



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



**SIRGAS**

Sistema de Referencia Geocéntrico  
para las Américas

2019

Río de Janeiro,  
Brasil



# CENTRO USC DE LA UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE: LOGROS, METAS Y RETOS



**Dr. José Antonio Tarrío Mosquera<sup>1</sup>**, Dr. Marcelo Caverlotti Silva<sup>1</sup>, Dr. José Luis Borcosque<sup>1</sup>  
Ing. Ángela Ortega<sup>1</sup>, Ing. Bernardo Barraza<sup>1</sup>, Ing. Richard Quiroga<sup>1</sup>, Ing. Karina Salinas<sup>1</sup>, Ing. Gonzalo Lira<sup>1</sup>, Ing. Jesarella Inzunza<sup>1</sup>,  
Ing. Patricio Cepeda<sup>1</sup>, Func. Fernando Isla<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidad de Santiago de Chile



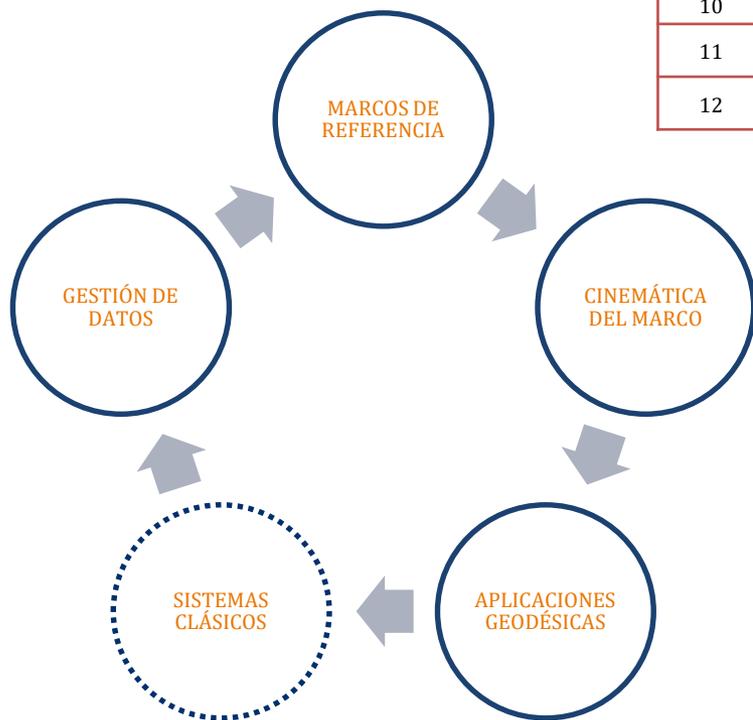
# PRESENTACIÓN



## ¿Cómo funciona el centro?



	Rol	NOMBRE	Funciones en el Centro
1	Profesor	TARRÍO MOSQUERA JOSÉ ANTONIO	DIRECTOR DEL CENTRO
2	Profesor	CAVERLOTTI SILVA MARCELO	COORDINACIÓN
3	Profesor	BORCOSQUE DÍAZ JOSÉ LUIS	COORDINACIÓN
4	Profesor	ORTEGA CASTRO ANGELA PAZ	DATUM ALTIMÉTRICO
5	Ingenier@	BARRAZA LOPEZ BERNARDO ANDRES	MARCOS DE REFERENCIA
6	Ingenier@	LIRA CARRASCO GONZALO ANDRES	CINEMÁTICA DEL DEL MARCO
7	Ingenier@	QUIROGA RIVAS RICHARD ALFREDO	APLICACIONES GEODÉSICAS, SISTEMAS CLÁSICOS
8	Ingenier@	SALINAS PADILLA KARINA ALEJANDRA	MARCOS DE REFERENCIA
9	Ingenier@	CEPEDA VARGAS PATRICIO IGNACIO	GESTIÓN DE DATOS
10	Ingenier@	FIGUEROA CARVAJAL BASTIAN IGNACIO	GESTIÓN DE DATOS
11	Ingenier@	INZUNZA MUÑOZ JESARELLA BETANIA	APLICACIONES GEODÉSICAS, SISTEMAS CLÁSICOS
12	Funcionario	ISLA FERNANDO	GESTIÓN DE DATOS, APLICACIONES GEODÉSICAS





## Contenidos

- ¿Por qué otro centro de Procesamiento en Chile?
- Singularidades geodésicas de Chile
- Centro de Datos USCL y Centro de Procesamiento USC
- Logros, Metas
- Retos
- Alianzas



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE

## ¿Por qué otro centro de Procesamiento en Chile?



Sistema de Referencia Geocéntrica para las Américas  
Grupo de Trabajo I

Maracaibo, Venezuela; 7 de julio de 2017

Estimado  
Dr. José Antonio Tarrío  
Universidad de Santiago de Chile  
Pte.-

Reciba ante todo un cordial saludo por parte del Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia) de SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrica para las Américas), y sirva la presente para hacer de su conocimiento que luego de haber efectuado las revisiones del caso, atendiendo a los procedimientos respectivos, la estación GPS designada con la nomenclatura USCL2004L, Dome Number 41768M001, cumple los requisitos para integrar la red SIRGAS de operación continua (SIRGAS-CON).

En virtud de lo expuesto, queda de nuestra parte realizar la asignación a los Centros de Análisis para dar inicio a su procesamiento semanal, esperando durante los próximos días, poder anunciar formalmente la incorporación de la estación ante toda la comunidad SIRGAS.

Agradeciendo los esfuerzos y compromisos adquiridos para el mantenimiento y mejoramiento del marco de referencia geodésico en la región, se despide.

Atentamente,

Prof. MSc. Ing. Victor J. Cloce  
Presidente SIRGAS-GT

Año 2017. USACH incluye su estación USCL en SIRGAS.



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



22 de noviembre de 2018

Prof. Dr. José Antonio Tarrío  
Universidad de Santiago de Chile  
Pte.-

Ref. Instalación de centro experimental SIRGAS

Estimado Profesor:

En atención a su comunicación de fecha 23.07.2018, tenemos el agrado de dirigimos a Ud para referirnos a la iniciativa encaminada por la Universidad de Santiago de Chile (USCH) sobre la instalación de un Centro Experimental de Procesamiento asociado a SIRGAS. Dicha iniciativa sin duda encuadra dentro de los intereses de SIRGAS para el establecimiento de centros de análisis en diferentes instituciones de nuestro continente que satisfagan los requerimientos internacionales en el análisis científico de datos GNSS en cuanto a calidad, confiabilidad y continuidad, en beneficio, además, de la geodesia y disciplinas afines en los países de la región.

De tal manera, habiendo constatado el cumplimiento de los requerimientos necesarios para tal empresa y luego de la evaluación preliminar de las actividades de iniciación, le informamos que la USCH satisface los lineamientos establecidos desde el punto de vista logístico y técnico.

Por lo anterior, tomamos contacto con Ud., en su condición de responsable, para manifestarle nuestra intención de declarar a la USCH como Centro de Procesamiento Experimental una vez logren concretar la adquisición de una licencia propia del software de procesamiento que ha sido seleccionado por ustedes en solicitud dirigida a SIRGAS.

Agradeciendo su atención,

Nos despedimos cordialmente.

