

Guía para la coordinación de la Red SIRGAS de Operación Continua (SIRGAS-CON)

*Versión 1.4, marzo 13 de 2017
(Edición anterior: Versión 1.3, agosto 1 de 2013)*

Modificaciones:

Marzo 2017. Se actualizan algunos enlaces de la Internet.

Agosto 2013. Se actualizan algunos enlaces de la Internet.

Julio 2011. Se cambia “CPAGS-LUZ: Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS del Laboratorio de Geodesia Física y Satelital de la Universidad del Zulia (Venezuela)” por “CPAGS-LUZ: Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (Venezuela)”

Enero 2010. Se excluyen los listados de los Centros Operadores de estaciones SIRGAS-CON y de los Centros Nacionales de Datos (Anexos 1 y 2), aclarando que un listado actualizado de los mismos se encuentra disponible en www.sirgas.org.

Enero 2009. Se agregan “Dirección General de Catastro, Ministerio de Hacienda y Finanzas, Gobierno La Pampa (DGC La Pampa), Argentina” y “Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador” como Centros Operadores de estaciones SIRGAS-CON.

Este documento describe los componentes de la Red SIRGAS de Operación Continua (SIRGAS-CON), sus responsabilidades e interacción. El mismo ha sido preparado por el SIRGAS-GTI y complementado con las recomendaciones formuladas por varios colegas. SIRGAS agradece esta valiosa colaboración.

Con el propósito de mantener al día el presente documento, le invitamos comedidamente a enviar sus comentarios, preguntas o sugerencias a Víctor Cioce, presidente del SIRGAS-GTI: Sistema de referencia (vcioce@fing.luz.edu.ve).

La realización (materialización) de SIRGAS se adelantó inicialmente, mediante dos campañas GPS, la primera en 1995 (SIRGAS95) con 58 estaciones y, la segunda en 2000 (SIRGAS2000) con 184 estaciones. Actualmente, SIRGAS está materializado por una red de estaciones GNSS de funcionamiento continuo con coordenadas de alta precisión (asociadas a una época específica de referencia) y sus cambios a través del tiempo (velocidades de las estaciones). La red SIRGAS de operación continua (SIRGAS-CON) está compuesta por más de 400 estaciones, ver www.sirgas.org. La operabilidad de SIRGAS-CON se fundamenta en la contribución voluntaria de más de 50 entidades, que han instalado las estaciones y se ocupan de su operación adecuada para, posteriormente, 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 permanentes y, teniendo presente que dichas estaciones deben ser integradas consistentemente en el marco de referencia continental, la red SIRGAS-CON comprende:

- a) 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.



- b) 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.

Las soluciones semanales libres (*loosely constrained*) de las redes nacionales son combinadas con la red continental asegurando que las posiciones y velocidades de todas las estaciones (continentales y de densificación) sean compatibles entre sí. Los productos finales de la red SIRGAS-CON son:

- soluciones semanales libres para la integración de SIRGAS en el políedro global del IGS y para la generación de soluciones multianuales;
- coordenadas semanales ajustadas al ITRF (referidas a la época de observación) para aplicaciones prácticas en América Latina;
- soluciones multianuales (acumuladas) con posiciones y velocidades ajustadas al ITRF para aplicaciones prácticas y científicas que requieran de la variabilidad de las coordenadas geodésicas con el tiempo.

El Grupo de Trabajo I de SIRGAS (Sistema de Referencia) se encarga de la coordinación general de las actividades relacionadas con la instalación, operación, administración y procesamiento de las estaciones SIRGAS-CON. Las estrategias, políticas y prioridades de análisis son definidas de común acuerdo con el Comité Ejecutivo de SIRGAS, de modo que se tengan en cuenta las necesidades de los sistemas nacionales de referencia (actividades coordinadas por el Grupo de Trabajo II de SIRGAS: SIRGAS en el ámbito nacional) y del nuevo sistema vertical unificado para SIRGAS (actividades coordinadas por el Grupo de Trabajo III de SIRGAS: Datum Vertical). El SIRGAS-GTI se concentra especialmente en la coordinación de la interrelación entre los operadores de las estaciones permanentes, los centros de datos y los centros de análisis, estableciendo y divulgando los estándares y guías de acción correspondientes, así como, controlando la calidad, confiabilidad y oportunidad de los productos SIRGAS-CON. Este Grupo de Trabajo también se encarga del proceso de incorporación de nuevas estaciones permanentes a la red SIRGAS-CON.

