

# Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas



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



## **Reporte 2015** **Boletín Informativo No. 20**

**L. Sánchez, Ed.**

**Diciembre de 2015**

## Presentación

El Simposio SIRGAS 2015 se llevó a cabo en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana, entre el 18 y el 20 de noviembre. En los días previos al Simposio, entre el 16 y el 17 de noviembre, tuvo lugar una nueva edición de la Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia. Estas dos actividades fueron hospedadas por la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU). Los objetivos del Simposio se centraron en la divulgación de los avances SIRGAS alcanzados durante el último año y en la definición de las actividades que deben ser abordadas en el futuro inmediato; especialmente,

- Desarrollo y mantenimiento del marco de referencia SIRGAS;
- Contribuciones SIRGAS a la medición y análisis del Sistema Tierra;
- Actividades SIRGAS en tiempo real;
- Avances en el sistema de referencia vertical unificado de SIRGAS;
- Aplicaciones prácticas encaminadas a la adopción de SIRGAS a nivel sub-regional y nacional.

La Escuela SIRGAS fue una continuación de las actividades enmarcadas por el proyecto *Monitoring crustal deformation and the ionosphere by GPS in the Caribbean* aprobado por la IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) y respaldado la IAG (*International Association of Geodesy*), la IASPEI (*International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior*), la IAGA (*International Association of Geomagnetism and Aeronomy*) y el IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia). El objetivo primordial es la conjunción de esfuerzos en el área de El Caribe para el desarrollo de actividades de investigación en sistemas de referencia, modelado de deformaciones de la corteza terrestre y el análisis ionosférico con base en datos GNSS.

La Escuela contó con 60 participantes de 19 países: Alemania, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Haití, Honduras, México, Monserrat (UK), Panamá, Puerto Rico (EE.UU.), República Dominicana, Uruguay y Venezuela; mientras que el Simposio fue atendido por 148 asistentes provenientes de los mismos países. Durante el Simposio se discutieron 54 presentaciones en formato oral y 15 en formato póster. Gracias al generoso respaldo del IPGH, la IUGG y la IAG fue posible proporcionar becas parciales de viaje a 20 colegas SIRGAS de 9 países. SIRGAS agradece profundamente este apoyo.

De acuerdo con el estatuto SIRGAS vigente, cada cuatro años el Consejo Directivo elige nuevos presidente y vicepresidente de SIRGAS, quienes a su vez designan los presidentes de los grupos de trabajo SIRGAS para conformar el Comité Ejecutivo. En esta oportunidad, nuestros colegas William Alberto Martínez Díaz (Colombia) y María Virginia Mackern Oberti (Argentina) fueron electos presidente y vicepresidente, respectivamente, para el periodo 2015 - 2019. Ellos a su vez, respaldados por el Consejo Directivo, han designado a Víctor Cioce (Venezuela) como presidente del SIRGAS-GTI, a Roberto Pérez Rodino (Uruguay) como presidente del SIRGAS-GTII y a Sílvio Rogério Correia de Freitas (Brasil) como presidente del SIRGAS-GTIII. Nuestros mejores augurios en esta nueva etapa.

*Claudio Brunini, Laura Sánchez*

## Contenido

Introducción	1
Nuevos retos SIRGAS	1
Mantenimiento del marco de referencia continental	3
Sistemas de alturas, gravimetría y geoide	5
Tercer taller de trabajo del SIRGAS-GTIII (Datum Vertical)	7
Análisis geodésico de la deformación de la corteza terrestre	7
Estimación geodésica de parámetros geofísicos	9
Aplicaciones prácticas y aprovechamiento de marcos geodésicos de referencia	9
SIRGAS en el ámbito nacional: reporte de los países miembros	10
VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia	11
República Dominicana: nuevo miembro de SIRGAS	11
Elección de Presidente y Vicepresidente de SIRGAS para el periodo 2015 - 2019	12
Nuevas autoridades SIRGAS	12
Cambios en el Consejo Directivo de SIRGAS en 2015	13
Participación de SIRGAS en conferencias internacionales en 2015	13
Simposio SIRGAS2016	13
Referencias	13

## Anexos

Anexo 1. Resolución ONU sobre el GGRF	18
Anexo 2. Resolución IAG sobre el IHRS	22
Anexo 3. Resoluciones SIRGAS2015	23
Anexo 4. Programa de la VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia	27
Anexo 5. Programa del Simposio SIRGAS2015	29
Anexo 6. Asistentes a la Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia y al Simposio SIRGAS2015	34

## Índice de figuras

Fig. 1. Interacción entre SIRGAS, la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y el Comité de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Espacial (UN-GGIM)	2
Fig. 2. Combinación consistente de técnicas geodésicas para la determinación precisa de coordenadas y modelado del campo de gravedad terrestre a fin de estimar, entender y prever el cambio global y sus efectos	3

Fig. 3. Red de referencia SIRGAS	4
Fig. 4. Cantidad de estaciones de referencia SIRGAS inactivas por país al 16 de noviembre de 2015	5
Fig. 5. Modelo geoidal (cuasi-geoide) en América del Sur GEOID2015	6
Fig. 6. Participantes del Tercer Taller del Grupo de Trabajo III de SIRGAS, Curitiba, Brasil, mayo 18-22, 2015	7
Fig. 7. Solución multianual SIR15P01	8
Fig. 8. Modelo VEMOS2015 (posterior al terremoto de El Maule de febrero de 2010) y su comparación con el modelo VEMOS2009 (previo al terremoto)	8
Fig. 9. Comparación de mapas del contenido de vapor de agua en la atmósfera derivados de GPS (izquierda) y de radiosondas (derecha)	9
Fig. 10. Mapa de estaciones con transmisión de datos en tiempo real en la región SIRGAS	10
Fig. 11. Participantes en la VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia, Santo Domingo, República Dominicana, noviembre 16 y 17, 2015	11

## Introducción

SIRGAS es el Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas. Su definición es idéntica a la del Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS: *International Terrestrial Reference System*) y su realización es una densificación regional del Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: *International Terrestrial Reference Frame*). Además del sistema de referencia geométrico, SIRGAS se ocupa de la definición y realización de un sistema vertical de referencia basado en alturas elipsoidales como componente geométrica y en números geopotenciales (referidos a un valor  $W_0$  global convencional) como componente física.

SIRGAS inició en la Conferencia Internacional para la Definición de un Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur celebrada en Asunción, Paraguay, en 1993. Esta Conferencia fue convocada y patrocinada por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG: *International Association of Geodesy*), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y la *US National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), actualmente, *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA). El nombre inicial de SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur) fue cambiado en febrero de 2001 a Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, dada la extensión del marco de referencia (SIRGAS2000) y la recomendación de la Organización de las Naciones Unidas en su Séptima Conferencia Cartográfica de las Américas (Nueva York, enero 22 al 26 de 2001) sobre la adopción de SIRGAS como sistema de referencia oficial en todos los países de las Américas.

SIRGAS es una componente de la Comisión 1 (*Reference Frames*) de la IAG, a través de la Subcomisión 1.3 (*Regional Reference Frames*) y es 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. SIRGAS provee el soporte necesario para el desarrollo e integración de todo tipo de actividades prácticas y científicas relacionadas con la determinación precisa de coordenadas, navegación, investigación en geociencias y aplicaciones multidisciplinarias. En particular, SIRGAS se constituye en la capa fundamental de la infraestructura de datos espaciales en la región y ofrece apoyo permanente al Comité Regional de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Geoespacial para Las Américas (UN-GGIM: Américas), cuyo objetivo inmediato es la promoción de la Resolución sobre el Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible, emanada de la Asamblea General de las Naciones Unidas el 26 de febrero de 2015.

El desempeño exitoso de SIRGAS como marco de referencia y como comunidad técnica es posible gracias al mantenimiento de una red social muy activa compuesta por personas y organizaciones trabajando mancomunadamente en pro de alcanzar los objetivos de SIRGAS. Las actividades, resoluciones y alcances de SIRGAS se resumen en los diferentes Boletines Informativos emanados de los Simposios SIRGAS. El presente Boletín corresponde a los avances alcanzados durante 2015 que fueron discutidos en el Simposio SIRGAS2015 llevado a cabo en Santo Domingo, República Dominicana, del 18 al 20 de noviembre de 2015.

## Nuevos retos SIRGAS

Los objetivos de SIRGAS son un punto de convergencia de los propósitos de la IAG y del IPGH: entender y aplicar los conceptos científicos de vanguardia que promueve la IAG para transformarlos en soluciones concretas a los problemas de base geodésica identificados por el IPGH en su región de influencia. Desde esta visión, el plan de trabajo de SIRGAS se inscribe

tanto en la implementación del Sistema Geodésico de Observación Global (GGOS) de la IAG, como en la Agenda Panamericana 2010 - 2020 del IPGH, y más específicamente, en el Plan de Acción Conjunta para Acelerar el Desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas, suscrito entre el IPGH, SIRGAS, CP-IDEA (actualmente UN-GGIM Américas) y GEOSUR (Fig. 1). Hoy por hoy, SIRGAS concentra sus esfuerzos en la promoción de la Resolución sobre el Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible [Anexo 1], aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el pasado 26 de febrero de 2015. Dicha resolución, emanada de la Iniciativa de las Naciones Unidas sobre Gestión Global de la Información (UN-GGIM), insta a los gobiernos a redoblar los esfuerzos que los estados dedican al establecimiento y al mantenimiento del marco de geodésico global, cuya componente regional es SIRGAS. El Grupo de Trabajo II de SIRGAS ha participado activamente en la elaboración de esa recomendación, correspondiéndole a la presidencia de ese grupo [43], la responsabilidad de representar a SIRGAS en el Comité de Expertos de Grupo de Trabajo sobre el Marco de Referencia Geodésico Global (GGRF) de UN-GGIM. De esta manera SIRGAS contribuye con cada iniciativa internacional encaminada al avance de nuestros países en la generación, administración y aprovechamiento de información espacial georreferenciada.

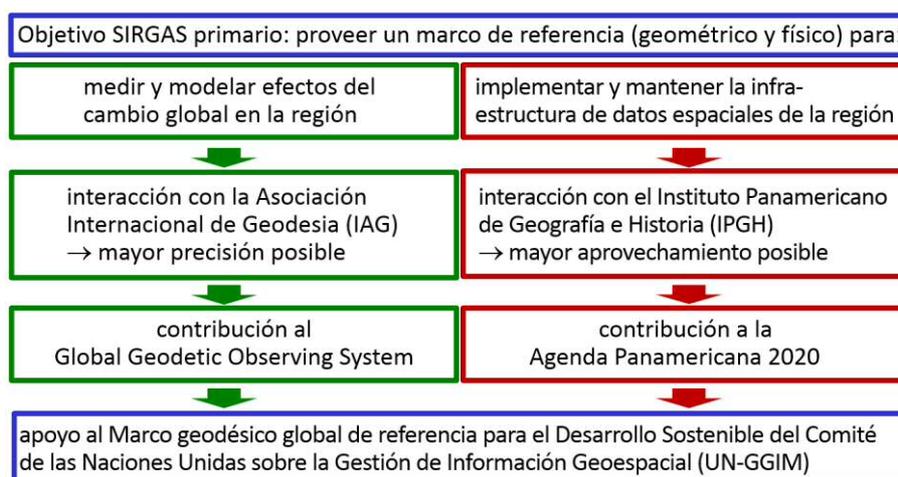


Fig. 1. Interacción entre SIRGAS, la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) y el Comité de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Espacial (UN-GGIM), tomado de [10].

Encaminar los objetivos del GGRF demanda de la combinación de diferentes técnicas geodésicas para la determinación de coordenadas precisas y el modelado del campo de gravedad terrestre, los cuales constituyen la tarea central de la IAG (Fig. 2). Es por ello que un nuevo reto para SIRGAS está orientado a la integración de técnicas diferentes a los GNSS en la realización del marco de referencia. Esta iniciativa se apoya, entre otros, en el traslado del observatorio TIGO (*Transportables Integriertes Geodätisches Observatorium*) de Concepción (Chile) a La Plata (Argentina) [35]. Se prevee que el nuevo observatorio, denominado AGGO (*Argentinean - German Geodetic Observatory*), sea una estación fundamental del GGRF y la interacción de SIRGAS con este observatorio podría ser provechosa para [9]:

- desarrollar experiencia y evaluar la posibilidad de instalar en Latinoamérica centros de procesamiento SLR y VLBI y de combinación con GNSS,

- estudiar la viabilidad de reemplazar las soluciones multianuales del marco de referencia SIRGAS [58] por series de soluciones con épocas móviles (p. ej.: una solución cada tres meses),
- modelar las variaciones estacionales de las posiciones de las estaciones SIRGAS causadas por diversos procesos de carga [31],
- apoyar la realización del *International Height Reference System* (IHRM) en la Región SIRGAS [61]
- mejorar los modelos de la superficie del mar en la costa atlántica sur del continente, ver por ejemplo [4].

En [50] y [54] se describen algunas actividades afines desarrolladas en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar (San Juan, Argentina), el cual también sería de mucha ayuda en la concreción de los retos SIRGAS enumerados previamente.

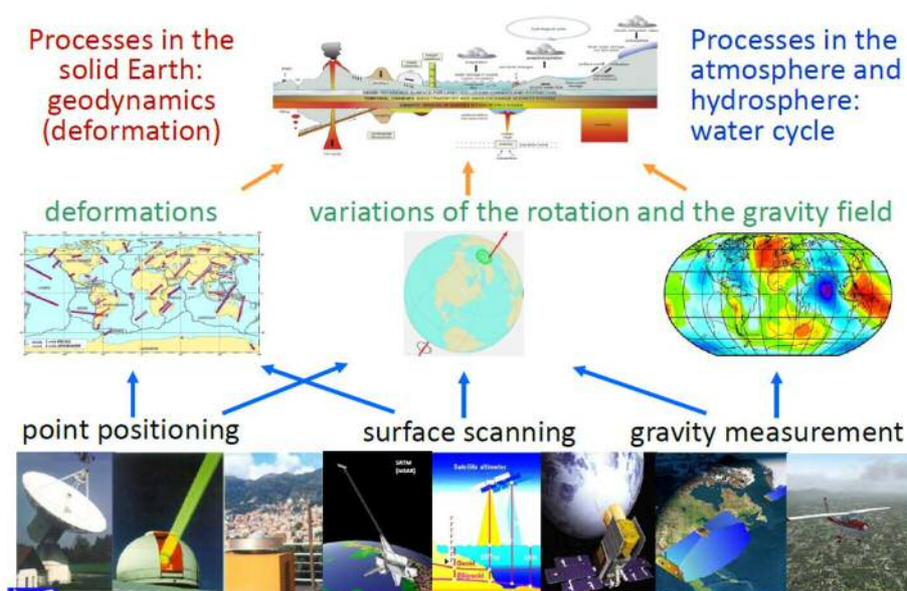


Fig. 2. Combinación consistente de técnicas geodésicas para la determinación precisa de coordenadas y modelado del campo de gravedad terrestre a fin de estimar, entender y preveer el cambio global y sus efectos, tomado de [25].

