



SIMPOSIO SIRGAS 2020

Actividades del Grupo de Trabajo III para el período 2019-2020

Activities of Working Group III for the period 2019-2020

Gabriel do N. Guimarães

Presidente do GT-III Chair

gabriel@ufu.br

Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Brasil

4ta Sesión: Sistemas de altura

23 de octubre de 2020

TALLER

Determinación e integración de los sistemas de referencia verticales en las Américas

27 al 29 de julio de 2020

Universidad Federal de Pernambuco
(Ciudad de Recife, PE - Brasil).

Cupos limitados

Organizan:



Cancelado

Sistema Internacional de Alturas IHRS (International Height Reference System)

Laura Sánchez (lm.sanchez@tum.de)

Vicepresidente de GGOS
Coordinadora de GGOS Focus Area “Unified Height System”

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut
Technische Universität München (DGFI-TUM)
Alemania

Webinar SIRGAS, 2020-06-25

http://www.sirgas.org/fileadmin/docs/Boletines/Webinar_20200625_Sanchez_IHRS.pdf

<https://www.youtube.com/watch?v=TZKxv8DGTds&feature=youtu.be>

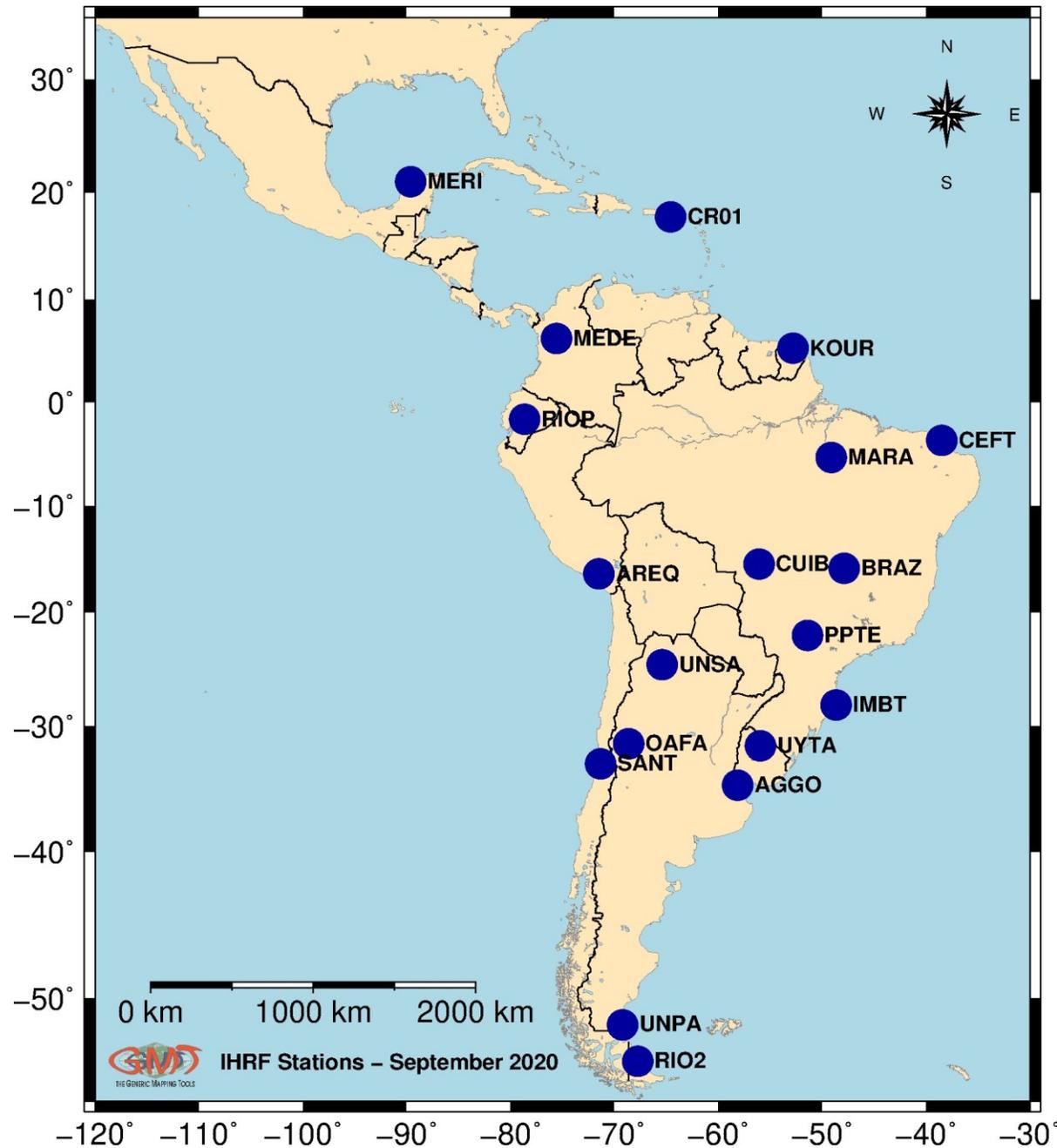
Diagnóstico de las estaciones IHRF

19 estaciones en América Latina

Cambio en Ecuador

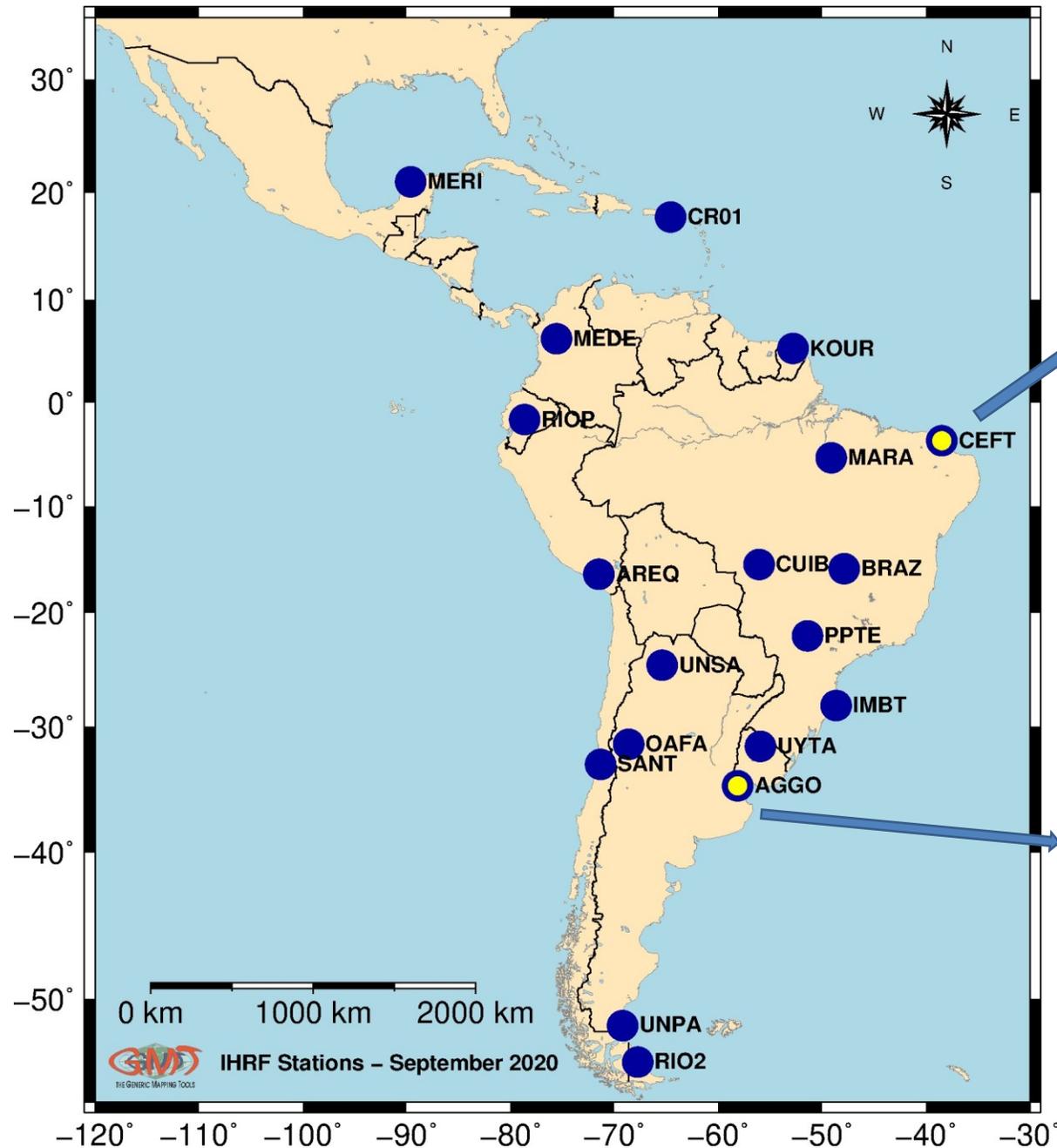
← Cuenca (CUEC)

→ Riobamba (RIOP)