William Martínez Díaz  
Presidente SIRGAS

María Virginia Mackenroth  
Vicepresidente SIRGAS

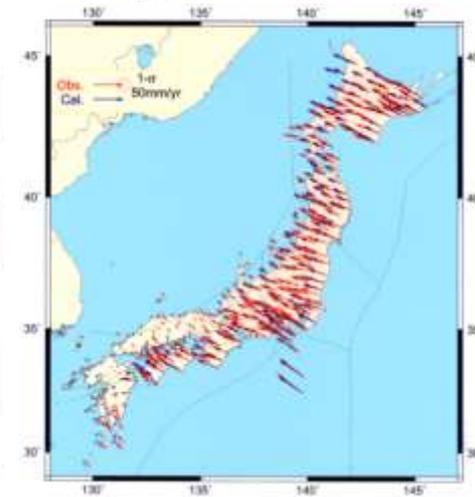
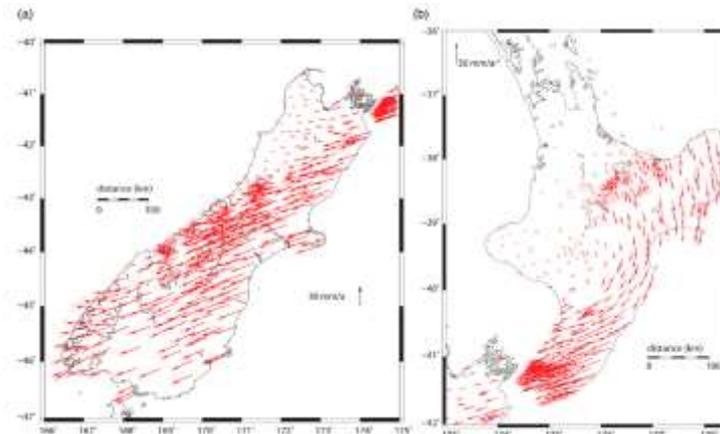
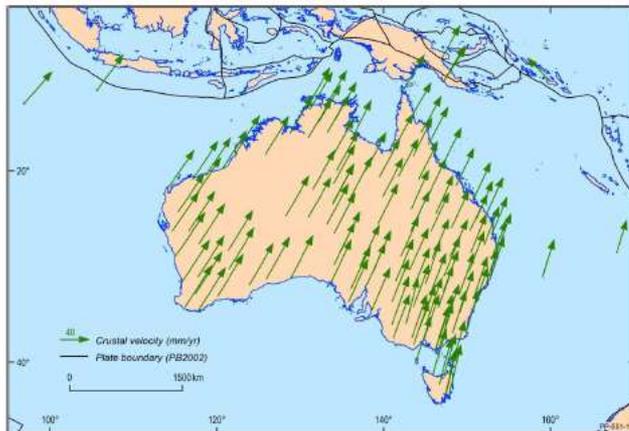
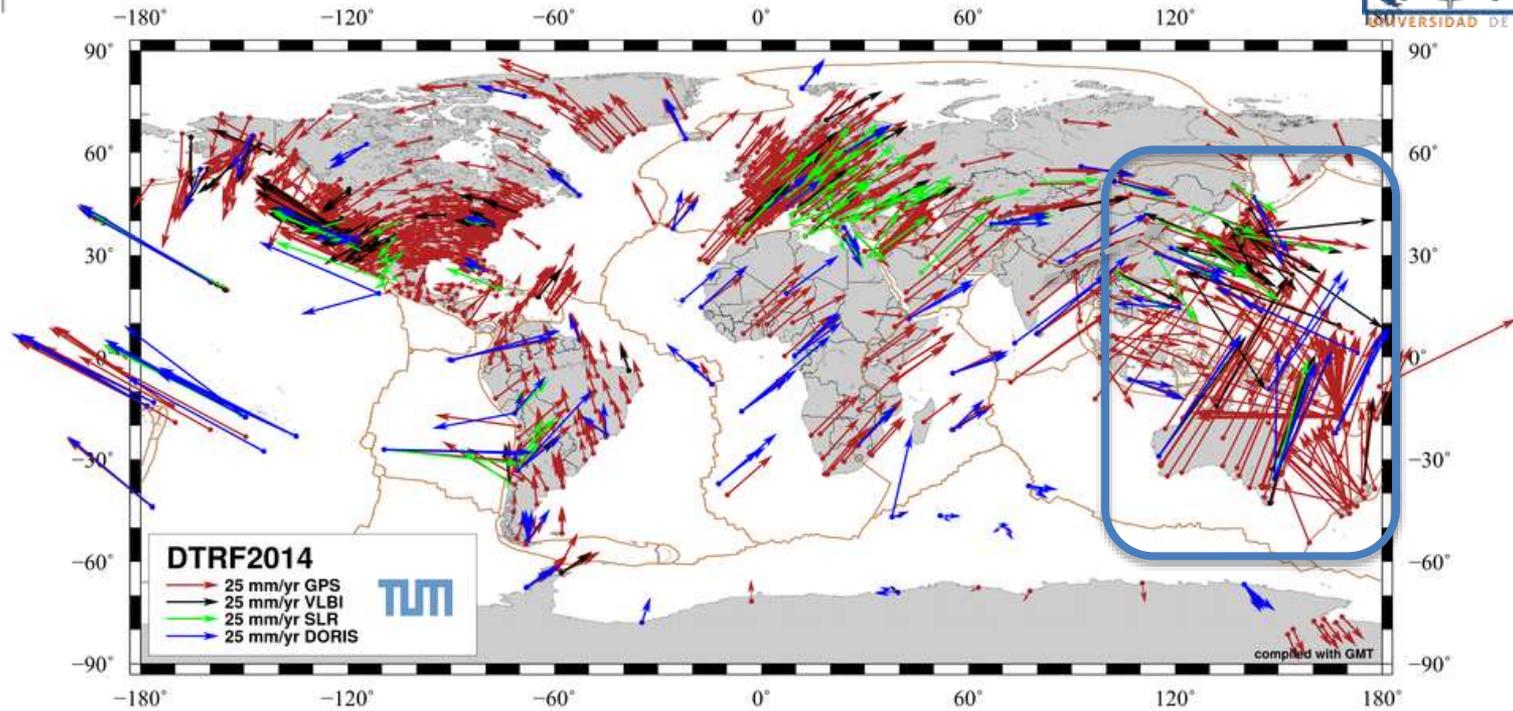
Año 2018. USACH se convierte en Centro Experimental de Procesamiento SIRGAS.

Se generan las bases para que el país tenga mayor potencial en materia de geociencias, concretamente en Geodesia, con 2 centros de procesamiento SIRGAS con objetivos independientes pero con fin común. Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible, Resolución sobre emanada de la Asamblea General de la Naciones Unidas el 26 de febrero de 2015

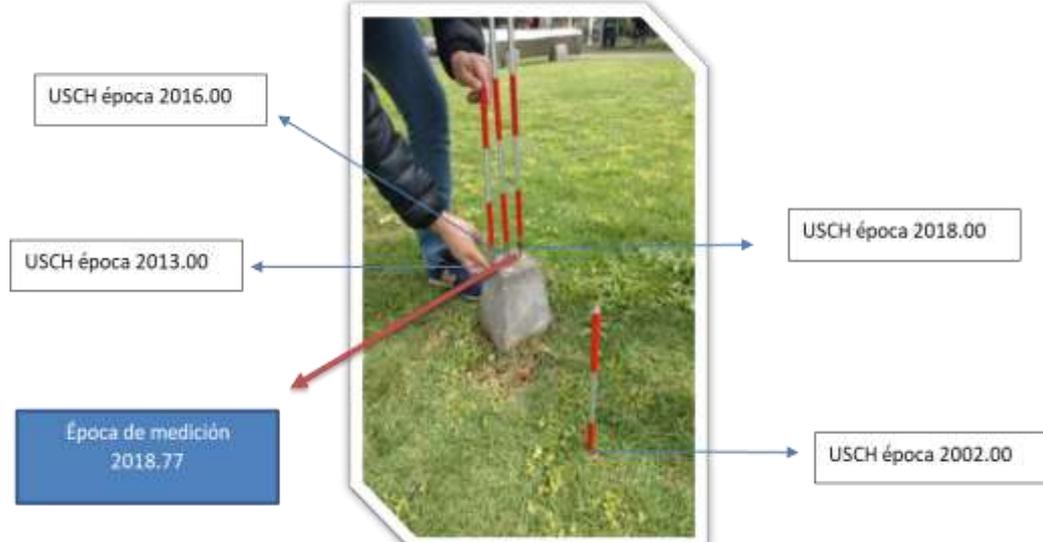
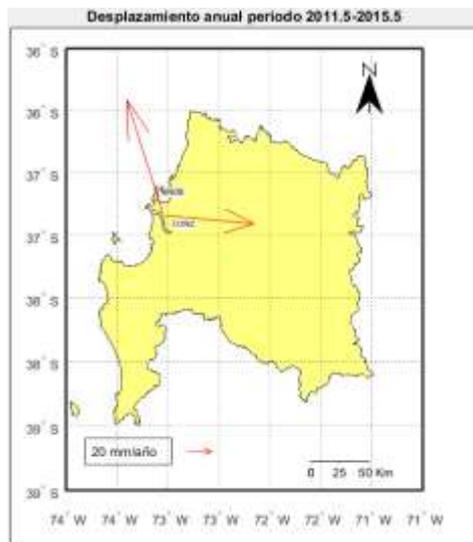
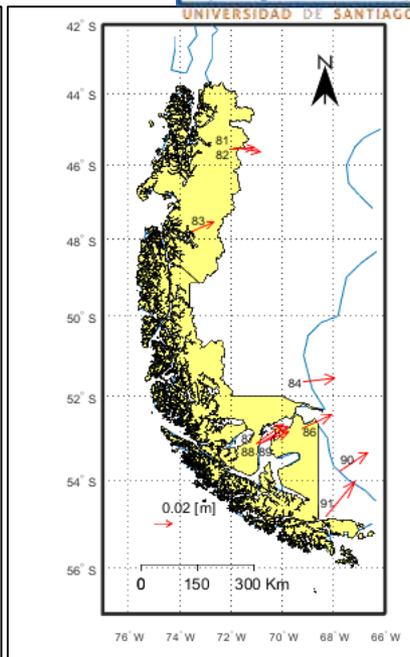
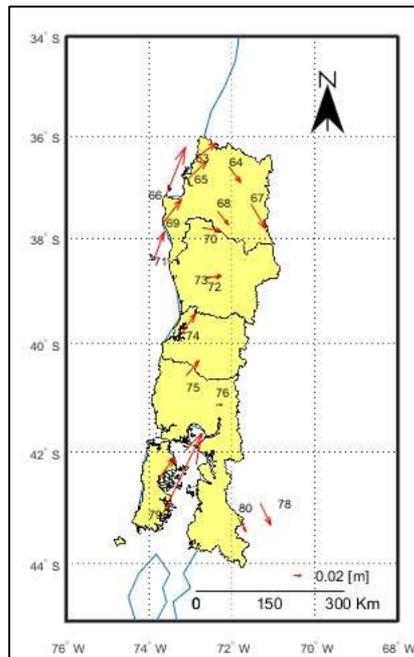
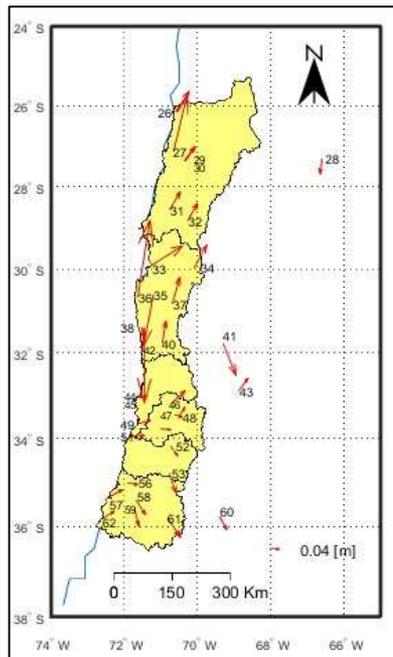
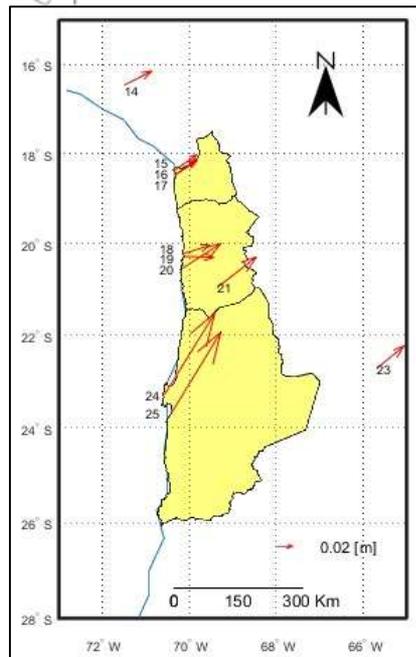




