

Actividades del Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia) durante el período 2019-2020

V. Cioce¹, S. Alves², A. da Silva², M. de Almeida², G. Mantovani², L. Sánchez³, E. Aleuy⁴, S. Rozas⁴, I. Parada⁴, C. Reyes⁴, G. Aguilera⁴, M. Amores⁵, A. Martínez⁵, E. Parra⁵, C. Quiroga⁵, B. Quelal⁵, D. España⁵, D. Cisneros⁵, H. Guagni⁶, D. Piñon⁶, S. Cimbaro⁶, O. Rodríguez⁷, D. Cortes⁷, S. León⁷, G. González⁸, J. Gasca⁸, G. Gaytán⁸, G. Caubarrère⁹, R. Silveira⁹, L. da Costa⁹, A. Pereyra⁹, M. Gándara⁹, V. Valetta⁹, V. Camacho⁹, J.A. Tarrío¹⁰, M. Silva¹⁰, J. Borcosque¹⁰, J. Inzunza¹⁰, F. Isla¹⁰

¹Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela

²Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Brasil

³Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), Alemania

⁴Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile

⁵Instituto Geográfico Militar (IGM), Ecuador

⁶Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina

⁷Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Colombia

⁸Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México

⁹Instituto Geográfico Militar (IGM), Uruguay

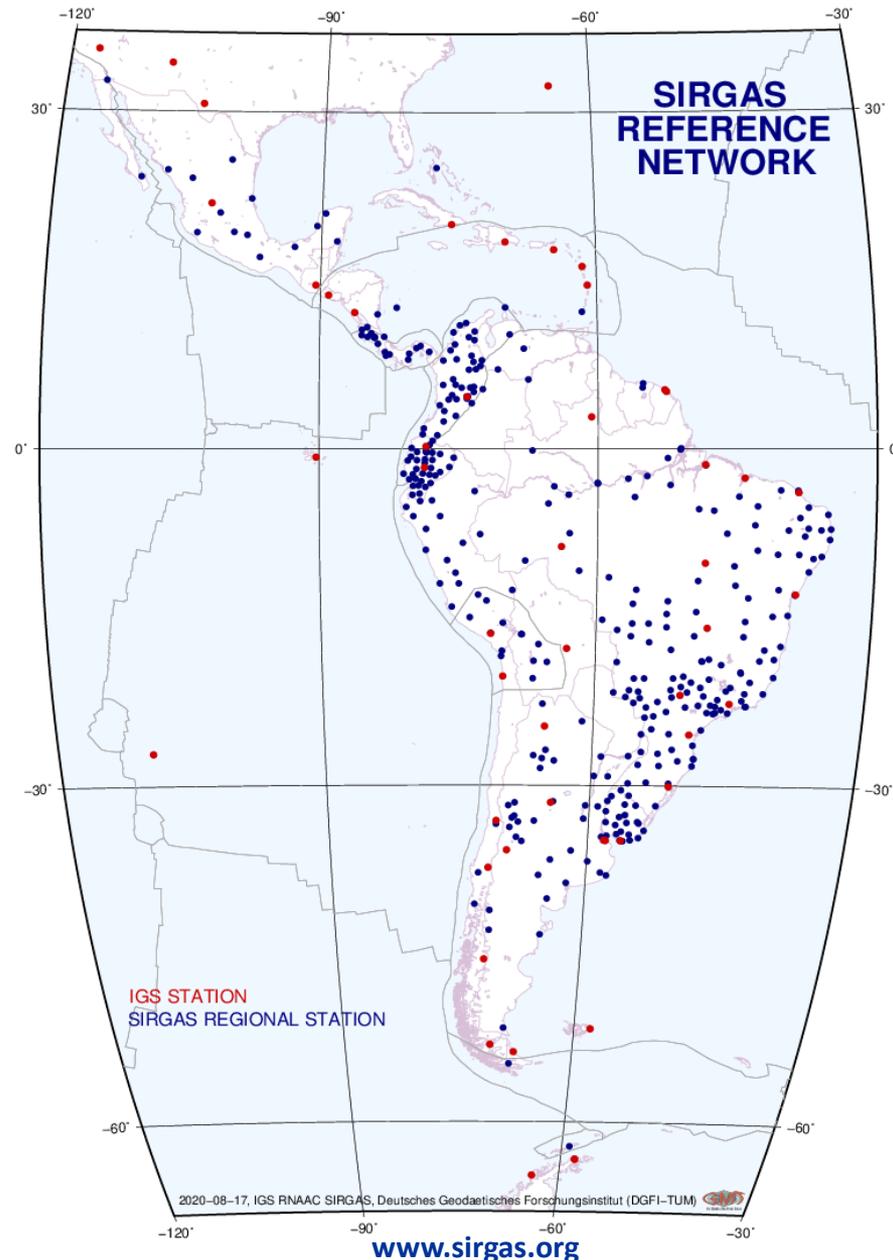
¹⁰Universidad de Santiago de Chile (USACH), Chile