Diagnóstico de las estaciones IHRF

Estaciones VLBI



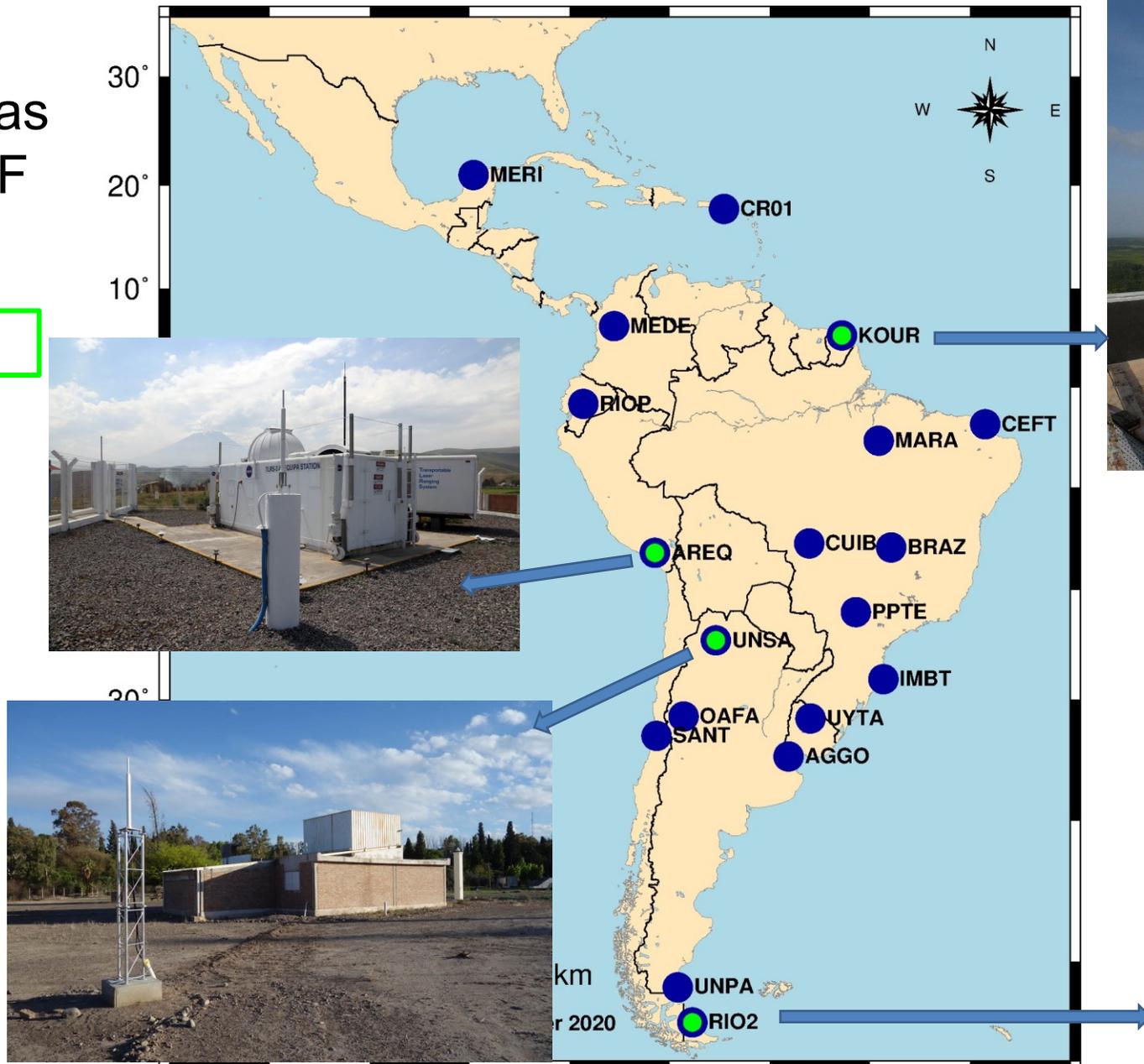
<http://www.inpe.br/>



<https://www.bkg.bund.de/>

Diagnóstico de las estaciones IHRF

Estaciones DORIS

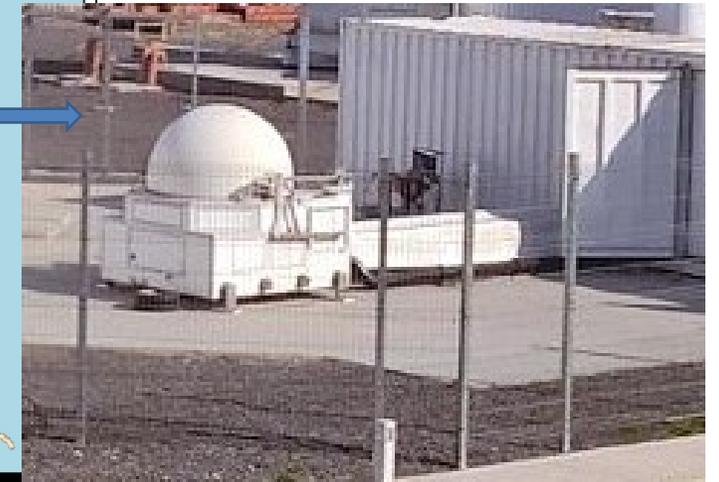
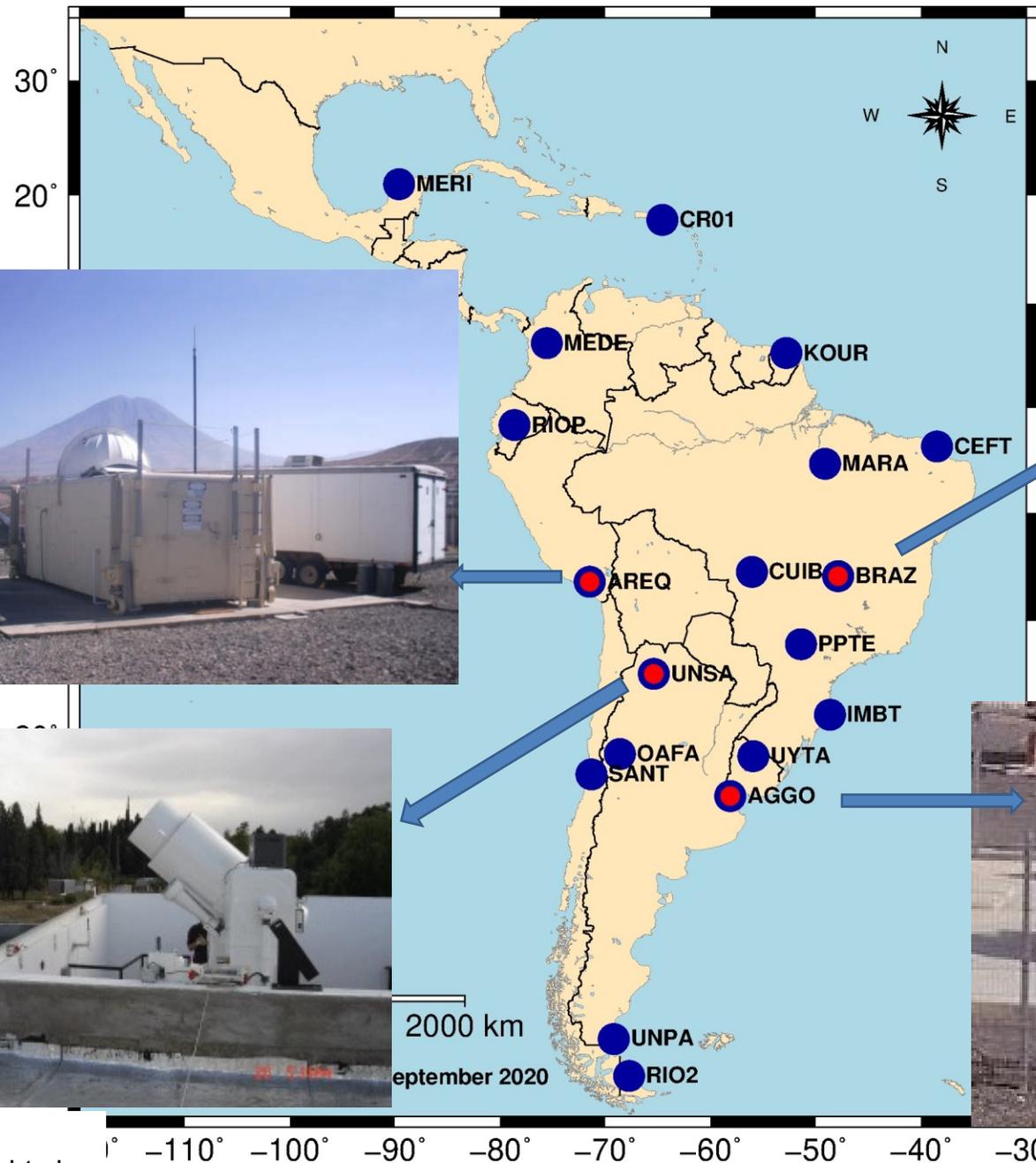


All pictures from:
<https://ids-doris.org/doris-system/tracking-network/site-logs.html>

Actividades del Grupo de Trabajo III para el periodo 2019-2020

Diagnóstico de las estaciones IHRF

Estaciones SLR

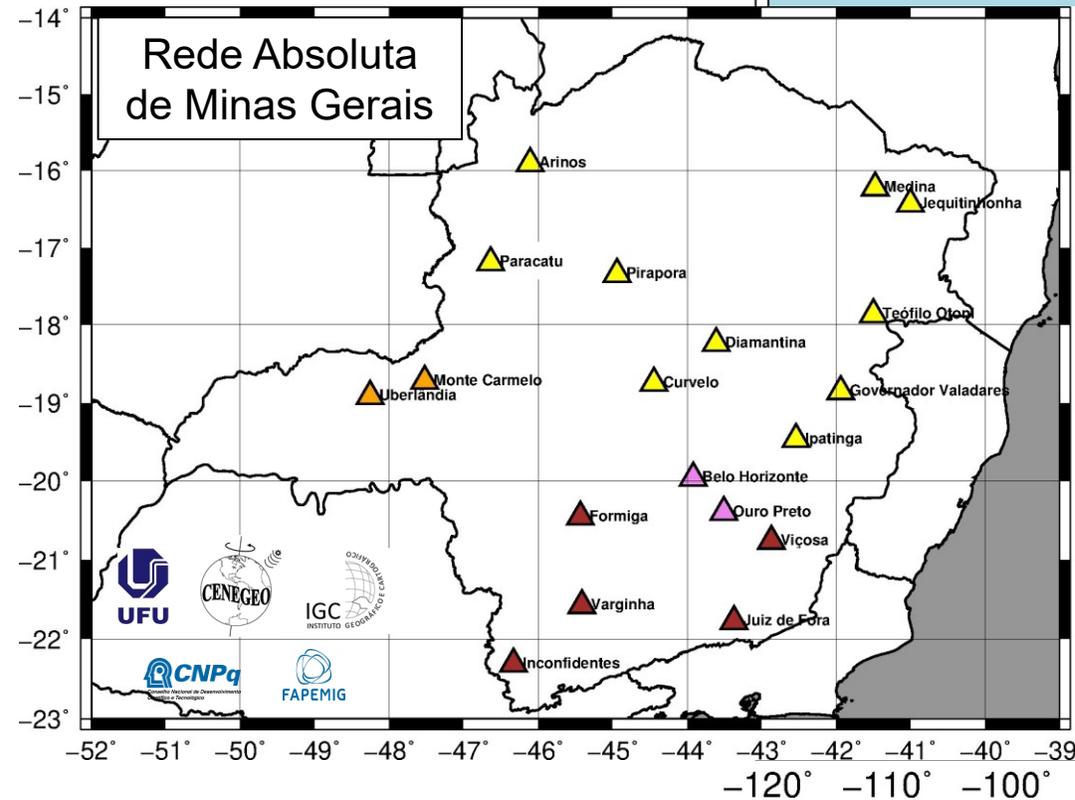
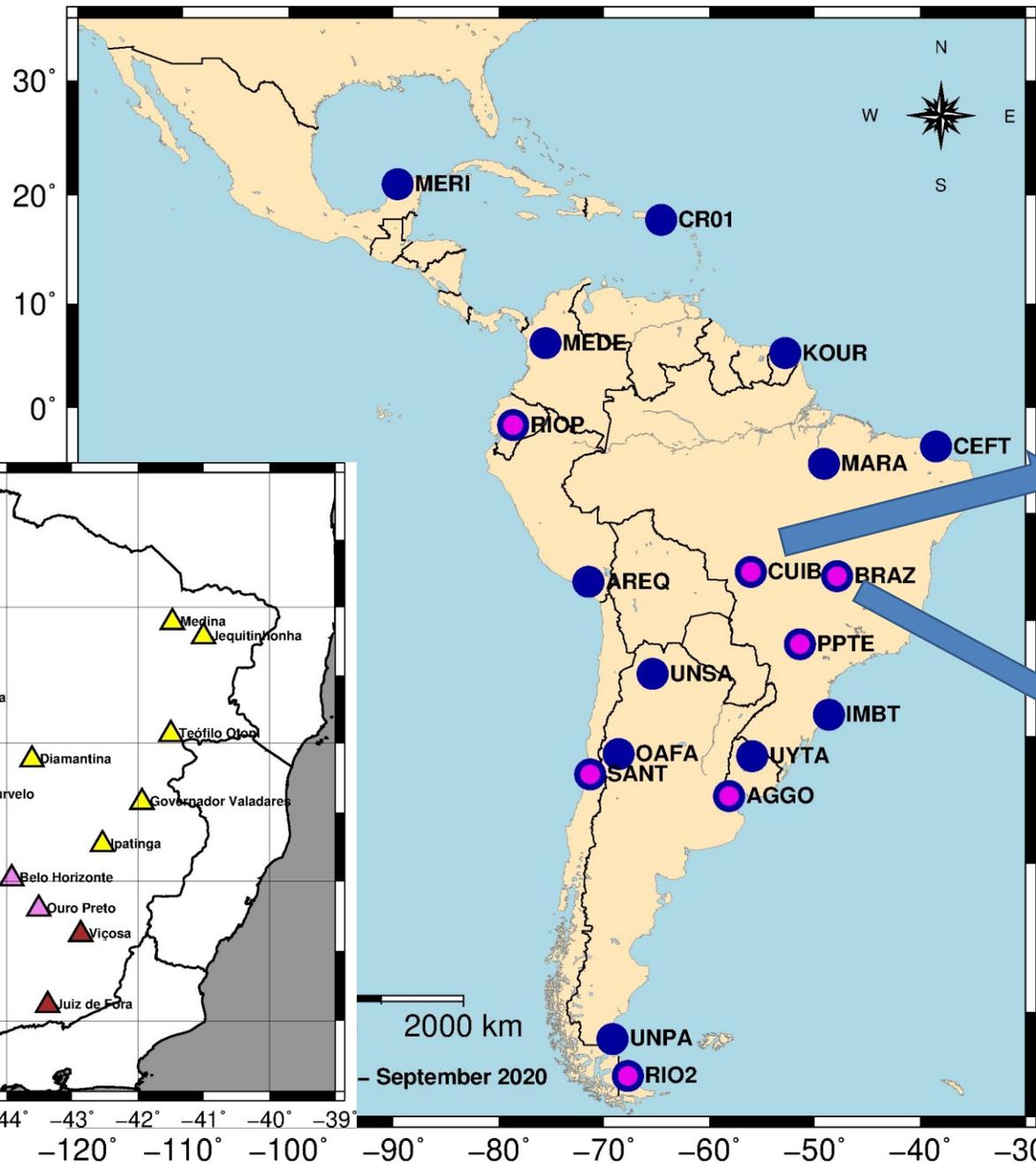