### Mantenimiento del marco de referencia continental

El marco de referencia SIRGAS está compuesto por cerca de 400 (Fig. 3), de las cuales 55 fueron incorporadas durante el último año. 106 están en capacidad de rastrear señales GPS, 258 GPS+GLONASS, 14 GPS+GLONASS+GALILEO y 7 GPS+GLONASS+GALILEO+BEIDOU. La operabilidad de las estaciones de referencia SIRGAS se fundamenta en la contribución voluntaria de más de 50 entidades, que han instalado los equipos GNSS y se ocupan de su operación adecuada para poner a disposición de los centros de análisis la información observada. Dado que los países latinoamericanos están mejorando sus marcos geodésicos de referencia mediante la instalación de un número mayor de estaciones GNSS de operación continua y, teniendo presente que dichas estaciones deben ser integradas consistentemente en el marco de referencia continental, la red de referencia SIRGAS comprende:

- Una red de cobertura continental (SIRGAS-C), densificación primaria del ITRF en Latinoamérica, con estaciones estables, de funcionamiento óptimo, que

garantizan consistencia, perdurabilidad y precisión del marco de referencia a través del tiempo.

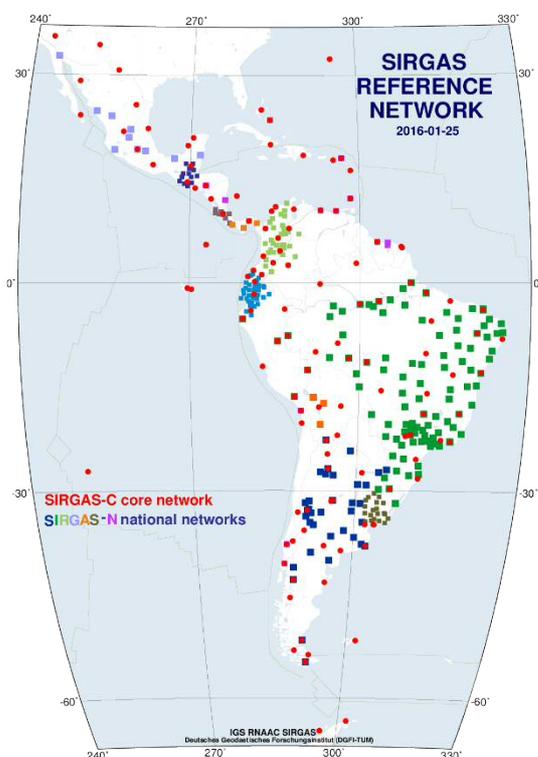


Fig. 3. Red de referencia SIRGAS.

- Redes nacionales de referencia (SIRGAS-N), que densifican la red continental y proveen acceso al marco de referencia a nivel nacional y local. Tanto la red continental como las nacionales tienen las mismas características y calidad y cada estación es procesada por tres centros de análisis.

La red SIRGAS-C es procesada semanalmente por el *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München* (DGFI-TUM, Alemania) en su calidad de centro de análisis IGS-RNAAC-SIR (*IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS*) [59]. Las redes nacionales SIRGAS-N son calculadas por los centros locales de procesamiento SIRGAS:

- CEPGE: Centro de Procesamiento de Datos GNSS del Ecuador, Instituto Geográfico Militar (Ecuador) [34]
- CNPDG-UNA: Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS, Universidad Nacional (Costa Rica) [48]
- CPAGS-LUZ: Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (Venezuela) [14]
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil) [21]
- IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Colombia)
- IGM-CL: Instituto Geográfico Militar (Chile)
- IGN-Ar: Instituto Geográfico Nacional (Argentina) [45]
- INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México)

Estos centros generan soluciones semanales semilibres (*loosely constrained*) de las redes SIRGAS-N, las cuales son combinadas con la red continental SIRGAS-C, asegurando que las posiciones y velocidades de todas las estaciones (continentales y de densificación) sean compatibles entre sí. Dicha combinación es efectuada por el IBGE [42] y el IGS-RNAAC-SIR (DGFI-TUM) [59] como centros de combinación SIRGAS. La estrategia de procesamiento garantiza que cada una de las estaciones regionales SIRGAS-CON esté incluida en tres soluciones individuales. IGN-Ar e INEGI utilizan el software GAMIT/GLOB-K, mientras que los demás centros de análisis trabajan con el *Bernese GNSS Software V. 5.2*.

En el Simposio SIRGAS2014 se acordó la oficialización del centro experimental de procesamiento instalado por el Instituto Geográfico Militar de Bolivia; sin embargo, aún no se ha resuelto la tenencia del software utilizado durante el periodo experimental y por tanto, dicha oficialización está aplazada [41].

Durante el periodo 2011-2015 se instaló el proyecto SIRGAS GLONASS orientado a evaluar la posibilidad de procesar este tipo de mediciones en el análisis del marco de referencia. Como resultado, los responsables del proyecto, Víctor Cioce de LUZ y Ana María Robín de CIMA, recomendaron el procesamiento de mediciones GLONASS simultáneamente con GPS. Esta recomendación es aplicada en la actualidad por DGFI-TUM, CPAGS-LUZ, IBGE, IGAC e IGM-Chile.

Si bien el procesamiento rutinario de las estaciones de referencia SIRGAS opera según lo esperado, se resaltan algunos inconvenientes que desmejoran la confiabilidad del marco de referencia [41]:

- Un porcentaje considerable de estaciones se encuentra fuera de operación (Fig. 4).
- Algunas estaciones no son procesadas por los tres centros de análisis previstos; esta omisión se debe a la disponibilidad tardía de las mediciones o a problemas de conectividad entre los centros de análisis y los centros de datos.
- Retraso en la entrega de las soluciones individuales y, consecuentemente, de las combinaciones semanales.

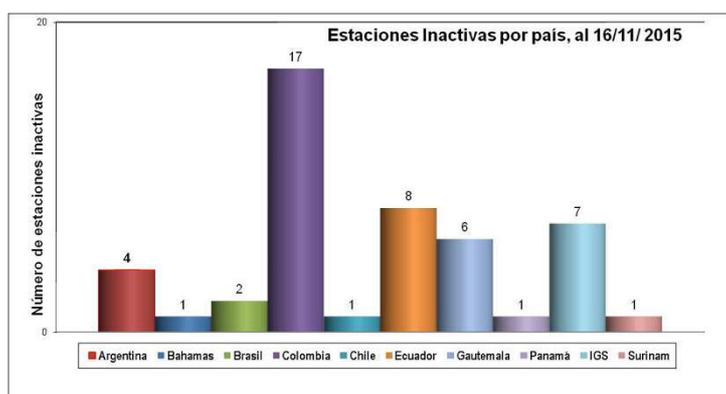


Fig. 4. Cantidad de estaciones de referencia SIRGAS inactivas por país al 16 de noviembre de 2015, tomado de [41].

Los objetivos inmediatos relacionados con el mantenimiento del marco de referencia SIRGAS son resolver los inconvenientes operativos mencionados y adelantar el reprocesamiento de la red de referencia desde enero de 1997. Este reprocesamiento estaba planeado tomando como base el marco de referencia IGB08; sin embargo, se decide esperar hasta que el ITRF2014 y su equivalente IGS14 estén disponibles. [60] presenta el inventario de las estaciones de referencia SIRGAS disponibles para el reprocesamiento.

### Sistemas de alturas, gravimetría y geoides

El ITRF y sus densificaciones regionales como SIRGAS, proveen un marco de referencia geométrico muy preciso (coordenadas geométricas con precisiones al rededor del 1 mm) a nivel global. En la actualidad, no existe un equivalente para las coordenadas físicas (geoides, alturas físicas), pues éstas presentan discrepancias asociadas a las variaciones temporales y geográficas del nivel medio del mar; las reducciones gravimétricas aplicadas a las mediciones de nivelación, a la omisión de movimientos verticales de la corteza, etc. De allí, uno de los objetivos primordiales en la geodesia moderna es el establecimiento de un sistema de referencia vertical global y unificado que permita [61]:

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

Con este objetivo y, apoyada en los reportes generados por el *Ad-hoc Group on an International Height Reference System (IHR)* y el *Joint Working Group 0.1.1.: Vertical Datum Standardisation*, la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) expidió en julio de 2015 una resolución orientada a la definición y realización del Sistema de Referencia Internacional de Alturas -IHR- [Anexo 2]. El IHR se define en términos de números geopotenciales (y sus cambios a través del tiempo) referidos al valor convencional  $W_0 = 62\ 636\ 853.4\ \text{m}^2\text{s}^{-2}$ . La realización del IHR se prevee de forma similar al ITRF: una red global con densificaciones continentales y nacionales [61]. Por ello, el Grupo de Trabajo III (SIRGAS-GTIII: Datum Vertical) actualmente concentra sus esfuerzos en el establecimiento de una red vertical continental que se constituya en la densificación del IHRF (*International Height Reference Frame*) en la Región SIRGAS. El objetivo inmediato es apoyar a los distintos países en la preparación/mantenimiento de sus datos verticales considerando sus necesidades específicas, además de los requerimientos generales para el establecimiento de la red vertical continental que incluya: mareógrafos de referencia, puntos nodales de las redes verticales de primer orden, puntos fronterizos que sirvan para conectar las redes verticales de países vecinos y estaciones de referencia SIRGAS [23][61].

Mientras que SIRGAS se ocupa del ajuste continental de las redes de nivelación de primer orden en términos de números geopotenciales, las actividades relacionadas con las redes gravimétricas y el modelado preciso del geoide [Fig. 5] son afrontadas por la Comisión 2 (Campo de Gravedad) de la IAG, específicamente las sub-comisiones 2.1 (Gravimetría y redes de gravedad) y 2.4 (Determinación regional del geoide). SIRGAS agradece el acompañamiento y asesoría de estas dos sub-comisiones [6].

Durante el Simposio SIRGAS2015 se presentaron reportes relacionados con:

- datum vertical [12][20];
- modelado del campo de gravedad en Argentina [30][39], Brasil [29] y Ecuador [3][5];
- redes gravimétricas en Argentina [45], Bolivia [27], Brasil [29], Chile [40], Costa Rica [16], Haití [57], Uruguay [28] y Venezuela [2];

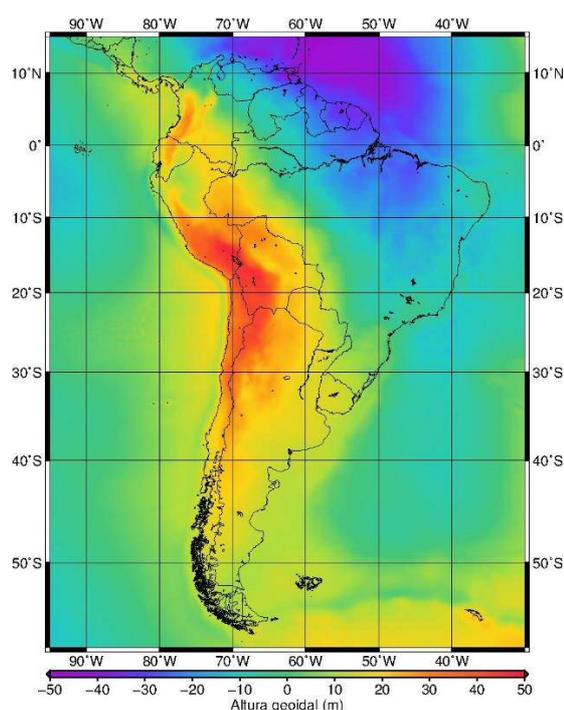


Fig. 5. Modelo geoidal (cuasi-geoide) en América del Sur GEOID2015, tomado de [6].

- redes de nivelación en Argentina [33][45], Bolivia [24][27], Brasil [24][29], Chile [40][46], Costa Rica [1], Haití [57], Panamá [1][17] y Uruguay [28].

### Tercer taller de trabajo del SIRGAS-GTIII (Datum Vertical)

Con respecto a las actividades de preparación de datos de nivelación y gravedad, así como de mantenimiento, extensión, modernización e investigación de las redes gravimétricas, mareográficas y de nivelación, se resalta la realización del tercer taller de trabajo del SIRGAS-GTIII (Datum Vertical) en Curitiba, Brasil del 18 al 22 de mayo de 2015. Este taller estuvo dedicado al procesamiento de mediciones gravimétricas y ajuste de las redes verticales nacionales en términos de números geopotenciales. El taller se desarrolló en 5 jornadas de 9 horas cada una, con clases teóricas y ejercicios prácticos. Se contó con la asistencia de 29 participantes (Fig. 6) de 9 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú y Uruguay). El reporte correspondiente se encuentra disponible en [http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Informe\\_Tecnico\\_Taller\\_SIRGAS-GTIII\\_2015.pdf](http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Informe_Tecnico_Taller_SIRGAS-GTIII_2015.pdf)). Para darle continuidad a las actividades desarrolladas en el taller de Curitiba, un nuevo taller de trabajo del GTIII se llevará a cabo en los días previos al Simposio SIRGAS2016.



Fig. 6. Participantes del Tercer Taller del Grupo de Trabajo III de SIRGAS, Curitiba, Brasil, mayo 18-22, 2015.

