



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

DEPARTAMENTO DE
**INGENIERÍA
GEOGRÁFICA**
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE



Monitoreo de deformaciones en el Volcán Villarrica, mediante análisis de series temporales a partir de infraestructura geodésica SIRGAS y OVDAS

José Antonio Tarrío Mosquera¹
Cristian Mardones Castro²
Álvaro Arancibia¹
Nicolás Galaz¹

¹Dpto. Ingeniería Geográfica, Universidad de Santiago de Chile

²Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur. SERNAGEOMIN Chile



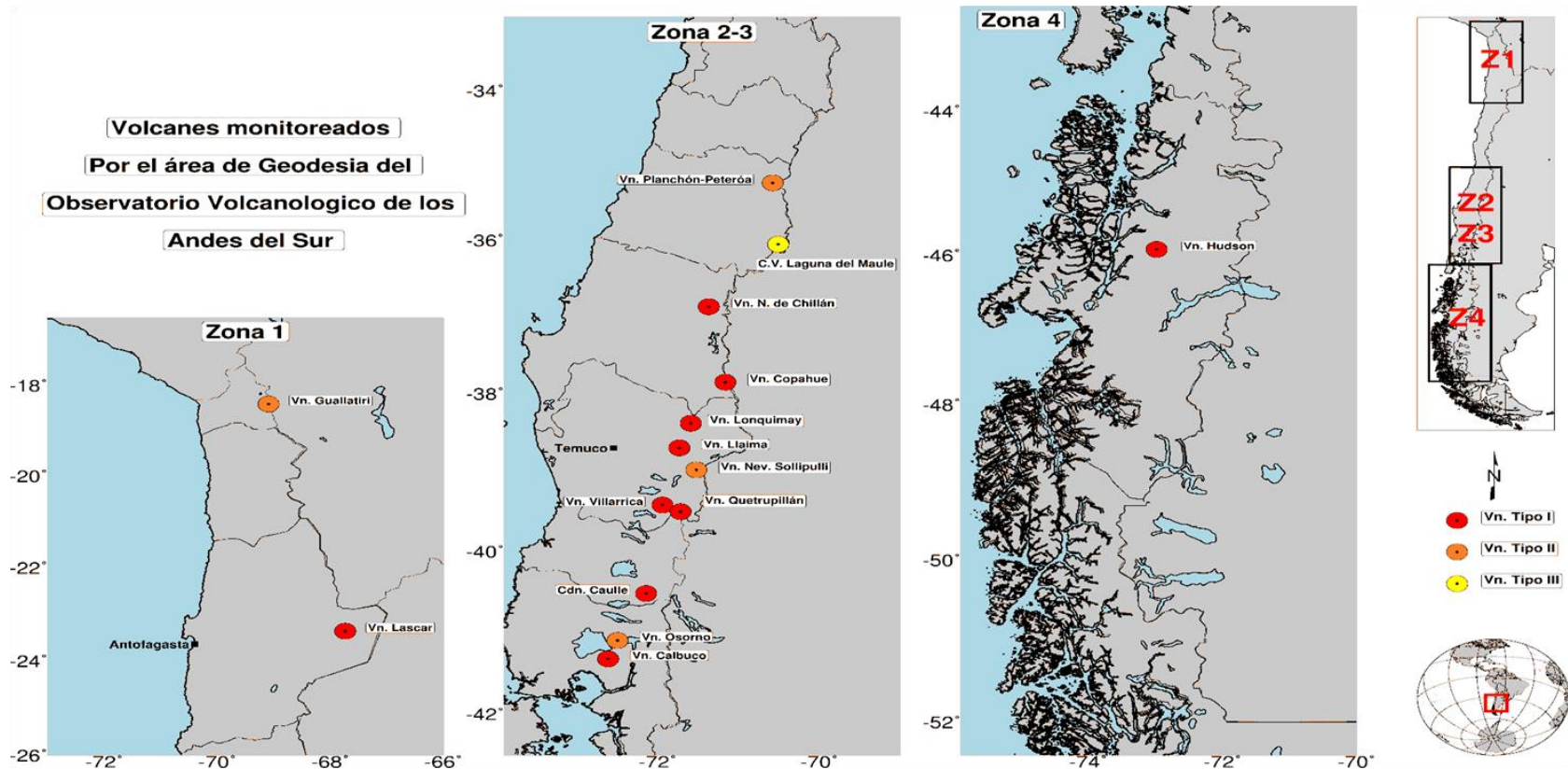
Simposio SIRGAS 2017

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Ingeniería de la Universidad Juan Agustín Maza
Mendoza, Argentina
Noviembre 2017