All pictures from:
<https://ilrs.gsfc.nasa.gov/network/stations/index.html>

Actividades del Grupo de Trabajo III para el periodo 2019-2020

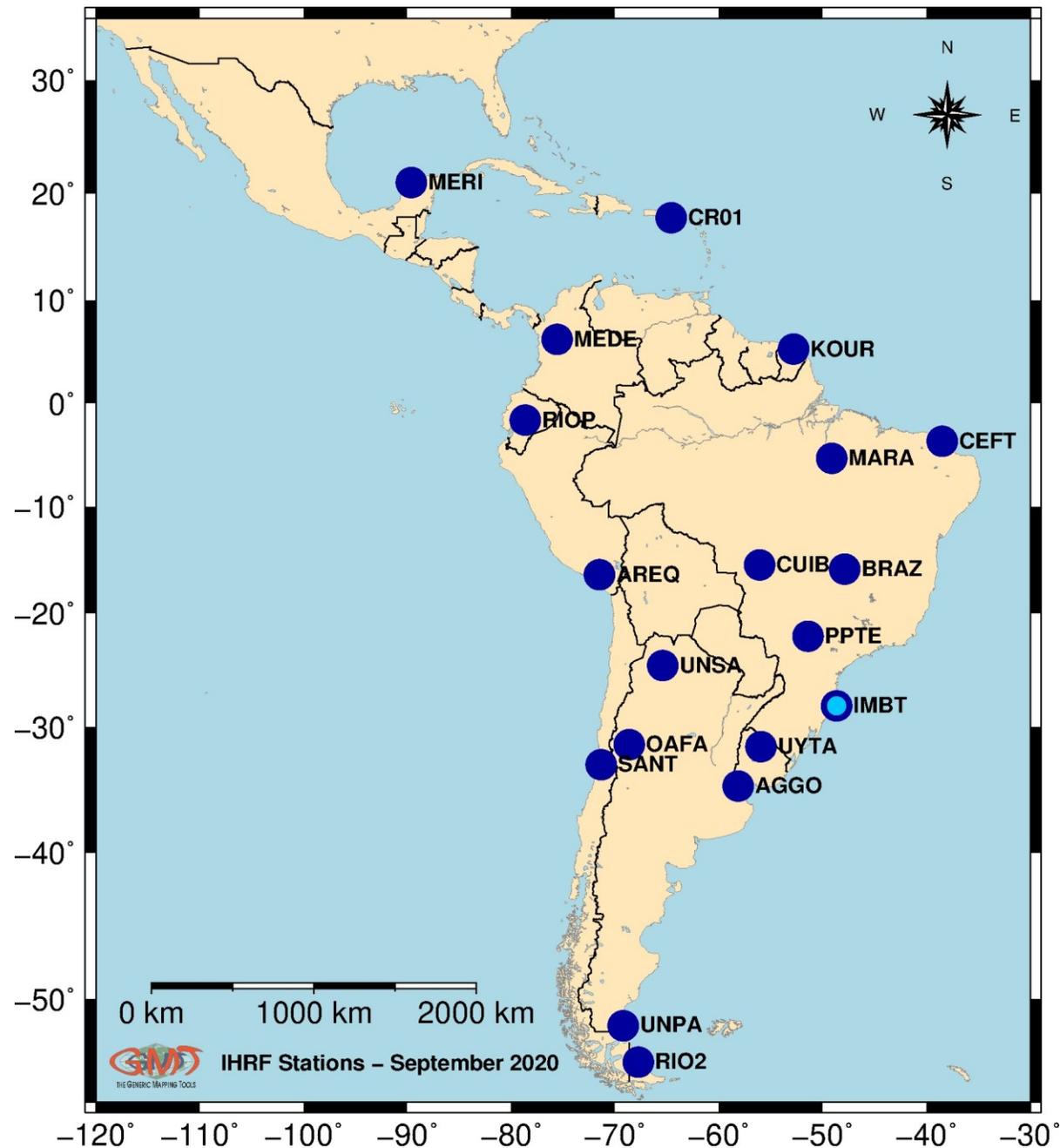
Diagnóstico de las estaciones IHRF

Estaciones de gravedad absoluta



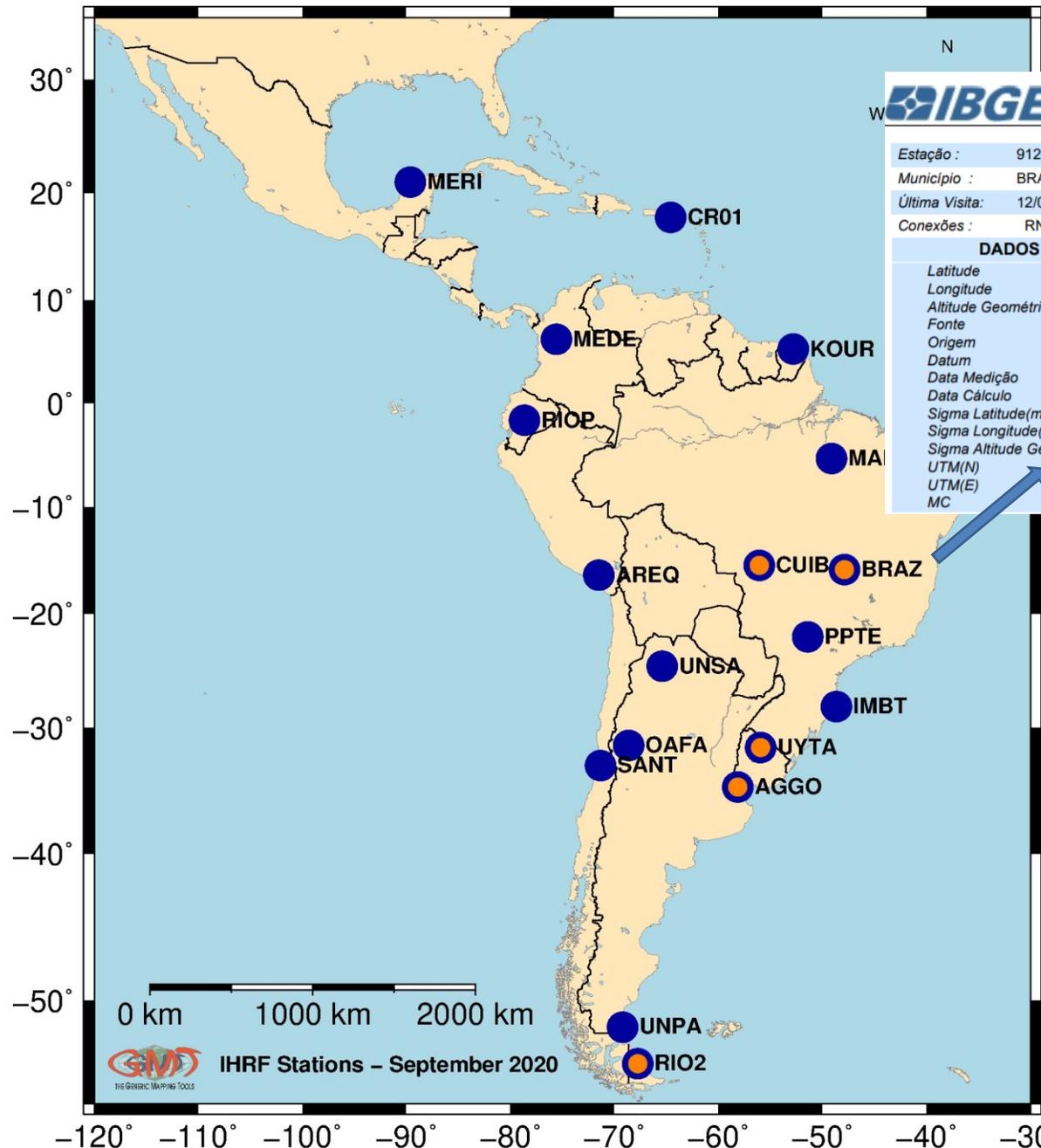
Diagnóstico de las estaciones IHRF

Mareógrafos



Diagnóstico de las estaciones IHRF

Enlace nivelación/GNSS



Relatório de Estação Geodésica

Estação :	91200	Nome da Estação :	91200
Município :	BRASÍLIA	Situação Marco Principal :	BOM
Última Visita :	12/07/2005	Conexões :	RN : 2369V
DADOS PLANIALTIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS	
Latitude	15° 56' 50,91123" S	Altitude Normal(m)	1.118,6967
Longitude	47° 52' 40,32834" W	Fonte	Nivelamento Geométrico
Altitude Geométrica(m)	1.106,020	Sigma Altitude(m)	0,071
Fonte	GPS Geodésico	Datum	Imbituba
Origem	Ajustada	Data Medição	14/11/1994
Datum	SIRGAS2000	Data Cálculo	30/07/2018
Data Medição	15/05/2000	Número Geopotencial (m ² /s ²)	10.943,649
Data Cálculo	23/11/2004		
Sigma Latitude(m)	0,001		
Sigma Longitude(m)	0,001		
Sigma Altitude Geométrica(m)	0,001		
UTM(N)	8.234.747,340		
UTM(E)	191.901,219		
MC	-45		

<http://www.ibge.gov.br/>



Diagnóstico de las estaciones IHRF: los Modelos Globales de Gravedad (GGMs)

Comparación de GGMs (hasta alto grado) con el GGM XGM2019

- ❑ Cálculo de los valores de potencial $W_{(P)}$ en las 19 estaciones
- ❑ Cálculo de los números geopotenciales $C_{(P)} = W_0 - W_{(P)}$
- ❑ Determinación de las alturas normales $H^N_{(P)} = C_{(P)} / \gamma$

EGM2008 (2190)
EIGEN6C4 (2190)
GECO (2190)
SGG-UGM-1 (2159)

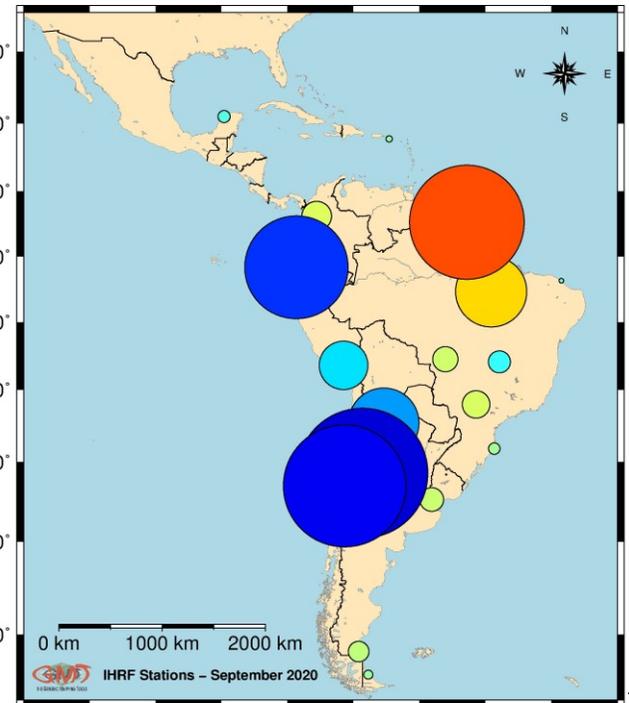


<http://icgem.gfz-potsdam.de/calcpoints>

- ✓ Sistema de Referencia GRS-80
- ✓ Sistema de mareas: *mean tide*
- ✓ *Zero degree term*

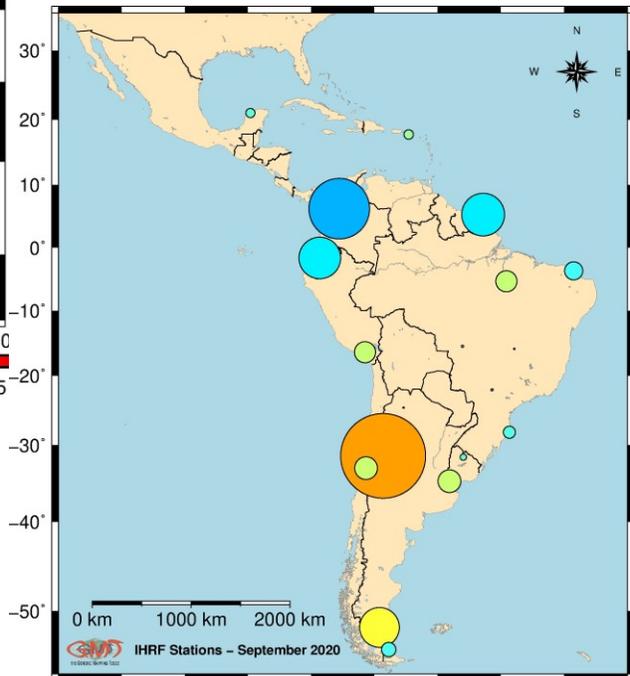
Diagnóstico de las estaciones IHRF: Modelos Globales de Gravedad (GGMs)

EGM2008



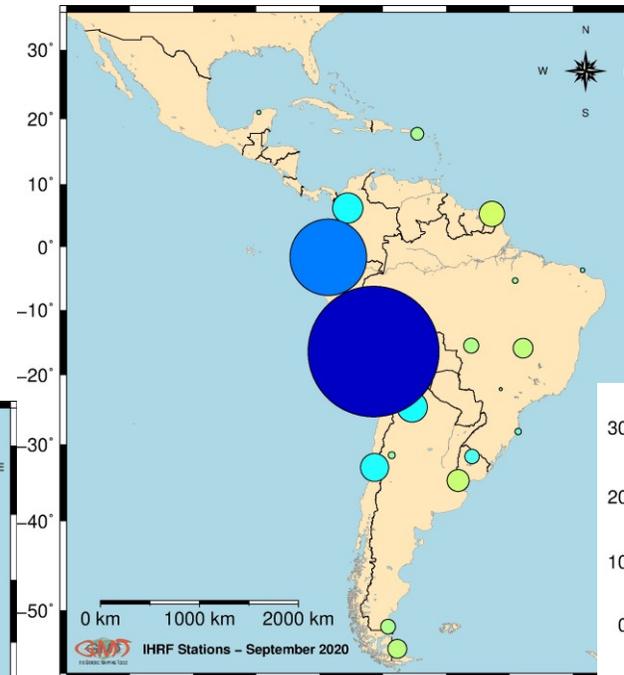
Valor medio: 0,24 cm,
Std: $\pm 8,56$ cm,
Min: -16,05 cm,
Max: 22,44 cm

EIGEN6C4



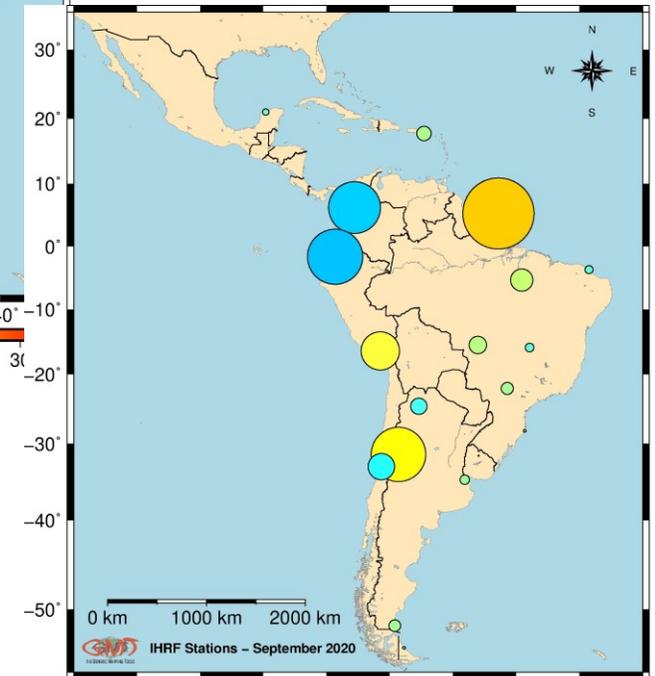
Valor medio: -2,33 cm,
Std: $\pm 15,85$ cm,
Min: -32,98 cm,
Max: 28,97 cm

GECO



Valor medio: 1,07 cm,
Std: $\pm 8,22$ cm,
Min: -14,56 cm,
Max: 18,78 cm

SGG-UGM-1



Valor medio: -2,60 cm,
Std: $\pm 10,13$ cm,
Min: -34,45 cm,
Max: 6,66 cm

Diagnóstico de las estaciones IHRF: Modelos geoidales

Comparación de los Modelos Geoidales con los GGMs

- Cálculo de la anomalía de altura ζ en las 19 estaciones:

$$\zeta - N \cong -\frac{\Delta g_B}{\gamma} H^o \begin{matrix} \nearrow \text{XGM2019 } (I_{max} = 2190) \\ \rightarrow \text{h - N} \\ \text{SRTM15+ V2.0} \end{matrix}$$

