planteados en el simposio SIRGAS2016, un año antes, se identificaron algunas acciones concretas:

En primer lugar, se sintetizó el estado de avance de la selección de estaciones de referencia IHRF, el cual se detalla en la siguiente tabla.

PAÍS	Avance en la selección de estaciones IHRF
Estados Unidos	40 estaciones seleccionadas IHRF
Costa Rica	1 estación seleccionada cerca del límite con Guatemala. Se analizaron posibles estaciones IHRF durante el Taller de Redes Verticales, 11/2017
Colombia	Se reemplazará una estación preliminar por la estación Ovejas
Ecuador	Se consultará con el IGM-EC para incluir al mareógrafo de La Libertad como estación IHRF según propuesta del Dr. José Luis Carrión
Perú	4 puntos absolutos en el Sur de Perú para análisis tectónico. Se recomendó una estación cerca de Arequipa.
Brasil	cuenta con 6 estaciones, de las cuales se denota la importancia de la estación de BRAZ por la colocación con SLR y CEFT por su asociación con VLBI
Bolivia	cuenta con una estación RDEO y una segunda sugerida para que sea incorporado a SIRGAS
Uruguay	postularon 2 estaciones, (en trámite)
Argentina	estación AGGO que cuenta con algunos otros tipos de instrumentación para constituir una estación IHRF como el gravímetro superconductor. Otras estaciones al Sur: RIO2, UNPA y OHI3
Chile	fue recomendada la estación SANT, pero existen problemas por la actividad tectónica
Países de América Central	se encuentran gestionando la inclusión de sus estaciones a SIRGAS
República Dominicana	sugerida la estación Barahona, la cual contiene el mareógrafo y GNSS. Dicha estación tiene que ser previamente incorporada a SIRGAS
Venezuela	Se ha preseleccionado una estación en el centro del país, la cual cuenta con una estación permanente GNSS

Respecto a la modernización de las redes de nivelación, se concluyó el siguiente estado de situación por países:

- Argentina y Uruguay ya modernizaron sus redes y cuentan con los cálculos de números geopotenciales;
- Costa Rica tiene toda la información en el formato necesario para realizar la inserción de la gravimetría y luego realizar el ajuste geopotencial;
- Brasil también se encuentra trabajando en el cálculo y ajuste de números geopotenciales. Estiman comunicar los resultados durante los primeros meses del año 2018;
- Bolivia respecto al cálculo de números geopotenciales, sugieren presentar los cálculos por circuito terminado. Tienen algunos problemas con los datos ya levantados, por falta de operarios, discrepancias de época de datos levantados, etc.
- República Dominicana ha tenido problemas por muchos cambios de autoridades que no dan continuidad con los trabajos. En la parte de altimetría, están trabajando para recuperar los BMs de todo el país y faltaría recuperar solamente un 6% de la información. Piden asesoría para trabajar con la parte de redes verticales ya que no cuentan con el personal capacitado;
- El Salvador realizó un excelente trabajo en darle el formato indicado a los datos durante el taller 2017, estaría en condiciones de procesar los datos de gravimetría;

- Ecuador tiene una base de datos completa de gravedad con todos los anillos del control básico vertical. Presentan problemas con las interpolaciones de la gravedad. El IGM-EC está comprometido para realizar nuevas campañas de medición de gravedad;
- Venezuela tiene problemas respecto a la entrega de datos para organizarlos y procesarlos, entre el Instituto Geográfico y la Universidad de apoyo;
- Colombia se ha enfocado para compilar la Bases de Datos y han introducido datos históricos en la misma;
- Perú se encuentra digitalizando las fichas de los levantamientos. Realizaron un reconocimiento in situ y se percataron que muchos pilares han sido destruidos. Su estrategia es trabajar en conjunto con la parte catastral de su país para poder levantar nueva información.

Respecto a las vinculaciones entre países limítrofes:

- Argentina ha recuperado algunos registros de las conexiones con los países vecinos. Aún se encuentran trabajando para obtener conexiones gravimétricas limítrofes faltantes;
- Bolivia tiene la intención de continuar con el trabajo de conexiones en zonas limítrofes faltantes;
- Ecuador se encuentran trabajando para enlazar estaciones absolutas de gravedad y nivelación con otros países;

Desde el GT III, se mantienen las recomendaciones:

- No abandonar las redes de nivelación clásicas;
- Tratar de recuperar los registros en formato análogo y realizar su digitalización;
- Realizar el ajuste y la modernización de las redes;
- Interpolar los valores de gravedad a los puntos de nivelación para obtener los desniveles geopotenciales, y así introducir el aspecto físico a las redes tradicionales. Paso fundamental para la vinculación con el Sistema de Alturas Global, así como para análisis de deformación de las redes;

Taller SIRGAS GTIII 2017.

Con el objeto de cumplir con los preceptos del GT III de SIRGAS, y tratando de avanzar en las temáticas relacionadas con el Sistema de Referencia Vertical unificado para todos los países miembros de SIRGAS, se realizó una 5ta instancia de capacitación y trabajo guiado, en Heredia, Costa Rica en noviembre del 2017. Fue una continuación del Taller SIRGAS GT-III 2012, realizado en Rio de Janeiro, Brasil, de la Escuela SIRGAS 2014 sobre Redes Verticales de Referencia, realizada en La Paz, Bolivia, del Taller SIRGAS GT-III 2015, que se efectuó en Curitiba, Brasil y del Taller SIRGAS GTIII 2016, realizado en Quito, Ecuador en el 2016.

Entre los resultados obtenidos se destaca mencionar:

- La capacitación brindada a docentes de la región en los conceptos más actuales relativos al IHRS/IHRF;
- El estímulo ofrecido a estudiantes para diligenciar acciones hacia tareas de investigación necesarias;
- La integración lograda entre los Institutos Nacionales con soporte mutuo para el desarrollo de actividades conjuntas y/o complementarias;
- El soporte brindado desde el IGN de Costa Rica al IGN de El Salvador para procesamiento de datos gravimétricos;

- La superación de problemáticas de Costa Rica para recuperación de datos digitales;
- el Entrenamiento brindado a IGN Guatemala para recuperación, digitalización y organización de datos;
- Entrenamiento para interpolación gravimétrica y cálculo de números geopotenciales para el IGN de Panamá.

Participaron del Taller, 33 representantes de 5 países de América (Brasil, Costa Rica, Guatemala, El Salvador y Panamá) (Figuras 32). La mayoría de ellos trabaja directamente en instituciones encargadas de las RVRNs.



Figura 32. Participantes en el TALLER SIRGAS GT III-2017

Los trabajos fueron coordinados y organizados por el SIRGAS GT-III y se dividieron en dos partes. La primera, cuya duración fue de 16 horas, se dedicó a los fundamentos y las estrategias de procesamiento de datos relacionados con los sistemas y redes verticales de referencia, así como los sistemas y redes gravimétricas de referencia.

El procesamiento de los datos se hizo mediante un conjunto de programas desarrollado por los profesores Dr. Hermann Drewes y la Dra. Laura Sánchez del DGFI-TUM. En la segunda parte, con una duración de 24 horas, se trabajó en el análisis de las bases de datos y su procesamiento para las RVRN en el espacio del geopotencial con la introducción de números geopotenciales.

El análisis de consistencia preliminar de las redes nacionales fue realizado con el uso de otro conjunto programas desarrollado por Profesor el Dr. Roberto Teixeira Luz del Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE), también instructor en el Taller. Los programas fueron distribuidos gratuitamente a los participantes.

La Tabla 2 sintetiza el programa del Taller

	Lunes 06/11/2017	Martes 07/11/2017	Miércoles 08/11/2017	Jueves 09/11/2017	Viernes 10/11/2017
09:00 - 09:45	Abertura	4 Soluciones del PVCG Silvio	Introducción al análisis de redes verticales y su optimización – Roberto	Inventario SVR y RVR nacionales Roberto y Silvio	Actividades prácticas Todos
09:45 – 10:30	Sistemas Verticales de Referencia Silvio	4 Soluciones del PVCG Silvio	Introducción al cálculo de compensación Roberto	Inventario SVR y RVR nacionales Roberto y Silvio	Actividades prácticas Todos
10:30 - 10:50	Café	Café	Café	Café	Café
10:50 - 11:35	Sistemas Verticales de Referencia Silvio	5 Alturas y Geopotencial Silvio	Cálculo de números geopotenciales Roberto y Silvio	Actividades prácticas Todos	GGRS/GGRF.IHRS/IHRF y el Global Geodetic Observing System (GGOS) Silvio
11:30 – 12:20	Geopotencial y Gravimetría Silvio	5 Alturas y Geopotencial Silvio	Cálculo de números geopotenciales Roberto y Silvio	Actividades prácticas Todos	GGRS/GGRF.IHRS/IHRF y el GGOS Silvio
12:20 - 13:50	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:50 - 14:35	Geopotencial y Gravimetría Silvio	5 Alturas y Geopotencial Silvio	Interpolación Gravimétrica Silvio	Actividades prácticas Todos	Actividades prácticas Todos
14:35 – 15:20	Nivelación y Estructuras Altimétricas - Roberto	Estructuras Altimétricas Roberto	Interpolación Gravimétrica Ejemplos y prácticas Silvio	Actividades prácticas Todos	Análisis de resultados Roberto y Silvio
15:20 - 15:40	Café	Café	Café	Café	Café
15:40 - 16:25	Introducción a la Teoría del Potencial y el PVCG Silvio	Alturas y superficies de referencia; Datum Vertical - Roberto	Ejemplos en cálculos de compensación de desniveles - Roberto	Actividades prácticas Todos	Análisis de resultados Roberto y Silvio
16:25 – 17:10	Soluciones del PVCG Silvio	Definición y realización de SVR Clásicos - Roberto	Organización de bases de datos Roberto y Silvio	Actividades prácticas Todos	Propuestas y Cierre
18:00 – 20:00	Coqueteo de bienvenida				Cena Ingenieros Topógrafos

Tabla 2. Programa del Taller SIRGAS GTIII 2017.