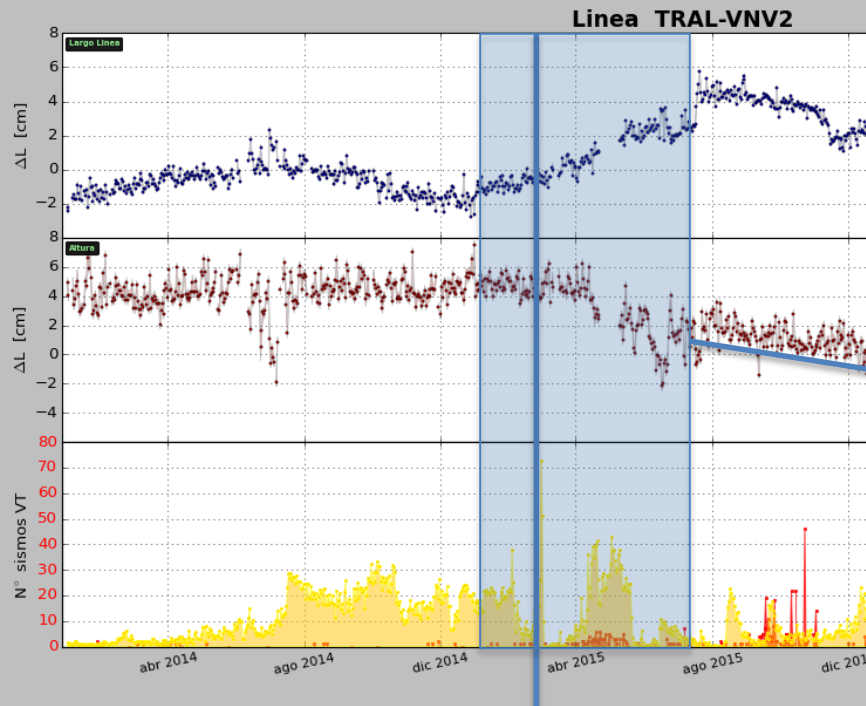


- OVDAS: Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur*



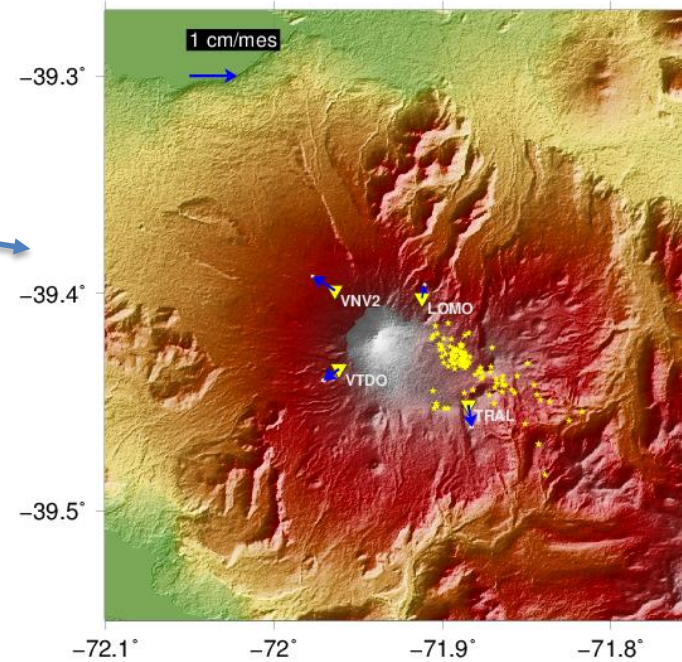