Los principales componentes de la red SIRGAS-CON son:

- Centros Operadores (CO)
- Centros Nacionales de Datos (CND)
- Centro Regional de Datos (CRD)
- Centros de Procesamiento (CP)
- Centros de Combinación (CC)
- Coordinador de la Red

Centros Operadores (CO): son entidades encargadas de garantizar el adecuado funcionamiento de una o varias estaciones GNSS de operación continua (i.e. de una red local o nacional). El listado de los Centros Operadores existentes se encuentra disponible en <http://www.sirgas.org/index.php?id=180&L>. Entre sus responsabilidades se destacan (ver “*Procedimiento para inscribir una nueva estación en la red SIRGAS-CON*”):



1. Instalar, poner en funcionamiento y operar receptores y antenas GNSS de acuerdo con los estándares correspondientes a estaciones geodésicas de referencia;
2. Evaluar las observaciones registradas por las estaciones a su cargo, convertir dichas observaciones a formato RINEX (Receiver Independent Exchange Format), comprimir en formato Hatanaka los archivos RINEX generados y poner a disposición los mismos vía Internet, de modo que los Centros Nacionales de Datos puedan distribuirlos entre los Centros de Procesamiento SIRGAS dentro de los dos días siguientes a la fecha de observación;
3. Mantener actualizados y enviar oportunamente al Coordinador de la Red los *site log files* de las estaciones a su cargo;
4. Informar oportunamente a los Centros Nacionales de Datos y a los Centros de Procesamiento SIRGAS sobre problemas de funcionamiento que se presenten en alguna de las estaciones a su cargo. Para el efecto, debe utilizarse la herramienta *SIRGAS Mail Exploder* (ver <http://sirmail.dgfi.tum.de/>).

Centros Nacionales de Datos (CND): son entidades encargadas de administrar (acopiar, almacenar y proveer) las observaciones de una red dada (local o nacional). Estos Centros de Datos ponen a disposición de los usuarios, incluyendo a los Centros de Procesamiento SIRGAS, los archivos RINEX en formato Hatanaka de las estaciones a su cargo. El listado de los Centros Nacionales de Datos existentes se encuentra disponible en <http://www.sirgas.org/index.php?id=180&L>. Entre sus responsabilidades se destacan (ver **“Procedimiento para inscribir una nueva estación en la red SIRGAS-CON”**):

1. Acopiar las observaciones registradas por las estaciones GNSS de operación continua pertenecientes a un marco nacional de referencia;
2. Poner dichas observaciones a disposición de los Centros de Procesamiento SIRGAS dentro de los dos días siguientes a la fecha de observación y preferiblemente a través del protocolo FTP;
3. Informar oportunamente a los Centros de Procesamiento SIRGAS sobre la interrupción en el flujo de archivos RINEX de cualquiera de las estaciones a su cargo. Para el efecto, debe utilizarse la herramienta *SIRGAS Mail Exploder* (ver <http://sirmail.dgfi.tum.de/>).
4. Si el Centro Operador correspondiente no lo hace; evaluar las observaciones registradas por las estaciones a su cargo, convertir dichas observaciones a formato RINEX, comprimir en formato Hatanaka los archivos RINEX generados y poner a disposición los mismos vía Internet, de modo que los Centros de Procesamiento SIRGAS puedan acceder a los datos dentro de los dos días siguientes a la fecha de observación,
5. Si el Centro Operador correspondiente no lo hace, mantener actualizados y enviar oportunamente al Coordinador de la Red los *site log files* de las estaciones a su cargo.

Nota: Dentro de SIRGAS, muchos Centros Nacionales de Datos coinciden con los Centros Operadores de las estaciones pertenecientes a los marcos nacionales de referencia. En estos casos, tanto los unos como los otros deben seguir las indicaciones dadas para ambos, i.e. para los Centros Operadores y para los Centros Nacionales de Datos.



Centro Regional de Datos (CRD): se encarga de acopiar y almacenar a largo plazo las observaciones (archivos RINEX) de las estaciones SIRGAS-CON procesadas por el Centro de Análisis Asociado del IGS para SIRGAS IGS-RNAAC-SIR (*IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS*), las cuales, desde la semana GPS 1495 (agosto 31 de 2008), corresponden con las estaciones integradas en la red continental SIRGAS-C. El Centro Regional de Datos SIRGAS opera actualmente en el Instituto Alemán de Investigaciones Geodésicas DGFI-TUM (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Technische Universität München*, Alemania) y al igual que los Centros de Procesamiento SIRGAS, no está autorizado a ceder a terceros los archivos RINEX de las estaciones procesadas. Para el efecto, los interesados en dichas observaciones deben contactar directamente a los responsables de las estaciones, es decir a los Centros Nacionales de Datos o, en su defecto, a los Centros Operadores.