Cabe mencionar que fue imprescindible que cada país miembro de SIRGAS participara activamente del Taller aportando sus datos de altimetría y gravedad con el objeto de proceder a la unificación de los Sistemas de Referencia Verticales.

Se realizó la comunicación previa con quienes asistirían al Taller como representantes oficiales por los distintos países. En algunos casos fue reportada la información con la que se contaría para trabajar incluso se interactuó con el coordinador para aportarla en el formato óptimo para su procesamiento.

Conclusiones del Taller SIRGAS GTIII 2017

Para alcanzar la integración de las RVRN a partir de los datos levantados por los países en la construcción de sus redes locales es imprescindible que se sume Bolivia, Perú, Venezuela y Paraguay para realizar conexiones del caso.

Entre los resultados más notables del taller se cuentan los casos de Argentina y Uruguay quienes poseen sus soluciones de desniveles geopotenciales ajustados y, por su parte, Brasil concluyó la determinación de números geopotenciales preliminares para toda su red vertical.

Es posible que durante 2018 se concluya la etapa de ajuste de la red brasileña. Cabe mencionar que, aunque se presentaron diferentes grados de avance, hubo significativos logros en relación con la comprensión y tratamiento de las bases de datos. Todos los países participantes adquirieron las competencias necesarias para gestionar sus necesidades y situaciones particulares.

Se destacan de manera positiva la cooperación y participación de los representantes de los países que asistieron, los instructores y todo el personal involucrado en el taller. Como aspecto para mejorar se considera una participación más amplia de los países miembros para lograr la integración de las RVRN en el espacio del geopotencial.

De igual modo se recomienda que cada país se ocupe de presentar los datos de conformidad con los formatos acordados a fin de permitir el uso de los programas antes mencionados.

Entre las tareas que se desprenden de los talleres desarrollados para cada país se destacan:

- Analizar la información histórica y vigente, así como los futuros levantamientos nacionales para complementar la información referente a nivelación, gravedad, y/o GNSS;
- Cumplir las metas trazadas con el fin de obtener datos homogéneos, organizados, completos y coherentes;
- Utilizar los programas puestos a disposición para el análisis previo de los datos, el ajuste de las redes y el cálculo de números geopotenciales en cada país;
- Realizar las conexiones faltantes entre países limítrofes.

Taller SIRGAS en posicionamiento GNSS a tiempo real 2017

Como parte de los eventos SIRGAS2017, la semana previa al Simposio, del 22 al 24 de noviembre, se llevó a cabo el Taller SIRGAS 2017, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. En el mismo se desarrolló el tema del Posicionamiento GNSS en Tiempo Real sobre la infraestructura de la red SIRGAS-CON. El objetivo central fue dar continuidad a las actividades desarrolladas durante el Taller SIRGAS RT realizado el año 2012 en la ciudad de Concepción, República de Chile; con el ánimo de promover el uso de la capacidad disponible de SIRGAS y analizar las posibilidades de ofrecer servicios en este contexto a la comunidad geodésica latinoamericana e internacional. Se contó con 50 asistentes, de 12 países (Figura 33).



Figura 33. Asistentes al Taller SIRGAS en posicionamiento GNSS a tiempo real 2017, Mendoza, Argentina, 22 al 24 de Noviembre, 2017

Las ponencias fueron provistas por Roberto Pérez-Rodino (Universidad de la República, Montevideo, Uruguay), presidente del GT II SIRGAS, María Fernanda Camisay (Universidad

Juan Agustín Maza, Mendoza, Argentina), Gustavo Noguera (Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina) y Manuel Hernández-Pajares (Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España). Los principales temas fueron: Sistemas de posicionamiento a tiempo real y técnicas (RTK, NetRTK, PPP), infraestructuras nacionales de tiempo real, caster y manejo de streams a tiempo real, NTRIP software asociados (BNC, RTKLib, etc.), fundamentos teóricos del Proyecto Europeo AUDITOR (Improved GNSS ground-based augmentation system for precision agriculture services) con énfasis en la generación de productos ionosféricos para el cálculo de correcciones a tiempo real. Se desarrollaron tres actividades prácticas: una medición a tiempo real en campo, y dos de conectividad, configuración y cálculo en gabinete.

Workshop sobre SLR en América Latina

El Workshop sobre SLR en América Latina tuvo la participación de 43 asistentes de 10 países (Alemania, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Uruguay y Venezuela) (Fig. 34). El principal objetivo de estas sesiones fue evaluar las posibilidades de extender el marco de referencia SIRGAS por medio de estaciones SLR en el desarrollo del marco de referencia geocéntrico. Representantes de los cuatro observatorios instalados en América del Sur (Arequipa, AGGO, Brasilia and San Juan) reportaron acerca de su equipamiento e infraestructura y sobre desarrollos futuros en los sitios. Participó Bernd Sierk de la Agencia Espacial Europea (ESA), quien presentó los planes de ESA respecto de nuevos desarrollos de SLR y aplicaciones. La Dra. Daniela Thaller (del Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Alemania) presentó una mirada acerca de los datos y análisis de SLR desarrollados dentro del International Laser Ranging Service (ILRS) y recomendó pasos a seguir para iniciar con las observaciones SLR en el entorno de SIRGAS.



Figura 34. Asistentes al Workshop sobre SLR en América Latina, Mendoza, Argentina, 30 de noviembre y 1 de diciembre, 2017

Consejo Directivo de SIRGAS.

Como es habitual, durante el Simposio sesionó el Consejo Directivo de SIRGAS. Se adjunta a continuación el Informe correspondiente a dicha reunión.

Reunión Consejo Directivo de SIRGAS

En el marco del Simposio SIRGAS 2017

Lugar: Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

Fecha: noviembre 29 de 2017 (17:00 - 21:00 horas)

Asistentes:

Miembros del Consejo Directivo

- Hermann Drewes, Representante de la IAG (Asociación Internacional de Geodesia)
- Gustavo Noguera, Representante delegado ARGENTINA
- Arturo Echalar Rivera, Representante Nacional BOLIVIA
- Luiz Paulo Souto Fortes, Representante Nacional BRASIL
- Sonia Costa, Representante Nacional Substituto BRASIL
- Francisco Javier Mora Torres, Representante Nacional COLOMBIA
- Julio Neira Gutierrez, Representante Nacional CHILE
- Jorge Moya, Representante delegado por COSTA RICA
- Oscar Cruz Ramos Representante nacional de GUATEMALA
- Dana J. Caccamise II, Representante nacional de ESTADOS UNIDOS
- Daniel Roman, Representante Nacional Substituto ESTADOS UNIDOS
- Guido Alejandro González Franco, Representante delegado MÉXICO
- José María Pampillón, Representante nacional substituto URUGUAY
- Melvin Hoyer, Representante Nacional Substituto VENEZUELA

Observadores

- David Cisneros, Ecuador IGM
- Alexander Holsteinson, República Dominicana, Universidad Autónoma de Santo Domingo
- Ciro Sierra Farfán, PERU

Miembros Consejo científico

- Claudio Brunini
- Laura Sánchez
- Luiz Paulo Souto Fortes

Miembros Comité Ejecutivo

- William Martínez Díaz Presidente SIRGAS
- María Virginia Mackern, Vicepresidente SIRGAS
- Victor Cioce, Presidente SIRGAS-GTI (Sistema de Referencia)
- Roberto Pérez Rodino, Presidente SIRGAS-GTII (SIRGAS en el Ámbito Nacional)
- Silvio R. Correia de Freitas, Presidente SIRGAS-GTIII (Datum Vertical)

Relatoría: María Virginia Mackern / William Martínez

1. Informe de actividades por parte de las autoridades de SIRGAS (W. Martínez, M.V. Mackern).
2. Avances en la implementación del *International Height Reference System* (IHRs) en la región SIRGAS (L. Sánchez).
3. Reporte del Taller Sirgas GT-III 2017, realizado en Costa Rica (S. R. Correia de Freitas).
4. Reporte de los Representantes de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) e Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).
5. Mediciones absolutas de la gravedad en la región SIRGAS (propuesta de México).
6. Visibilidad de SIRGAS en reuniones científicas internacionales: UN-GGIM: Américas, GGOS, IAG.
7. Selección de la sede para el Simposio SIRGAS 2019: Río de Janeiro / Montreal.
8. Reporte a cargo de los Representantes Nacionales sobre los avances nacionales relacionados con los objetivos de SIRGAS.
9. Otros.