### Análisis geodésico de la deformación de la corteza terrestre

El cálculo actual del ITRF y sus densificaciones (entre ellas SIRGAS) considera solamente los movimientos lineales (velocidades constantes) de las estaciones de referencia. No obstante, las series de tiempo de las coordenadas muestran variaciones temporales (estacionales) generadas por efectos climáticos, variaciones de periodo largo causadas por ejemplo por efectos hidrológicos, variaciones a largo plazo (seculares) y efectos sísmicos que generan saltos en las series de tiempo de las coordenadas de las estaciones y cambios en la tendencia lineal de su movimiento. Con el propósito de incrementar la precisión y confiabilidad de los marcos de referencia, es necesario identificar la mejor estrategia posible que permita modelar adecuadamente los movimientos no lineales de las estaciones que los conforman. Esta tarea dentro de SIRGAS está a cargo del proyecto MoNoLin (Incorporación de movimientos no lineales en marcos de referencia geodésicos), el cual fue establecido durante la Reunión SIRGAS 2011 y cuyas actividades inmediatas se concentran en el análisis de componentes estacionales en las series de tiempo de las coordenadas de las estaciones SIRGAS-CON [31][36] y en el modelado de desplazamientos cosísmicos y postsísmicos [26][58], que permita la transformación entre los marcos de referencia anterior y posterior a un terremoto.

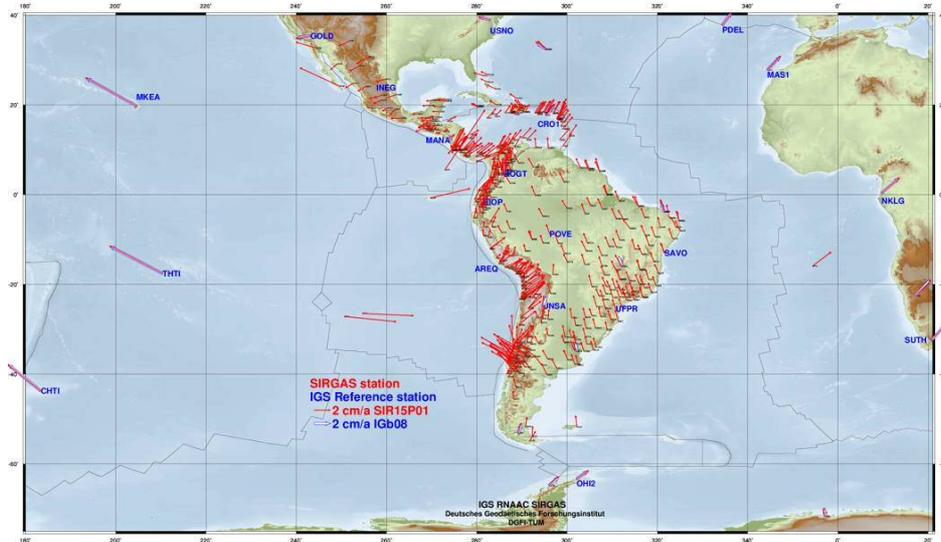


Fig. 7. Solución multianual SIR15P01, tomado de [26].

El DGFI-TUM calculó una nueva solución multianual del marco de referencia SIRGAS (Fig. 7), incluyendo estaciones adicionales proporcionadas por UNAVCO y NGS a fin de mejorar la densificación geográfica de las estaciones. Dicha solución, llamada SIR15P01, se basa en la combinación de ecuaciones normales semanales para el periodo cubierto entre marzo de 2010 y abril de 2015. Esta incluye 438 estaciones, de las cuales 303 pertenecen al marco de referencia SIRGAS. Su precisión es de  $\pm 1.8$  mm y  $\pm 3.5$  mm para las componentes horizontal y vertical de la posición y de  $\pm 1.0$  mm/a y  $\pm 1.2$  mm/a para las componentes horizontal y vertical de la velocidad. Con base en esta solución multianual, se calculó un nuevo modelo VEMOS (Velocity Model for SIRGAS)[26], el cual muestra la deformación de la corteza terrestre causada por el terremoto de El Maule en febrero de 2010 (Fig. 8).

Durante el Simposio SIRGAS2015, se presentaron estudios similares desarrollados en Bolivia [36], Chile [46], Colombia [7], Costa Rica [49] y República Dominicana [37].

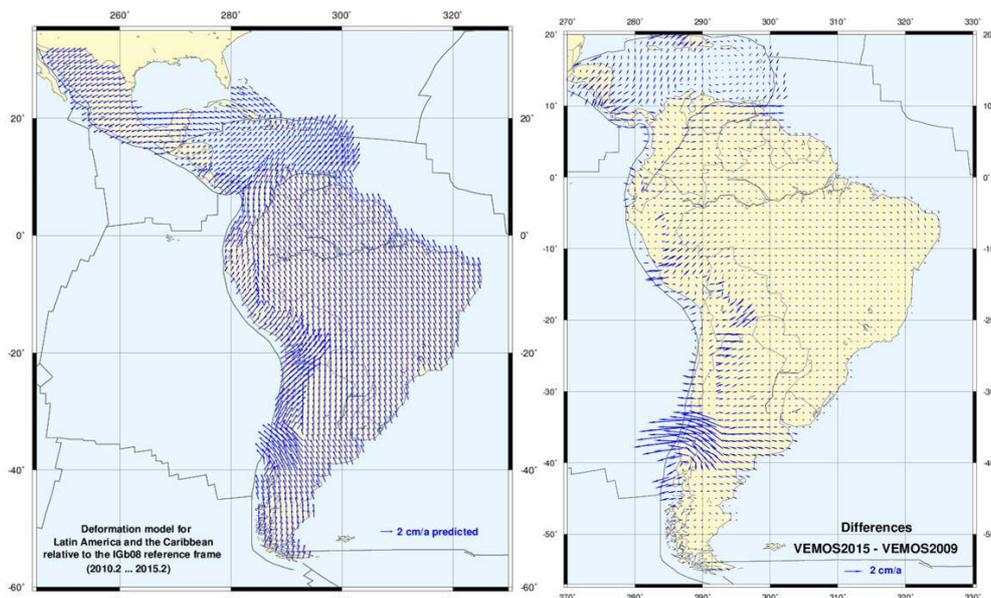


Fig. 8. Modelo VEMOS2015 (posterior al terremoto de El Maule de febrero de 2010) y su comparación con el modelo VEMOS2009 (previo al terremoto).

### Estimación geodésica de parámetros geofísicos

El centro de análisis ionosférico de SIRGAS, operado por el Grupo de Geodesia Espacial y Aeronomía (GESA) de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata continúa proporcionando mapas ionosféricos regionales de SIRGAS basados en representaciones tomográficas de la distribución espacial de la contenido total de electrones vertical (vTEC) y de su variabilidad temporal. El objetivo inmediato es avanzar hacia la formulación de un modelo ionosférico basado exclusivamente en principios físicos fundamentales y en la asimilación de datos de la geodesia espacial.

En cuanto al análisis troposférico basado en mediciones GPS, el centro de procesamiento CIMA ha diseñado una estrategia de combinación que permite integrar los parámetros troposféricos estimados por los centros de procesamiento SIRGAS en el cálculo de las soluciones semanales. Con base en esa combinación, se han calculado series de tiempo del retardo troposférico y se están generando mapas regionales con el contenido del vapor de agua en la atmósfera. Estos resultados son validados mediante comparaciones con retardos troposféricos derivados de técnicas geodésicas (procesamiento puntual preciso -PPP- del IGS), modelos numéricos del ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), mediciones de altimetría satelital (i.e. radiómetro de vapor de agua) y radiosondas (Fig. 9).

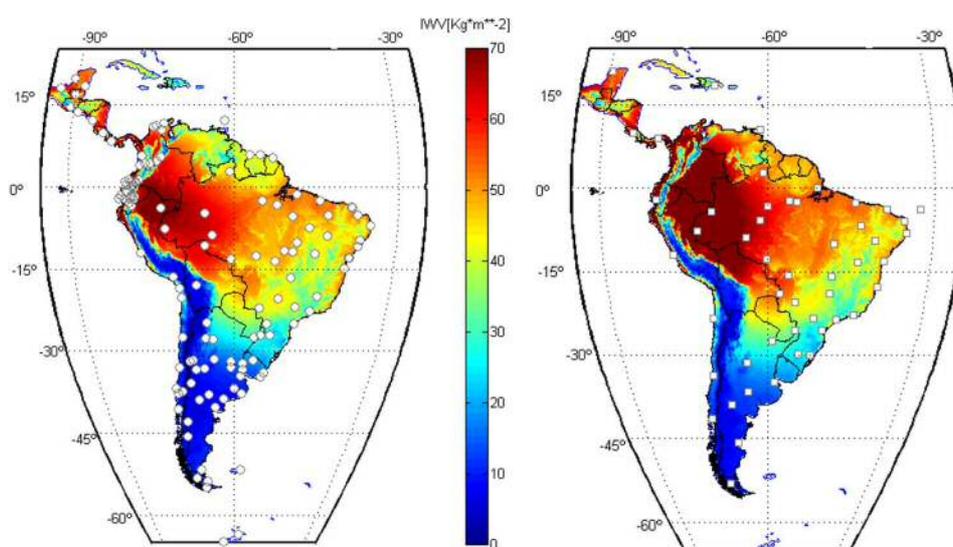


Fig. 9. Comparación de mapas del contenido de vapor de agua en la atmósfera derivados de GPS (izquierda) y de radiosondas (derecha), tomado de [41].

Adicionalmente a los avances enunciados, se han reportado trabajos relacionados con el modelado del vapor de agua utilizando redes neuronales [56], monitoreo de volcanes con GPS [51] y comparación de movimientos estacionales con modelos de gravedad derivados de GRACE [31] y modelos de carga hidrográfica [36].

### Aplicaciones prácticas y aprovechamiento de marcos geodésicos de referencia

Dentro de las actividades del Grupo de Trabajo II de SIRGAS (SIRGAS en el ámbito nacional) se resalta la promoción del uso de este marco de referencia como plataforma de georreferenciación en disciplinas que, aunque diferentes a la geodesia de precisión, su desempeño se basa en el manejo de coordenadas. Dicha promoción incluye la

implementación de la interoperabilidad de SIRGAS con esas disciplinas, es decir, que el uso de SIRGAS por parte de ellas no represente ningún esfuerzo, sino que más bien sea un proceso ágil y sin complicaciones. En esta temática se distingue por ejemplo el apoyo a los sistemas de aumentación GNSS utilizados por la aeronáutica civil [8] y la puesta a disposición del marco de referencia a través de aplicaciones de posicionamiento o navegación en tiempo real [11]. A través del proyecto SIRGAS en Tiempo Real (SIRGAS-RT) se ha motivado el uso de aplicaciones apoyadas en la técnica NTRIP [11][55], lo cual ha conducido al establecimiento de un cáster escuela en el Laboratorio del Grupo de Geodesia Satelital de Rosario, de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Con base en este cáster se ha prestado asistencia técnica a diferentes estados miembros de SIRGAS para el establecimiento de servicios nacionales en tiempo real [11]. Igualmente, en el enlace <http://www.fceia.unr.edu.ar/gps/mapatr/>, el mismo Laboratorio de la Universidad Nacional de Rosario mantiene un inventario actualizado de las estaciones con transmisión de datos vía NTRIP en la región SIRGAS (Fig. 10).



Fig. 10. Mapa de estaciones con transmisión de datos en tiempo real en la región SIRGAS, tomado de [11].

Además del reporte de actividades del proyecto SIRGAS-RT [11], durante el simposio SIRGAS 2015 se presentaron avances relacionados con el análisis de estrategias en posicionamiento GNSS en tiempo real usando servicios cáster NTRIP [55], la cuantificación de discrepancias entre servicios de procesamiento en línea y soluciones finales SIRGAS [47], monitoreo a tiempo real de estaciones GNSS y su relación con las coordenadas SIRGAS [44] y posicionamiento puntual preciso (PPP) como herramienta para la densificación de redes geodésicas de control básico [38].

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

Durante el Simposio SIRGAS2015 se presentaron reportes asociados a las actividades SIRGAS desarrolladas en el ámbito nacional por Argentina [33][45], Bolivia [24][27], Brasil [22][24][29], Chile [13][40], Costa Rica [1][16][49], Ecuador [3][5][12], Guatemala [19],

México [32], Panamá [1][17], República Dominicana [37], Uruguay [28] y Venezuela [2][15][38].

En general, cada reporte incluyó información asociada al marco de referencia actual, las regulaciones legales para la adopción y uso de SIRGAS, convenciones aplicadas, recursos humanos y económicos disponibles para el mantenimiento y extensión de las redes de referencia (geocéntrica, vertical y gravimétrica), sistemas de coordenadas planas, infraestructuras de datos espaciales, documentación y herramientas de apoyo para facilitar el empleo de los marcos de referencia nacionales por parte de sus usuarios y las actividades planificadas para continuar con el mantenimiento de las redes de referencia nacionales. Se resalta la participación de un delegado de Haití [57].

## VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia

La séptima Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia fue una continuación de las actividades enmarcadas por el proyecto *Monitoring crustal deformation and the ionosphere by GPS in the Caribbean* aprobado por la IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics). Dicho proyecto fue respaldado adicionalmente por la IAG, la IASPEI (*International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior*) y la IAGA (*International Association of Geomagnetism and Aeronomy*) y su objetivo primordial es la conjunción de esfuerzos en el área de El Caribe para el desarrollo de actividades de investigación en sistemas de referencia, modelado de deformaciones de la corteza terrestre y el análisis ionosférico con base en datos GNSS. En esta ocasión, la Escuela fue hospedada por la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) en Santo Domingo, República Dominicana, los días 18 y 19 de noviembre de 2015 y contó con la participación de 60 asistentes provenientes de 19 países: Alemania, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, Guatemala, Haití, Honduras, México, Monserrat (UK), Panamá, Puerto Rico (EE.UU.), República Dominicana, Uruguay y Venezuela. (Fig. 11).



Fig. 11. Participantes en la VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia, Santo Domingo, República Dominicana, noviembre 16 y 17, 2015.