Centros de Procesamiento (CP): son entidades que adelantan el procesamiento (cálculo) rutinario de un conjunto de estaciones SIRGAS-CON determinado (i.e. la red continental SIRGAS-C o una o varias redes nacionales SIRGAS-N), generando soluciones semanales libres (*loosely constrained*) para las coordenadas de dichas estaciones. La red SIRGAS-C es procesada por el IGS-RNAAC-SIR (i.e. DGFI-TUM, Alemania), mientras que las redes nacionales SIRGAS-N son calculadas por los Centros de Procesamiento Locales SIRGAS, los cuales, actualmente son: CEPGE: Centro de Procesamiento de datos GNSS del Ecuador, Instituto Geográfico Militar (Ecuador), CNPDG-UNA: Centro Nacional de Procesamiento de Datos GNSS, Universidad Nacional (Costa Rica), CPAGS-LUZ: Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (Venezuela), IBGE: *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (Brasil), IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Colombia), IGM-CL: Instituto Geográfico Militar (Chile), IGN-Ar: Instituto Geográfico Nacional (Argentina), INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México), SGM-Uy: Servicio Geográfico Militar (Uruguay).

Las soluciones semanales individuales son combinadas entre sí para generar los productos finales de la red SIRGAS-CON (i.e. soluciones semanales libres; posiciones asociadas a una época de referencia; y soluciones acumuladas con posiciones y velocidades para todas las estaciones SIRGAS-CON). Estos productos son puestos a disposición de los usuarios SIRGAS a través del sitio web www.sirgas.org. Entre las responsabilidades de los Centros de Procesamiento SIRGAS se destacan:

1. Generar y entregar a los Centros de Combinación SIRGAS soluciones diarias y semanales libres (*loosely constrained*) para las coordenadas de las estaciones incluidas en la red a su cargo. Dichas soluciones deben presentarse en formato SINEX (*Software Independent Exchange*) dentro de las tres semanas siguientes a la fecha de observación. Los archivos SINEX deben incluir todas las restricciones o condiciones (*constraints*) introducidas previamente para hacer la estimación de los parámetros durante el ajuste;
2. Seguir estrictamente los estándares y guías emitidos por el IGS (*International GNSS Service*), así como las opciones de procesamiento específicas para SIRGAS definidas por el SIRGAS-GTI en el documento **“Guía para los Centros de Análisis SIRGAS”**;
3. Suscribirse al *SIRGAS Mail Explorer* para mantenerse informados sobre los eventos que reporten los Centros Operadores y Centros Nacionales de Datos relacionados con



las estaciones a su cargo. El proceso de inscripción al *SIRGAS Mail Exploder* se describe en <http://sirmail.dgfi.tum.de/>.

4. Suscribirse al *IGS Station Exploder* y al *IGS Mail Exploder* para mantenerse informado sobre cambios en las estaciones globales del IGS y recibir anuncios de relevancia para la comunidad IGS. Las instrucciones para la suscripción a estos dos *mail exploder* se describe en <http://www.igs.org/mail>.

Centros de Combinación (CC): son entidades responsables de la combinación de las soluciones semanales libres (*loosely constrained*) generadas para las redes nacionales SIRGAS-N con las soluciones equivalentes calculadas para la red continental SIRGAS-C. Actualmente, los Centros de Combinación SIRGAS son DGFI-TUM e IBGE. Entre sus principales responsabilidades se destacan (ver “*Guía para los Centros de Análisis SIRGAS*”):

1. Comparar las soluciones semanales (posiciones de las estaciones en formato SINEX) generadas individualmente por los Centros de Procesamiento y combinarlas en una solución unificada que incluya todas las estaciones SIRGAS-CON (red continental SIRGAS + redes nacionales SIRGAS-N);
2. Eliminar de las soluciones individuales remitidas por los Centros de Procesamiento aquellas estaciones cuyas posiciones presenten diferencias extremas con respecto a las coordenadas obtenidas en la solución combinada;
3. Revisar las soluciones generadas por los Centros de Procesamiento y formular las propuestas necesarias para garantizar la generación rutinaria de soluciones consistentes para las diferentes subredes. Este proceso debe llevarse a cabo de común acuerdo con el Coordinador de la Red;
4. Generar soluciones semanales libres (*loosely constrained*) en formato SINEX, soluciones semanales fijas (coordenadas ajustadas al ITRF y referidas a la época de observación) y soluciones multianuales acumuladas (posiciones + velocidades) basadas en la combinación semanal de las soluciones individuales remitidas por los Centros de Procesamiento. Los productos semanales deben estar disponibles dentro de las cuatro semanas siguientes a la fecha de observación;
5. Reportar los principales resultados de la comparación de las soluciones individuales remitidas por los Centros de Procesamiento en formato SINEX, incluyendo el RMS no ponderado para cada uno de ellos con respecto a la solución combinada;
6. Adelantar análisis de las series de tiempo generadas a partir de las coordenadas de las estaciones, para identificar y corregir saltos o errores groseros en las mismas;
7. Informar al Coordinador de la Red acerca de problemas o irregularidades que se presenten en la combinación;
8. Designar especialistas que se ocupen de investigar problemas específicos relacionados con la combinación.