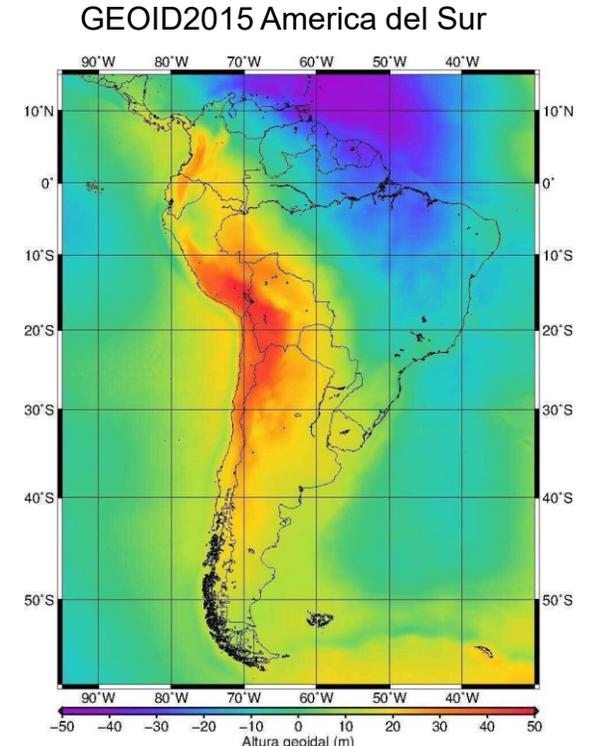
USGG/GEOID12B (estación CR01)

GGM10 (estación MERI)

GEOID2015 America del Sur (todas las otras estaciones)

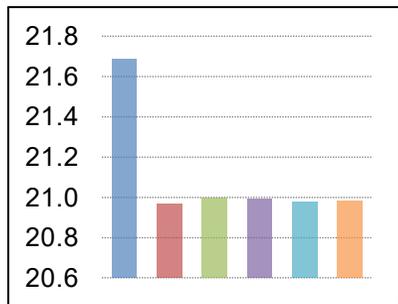


<http://www.isgeoid.polimi.it/index.html>



D. Blitzkow, A.C.O.C. de Matos, G.N. Guimaraes, M.C. Pacino, E.A. Lauria, M. Nunes, C.A.C. Castro Junior; F. Flores, N.O. Guevara, R. Alvarez, J.N. Hernandez (2016). **Gravity and geoid model for South America**. EGU General Assembly 2016, Geophysical Research Abstracts, Vol. 18, EGU2016-1626

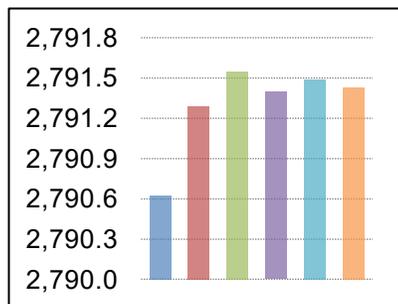
- ✓ Sistema de Referencia GRS-80
- ✓ Sistema de mareas: *mean tide*
- ✓ *Zero degree term*



$$H_{GNSS/QG}^N = 21,68 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 20,89 \text{ m}$$

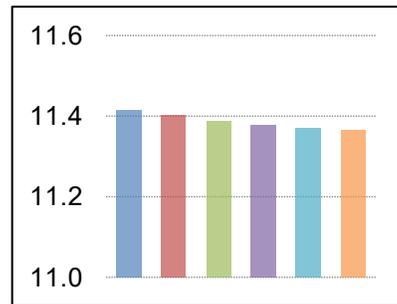
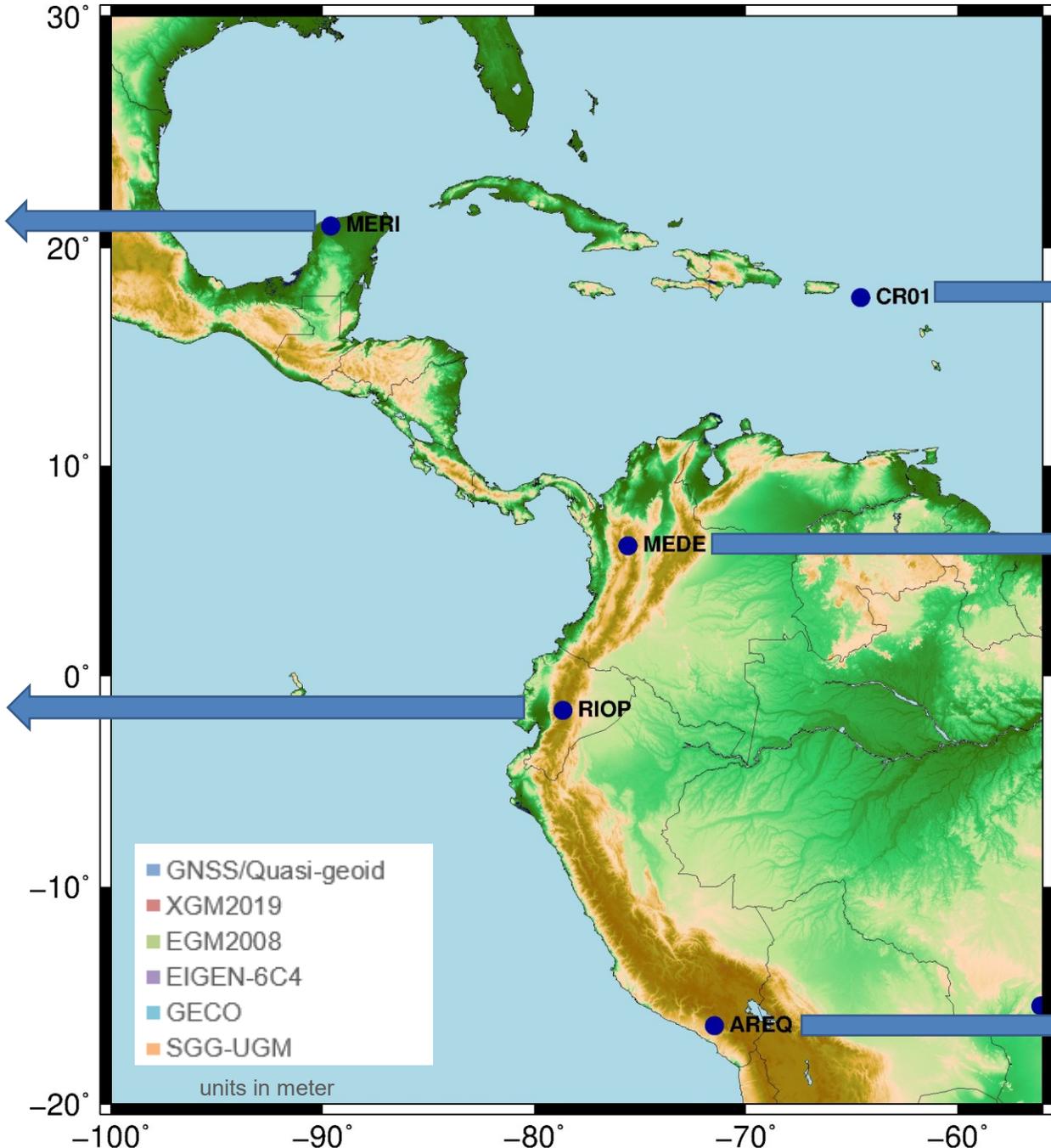
$$\Delta H^N = 0,70 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 2790,62 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 2791,43 \text{ m}$$

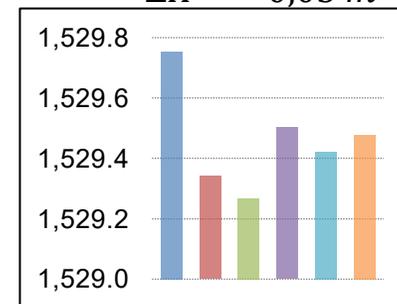
$$\Delta H^N = -0,81 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 11,41 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 11,38 \text{ m}$$

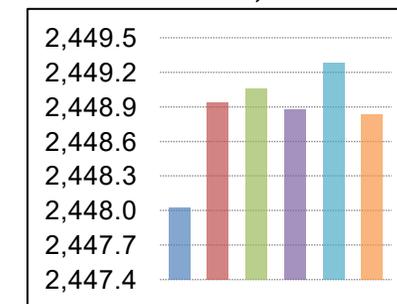
$$\Delta H^N = 0,03 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 1529,75 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 1529,40 \text{ m}$$

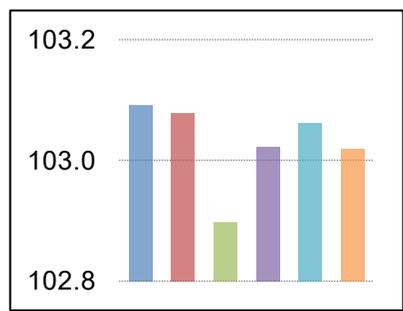
$$\Delta H^N = 0,35 \text{ m}$$



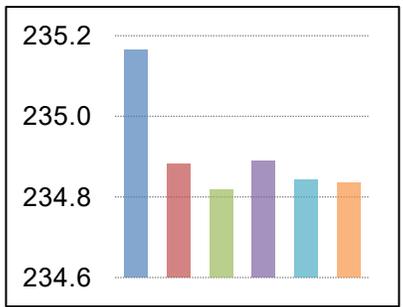
$$H_{GNSS/QG}^N = 2448,03 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 2449,00 \text{ m}$$

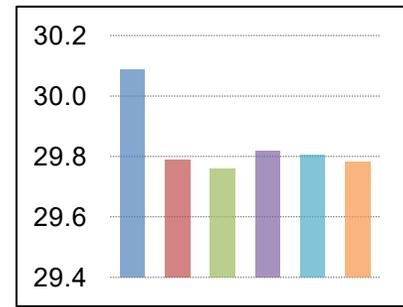
$$\Delta H^N = -0,97 \text{ m}$$



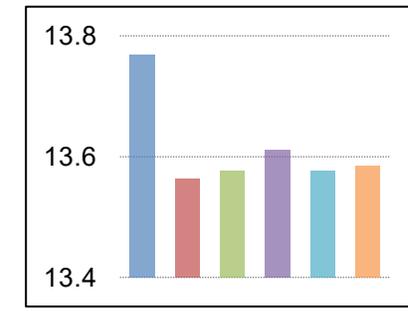
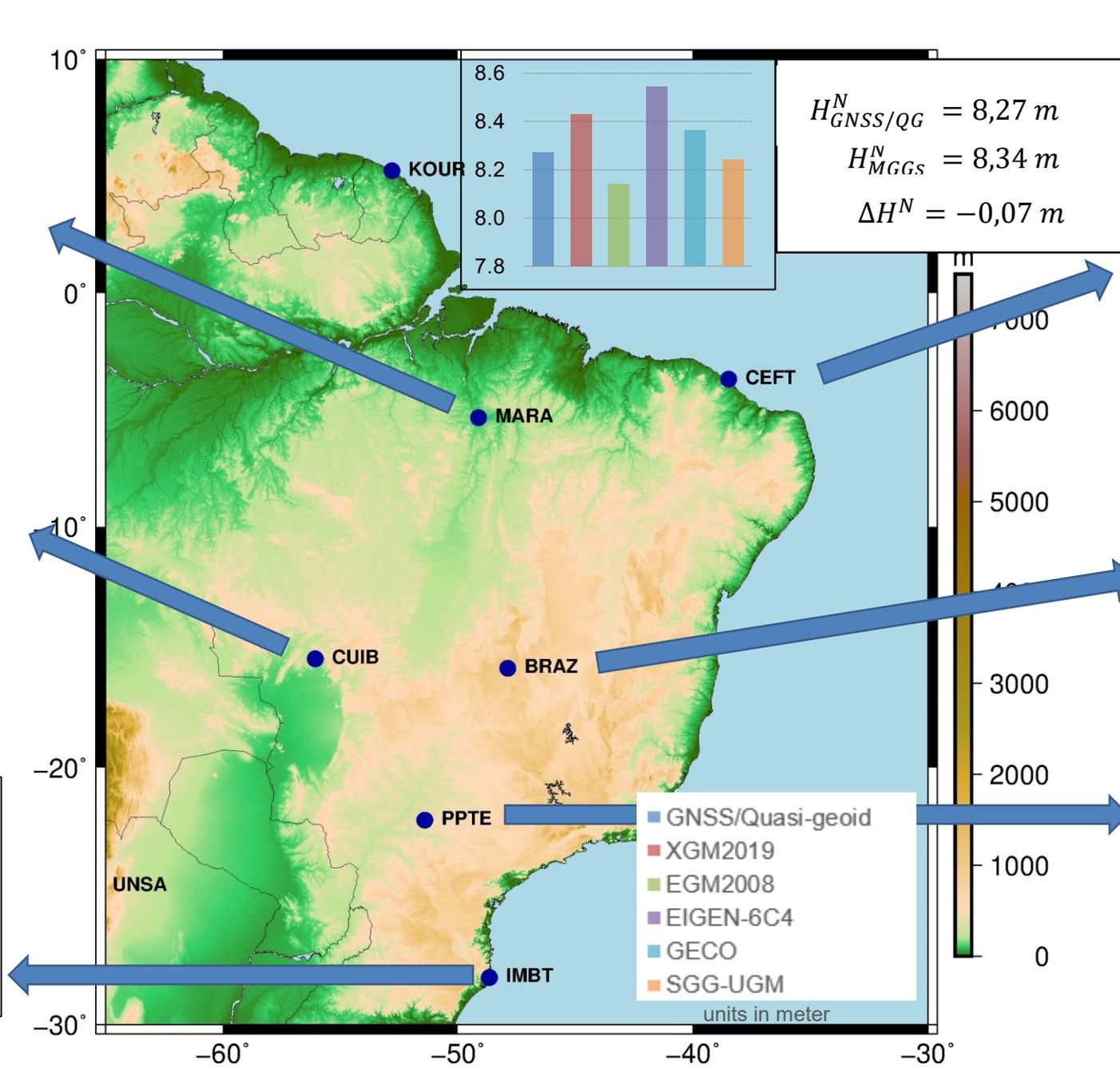
$H_{GNSS/QG}^N = 103,09 \text{ m}$
 $H_{MGGs}^N = 103,02 \text{ m}$
 $\Delta H^N = 0,07 \text{ m}$