Desarrollo de la agenda:**Verificación del quórum y aprobación de la agenda.**

Se encuentran presentes 11 representaciones nacionales y el representante de la IAG, en total 12 miembros del Consejo Directivo. Según el Artículo 11 del Estatuto SIRGAS se requiere de por lo menos dos terceras partes de los 23 miembros existentes. A partir de esta asistencia no se cuenta con quórum para que la reunión tome decisiones. No obstante, de conformidad con el mismo artículo, el quórum está dado por el voto presencial o por correspondencia de las dos terceras partes de los miembros. En consecuencia, la votación de las resoluciones del Consejo Directivo para el año 2017 se realizará por correspondencia electrónica.

1. Informe de actividades por parte de las autoridades de SIRGAS.

- Se acepta el reporte presentado en la apertura del simposio SIRGAS 2017 (http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol22/03_Martinez_et_al_2017_Reporte_SIRGAS_2016-2017.pdf) y no se solicitan explicaciones adicionales.
- En el informe se comunicó a los miembros del Consejo Directivo que dentro de los Proyectos Panamericanos de Asistencia Técnica 2018 «Agenda del IPGH 2010 - 2020» fue aprobado el denominado «SIRGAS 2018: Plan de Acción Conjunto 2016 - 2020 en la práctica, para acelerar el desarrollo de la IDE de las Américas», presentado por Colombia, siendo responsable William Alberto Martínez Díaz, dentro de la Comisión de Cartografía, por un monto de USD 7700.

2. Avances en la implementación del *International Height Reference System* (IHRs) en la región SIRGAS (L. Sánchez).

Dentro de los avances reportados por la Dra. Laura Sánchez se destacan los siguientes elementos:

- Se trabaja actualmente en la selección de las estaciones iniciales fiduciarias para el IHRs. Este proceso ha contado con el compromiso de los países que han manifestado su interés y capacidades para establecer dichas estaciones.

- También se avanza en el análisis de los datos de prueba y su evaluación para el cálculo. En este apartado se hace mención a la elaboración de estándares básicos para el procesamiento. Acota el Dr. Luiz Paulo Fortes que cada estación sea procesada por al menos dos centros. Laura Sánchez anota que el problema no radica en la falta de centros de procesamiento sino en la deficiencia de datos de gravedad compartidos.
- En términos generales existen restricciones para compartir datos de gravedad, lo cual afecta el avance de la implementación del IHRS en la región SIRGAS.

3. Reporte del Taller SIRGAS GT-III 2017, realizado en Costa Rica (S. R. Correia de Freitas).

- El presidente del Grupo de Trabajo III Datum Vertical presentó un informe completo del Taller sobre Datum Vertical realizado en Heredia, Costa Rica, entre el 6 y el 10 de noviembre de 2017. Este taller tuvo como instructores al Dr. Roberto Teixeira Luz (IBGE - UERJ) y el Dr. Lic. Silvio R. Correia de Freitas (UFPR) Coordinador del Taller.
- El Taller resultó un éxito, contando con 33 participantes de cuatro países (Guatemala, El Salvador, Panamá y Costa Rica). Además, la actividad se enriqueció con la realización de una encuesta de satisfacción.
- Se destaca el hecho de haber abordado de manera completa una temática actual, incluyendo el procesamiento de datos y contando con instalaciones y logística excelentes.

4. Reporte de los Representantes de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) e Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

- La representación del IPGH, Héctor Carlos Rovera Di Landro presentó sus excusas por no poder asistir al Simposio SIRGAS 2017 y manifestó sus votos por el éxito de la reunión.
- En cuanto a la IAG, se acepta el reporte presentado en la Sesión de Apertura del simposio SIRGAS 2017, conferencia invitada «Current Activities of the AIG», a cargo del Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hermann Drewes. (http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Bol22/01_Drewes_2017_Current_IAG_activities.pdf) y no se solicitan explicaciones adicionales.

5. Mediciones absolutas de la gravedad en la región SIRGAS (propuesta de México).

- Se informa a los miembros del Consejo que México, a través de Alfredo Esparza del Centro Nacional de Metrología -CENAM-, de dicho país, ha manifestado su interés por prestar su apoyo a los países centroamericanos para llevar a cabo mediciones absolutas de la gravedad en sus territorios.
- Frente a esta propuesta, se considera necesario que la misma sea conocida por el profesor Denizar Blitzkow, quien promueve desde Brasil una propuesta semejante y para el efecto, el Comité Ejecutivo los pondrá en contacto a fin de que se unifiquen las condiciones de los servicios ofrecidos.

6. Visibilidad de SIRGAS en reuniones científicas internacionales: UN-GGIM: Américas, GGOS, IAG.

Durante el año 2017, en representación de SIRGAS se llevaron a cabo las siguientes presentaciones:

- [Geocentric Reference System for the Americas](#). M.V. Mackern, W. Martínez. En: 4 Sesión de UN-GGIM: Américas en Santiago de Chile, Chile. Abril 5, 2017.
- [SIRGAS en el Contexto del Marco de Referencia Geodésico Global \(GGRF\): Evolución, Alcances y Perspectivas](#). V. Cioce, W. Martínez, M.V. Mackern, R. Roberto Pérez, S. de Freitas. En: II Congreso Venezolano de Tecnología Espacial. Caracas, Venezuela. Septiembre 18 - 20, 2017.
- [Geodetic monitoring of the surface deformation in Latin America](#). L. Sánchez, H. Drewes, C. Brunini. In: Strengthening Disaster Risk Reduction across the Americas: A Regional Summit on the Contribution of Earth Observations. Buenos Aires, Argentina. September 3 - 8, 2017.
- [El Marco Geodésico Mundial \(GGRF\) de UN-GGIM para el desarrollo sostenible](#). W. Martínez. En: Séptima Semana Geomática Internacional, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá, Colombia. Agosto 18, 2017.
- [SIRGAS: the core geodetic infrastructure in Latin America and the Caribbean](#). V. Cioce, L. Sánchez, H. Drewes, C. Brunini, M.A. de Almeida, J.G. Gasca, H. Guagni, A. Morillo, H. Parra, O. Rodríguez, N. Suárez, J.F. Valverde, W. Martínez, M.V. Mackern. In: Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IAG-IASPEI 2017). Kobe, Japan. July 31 - August 4, 2017.
- [Modelling vertical displacements due to hydrological load at stations of the Geocentric Reference System for the Americas \(SIRGAS\)](#). C. Brunini, L. Sánchez, R. Galván, H. Drewes, M. Gende. In: Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IAG-IASPEI 2017). Kobe, Japan. July 31 - August 4, 2017.
- [Crustal deformation and surface kinematics after the 2010 earthquakes in Latin America](#). L. Sánchez, H. Drewes. In: Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IAG-IASPEI 2017). Kobe, Japan. July 31 - August 4, 2017.
- [Actual Continuous Kinematic Model \(ACKIM\) of the Earth's Crust based on ITRF2014](#). H. Drewes. In: Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IAG-IASPEI 2017). Kobe, Japan. July 31 - August 4, 2017.
- [Differential coordinate changes \(velocities\) vs. coordinate differences \(epoch coordinates\) for realising the time dependency of the ITRF](#). H. Drewes. In: Joint Scientific Assembly of the International Association of Geodesy and the International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IAG-IASPEI 2017). Kobe, Japan. July 31 - August 4, 2017.

7. Selección de la sede para el Simposio SIRGAS 2019: Río de Janeiro / Montreal.

Para efectos de la sede de los eventos SIRGAS 2019 se han presentado dos propuestas: de una parte, la de Brasil y de otra, la propuesta de la IAG:

- En nombre del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística -IBGE- y de la *Universidade do Estado do Rio de Janeiro* -UERJ-, Luiz Paulo Souto Fortes expone que los eventos SIRGAS se realizarían en las instalaciones del Barrio Maracanã de Río de Janeiro, contándose con instalaciones adecuadas como auditorio principal, salas auxiliares y cercanía al servicio de metro. Coyunturalmente, bajo el ánimo de descentralizar la

celebración de los *GGOS days*, los cuales se iniciaron en 2015, sería posible que en esta ocasión dicho evento coincidiera con SIRGAS en Río de Janeiro. De manera complementaria, Luiz Paulo propone que, si no resulta elegida la sede Río de Janeiro para 2019, la propuesta se mantiene para 2020. De este modo, si la votación mayoritaria escoge la sede Canadá 2019, automáticamente se elige Brasil 2020.