## República Dominicana: nuevo miembro de SIRGAS

En el mes de marzo de 2015 se formaliza la membresía de República Dominicana en SIRGAS. Este proceso se inició en el marco de la *School on Reference Systems, Crustal Deformation and Ionosphere Monitoring* llevada a cabo en Ciudad de Panamá en octubre de 2013. Esta escuela fue una actividad de capacitación del ya mencionado proyecto *Monitoring crustal deformation and the ionosphere by GPS in the Caribbean*. Gracias al contacto establecido

en esa oportunidad fue posible la participación de varios representantes de la República Dominicana en los simposios SIRGAS de 2013 y 2014. Como resultado de este acercamiento, se le da la bienvenida a este país como nuevo miembro de SIRGAS y se adelanta el Simposio SIRGAS2015 en Santo Domingo bajo la gestión coordinadora de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

### **Elección de Presidente y Vicepresidente de SIRGAS para el periodo 2015 - 2019**

Con el propósito de garantizar transparencia en el proceso electoral correspondiente se solicitó el apoyo de los colegas Gabriela Cordero (Costa Rica), Rodrigo Maturana (Chile) y Rubén Rodríguez (Argentina) para que se hicieran cargo de coordinar la recepción de postulaciones y la elección posterior. Gabriela, Rodrigo y Rubén han estado comprometidos con SIRGAS desde su acercamiento inicial hace varios años y no forman parte del Consejo Directivo, es decir que ellos no están habilitados para participar en la votación. A continuación se incluye su reporte sobre la elección de las autoridades SIRGAS para el periodo 2015 - 2019.

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

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

De acuerdo con las postulaciones recibidas los candidatos finales fueron William Martínez Díaz a presidente y María Virginia Mackern a vicepresidente. Después de adelantar la votación final, se recibieron en total 17 de votos: 16 a favor y uno nulo. Los 5 miembros restantes no se manifestaron de ninguna forma.

### **Nuevas autoridades SIRGAS**

De acuerdo con el Estatuto SIRGAS vigente, cada cuatro años el Consejo Directivo elige nuevos presidente y vicepresidente de SIRGAS, quienes a su vez designan los presidentes de los grupos de trabajo SIRGAS para conformar el Comité Ejecutivo. En esta oportunidad, el Comité Ejecutivo para el periodo 2015 - 2019 está conformado por:

- Presidente: William Alberto Martínez Díaz, Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá - Colombia
- Vicepresidente: María Virginia Mackern Oberti, Universidad Nacional de Cuyo, Universidad Juan Agustín Maza, Mendoza, Argentina
- Presidente GTI (Sistema de Referencia): Víctor Cioce, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

- Presidente GTII (Ámbito Nacional): Roberto Pérez Rodino, Universidad de la República, Uruguay
- Presidente GTIII (Datum vertical): Sílvio Rogério Correia de Freitas, Universidade Federal do Parana, Curitiba, Brasil.

### **Cambios en el Consejo Directivo de SIRGAS en 2015**

2015-06-22: Nuevo representante Nacional de CHILE  
Cristian Iturriaga Sáez, IGM-Chile

2015-08-24: Nuevos representantes de PARAGUAY  
Principal Arturo Romualdo Aquino, DISERGEMIL  
Suplente Joel Trinidad, DISERGEMIL

2015-10-02: Nuevos representantes de COLOMBIA  
Principal José Ricardo Guevara Lima, IGAC  
Suplente Francisco Javier Mora Torres, IGAC

2015-10-22: Nuevo representante de HONDURAS  
Luis Alberto Cruz - Dirección General de Registros, Catastro y Geografía del Instituto de la Propiedad

2015-11-19: Nuevo representante suplente de BRASIL  
Sonia Alves Costa, IBGE

### **Participación de SIRGAS en conferencias internacionales en 2015**

- European Geosciences Union, General Assembly 2015 (EGU 2015). Vienna, Austria. April 15, 2015.
- International Union of Geodesy and Geophysics, General Assembly 2015 (IUGG2015). Prague, Czech Republic. June 22 - July 2, 2015.
- Fifth Session of the United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management. New York, USA. August 3, 2015.

### **Simposio SIRGAS2016**

El Simposio SIRGAS2016 se llevará a cabo en el mes de septiembre en la Ciudad de San Francisco de Quito, Ecuador, bajo la organización del Instituto Geográfico Militar.

### **Referencias**

- [1] Álvarez A., G. Cordero, J. Cornejo, O. Espinoza (2015). Situación actual de las redes verticales de Costa Rica y Panamá: Estrategia de vínculos para la unificación. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [2] Álvarez Rodríguez R.E., N. Orihuela, D. Blitzkow (2015). Avances de la red de referencia gravimétrica de Venezuela. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

- [3] Andrade B., A. Román, A. Santacruz. A. Tierra (2015). Validación del funcional ondulación geoidal mediante modelos globales del geopotencial y observaciones terrestres en el Ecuador. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [4] Antokoletz E.D., C.N. Tocho, D.A. Piñón, S.R. Cimbaro (2015). Cálculo y comparación de los grupos de onda calculados para la estación TIGO (Concepción, Chile) antes y después del sismo de Concepción en 2010. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [5] Barahona Ch., A. Tierra (2015). Mapa preliminar de las perturbaciones de gravedad para el Ecuador. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [6] Blitzkow D., A.C.O. de Matos, G. do Nascimento Guimarães, M.C. Pacino, E.A. Lauría, M. Nunes, F. Flores, A. Echalar, N. Orihuela Guevara, R. Alvarez, J.N. Hernandez (2015). Estudios de gravedad y modelo del cuasi-geoide para América del Sur. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [7] Bolívar Fonseca O.D., J.J. Sánchez Aguilar (2015). Velocidades y desplazamientos en el pacífico Colombo-Ecuatoriano con base en datos de estaciones GNSS durante 2005-2015. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [8] Brunini C. (2015). Sistemas de Aumentación GNSS utilizados por la aeronáutica civil desde la perspectiva de SIRGAS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [9] Brunini C., H. Drewes, L. Sánchez (2015). Planes para la interacción entre AGGO y SIRGAS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [10] Brunini C., L. Sánchez, V. Mackern, W. Martínez, S.R.C. de Freitas (2015). Avances SIRGAS 2011-2015. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [11] Camisay M.F., G. Noguera, R. Pérez Rodino (2015). Informe de actividades SIRGAS-RT (2013-2015). Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [12] Carrión Sánchez J.L., S.R.C. de Freitas (2015). Análisis del Datum Vertical Ecuatoriano y su relación con un Sistema Vertical de Referencia Global. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [13] Castillo Becerra H. (2015). Individualización de zonas y rangos de deformación en Chile para proyectos de ingeniería de detalle a partir de la estandarización de parámetros cartográficos y geodésicos utilizando SIRGAS como Marco de Referencia. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [14] Cioce V., E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos, D. Espinoza, M.F. Rincón, R. Morales, L. Sánchez (2015). Actividades del Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia, periodo 2014-2015. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [15] Cioce V., E. Wildermann, G. Royero, M.F. Rincón, R. Morales, C. Reinoza, F. Audemard, L. Sánchez (2015). Una alternativa para el mantenimiento del marco de referencia SIRGAS en Venezuela. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [16] Cordero Gamboa G. (2015). Gravimetría en Costa Rica: red de primer orden, resultados. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [17] Cornejo González J.A. (2015). Informe de actividades relacionadas con SIRGAS ejecutadas por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG), durante el año 2015. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [18] Costa S.M.A., A.L. da Silva, N.J. de Moura Junior, G. (2015). Mantovani GNSS data check and evaluation using free software. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

- [19] Cruz Ramos O. (2015). Sostenibilidad de la red geodésica activa en Guatemala. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [20] Cunderlík R. (2015). Offsets between tide gauges in South America estimated from the filtered satellite-only mean dynamic topography. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [21] Da Silva A.L., M.A. de Almeida Lima, S.M.A. Costa, G.L. Mantovani (2015). Centro de Procesamiento SIRGAS - IBGE: actividades realizadas en el periodo 2014-2015. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [22] Da Silva L.M., S.R.C. de Freitas (2015). Estimativa da posição atual do datum vertical brasileiro de Imbituba a partir de dados maregráficos, observações GNSS e altimetria por satélites. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [23] De Freitas S.R.C., V.G. Ferreira, R.T. Luz (2015). Reflexões acerca da unificação dos sistemas verticais no âmbito do SIRGAS-GTIII. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [24] Di Maio Pereira N.R., C.A. Correa e Castro Jr, A. Echalar (2015). Cierre de líneas de nivelación y gravimetría: Corumba - Puerto Quijarro (Brasil-Bolivia). Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [25] Drewes H. (2015). Structure and main objectives of the International Association of Geodesy (IAG) 2015-2019. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [26] Drewes H. L. Sánchez (2015). Post-seismic crustal deformations after the 2010 earthquakes in the SIRGAS region. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [27] Echalar A., M. Castro (2015). Sistema de referencia geodésico del Estado Plurinacional de Bolivia (SIRG-EPB). Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [28] Faure Valbi J., N. Suárez (2015). Integración de datos altimétricos y gravimétricos para la determinación de números geopotenciales en la red geodésica nacional de Uruguay. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [29] Fortes L.P.S., S.M.A. Costa, A.L. da Silva, R.T. Luz, M.A. Nunes, V.G. Carvalho (2015). Passado, presente e futuro das Atividades Geodésicas no Brasil em Apoio ao SIRGAS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [30] Galván L., D. Del Cogliano, C. Tocho (2015). Integración de información altimétrica local y modelos geopotenciales en SRTM DEM. Aplicación provincia de Buenos Aires. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [31] Galván R., M. Carbonetti, M. Gende, C. Brunini (2015). Análisis del impacto del fenómeno ENOS en las coordenadas de la red SIRGAS-CON. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [32] González Franco G.A. (2015). Participación del INEGI en Grupo de Trabajo del Marco de Referencia Geodésico Mundial. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [33] Guagni H.J., D.A. Piñón, S.R. Cimbaro (2015). Avances y situación actual de la red de nivelación argentina. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [34] Gómez J., J. Gaibor (2015). Avances generados en el centro de procesamiento de datos GNSS CEPGE en la adopción del nuevo marco de referencia del Ecuador y el avance del posicionamiento en tiempo real. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [35] Hase H. (2015). De TIGO a AGGO. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

- [36] Heck J., M. Bevis, A. Echalar, K. Ahlgren, D. Caccamise, E. Kendrick (2015). Crustal displacements due to seasonal cycles and longer-term trends in surface loading of the solid earth. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [37] Holsteinson A., J. Peña (2015). Monitoreo en el tiempo de desplazamientos tectónicos de las CORS dominicanas. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [38] Hoyer M., G. Acuña (2015). PPP como herramienta para la densificación de redes geodésicas de control básico. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [39] Infante C., C. Tocho, D. Del Cogliano (2015). Modelos geopotenciales modernos en el análisis de modelos corticales isostáticamente equilibrados. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [40] Iturriaga Sáez C. (2015). Red Geodésica Nacional SIRGAS-Chile, presente y futuro. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [41] Mackern M.V., C. Brunini y colaboraciones de los CP (2015). Evolución de la red SIRGAS-CON y acciones dentro del Grupo de Trabajo I. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [42] Mantovani G.L., W.C. Machado, A.L. da Silva, S.M.A. Costa, M.A. de Almeida Lima, N.J. de Moura Junior (2015). Resultados del Centro de Combinación SIRGAS del IBGE para el periodo de 2014 a 2015. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [43] Martínez Díaz W.A. (2015). UN-GGM: Global Geodetic Reference Frame (GGRF) for Sustainable Development. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [44] Mateo L.M., M.F. Camisay, M.V. Mackern, L. Di Marco (2015). Monitoreo a tiempo real de estaciones GNSS y su relación con las coordenadas SIRGAS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [45] Moirano J., A.F. Zakrajsek (2015). Reporte argentino a SIRGAS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [46] Montecino H.D.C., S.R.C. de Freitas, J.C.S. Báez, V.G. Ferreira (2015). Deformación de un segmento de la red vertical Chilena producto del Terremoto del 27 de febrero de 2010 basada en observaciones GPS y GRACE. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [47] Moya Zamora J., J. Cubero Quesada, C. Ocampo Murillo, M. Mora Herrera, A. Oviedo Solís (2015). Primeros resultados en la cuantificación de discrepancias entre un procesamiento en línea y soluciones finales SIRGAS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [48] Moya Zamora J., S. Bastos Gutiérrez, A.L. Garita Fernández, J.F. Valverde Calderón (2015). Resultados del centro oficial de procesamiento SIRGAS de Costa Rica. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [49] Moya Zamora J., S. Bastos Gutiérrez, J.F. Valverde Calderón, A.L. Garita Fernández, Á. Álvarez Calderón (2015). MARVEL: red GNSS para el monitoreo de la cinemática de Costa Rica. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [50] Pacheco A.M., R. Podestá, S. Adarvez, Z. Yin, W. Liu, E. Actis, J. Quinteros, H. Alvis Rojas, J. (2015). Alacoria Beneficios del tracking SLR a las constelaciones GNSS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [51] Pascal K., K. Palamartchouk (2015). Processing a combined network of single- and dual-frequency GPS data with GAMIT/GLOBK at Soufriere Hills Volcano, Monserrat (West Indies). Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

- [52] Pearse J., E. Suárez Torres, J.L. Herrera (2015). Escorcía Implementación del estudio de Geodesia Tectónica en Colombia. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [53] Pilapanta Ch., R. Romero (2015). Análisis de los efectos generados por la inclusión de los términos ionosféricos de alto orden en la generación de soluciones posicionales de alta precisión. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [54] Podestá R., A.M. Pacheco, H. Alvis Rojas, E. Actis, J. Quinteros, J. Alacoria, J. Saunier (2015). Nueva estación DORIS en San Juan, Argentina. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [55] Pérez Rodino R. (2015). Análisis de estrategias en posicionamiento GNSS en tiempo real usando servicios cáster NTRIP. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [56] Romero R., C. Pilapanta (2015). Predicción de vapor de agua precipitable con datos de mediciones GPS utilizando una red neuronal artificial. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [57] Sauveur R. (2015). Advance and prospects on geodetic infrastructure of the Republic of Haiti. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [58] Sánchez L. (2015). Kinematics of the SIRGAS Reference Frame. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [59] Sánchez L. (2015). Recent activities of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIRGAS). Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [60] Sánchez L. (2015). SIRGAS regional stations available for the second reprocessing of the SIRGAS reference frame. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [61] Sánchez L., J. Ihde, R. Barzaghi, H. Drewes, Ch. Foerste, G. Liebsch, U. Marti, M. Sideris (2015). Establishment of an International Height Reference System in the frame of GGOS. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)
- [62] Vélez-Rodríguez L. (2015). Marcos de referencia y su rol en la georeferenciación: caso Fortín de San Jerónimo. Presentado en el Simposio SIRGAS2015, Santo Domingo; República Dominicana, noviembre 18-20. Disponible en [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