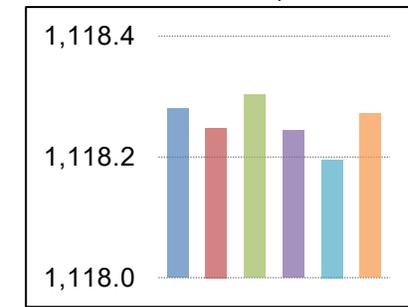
$H_{GNSS/QG}^N = 235,16 \text{ m}$
 $H_{MGGs}^N = 234,85 \text{ m}$
 $\Delta H^N = 0,31 \text{ m}$



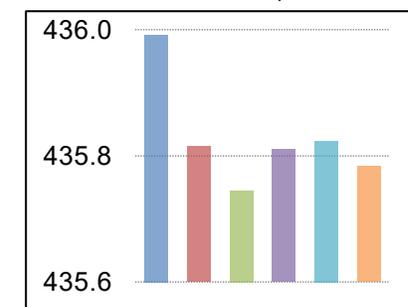
$H_{GNSS/QG}^N = 30,09 \text{ m}$
 $H_{MGGs}^N = 29,79 \text{ m}$
 $\Delta H^N = 0,70 \text{ m}$



$H_{GNSS/QG}^N = 13,77 \text{ m}$
 $H_{MGGs}^N = 13,58 \text{ m}$
 $\Delta H^N = 0,19 \text{ m}$



$H_{GNSS/QG}^N = 1,118,28 \text{ m}$
 $H_{MGGs}^N = 1,118,25 \text{ m}$
 $\Delta H^N = 0,03 \text{ m}$

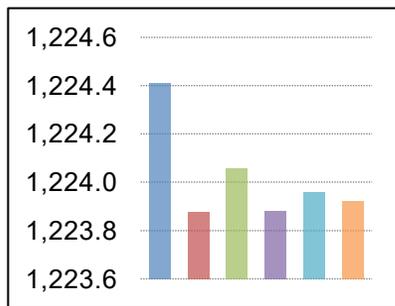


$H_{GNSS/QG}^N = 435,99 \text{ m}$
 $H_{MGGs}^N = 435,80 \text{ m}$
 $\Delta H^N = 0,19 \text{ m}$

$$H_{GNSS/QG}^N = 1224,41 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 1223,94 \text{ m}$$

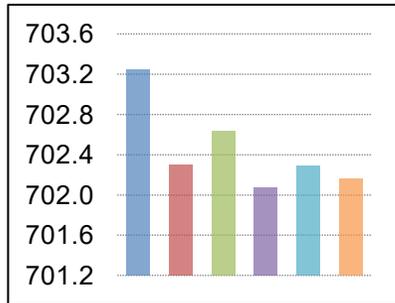
$$\Delta H^N = 0,47 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 703,25 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 702,29 \text{ m}$$

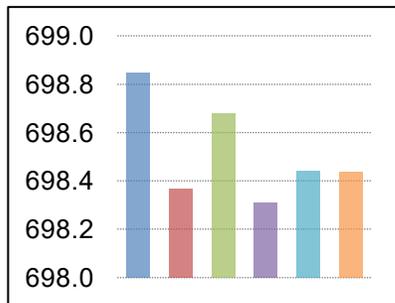
$$\Delta H^N = 0,96 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 698,85 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 698,45 \text{ m}$$

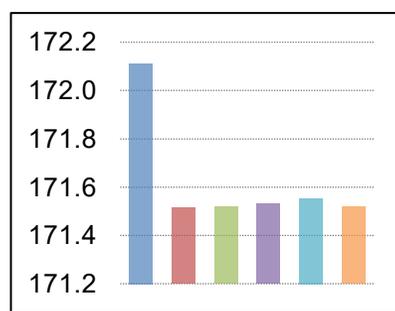
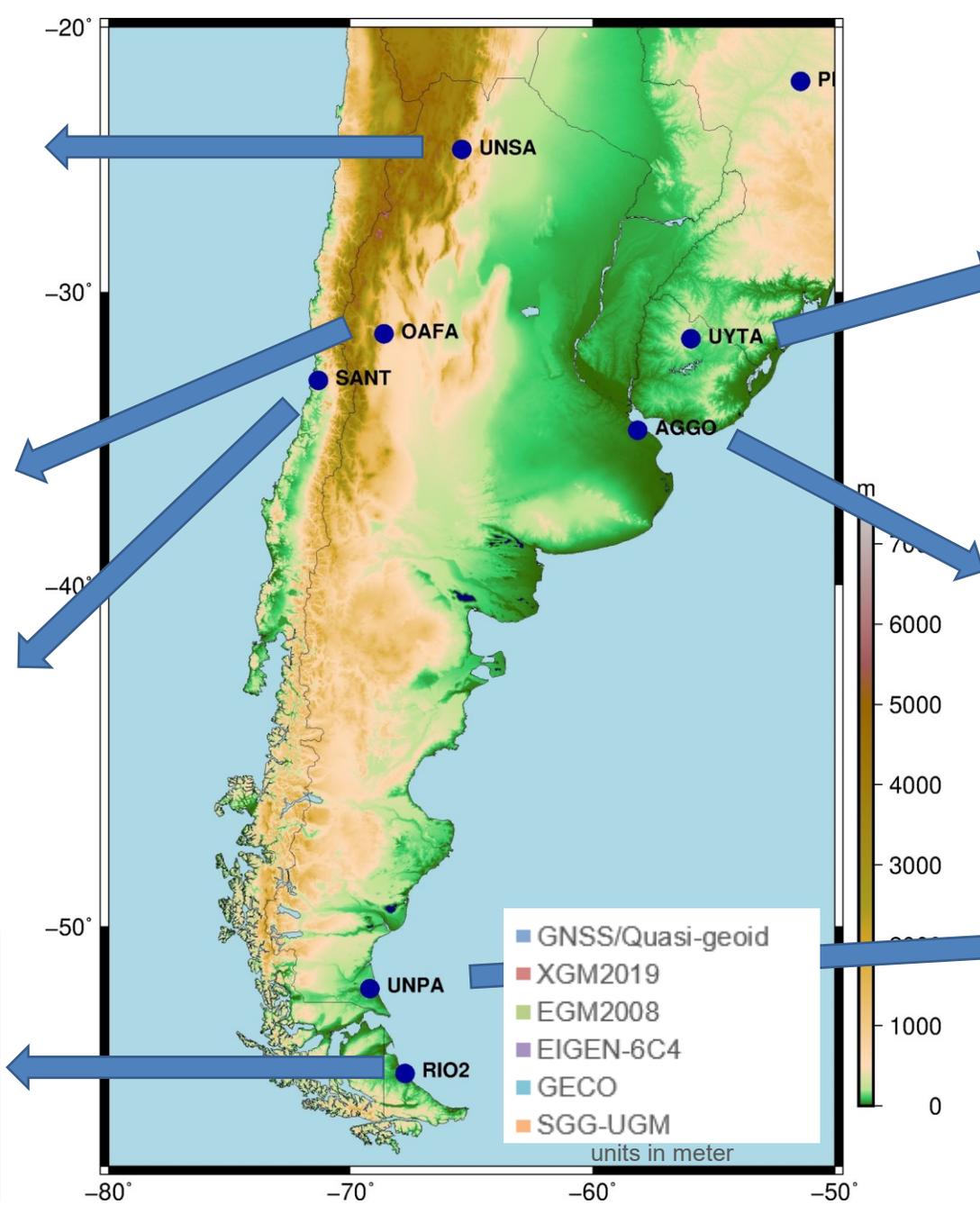
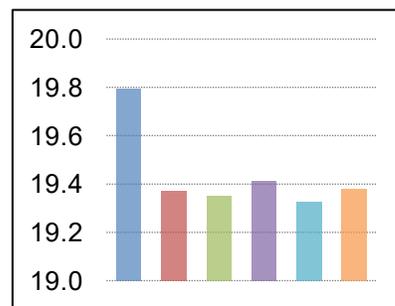
$$\Delta H^N = 0,40 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 19,79 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 19,37 \text{ m}$$

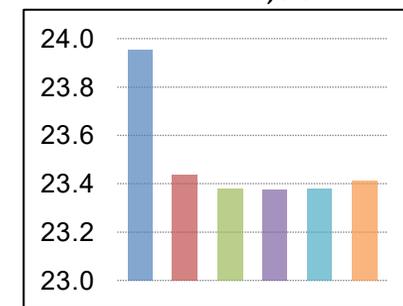
$$\Delta H^N = 0,43 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 172,11 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 171,53 \text{ m}$$

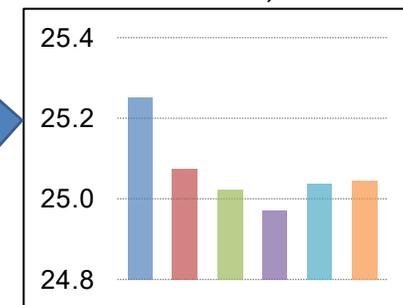
$$\Delta H^N = 0,58 \text{ m}$$



$$H_{GNSS/QG}^N = 23,95 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 23,40 \text{ m}$$

$$\Delta H^N = 0,56 \text{ m}$$

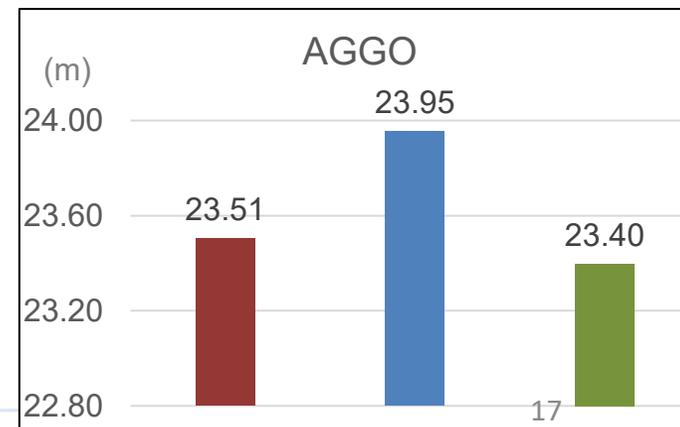
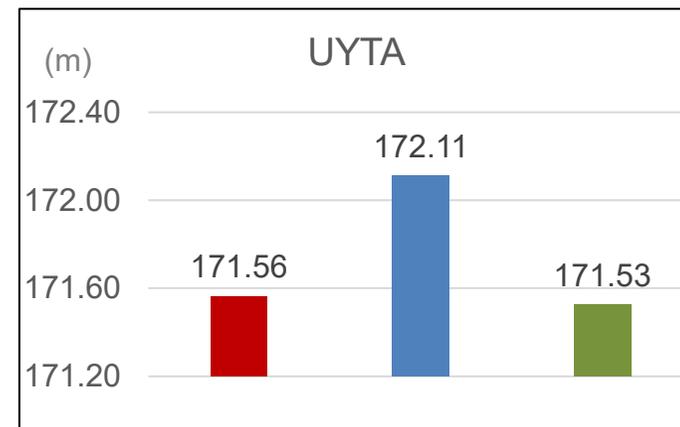
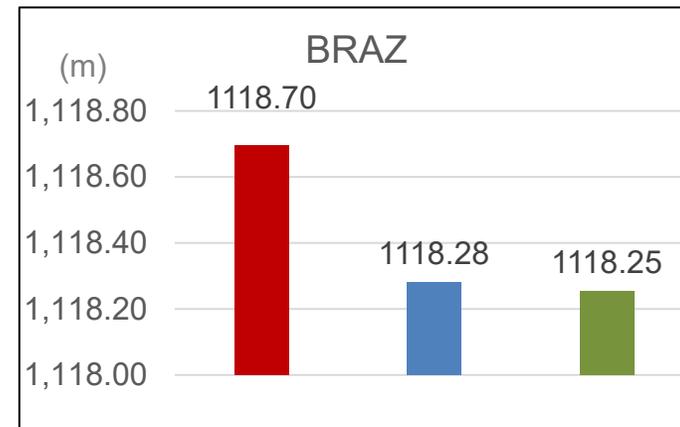
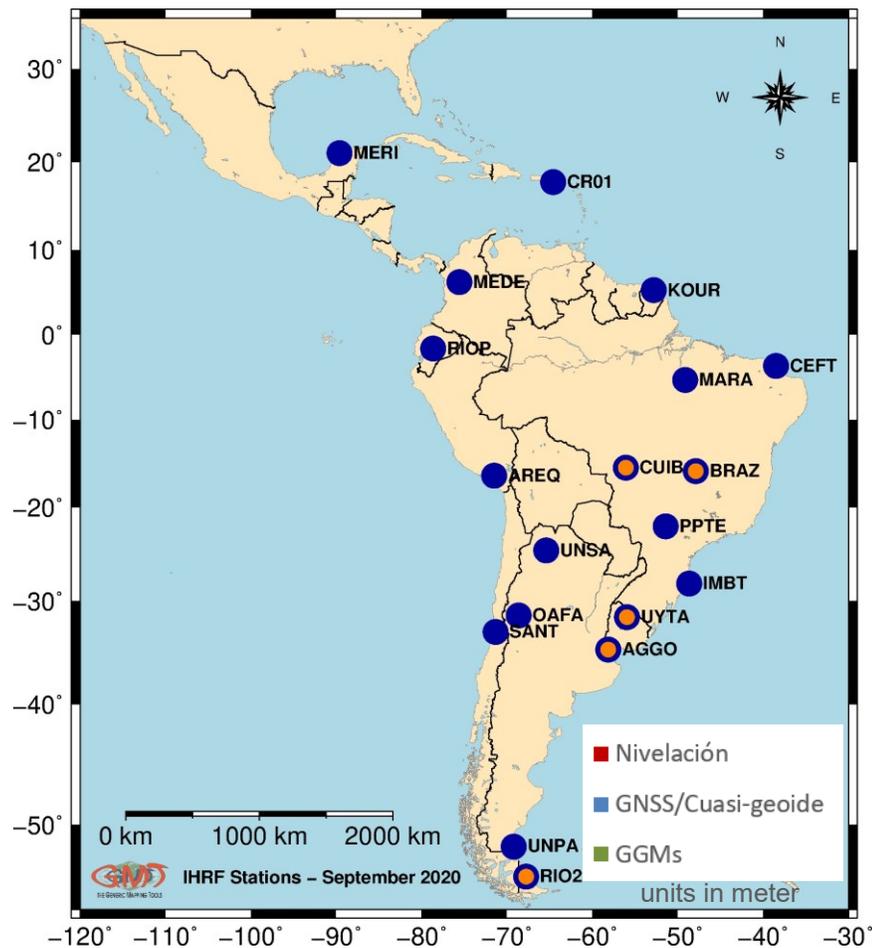
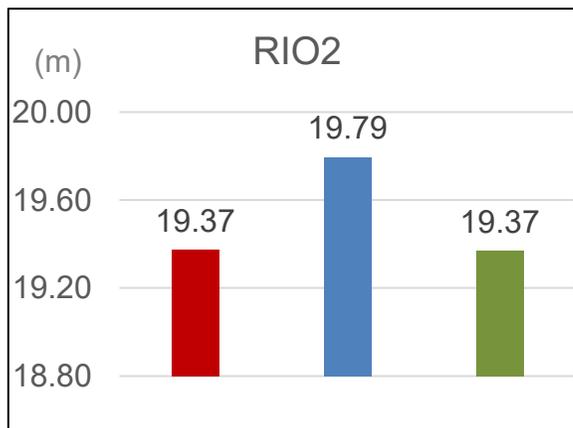
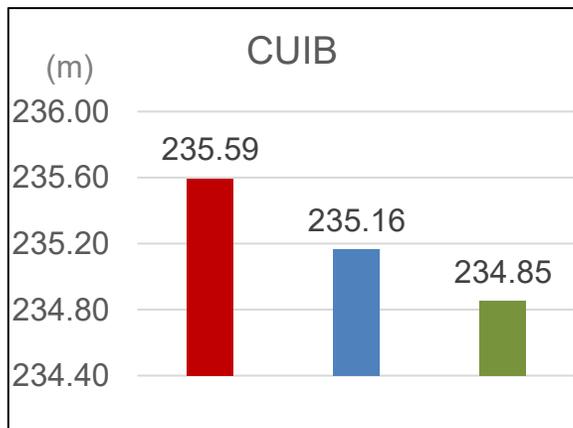