## Singularidades geodésicas de Chile



## Singularidades geodésicas de Chile





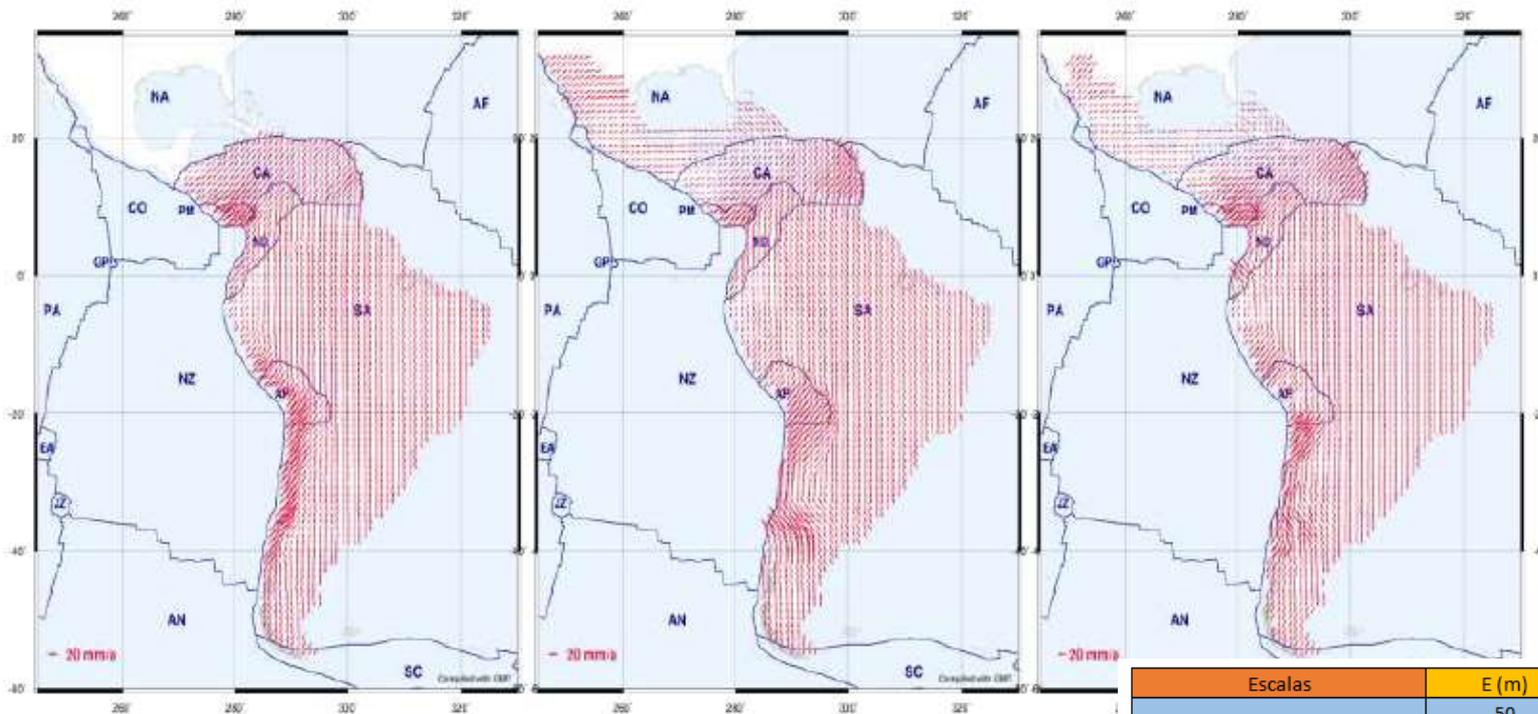
■ Singularidades geodésicas de Chile



VEMOS2009 (ITRF)  
[2000.0 ... 2009.6]

VEMOS2015 (ITRF)  
[2010.2 (2012.2) ... 2015.2]

VEMOS2017 (ITRF)  
[2014.0 ... 2017.1]



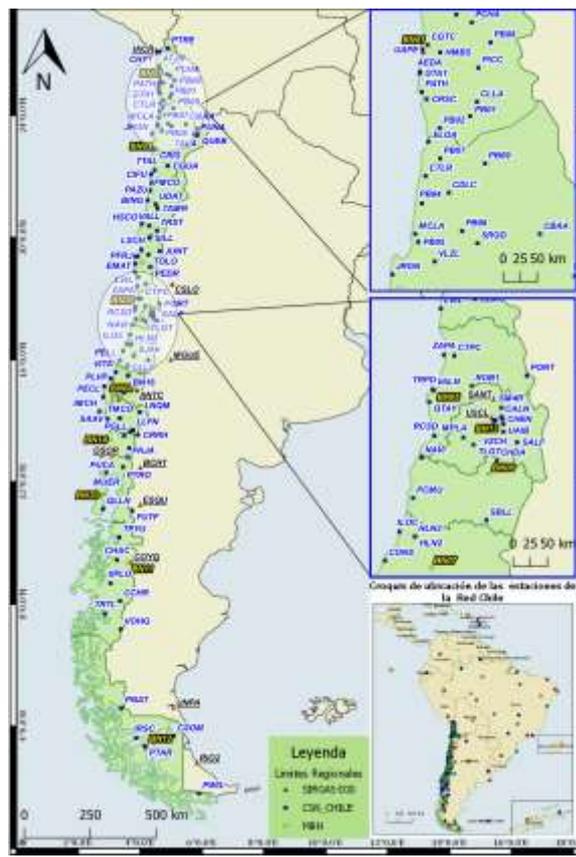
La cinemática del marco de referencia es similar en toda Sudamérica (y en el mundo),  
salvo en Chile, siendo además muy heterogénea.