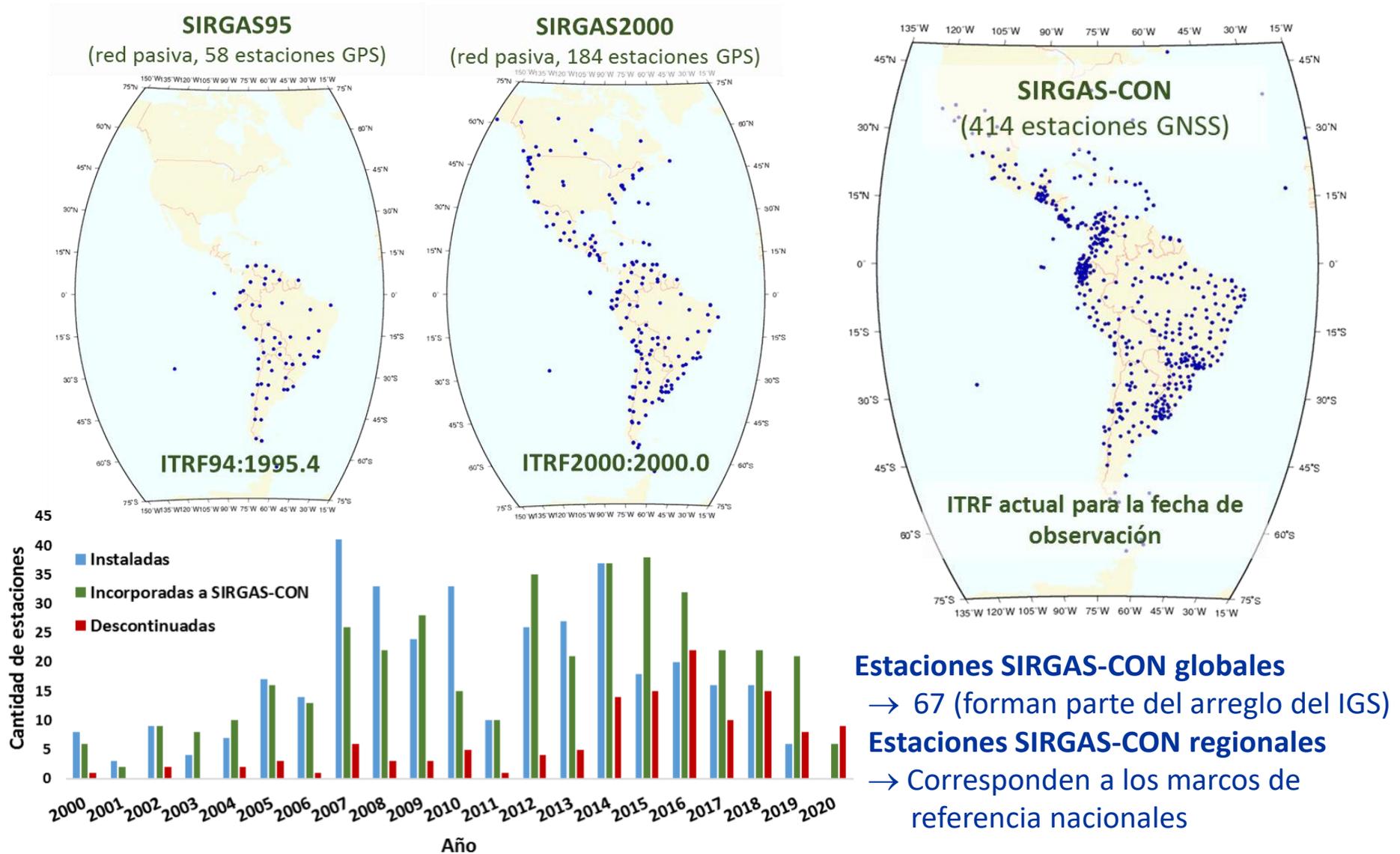
SIRGAS-CON

(SIRGAS-Continuously Operating Network)

- Es la red geodésica que densifica al **ITRF** (International Terrestrial Reference Frame) en **Latinoamérica y El Caribe**
- Integrada por **414** estaciones GNSS de rastreo continuo
- Análisis efectuado sobre una base semanal, se consideran observaciones **GPS+GLO**
- El Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia), garantiza la **adecuada operatividad de la red** desde la adquisición de las observaciones hasta la generación de productos



Evolución del marco de referencia SIRGAS



Estaciones SIRGAS-CON globales
 → 67 (forman parte del arreglo del IGS)
Estaciones SIRGAS-CON regionales
 → Corresponden a los marcos de referencia nacionales

2. Centros de Datos SIRGAS

- Las estaciones SIRGAS-CON son operadas por diversas instituciones académicas, de investigación y gubernamentales que se agrupan en:

Centros Operadores

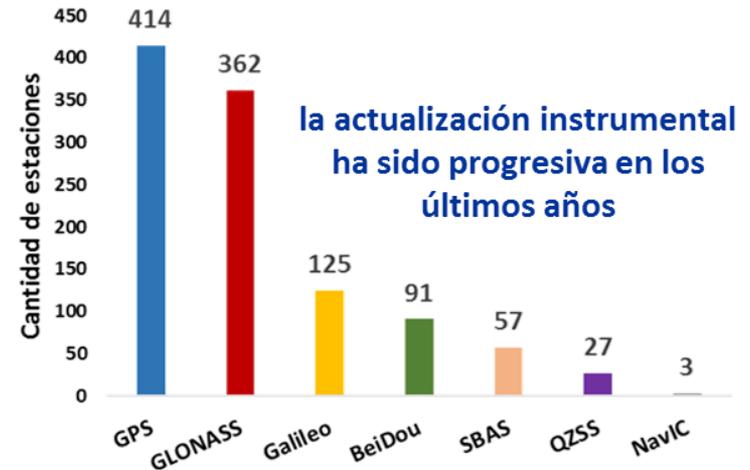
→ a la fecha, 143 operadores

Centros Nacionales de Datos



Centro Regional de Datos

→ IGS RNAAC SIRGAS¹ (DGFI-TUM²)



- La incorporación de estaciones continuas a SIRGAS-CON es de gran importancia para
 - Establecer y mantener un marco de referencia moderno en los países de la región
 - Contribuir con el IHRF³ y GGRF⁴
- EE.UU. incorporará un conjunto de estaciones durante el transcurso del año próximo
- El GTI está en disposición de orientar a toda institución interesada, en especial en países que aun no cuentan con esta infraestructura

¹International GNSS Service Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS

²Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München

³International Height Reference Frame

⁴Global Geodetic Reference Frame

3. Centros de Análisis SIRGAS

- El procesamiento semanal corresponde a los **Centros de Análisis SIRGAS:**

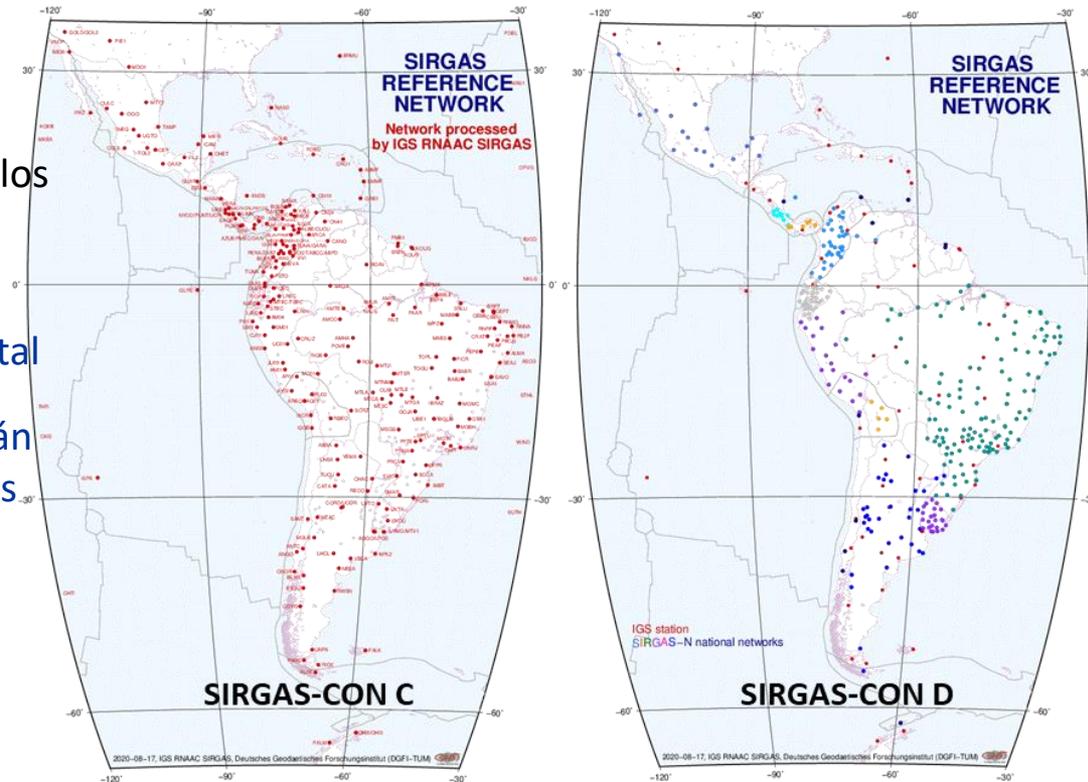
- **IGS RNAAC SIR¹** operado por el DGFI-TUM², está a cargo del arreglo continental
- **Centros Locales de Procesamiento**, están a cargo de las densificaciones nacionales
- **Centros de Combinación** que generan resultados finales luego del análisis rutinario, estos son: IBGE y DGFI-TUM

- Se entiende por resultados finales:

- Soluciones semilibres
- Soluciones ajustadas al ITRF
- Soluciones multianuales

- La intención es que cada país cuente con su propio Centro de Análisis SIRGAS, al respecto:

se está trabajando en la instalación de un Centro de Procesamiento operado por el IGN⁴ de Perú



¹International GNSS Service Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS

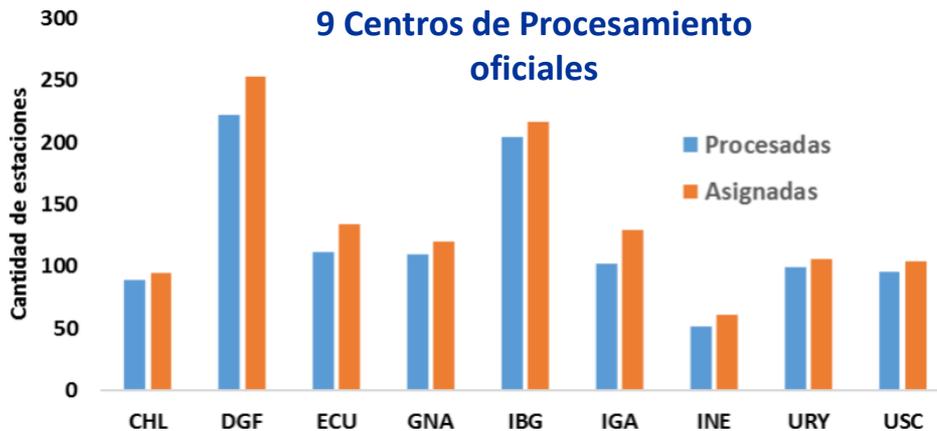
²Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München

³Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

⁴Instituto Geográfico Nacional

3. Centros de Análisis SIRGAS

- La función primaria del GTI es la de proveer un marco de referencia para la región SIRGAS que sea:
 - Estable a largo plazo (i.e. misma calidad en cualquier momento)
 - Consistente (i.e. misma calidad en cualquier lugar)
- Solo posible a través del procesamiento semanal de SIRGAS-CON aplicando:
 - Criterios de rigurosidad en la estimación
 - Estándares y convenciones (IERS¹ e IGS²)



Bernese GNSS Software v5.2

		DGFI-TUM, Alemania (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut – TUM) → desde <u>junio-1996</u>
		IBGE, Brasil (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) → desde <u>agosto-2008</u>
		IGAC, Colombia (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) → desde <u>agosto-2008</u>
		IGM, Ecuador (Instituto Geográfico Militar) → desde <u>enero-2010</u>
		IGM, Uruguay (Instituto Geográfico Militar) → desde <u>enero-2010</u>
		IGM, Chile (Instituto Geográfico Militar) → desde <u>enero-2013</u>
		USACH, Chile (Universidad de Santiago de Chile) → desde <u>septiembre-2019</u>

GAMIT/GLOBK v10.61 y v10.70

		IGN, Argentina (Instituto Geográfico Nacional) → desde <u>enero-2011</u>
		INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) → desde <u>enero-2011</u>

		IGN, Perú (Instituto Geográfico Nacional) → En fase experimental
--	--	--

¹International Earth Rotation and Reference Systems Service

²International GNSS Service

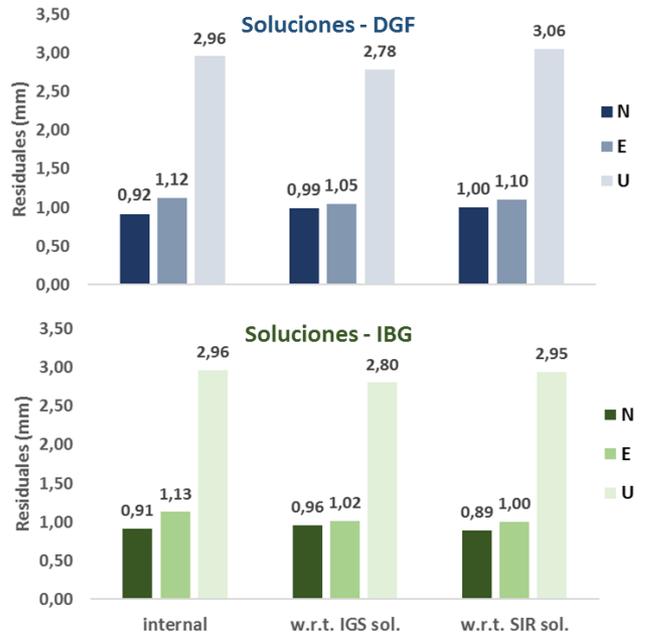
3. Centros de Análisis SIRGAS

Centros Locales de Procesamiento

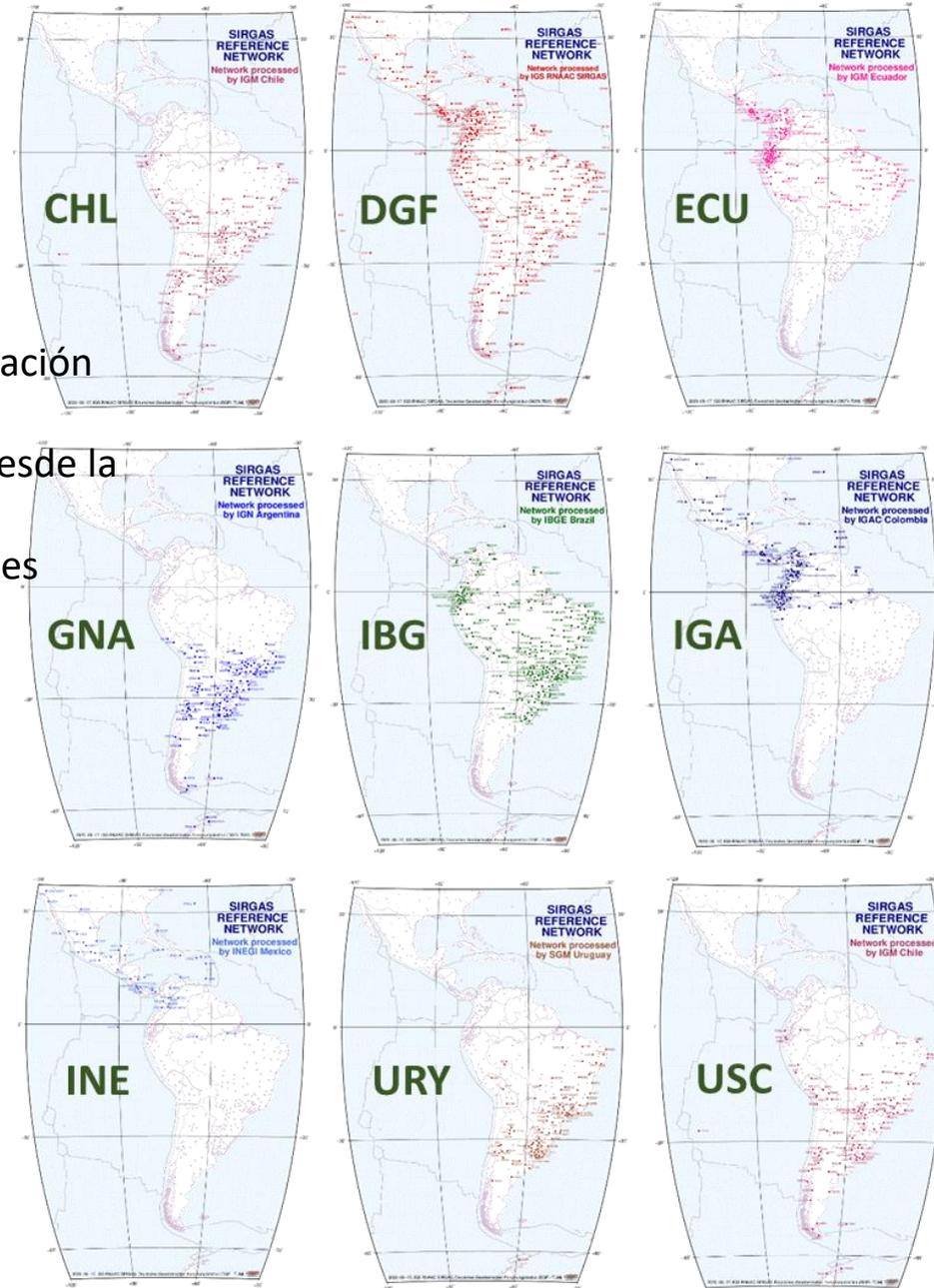
- Generan **soluciones semilibres** partiendo de la distribución de las estaciones SIRGAS-CON
- Cada estación es procesada por tres centros