$$H_{GNSS/QG}^N = 25,25 \text{ m}$$

$$H_{MGGs}^N = 25,03 \text{ m}$$

$$\Delta H^N = 0,22 \text{ m}$$

Diagnóstico de las estaciones IHRF: Enlace GNSS/nivelación



Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IHRF

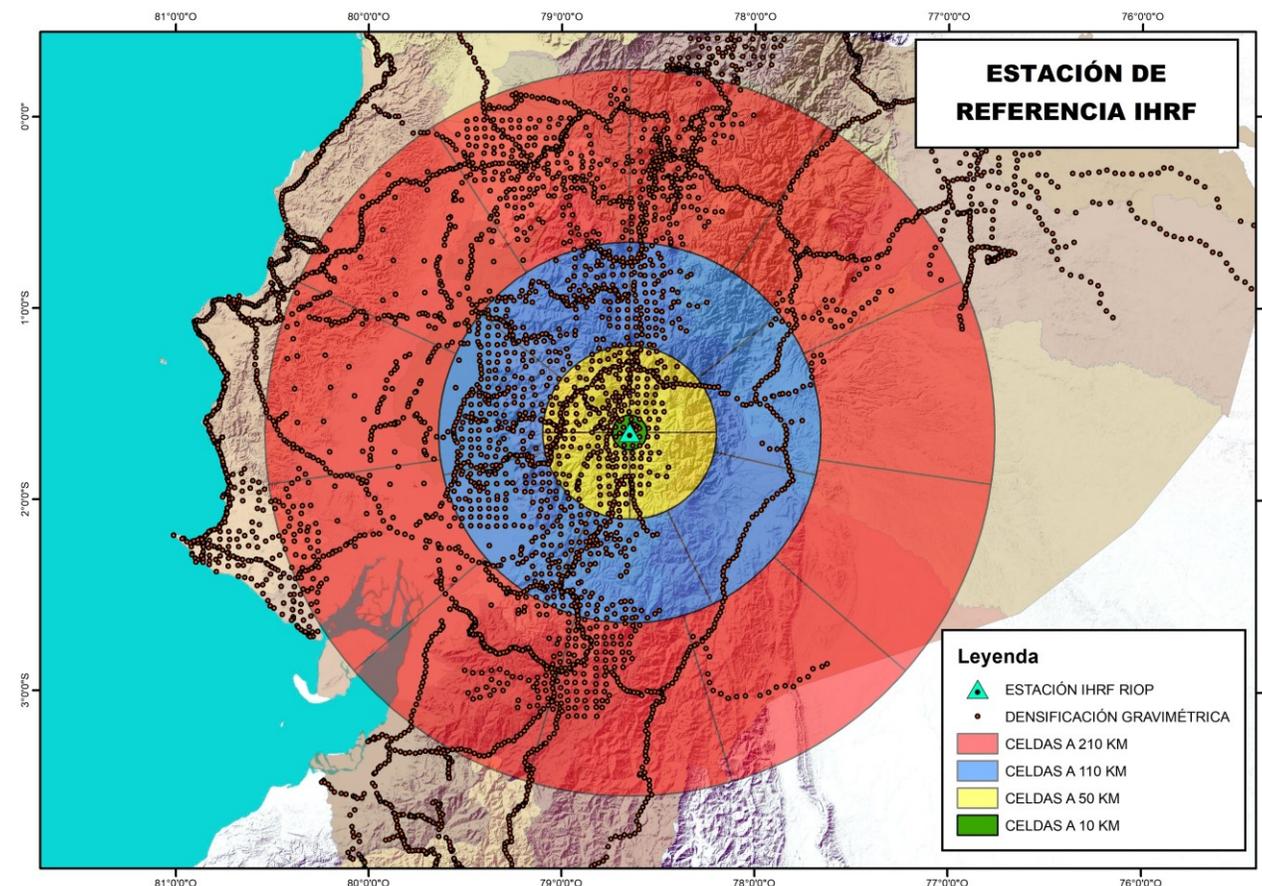
- Contacto con los países que poseen estaciones IHRF

Estación Riobamba (RIOP) en Ecuador

Tabla 1: Campañas de densificación gravimétrica en región IHRF. Año 2019 Y 2020

Campañas IHRF	Área (km ²)	No. de puntos observados	Equidistancia entre puntos (km)
IHRF - 1 (MARZO/2019)	25000	122	20
IHRF - 2 (JUNIO-JULIO/2019)	4500	125	5
IHRF - 3 (ENERO-FEBRERO/2020)	3500	124	5
IHRF - 4 (FEBRERO-MARZO/2020)	3500	125	5
TOTAL	36500	496	

Gracias al IGM (MAYO. IGEO. Edgar Parra)



Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IHRF

Estación Santiago (SANT) en Chile

- ❑ Líneas 19E, 9E y 12E que recorren desde Valparaíso – Santiago – Los andes – Túnel Cristo Redentor formando una conexión con Argentina.
- ❑ Cada pilar posee coordenadas GNSS, gravedad y NMM, actualizados al año 2016, pero la conexión con la estación de referencia SANT se realizó el 2003.

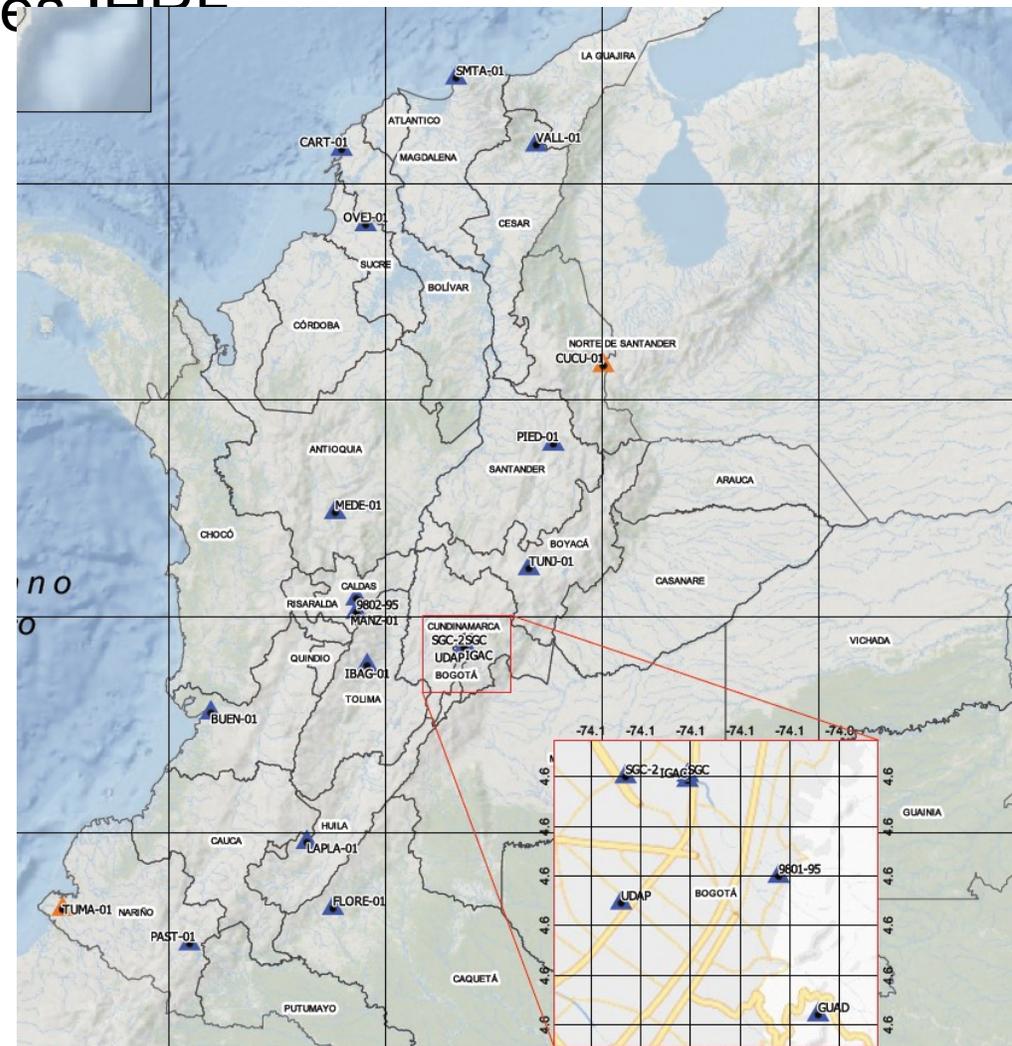
Gracias al IGM (Teniente Coronel (MSc. Ing) Cristian Iturriaga Saez)



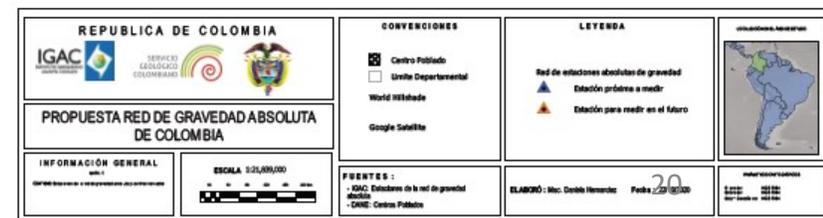
Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IJDE

Estación Medellín (MEDE) en Colombia

- ❑ Desarrollo de 20 estaciones de gravedad absoluta (IGAC, Servicio Geológico de Colombia y IRD-Francia).
- ❑ Mediciones de gravimetría relativa para la futura estación (AEGU) IHRF ubicada en Guaymaral, Cundinamarca.
- ❑ Organización de la información de gravedad relativa y nivelación geométrica para dar continuidad al cálculo de números geopotenciales.



Gracias al IGAC (Leidy Johanna Moisés Sepúlveda)

