SIRGAS WG I (Sistema de Referencia)

Sinergias actuales y retos a futuro en el Sistema de Referencia Geodésico para las Américas (SIRGAS)

***J.A. Tarrío*[1]**, *S.Alves[2], A. da Silva[2],L. Sanchez[3], Jesarella Inzunza[1],Fernando Isla[1], A. Martínez[4], Óscar Rodriguez[5], Emilio Aleuy[6], Hernán Guagni[7],Guido González[8], Gustavo Caubarrère[9]*

[1]Universidad de Santiago de Chile, Chile, [2] Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (IBGE), Brasil, [3] Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), Alemania, [4] Instituto Geográfico Militar (IGM), Ecuador, [5] Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Colombia, [6] Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile, [7]Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México, [8] Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina, [9] Instituto Geográfico Militar (IGM), Uruguay

Contenidos

1. Jerarquía Geodésica Mundial
2. ¿Qué es SIRGAS?
    - Sistema de Referencia
    - Organización
    - Evolución del marco SIRGAS
3. SIRGAS WG I:
    - Generalidades
    - Subredes SIRGAS-CON
    - Centros de datos
    - Procesamiento
    - Evaluación y control de calidad
    - Productos
4. Retos a futuro

Jerarquía Geodésica Mundial

International Science Council

REFERENCE FRAMES-Geometry *mayo 2020*

IAU http://www.iau.org/ IUGG http://www.iugg.org/

IERS https://www.iers.org

HIPPARCOS, GAIA

VLBI

ICRS ⟷ EOP ⟷ ITRS

VLBI
LASER
DORIS
GNSS

Enlace local "local tie"

ICRF3

ITRF2014

IGb14

GLOBAL

EUREF Europa | AFREF África | APREF Asia-Pacífico | NAREF North América | SCAR Antárctica | SIRGAS Américas

IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIR)

CENTRO COMBINACIÓN IBGE | CENTRO COMBINACIÓN DGFI-TUM

IGN-PER | CEPGE | IBGE | IGAC | IGM-CH | IGM-CH | INEGI | IGM-Uy | DGFI | USC | CIMA | UNLP (2003-2015)

IGN-CRI

CONTINENTAL-SIRGAS-C

REGIONAL-SIRGAS-N

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 América). Igualmente, SIRGAS se desempeña como un grupo de trabajo de la **Comisión de Cartografía del IPGH**.

¿Qué es SIRGAS?

SIRGAS es una organización sin ánimo de lucro basada en la contribución voluntaria de organizaciones científicas y las agencias nacionales geodésicas, cartográficas o geográficas de los países miembros.

- SIRGAS fue establecido en 1993 con el propósito de reemplazar (o modernizar) los datum geodésicos clásicos con un ***marco de referencia geocéntrico unificado*** llamado SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.
- Este propósito fue extendido en 1998 para abarcar igualmente la determinación de un ***sistema vertical de referencia*** asociado al campo de gravedad terrestre.
- Actualmente, el objetivo principal de la organización SIRGAS es ***promover*** el crecimiento, desarrollo, sustentabilidad y uso adecuado del marco de referencia ***SIRGAS en América Latina***

Fuente: Drewes 2019, The Role of the IAG Sub-commissions in Latin America

Río de Janeiro, Brasil, 2019

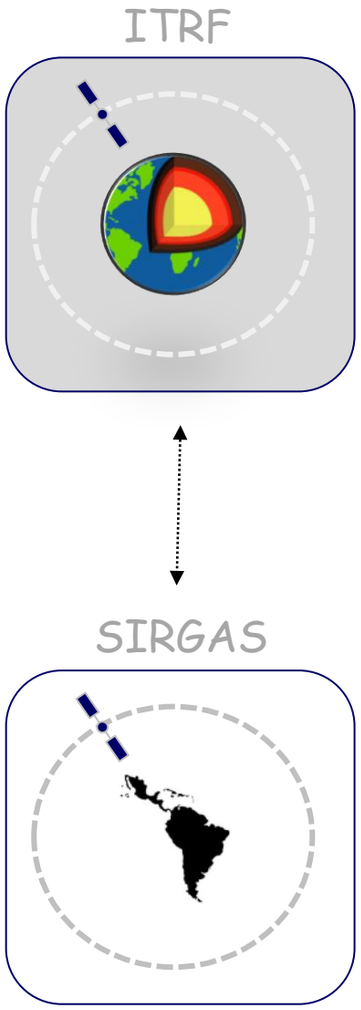
Sistema de Referencia Geocéntrico http://www.sirgas.org/es/sirgas-definition/

SIRGAS como sistema de referencia se define idéntico al Sistema Internacional de Referencia Terrestre ITRS (**International Terrestrial Reference System**) y su realización es la densificación regional del marco global de referencia terrestre ITRF (**International Terrestrial Reference Frame**) en América Latina y El Caribe. Las coordenadas SIRGAS están asociadas a una *época específica de referencia* y su variación con el tiempo es tomada en cuenta ya sea por las velocidades individuales de las estaciones SIRGAS o mediante un modelo continuo de velocidades que cubre todo el continente.

Las realizaciones o densificaciones de SIRGAS asociadas a diferentes épocas y referidas a diferentes soluciones del ITRF materializan el mismo sistema de referencia y sus coordenadas, reducidas a la misma época y al mismo marco de referencia (ITRF), *son compatibles en el nivel centimétrico.* La extensión del marco de referencia SIRGAS está dada a través de densificaciones nacionales, las cuales a su vez sirven de marcos de referencia local.

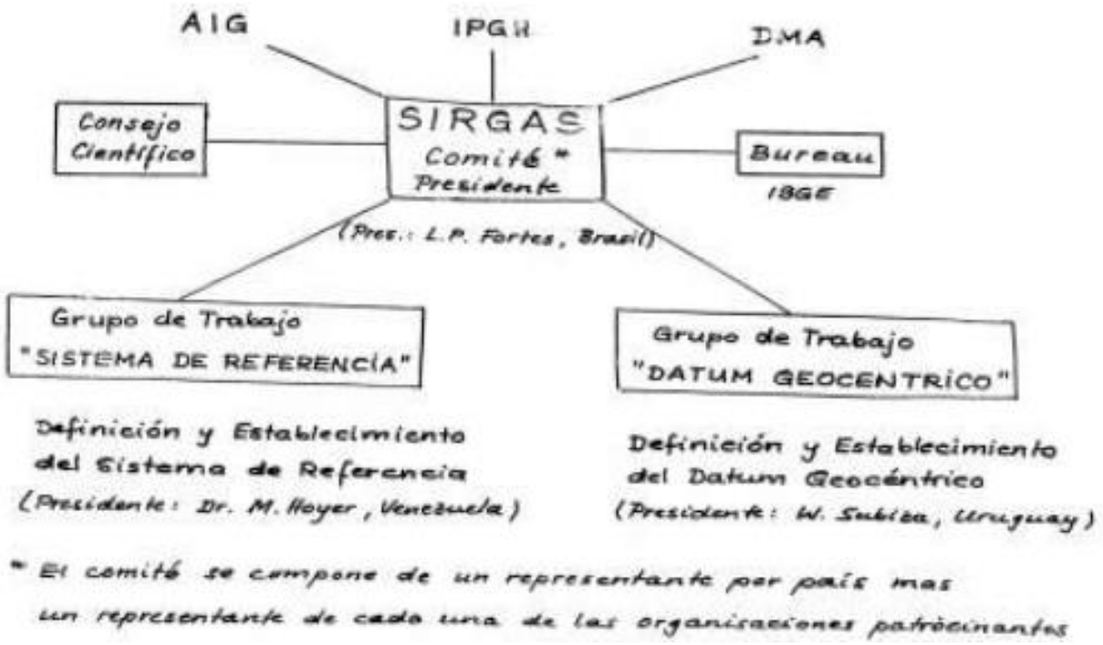
La conversión de coordenadas geocéntricas a coordenadas geodésicas se adelanta utilizando los parámetros del elipsoide *GRS80*.

Las actividades relacionadas con la realización y mantenimiento del sistema de referencia geocéntrico son coordinadas por el **SIRGAS-GTI: Sistema de Referencia**. Las actividades relacionadas con la *densificación y aprovechamiento* de SIRGAS a *nivel nacional* son coordinadas por el **SIRGAS-GTII: SIRGAS a Nivel Nacional**.