Centros de Combinación: IBG y DGF

- Combinan (ajustan) las soluciones individuales generando la contribución de SIRGAS para la realización del poliedro global del IGS
- Generan **soluciones ajustadas** al ITRF (i.e. IGB14 desde la semana 2106) con fines prácticos
- Los resultados ofrecidos por ambos son consistentes



Residuales luego de la combinación de las soluciones individuales



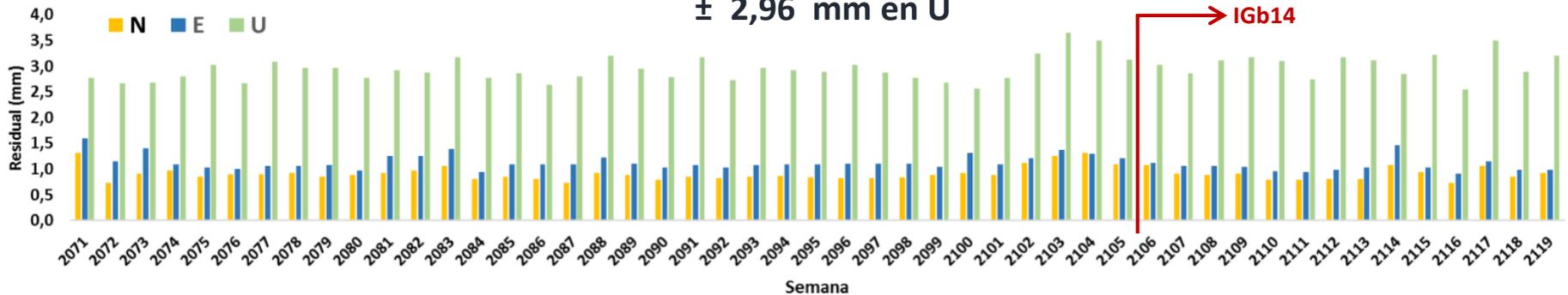
4. Calidad de las estimaciones SIRGAS-CON

Evaluación de SIRGAS-CON, periodo 2019-2020 (consistencia interna y externa)

Repetibilidad entre soluciones individuales

$\pm 0,92$ mm en N
 $\pm 1,12$ mm en E
 $\pm 2,96$ mm en U

cada estación está incluida en la solución de tres Centros de Procesamiento

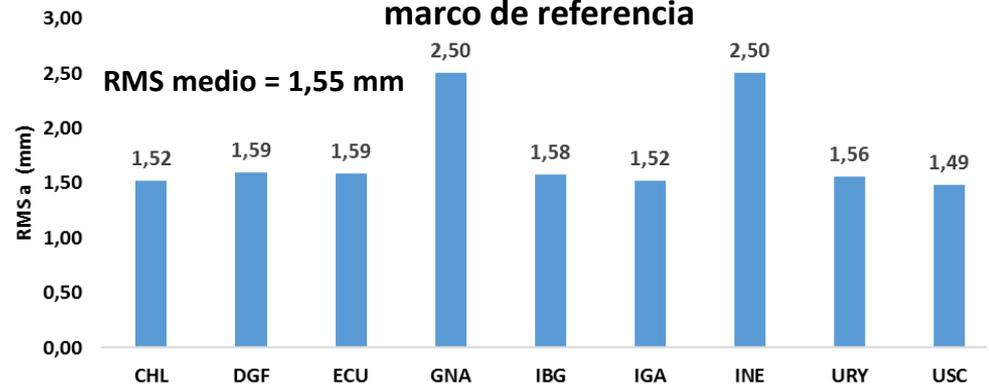


Semanas 2071 a 2119

- Puntualidad en la consignación de las soluciones
- Calidad de los resultados
- Trabajo coordinado entre los centros de análisis (procesamiento y combinación)

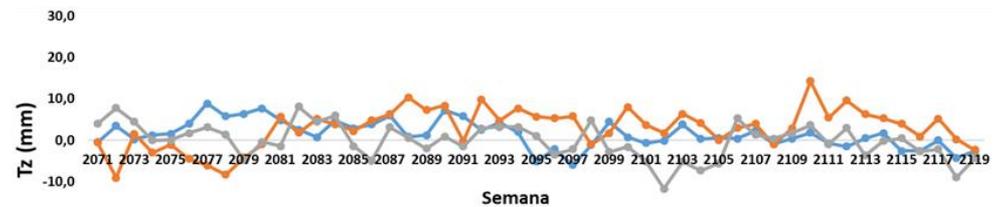
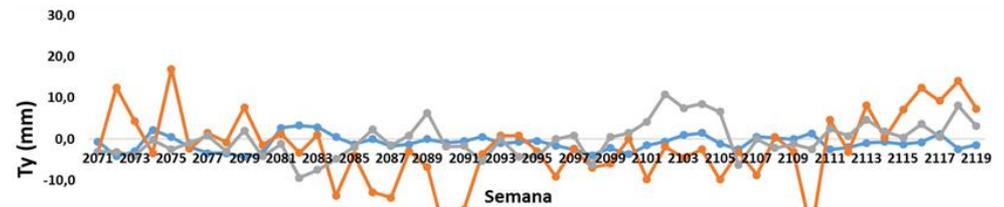
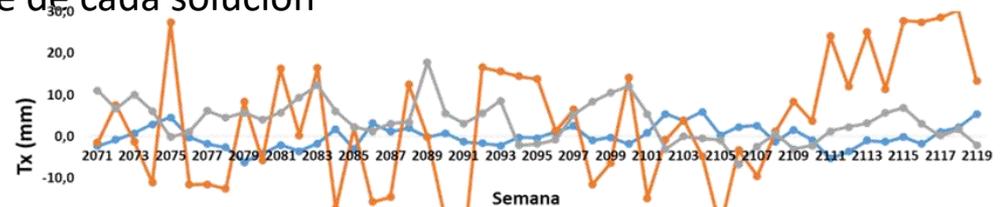
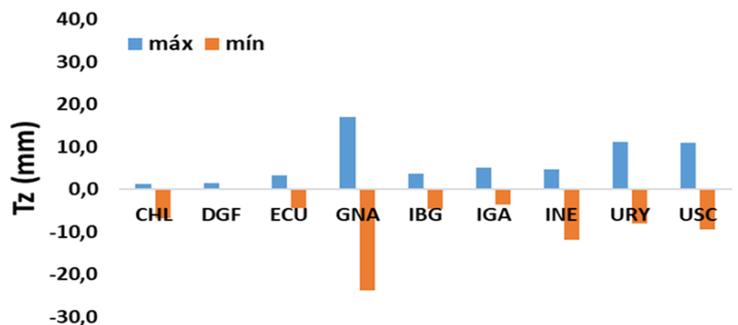
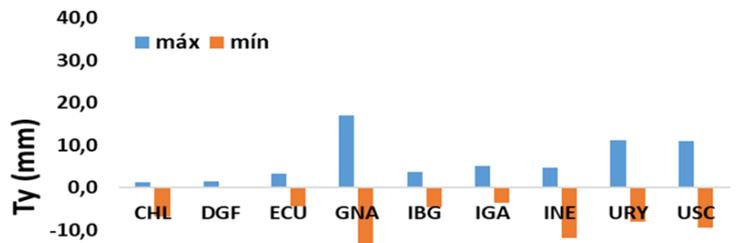
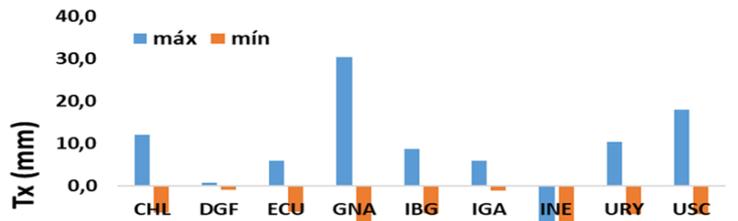