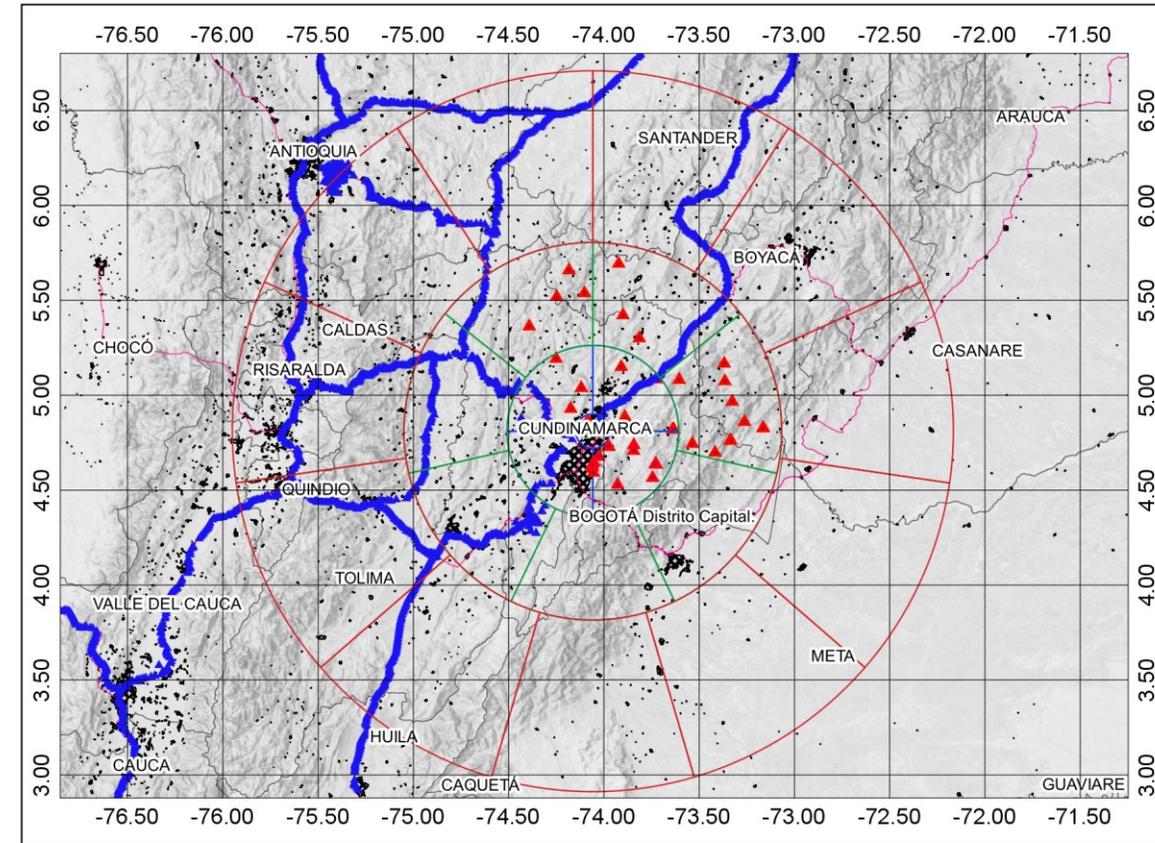


Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IHRF

Estación Medellín (MEDE) en Colombia

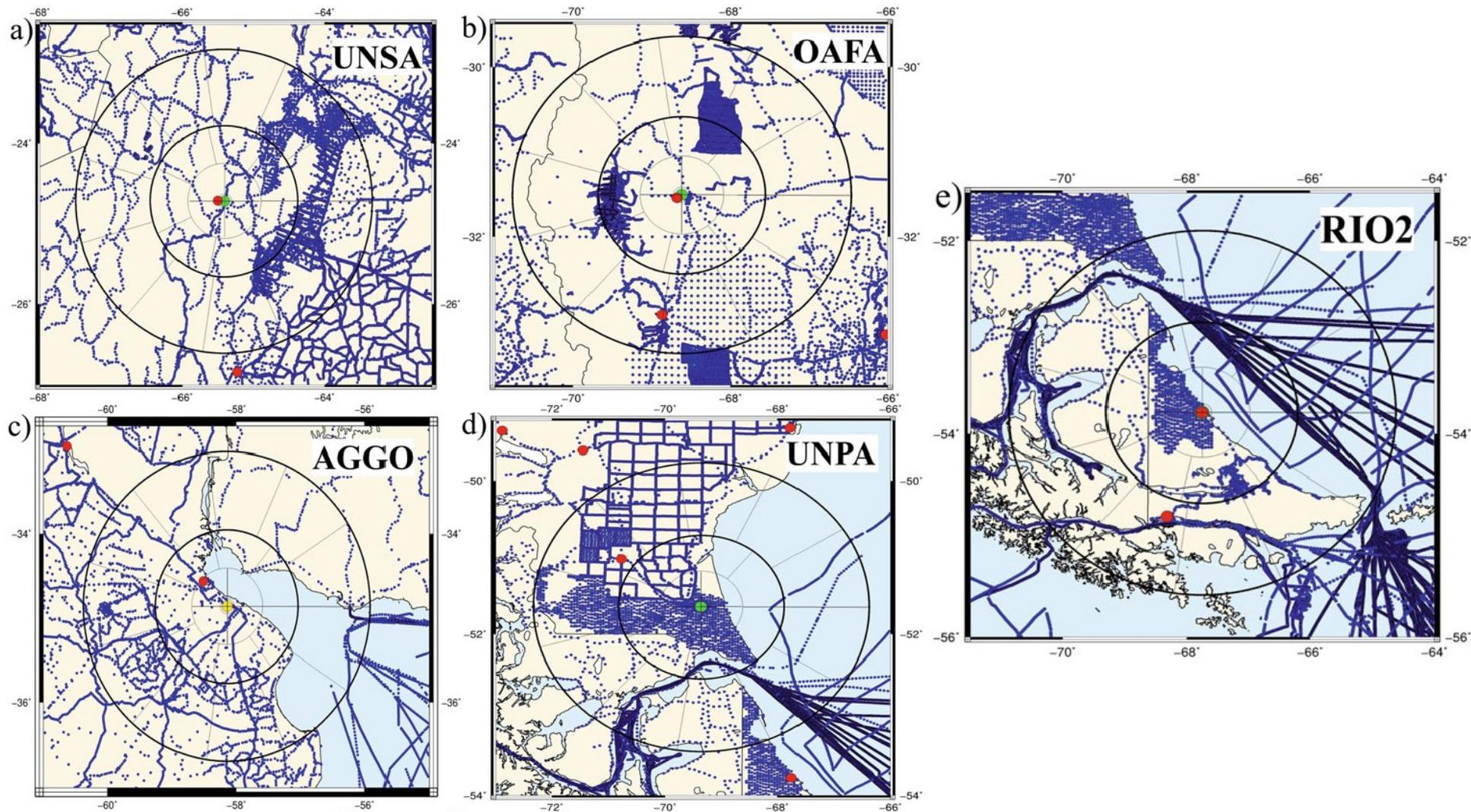
- Desarrollo de 20 estaciones de gravedad absoluta (IGAC, Servicio Geológico de Colombia y IRD-Francia).
- Mediciones de gravimetría relativa para la futura estación (AEGU) IHRF ubicada en Guaymaral, Cundinamarca.
- Organización de la información de gravedad relativa y nivelación geométrica para dar continuidad al cálculo de números geopotenciales.

Gracias al IGAC (Leidy Johanna Moisés Sepúlveda)



Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IHRF

Estaciones en Argentina

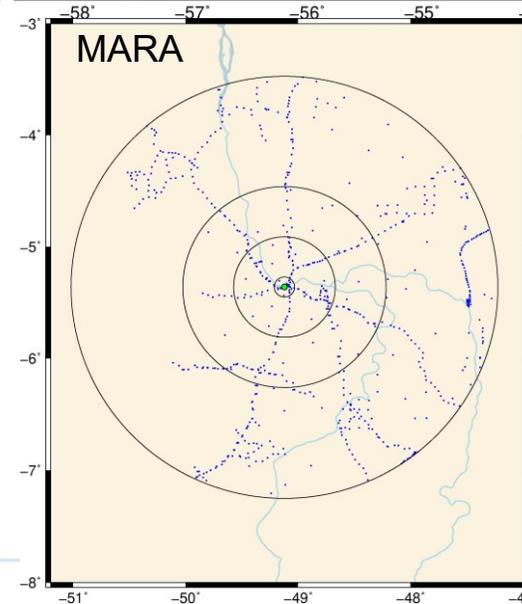
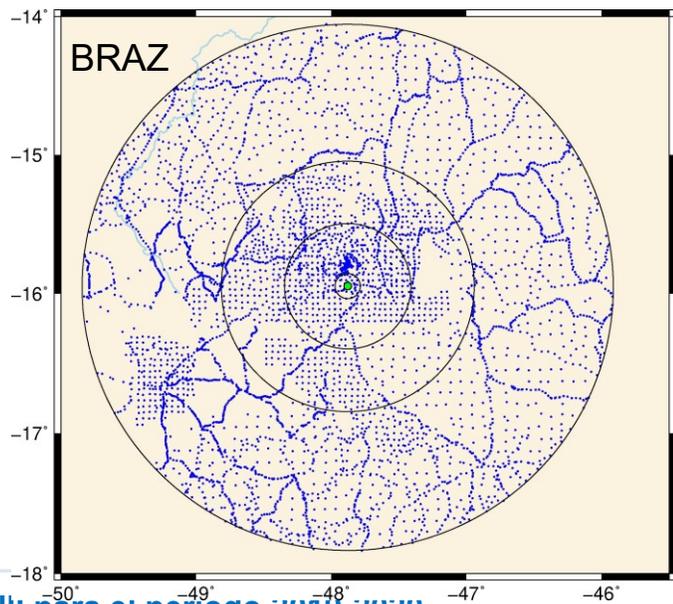
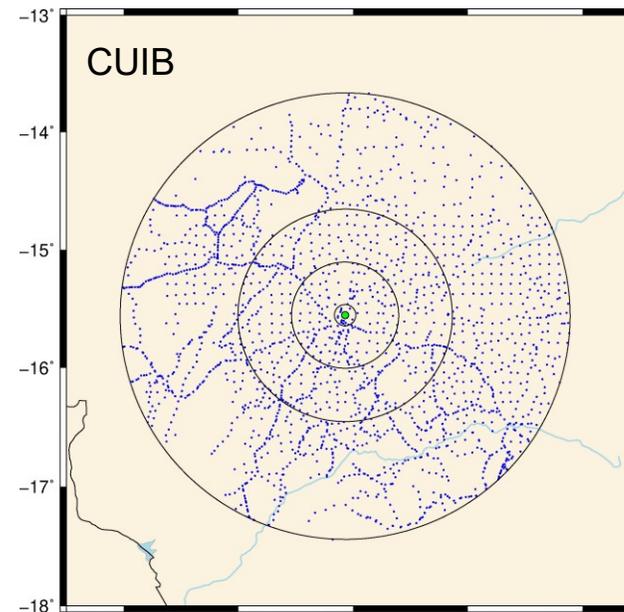
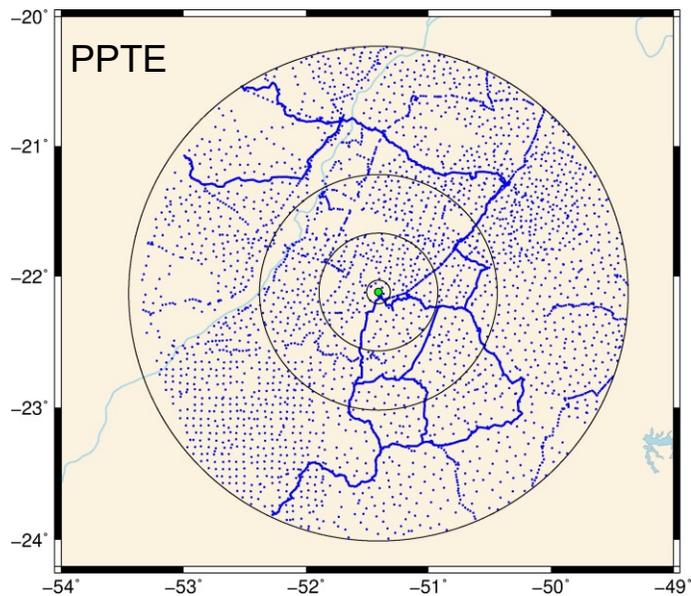


Tocho C.N., Antokoletz E.D., Piñón D.A. (2020) Towards the Realization of the International Height Reference Frame (IHRF) in Argentina. In: . International Association of Geodesy Symposia. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/1345_2020_93