• *OVDAS: Proceso eruptivo Vn. Villarrica 2015*



Erupción 05-03-2015

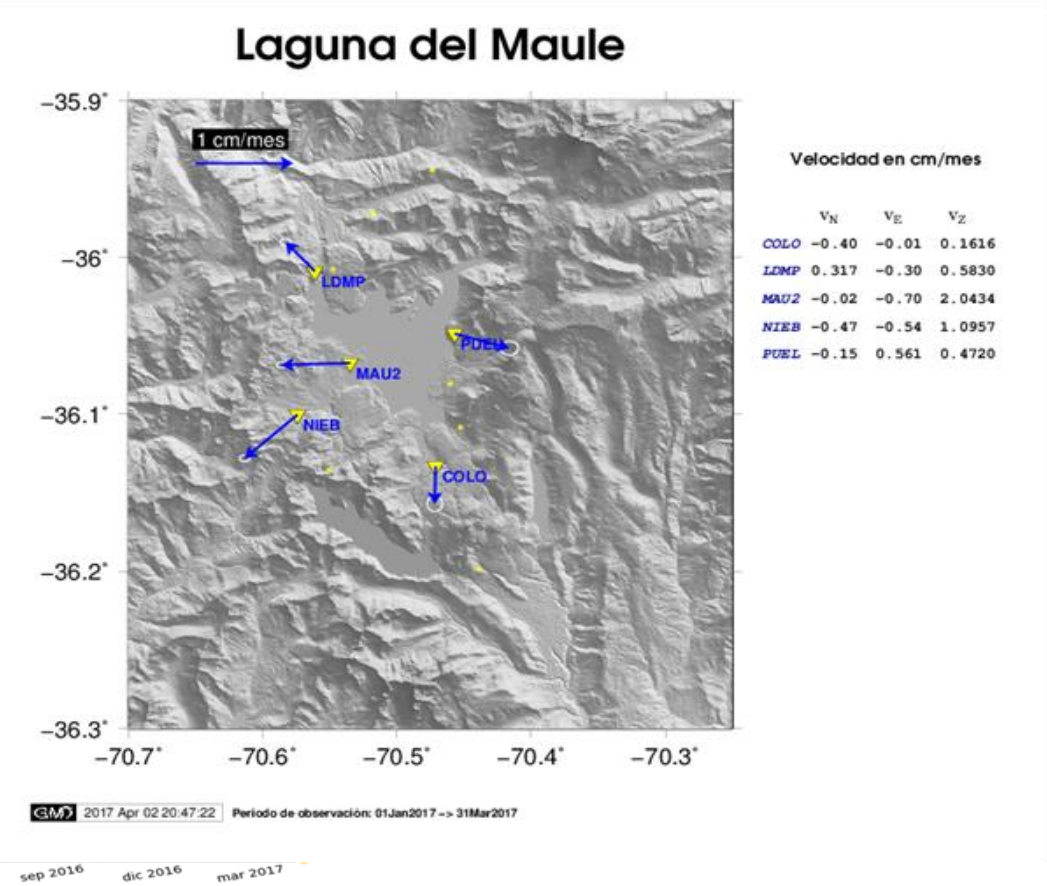
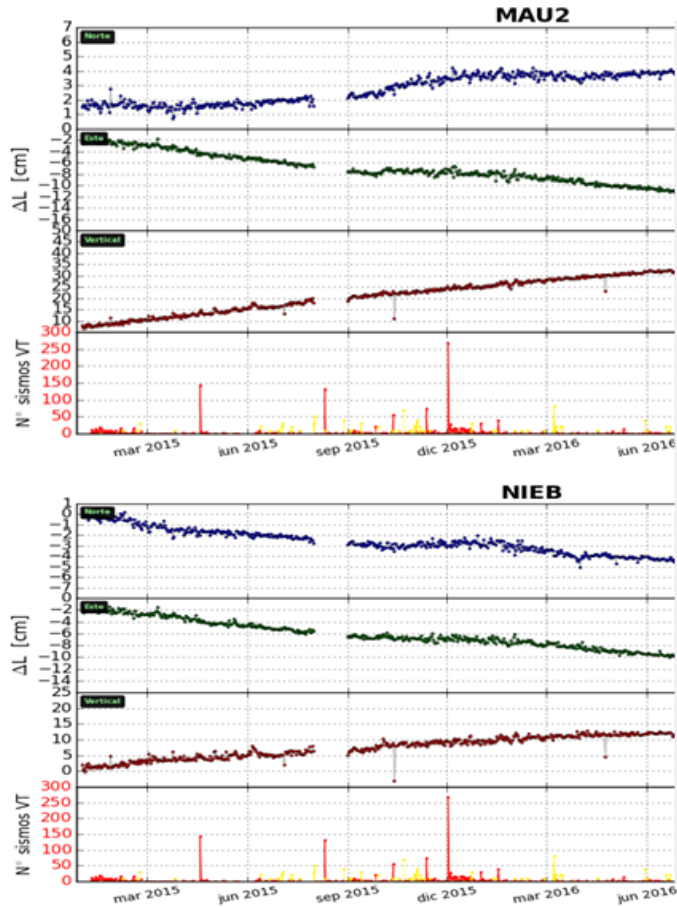
Volcán Villarrica