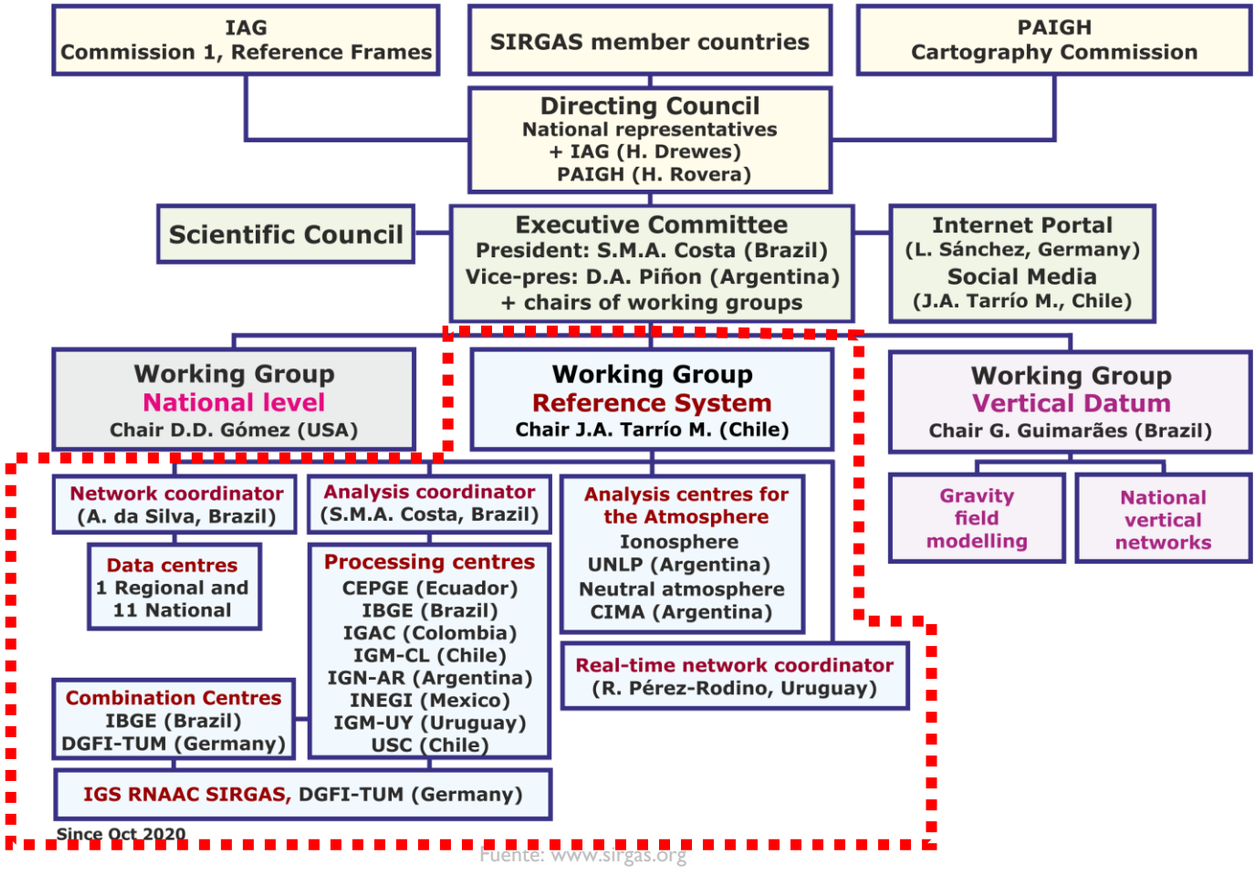


Organización

Los asuntos administrativos son coordinados por el Comité Ejecutivo, que depende del Consejo Directivo, cuerpo principal de la organización. Las políticas y recomendaciones oficiales de SIRGAS son aprobadas y emitidas por el Consejo Directivo, el cual, al estar compuesto por ***un representante de cada país miembro***, uno de la ***IAG*** y uno del ***IPGH***, también se encarga de transmitir las recomendaciones SIRGAS a las entidades nacionales responsables de los sistemas locales de referencia. Las actividades científicas y técnicas son coordinadas por los Grupos de Trabajo en colaboración con el **Consejo Científico** y los representantes de la **IAG** y el **IPGH**



Fuente: Martinez et. al 2019, SIRGAS: The Geocentric Reference System for the Americas Report 2018-2019



Fuente: www.sirgas.org

Organización

Working Group I
(Sc 1.3.b IAG)

Coordination with IGS (International GNSS Service)
- Coordinator: Laura Sánchez (DGFI-TUM, Alemania)

GNSS Data Centers
- Coordinator: Alberto da Silva (IBGE, Brasil)
- 1 Regional Center
- 11 National Centers

GNSS Analysis Centers
- Coordinator: S. Costa (IBGE, Brasil)
- 9 Official Analysis Centers: Argentina (IGN), Brasil (IBGE), Chile (IGM), Chile (USACH), Colombia (IGAC), México(INEGI),Uruguay(IGM), Ecuador (CEPGE), Perú(IGN)
- 1 Experimental Analysis Center: Costa Rica (IGN)
- 2 Combination Centers: Alemania (DGFI-TUM), Brasil (IBGE)
- 1 IGS RNAAC SIRGAS Center: Alemania (DGFI-TUM)

Center Neutral Atmosphere Analysis
- Coordinadora: Virginia Mackern (UNCUYO/UMAZA, Argentina)

Working Group II

National Reference Frame
- Coordinator: Franco Sobrero (OSU, USA)

National Geodetic Infrastructure
- Coordinator: Mara Figueroa (OSU, USA)

Regional Coordination in North America
- Coordinator: Dana Caccamise (NGS, USA)

Regional Coordination in South America
- Coordinator: Virginia Mackern (UNCUYO/UMAZA, Argentina)

Working Group III
(Sc 2.4.b IAG)

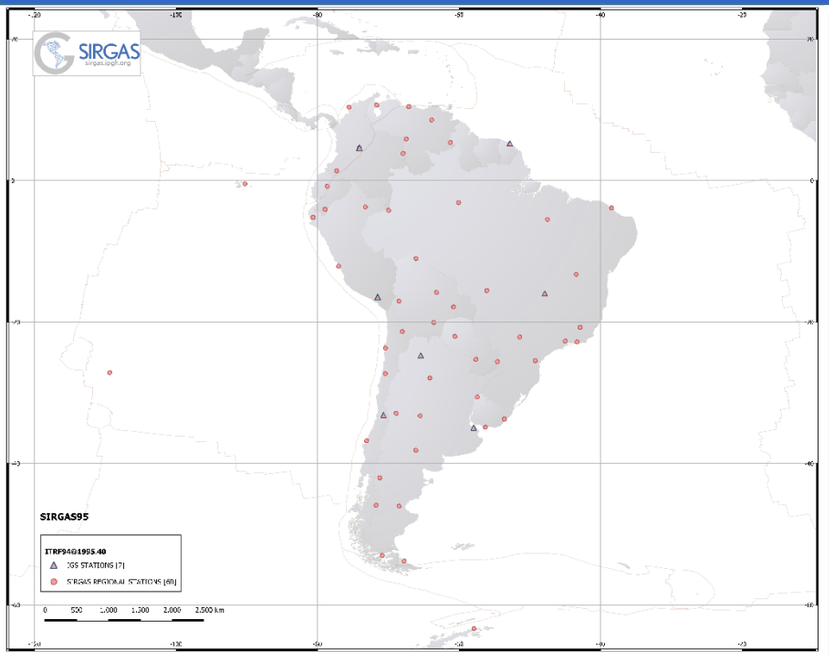
Gravimetric Networks
- Coordinator: Ezequiel Antokoletz (UNLP, Argentina)

Leveling Networks
- Coordinator: José Luis Carrión Sánchez (IGM, Ecuador)

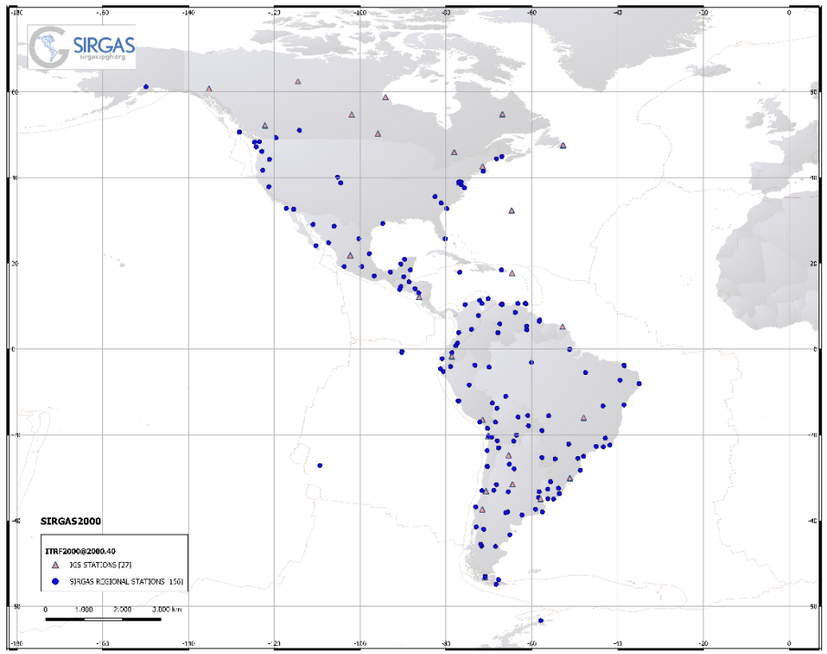
Geoid Models
- Coordinator: Ana Cristina Oliveira Cancoro de Matos (USP, Brasil)

Geopotential Models
- Coordinator: Ayelén Pereira (UNR, Argentina)

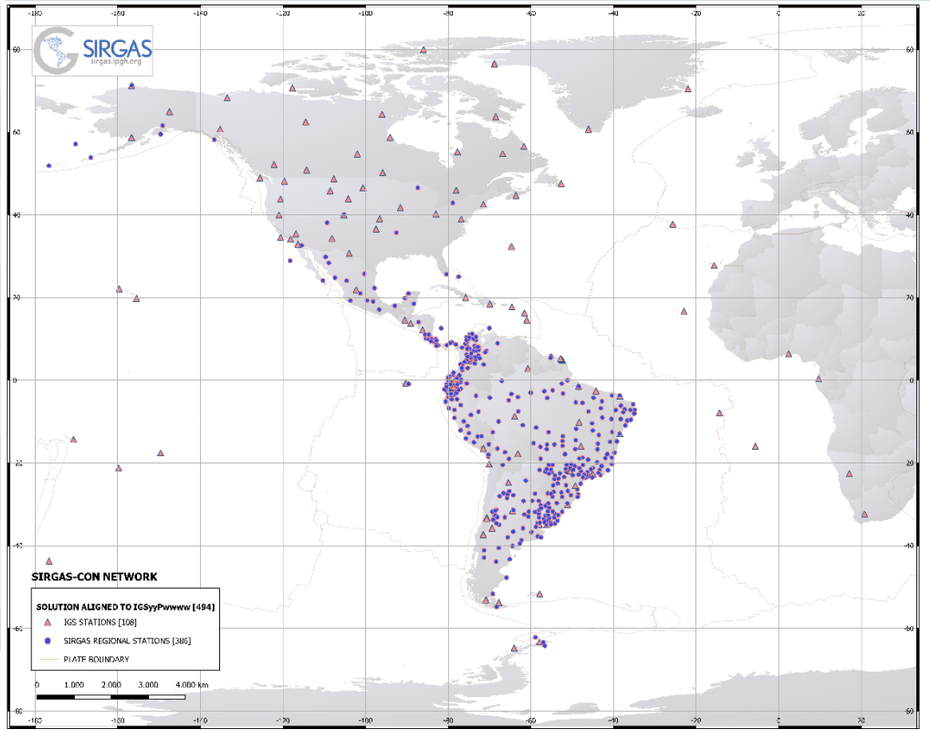
Evolución del marco SIRGAS



58 Estaciones



184 Estaciones



494 Estaciones

Realization	ITRF	Epoch	Precision mm(e,n,u)			Stations
SIRGAS95	ITRF94	@1995.40	3.0	3.0	6.0	58
SIRGAS2000	ITRF2000	@2000.40	3.7	2.6	6.0	184