## Anexo 1. Resolución de la Organización de las Naciones Unidas sobre el GGRF (<http://www.un.org/en/ga/69/resolutions.shtml>)

Naciones Unidas

A/RES/69/266

**Asamblea General**Distr. general  
11 de marzo de 2015Sexagésimo noveno período de sesiones  
Tema 9 del programa

### Resolución aprobada por la Asamblea General el 26 de febrero de 2015

*[sin remisión previa a una Comisión Principal (A/69/L.53 y Add.1)]*

#### **69/266. Marco de referencia geodésico mundial para el desarrollo sostenible**

*La Asamblea General,**Reafirmando* los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas,

*Reafirmando también* su resolución 54/68, de 6 de diciembre de 1999, en que hizo suya la resolución titulada “El milenio espacial: La Declaración de Viena sobre el Espacio y el Desarrollo Humano”<sup>1</sup>, que incluía, entre otras cosas, medidas fundamentales para mejorar la eficiencia y la seguridad de transporte, la búsqueda y el salvamento, la geodesia y otras actividades, promoviendo la mejora y la compatibilidad de los sistemas espaciales de navegación y de determinación de la posición, incluidos los Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite, y el acceso universal a estos,

*Reafirmando además* su resolución 57/253, de 20 de diciembre de 2002, en la que hizo suyo el Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (Plan de Aplicación de las Decisiones de Johannesburgo)<sup>2</sup> y los medios de aplicación que incluye, entre otras cosas, el fortalecimiento de la cooperación y la coordinación entre los sistemas mundiales de observación y los programas de investigación para realizar observaciones mundiales integradas, teniendo en cuenta la necesidad de aumentar la capacidad y el intercambio de datos de observación en tierra, teleobservación por medio de satélites y otras fuentes entre todos los países,

*Reafirmando* su resolución 66/288, de 27 de julio de 2012, en que hizo suyo el documento final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible, titulado “El futuro que queremos”, en que los Jefes de Estado y de Gobierno reconocieron la importancia de los datos basados en la tecnología espacial, el seguimiento *in situ* y la información geoespacial fidedigna para la

<sup>1</sup> Aprobada en la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Exploración y Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos (UNISPACE III), celebrada en Viena del 19 al 30 de julio de 1999 (A/CONF.184/6, cap. I, resolución 1).

<sup>2</sup> Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo (Sudáfrica), 26 de agosto a 4 de septiembre de 2002 (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta: S.03.II.A.1 y correcciones), cap. I, resolución 2, anexo.

15-02936 (S)

Se ruega reciclar 

formulación de políticas, la programación y las operaciones de proyectos de desarrollo sostenible,

*Haciendo notar* la resolución 2011/24 del Consejo Económico y Social, de 27 de julio de 2011, por la que el Consejo estableció el Comité de Expertos sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial, alentó a los Estados Miembros a que celebraran periódicamente deliberaciones de alto nivel con múltiples interesados sobre la información geoespacial mundial, por ejemplo organizando foros mundiales, a fin de promover un diálogo amplio con todos los agentes y órganos competentes, y puso de relieve la importancia de promover las iniciativas nacionales, regionales y mundiales encaminadas a fomentar el intercambio de conocimientos teóricos y prácticos para ayudar a los países en desarrollo a crear y reforzar la capacidad nacional en ese ámbito,

*Haciendo notar también* la resolución 1, aprobada el 1 de noviembre de 2012 por la Decimonovena Conferencia Cartográfica Regional de las Naciones Unidas para Asia y el Pacífico celebrada en Bangkok, del 29 de octubre al 1 de noviembre de 2012<sup>3</sup>, en que la Conferencia, comprendiendo la necesidad de mejorar la sostenibilidad y la capacidad del Sistema Mundial de Observación Geodésica, y la necesidad de prestar aliento y apoyo a la adopción del Sistema Internacional de Referencia Terrestre como marco fundamental de referencia, instó al Comité de Expertos a que consultara con los Estados Miembros con miras a adoptar y mantener un marco mundial de referencia geodésica y estableciera una hoja de ruta para su puesta en marcha, y a que participaran y adquirieran compromisos con el Sistema Mundial de Observación Geodésica con el fin de garantizar su sostenibilidad a largo plazo,

*Haciendo notar además* su decisión 3/102, adoptada por el Comité de Expertos el 26 de julio de 2013<sup>4</sup>, en que el Comité acordó que se adoptasen medidas para facilitar la presentación de una resolución en el sexagésimo octavo período de sesiones de la Asamblea General con el fin de buscar apoyo y compromisos al más alto nivel, y solicitó a la Secretaría que estableciera un grupo de trabajo, con representación regional equitativa, para desarrollar la nota conceptual y el proyecto de resolución mediante un proceso abierto e inclusivo,

*Reconociendo* la importancia de la cooperación internacional, ya que ningún país puede hacerlo por sí solo, para llevar a la práctica el marco de referencia geodésico mundial y los servicios conexos a fin de respaldar la tecnología de los Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite y establecer el marco para todas las actividades geoespaciales, como un elemento clave para la interoperabilidad de los datos espaciales, la mitigación de los desastres y el desarrollo sostenible,

*Reconociendo también* la importancia económica y científica y la creciente necesidad de contar con un marco de referencia geodésico mundial exacto y estable para la Tierra, que permita la interrelación de las mediciones realizadas en cualquier lugar de la Tierra y en el espacio, combinando la determinación geométrica de la posición y las observaciones relativas al campo gravitacional, como la base y referencia del lugar y la altitud para la información geoespacial, utilizada en muchas aplicaciones de la sociedad y de las ciencias de la Tierra, incluida la vigilancia del nivel del mar y del cambio climático, la gestión de peligros naturales y desastres, así

<sup>3</sup> Véase E/CONF.102/8, cap. IV, secc. B.

<sup>4</sup> Véase *Documentos Oficiales del Consejo Económico y Social, Suplemento núm. 26* ( E/2013/46), cap. I, sección B.

como toda una serie de aplicaciones industriales (como la minería, la agricultura, el transporte, la navegación y la construcción, entre otras) en que la determinación precisa de la posición aumenta la eficacia,

*Reconociendo además* los extraordinarios logros alcanzados por los organismos nacionales cartográficos y espaciales, las comisiones de geodesia, las organizaciones de investigación y las universidades, así como otras organizaciones internacionales, como la Federación Internacional de Topógrafos, a partir de iniciativas de la Asociación Internacional de Geodesia, en representación de la comunidad geodésica mundial, en la medición y la vigilancia de los cambios en el sistema de la Tierra sobre la base del mejor esfuerzo posible, incluida la formulación del Sistema Internacional de Referencia Terrestre ya adoptado,

*Reconociendo* las inversiones de los Estados Miembros en la preparación de misiones satelitales de determinación de la posición y teleobservación de la Tierra, en apoyo de una serie de iniciativas científicas para mejorar nuestra comprensión del "sistema Tierra" y respaldar la adopción de decisiones, y reconociendo que los plenos beneficios para la sociedad de estas inversiones se obtienen si estas están vinculadas con un marco de referencia geodésico mundial común en los planos nacional, regional y mundial,

*Reconociendo con aprecio* que algunos Estados Miembros ya están aplicando mecanismos de intercambio libre de datos geodésicos en aras de la realización y la mejora del marco de referencia geodésico mundial, y el acceso a este en los planos nacional, regional y mundial,

*Reconociendo* que el marco de referencia geodésico mundial depende de la participación de los países de todo el mundo, y la necesidad de adoptar medidas para reforzar la cooperación internacional,

1. *Observa con aprecio* el establecimiento de un grupo de trabajo por el Comité de Expertos sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial para elaborar una hoja de ruta geodésica mundial que incluya los elementos fundamentales de la formulación y sostenibilidad del marco de referencia geodésico mundial;

2. *Alienta* a los Estados Miembros y a las organizaciones internacionales pertinentes a que refuercen la cooperación mundial en la prestación de asistencia técnica, especialmente para el fomento de la capacidad en materia de geodesia para los países en desarrollo, con el objeto de asegurar el desarrollo, la sostenibilidad y la promoción del marco de referencia geodésico mundial;

3. *Insta* a los Estados Miembros a compartir abiertamente datos, normas y convenciones geodésicos, con carácter voluntario, a fin de contribuir al marco de referencia mundial y a las densificaciones regionales mediante los mecanismos nacionales pertinentes y la cooperación intergubernamental, y en coordinación con la Asociación Internacional de Geodesia;

4. *Invita* a los Estados Miembros a comprometerse a mejorar y mantener la infraestructura geodésica nacional como un medio esencial para mejorar el marco de referencia geodésico mundial;

5. *Invita también* a los Estados Miembros a establecer actividades de cooperación multilateral a fin de subsanar el déficit de infraestructura y las duplicaciones con miras a la elaboración de un marco de referencia geodésico mundial más sostenible;

A/RES/69/266

Marco de referencia geodésico mundial para el desarrollo sostenible

---

6. *Invita además* a los Estados Miembros a elaborar programas de divulgación que den mayor visibilidad al marco de referencia geodésico mundial y lo hagan más comprensible para la sociedad.

*80ª sesión plenaria  
26 de febrero de 2015*

---

## Anexo 2. Resolución de la Asociación Internacional de Geodesia sobre el IHRS ([http://iag.dgfi.tum.de/fileadmin/IAG-docs/IAG\\_Resolutions\\_2015.pdf](http://iag.dgfi.tum.de/fileadmin/IAG-docs/IAG_Resolutions_2015.pdf))

### IAG Resolution (No. 1) for the definition and realization of an International Height Reference System (IHRS)

*The International Association of Geodesy,*

*recognizing that*

- to determine and to investigate the global changes of the Earth, the geodetic reference systems with long-term stability and worldwide homogeneity are required;
- to detect sea level change of a few millimeters per year can only be possible when a stable spatial reference with globally high accuracy over a long period of time is realized; for this purpose, an integrated global geodetic reference frame with millimeter accuracy must be implemented; to reach this goal, the inconsistencies existing between analysis strategies, models, and products related to the Earth's geometry and gravity field must be solved;
- to accomplish both definition and realization of a height reference system (HRS) standards and conventions that allow a consistent definition and a reliable realization are required;

*noting*

- the results of the GGOS Theme 1 investigations for the definition and realization of an International Height Reference System in particular the conventions and the computations of the height reference level as the potential value  $W_0$  at the geoid based on the newest global gravity field and sea surface models;
- the necessity of ensuring the reproducibility and interpretability of the reference value, the procedure applied for the determination of  $W_0$  must be well documented including conventions and guidelines;

*resolves*

- the following conventions for the definition of an International Height Reference System (see note 1):
  1. the vertical reference level is an equipotential surface of the Earth gravity field with the geopotential value  $W_0$  (at the geoid);
  2. parameters, observations, and data shall be related to the mean tidal system/mean crust;
  3. the unit of length is the meter and the unit of time is the second (SI);
  4. the vertical coordinates are the differences  $-\Delta W_P$  between the potential  $W_P$  of the Earth gravity field at the considered points P, and the geoidal potential value  $W_0$ ; the potential difference  $-\Delta W_P$  is also designated as geopotential number  $C_P$ :  $-\Delta W_P = C_P = W_0 - W_P$ ;
  5. the spatial reference of the position P for the potential  $W_P = W(\mathbf{X})$  is related as coordinates  $\mathbf{X}$  of the International Terrestrial Reference System;
- $W_0 = 62\,636\,853.4 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$  as realization of the potential value of the vertical reference level for the IHRS (see note 2).

*Note 1:* Ihde J., Barzaghi R., Marti U., Sánchez L., Sideris M., Drewes H., Foerste Ch., Gruber T., Liebsch G., Pail R.: Report of the Ad-hoc Group on an International Height Reference System (IHRS); In: IAG Reports 2011-2015 (Travaux de l'AIG Vol. 39), <http://iag.dgfi.tum.de/index.php?id=329>.

*Note 2:* Report of Joint Working Group 0.1.1: Vertical Datum Standardization (JWG 0.1.1); In: IAG Reports 2011-2015 (Travaux de l'AIG Vol. 39), <http://iag.dgfi.tum.de/index.php?id=329>.

### **Anexo 3: Resoluciones SIRGAS2015**

Resolución SIRGAS 2015 No. 1 del 19 de noviembre de 2015

#### **Sobre el Simposio SIRGAS 2017**

**Considerando:**

1. La oferta que a través de nuestra colega María Virginia Mackern realiza la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza, Argentina) para ser sede del Simposio SIRGAS 2017;
2. La votación efectuada por los miembros del Consejo Directivo de SIRGAS durante su reunión del jueves 19 de noviembre de 2015 en el marco del Simposio SIRGAS 2015.

**Se resuelve:**

1. Encomendar al Presidente de SIRGAS informar oficialmente tanto a la Universidad Nacional de Cuyo, como a los Representantes Nacionales de Argentina, que el Consejo Directivo de SIRGAS ha aceptado unánimemente la invitación de la Universidad Nacional de Cuyo para realizar el Simposio SIRGAS 2017 en la Ciudad de Mendoza, Argentina, en noviembre de 2017;
2. Enviar, junto con la comunicación del Presidente de SIRGAS, el documento "Sobre las Reuniones SIRGAS y el respaldo de SIRGAS a eventos geodésicos en América Latina y El Caribe", de modo que sirva de orientación a la Universidad Nacional de Cuyo en la planeación y desarrollo del Simposio SIRGAS 2017;
3. Encomendar al Comité Ejecutivo de SIRGAS realizar las coordinaciones necesarias para el desarrollo exitoso del Simposio SIRGAS 2017.