**Cualquier organismo y/o empresa que genere cartografía debe considerar esta variable, y formarse...**

Escalas	E (m)	Precisión (m)
Ingeniería 1:50 - 1:10000	50	0.010
	200	0.040
	500	0.100
	1000	0.200
	5000	1.000
Cartografía 1:10000 - 1:50000	10000	2.000
	20000	4.000
	25000	5.000
Mundiales 1:50000 - 1:1000000	50000	10.000
	250000	50.000
	1000000	200.000

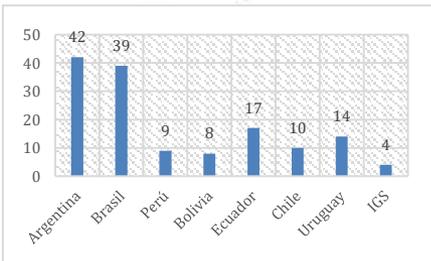


# Centro Procesamiento USC adscrito a SIRGAS

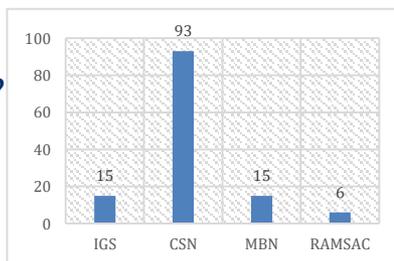


### Productos:

1. Solución Semilibre para SIRGAS Semanal.
2. Solución Semilibre para Chile Semanal.
3. Análisis de Desplazamientos Semanales para Chile.
4. Cálculo de todos los datos CSN y MBN en época 2018.00, 2018.50, 2019.00 alineada al marco SIRGAS e IGS
5. Cálculo de modelo de desplazamiento Nacional.
6. ¿Generación de datos para VEMOS19, con mayor densidad en Chile.?



¿Qué procesamos?



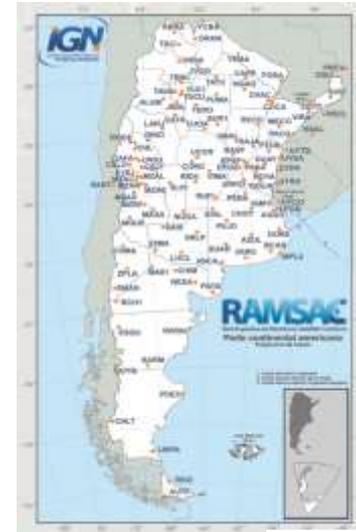
NGL Nevada



UNAVCO



RAMSAC



CSN



IGS



USACH

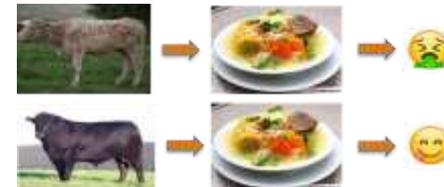


MBN

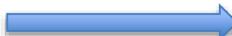


IGS: 34 ESTACIONES  
CSN ≈ 93 ESTACIONES  
MBN: 16 ESTACIONES

¿SE PUEDE EMPLEAR **TODA** LA INFORMACIÓN  
PARA NUESTROS PROPÓSITOS?



NO



```

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
-----
PROGRAMA EXPERIMENTAL USC
-----
= ESCARGA SEMANAL DE ARCHIVOS IONOSFERICOS Y EFENERIDES =
-----

Ingrese YYYY (4 digitos, ejemplo "2010"):2019
Que semana GPS 7(4 digitos):3075

Descarga Masiva con Scripts a servidores

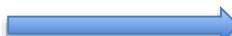
```



```

R10) ##### |R10)
20) cI##### | 20)
3) L#####L #####L | 3)
R 2) ##### |R 2)
13) L#####L##### | 13)
R13) ##### |R13)
24) ,L#####L | 24)
R14) ##### |R14)
12) L#####L | 12)
R17) ##### |R17)
25) L#####L | 25)
C0e|##### |C0e|
C1X) ##### |C1X)
4)##### |#####
00:00:00.000 23:59:45.000
2018 Oct 28 2018 Oct 28
Filtrado y Reducción tamaño con TEQC

```



```

START GPS PROCESSOR - SOURCE: client Environment/Session Selection
-----
CLIENT FILE/ENVIRONMENT
Client script: [client_script]
Client's environment file: [client_env]

USER SETTINGS
Campaign: [SIP/2018010]
Session table: [SIP/2018010/STATIONSESSION.tbl]

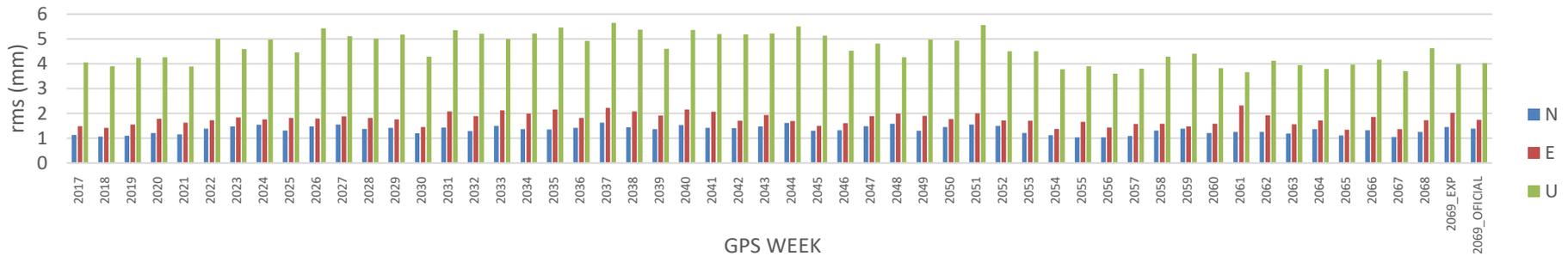
SESSION PROCESSING OPTIONS
Start processing: [ ]
Number of sessions to be processed: [ ]
Cont. with next sess. if not auto added this: [ ]
Run sessions in parallel: [ ]
Stop SPP with an error after: [ ]
Output = [ ]

```



### Revisión de Resultados. SIRGAS

#### Repetibilidad de las coordenadas



$$[(Chi)^2/DOF]$$



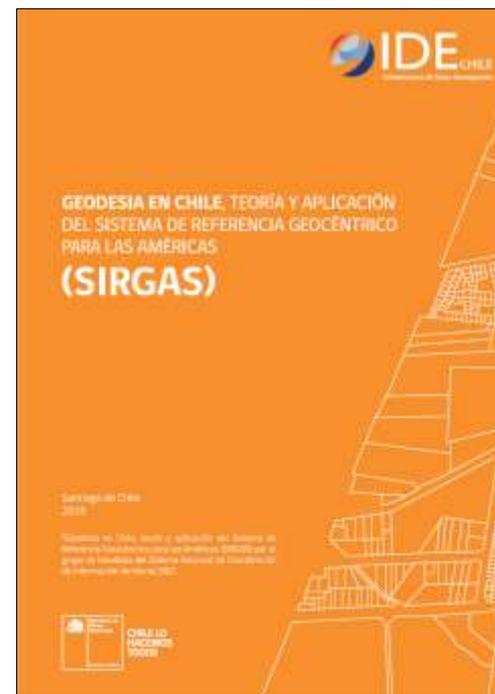
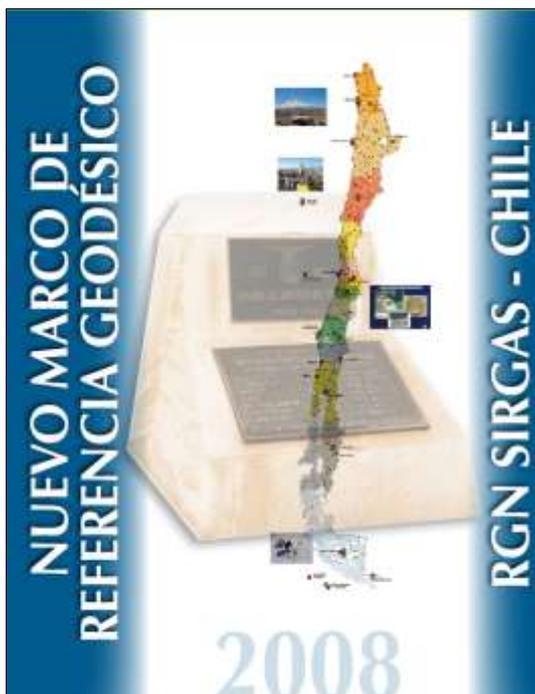


UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



- Logros

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



■ Logros

**Actualización de marco para SGR moderno "PARA MINERIA" (REDGEOMIN19) sobre estaciones activas con datos libres en Chile(126 estaciones):**

- ❑ Centro Sismológico Nacional (93 estaciones)
- ❑ Ministerio de Bienes Nacionales (16 estaciones)
- ❑ CAP
- ❑ ANDES
- ❑ SAGA

Recálculo del marco Geodésico compatible con SIRGAS. IGS14, época 2018.00. y 2019.00 mas el procesado de la red según estándares de procesamiento científico SIRGAS.