VELOCITY MODEL	REALIZATIONS	REGION	STATIONS	TIME INTERVAL FOR USE
VEMOS2003	SIRGAS95 Y SIRGAS 2000(DGF01P01)	45°S to 12°N	48 stations 231 additional velocities	April 1995 to April 2000
VEMOS2009	SIR09P01	56°S to 20°N	96 stations 400 additional velocities	January 2, 2000 to June 30, 2009
VEMOS2015	SIR15P01	55°S, 110°W to 32°N, 35°W	456 stations	March 14, 2010 to Abril 11 2015
VEMOS2017	SIR17P01	55°S, 120°W to 32°N, 35°W,	515 stations	January 1, 2014 to January 28, 2017

Fuente: Martinez et. al 2019, SIRGAS: The Geocentric Reference System for the Americas Report 2018-2019

Estaciones SIRGAS-CON globales

→ 108 (forman parte de red del IGS)

Estaciones SIRGAS-CON regionales

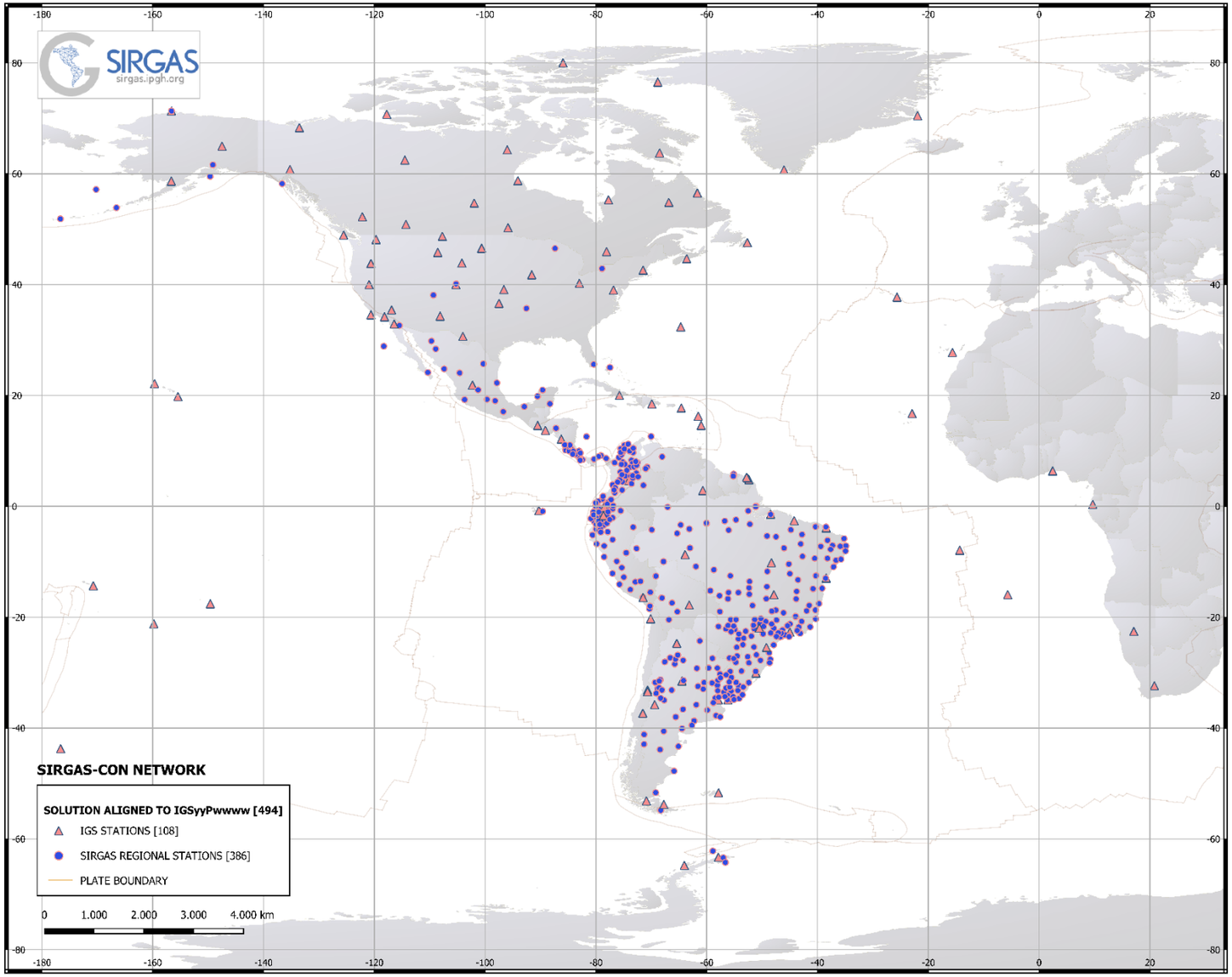
→ Corresponden a los marcos de referencia nacionales SIRGAS-N

GRUPO DE TRABAJO I

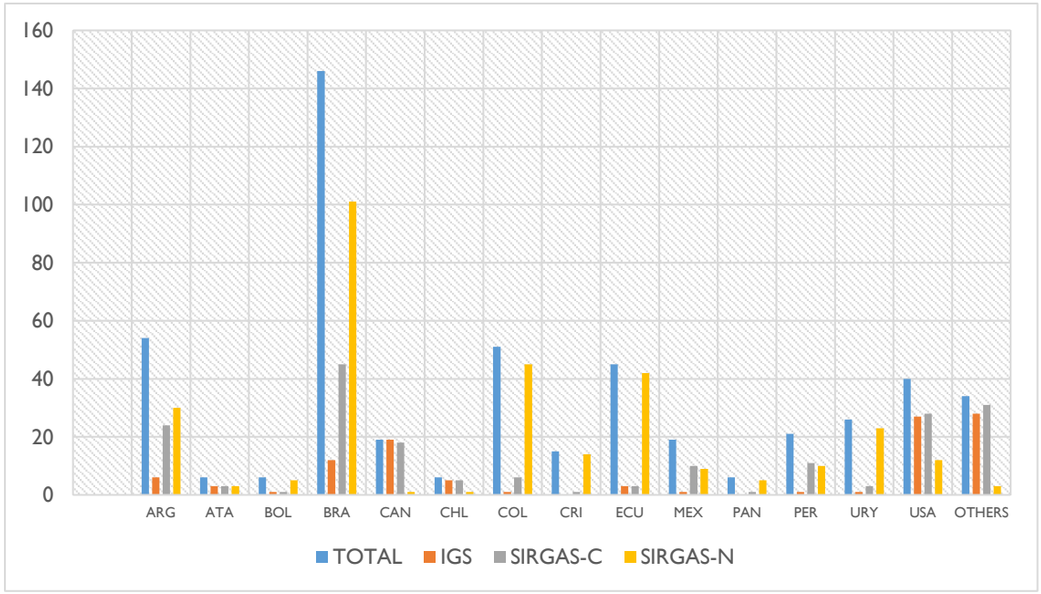
Su responsabilidad es la coordinación de las actividades necesarias para realizar y mantener el marco de referencia SIRGAS. Actualmente, este grupo de trabajo se ocupa del funcionamiento y análisis adecuados de la red **SIRGAS de estaciones de operación continua**. Desde 2005, el SIRGAS-WG I promueve dos iniciativas que pretenden cualificar la capacidad técnica de los países latinoamericanos y del Caribe en los asuntos relacionados con los sistemas geodésicos de referencia modernos, y aprovechar, más allá del matenimiento del marco de referencia, la infraestuctura observacional de SIRGAS

SIRGAS-CON (Continuously Operating Network)

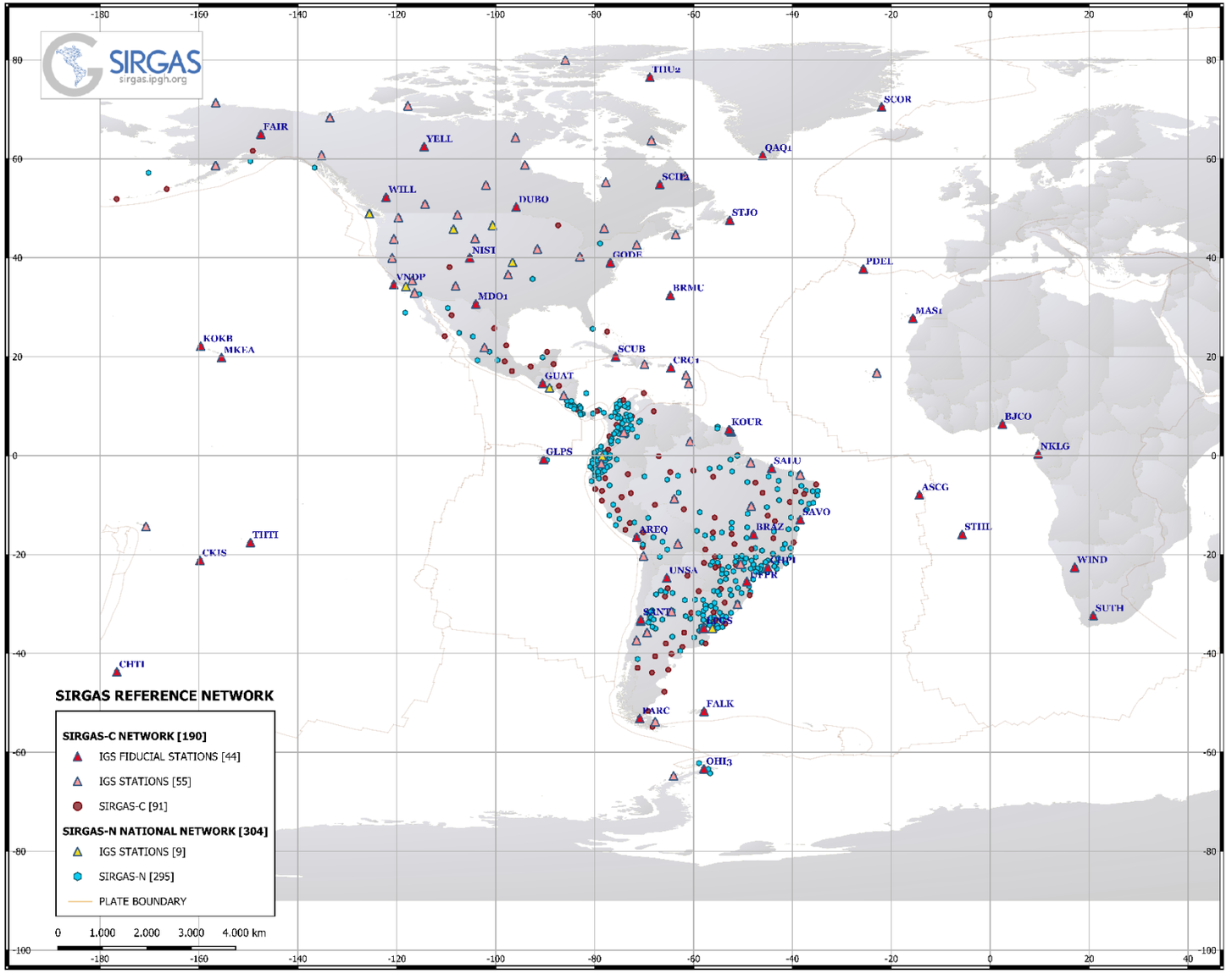
- Es la red geodésica que densifica al **ITRF** (International Terrestrial Reference Frame) en **Las Américas.**
- Integrada por **494** estaciones GNSS de monitoreo continuo
- Procesamiento y Análisis efectuado sobre una base semanal, se consideran observaciones **GPS+GLO**
- El Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia), garantiza la **adecuada operatividad de la red** desde la adquisición de las observaciones hasta la generación de productos