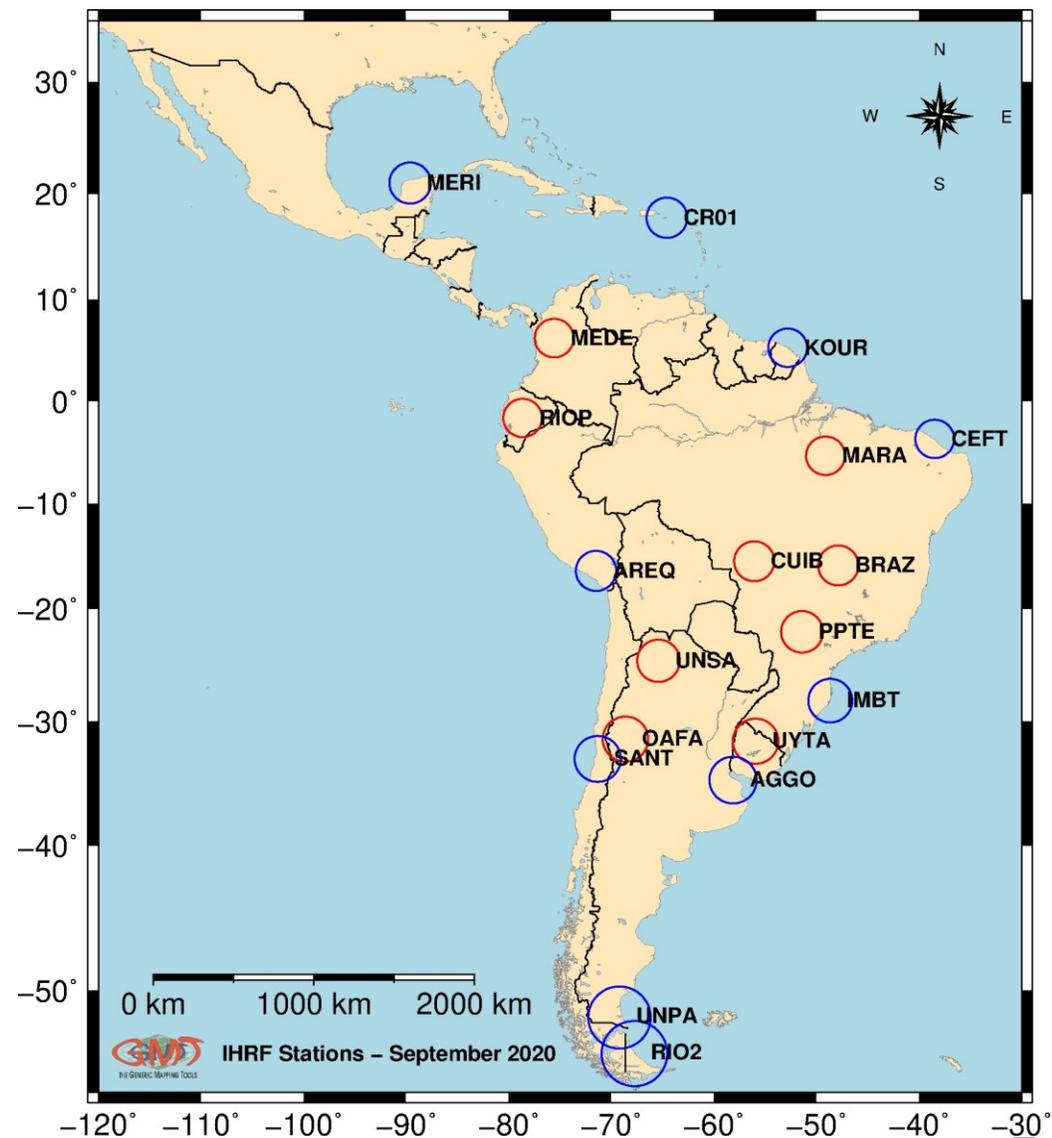
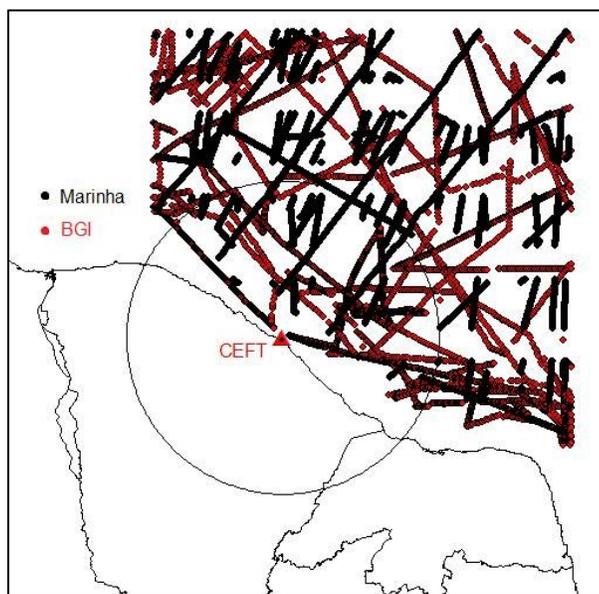
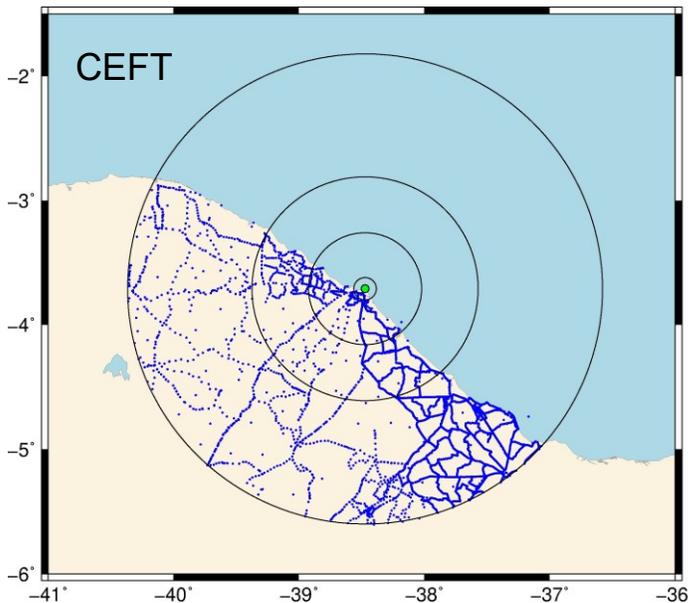
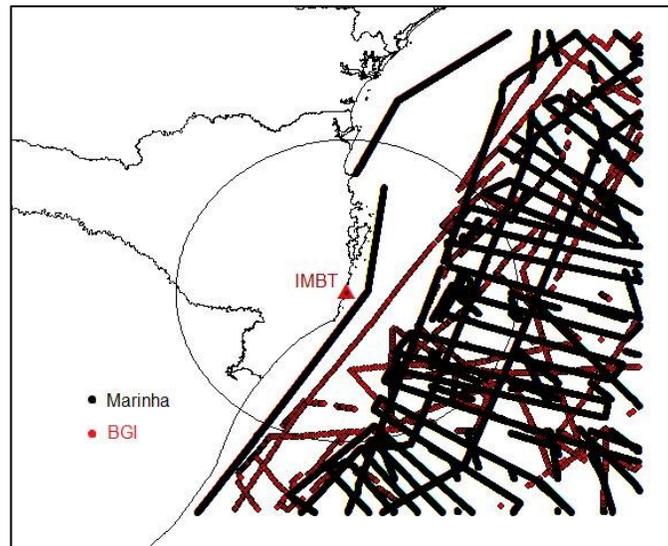
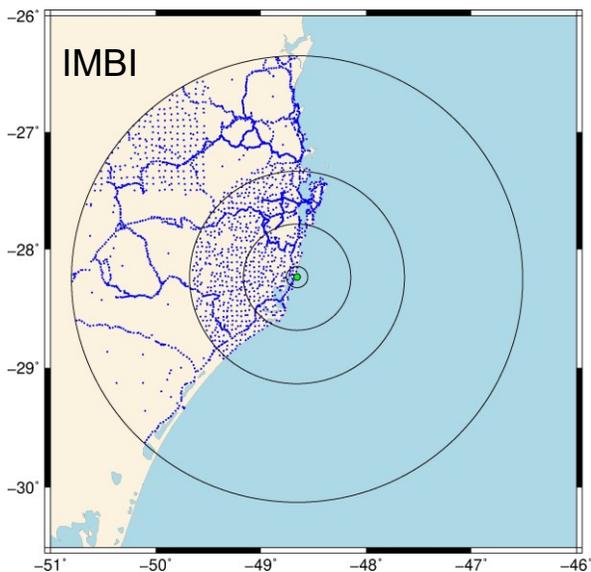
Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IHRF

Estaciones en Brasil

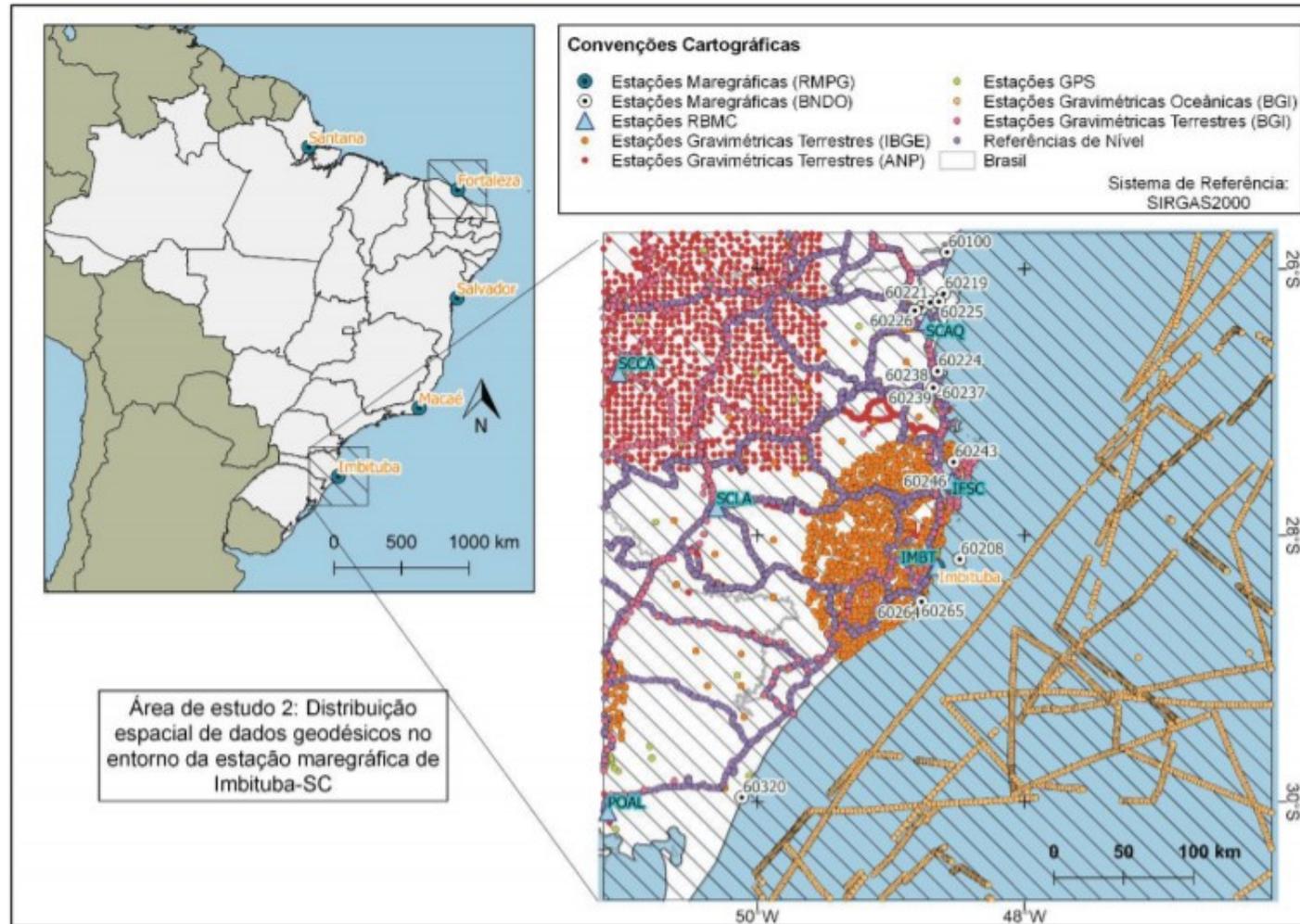
Fuente de los datos:
IBGE y BNDG



Situación de la gravimetría al redor de las estaciones IHRF



Inventario de los datos disponibles en las estaciones IHRF



Ver: SANTANA, T. A.; DALAZOANA, R. Integração dos Referenciais Verticais Terrestre e Oceânico: Conceitos Relacionados, Projetos Desenvolvidos e Desafios. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, n. 2, p. 345-364, 22 jun. 2020.

El proyecto: *Contributions of high-resolution gravity models in Latin America*

Julio 2020 hasta
octubre 2021



Gabriel Guimarães
(GT-III)



Dr. Thomas
Gruber



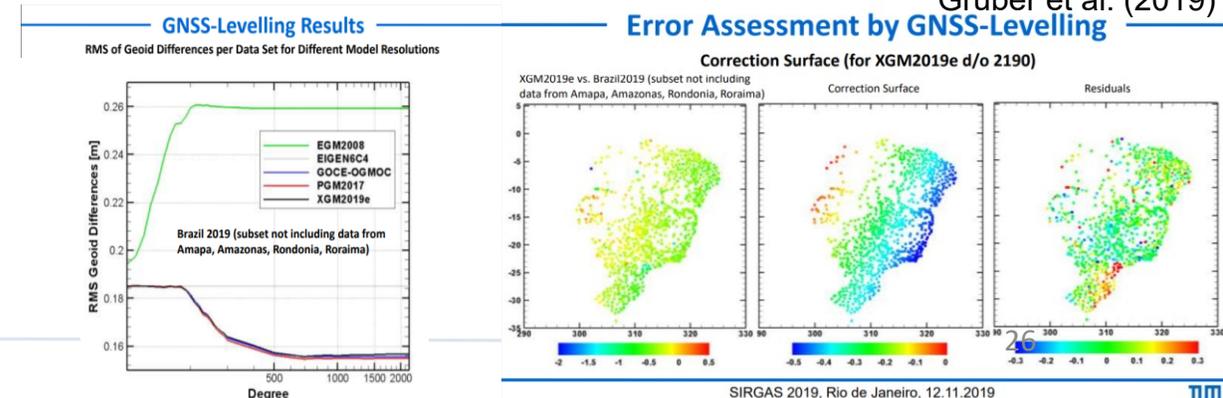
Países
miembros



Este proyecto tiene como objetivos :

- ❑ Evaluar los modelos de geoides y estaciones de **nivelación/GNSS** disponibles en América Latina utilizando modelos de campo de gravedad de alta resolución.

- ❑ Combinar datos satelitales y **terrestres** para contribuir al cálculo del potencial en las estaciones IHRF.



Comentarios Finales

Hay mucho trabajo por delante...

- Densificación gravimétrica para el IHRF (y también para el geoide/casi-geoide).
- Implantación de estaciones absolutas.
- Enlace GNSS y nivelación (estaciones IHRF).
- Cruces internacionales (nivelación).
- Ajuste de las redes de nivelación basados en números geopotenciales.
- El IGRS/IGRF

Para 2021

- Taller presencial “Sistemas de Referencias Verticales”.
- Elaboración de documentación técnica: guía para realizar mediciones gravimétricas.
- Visitas a las agencias y institutos geográficos (asesoría técnica IHRF).
- Desarrollo de un repositorio con las mediciones de gravedad absoluta
- Desarrollo de un repositorio de modelos de geoide nacionales y regionales



Bureau of Products and Standards

Gracias por su atención!

Obrigado por sua atenção!

gabriel@ufu.br



Hernán Guagni, Argentina
Claudia Tocho, Argentina
Ayelen Pereira, Argentina
Ezequiel D. Antokoletz, Argentina
Juan Francisco Moirano, Argentina
Silvio Rogério Correia de Freitas, Brasil
Regiane Dalazoana, Brasil
Ana Crisitina Oliveira Concoro de Matos, Brasil
Vagner Gonçalves Ferreira, Brasil/China
Karoline Paes Jamur, Brasil
Roberto Teixeira Luz, Brasil
Sergio Rozaz Bornes, Chile
José Antonio Tarrío Mosquera, Chile
Henry Montecino Castro, Chile
Maria Marta Mora Rivas, Costa Rica
Alvaro Alvarez Calderon, Costa Rica

Leidy Johanna Moisés Sepúlveda, Colombia
Siervo William León Callejas, Colombia
Laura Sánchez, Colombia/Alemania
José Luis Carrión Sánchez, Ecuador
Oscar Carranco, Ecuador
Andrea Galudht Santacruz Jaramillo, Ecuador/Brasil
Edgar Parra Cardenar, Ecuador
Francisco Javier Medina Parra, Mexico
David Naranjo Avalos, Mexico
Roger Montoya Morray, Peru
Jose Leandro Santos, Republica Dominicana
Jorge Faure Valbi, Uruguay
Norbertino Suárez, Uruguay
Melvin Hoyer, Venezuela
Nilbeny Cano Finil, Venezuela
Napoleón Hernandez, Venezuela