RMS de las soluciones individuales luego de alinearlas al marco de referencia



Evaluación de SIRGAS-CON, periodo 2019-2020 (Traslaciones de Helmert)

- Revelan efectos sistemáticos luego del ajuste de cada solución individual respecto a la combinada

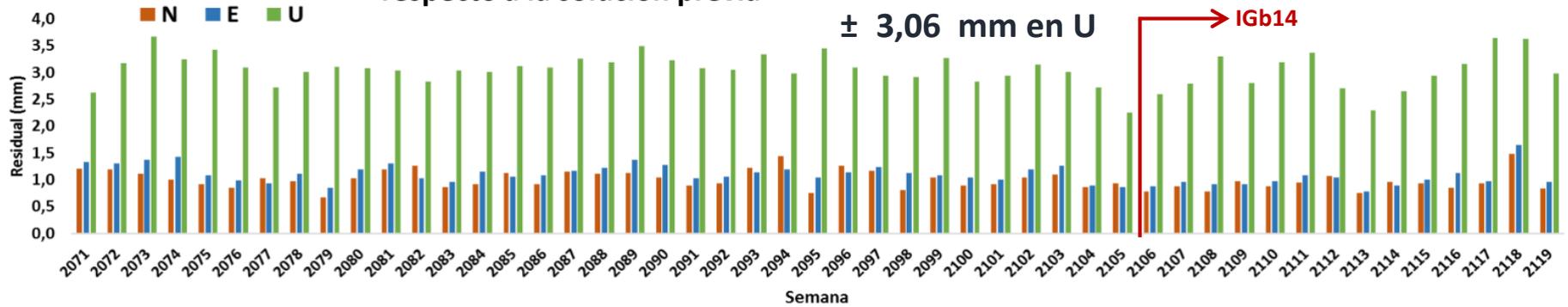


- Valores pico asociados con:
 - Omisión de estaciones en alguna solución individual, en especial si se trata de alguna fiducial
 - Estaciones con altos residuales

Evaluación de SIRGAS-CON, periodo 2019-2020 (consistencia interna y externa)

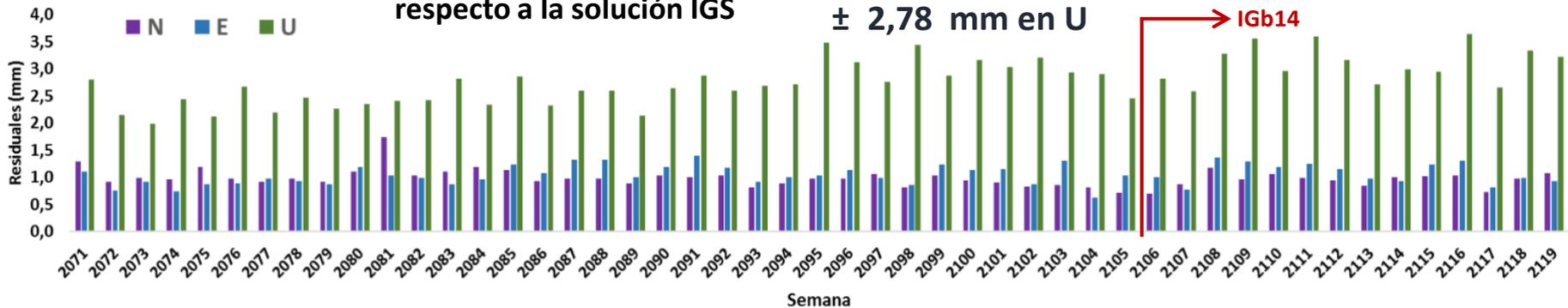
Residuales de la solución ajustada
respecto a la solución previa

± 1,00 mm en N
± 1,10 mm en E
± 3,06 mm en U



Residuales de la solución ajustada
respecto a la solución IGS

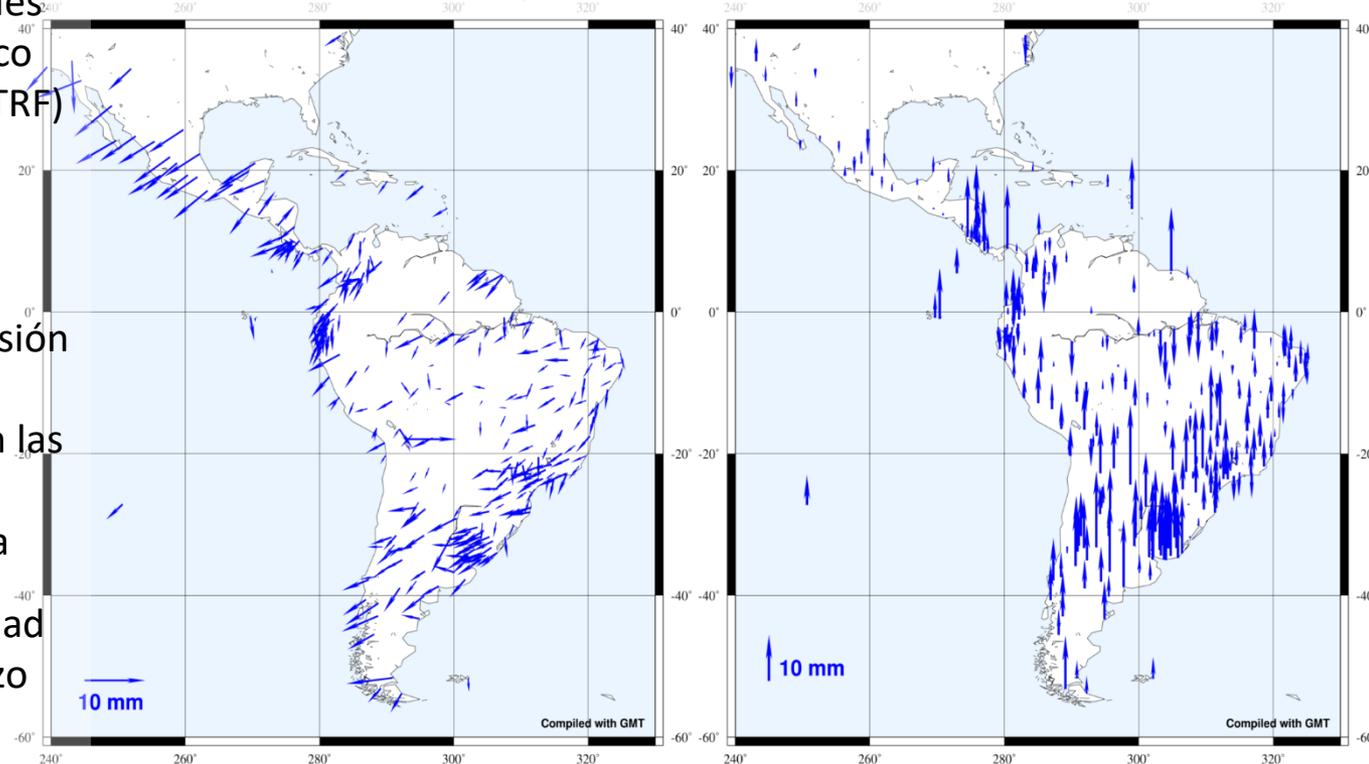
± 0,99 mm en N
± 1,05 mm en E
± 2,78 mm en U