- Por su parte, Hermann Drewes propone que los eventos SIRGAS se realicen en el marco de la Asamblea General de la Asociación Internacional de Geodesia y Geofísica -IUGG-, la cual se celebrará en Montreal, Canadá, entre los días 9 y 18 de julio de 2019. En esta propuesta se incluye el ofrecimiento de contar con el apoyo administrativo que desde la Secretaría General de la IAG se puede brindar a SIRGAS, de manera que su Simposio y reuniones se llevarían a cabo bajo la programación de la IAG o mediante la figura de inter-asociación con IAVCEI (Asociación Internacional de Vulcanología y Química del Interior Terrestre) o IASPEI (Asociación Internacional de Sismología y Física del Interior Terrestre), las dos pertenecientes a la IUGG.
- Para el Consejo Directivo de SIRGAS la toma de la decisión (votación) frente a la sede 2019 debe realizarse sobre la base de las ventajas y desventajas que pueden presentar las dos proposiciones. Para este fin, en el siguiente cuadro se exponen algunas consideraciones:

SIRGAS 2019 RÍO DE JANEIRO	
☺	☹
Se realiza en América Latina.	Visado para algunos países de la región.
No se ha realizado a la fecha un Simposio SIRGAS en Brasil.	El último evento SIRGAS celebrado en Brasil fue el taller del GT-III, celebrado en mayo de 2015.
Río de Janeiro es un destino de clase mundial.	En el estudio Mercer de costo de vida 2017, Río de Janeiro se ubicó en el puesto 56 entre 209 ciudades evaluadas del mundo.
Oportunidad de conocer en mayor detalle los avances geodésicos de Brasil.	
Las instalaciones e infraestructura de IBGE y UERJ son más que adecuadas para los eventos SIRGAS.	
Oportunidad de participación numerosa de representantes y asistentes de América Latina	
Idiomas: portugués, español, inglés y « <i>portuñol</i> »	
SIRGAS 2019 MONTREAL	
☺	☹

Se realiza en Montreal, destino de clase mundial.	Visado para la mayoría de los países de la región.
Se enmarca en la Asamblea General de la IUGG	No se han realizado eventos SIRGAS en Canadá. Esto lo pondría en ventaja.
Oportunidad de participar en una Asamblea Científica de la IUGG, en la cual sesionan sus ocho asociaciones y se interactúa con un amplio espectro global en Ciencias de la Tierra.	La última ocasión de vincular la reunión SIRGAS con un evento global fue la Asamblea Científica de la IAG en Buenos Aires, 2009.
Ocasión para presentar una mayor cantidad de trabajos de SIRGAS en un contexto mundial. Mayor visibilidad de SIRGAS en la Geodesia Global	En el estudio Mercer de costo de vida 2017, Montreal se ubicó en el puesto 129 entre 209 ciudades evaluadas del mundo.
Instalaciones y logística propias de las Asambleas Generales de la IUGG.	Posibilidad de una participación reducida de representantes y asistentes de América Latina.
	Idioma inglés.

8. Reporte a cargo de los Representantes Nacionales sobre los avances nacionales relacionados con los objetivos de SIRGAS.

Se han presentado: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Guatemala, México, Uruguay y Estados Unidos.

9. Otros.

En este apartado se abordaron diferentes temas, los cuales se sintetizan a continuación:

- El presidente del GT-I, Víctor Cioce manifiesta su agradecimiento y reconocimiento a los Centros de Procesamiento de SIRGAS y propone que desde la Presidencia y Vicepresidencia de SIRGAS se remita una nota en la cual se agradezca el trabajo realizado y se enfatice los beneficios que este ha traído para cada país y la región.
- El presidente del GT-II, Roberto Pérez Rodino, hace una exposición sobre el Taller en Tiempo real realizado en la ciudad de Mendoza. Señala que no se presentaron inconvenientes a pesar de haber conectado 20 computadores personales de manera simultánea y se logró llevar a cabo una serie de tareas difíciles de implementar dado el alto volumen de concurrencia.
- El taller contó con la presencia de 11 países, de los cuales cinco manifestaron interés por instalar un *caster* nacional. Uno de los temas más discutidos fue el marco de referencia asociado a los *streams*, lo cual conlleva a considerar la actualización e integración de los diferentes marcos nacionales.
- En este sentido, sería necesario editar los mensajes RTCM, pero esto es posible sobre *casters* de tipo comercial diferentes del que utiliza SIRGAS. De este modo, el tema amerita una mayor discusión y toma de decisiones.

- A manera de propuesta, Roberto plantea que se mantenga el *caster* escuela para realizar pruebas y capacitaciones y se genere un segundo *caster* de difusión oficial para utilizarlo como generador de servicios y productos de SIRGAS.
- Además, Roberto propone que se estudie la posibilidad de ofrecer nuevos servicios como coberturas a distancias hasta de 900 km, cálculo del índice ROTI (*Rate of TEC index*) mediante un foro sobre tiempo real.
- Luego de discutirse la necesidad de que cada país actualice su marco de referencia, reconociendo que existen diferencias en cada país, que es un tema con implicaciones de carácter científico y práctico y que la existencia de diferentes marcos afecta la interoperabilidad, especialmente para las aplicaciones en tiempo real, se propone la elaboración de un *white paper* sobre el tema, el cual estará a cargo del Consejo Científico, incluyendo, además, a Melvin Hoyer, Roberto Pérez Rodino y Alexander Holsteinson.
- Se abordó también el tema de representación y participación de SIRGAS en los escenarios de UN-GGIM: Américas y el Marco Geodésico Global para el Desarrollo Sostenible (GGRF). En este aspecto, luego de escucharse una serie de opiniones, se propuso que el tema sea tratado por el Comité Ejecutivo con las autoridades correspondientes, de manera que la participación, estructura y rol de SIRGAS, se mantengan y fortalezcan dentro de dichas iniciativas, incluyendo conversaciones con el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

Referencias:**Simpósio SIRGAS2017**, http://www.sirgas.org/es/sirgas-symposia/mendoza_2017/

- [1.] Current activities of the International Association of Geodesy H. Drewes
- [2.] Some applications of ionospheric and geodetic models supported by real-time GNSS measurements M. Hernández-Pajares, A. García-Rigo, D. Roma-Dollase, C. Fernández-Prades, J. Arribas, M. Majoral, J. Vilà-Valls
- [3.] Reporte anual SIRGAS: 2016-2017W. Martínez, M.V. Mackern, V. Cioce, R. Pérez Rodino, S.R.C. de Freitas
- [4.] Página da internet do SIRGAS em portuguêsW. Machado, G. Guimarães, L. Sánchez
- [5.] Análisis de la deformación y estabilidad del sistema nacional de referencia espacial SIRGAS Ecuador, un año después del terremoto de Pedernales D. Cisneros
- [6.] Implementación de la actualización del Marco Geocéntrico de Referencia MAGNA-SIRGAS. Resultados y observaciones D. Cortés, L. Gómez, F. Mora, N.P. Gutiérrez,
- [7.] Actividades del INEGI en México para la mejora del Marco de Referencia Geodésico G. González
- [8.] Presente y futuro de la Red Geodésica Nacional de Chile J. Neira
- [9.] Avances del sistema de referencia geodésico del estado plurinacional de Bolivia A. Echalar, D. Gómez, C. de La Cruz, A. Olivera
- [10.] Red Geodésica Activa Nacional de Guatemala, situación actual y perspectivas O. Cruz Ramos
- [11.] Red Geodésica Nacional Activa de Uruguay (REGNA-ROU) - Proyecto IHRS J.M. Pampillón
- [12.] Nuevo servicio de posicionamiento puntual preciso (PPP) para la República Argentina D. Gómez, D. Piñón, M. Bevis, H. Guagni, A. Acosta
- [13.] Positioning a nation for the future: Modernizing the United States National Spatial Reference System D.J. Caccamise II
- [14.] Aplicación web para georreferenciación utilizando servicios de posicionamiento en línea y su aplicación en la agrimensura, avances en las estrategias de cálculo G. Noguera, S. Pestarini
- [15.] Generación de bases virtuales a partir de redes GNSS reales, estudio de confiabilidad, calidad de los datos e integridad R. Pérez Rodino
- [16.] Avaliação preliminar da técnica de PPP em tempo real usando efemérides IGS referidas ao SIRGAS2000 R.R. da Motta, L.P.S. Fortes
- [17.] Procesamiento en entorno web de datos GNSS aplicando metodología de punto preciso PPP M. Ávila, D. Monroy, E. Taborda, A. Bernal
- [18.] Cálculo de desplazamientos sísmicos mediante GNSS y su correlación con instrumentos sismológicos F. Camisay, N. Ubertone Baumhauer, J. Engelman, M.L. Mateo, M.V., Mackern
- [19.] Advances in the implementation of the International Height Reference System (IHRS) L. Sánchez
- [20.] Vínculo do datum vertical equatorial ao International Height Reference System - IHRS J.L. Carrión Sánchez, S.R.C. Freitas
- [21.] Primeros esfuerzos para el establecimiento IHRF en Brasil D. Blitzkow, A.C.O.C. de Matos, S. M. A. Costa
- [22.] Análise das mudanças temporais no Datum Vertical Brasileiro de Imbituba L.M. da Silva, S.R.C. de Freitas
- [23.] Vinculación de la red MAGNA-ECO a la red de estaciones de referencia del IHRF/IHRS N.P. Gutiérrez
- [24.] Actividades de Colombia para la vinculación al IHRS/IHRF L.J. Moisés Sepúlveda, N.C. Sánchez Torres, S. M. González Giraldo, F.J. Mora Torres
- [25.] Definición de las alturas niveladas de las estaciones SIRGAS en Costa Rica S. Bastos G., R. Castillo M., D. Herrera C., A. Rodríguez A., D. Sánchez B., R. Venegas A., J. Moya Z., J.F. Valverde C.
- [26.] Rescate de los BNs existentes en Costa Rica como insumo para la determinación del Sistema de Referencia Vertical A. Álvarez, S. Bastos, G. Cordero, S. Lara, S. Montero
- [27.] Red de gravimetría absoluta en América del Sur D. Blitzkow, A.C.O.C. de Matos, A. Batistti, I.M. Bjorkstrom
- [28.] Comparación de diferentes bases de datos gravimétricos para conexión de redes verticales A. Santacruz, E. L. Nicacio, S. de Freitas, J. Carrión
- [29.] Determinación de la Red Gravimétrica Absoluta del Ecuador - REGAEC F. Flores
- [30.] Avaliação de modelos globais do geopotencial combinados modernos no território brasileiro E. Nicacio, R. Dalazoana