SIRGAS WG I. Subredes



COUNTRY	TOTAL	IGS	SIRGAS-C	SIRGAS-N
ARG	54	6	24	30
ATA	6	3	3	3
BOL	6	1	1	5
BRA	146	12	45	101
CAN	19	19	18	1
CHL	6	5	5	1
COL	51	1	6	45
CRI	15	0	1	14
ECU	45	3	3	42
MEX	19	1	10	9
PAN	6	0	1	5
PER	21	1	11	10
URY	26	1	3	23
USA	40	27	28	12
OTHERS	34	28	31	3
TOTAL	494	108	190	304



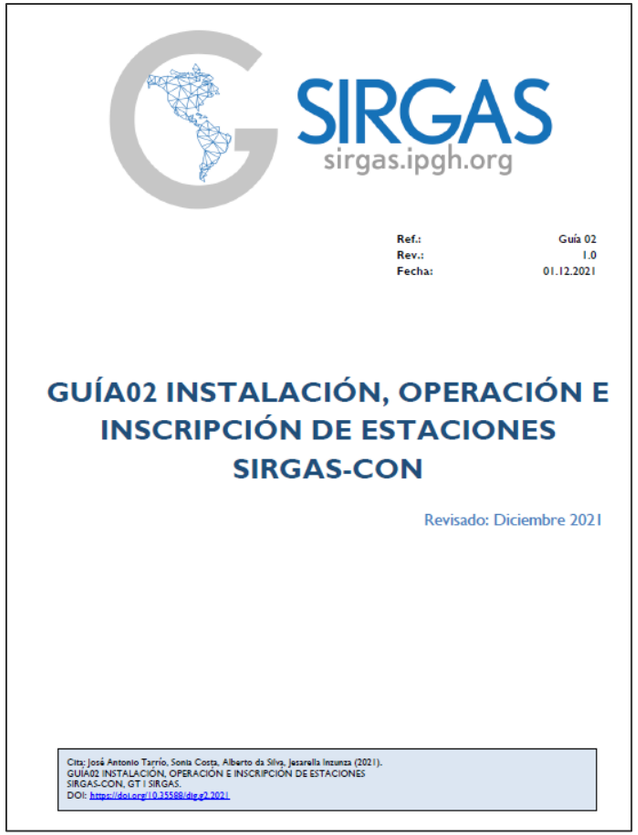
SIRGAS WG I. Centros de datos

Actualmente, la red SIRGAS-CON está compuesta por ***494 estaciones***, de las cuales ***108*** son de la red global del ***IGS***, y las restantes pertenecen a los marcos de referencia existentes en América Latina. Estas últimas se denominan estaciones SIRGAS-CON regionales. Las observaciones de las estaciones globales IGS se encuentran disponibles en la página web del IGS, mientras que las de las estaciones regionales son administradas por:

- ***Centros operadores***, responsables de la instalación y adecuado funcionamiento de las estaciones de operación continua.
- ***Centros nacionales de datos***, responsables de la administración, almacenamiento y puesta a disposición de las observaciones de las estaciones a los usuarios, incluyendo los Centros de Procesamiento de SIRGAS. En muchos casos, los Centros Operacionales coinciden con los Centros Nacionales de Datos.
- ***Centro regional de datos***, responsable del almacenamiento, a largo plazo, de las observaciones registradas por las estaciones procesadas bajo el IGS RNAAC SIRGAS (IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS). Desde la semana GPS 1495 (agosto 31, 2008), éste se hace cargo de almacenar las observaciones de las estaciones pertenecientes a la red continental SIRGAS-C. Las observaciones de las estaciones de densificación (SIRGAS-N) son almacenadas por los Centros Nacionales de Datos

- **Instituto Geográfico Nacional - Argentina** (IGN-Ar)
  Responsable: Sergio Cimbaro (scimbaro @ ign.gob.ar)
- **Instituto Geográfico Militar - Bolivia** (IGM-Bo)
  Responsable: Arturo Echalar Rivera (arturoechalar @ gmail.com)
- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (IBGE), Brasil
  Responsable: Sonia Alves Costa (sonia.alves @ ibge.gov.br)
- **Instituto Geográfico Militar - Chile** (IGM-Cl)
  Responsable: Emilio Aleuy (sirgaschile @ igm.cl)
- **Instituto Geográfico Agustín Codazzi** (IGAC), Colombia
  Responsable: Francisco Mora (fmora @ igac.gov.co)
- **Instituto Geográfico Nacional** (IGN-Cr), Costa Rica
  Responsable: Álvaro Álvarez Calderón (aalvarezc @ rnp.go.cr)
- **Instituto Geográfico Militar del Ecuador** (IGM-Ec)
  Responsable: Oswaldo España (oswaldo.espana @ igm.gob.ec)
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (INEGI), México
  Responsable: Guido González (guido.gonzalez @ inegi.gob.mx)
- **Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia** (IGNTG), Panamá
  Responsable: Javier Cornejo (jcornejo @ anati.gob.pa)
- **Instituto Geográfico Nacional** (IGN-Pe), Perú
  Responsable: José Ramón Chire Chira (cpg @ ign.gob.pe)
- **Instituto Geográfico Militar** - Uruguay (IGM-Uy)
  Responsable: Daniel Piriz (daniel.piriz @ igm.gub.uy)

http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/stations/data-centres/



Técnica GNSS

Posicionamiento: estático relativo
Observable fase de la portadora
Solución: postproceso

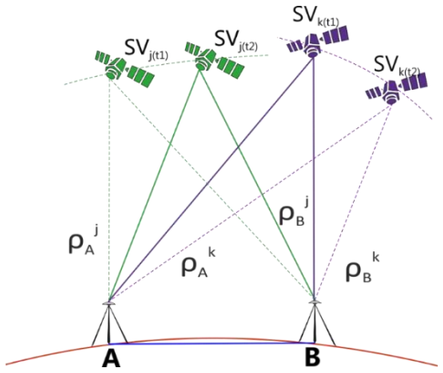
Se busca la determinación de la posición (coordenadas geocéntricas $[X, Y, Z]_R$) de un receptor estático sobre o en la cercanía de la superficie terrestre a partir de:

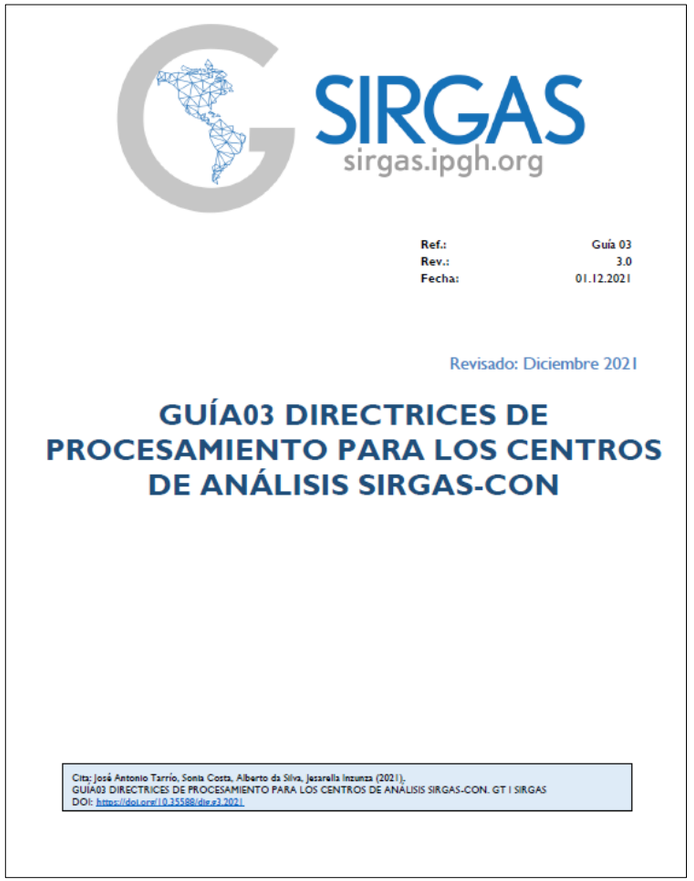
1. La posición del satélite (coordenadas geocéntricas $[X,Y,Z]_S$ conocidas) y
2. La distancia entre el satélite y el receptor (medida a través de los observables GNSS)
3. Se emplean DD y TD de fase para la realización del procesamiento