5. Reprocesamiento de la red SIRGAS en ITRF2014

- Los productos operacionales de SIRGAS refieren al marco de referencia global (i.e. ITRF) vigente al momento de analizar los datos GNSS
- Un cambio del marco (actualización o nueva versión del ITRF) genera una discontinuidad artificial en las series de tiempo de las coordenadas de referencia
- Para garantizar la estabilidad y confiabilidad a largo plazo del marco de referencia SIRGAS, es necesario reprocesar los datos GNSS históricos utilizando un ITRF único a través del tiempo

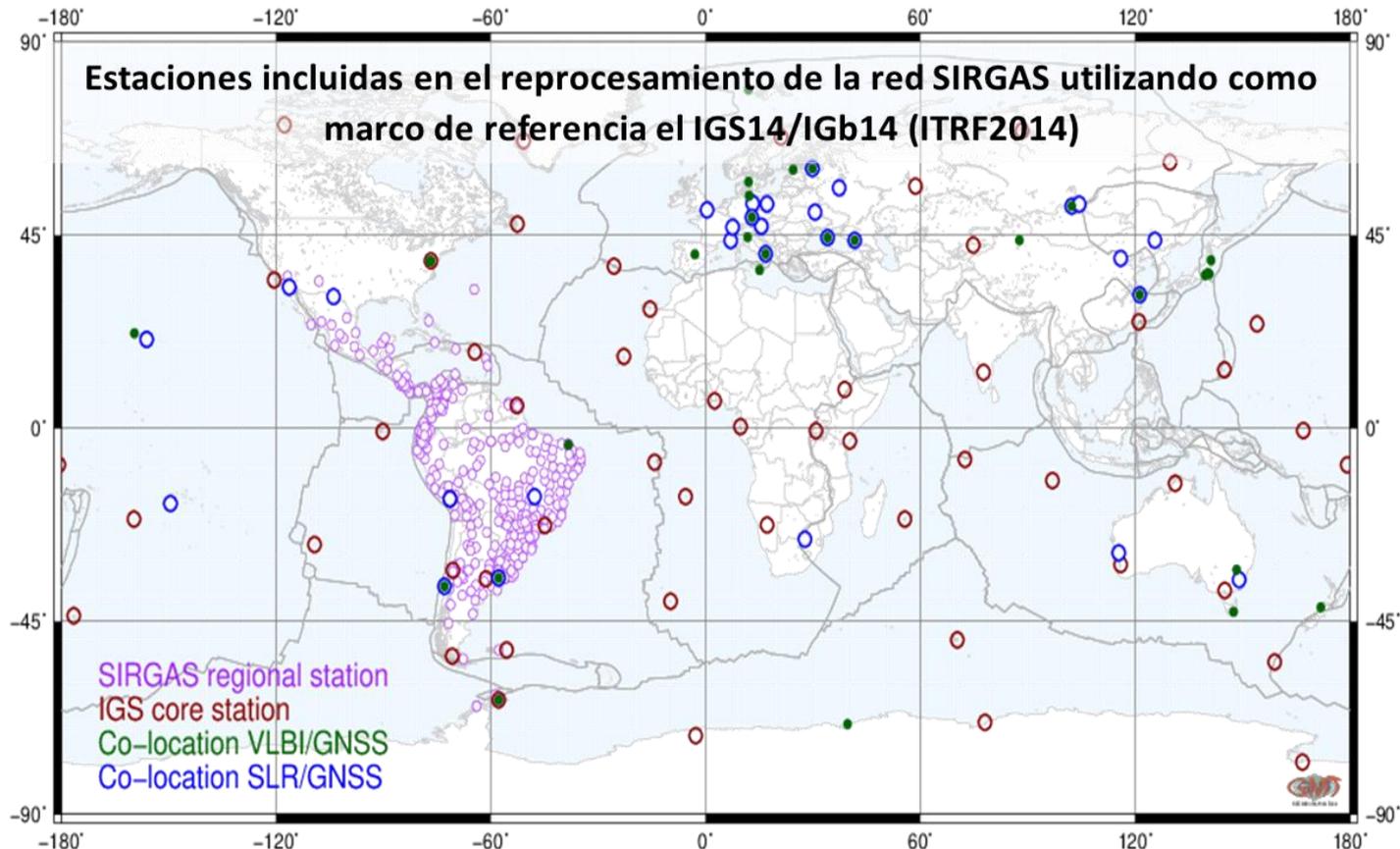
Cambios (artificiales) causados por el cambio del ITRF2008 al ITRF2014



- Reprocesamiento a cargo del IGS RNAAC SIRGAS (i.e. DGFI-TUM)
- Inició en noviembre de 2018 considerando datos desde el año 2000
- TRF: IGS14/ITRF2014 (igs14.atx, orbitas y relojes del JPL)
- Depuración de las estaciones SIRGAS excluyendo aquellas con menos de dos años de funcionamiento y por cambios según logfiles corregidos

5. Reprocesamiento de la red SIRGAS en ITRF2014

- Junto a las aprox. 500 estaciones SIRGAS, se incluyeron estaciones globales del IGS colocadas con VLBI y SLR → apoyo a la iniciativa de incorporar datos SLR para materializar el marco de referencia



- La iniciativa nace durante un workshop en el Simposio SIRGAS2017 (Mendoza, Argentina), y continuó desarrollándose en un segundo workshop SLR en el Simposio SIRGAS2019 (Río de Janeiro, Brasil).

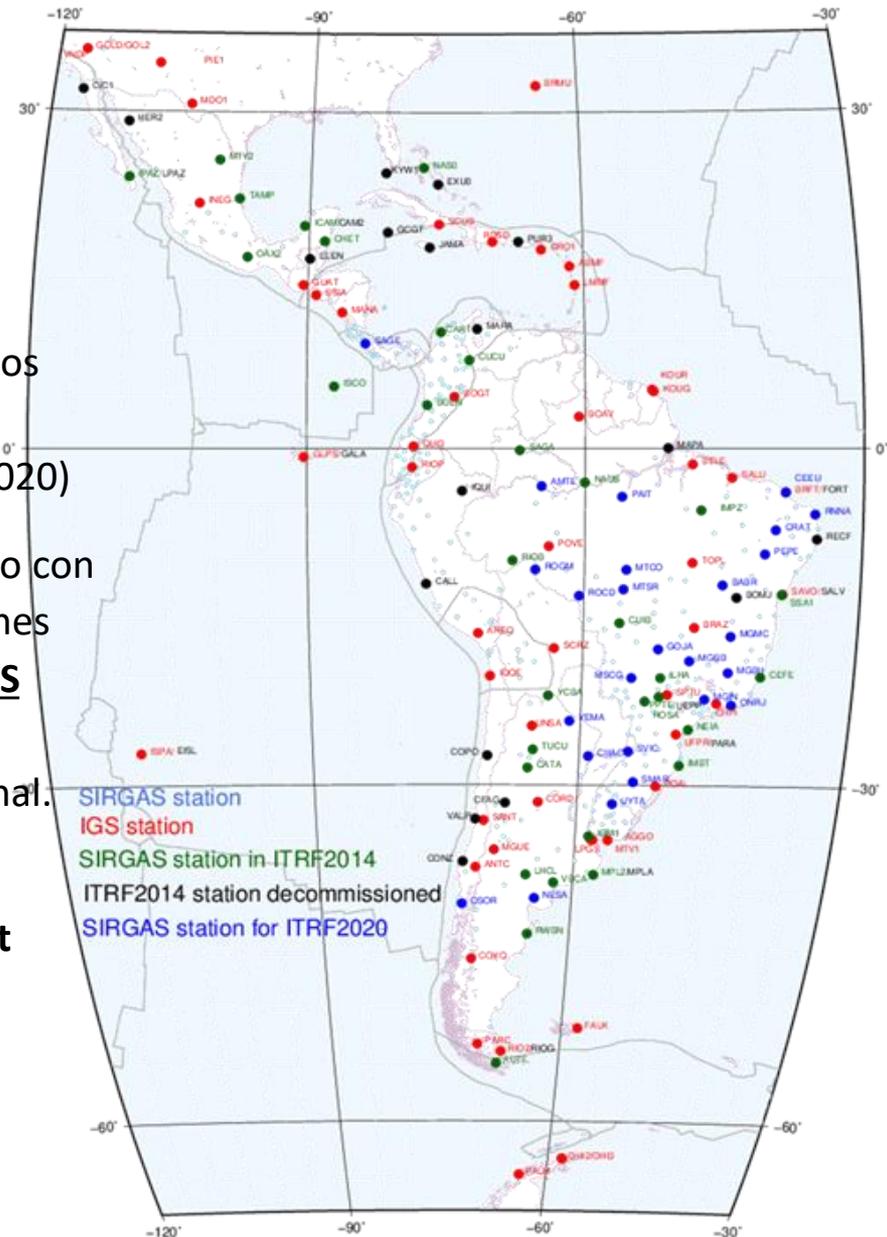
Más detalles en *Sánchez L. (2020). SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2019*. Villiger A., Dach R. (eds.) International GNSS Service: Technical Report 2019, 125-136, 10.7892/BORIS.144003