*Fijación del marco a IGS.*



Precisión final del Marco

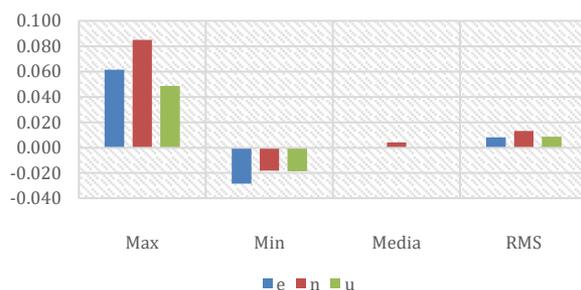
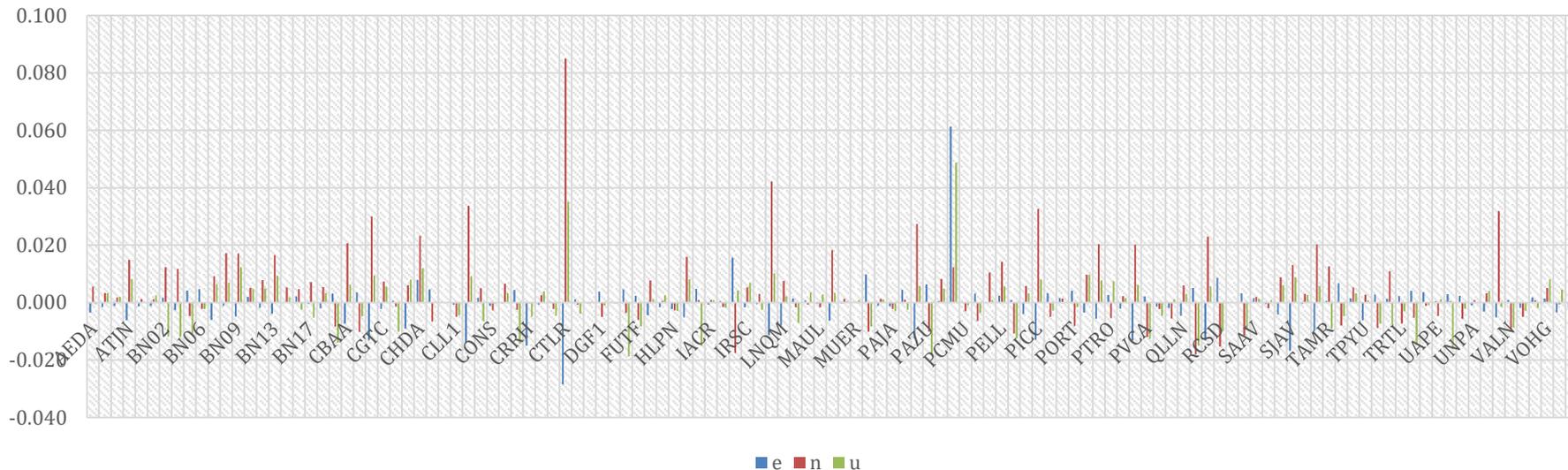
Comp.	RMS(mm)	RMS(mm)
n	1.21	1.6
e	1.10	1.59
u	3.81	3.64
puntos	162	183



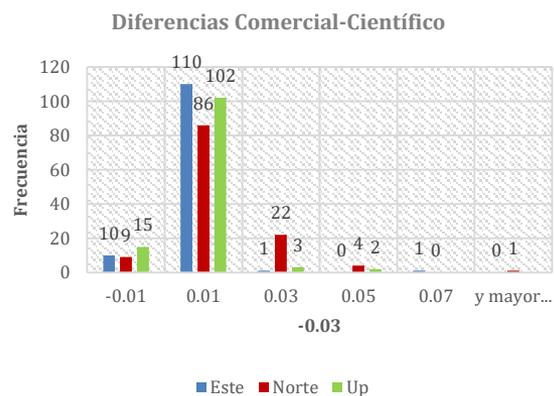


## Logros

### Comparativa Software Comercial-Científico



	e	n	u
Max	0.061	0.085	0.049
Min	-0.028	-0.018	-0.019
Media	-0.001	0.004	0.000
RMS	0.008	0.013	0.009

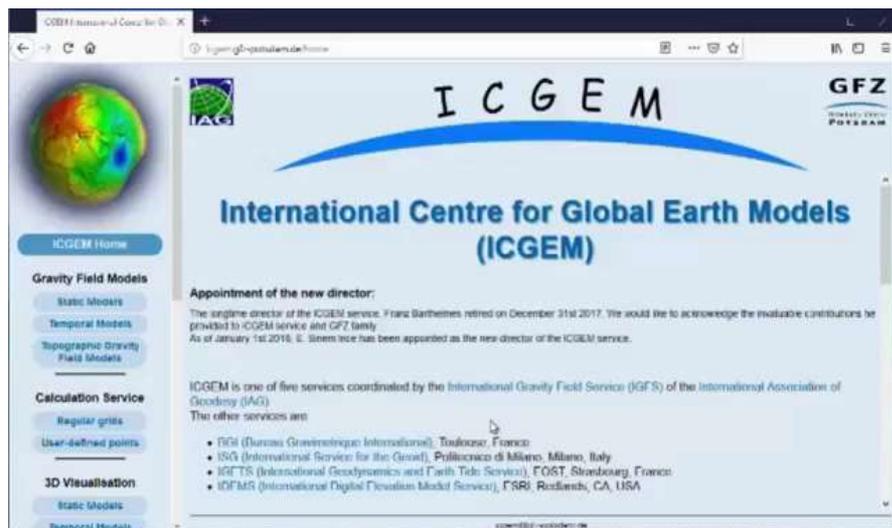


Distancia LB	Procesamiento
0 a 70 km	Soluciones válidas software comercial
70 a 200 km	Soluciones válidas solo TRM
> 200 km	Software científico



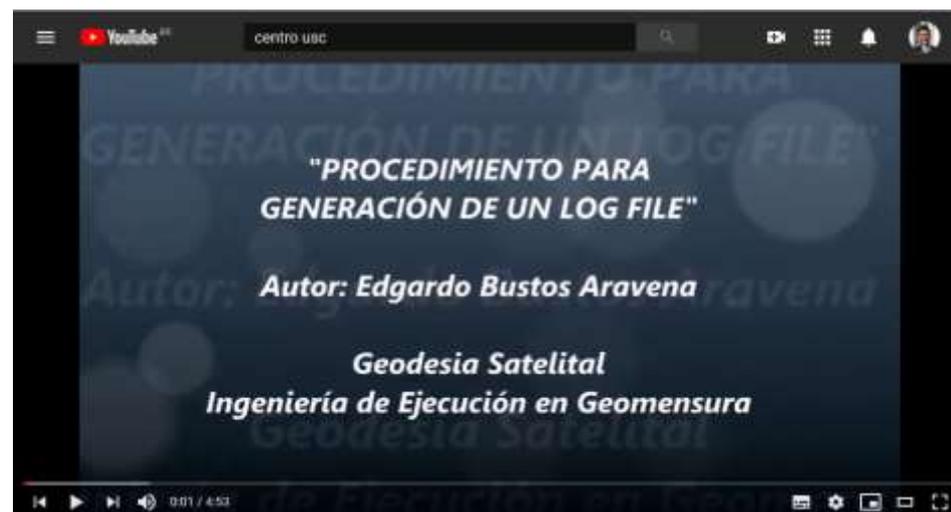
UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE

■ Metas



<https://www.youtube.com/channel/UCOCiKJxf8UaLBO1bSnB0oIQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=68YxpzMpNwQ>





UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE

## ■ Metas



UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE  
FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Ingeniería Geográfica  
Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



**Fundamentos de Geodesia GNSS:  
Cálculo y Empleo de SIRGAS en Chile**



INGENIERO DE EJECUCIÓN EN GEOMENSURA  
Prof. Dr. José Antonio Tarrío Mosquera  
Año 2019

centro de procesamiento usc

Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC  
22 suscriptores

SUSCRIBIRSE

PÁGINA PRINCIPAL VIDEOS LISTAS DE REPRODUCCIÓN CANALES DEBATE ACERCA DE

Videos subidos ▶ REPRODUCIR TODO

Video Title	Duration	Views	Time
CONVERSIÓN SAD69 GEOD A SAD69 UTM EN OGIS	2:39	Sin vistas	Hace 4 días
Conversión PSAD56 geod a PSAD56 UTM en ogis	3:43	2 vistas	Hace 4 días
03 QC con TEQC	7:21	1 vista	Hace 4 días
02 Generación Cuadrícula Geoide para TBC	10:49	2 vistas	Hace 4 días
01 Descarga Estaciones CSN Chile	8:55	2 vistas	Hace 4 días



Enviar mensaje Más...