Se introducen como parámetros conocidos las órbitas de los satélites(IGS), los relojes y los parámetros de orientación de la tierra(EOP)

$$l_{3R}^{S} - \rho_{R,0}^{S} - \Delta\rho_{R}^{S} = cos(\alpha_{R,0,e}^{S}) \cdot \Delta e_R + cos(\alpha_{R,0,n}^{S}) \cdot \Delta n_R + cos(\alpha_{R,0,v}^{S}) \cdot \Delta v_R - c\Delta t_R - b_{3R}^{S} + m_w(z_R^{S}) \cdot \delta\rho_{tr} + \vartheta_{3R}^{S}$$

- l_{3R}^{S}: combinación libre de ionosfera en la medida de fase.
- $\rho_{R,0}^{S}$: distancia entre el Satélite S y el receptor R.
- $\Delta\rho_{R}^{S}$: correcciones de reloj, relatividad, centros de fase, tropósfera, efectos de marea, EOP, etc.
- $\cos(\alpha_{R,0,x}^{S})$: cosenos directores satélite-receptor.
- $\Delta e_R, \Delta n_R, \Delta v_R$: corrección a las coordenadas aproximadas del receptor.
- Δt_R: corrección al reloj del receptor.
- b_{3R}^{S}: sesgo de la combinación libre de ionósfera.
- $m_w(z_R^{S})$: función dependiente del modelo troposférico.
- $\delta\rho_{tr}$: estimación parámetros troposféricos (corrección al modelo a priori)
- ϑ_{3R}^{S}: error de medición y multipath en la combinación l_3





Los centros de procesamiento de SIRGAS siguen estándares unificados para el cálculo de las soluciones semilibres(loosely constrained). Estos estándares se basan en las convenciones descritas por el IERS *(Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia, Petit y Luzum (2010))* y las directrices específicas de GNSS definidas por el IGS(Johnston et al. 2017); con la excepción de que en las soluciones SIRGAS individuales, las órbitas y relojes del satélite, así como los parámetros de orientación de la Tierra (EOP) se fijan a los valores finales semanales de IGS (*SIRGAS no calcula estos parámetros*), y las posiciones para todas las estaciones están limitadas a ± 1 m (para generar las soluciones semilibres restringidas en formato SINEX).

International Earth Rotation and Reference Systems Service

https://www.iers.org/IERS/EN/Publications/TechnicalNotes/tn36.html

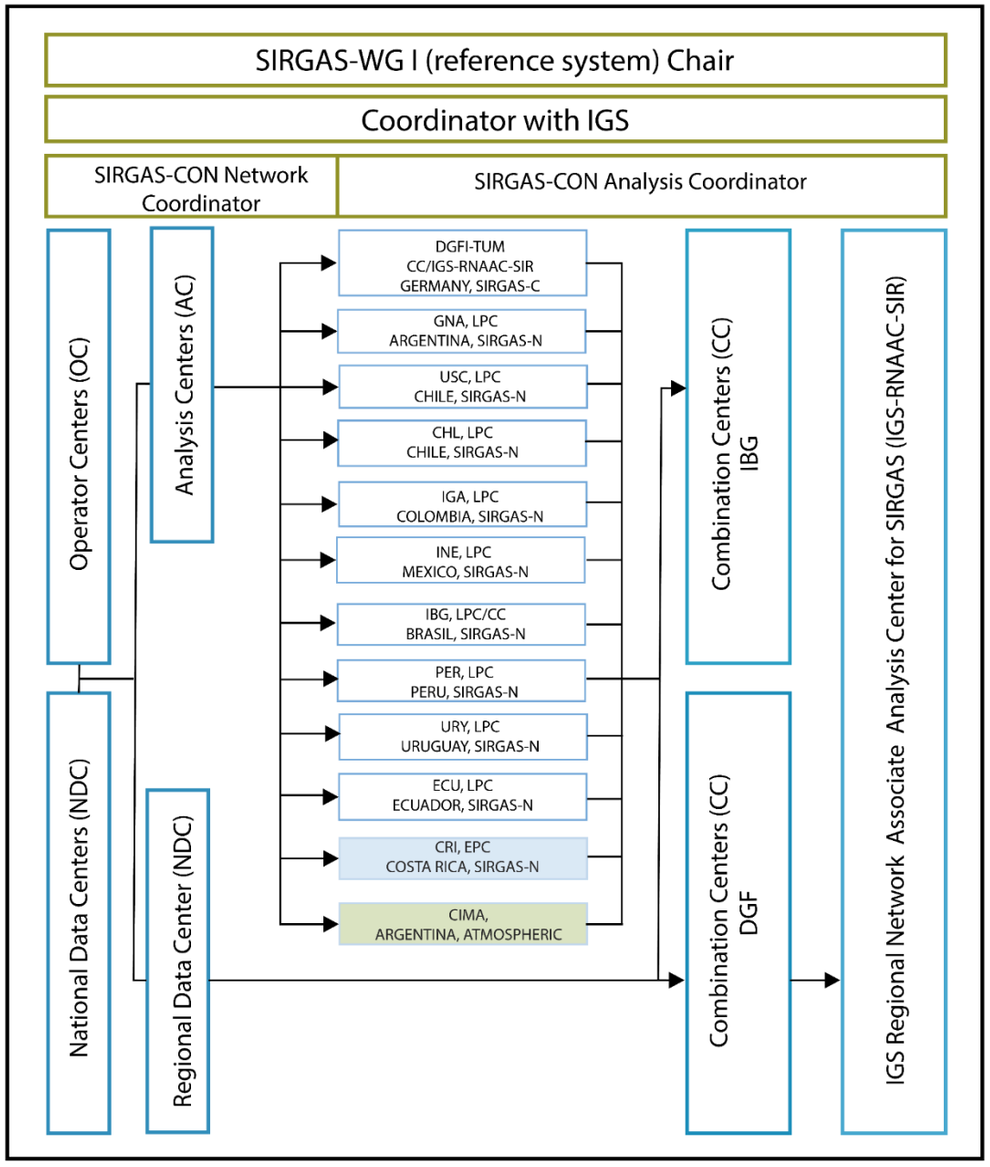
www.igs.org
Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems

IGS INTERNATIONAL GNSS SERVICE

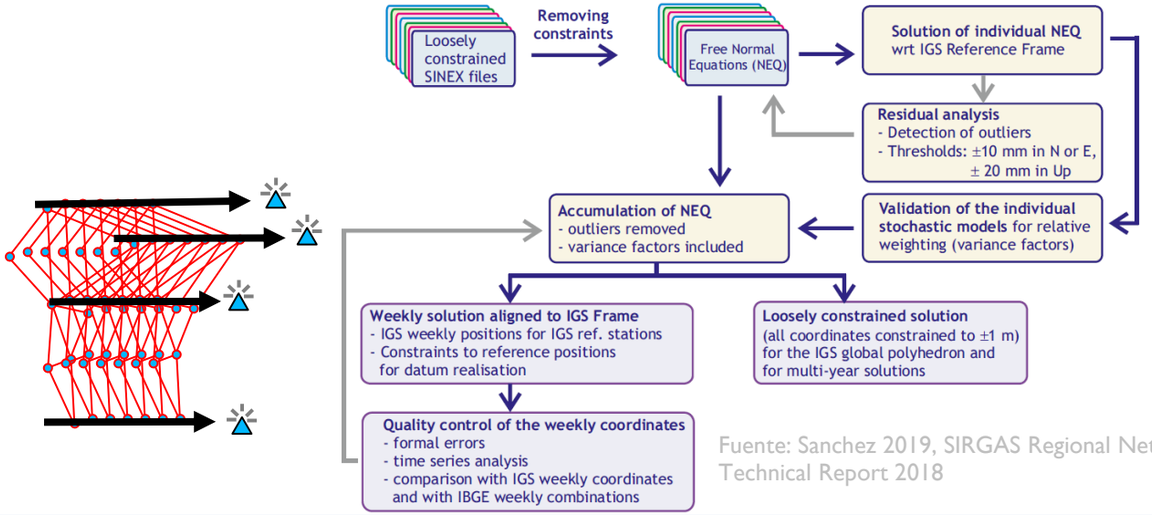
OBSERVACIONES	**DD**
TASA DE GRABACIÓN	30^{s}
PONDERACIÓN DE LAS OBSERVACIONES	Asignación de peso a las observaciones en función de la elevación, a menor elevación, menor peso.
PARÁMETROS CONOCIDOS A PRIORI	las órbitas satelitales, las correcciones a los relojes de los satélites y los parámetros de orientación terrestre contenidos en las soluciones finales del IGS
CORRECCIONES CENTRO DE FASE ANTENAS Y SATÉLITES	Absolutas IGS
EFECTOS DE CARGA OCEÁNICA (OCEAN TIDES):	FES2014b
EFECTOS ATMOSFÉRICOS DE ORIGEN MAREAL (Cuadrículas de carga de marea atmosférica)	Representan la respuesta elástica de la corteza terrestre a la distribución variable de la presión atmosférica. En el procesamiento SIRGAS solamente se reducen los efectos generados por los cambios de presión causados por la atracción gravitacional directa (i.e. mareas) del Sol y de la Luna sobre las masas atmosféricas, especificamente las componentes mareales S1 y S2, según el modelo van Dam and Rey (2010)3. Los de origen diferente, no mareales (non-tidal), provenientes por ejemplo de cambios de temperatura, condiciones metereológicas, cambios bruscos del relieve subyacente, etc. no deben reducirse. Las reducciones de la carga atmosférica causada por las componentes mareales S1 y S2 pueden obtenerse en http://geophy.uni.lu/ggfc-atmosphere/tide-loading-calculator.html;
REFRACCIÓN TROPOSFÉRICA	Modelo Vienna Mapping Function (VMF)
SOLUCIÓN DIARIA	Ecuaciones normales, archivos NEQ
SOLUCIÓN SEMANAL	Archivos SINEX
	Para generar la solución final, se recomienda hacer que las ambigüedades de fase correspondan con un número entero;