Resolución SIRGAS 2015 No. 2 del 19 de noviembre de 2015

#### **Sobre un Taller del Grupo de Trabajo III de SIRGAS (Datum Vertical) en Costa Rica**

**Considerando:**

1. La necesidad de extender a América Central las actividades del Grupo de Trabajo III de SIRGAS (Datum Vertical) relacionadas con el ajuste de las redes verticales nacionales;
2. La oferta recibida a través de los Representantes Nacionales de Costa Rica ante SIRGAS, colegas Max Lobo Hernández y Álvaro Álvarez Calderón, por parte del Instituto Geográfico Nacional para ser sede de un taller del Grupo de Trabajo III en 2017;
3. La votación efectuada por los miembros del Consejo Directivo de SIRGAS durante su reunión del jueves 19 de noviembre de 2015 en el marco del Simposio SIRGAS 2015.

**Se resuelve:**

1. Encomendar al Presidente de SIRGAS informar oficialmente a los Representantes Nacionales de Costa Rica que el Consejo Directivo de SIRGAS ha aceptado unánimemente la invitación del Instituto Geográfico Nacional para realizar un taller del Grupo de Trabajo III en la Ciudad de San José de Costa Rica en mayo de 2017;
2. Enviar, junto con la comunicación del Presidente de SIRGAS, el documento "Sobre las Reuniones SIRGAS y el respaldo de SIRGAS a eventos geodésicos en América Latina y El Caribe", de modo que sirva de orientación al Instituto Geográfico Nacional en la planeación y desarrollo del taller mencionado;

3. Encomendar al Comité Ejecutivo de SIRGAS, especialmente al Presidente del Grupo de Trabajo III, realizar las coordinaciones necesarias para el desarrollo exitoso de este taller.

Resolución SIRGAS 2015 No. 3 del 19 de noviembre de 2015

### **Sobre el agradecimiento a las Autoridades SIRGAS salientes**

#### **Considerando:**

1. La inmensurable labor realizada por los Doctores Claudio Brunini y Laura Sánchez como Presidente y Vicepresidente de SIRGAS en los 8 años transcurridos de gestión;
2. El sentido reconocimiento en mérito no sólo a las tareas y actividades llevadas a cabo en el cumplimiento de sus responsabilidades, sino también al desinteresado aporte en la formación de recursos humanos dentro de la comunidad SIRGAS, lo cual se percibe, ha sido el mayoritario éxito y repercusión de SIRGAS tanto en la Región como en el ámbito internacional, en los años mencionados;
3. La impecable gestión realizada por los mismos sobre los recursos financieros que han aportado las organizaciones patrocinadoras de SIRGAS, lo cual se ha visto reflejado en el número de participantes favorecidos con dichos recursos en los eventos SIRGAS de los últimos 8 años.

#### **Se resuelve:**

1. Manifiestar unánimemente la más significativa gratitud a los Doctores Claudio Brunini y Laura Sánchez por la labor realizada ;
2. Designar a los Doctores Claudio Brunini y Laura Sanchez como integrantes del Consejo Científico de SIRGAS;
3. Prolongar el agradecimiento a la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata y al Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM) por haber propiciado el apoyo necesario a los profesionales mencionados durante los 8 años correspondientes a su gestión.

Resolución SIRGAS 2015 No. 4 del 19 de noviembre de 2015

### **Sobre el reconocimiento a Laura Sánchez y el agradecimiento al DGFI-TUM por el portal [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)**

#### **Considerando:**

1. La excelentísima labor realizada por la Dra. Laura Sánchez en la implementación, desarrollo y permanente actualización del portal web [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org); el cual ha concentrado toda la documentación y productos de SIRGAS convirtiéndose en un excelente lazo de presentación desde SIRGAS hacia la comunidad internacional;
2. el apoyo incondicional recibido del Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM) en hospedar dicho portal web.

#### **Se resuelve:**

1. Expresar un merecido reconocimiento y sentido agradecimiento a la Dra. Laura Sánchez por dicha labor;

2. Prolongar el agradecimiento al Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM) por haber propiciado el apoyo necesario en el resguardo de dicho portal web.

Resolución SIRGAS 2014 No. 5 del 19 de noviembre de 2015

**Sobre el agradecimiento a las organizaciones que auspiciaron la asistencia de varios colegas SIRGAS al Simposio SIRGAS 2015**

**Considerando:**

1. El continuado respaldo que SIRGAS obtiene de
  - el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH),
  - la Asociación Internacional de Geodesia (IAG), y
  - la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG);
2. Que para el Simposio SIRGAS 2015, una vez más el IPGH, la IAG y la IUGG facilitaron recursos económicos para apoyar parcialmente la asistencia de expositores al Simposio SIRGAS 2015.

**Se resuelve:**

1. Manifestar el más cálido y sincero agradecimiento de SIRGAS a:
  - Presidente del IPGH, Rigoberto Magaña;
  - Secretario General del IPGH, Rodrigo Barriga;
  - Presidente de la Comisión de Cartografía del IPGH, Carlos López;
  - Presidente de la Sección Nacional del IPGH en República Dominicana, Bolívar Troncoso Morales;
  - Presidente de la IAG, Harald Schuh;
  - Secretario General de la IAG, Hermann Drewes;
  - Presidente de la IUGG, Michael Sideris;
  - Secretario General de la IUGG, Alik Ismail-Zadeh.

Resolución SIRGAS 2015 No. 6 del 19 de noviembre de 2015

**Sobre el agradecimiento a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU)**

**Considerando:**

1. La excelente organización llevada a cabo por la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) para la realización exitosa del Simposio SIRGAS2015 y la VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia;
2. La disponibilidad de las autoridades, profesores, estudiantes y personal administrativo de la UNPHU para recibir a más de 140 asistentes a los eventos SIRGAS 2015;
3. El apoyo logístico brindado a todos los asistentes, el cual se tradujo en una placentera estadía en la Ciudad de Santo Domingo;
4. La disponibilidad incondicional para atender todos los aspectos involucrados en el desarrollo adecuado de los eventos SIRGAS2015;
5. La inigualable calidad humana y hospitalidad ofrecida por los representantes de la UNPHU comprometidos con la organización y desarrollo de los eventos SIRGAS2015;

**Se resuelve:**

Manifiestar el más cálido y sincero agradecimiento de SIRGAS a los integrantes de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) que participaron en la organización de los eventos SIRGAS2015, especialmente a:

el Sr. Rector, Miguel Fiallo Calderón,  
la Sra. Vicerrectora de Posgrado, Lourdes Concepción,  
al Sr. Director de la Escuela de Geomática, Gustavo Mejía,  
a la Sra. Directora de Relaciones Públicas, Nathalie Almonte Pérez,  
al Sr. Director de Tecnología y Telecomunicaciones, Fabio Infante,  
al Sr. Docente de la Escuela de Geomática, Leopoldo Taveras,  
a la Sra. Asistente de la Vicerrectoría de Posgrado, Clarivel Salvador.

## Anexo 4: Programa de la VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia



### Overview

	Monday, November 16th, 2015	Tuesday, November 17th, 2015
07:00-08:30	Registration	
08:30-09:00	Aperture	Vertical reference systems
09:00-10:30	Types of coordinates Celestial Reference System and Frame Rotation and tides of the Earth	
10:30-11:00	Coffee break	
11:00-12:30	Terrestrial Reference System and Frame Regional Reference Frames	Crustal deformation observation and modelling
12:30-14:00	Lunch	
14:00-15:30	GPS positioning: observation equations and error analysis	Ionosphere modelling and analysis
15:30-16:00	Coffee break	
16:00-17:30	Adjustment of GPS networks	SIRGAS: definition, realisation, maintenance
	Hermann Drewes	Claudio Brunini    Laura Sánchez

### Contents

1. Introduction (L. Sánchez)
2. Geodetic reference systems and frames (H. Drewes)
  - 2.1 Types of coordinates and transformations (Cartesian, ellipsoidal, topocentric, plane)
  - 2.2 Definition of reference systems and frames
  - 2.3 Celestial (inertial) reference system and frame (ICRS, ICRF)
  - 2.4 Rotation and tides of the Earth (nutations, polar motion, length of day, tides)
  - 2.5 Terrestrial reference system and frame (ITRS, ITRF)
  - 2.6 Regional and national reference frames
3. Coordinates determination from GNSS (C. Brunini)
  - 3.1 GNSS observables
  - 3.2 Observation equations
  - 3.3 Errors generated by the Earth atmosphere (neutral and ionized)
  - 3.4 Other error sources (multipath, thermal noise, electronic delays)
  - 3.5 Coordinates computation and error estimation
4. Vertical reference systems (L. Sánchez)
  - 4.1 Ellipsoidal (GPS) heights
  - 4.2 Physical heights
  - 4.3 Reference surfaces (ellipsoid, geoid, quasi-geoid)
  - 4.4 Classical vertical datums
  - 4.5 Modern vertical reference systems



## **VII SIRGAS School on Reference Systems**

**Santo Domingo, Dominican Republic, November 16 - 17, 2015**

5. Crustal deformation observation and modelling (H. Drewes)
  - 5.1 Earth structure and geodynamic processes
  - 5.2 Plate tectonics and plate kinematics
  - 5.3 Intra-plate and inter-plate crustal deformation
  - 5.4 Monitoring seismic deformations by GNSS
  
6. Ionosphere modelling and analysis (C. Brunini)
  - 6.1 Structure of the atmosphere
  - 6.2 Models of the ionosphere
  - 6.3 Observation techniques
  - 6.4 Analysis of the ionosphere
  
7. Reference system and frame for the Americas - SIRGAS (L. Sánchez)
  - 7.1 Definition, realization, purposes
  - 7.2 Organizational issues
  - 7.3 Dissemination and application of SIRGAS products

## Anexo 5: Programa del Simposio SIRGAS2015



# Simposio SIRGAS 2015

## Noviembre 18 - 20, 2015

**Auditorio principal de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña - UNPHU**  
 Av. John F. Kennedy Km 7.5, Santo Domingo, República Dominicana

### PROGRAMA / PROGRAMME

Horario <i>Timetable</i>	Miércoles 18 de noviembre <i>Wednesday, November 18th</i>	Jueves 19 de noviembre <i>Thursday, November 19th</i>	Viernes 20 de noviembre <i>Friday, November 20th</i>
08:00 - 08:30	Acreditación <i>Resgistration</i>		
08:30 - 09:00		Acreditación <i>Resgistration</i>	Acreditación <i>Resgistration</i>
09:00 - 09:30	Apertura <i>Aperture</i>	Estimación geodésica de parámetros geofísicos <i>Geodetic estimation of geophysical parameters</i>	Aplicaciones prácticas y aprovechamiento de marcos geodésicos de referencia <i>Practical applications and use of geodetic reference frames</i>
09:30 - 10:15	Avances y nuevos retos SIRGAS <i>SIRGAS advances and new challenges</i>	Pósters + Café <i>Posters + Coffee break</i>	Pósters + Café <i>Posters + Coffee break</i>
10:15 - 10:45			
10:45 - 11:15	Mantenimiento y nuevas perspectivas para el marco de referencia continental <i>Maintainance and new perspectives for the continental reference frame</i>	Sistemas de alturas, gravimetría y geoide <i>Height systems, gravimetry and geoid</i>	Aplicaciones prácticas y aprovechamiento de marcos geodésicos de referencia <i>Practical applications and use of geodetic reference frames</i>
11:15 - 12:30			
12:30 - 14:00	Pausa para el almuerzo <i>Lunch break</i>	Pausa para el almuerzo <i>Lunch break</i>	Pausa para el almuerzo <i>Lunch break</i>
14:00 - 15:15	Marcos de referencia nacionales <i>National reference frames</i>	Sistemas de alturas, gravimetría y geoide <i>Height systems, gravimetry and geoid</i>	Análisis geodésico de la deformación de la corteza terrestre <i>Geodetic analysis of the Earth's crust deformation</i>
15:15 - 16:15	Pósters + Café <i>Posters + Coffee break</i>	Pósters + Café <i>Posters + Coffee break</i>	Pósters + Café <i>Posters + Coffee break</i>
16:15 - 17:30	Marcos de referencia nacionales <i>National reference frames</i>	Sistemas de alturas, gravimetría y geoide <i>Height systems, gravimetry and geoid</i>	Análisis geodésico de la deformación de la corteza terrestre <i>Geodetic analysis of the Earth's crust deformation</i>
17:30 - 19:30			Sesión de cierre: Conclusiones, cambio de autoridades SIRGAS, invitación al Simposio SIRGAS2016 <i>Closing session: Conclusions, new SIRGAS authorities, invitation to the Symposium SIRGAS2016</i>
17:30 - 19:30	Cóctel de bienvenida <i>Ice breaker</i>		
20:00 - 23:00			Cena de despedida <i>Closing dinner</i>

*Nota: las presentaciones en formato póster estarán expuestas durante los tres días del simposio.*  
**Note: Posters will be exhibited along the three symposium days.**

**Miércoles / Wednesday: 2015-11-18**

08:00 - 09:00	Acreditación / Registration
---------------	-----------------------------

**Apertura / Aperture**

09:00 - 09:30	Apertura del Simposio: Autoridades de la UNPHU, de la IAG, del IPGH y de SIRGAS
---------------	---

**Avances y nuevos retos SIRGAS**
*SIRGAS advances and new challenges*

09:30 - 09:45	Avances SIRGAS 2011-2015 C. Brunini, J. Sánchez, V. Mackern, W. Martínez, S.R.C. de Freitas
09:45 - 10:00	Structure and main objectives of the International Association of Geodesy (IAG) 2015-2019 H. Drewes
10:00 - 10:15	El marco geodésico global para el desarrollo sostenible W.A. Martínez Díaz
10:15 - 10:30	De TIGO a AAGO H. Hase
10:30 - 10:45	Planes para la interacción entre AGGO y SIRGAS C. Brunini, H. Drewes, L. Sánchez
10:45 - 11:15	Pósters + Café

**Mantenimiento y nuevas perspectivas para el marco de referencia continental**
*Maintenance and new perspectives for the continental reference frame*