Centro Procesamiento Oficial Asociado a SIRGAS "USC"

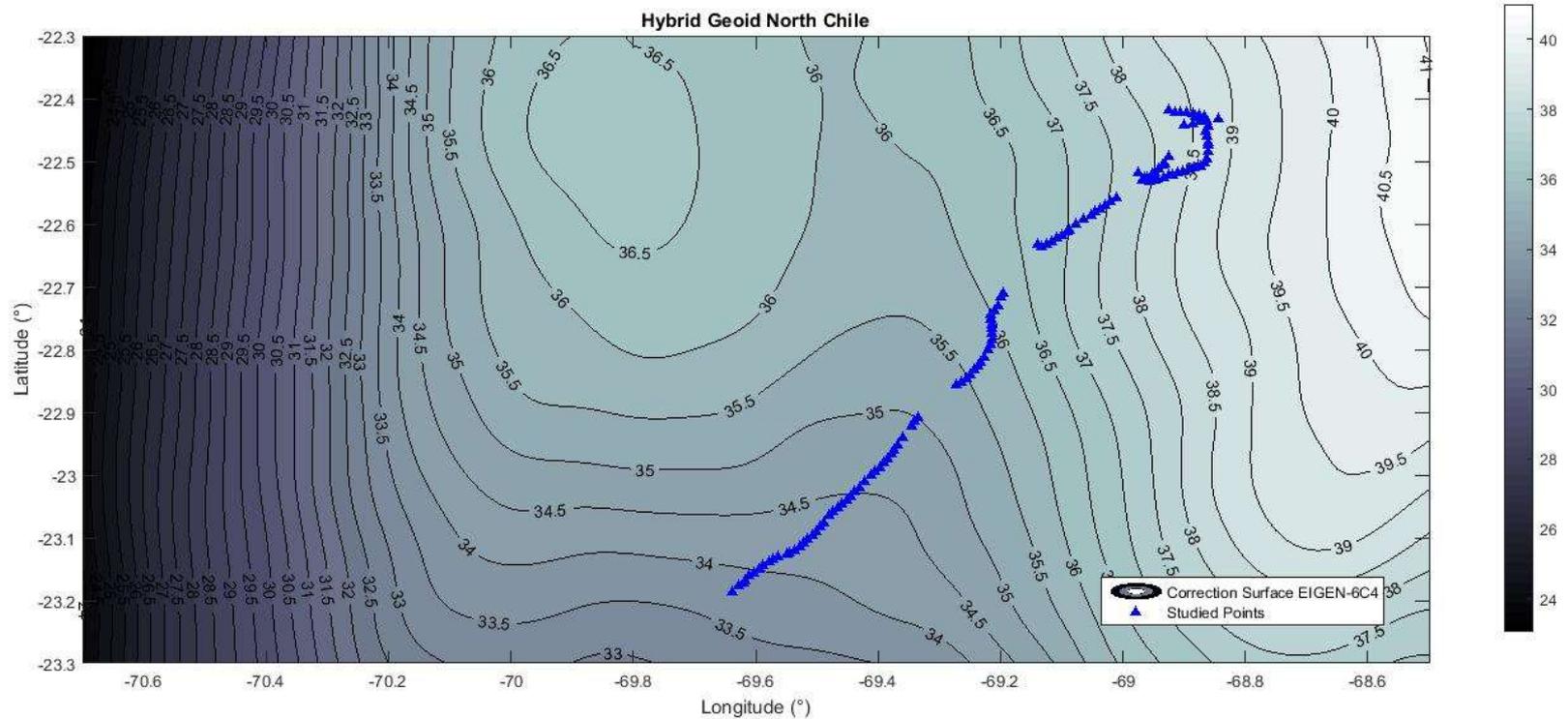
Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC en Universidad de Santiago de Chile

Provincia de Santiago, Chile · 114 contactos · Información de contacto



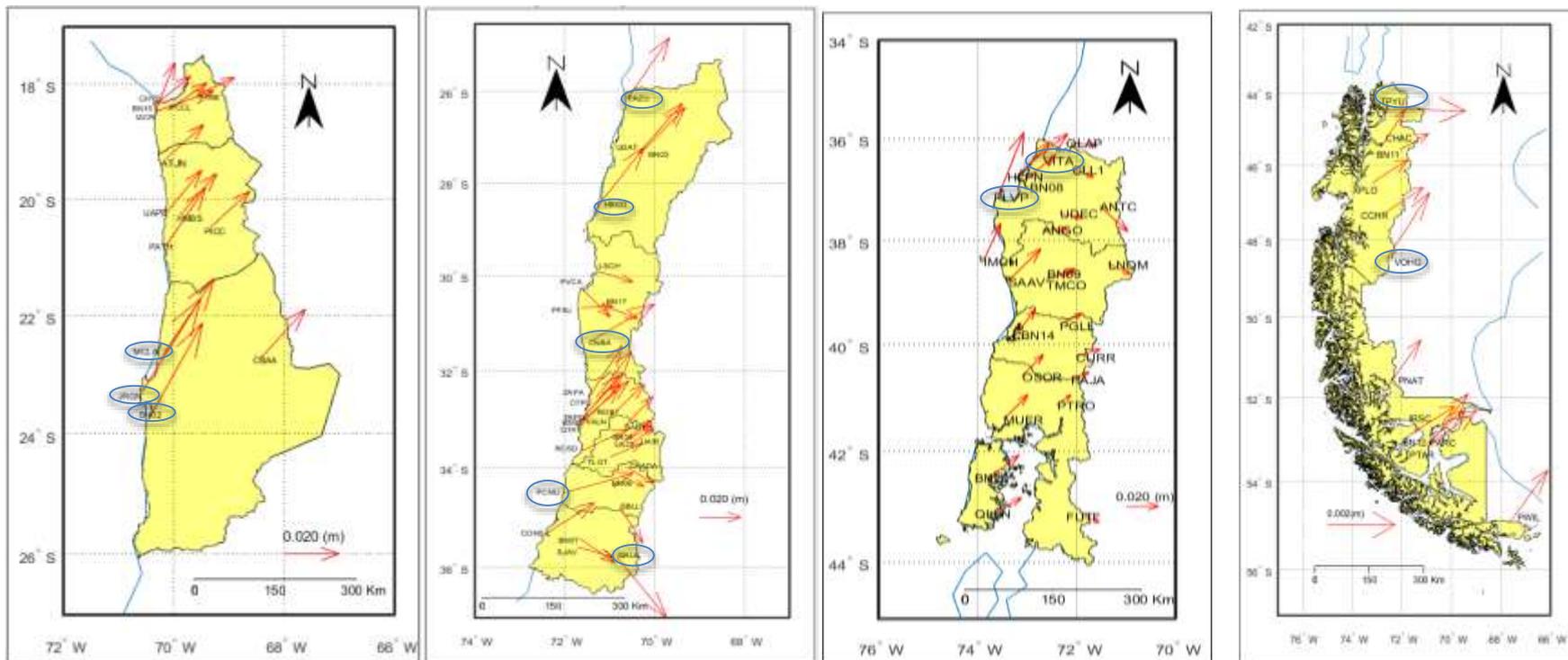
■ Metas

- Modelo de Geoide híbrido adaptado a SRV de Chile(charla J.A. Tarrío)



■ Retos

Desplazamiento de coordenadas calculadas entre 2018.00-2019.00



Es importante considerar estas singularidades geodésicas y facilitar un marco actualizado pero de fácil empleo....