DGFI-TUM, en su calidad de IGS-RNAAC-SIR, se encarga de remitir las soluciones semanales libres (*loosely constrained*) de la totalidad de la red (combinación de SIRGAS-C con las redes nacionales SIRGAS-N) al IGS para el cálculo del poliedro global y de generar las soluciones



multianuales con posiciones y velocidades para todas las estaciones SIRGAS-CON (red continental SIRGAS-C + redes nacionales SIRGAS-N).

Nota: Los Centros de Procesamiento SIRGAS y los Centros de Combinación SIRGAS son también llamados Centros de Análisis SIRGAS.

Coordinador de la Red: se encarga de la organización general de la red SIRGAS-CON y de sus componentes. Éste corresponde al Presidente del SIRGAS-GTI y también se llama Coordinador de SIRGAS-CON. Sus principales responsabilidades son:

1. Mantener contacto permanente y asesorar cuando sea necesario a los componentes de la red SIRGAS-CON (Centros Operadores, Centros Nacionales de Datos, Centros de Procesamiento y Centros de Combinación);
2. Garantizar la disponibilidad de un *site log file* actualizado para cada estación SIRGAS-CON;
3. Revisar los *site log files* remitidos por los Centros Operadores y los Centros Nacionales de Datos;
4. Requerir anualmente una versión actualizada de todos los *site log files* a los Centros Operadores y a los Centros Nacionales de Datos involucrados en SIRGAS;
5. Decidir, de común acuerdo con el Comité Ejecutivo de SIRGAS, la adición (o exclusión) de una estación permanente;
6. Indicar a cada Centro de Procesamiento SIRGAS las estaciones que debe calcular;
7. Informar, a través del *SIRGAS Mail Exploder*, la integración de nuevas estaciones a SIRGAS, especificando los Centros de Procesamiento responsables de su cálculo;
8. Diseñar procedimientos y promover las acciones necesarias para mejorar las actividades de cada uno de los componentes de SIRGAS-CON;
9. Informar a los componentes de SIRGAS-CON sobre las innovaciones que se sucedan en los estándares del IGS y coordinar su introducción en las actividades SIRGAS-CON correspondientes;
10. Coordinar la generación, actualización y aplicación adecuada de las estrategias de procesamiento;
11. Coordinar y controlar el adecuado flujo de datos entre los diferentes componentes de SIRGAS-CON;
12. Mantener, en el sitio FTP de SIRGAS, versiones actualizadas de los archivos necesarios para un procesamiento homogéneo de las estaciones SIRGAS-CON, especialmente los relacionados con las correcciones a las variaciones de los centros de fase de las antenas GNSS, los equipos de las estaciones (receptores y antenas), la altura de las antenas de las estaciones, etc.;
13. Asesorar a aquellas entidades que quieran convertirse en un Centro de Procesamiento SIRGAS. Dichas entidades deben iniciarse como Centros Experimentales y satisfacer los requerimientos definidos por SIRGAS para convertirse en Centros Oficiales (ver *“Guía para los Centros de Análisis SIRGAS”*). El período de prueba es de un año. La



- aceptación o rechazo de un nuevo Centro de Procesamiento SIRGAS se decide de común acuerdo entre el Coordinador de la Red y el Comité Ejecutivo de SIRGAS;
14. Solicitar a todos los Centros de Procesamiento (oficiales y experimentales), así como a los Centros de Combinación, un reporte anual de actividades;
 15. Preparar cada año un reporte de las actividades desarrolladas en el marco de la red SIRGAS-CON para ser presentado al Consejo Directivo de SIRGAS;
 16. Organizar reuniones y talleres de trabajo enfocados a los diferentes aspectos de la red SIRGAS-CON;
 17. Proponer y colaborar con estudios y proyectos relacionados con la operación, análisis y generación adecuada de productos basados en la red SIRGAS-CON.