11:15 - 11:30	Evolución de la red SIRGAS-CON y acciones dentro del Grupo de Trabajo I M. V. Mackern, C. Brunini y colaboraciones de los CP
11:30 - 11:45	Resultados del Centro de Combinación SIRGAS del IBGE para el periodo de 2014 a 2015 G.L. Mantovani, W.C. Machado, A.L. da Silva, S.M.A. Costa, M.A. de Almeida Lima, N.J. de Moura Junior
11:45 - 12:00	Análisis de los efectos generados por la inclusión de los términos ionosféricos de alto orden en la generación de soluciones posicionales de alta precisión Ch. Piliavanta, R. Romero
12:00 - 12:15	Beneficios del tracking SLR a las constelaciones GNSS A.M. Pacheco, R. Podestá, S. Adarvez, Z. Yin, W. Liu, E. Actis, J. Quinteros, H. Alvis Rojas, J. Alacoria
12:15 - 12:30	Nueva estación DORIS en San Juan, Argentina R. Podestá, A.M. Pacheco, H. Alvis Rojas, E. Actis, J. Quinteros, J. Alacoria, J. Saunier
	Presentaciones en formato póster Resultados del centro oficial de procesamiento SIRGAS de Costa Rica J. Moya Zamora, S. Bastos Gutiérrez, A.L. Garita Fernández, J.F. Valverde Calderón Centro Oficial de Procesamiento SIRGAS IGM-Chile (IGM-CL) H. Parra B. Actividades del Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia, periodo 2014-2015 V. Cioce, E. Wildermann, G. Royero, R. Ceballos, D. Espinoza, M.F. Rincón, R. Morales, L. Sánchez Centro de Procesamiento SIRGAS - IBGE: actividades realizadas en el periodo 2014-2015 A.L. da Silva, M.A. de Almeida Lima, S.M.A. Costa, G.L. Mantovani Recent activities of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIRGAS) L. Sánchez Mediciones disponibles para el segundo reprocesamiento del marco de referencia SIRGAS L. Sánchez GNSS data check and evaluation using free software S.M.A. Costa, A.L. da Silva, N.J. de Moura Junior, G. Mantovani Interferometría para todos J. Pearse, J.L. Herrera, E. Suárez Torres
12:30 - 14:00	Almuerzo

**Marcos de referencia nacionales**
*National reference frames*

14:00 - 14:15	Advance and prospects on geodetic infrastructure of the Republic of Haiti R. Saiveur
14:15 - 14:30	Informe de actividades relacionadas con SIRGAS ejecutadas por el Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" (IGNTG), durante el año 2015 J. A. Cornejo González

14:30 - 14:45	Participación del INEGI en Grupo de Trabajo del Marco de Referencia Geodésico Mundial <u>G.A. González Franco</u>
14:45 - 15:00	Red Geodésica Nacional SIRGAS-Chile, presente y futuro <u>C. Ibarriaga Sáez</u>
15:00 - 15:15	Reporte argentino a SIRGAS <u>J. Moirano, A.F. Zakrajsek</u>
15:15 - 16:15	Pósters + Café
16:15 - 16:30	Sistema de referencia geodésico del Estado Plurinacional de Bolivia (SIRG-EPB) <u>A. Echalar, M. Castro</u>
16:30 - 16:45	Sostenibilidad de la red geodésica activa en Guatemala <u>G. Cruz Ramos</u>
16:45 - 17:00	Una alternativa para el mantenimiento del marco de referencia SIRGAS en Venezuela <u>V. Cioce, E. Wildermann, G. Royero, M.F. Rincón, R. Morales, C. Reinoza, F. Audemard, L. Sánchez</u>
17:00 - 17:15	Passado, presente e futuro das Atividades Geodésicas no Brasil em Apoio ao SIRGAS <u>J.P.S. Fortes, S.M.A. Costa, A.L. da Silva, R.T. Luz, M.A. Nunes, V.G. Carvalho</u>
17:15 - 17:30	Avances generados en el centro de procesamiento de datos GNSS CEPGE en la adopción del nuevo marco de referencia del Ecuador y el avance del posicionamiento en tiempo real <u>J. Gómez, J. Gaibor</u>

Jueves / Thursday: 2015-11-19

Estimación geodésica de parámetros geofísicos  
*Geodetic estimation of geophysical parameters*

09:00 - 09:15	Predicción de vapor de agua precipitable con datos de mediciones GPS utilizando una red neuronal artificial <u>R. Romero, C. Pilapanta</u>
09:15 - 09:30	Análisis del impacto del fenómeno ENOS en las coordenadas de la red SIRGAS-CON <u>R. Galván, M. Carbonetti, M. Gende, G. Brunini</u>
09:30 - 09:45	Processing a combined network of single- and dual-frequency GPS data with GAMIT/GLOBK at Soufriere Hills Volcano, Monserrat (West Indies) <u>K. Pascal, K. Palamartchouk</u>
09:45 - 10:00	Cálculo y comparación de los grupos de onda calculados para la estación TIGO (Concepción, Chile) antes y después del sismo de Concepción en 2010 <u>E.D. Antokoletz, C.N. Tocho, D.A. Piñón, S.R. Cimbaro</u>
10:00 - 10:15	Modelos geopotenciales modernos en el análisis de modelos corticales isostáticamente equilibrados <u>G. Infante, C. Tocho, D. Del Cogliano</u>
10:15 - 11:15	Pósters + Café
	Presentaciones en formato póster Equipamiento electrónico al servicio de la meteorología GNSS, diseño argentino <u>J.E. Epeloa, A.M. Meza, A. Alberto Bava, J. Moirano</u> Comparación de mapas de vapor de agua obtenidos a partir de los productos troposféricos SIRGAS, radiosondas y valores meteorológicos provenientes de un modelo del tiempo <u>A. Calori, M.V. Mackern</u> Investigación en geodesia, climatología espacial y meteorología GNSS <u>A. Meza, L.I. Fernandez, M.P. Natali, L. Mendoza, J. Moirano, J. Epeloa, C. Bianchi, J.M. Aragón Paz</u>

Sistemas de alturas, gravimetría y geoide  
*Height systems, gravimetry and geoid*

11:15 - 11:30	Establishment of an International Height Reference System in the frame of GGOS <u>J. Sánchez, J. Ihde, R. Barzaghi, H. Drewes, Ch. Foerste, G. Liebsch, U. Marti, M. Sideris</u>
11:30 - 11:45	Reflexões acerca da unificação dos sistemas verticais no âmbito do SIRGAS-GTIII <u>S.R.C. De Freitas, V.G. Ferreira, R.T. Luz</u>
11:45 - 12:00	Offsets between tide gauges in South America estimated from the filtered satellite-only mean dynamic topography <u>B. Cunderlik</u>
12:00 - 12:15	Análisis del Datum Vertical Ecuatoriano y su relación con un Sistema Vertical de Referencia Global <u>J.L. Carrión Sánchez, S.R.C. de Freitas</u>
12:15 - 12:30	Estimativa da posição atual do datum vertical brasileiro de Imbituba a partir de dados maregráficos, observações GNSS e altimetria por satélites <u>J.M. Da Silva, S.R.C. de Freitas</u>
12:30 - 14:00	Almuerzo
14:00 - 14:15	Avances y situación actual de la red de nivelación argentina <u>H.J. Guasmi, D.A. Piñón, S.R. Cimbaro</u>

14:15 - 14:30	Integración de datos altimétricos y gravimétricos para la determinación de números geopotenciales en la red geodésica nacional de Uruguay <u>J. Faure Yalbi, N. Suárez</u>
14:30 - 14:45	Deformación de un segmento de la red vertical Chilena producto del Terremoto del 27F basada en observaciones GPS y GRACE <u>H.D.C. Montecino, S.R.C. de Freitas, J.C.S. Báez, V.G. Ferreira</u>
14:45 - 15:00	Cierre de líneas de nivelación y gravimetría: Corumba - Puerto Quijarro (Brasil-Bolivia) <u>N.R. di Maio Pereira, C.A. Correa e Castro Jr, A. Echalar</u>
15:00 - 15:15	Red de referencia gravimétrica de Venezuela <u>B. E. Álvarez Rodríguez</u>
	Presentaciones en formato póster Situación actual de las redes verticales de Costa Rica y Panamá: Estrategia de vínculos para la unificación <u>A. Álvarez, G. Cordero, J. Cornejo, O. Espinoza</u> Mediciones gravimétricas en República Dominicana UNPHU
15:15 - 16:15	Pósters + Café
16:15 - 16:30	Gravimetría en Costa Rica: red de primer orden, resultados <u>G. Cordero Gamboa</u>
16:30 - 16:45	Estudios de gravedad y modelo del cuasi-geoide para América del Sur <u>D. Blitzkow, A.C.O. de Matos, G. do Nascimento Guimarães, M.C. Pacino, E.A. Lauría, M. Nunes, F. Flores, A. Echalar, N. Orihuela Guevara, R. Álvarez, J.N. Hernandez</u>
16:45 - 17:00	Integración de información altimétrica local y modelos geopotenciales en SRTM DEM. Aplicación provincia de Buenos Aires <u>J. Galván, D. Del Cogliano, C. Tocho</u>
17:00 - 17:15	Mapa preliminar de las perturbaciones de gravedad para el Ecuador <u>Ch. Barahona, A. Tierra</u>
17:15 - 17:30	Validación del funcional ondulación geoidal mediante modelos globales del geopotencial y observaciones terrestres en el Ecuador <u>B. Andrade, A. Román, A. Santacruz, A. Tierra</u>

**Viernes / Friday: 2015-11-20**
**Aplicaciones prácticas y aprovechamiento de marcos geodésicos de referencia**  
*Practical applications and use of geodetic reference frames*

09:00 - 09:15	Marcos de referencia y su rol en la georeferenciación: caso Fortín de San Jerónimo <u>J. Vélez-Rodríguez</u>
09:15 - 09:30	Tratamiento geodésico y cartográfico: marco de referencia, datum y proyección de los datos utilizados en el área exploratoria de la sub-cuenca de Guárico en Venezuela <u>J. León, J. Pérez</u>
09:30 - 09:45	Sistemas de Aumentación GNSS utilizados por la aeronáutica civil desde la perspectiva de SIRGAS <u>C. Brunini</u>
09:45 - 10:00	Individualización de zonas y rangos de deformación en Chile para proyectos de ingeniería de detalle a partir de la estandarización de parámetros cartográficos y geodésicos utilizando SIRGAS como Marco de Referencia <u>H. Castillo Becerra</u>
10:00 - 10:15	Implementación del estudio de Geodesia Tectónica en Colombia <u>J. Pearse, F. Suárez Torres, J.L. Herrera Escorcía</u>
10:15 - 11:15	Pósters + Café
11:15 - 11:30	Informe de actividades SIRGAS-RT (2013-2015) <u>G. Noguera, M.F. Camisay, R. Pérez Rodino</u>
11:30 - 11:45	Primeros resultados en la cuantificación de discrepancias entre un procesamiento en línea y soluciones finales SIRGAS <u>J. Moya Zamora, J. Cubero Quesada, C. Ocampo Murillo, M. Mora Herrera, A. Oviedo Solís</u>
11:45 - 12:00	Análisis de estrategias en posicionamiento GNSS en tiempo real usando servicios cáster NTRIP <u>R. Pérez Rodino</u>
12:00 - 12:15	PPP como herramienta para la densificación de redes geodésicas de control básico <u>M. Hoyer, G. Acuña</u>
12:15 - 12:30	Implementación de los servicios de estaciones virtuales y de transmisión de corrección diferencial en tiempo real <u>A. Umbarila, O.A. López, F.J. Mora, O.A. Suárez, S. Venegas, J.J. Moisés</u>
	Presentaciones en formato póster Marco de referencia geodésico SIRGAS-Ñuble <u>S. Quiñones Guzmán</u> Monitorización a tiempo real de estaciones GNSS y su relación con las coordenadas SIRGAS <u>L.M. Mateo, M.F. Camisay, M.V. Mackern, L. Di Marco</u>

12:20 - 14:00	Almuerzo
---------------	----------

**Análisis geodésico de la deformación de la corteza terrestre**  
*Geodetic analysis of the Earth's crust deformation*

14:00 - 14:15	Kinematics of the SIRGAS Reference Frame <u>J. Sánchez</u>
14:15 - 14:30	Post-seismic crustal deformations after the 2010 earthquakes in Latin America <u>J. Drewes, L. Sánchez</u>
14:30 - 14:45	Crustal displacements due to seasonal cycles and longer-term trends in surface loading of the solid earth <u>J. Heck, M. Bevis, A. Echalar, K. Ahlgren, D. Caccamise, E. Kendrick</u>
14:45 - 15:00	Monitoreo en el tiempo de desplazamientos tectónicos de las CORS dominicanas <u>A. Holsteinson, J. Peña</u>
15:00 - 15:15	Velocidades y desplazamientos en el pacífico Colombo-Ecuatoriano con base en datos de estaciones GNSS durante 2005-2015 <u>O.D. Bolyar Fonseca, J.J. Sánchez Aguilár</u>
15:15 - 16:15	Pósters + Café
16:15 - 16:30	MARVEL: red GNSS para el monitoreo de la cinemática de Costa Rica <u>J. Moya Zamora, S. Bastos Gutiérrez, J.F. Valverde Calderón, A.L. Garita Fernández, Á. Álvarez Calderón</u>

**Sesión de cierre**  
*Closing session*

16:30 - 17:30	Conclusiones, cambio de autoridades SIRGAS, invitación al Simposio SIRGAS2016
---------------	---

## Anexo 6: Asistentes a la Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia y al Simposio SIRGAS2015



# Simposio SIRGAS 2015

## y VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia

Santo Domingo, República Dominicana  
Noviembre 16 - 20, 2015



*Asistentes a la VII Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia. Santo Domingo, República Dominicana, noviembre 16 y 17 de 2015.*



*Asistentes al Simposio SIRGAS2015. Santo Domingo, República Dominicana, noviembre 18, 19 y 20 de 2015.*

*E: asistente escuela (school participant), S: asistente simposio (symposium participant)*