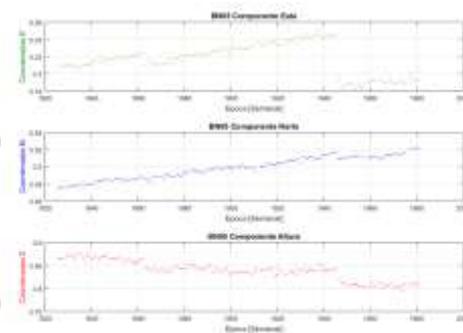
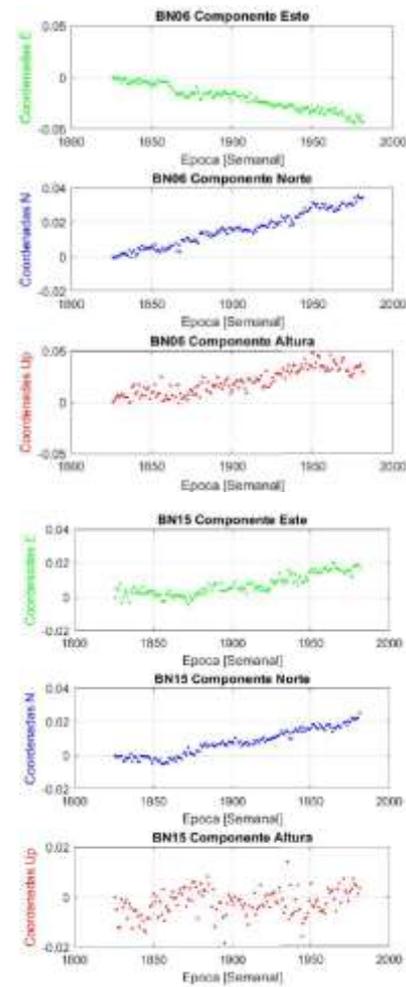
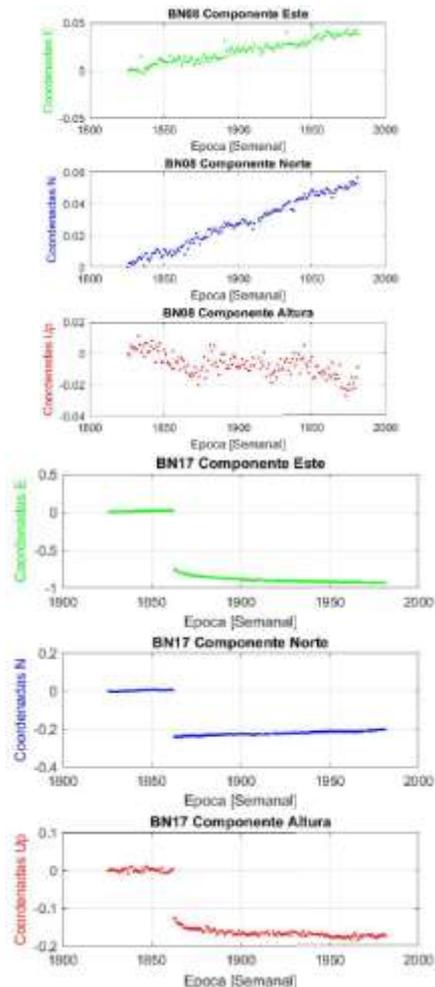
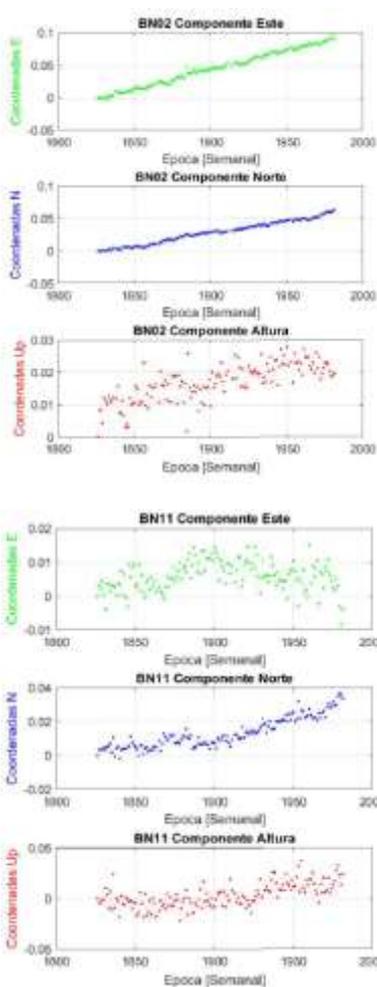
Soluciones....¿cambio anual de época? ¿modelos no lineales de desplazamiento?...

¿Conocen los profesionales de las geociencias de Chile esta variable...o solo los geodestas?

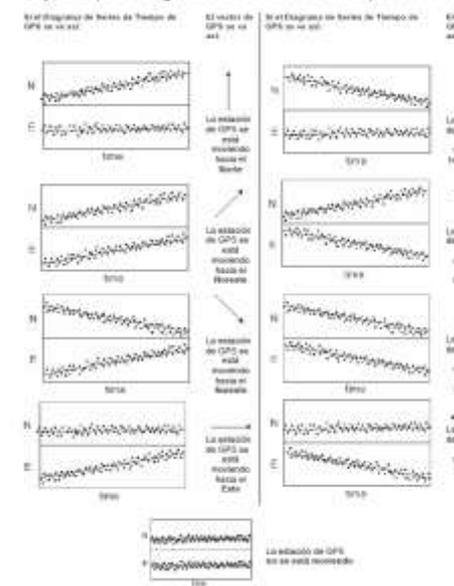


# Retos

## Series de tiempo 2015-2019...2020



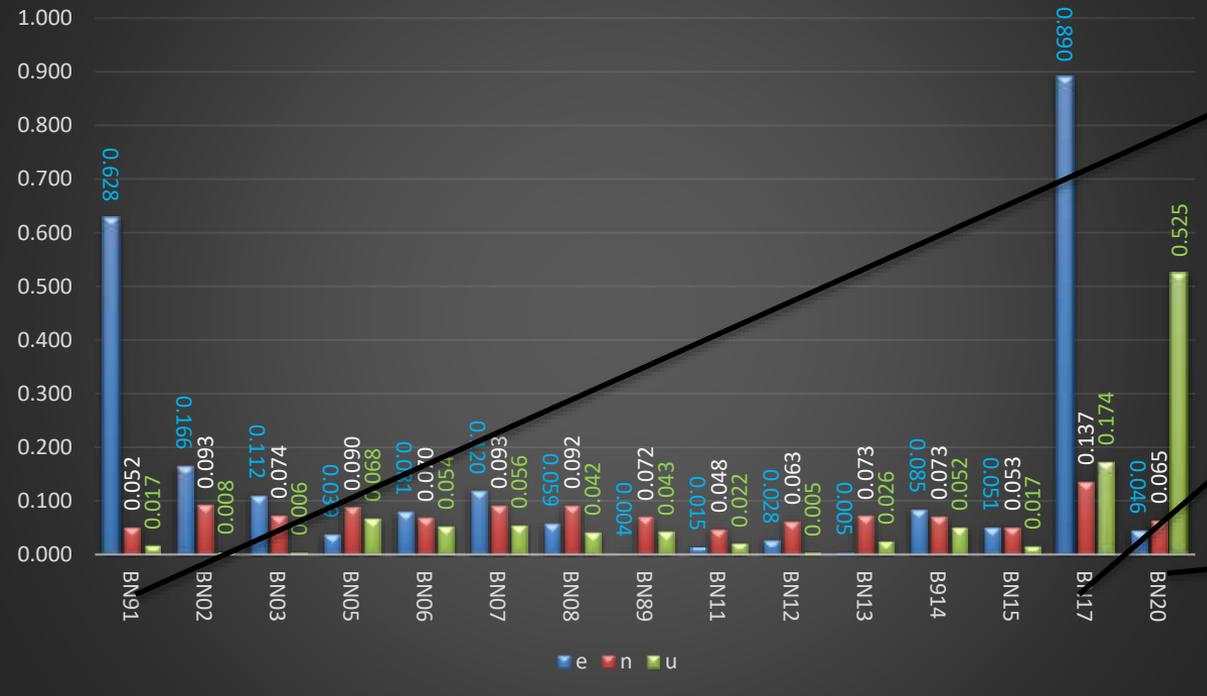
### Legenda para Diagramas de Series de Tiempo de GPS