Fuente: www.sirgas.org Guía para los Centros de Análisis SIRGAS

SIRGAS WG I. Procesamiento



ID	NAME	ANALYSIS CENTER	COUNTRY	TYPE	Processing Sofware	Begin GPSweek	# Total Stations (# IGS)	Processing
DGF	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut - TUM	CC IGS-RNAAC-SIR	Germany	Civilian	BSW 5.2	860	248 (106)	Paralell
IBG	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica	LPC/CC	Brazil	Civilian	BSW 5.2	1491	205 (16)	Paralell
IGA	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	LPC	Colombia	Civilian	BSW 5.2	1491	110 (16)	Paralell
URY	Instituto Geográfico Militar, Uruguay	LPC	Uruguay	Military	BSW 5.2	1564	108 (10)	Paralell
ECU	Centro de Procesamiento de Datos GNSS del Ecuador - IGM	LPC	Ecuador	Military	BSW 5.2	1564	105 (11)	Sequential
GNA	Instituto Geográfico Nacional, Argentina	LPC	Argentina	Civilian	GG 10.71	1617	250 (67)	Paralell
INE	Instituto Nacional de Estadística y Geografía	LPC	Mexico	Civilian	GG 10.71	1617	54 (13)	Sequential
CHL	Instituto Geográfico Militar, Chile	LPC	Chile	Military	BSW 5.2	1721	93 (11)	Paralell
USC	Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico de la USACH	LPC	Chile	Civilian	BSW 5.2	2069	227 (63)	Paralell
PER	Instituto Geográfico Militar, Perú	LPC	Peru	Military	GG 10.71	2191	82 (11)	Sequential
CRI	Instituto Geográfico Nacional, Costa Rica	EPC	Costa Rica	Civilian	BSW 5.2	2166 (exp)	61 (11)	Paralell



Fuente: Sanchez 2019, SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2018

La revisión y control de las soluciones semanales SIRGAS-CON que se realiza en los centros de análisis del SIRGAS WG1 está enfocado en dos evaluaciones, una que hacen los LPC y otra que hacen los CC:

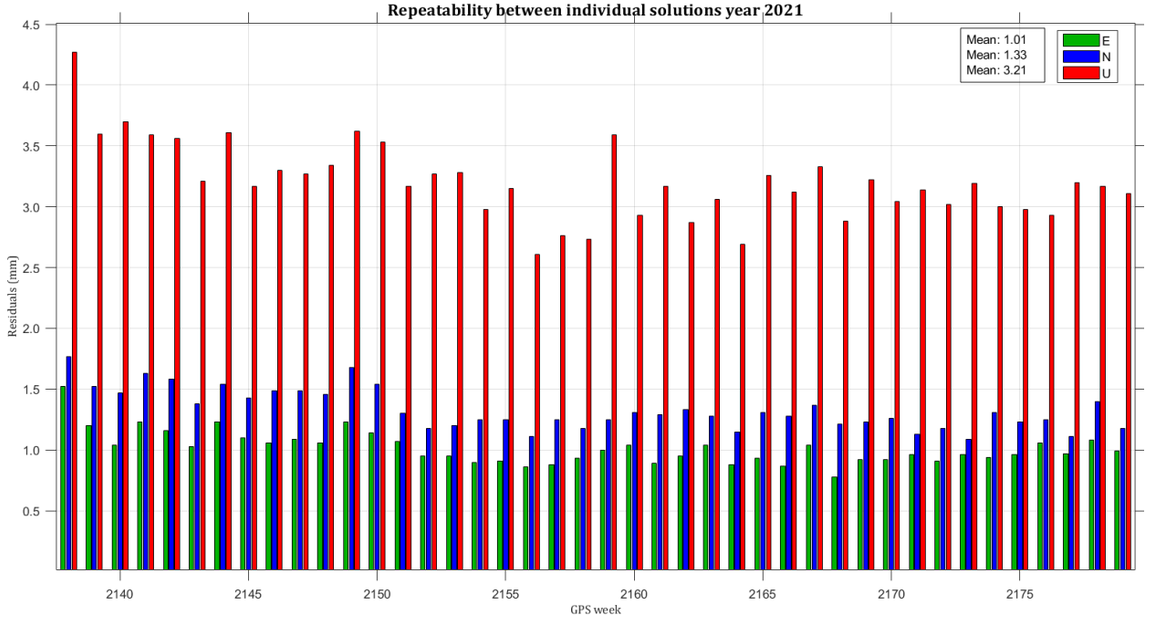
- Evaluaciones soluciones individuales:
  - Coincidencia de datos y metadatos de los RNX.
  - Evaluación de la calidad del RNX.
  - Para la combinación de soluciones diarias, las estaciones con error medio cuadrático (1σ) mayor a 10 mm en la componente N-E, y más de 20 mm en la componente Up, se eliminan de las ecuaciones normales, para posteriormente obtener la solución semilibre combinada.

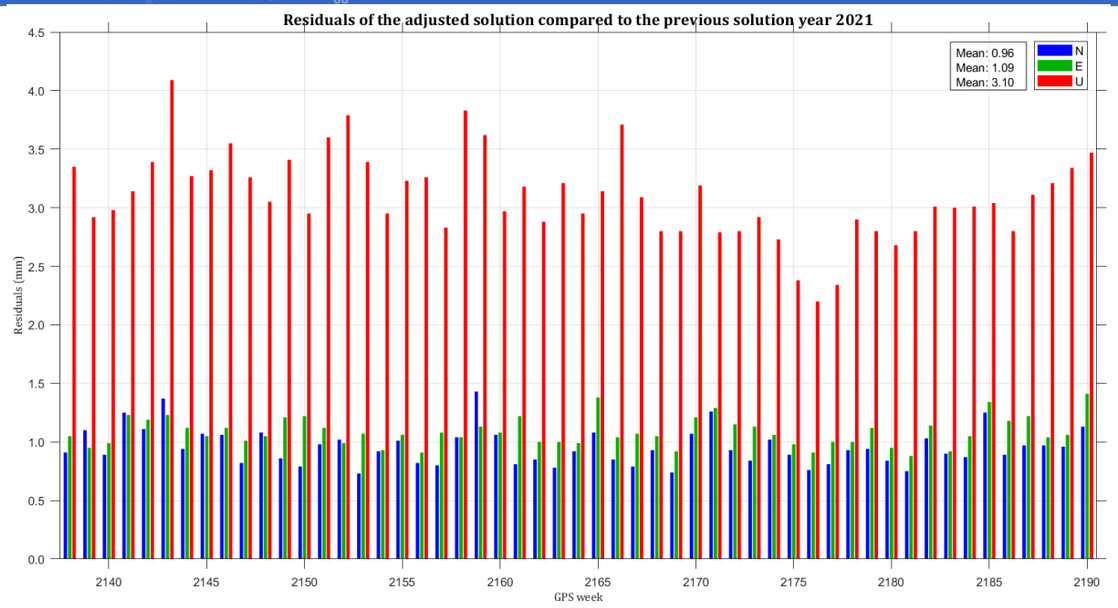
•Evaluación soluciones combinadas:
  - La desviación estándar promedio de las posiciones de la estación después de alinear la red con el marco de referencia IGS indica el error formal de la combinación final.
  - La repetibilidad de coordenadas semanal después de combinar las soluciones individuales proporciona información sobre la consistencia interna de la red combinada.
  - La comparación con las coordenadas semanales del IGS indica la coherencia con la red global del IGS.

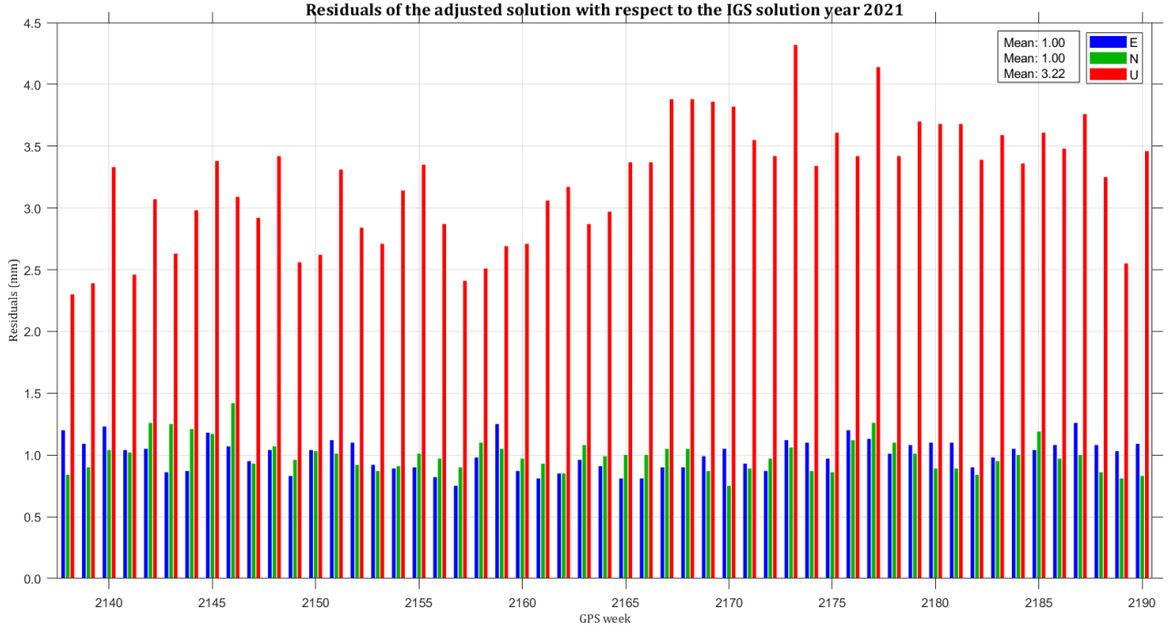
•IGS-RNAAC SIRGAS[1]:
  - El análisis de series temporales para las coordenadas de las estaciones permite determinar la compatibilidad de las soluciones combinadas de semana en semana.
  - La comparación con la combinación semanal del IBGE, y así cumplir con la redundancia requerida para generar los productos SIRGAS finales.