Nombre/Name Entidad/Affiliation País/Country	E-mail	E/S
Acosta Manuel Arias Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	manuel.arias22@hotmail.com	S
Almanzar de Los Santos Yvelisse Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	yvalmas@gmail.com	S
Almánzar José Gabriel Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	ventas@geomatica.bi	S
Álvarez Calderón Álvaro Instituto Geográfico Nacional Costa Rica	aalvarez.igncr@gmail.com	S

Álvarez Rodríguez Ruber Eduardo Instituto Geografico de Venezuela Simón Bolívar Venezuela	rear911@gmail.com	E/S
Andrade Suárez Bryan Isael Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador	bryandrade@hotmail.com	S
Antokoletz Ezequiel Darío Universidad Nacional de La Plata Argentina	ezequiel.antokoletz@gmail.com	S
Apú Bolaños Arturo Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Costa Rica	aapau2009gmail.com	S
Araque Ruíz Moises Samuel Atteco Rep. Dominicana	atteco@atteco.com.do	S
Barahona Pazos Christian Armando Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador	chris_abp@hotmail.com	S
Belliard Castillo Dionisio Enríque Lexgeo Rep. Dominicana	n.medina@lexgeo.com	S
Benzan German Moisés Rep. Dominicana		S
Benzan Valette Laura M. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Benzan Valette Moisés Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Bolívar Fonseca Omar David Universidad Nacional de Colombia Colombia	davbolivar@gmail.com	E/S
Brito Sánchez Suleika María Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	suleikabrito@gmail.com	S
Brunini Claudio Universidad Nacional de La Plata Argentina	claudiobrunini@yahoo.com	E/S
Caccamise Dana J. National Geodetic Survey (NGS), NOAA USA	dana.caccamise@noaa.gov	E/S
Carrión Sánchez José L. Universidade Federal do Parana Brasil	josecarrions@hotmail.com	E/S
Castillo Becerra Héctor Félix Ministerio de Obras Publicas, Dirección de Vialidad Región Metropolitana Chile	hector.castillo.b@mop.gov.cl	E/S
Cioce Víctor La Universidad del Zulia Venezuela	vcioce@fing.luz.edu.ve	E/S
Concepción Ramírez Lourdes Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	lconcepción@unphu.edu.do	E/S
Contreras Angie Petrolera SINOVENSA - PDVSA Venezuela	contrerasaex@pdvsa.com	E/S
Cordero Gamboa Gabriela Universidad Politécnica de Madrid	gacogamboa@gmail.com	S

Costa Rica		
Cordero Villalba Diego Alejandro Atteco Rep. Dominicana	atteco@atteco.com.do	E/S
Cornejo González Javier A. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia Panamá	jcornejo1223@gmail.com	E/S
Cornielle María Rocío Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	mc140655@unphu.edu.do	S
Correa e Castro Jr. Carlos Alberto Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Brasil	carlos.junior@ibge.gov.br	S
Correia de Freitas Sílvio Rogerio Universidade Federal do Parana Brasil	sfreitas@ufpr.br	S
Costa Sonia Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Brasil	sonia.alves@ibge.gov.br	S
Cruz Ramos Oscar Instituto Geográfico Nacional Guatemala	ing.ocruz@yahoo.es	E/S
Čunderlík Robert Slovak University of Technology Slovakia	cunderli@svf.stuba.sk	E/S
Da Silva Luciana María Universidade Federal do Parana Brasil	lumasilva15@gmail.com	E/S
De La Cruz Hodai Kazumi Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	ventas@geomatica.bi	E/S
De la Rosa Julio Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	juliorichard.ingcivil@gmail.com	S
De Obaldia Valdés Franklin Universidad Nacional Costa Rica	franklin.deobaldia.valdes@una.cr	E/S
Díaz Isamara Inst Téc. Sup. Comun. , (ITSC) Rep. Dominicana	isamara.diaz@itsc.edu.do	E/S
Díaz Juan A. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	jd14-0385@unphu.edu.do	S
Díaz Tavares Carmen Lissette Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	lissettediazt@gmail.com	S
Dipré Ramírez Waddy G. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	waddydipre@gmail.com	S
Domínguez Osorio Karen Pricila		S
Drewes Hermann Asociación Internacional de Geodesia Alemania	h.drewes@tum.de	E/S
Duarte Fabian Rudy Starling Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	ventas@geomatica.bi	S
Echalar Arturo Instituto Geográfico Militar Bolivia	echalar690630@yahoo.fr	S

Espinoza Dhanniela La Universidad del Zulia Venezuela	vcioce@fing.luz.edu.ve	E/S
Espinoza J. Omar E. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia Panamá	hmendieta@anati.gob.pa	E/S
Espinoza Miguel Universidad Tecnológica de Panamá Panamá	miguelespinoza58@gmail.com	E/S
Estrella Paredes Carlos Manuel Instituto Geográfico Militar Ecuador	carlos.estrella@mail.igm.gob.ec	E/S
Fang Peng Universidad de California USA	pfang@ucsd.edu	S
Félix Florián Euclides Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	ef15@unphu.edu.do	S
Fernandez Mañaná Víctor Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	viticofer.25@gmail.com	S
Fráas Cordero Domingo A. UASD (S.F.M.) Rep. Dominicana	domingofrias7@gmail.com	S
Galván Lucrecia del Carmen UNSE-FCEYT Argentina	claudia.nfnt@gmail.com	S
Glen Núñez Mario Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
González Franco Guido Alejandro Instituto Nacional de Estadística y Geografía México	guido.gonzalez@inegi.org.mx	E/S
González Nelson Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	nelsongonzalez01@hotmail.com	S
González Orlando Petróleos de Venezuela Venezuela	orlandogonzalez1003@gmail.com	E/S
Guagni Hernán Instituto Geográfico Nacional Argentina	hguagni@ign.gob.ar	S
Guevara Lima José Ricardo Instituto Geográfico Agustín Codazzi Colombia	jguevara@igac.gov.co	S
Hase Hayo Bundesamt für Geodäsie und Kartographie Alemania	hayo.hase@bkg.bund.de	S
Heck Jacob The Ohio State University USA	heck.80@osu.edu	S
Herrera José Luis Universidad Distrital Francisco José de Caldas Colombia	jlherrera@correo.udistrital.edu.co	E/S
Holsteinson Alexander Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	aholsteinson@geomatica.biz	E/S
Hoyer Melvin La Universidad del Zulia	melvinhoyer@gmail.com	S

Venezuela		
Iseña Soriano Enmanuel José Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	enjois50@hotmail.com	S
Iturriaga Cristian Instituto Geográfico Militar Chile	inv.des@igm.cl	E/S
Jiménez Durán Teodoro de Jesús Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	teodoro.jimenez@ambiente.gob.do	E/S
Jones Emilio Antonio Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	ej13-0914@unphu.edu.do	S
Juárez Ayala Joel Jonás Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia Panamá	jjuarez@anati.gob.pa	E/S
Lara de Los Santos Zahide Maribel Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	zl09-0638@unphu.edu.do	S
Livia Infante Claudia Universidad Nacional de Santiago del Estero Argentina	claudia.nfnt@gmail.com	E/S
Lockhart Guerrero José Rafael Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	jl15-2462@unphu.edu.do	S
Mackern María Virginia Universidad Nacional de Cuyo Argentina	vmackern@mendoza-conicet.gob.ar	E/S
Marchant Avila Maicol Max GEORBIS Ltda. Chile	marchant.mma@gmail.com	E/S
Márquez Prieto Antonio Mediciones Científicas e Industriales C. A., MECINCA Venezuela	mecinca@mecinca.net	E/S
Marte Ramírez Duany Yadelco Rep. Dominicana	duanymarte@hotmail.com	E/S
Martínez Díaz William Departamento Administrativo Nacional de Estadística Colombia	wialmadi@gmail.com	E/S
Martínez Núñez Reymond Alberto Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	reymondmartinezdux@gmail.com	S
Martínez Pereyra Wagner Yey Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Mateo Carlos Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	carlosmateo0912@unphu.edu.do	S
Matos Joe Inst Téc. Sup. Comun. , (ITSC) Rep. Dominicana	joematos22@hhotmail.com	E/S
Mena Adrian Arturo Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Molina Rodríguez Felix Víctor Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	victorgeomatica@gmail.com	S
Montero Sócrates Jurisdicción Inmobiliaria	indianar60@hotmail.com	E/S

Rep. Dominicana		
Montero Castillo Sebastian Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados Costa Rica	datosaacr@gmail.com	E/S
Montero Matos Raúl José Rep. Dominicana		S
Mora Camacho Laura Registro Nacional Costa Rica	smprsrnp@ice.co.cr	S
Morillo Moises Vicente Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Moya Zamora Jorge Universidad Nacional Costa Rica	jorge.moya.zamora@una.cr	S
Nieves Espiritusanto Federico A. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	fn11-1330@unphu.edu.do	S
Núñez Rafael UASD (S.F.M.) Rep. Dominicana	domingofrias7@gmail.com	S
Oliveira Cancoro Ana Cristina De Matos Universidade de São Paulo Brasil	acocmatos@gmail.com	S
Ortíz Ana Miguelina UAPA Rep. Dominicana	miguelinaortiz@f.uapa.edu.do	S
Ortíz Leonor Inst Téc. Sup. Comun. (ITSC) Rep. Dominicana	leonor.ortiz@itsc.edu.do	E/S
Pacheco Ana María Observatorio Astronómico Félix Aguilar Argentina	pachecoanam@yahoo.com.ar	S
Pacheco Luciano José Angel		S
Parédes R. Wilonel Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	wilonel.@gmail.com	S
Parra B. Héctor Instituto Geográfico Militar Chile	hparrita@gmail.com	E/S
Pascal Karen Montserrat Volcano Observatory Montserrat, West Indies	Karen.Pascal@sta.uwi.edu	E/S
Pearse Jillian Universidad de Los Andes Colombia	j.pearse@uniandes.edu.co	E/S
Pelegrín María Cipriana Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	mp6147@unphu.edu.do	S
Peña Hernández José Román Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	jpena@geomatica.biz	E/S
Pérez Osiris Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	controlsig@gmail.com	S
Pérez Rodino Roberto Universidad de la República Uruguay	rodino@fing.edu.uy	E/S

Pichardo Ruales Alberi Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	alberipichardo@hotmail.com	E/S
Pilapanta A. Christian G. Instituto Geográfico Militar del Ecuador Ecuador	cgpilapanta@gmail.com	S
Piña Acuña Víctor Jaime CODELCO Chile	jaimepina@hotmail.com	E/S
Podestá Ricardo César Observatorio Astronómico Félix Aguilar Argentina	ricpod@hotmail.com	S
Quiñones Guzmán Susana GEORBIS Ltda Chile	sq.geomensura@gmail.com	E/S
Ramírez de León Arturo Bladimir Atteco Rep. Dominicana	atteco@atteco.com.do	S
Ramírez Garib Karla Elisa Lexgeo Rep. Dominicana	n.medina@lexgeo.com	S
Reyes Ramón Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Reyes Ramses Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Reynoso Rodríguez Mannelisa Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	mannelisareynoso@gmail. Com	S
Rincón Gustavo Venezuela	rincon_gustavo@yahoo.es	E/S
Rodríguez Asilis Hector Yamil Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	yamilrod@outlook.com	E/S
Rodríguez Juan Elias Inst Téc. Sup. Comun. (ITSC) Rep. Dominicana	maya-7213@hotmail.com	S
Rodríguez Martínez Deliza María Agridicon, SRL Rep. Dominicana	deliza09@hotmail.com	S
Rodríguez Mejía José Gustavo Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	jr2472@unphu.edu.do	E/S
Rodríguez Paulino Enmanuel Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	er6963@unphu.edu.do	E/S
Rodríguez Rodríguez Guillermo Registro Nacional Costa Rica	grodiguez@rnp.go.cr	S
Román Salguero Alejandra Belén Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Ecuador	amoon2819@hotmail.com	S
Roque Alvarez Jeyson Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Rosa Pichardo Bolívar Yotuel Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	agrim.bolivarrosa@gmail.com	E/S

Ruíz Flores Karen Universidad Nacional Costa Rica	betcheva23@gmail.com	E/S
Ruíz Peña José Raúl Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Samboy Byan Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Sanabria Valentín Héctor Manuel Col. Ing. Agrimensores. P.R. CIAPR Puerto Rico	hsanabria@hlcgroup.com	E/S
Sánchez Laura Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München Alemania	lm.sanchez@tum.de	E/S
Santana Núñez Wander Eligio Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	ventas@geomatica.bi	S
Sauveur Renaldo CNIGS Haití	renaldosauveur@yahoo.fr	E/S
Segura de La Cruz Estéban Holsteinson & Asociados, S.R.L. (HOLASA) Rep. Dominicana	ventas@geomatica.bi	S
Souto Fortes Luíz Paulo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Brasil	luiz.fortes@ibge.gov.br	S
Suárez Matías Juan Genaro UASD Rep. Dominicana	agmjg19@gmail.com	E/S
Suárez Torres Edilberto Universidad Distrital Francisco José de Caldas Colombia	esuarez@udistrital.edu.co	S
Tavarez Jiménez Aury Marleny Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Taveras Polanco Eugenio Leopoldo Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	et1949@unphu.edu.do	E/S
Tocho Claudia Universidad Nacional de La Plata Argentina	ctocho@yahoo.com.ar	S
Troncoso Morales Bolívar Presidente de la Sección Nacional del IPGH en la R.D. Rep. Dominicana	bolivar.troncoso@dominicana.net.do	S
Urbina Cepeda Ricardo Octavio Instituto Geográfico Militar del Ecuador Ecuador		E/S
Valdez Medina Emixi Sthefani Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	emixivaldez@gmail.com	S
Valverde Calderón José Francisco Universidad Nacional Costa Rica	joval2172003@gmail.com	S
Vargas Díaz Raúl Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	rv13-1518@unphu.edu.do	S
Velásquez Cárdenas Rolando	rvelasquez54@hotmail.com	E/S

Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia Panamá		
Vélez Rodríguez Linda Lizabeth Universidad de Puerto Rico Puerto Rico	<a href="mailto:linda.velez@upr.edu">linda.velez@upr.edu</a>	S
Veloz Pérez Lewis Alberto Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana		S
Weber Mejía Gilberto Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña Rep. Dominicana	<a href="mailto:kgilbert11@gmail.com">kgilbert11@gmail.com</a>	S