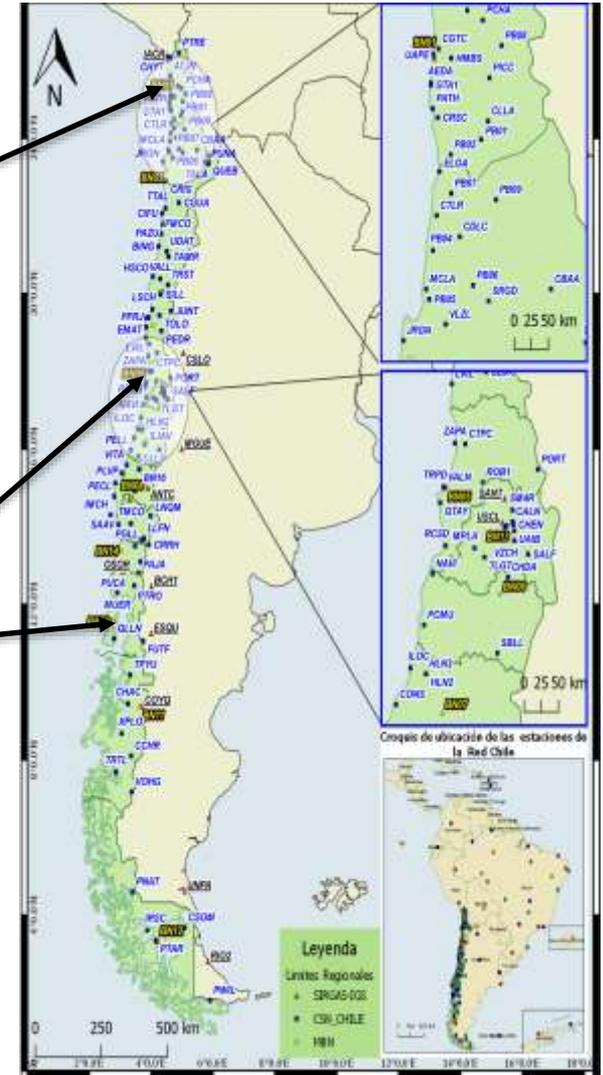
■ Retos

## Datos MBN

Variación de coordenadas enu 2013.00-2018.00



MAXIMO	0.890	0.137	0.525
MÍNIMO	0.004	0.048	0.005
RANGO	0.886	0.089	0.520
MEDIA	0.155	0.076	0.074
DESV	0.254	0.022	0.131

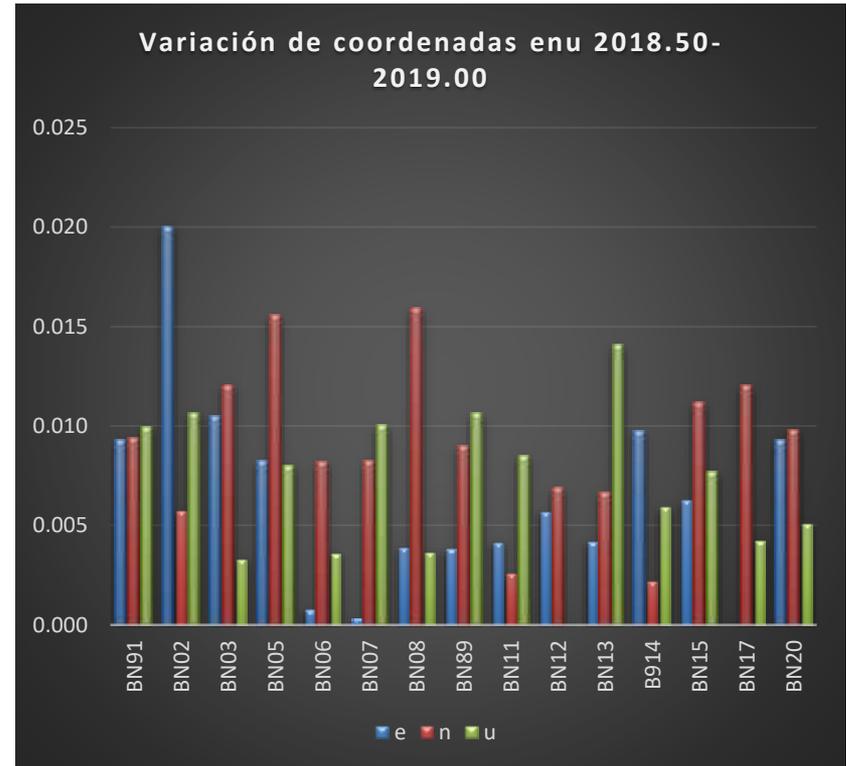
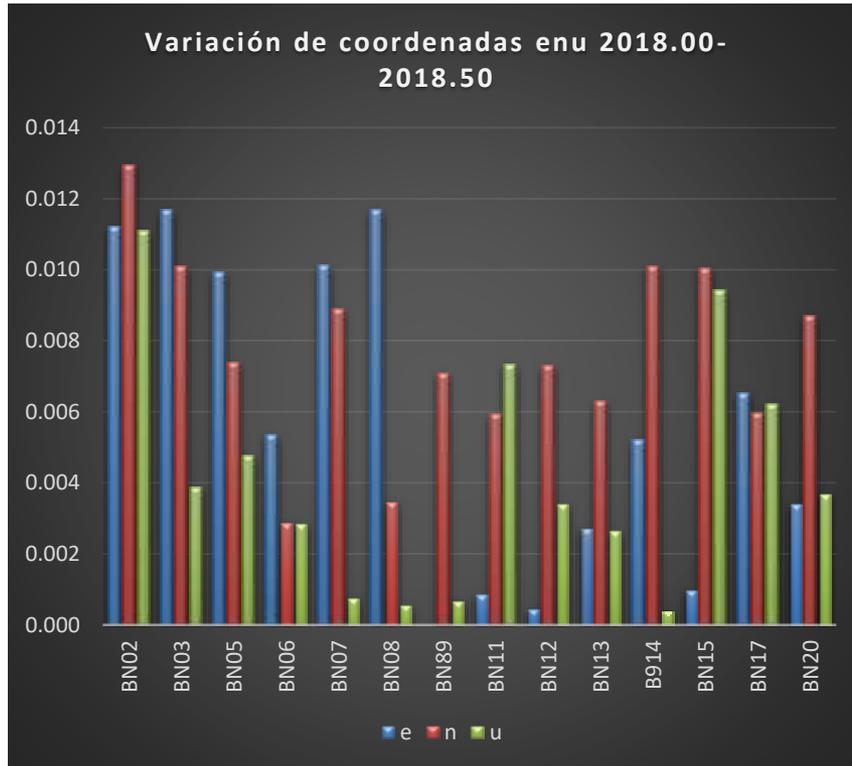




■ Retos



## Datos MBN



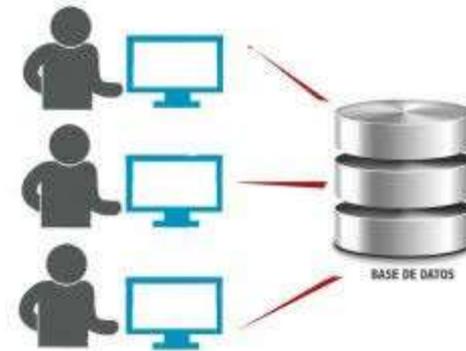
\*\*No se incluye BN91 pues fue cambiada de edificio

MAXIMO	0.012	0.013	0.011
MÍNIMO	0.000	0.003	0.000
RANGO	0.012	0.010	0.011
MEDIA	0.006	0.008	0.004
DESV	0.004	0.003	0.003

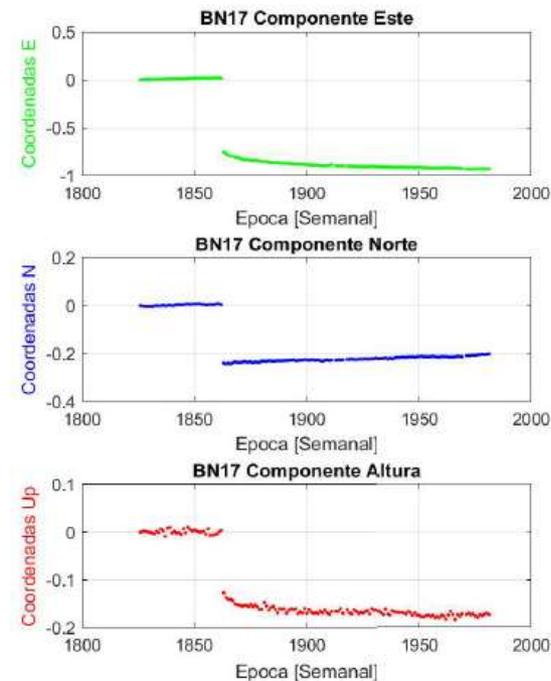
MAXIMO	0.020	0.016	0.014
MÍNIMO	0.000	0.002	0.000
RANGO	0.020	0.014	0.014
MEDIA	0.006	0.009	0.007
DESV	0.005	0.004	0.004

## ■ Retos

- Base de datos geodésica
- Estudios del Nivel del Mar en Chile con datos GLOSS para analizar la actualización del SRV al IHRF
- IAG WG 1.3.1 Time-Dependent transformations (Agradec. Laura Sánchez)
- **Hacer entender a los profesionales de Chile la heterogeneidad de la geodesia en el país**  
*#Chiledespertó...¿también en Geodesia?*



- ≈200 Estaciones en Chile
- 10 años de datos



■ Alianzas



Documento base WG Geodesia  
e instructivos transformación  
SNIT IDE Chile

Centro Procesamiento SIRGAS



Generación geoide híbrido



Modelamientos algoritmos genéticos



Recálculo y potencial adhesión a  
SIRGAS de estaciones MBN

Cálculo y procesamiento Red Distrito  
Norte



Cambio de datum clásico a moderno  
Monitoreo volcánico

Generación Grilla NTV2





UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE

Muchas gracias

## Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico asociado a SIRGAS



*Juan Manuel Zolezzi Cid*

*Rector de la Universidad de Santiago de Chile,*

*saluda muy atentamente al señor JOSÉ TARRÍO MOSQUERA, Coordinador de la carrera de Ingeniería en Geomensura Vespertino de esta Casa de Estudios, y le expresa sus más cordiales felicitaciones por la reciente designación del Departamento de Ingeniería Geográfica como "Centro de Procesamiento Experimental asociado a SIRGAS".*

*El Rector Zolezzi, junto con reiterar sus congratulaciones por tan importante designación, envía sus parabienes a toda la comunidad de Ingeniería Geográfica, quienes fueron artífices de este importante hito en materia geoespacial y geodesia; alineados con los compromisos de investigación impulsados por esta Institución.*

*Formular votos por el éxito del Centro, se da la oportunidad para manifestarle los sentimientos de respeto y consideración y estima.*

*Santiago, junio de 2019*