- [31.] Evaluación del modelo global de geopotencial EIGEN-6C4 mediante GNSS/ nivelación en la Región Metropolitana de Chile J. Tarrío Mosquera, A. Ortega Castro, C. López Cuevas, C. Prado Casanova
- [32.] Superconducting gravimetry at the Argentinian-German Geodetic Observatory (AGGO) E. Antokoletz, H. Wziontek, F. Oreiro, C. Tocho
- [33.] Modelos geopotenciales globales en el análisis del estado isostático de estructuras geológicas C. Infante, L. Galván, C. Tocho, J. Duro
- [34.] Integración de información altimétrica local y modelos geopotenciales en SRTM DEM para Santiago Del Estero L. Galván, C. Infante, J. Duro, J. Orieta, M. Llanos
- [35.] Reportando las actividades del Grupo de Trabajo I: procesamiento, combinación y generación de productos a través de SIRGAS-CON V. Cioce, S. Alves, M. Gende
- [36.] Frequent epoch reference frames instead of epoch station positions and velocities H. Drewes
- [37.] Implementation plan for the UN-GGIM GGRF Resolution D.R. Roman
- [38.] Contribución de Venezuela al mantenimiento del marco de referencia continental: una mirada a las actividades de la Universidad del Zulia recientes del Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS V.Cioce, M.F. Rincón, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos, C. Reinoza, F. Audemard
- [39.] Centro Oficial de Procesamiento SIRGAS-Chile. H. Parra
- [40.] Centro Local de Procesamiento SIRGAS de Uruguay (SGM-Uy) - Red Geodésica Nacional Activa de Uruguay (REGNA-ROU) - Proyecto IHRS P. Sandoval
- [41.] Resultados del centro oficial de procesamiento SIRGAS de Costa Rica período 2017. J. Moya Z., S. Bastos G., J.F. Valverde C., R. Venegas A.
- [42.] Recent activities of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIRGAS) L. Sánchez
- [43.] Kinematics of the SIRGAS reference frame L. Sánchez
- [44.] The varying surface kinematics in Latin America: VEMOS 2009, 2015, and 2017 H. Drewes
- [45.] Desplazamientos en la red SIRGAS-CON debidos a cargas atmosféricas, hidrológicas y oceánicas no mareales M. Carbonetti, R. Galván, M. Gende, C. Brunini
- [46.] Estimación de las deformaciones corticales mediante diferentes fuentes y modelos de Tierra globales R. Galván, M. Carbonetti, C. Brunini, M. Gende
- [47.] Continuous deformation in place of rigid plate models for representing the kinematics of the Earth's crust in geodetic applications H. Drewes
- [48.] Análisis espacial geológico, geomorfológico e hídrico para la asignación de los valores de velocidad del campo de velocidades VEC-EC. C. Bone Mejía, D. Reyes Yunga, A. Tierra, M. Mario Cruz
- [49.] Evaluación de sismos corticales para estaciones permanentes del Gran San Juan J. Quinteros, A. Tejada, A.M. Pacheco, H. Alvis Rojas, R. Podestá
- [50.] Series de tiempo de las estaciones MARGEN - ROC A. Echalar, M. Bevis, A. Kendrick
- [51.] Monitoreo de deformaciones en el Volcán Villarrica, mediante análisis de series temporales a partir de infraestructura geodésica SIRGAS y OVDAS J.A. Tarrío Mosquera, C. Mardones Castro, A. Arancibia, N. Galaz
- [52.] Series anuales de IWV en las estaciones SIRGAS_CON. Aportes del centro de procesamiento CIMA M.V. Mackern, M.L.Mateo, M.F. Camisay, P.V. Morichetti, J. A. Rivera, A.M.Robin
- [53.] Contribución del vapor de agua troposférico al desarrollo de tormentas severas en Mendoza M.V. Mackern, J.A. Rivera, M.L. Mateo, M.F. Camisay, P.V. Morichetti, A.M. Robin
- [54.] Update on the status of the AGGO-Project. H. Hase
- [55.] Approach of SIRGAS to other space geodesic techniques A.M. Pacheco, R. Podestá, J. Li, J. Quinteros, S. Adarvez, H. Alvis Rojas, A. Navarro, E. Albornoz
- [56.] Montaje del sistema SLR en el observatorio AGGO M. Häfner¹, F. Toledo, C. Brunini, A. Cassino, J. Vera
- [57.] Estado de avance de la colocalización en AGGO - Planimetría J.M. Calvo, P. Calvo, L.L. Cornaglia, A. Mangiaterra, G. Noguera, C. Brunini, R. Galván, M.V. Mackern, M.L. Mateo, A. Pasquare
- [58.] Nivelación en el Observatorio Geodésico Argentino Alemán AGGO M. Jiménez, M.V. Mackern, L. Mateo, F. Camisay, C. Brunini, A. Paquare
- [59.] Cálculo de vectores de vinculación locales entre los puntos de referencia de las técnicas en observatorio AGGO M.L. Mateo, M.V. Mackern, M. Jimenez, C. Brunini, A. Mangiaterra, L.L. Cornaglia, A. Pasquare, J.M. Calvo, P. Calvo, G. Noguera

- [60.] SLR: an overview and general aspects D. Thaller
- [61.] SLR and the gravity field D. Thaller
- [62.] SLR and the reference frame D. Thaller
- [63.] International organization of SLR product generation D. Thaller
Synergy SLR in Latin America A.M. Pacheco, R. Podestá, S. Adarvez, J. Quinteros, H. Alvis Rojas, A. Navarro, E. Albornoz
- [64.] Arequipa: 48 años de rastreo satelital por laser P.R. Yanyachi
Brazil and Russia space cooperation: recent projects and future perspectives in the field of GNSS monitoring and SLR stations R.A. Borges, G.A. Borges, S. Costa
Montaje del sistema SLR en el observatorio AGGO M. Häfner¹, F. Toledo, C. Brunini, A. Cassino, J. Vera
- [65.] Presentation of the ILRS 7406 station San Juan, Argentina R. Podestá, A.M. Pacheco, S. Adarvez, J. Quinteros, H. Alvis Rojas, A. Navarro, E. Albornoz
- [66.] Nuevas aplicaciones de SLR - Desarrollos en la Agencia Espacial Europea (ESA) B. Sierk, I. Zayer, S. Zodnik

Otras Referencias bibliográficas citadas

- [67] Dach, R., Lutz, S., Walser, P., and Fridez, P., eds.: Bernese GNSS Software Version 5.2, Astronomical Institute, University of Bern, Bern Open Publishing, Bern, doi:10.7892/boris.72297, 2015
- [68] Herring, T. A., R. W. King, M. A. Floyd, S. C. McClusky, GAMIT Reference Manual, Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences Massachusetts Institute of Technology, 2015
- [69] https://kb.igs.org/hc/en-us/.../Rinex_3_transition_plan_v3.0.pdf



SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS

Suscomisión 1.3b de la Asociación Internacional de Geodesia
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia



Simposio SIRGAS 2017



SIMPOSIO
SIRGAS 2017
SISTEMA DE REFERENCIA
GEOCÉNTRICO PARA LAS
AMÉRICAS



Mendoza, Argentina
27 a 30 de Noviembre

PROGRAMA / PROGRAMME



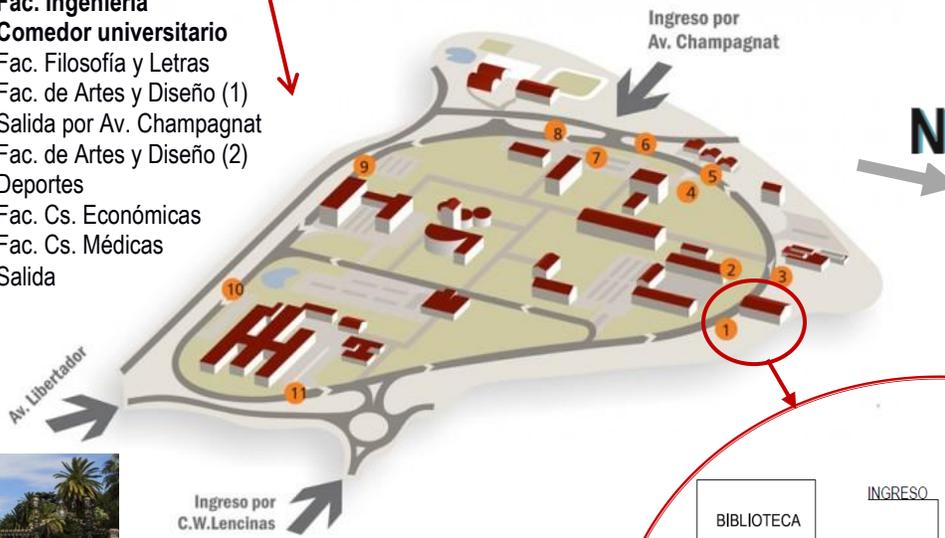
SIRGAS 2017



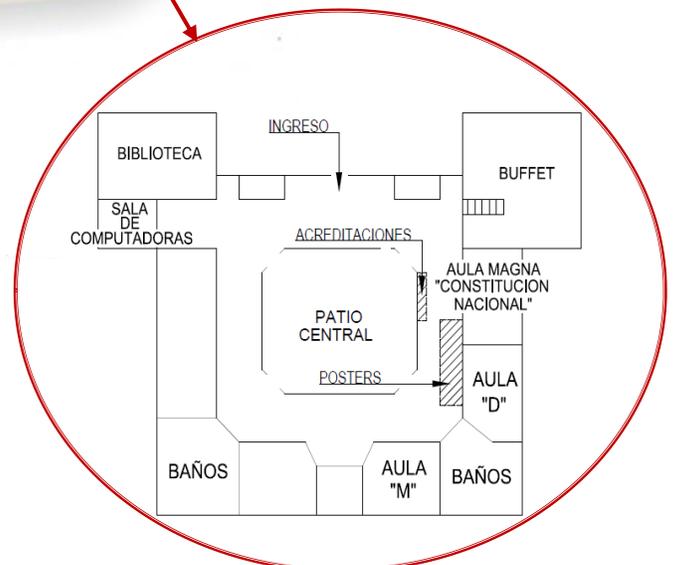
Punto de encuentro
Transporte a Simposio
Calles: Chile y Sarmiento
“Plaza Independencia”
(Escudo)



1. Fac. de Derecho
2. Fac. Ingeniería
3. Comedor universitario
4. Fac. Filosofía y Letras
5. Fac. de Artes y Diseño (1)
6. Salida por Av. Champagnat
7. Fac. de Artes y Diseño (2)
8. Deportes
9. Fac. Cs. Económicas
10. Fac. Cs. Médicas
11. Salida



Acceso por portones del parque



Facultad de Derecho
Universidad Nacional de Cuyo
Sede del Simposio SIRGAS2017
Aula Magna “Constitución Nacional”



Martes / Tuesday : 28/11/2017

Sistemas de altura / Height Systems

Avances en el sistema de referencia vertical unificado de SIRGAS/Advances in SIRGAS Unified Vertical Reference System

8:30 - 8:50	Advances in the implementation of the International Height Reference System (IHR)	L. Sánchez	Oral
8:50 - 9:10	Vínculo do Datum Vertical Equatoriano ao International Height Reference System - IHR	S.R.C. Freitas	Oral
9:10 - 9:30	Primeros esfuerzos para el establecimiento IHRF en Brasil	D. Blitzkow	Oral
9:30 - 9:50	Avances del sistema de referencia geodésico del estado plurinacional de Bolivia	A. Echalar	Oral
9:50 - 10:10	Análise das Mudanças Temporais no Datum Vertical Brasileiro de Imbituba	L.M. Da Silva	Oral
10:10 - 10:30	Vinculación de la red MAGNA-ECO a la red de estaciones de referencia del IHRF/IHR	N.P. Gutierrez	Oral
10:30 - 10:50	Actividades de Colombia para la vinculación al IHR/IHRF (International Height Reference System).	L. Moises	Oral
10:50 - 11:20	<i>Café y sesión de poster / Coffee Break and Poster Session</i>		
11:20 - 11:30	Definición de las alturas niveladas de las estaciones SIRGAS en Costa Rica	S. Bastos	Poster
11:30 - 11:40	Identificación de los BNs existentes en CR, como insumo para la determinación del Sistema de Referencia Vertical	A. Álvarez	Poster

Gravimetría y Geoid / Gravimetry and Geoid

11:40 - 12:00	Red de gravimetría absoluta en América del Sur	A.C. Oliveira	Oral
12:00 - 12:20	Comparación de diferentes Bases de Datos gravimétricos para conexión de redes verticales	A. Santacruz	Oral
12:20 - 12:40	Determinación de la Red de Gravedad Absoluta del Ecuador – REGAEC	F. Flores	Oral
12:40 - 13:00	Avaliação de Modelos Globais do Geopotencial combinados modernos no territorio brasileiro	E. Nicacio	Oral
13:00 - 13:10	Evaluación del Modelo Global de Geopotencial EIGEN-6C ₄ mediante GNSS/Nivelación en la Región Metropolitana de Chile	J. Tarrío Mosquera	Poster
13:10 - 14:30	Pausa para almuerzo / Lunch Break		
13:10 - 14:30	Reunión GT 3		
14:30 - 14:50	Superconducting gravimetry at the Argentinian-German Geodetic Observatory (AGGO)	E. Antokoletz	Oral
14:50 - 15:00	Metodología para la determinación del cuasigeoides para el Ecuador continental aplicando la Teoría de Molodensky	C. Barahona	Poster
15:00 - 15:10	Modelos geopotenciales globales en el análisis del estado isostático de estructuras geológicas	C. Infante	Poster
15:10 - 15:20	Integración de información altimétrica local y modelos geopotenciales en SRTM DEM para Santiago Del Estero	L. Galván	Poster

**Desarrollo y mantenimiento del marco de referencia SIRGAS/
Development and maintenance of the SIRGAS framework**

15:20 - 15:40	Reportando las actividades del Grupo de Trabajo I: procesamiento, combinación y generación de productos a través de SIRGAS-CON	V. Cioce	Oral
15:40 - 15:45	Contribución de Venezuela al mantenimiento del marco de referencia continental: una mirada a las actividades de la Universidad del Zulia recientes del Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS	V. Cioce	Poster
15:45 - 15:55	Centro Oficial de Procesamiento SIRGAS-Chile	H. Parra	Poster

15:55 - 16:05	Centro Local de Procesamiento SIRGAS de Uruguay (SGM-Uy) - Red Geodésica Nacional Activa de Uruguay (REGNA-ROU) - Proyecto IHRS	P. Sandoval	Poster
16:05 - 16:15	Recent activities of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIRGAS)	L. Sanchez	Poster
16:15 - 16:25	Resultados del centro oficial de procesamiento SIRGAS de Costa Rica período 2017	J. Moya	Poster
16:25 - 17:00	<i>Café y sesión de poster / Coffee Break and Poster Session</i>		
17:00 - 17:20	Kinematics of the SIRGAS Reference Frame	L. Sanchez	Oral
17:20 - 17:40	Frequent epoch reference frames instead of epoch station positions and velocities	H. Drewes	Oral
17:40 - 18:00	Implementation plan for the UN-GGIM GGRF Resolution	D.R. Roman	Oral
18:00 - 19:00	Reunión GT 1		

Miércoles / Wednesday : 29/11/2017

Detección y evaluación de efectos geodinámicos sobre el marco de referencia / Detection and assessment of geodynamic effects on the reference frame

8:30 - 8:50	The varying surface kinematics in Latin America: VEMOS 2009, 2015, and 2017	H. Drewes	Oral
8:50 - 9:10	Influencia de los movimientos verticales no lineales en la materialización del datum SIRGAS	C. Brunini	Oral
9:10 - 9:25	Desplazamientos en la red SIRGAS-CON debidos a cargas atmosféricas, hidrológicas y oceánicas no mareales	M. Carbonetti	Oral
9:25 - 9:40	Estimación de las deformaciones corticales mediante diferentes fuentes y modelos de Tierra globales	R. Galván	Oral
9:40 - 10:00	Continuous deformation in place of rigid plate models for representing the kinematics of the Earth's crust in geodetic applications	H. Drewes	Oral
10:00 - 10:20	Análisis espacial geológico, geomorfológico e hídrico para la asignación de los valores de velocidad del campo de velocidades VEC-EC	D. Reyes	Oral
10:20 - 10:40	Visual Analysis of Recurrence of Time Series of the Coordinates ENU in the GNSS Stations	M. Amores	Oral
10:40 - 10:50	Modelo piloto de predicción espacial del desplazamiento horizontal en estaciones de monitoreo continuo mediante técnicas geoestadísticas	A. Morillo	Poster
10:50 - 11:00	Evaluación de Sismos Corticales para Estaciones Permanentes del Gran San Juan	J. Quinteros	Poster
11:00 - 11:30	<i>Café y sesión de poster / Coffee Break and Poster Session</i>		
11:30 - 11:50	Series de tiempo de las estaciones MARGEN – ROC	A. Echalar	Oral
11:50 - 12:10	Aplicación de la red de monitoreo continuo del Ecuador para análisis de riesgo tras el terremoto del 16 de abril de 2016	L. Porras	Oral
12:10 - 12:30	Monitoreo de deformaciones en el Volcán Villarrica, mediante análisis de series temporales a partir de infraestructura geodésica SIRGAS y OVDAS	A. Arancibia	Oral
12:30 - 12:50	Drone Mapping an Active Volcano	L. Olivares	Oral
12:50 - 13:00	Página da internet do projeto sirgas em português	W. Machado	Poster
13:00 - 14:30	Pausa para almuerzo / Lunch Break		