Estado actual del reprocesamiento

- **1070 semanas reprocesadas** entre noviembre 2018 y agosto 2020
- **Se dispone de ecuaciones normales** semilibres (diarias y semanales) comprendidas entre las **semanas 1042 a 2112** (02.01.2000 a 04.07.2020)
- En desarrollo, un **análisis de las series de tiempo de las coordenadas** de las estaciones para **identificar posibles errores** que requieran un segundo reprocesamiento (aislado) de algunas semanas.
- Posterior a ello, se iniciará la determinación (ajuste) de coordenadas semanales en IGB14, **se calculará una solución multianual integral** (2000.0 hasta 2020.5) y los resultados serán publicados en www.sirgas.org y [ftp.sirgas.org](ftp://ftp.sirgas.org)
- **Se espera concluir en noviembre o diciembre de este año**

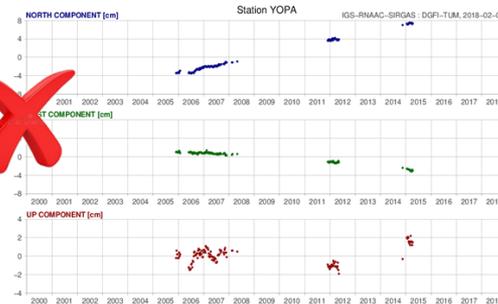
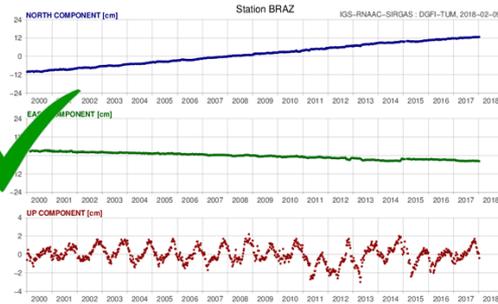
Estaciones SIRGAS incluidas al reprocesamiento de la red global del IGS para la determinación del ITRF2020

- El IGS inició a mediados de 2019 el tercer reprocesamiento de su red (1994 - 2020) aplicando los estándares y convenciones actualizados para la determinación de una nueva versión del ITRF (ITRF2020)
- El IGS RNAAC SIRGAS (DGFI-TUM), de común acuerdo con los administradores/propietarios de algunas estaciones SIRGAS, propuso al IGS agregar **30 estaciones SIRGAS adicionales**, a fin de que la región cuente con más estaciones fiduciales para el cálculo del marco regional.
- Más detalles en *Sánchez L. (2020). SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2019*. Villiger A., Dach R. (eds.) International GNSS Service: Technical Report 2019, 125-136, 10.7892/BORIS.144003.



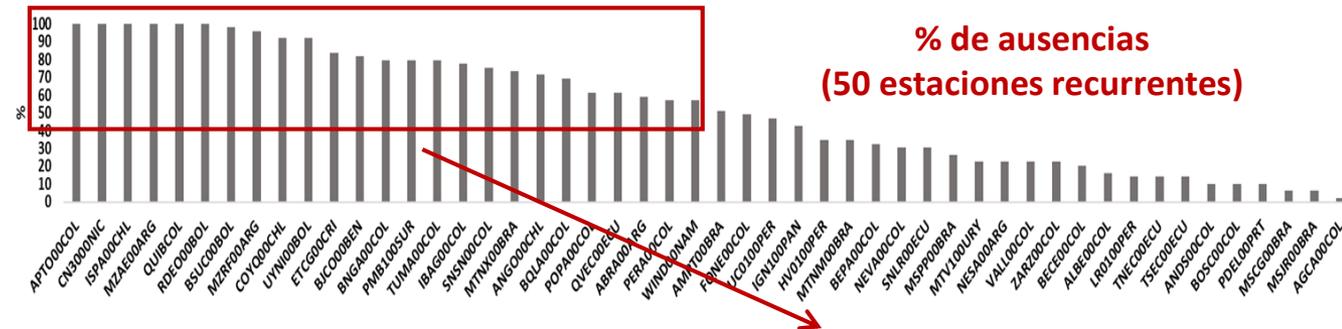
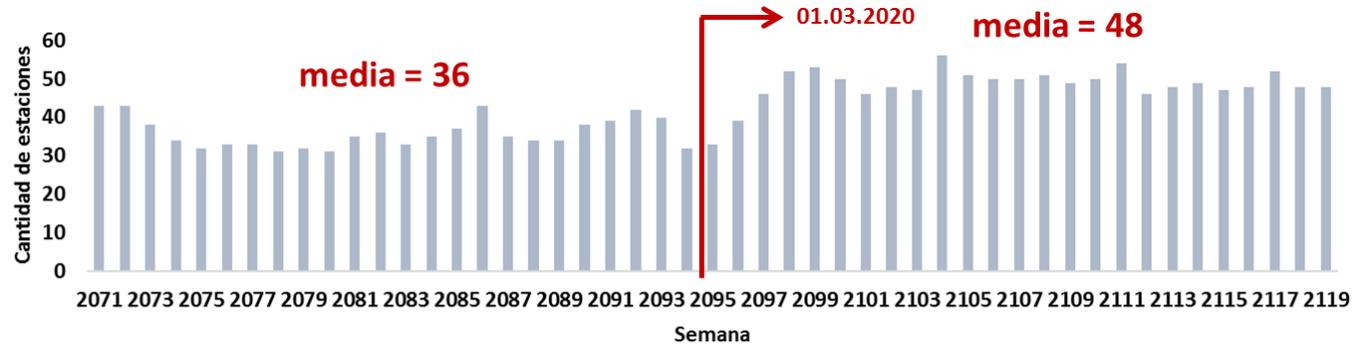
6. Operatividad de las estaciones SIRGAS-CON

- Lo ideal es un funcionamiento continuo



- Por lo general, las estaciones quedan ausentes por pérdida de conexión o daño instrumental
- Los Centros de Análisis requieren información **oportuna** sobre el funcionamiento de las estaciones (vía SIRmail)

Estaciones ausentes en las soluciones semanales (periodo 2019 - 2020)