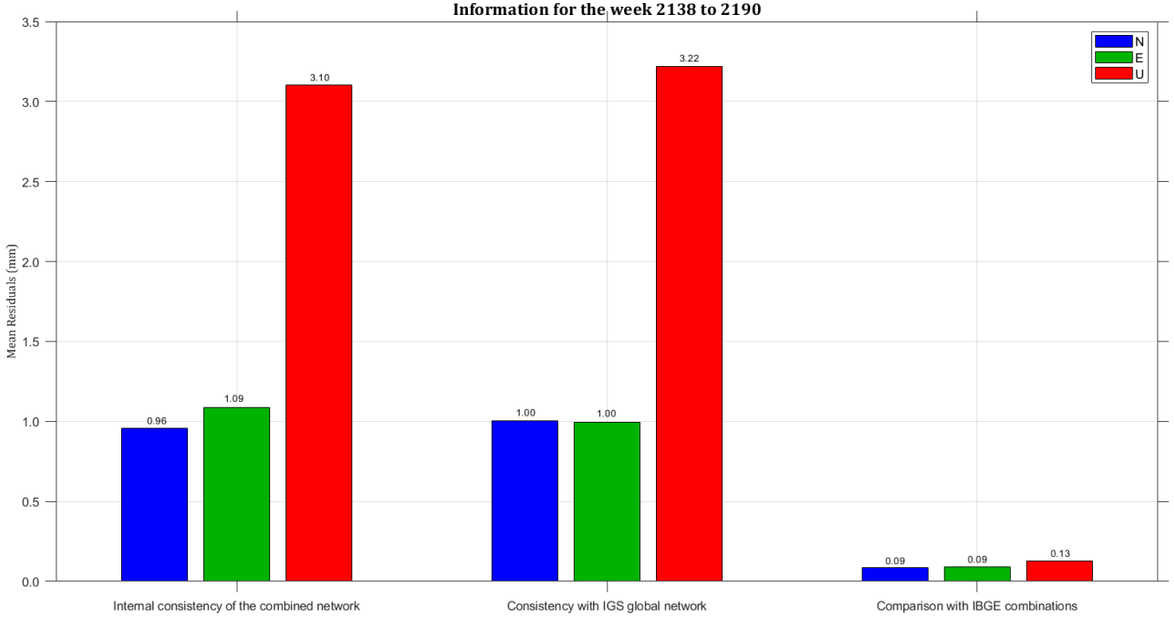
[1] Fuente: L. Sánchez, A. Kehm, SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2020, in: A. Villiger, R. Dach (Eds.), Int. GNSS Serv. Tech. Rep. 2020, 2021: pp. 135–146. https://doi.org/https://files.igs.org/pub/resource/pubs/2020_techreport.pdf.

SIRGAS WG I. Evaluación y Control de calidad



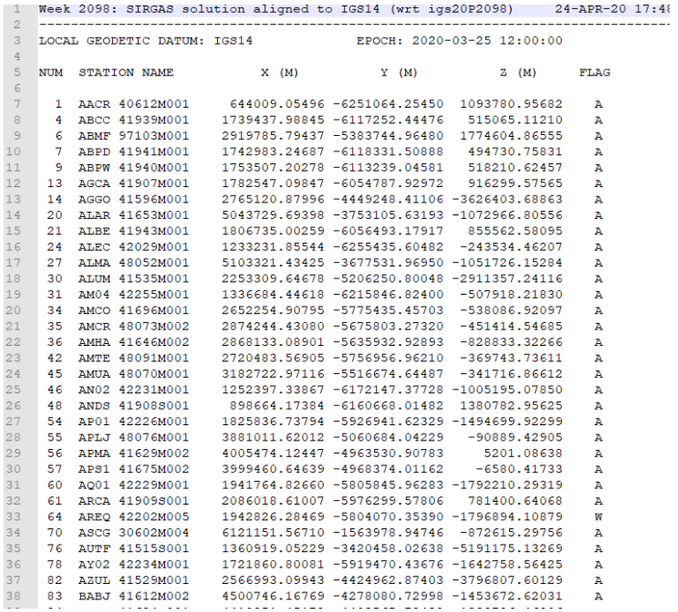






SIRGAS-CON es una red de estaciones GNSS de operación continua distribuida sobre América Latina, con coordenadas ITRF (International Terrestrial Reference Frame) de alta precisión. La operabilidad de SIRGAS-CON es posible gracias a la contribución voluntaria de más de 50 organizaciones latinoamericanas que garantizan la confiabilidad y estabilidad a largo plazo de la red mediante redundancia y aplicación de directrices precisas que aseguran la calidad de las mediciones GNSS, el procesamiento científico de datos y las coordenadas obtenidas para cada estación de referencia. Con base en **SIRGAS-CON** y la **infraestructura operativa de SIRGAS**, SIRGAS proporciona los siguientes productos:

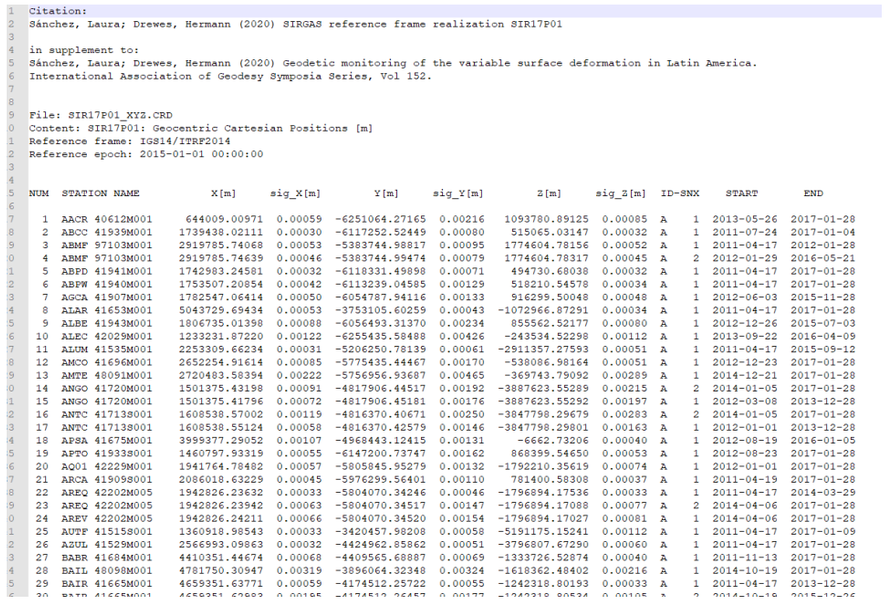
- **Coordenadas semanales de las estaciones SIRGAS-CON**
- **Soluciones multianuales (posiciones y velocidades) de SIRGAS-CON**
- **Modelo de velocidades VEMOS (Velocity Model for SIRGAS)**



Week 2098: SIRGAS solution aligned to IGS14 (wrt igs20P2098) 24-APR-20 17:4

LOCAL GEODETIC DATUM: IGS14 EPOCH: 2020-03-25 12:00:00

NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	FLAG
1	AACR 40612M001	644009.05496	-6251064.25450	1093780.95682	A
4	ABCC 41939M001	1739437.98845	-6117252.44476	515065.11210	A
6	ABMF 97103M001	2919785.79437	-5383744.96480	1774604.86555	A
7	ABPD 41941M001	1742983.24687	-6118331.50888	494730.75831	A
9	ABPW 41940M001	1753507.20278	-6113239.04581	518210.62457	A
13	AGCA 41907M001	1782547.09847	-6054787.92972	916299.57565	A
14	AGGO 41596M001	2765120.87996	-4449248.41106	-3626403.68863	A
20	ALAR 41653M001	5043729.69398	-3753105.63193	-1072966.80556	A
21	ALBE 41943M001	1806735.00259	-6056493.17917	855562.58095	A
24	ALEC 42029M001	1233231.85544	-6255435.60482	-243534.46207	A
27	ALMA 48052M001	5103321.43425	-3677531.96950	-1051726.15284	A
30	ALUM 41535M001	2253309.64678	-5206250.80048	-2911357.24116	A
31	AM04 42255M001	1336684.44618	-6215846.82400	-507918.21830	A
34	AMCO 41696M001	2652254.90795	-5775435.45703	-538086.92097	A
35	AMCR 48073M002	2874244.43080	-5675803.27320	-451414.54685	A
36	AMHA 41646M002	2868133.08901	-5635932.92893	-828833.32266	A
42	AMTE 48091M001	2720483.56905	-5756956.96210	-369743.73611	A
45	AMUA 48070M001	3182722.97116	-5516674.64487	-341716.86612	A
46	AN02 42231M001	1252397.33867	-6172147.37728	-1005195.07850	A
48	ANDS 419088001	898664.17384	-6160668.01482	1380782.95625	A
54	AP01 42226M001	1825836.73794	-5926941.62329	-1494699.92299	A
55	APLJ 48076M001	3881011.62012	-5060684.04229	-90889.42905	A
56	APMA 41629M002	4005474.12447	-4963530.90783	5201.08638	A
57	APS1 41675M002	3999460.64639	-4968374.01162	-6580.41733	A
60	AQ01 42229M001	1941764.82660	-5805845.96283	-1792210.29319	A
61	ARCA 419098001	2086018.61007	-5976299.57806	781400.64068	A
64	AREQ 42202M005	1942826.28469	-5804070.35390	-1796894.10879	W
70	ASCG 30602M004	6121151.56710	-1563978.94746	-872615.29756	A
76	AUTF 415158001	1360919.05229	-3420458.02638	-5191175.13269	A
78	AY02 42234M001	1721860.80081	-5919470.43676	-1642758.56425	A
82	AZUL 41529M001	2566993.09943	-4424962.87403	-3796807.60129	A
83	BABJ 41612M002	4500746.16769	-4278080.72998	-1453672.62031	A