**Estudios de la atmósfera basados en la infraestructura SIRGAS /
Atmosphere Studies based on SIRGAS Infrastructure**

14:30 - 14:50	Corrientes Ionosféricas Calculadas con Sistemas Elementales de Corriente Esférica (SECS) y su importancia en GNSS	A. Cardenas	Oral
14:50 - 15:00	Effects of X2-class solar flare events on ionospheric GNSS-TEC over Brazilian sector	A.J. Abreu	Poster
15:00 - 15:10	Correlation between the number of lightning strikes and total electron content (TEC)	M.A. Alves	Poster
15:10 - 15:25	Series anuales de IWV en las estaciones SIRGAS_CON. Aportes del Centro de procesamiento CIMA	M.V. Mackern	Oral
15:25 - 15:35	Contribución del vapor de agua troposférico al desarrollo de tormentas severas en Mendoza	P. Morichetti	Poster
15:35 - 16:00	<i>Café y sesión de poster / Coffee Break and Poster Session</i>		
16:00 - 17:00	Conferencia invitada 3: SLR in general. SLR and the gravity field	D. Thaller	Oral
17:00 - 18:30	Reunión Consejo Directivo SIRGAS / Directing Council Meeting		
18:00 - 20:00	Visita guiada		

Jueves / Thursday: 30/11/2017

Otras técnicas geodésicas en el entorno de SIRGAS/ Other geodetic techniques in SIRGAS environment

8:30 - 9:10	Conferencia invitada 4: SLR and the reference frame	D. Thaller	Oral
9:10 - 9:30	Update on the status of the AGGO-Project	H. Hase	Oral
9:30 - 9:50	Acercamiento de SIRGAS a otras Técnicas Geodésicas Espaciales	A. Pacheco	Oral
9:50 - 10:10	Montaje del sistema SLR en el Observatorio AGGO	M. Häfner	Oral
10:10 - 10:30	Situación actual del sistema de navegación por satélites GALILEO sobre el Ecuador continental	D.Enriquez	Oral
10:30 - 11:10	<i>Café y sesión de pósters / Coffee Break and Poster Session</i>		
11:10 - 11:30	Estado de avance de la Colocalización en AGGO - Planimetría	A. Mangiaterra	Oral
11:30 - 11:50	Nivelación en el Observatorio Geodésico Argentino Alemán AGGO	M. Jiménez	Oral
11:50 - 12:10	Cálculo de vectores de vinculación locales entre los puntos de referencia de las técnicas en observatorio AGGO	M.L. Mateo	Oral
12:10 - 13:00	International organization of SLR product generation	D. Thaller	Oral
13:00 - 14:30	Pausa para almuerzo / Lunch Break		
Sesión de cierre / Closing session			
14:30 - 15:00	Conclusiones	Martínez, W.	Oral
15:00 - 15:30	Invitación al Simposio SIRGAS2018	G. González	Oral
15:30 - 16:00	Ceremonia de cierre del SIMPOSIO		
16:30 - 18:00	Workshop sobre SLR en Latinoamérica		
20:00	Cena de Clausura / Closing Dinner		



SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS

Suscripción 1.3b de la Asociación Internacional de Geodesia
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia

CONICET



AGENCIA



Taller sobre Posicionamiento GNSS a Tiempo Real - SIRGAS 2017



Mendoza, Argentina
22 al 24 de Noviembre

PROGRAMA / PROGRAMME



Miércoles / Wednesday : 22/11/2017

8:30 - 9:30	Acreditaciones / <i>Registration</i>	Expositor / <i>Speaker</i>	Modalidad / <i>Modality</i>
9:30 - 10:30	Introducción a los Sistemas de Posicionamiento RT	R. Perez Rodino	Oral
10:30 - 11:00	<i>Café / Coffee Break</i>		
11:00 - 13:00	<i>Infraestructura RT y Caster nacionales</i>	SGM (Uy)/IGN (Arg)/IBGE (Br)	Oral
13:00 - 14:30	Pausa para almuerzo / Lunch Break		
14:30 - 16:00	<i>Practica conexión Caster/Streams RT</i>	G. Noguera/ F.Camisay	Taller
16:00-16:30	<i>Café / Coffee Break</i>		
16:30 - 18:00	<i>Practica software Clientes NTRIP (BNC, RTKLib, etc.)</i>	R.Perez Rodino/ G. Noguera/ F.Camisay	Taller

Jueves / Thursday : 23/11/2017

8:30 - 10:30	Técnicas RT (RTK, NetRTK, PPP)	R.Perez Rodino/ G. Noguera/ F.Camisay	Oral
10:30 - 11:00	<i>Café / Coffee Break</i>		
11:00 - 13:00	<i>Practica de campo técnicas RT</i>	Grupo SIRGAS RT/ Representantes Comerciales	Practica de Campo
13:00 - 14:30	Pausa para almuerzo / Lunch Break		
14:30 - 16:00	<i>Introducción al proyecto europeo y experimento de agricultura de precisión "AUDITOR"</i>	M.Hernández- Pajares	Oral
16:00-16:30	<i>Café / Coffee Break</i>		
16:30 - 18:00	<i>La ionosfera, su modelado preciso en tiempo real y RTK de largo alcance (WARTK)</i>	M.Hernández- Pajares	Oral

Viernes / Friday: 24/11/2017

8:30 - 10:30	<i>Pre-procesado de la fase GPS (I)</i>	M.Hernández- Pajares	Taller
10:30 - 11:00	<i>Café / Coffee Break</i>		
11:00 - 13:00	<i>Pre-procesado de la fase GPS (II)</i>	M.Hernández- Pajares	Taller
13:00 - 14:30	Pausa para almuerzo / Lunch Break		
14:30 - 16:00	<i>Experimento de agricultura de precisión (I)</i> <i>Experimento de agricultura de precisión (II)</i>	M.Hernández- Pajares	Taller
16:00-16:30	<i>Café / Coffee Break</i>		
16:30 - 17:30	<i>Otras Aplicaciones de las redes de receptores GNSS a Tiempo Real</i>	M.Hernández- Pajares	Oral
17:30 - 18:00	<i>Desarrollo de apps, visiones a futuro. Conclusiones del Taller</i>	R. Perez Rodino	Oral



SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS

Sucomisión 1.3b de la Asociación Internacional de Geodesia
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia



SIRGAS 2017

Workshop SLR en América Latina

Jueves / Thursday: 30/11/2017

16:30 - 16:45	Sinergia SLR en Latinoamérica	A. Pacheco
16:45 - 17:00	Estación ILRS 7406 San Juan - Argentina. Resumen de una década de trabajos	R. Podesta
17:00 - 17:15	Arequipa SLR Station past, present and future projects in research	P.R. Yanyachi
17:15 - 17:30	Estación SLR de Brasilia	R. Borges
17:30-18:00	Algunas conclusiones sobre la cooperación SLR en América Latina	D. Thaller
20:00	Cena Simposio SIRGAS2017	

Viernes / Friday: 1/12/2017

8:30 - 13:00	Workshop sobre SLR en Latinoamérica	
13:00 - 14:00	Pausa para almuerzo / Lunch Break	
14:00 - 18:00	Workshop sobre SLR en Latinoamérica	



ANEXO 2

REPORTE: Reunión SIRGAS- Grupo de Trabajo II_Tiempo Real- 2017, Mendoza, Argentina

La reunión tuvo presencia de participantes de los siguientes países: Chile, Costa Rica, Brasil, Argentina, Uruguay, Colombia, Ecuador, Venezuela, República Dominicana y Perú.

Cada país manifestó el avance que ha tenido este último año en cuanto a la cantidad de estaciones optimizadas a tiempo real, y el servicio que ofrecen a los usuarios.

República Dominicana, Ecuador, Colombia, Perú aseguraron que tienen interés en instalar un Caster-NTRIP en cada país.

Tal como se discutió también durante el desarrollo del Taller SIRGAS en Posicionamiento a Tiempo Real, realizado la semana anterior, uno de los tópicos más discutidos es el Marco de Referencia asociado a los streams de observaciones, respecto a que cada país transmite las observaciones de sus estaciones vinculadas a su marco nacional, lo que produce un conflicto al momento de trabajar en zonas limítrofes con estaciones de diferentes países (caso Uruguay-Argentina, por ejemplo).

Se llegó a la conclusión de que cada país, debe ofrecer el servicio de posicionamiento a tiempo real relacionado a su marco nacional, pero que SIRGAS debe recomendar la actualización de dichos marcos y advertir de los problemas que trae la desactualización de dichos marcos.

Por otro lado, se acordó que el caster de SIRGAS debería publicar todos sus streams utilizando coordenadas SIRGAS (Solución multianual, o la más actualizada disponible). Para ello, es necesario poder editar el mensaje RTCM para actualizar dicha coordenada. Esa tarea se pudo realizar con algunos casters (ej Leica Spider) pero no con el software que utiliza el caster SIRGAS (BKG NTRIP Caster) con lo cual es necesario desarrollar algún software o script que pueda realizarlo.