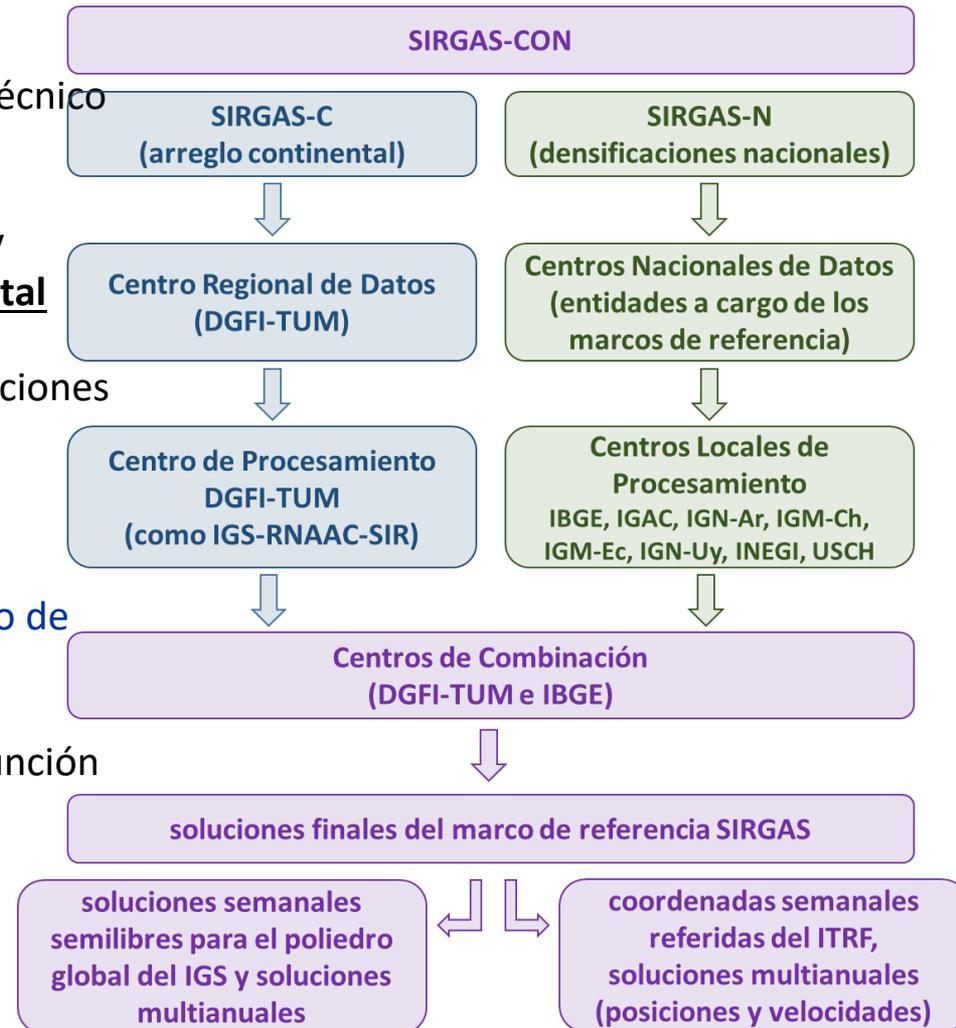


– Alto porcentaje de ausencias (33 estaciones)
– Se desconoce la situación actual de 15 estaciones

7. Revisión y actualización de guías y procesos

- SIRGAS ofrece un **marco de referencia** altamente **confiable** que satisface cualquier requerimiento técnico o científico a través de **SIRGAS-CON**
- La **estandarización** en las etapas de observación y estimación GNSS propias de SIRGAS es **fundamental**
- El GTI proporciona las orientaciones y recomendaciones necesarias para:
 - Instalar e incluir estaciones a SIRGAS-CON
 - Operar los Centros de Análisis
 - Coordinar el manejo general de la red y el grupo de trabajo
- Estas guías han sido revisadas y actualizadas en función del estado-del-arte

todos los integrantes del GTI y comunidad SIRGAS en general deben familiarizarse con estas actualizaciones



7. Revisión y actualización de guías y procesos

- Mayor énfasis hacia los Centros Operadores en cuanto a:

Nomenclatura

MARA00VEN

a	b	c	}	a: Identificador del sitio
				b: No. monumento y del receptor
				c: Código ISO del país

Versión del RINEX

- RINEX v2.11 → rastreo GPS o GPS+GLO
- RINEX v3.xx → rastreo ≥ tres constelaciones

Disposición de datos

- Almacenamiento
- Formato de compresión

Condiciones para el retiro de las estaciones

el óptimo funcionamiento de las estaciones es responsabilidad de los Centros Operadores

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia)

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia)

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia)

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia)

GUÍA PARA LA COORDINACIÓN DE LA RED SIRGAS DE OPERACIÓN CONTINUA (SIRGAS-CON)

Versión 2.0, 04.2020
(Edición anterior: Versión 1.4, 03.2017)

04.2020: Revisión general con cambios respecto a ediciones previas
03.2017: Se actualizan algunos enlaces de la Internet.
08.2013: Se actualizan algunos enlaces de la Internet.
07.2011: 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)".
01.2010: 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
01.2009: 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 al Presidente del SIRGAS-GTI, cuyos contactos se encuentran en www.sirgas.org

Documentos relacionados:

- Guía para la incorporación de estaciones a SIRGAS-CON v2.0
- Guía para la instalación y operación de estaciones SIRGAS-CON v2.0
- Guía para los Centros de Análisis SIRGAS v3.0

1. RESPONSABILIDADES EN LA OPERACIÓN DE SIRGAS-CON

El Grupo de Trabajo I de SIRGAS (Sistema de Referencia), SIRGAS-GTI, es responsable del establecimiento y mantenimiento de la red geodésica continental que densifica al ITRF (International Terrestrial Reference Frame) en Latinoamérica, procurando garantizar su estabilidad a largo plazo (i.e. misma calidad en cualquier momento) y su consistencia homogénea (i.e. misma calidad en cualquier lugar). Para ello, una línea de acción primaria es el procesamiento regular de la red SIRGAS de operación continua, SIRGAS-CON, aplicando criterios apegados a estándares y convenciones en materia de estimación geodésica.

www.sirgas.org

8. Comentarios finales

- Para aplicaciones prácticas (técnicas y científicas) el **Grupo de Trabajo I** (Sistema de Referencia) de SIRGAS **provee un marco de referencia geodésico** estable, preciso, consistente y accesible
- La labor de este grupo se sustenta en el análisis rutinario de **SIRGAS-CON** → una red GNSS de operación continua compuesta por **414 estaciones**
- Cada semana se ofrecen resultados altamente confiables y referidos al ITRF2014/IGb14. Un producto primario corresponde a las **coordenadas de las estaciones** con precisión de **± 1mm en componentes horizontales y ± 3mm en la vertical**
- Se está adelantando el **reprocesamiento de SIRGAS-CON** para ofrecer una **solución multianual** (2000.0 hasta 2020.5) **referida al IGb14 (ITRF2014)**, y contar con un marco de referencia confiable y estable en el largo plazo
- La región cuenta además con **30 estaciones adicionales** incluidas por el IGS para el **cálculo del ITRF2020** que reforzarán el cálculo del marco regional al pasar a ser fiduciales
- Un **gran recurso humano**, desde sus países e instituciones, hace posible que la región cuente con un marco de referencia que satisface las actuales demandas de la geodesia y demás geociencias
- Estos logros son el resultado de la **exitosa cooperación internacional** representada por SIRGAS, lo que demanda mayor compromiso en beneficio de toda la geo-comunidad



IBGE

TUM
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN



IGN
Instituto Geográfico Nacional
República Argentina



Por su atención...

...muito obrigado!

visítanos en:

www.sirgas.org