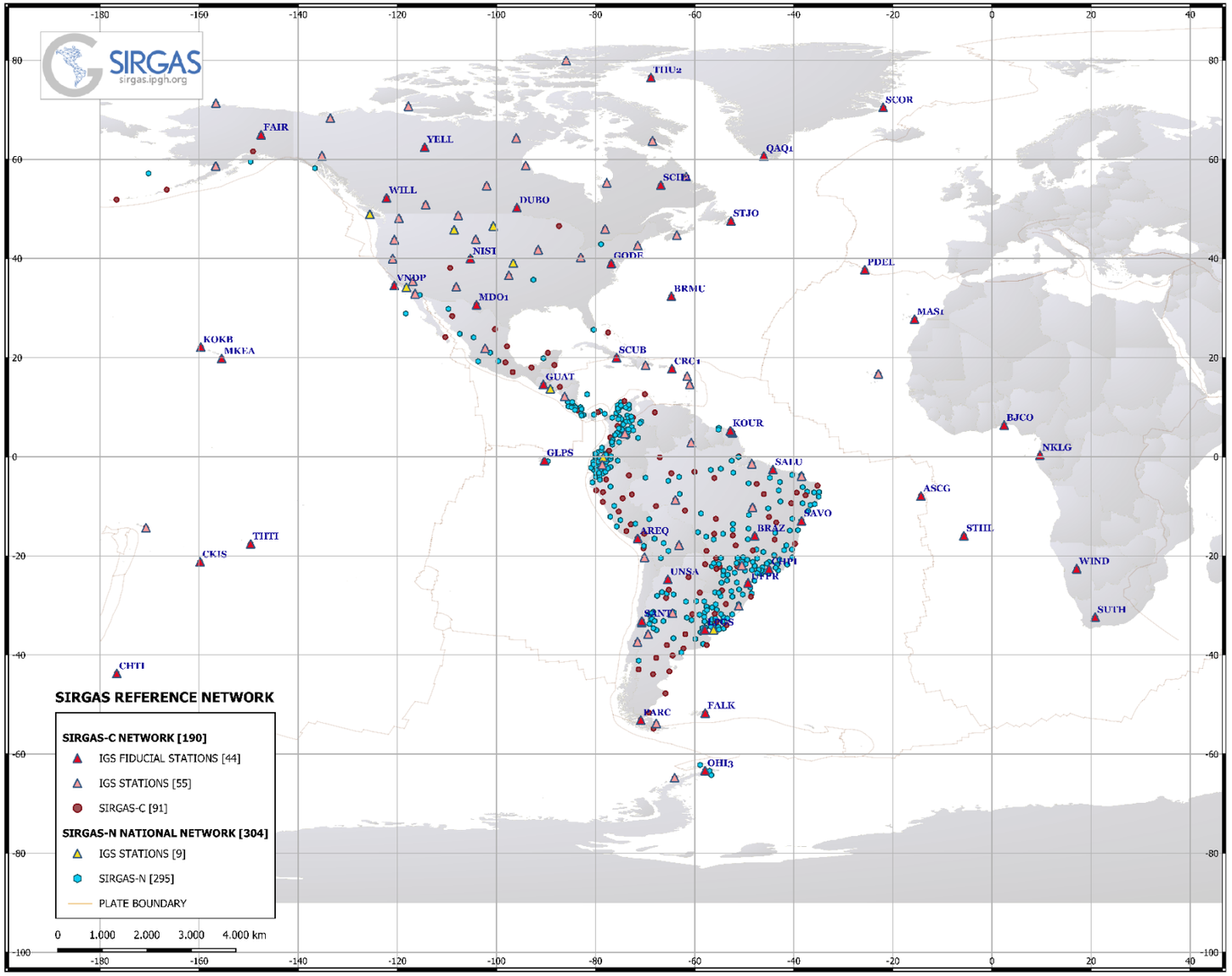
Citation:
Sánchez, Laura; Drewes, Hermann (2020) SIRGAS reference frame realization SIR17P01

in supplement to:
Sánchez, Laura; Drewes, Hermann (2020) Geodetic monitoring of the variable surface deformation in Latin America. International Association of Geodesy Symposia Series, Vol 152.

File: SIR17P01_XYZ.CRD
Content: SIR17P01: Geocentric Cartesian Positions [m]
Reference frame: IGS14/ITRF2014
Reference epoch: 2015-01-01 00:00:00

NUM	STATION NAME	X[m]	sig_X[m]	Y[m]	sig_Y[m]	Z[m]	sig_Z[m]	ID-SNX	START	END
1	AACR 40612M001	644009.00971	0.00059	-6251064.27165	0.00216	1093780.89125	0.00085	A 1	2013-05-26	2017-01-28
2	ABCC 41939M001	1739438.02111	0.00030	-6117252.52449	0.00080	515065.03147	0.00032	A 1	2011-07-24	2017-01-04
3	ABMF 97103M001	2919785.74068	0.00053	-5383744.98817	0.00095	1774604.78156	0.00052	A 1	2011-04-17	2012-01-28
4	ABMF 97103M001	2919785.74639	0.00046	-5383744.99474	0.00079	1774604.78317	0.00045	A 2	2012-01-29	2016-05-21
5	ABPD 41941M001	1742983.24581	0.00032	-6118331.49898	0.00071	494730.68038	0.00032	A 1	2011-04-17	2017-01-28
6	ABPW 41940M001	1753507.20854	0.00042	-6113239.04585	0.00129	518210.54578	0.00034	A 1	2011-04-17	2017-01-28
7	AGCA 41907M001	1782547.06414	0.00050	-6054787.94116	0.00133	916299.50048	0.00048	A 1	2012-06-03	2015-11-28
8	ALAR 41653M001	5043729.69434	0.00053	-3753105.60259	0.00043	-1072966.87291	0.00034	A 1	2011-04-17	2017-01-28
9	ALBE 41943M001	1806735.01398	0.00088	-6056493.31370	0.00234	855562.52177	0.00080	A 1	2012-12-26	2015-07-03
10	ALEC 42029M001	1233231.87220	0.00122	-6255435.58488	0.00426	-243534.52298	0.00112	A 1	2013-09-22	2016-04-09
11	ALUM 41535M001	2253309.66234	0.00031	-5206250.78139	0.00061	-2911357.27593	0.00051	A 1	2011-04-17	2015-09-12
12	AMCO 41696M001	2652254.91614	0.00085	-5775435.44467	0.00170	-538086.98164	0.00051	A 1	2012-12-23	2017-01-28
13	AMTE 48091M001	2720483.58394	0.00222	-5756956.93687	0.00465	-369743.79092	0.00289	A 1	2014-12-21	2017-01-28
14	ANGO 41720M001	1501375.43198	0.00091	-4817906.44517	0.00192	-3887623.55289	0.00215	A 2	2014-01-05	2017-01-28
15	ANGO 41720M001	1501375.41796	0.00072	-4817906.45181	0.00176	-3887623.55292	0.00197	A 1	2012-03-08	2013-12-28
16	ANTC 41713S001	1608538.57002	0.00119	-4816370.40671	0.00250	-3847798.29679	0.00283	A 2	2014-01-05	2017-01-28
17	ANTC 41713S001	1608538.55124	0.00058	-4816370.42579	0.00146	-3847798.29801	0.00163	A 1	2012-01-01	2013-12-28
18	APSA 41675M001	3999377.29052	0.00107	-4968443.12415	0.00131	-6662.73206	0.00040	A 1	2012-08-19	2016-01-05
19	APTO 41933S001	1460797.93319	0.00055	-6147200.73747	0.00162	868399.54650	0.00053	A 1	2012-08-23	2017-01-28
20	AQ01 42229M001	1941764.78482	0.00057	-5805845.95279	0.00132	-1792210.35619	0.00074	A 1	2012-01-01	2017-01-28
21	ARCA 419098001	2086018.63229	0.00045	-5976299.56401	0.00110	781400.58308	0.00037	A 1	2011-04-19	2017-01-28
22	AREQ 42202M005	1942826.23632	0.00033	-5804070.34246	0.00046	-1796894.17536	0.00033	A 1	2011-04-17	2014-03-29
23	AREQ 42202M005	1942826.23942	0.00063	-5804070.34517	0.00147	-1796894.17088	0.00077	A 2	2014-04-06	2017-01-28
24	AREV 42202M005	1942826.24211	0.00066	-5804070.34520	0.00154	-1796894.17027	0.00081	A 1	2014-04-06	2017-01-28
25	AUTF 41515S001	1360918.98543	0.00033	-3420457.98208	0.00058	-5191175.15241	0.00112	A 1	2011-04-17	2017-01-09
26	AZUL 41529M001	2566993.09863	0.00032	-4424962.85862	0.00051	-3796807.67290	0.00060	A 1	2011-04-17	2017-01-28
27	BABR 41684M001	4410351.44674	0.00068	-4409565.68887	0.00069	-1333726.52874	0.00040	A 1	2011-11-13	2017-01-28
28	BAIL 48098M001	4781750.30947	0.00319	-3896064.32348	0.00324	-1618362.48402	0.00216	A 1	2014-10-19	2017-01-28
29	BAIR 41665M001	4659351.63771	0.00059	-4174512.25722	0.00055	-1242318.80193	0.00033	A 1	2011-04-17	2013-12-28

Retos a futuro



1. Relativo a las estaciones:
   - Aumentar la densificación en Centro América, Caribe y Chile.
   - Incorporar más estaciones IGS, al menos una por país.
   - Actualización de equipamiento a GNSS e idealmente tiempo real.
   - Continuar con las capacitaciones en instalación de estaciones GNSS.

2. Relativo al procesamiento:
   - Aumentar la dotación de centros de procesamiento en Centro América
   - Incluir observaciones GAL en los nuevos procesamientos a partir de IGS20.
   - Continuar con las capacitaciones en procesamiento científico.

3. Relativo al análisis:

   1. Generación del nuevo PSD de SIRGAS en segundo semestre 2022.
   2. Implementar una metodología que apunte a una transformación precisa entre diferentes épocas y, en general, entre realizaciones de marcos de referencia pre-sísmicos y post-sísmicos en particular (https://com1.iag-aig.org/sub-commission-13)

SIRGAS WG I (Sistema de Referencia)

Muchas gracias

J.A. Tarrío[1], *S.Alves*[2], *A. da Silva*[2],*L. Sanchez*[3], *Jesarella Inzunza*[1],*Fernando Isla*[1], *A. Martínez*[4], *Óscar Rodriguez*[5], *Emilio Aleuy*[6], *Hernán Guagni*[7],*Guido González*[8], *Gustavo Caubarrère*[9]

[1]*Universidad de Santiago de Chile, Chile*, [2] *Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (IBGE), Brasil*, [3] *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), Alemania*, [4] *Instituto Geográfico Militar (IGM), Ecuador*, [5] *Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Colombia*, [6] *Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile*, [7]*Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México*, [8] *Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina*, [9] *Instituto Geográfico Militar (IGM), Uruguay*