Se resumieron los siguientes puntos de acción:

1-Mantener el caster escuela SIRGAS, y alojar a las estaciones de los nuevos servicios nacionales en fase de prueba. Sería interesante evaluar la posibilidad de mantener dos casters. Uno escuela para aprendizaje y pruebas y otro con productos determinados a efectos de no generar confusión.

2-Unificar el marco de referencia de los streams transmitidos por el caster de SIRGAS.

3-Realizar una guía o Manual de procedimiento para recibir una nueva estación al caster de SIRGAS, y recomendaciones para el establecimiento de nuevos Caster nacionales.

4-Estudiar la posibilidad de ofrecer nuevos servicios a partir de las estaciones SIRGAS-RT. Aprovechando la capacitación dada por el Dr. Manuel Hernandez Pajares, a partir del stream de un grupo de estaciones distanciadas hasta 900 km para latitudes medias, y a 200 km en zonas ecuatoriales, se podría como un primer paso hacia una futura implementación de la técnica RTK a largas distancias (WARTK-SIRGAS), por ejemplo realizar a medio plazo el cálculo del índice ROTI (ROTI-SIRGAS) y poder dar alarmas de centelleo en las zonas estudiadas. Para la aplicación de WARTK a largo plazo sería conveniente proporcionar, las coordenadas de los streams coincidentes con el marco de referencia de las correcciones a las órbitas y relojes de los satélites.

5- Establecer un foro SIRGAS-RT para que las consultas de los miembros del grupo sean atendidas y tenidas en cuenta por todos los participantes.



Listado de participantes:

Neira, Julio	Chile
Rozas, Sergio	Chile
Apú, Arturo	Costa Rica
Montoya, Wilbert	Costa Rica
Fortes, Luis Pablo	Brasil
Rodriguez Guillén, Paul	Perú
Toledo, Leonardo	Chile
Bjorkstrom Iuri	Brasil
Rincón, Gustavo	Venezuela
Gutierrez, Nancy	Colombia
Sierra Farfan, Ciro	Perú
Hoyer, Melvin	Venezuela
Quilaleo, Juan	Chile
Moya, Jorge	Costa Rica
Zabala, Mónica	Ecuador
Holsteinson, Alexander	Republica Dominicana
Cisneros, David	Ecuador
Piñon, Diego	Argentina
Noguera, Gustavo	Argentina
Perez Rodino, Roberto	Uruguay
Camisay, M. Fernanda	Argentina
Mackern, M. Virginia	Argentina
Hernandez Pajares, Manuel	España



SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS

Sucomisión 1.3b de la Asociación Internacional de Geodesia
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia



ANEXO 3

INFORME DE LA REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO SIRGAS III: Datum Vertical

SIMPOSIO SIRGAS 2017 – MENDOZA - ARGENTINA

El día martes 28 de noviembre de 2017 durante el Simposio SIRGAS 2017, fue realizada la reunión del SIRGAS GTIII con los representantes de los países participantes en esta jornada. Dicha reunión fue liderada por el Prof. Sílvio de Freitas, presidente del GTIII.

Durante la reunión fueron presentados algunos aspectos:

-Trabajos en desarrollo en el GTII respecto a la construcción de estaciones IHRF:

- Estados Unidos es miembro oficial de SIRGAS y tiene 40 estaciones seleccionadas IHRF;
- Costa Rica tiene una estación cerca del límite con Guatemala;
- En Colombia se reemplazaría una estación preliminar por la estación Ovejas;
- En Ecuador se tendría que hablar con el IGM-EC para incluir al mareógrafo de La Libertad como estación IHRF como fue propuesta en la investigación del Dr. José Luis Carrión;
- Perú recomendó una estación cerca de Arequipa;
- Brasil cuenta con 6 estaciones, de las cuales se denota la importancia de la estación de Brasilia por la colocación con SLR y Fortaleza con la asociación con VLBI;
- Bolivia cuenta con una estación y una segunda sugerida para que sea incorporado a SIRGAS;
- Uruguay inicialmente postularon 2 estaciones, pero eso está en trámite;
- Argentina tiene la estación AGGO que cuenta con algunos otros tipos de instrumentación para constituir una estación IHRF como el gravímetro superconductor. Además de otras estaciones al Sur;
- Chile fue recomendada la estación Santiago, pero existe problemas por la actividad tectónica;
- Algunos países de América Central se encuentran gestionando la inclusión de sus estaciones a SIRGAS;
- República Dominicana tiene como sugerencia la estación Barahona, la cual contiene el mareógrafo y GNSS. Dicha estación tiene que ser agregada a SIRGAS;
- Venezuela ha preseleccionado una estación en el centro del país, la cual cuenta con una estación permanente GNSS;
-

-Respecto a la modernización de las redes de nivelación e inserción de:

- Se recomendó no abandonar las redes de nivelación clásicas;
- Tratar de recuperar los registros en formato análogo y realizar su digitalización;
- Se tiene que realizar el ajuste y la modernización de las redes;
- La interpolación de gravedad a los puntos de nivelación para obtener los desniveles geopotenciales, y así introducir el aspecto físico a las redes tradicionales. Este es un paso fundamental para la vinculación con el Sistema de Alturas Global, así como para análisis de deformación de las redes;
- Argentina y Uruguay ya modernizaron sus redes y cuentan con los cálculos de números geopotenciales;



SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS

Sucomisión 1.3b de la Asociación Internacional de Geodesia
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia



- Costa Rica tiene toda la información en formato para realizar la inserción de la gravimetría para hacer el ajuste geopotencial;
- Brasil también se encuentra trabajando con el cálculo y ajuste de números geopotenciales y harían una divulgación durante los primeros meses del año 2018;
- Argentina ha recuperado algunos registros de las conexiones con los países vecinos. Aún se encuentran trabajando para obtener conexiones gravimétricas limítrofes;
- Bolivia se encuentra trabajando para lanzar dos estaciones para el IHRF. Respecto al cálculo de números geopotenciales, sugieren presentar los cálculos por circuito terminado. Tienen algunos problemas con los datos ya levantados, con falta de operarios, discrepancias de época de datos levantados, etc. Quieren continuar con el trabajo de conexiones en zonas limítrofes;
- Costa Rica analizó las posibles estaciones IHRFs durante el Taller de Redes Verticales realizado en noviembre del presente año;
- República Dominicana ha tenido problemas por muchos cambios de autoridades que no dan continuidad con los trabajos. En la parte de altimetría, están trabajando para recuperar los BMs de todo el país y faltaría recuperar solamente un 6% de la información. Piden asesoría para trabajar con la parte de redes verticales ya que no cuentan con el personal capacitado. Debido a los cambios repentinos de autoridades no llegó la invitación al Taller de Redes Verticales 2017;
- El Salvador realizó un excelente trabajo en el formato de los datos para poder procesar los datos de gravimetría;
- Ecuador tiene una base de datos completa de gravedad con todos los anillos del control básico vertical. Presentan problemas con las interpolaciones de la gravedad. El IGM-EC está comprometido para realizar nuevas campañas de medición de gravedad. Se encuentran trabajando para enlazar estaciones absolutas de gravedad y nivelación con otros países;
- Venezuela tiene problemas respecto a la entrega de datos para organización y procesamiento entre el Instituto Geográfico y la Universidad de apoyo;
- Colombia se ha enfocado para compilar la Bases de Datos y han introducido datos históricos en la BD;
- Perú se encuentra digitalizando las fichas de los levantamientos. Realizaron un reconocimiento in situ y se percataron que muchos de los marcos han sido destruidos. Su estrategia es trabajar en conjunto con la parte catastral de su país para poder levantar nueva información. En la parte de gravimetría, tienen cuatro puntos absolutos en el Sur de Perú para análisis tectónico.

-Taller SIRGAS GTIII 2017:

- El objetivo de las Escuelas y Talleres del SIRGAS GTIII es la formación de personas para trabajar con sus propios datos. Este objetivo se ve reflejado en algunos de los países que ya tienen procesados sus datos y hasta inclusive están dando asesorías a países vecinos;
- Fueron representantes solo de cuatro países al Taller: Costa Rica, Panamá, El Salvador y Guatemala, además de los estudiantes de las universidades. Los instructores fueron el Prof. Sílvio de Freitas y Prof. Roberto Texeira Luz;
- Se tuvieron varios imprevistos en el aspecto financiero y de logística;



SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMÉRICAS

Sucomisión 1.3b de la Asociación Internacional de Geodesia
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia



- Se ha incentivado el protagonismo de los miembros de SIRGAS a través de los Talleres desarrollados en los últimos años, para continuar con el trabajo de las redes verticales;
- Existen problemas en dar continuidad con las tareas que quedan pendientes en los Talleres, ya que en la mayoría de los países existen muchos cambios en el personal representante de los países;
- Se propuso al Consejo Directivo de SIRGAS la formación de un centro de apoyo a las redes verticales de SIRGAS, con el soporte de Roberto Texeira Luz de Brasil y Hernán Guagni de Argentina. Se planteó la oportunidad para que otras personas de la comunidad SIRGAS formen parte de este centro de apoyo.

-Se pidió realizar un enlace de las publicaciones como artículos, disertaciones y tesis relacionadas con SIRGAS.

Prof. Dr. Sílvio Rogério Correia de Freitas

Presidente del SIRGAS GT III