GM 2017 Nov 28 13:27:07 Período de observación: 01Jan2015 -> 01Aug2015



• *OVDAS: Resultados de C.V Laguna del Maule*





- *Índice de contenidos*

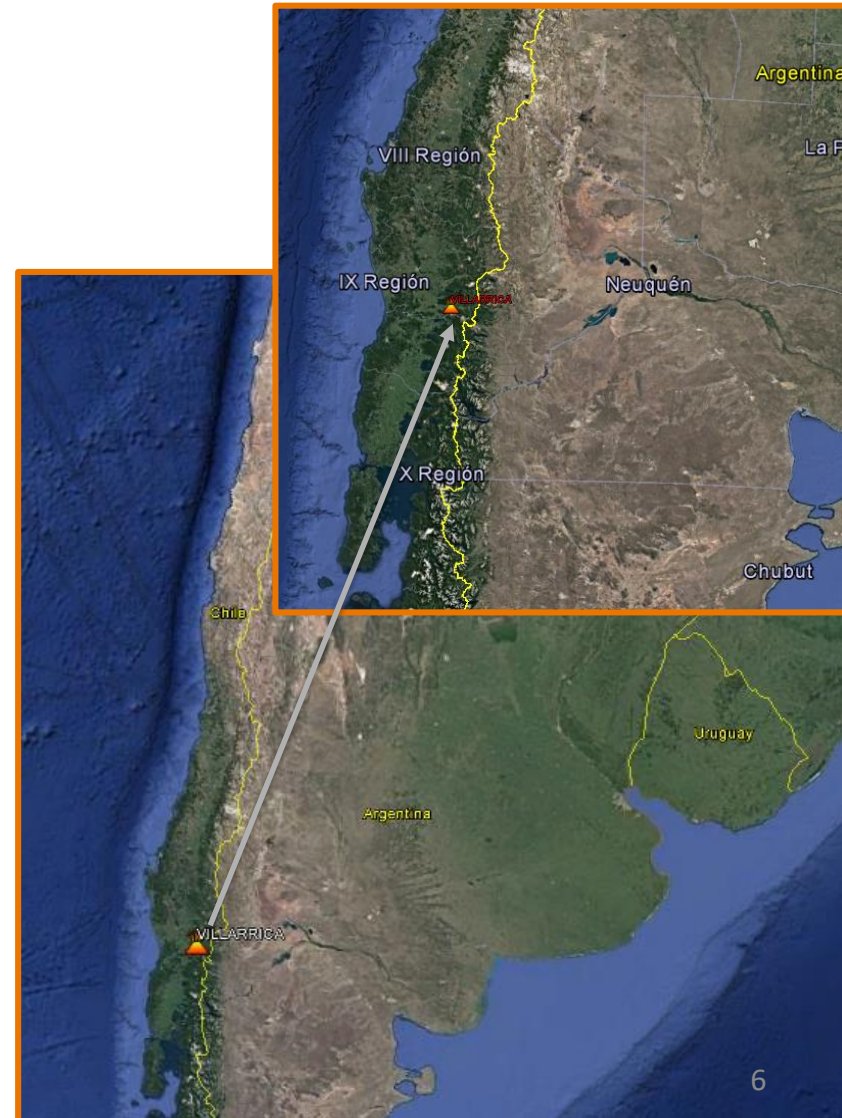
1. *Introducción y Objetivos*
2. *Estaciones Disponibles*
3. *Actualización de marco IGS14*
4. *Generación de Series Temporales*
5. *Análisis de Series Temporales*
6. *Análisis Geoidal y Conclusiones*



Introducción: Volcán Villarrica

- Ubicado en el sur de Chile, entre las regiones IX(Araucanía) y X(Los Lagos), entre los lagos Villarrica y Calafquen.
- El volcanismo andino es consecuencia de la subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamérica .
- Pertenece a la ZVS, que es una de las más activas a nivel mundial, con 1400 km de longitud
- Tipo estratovolcán, forma cónica casi perfecta, con una superficie de 400 km²
- El cono principal está constituido en el borde noroccidental de una caldera volcánica elíptica de 6.5 x 4.2 km.
- Desde 1558 hasta 1984-1985 ha registrado 60 erupciones importantes, lo que lo sitúa como el volcán más activo de los Andes, y el más activo y peligroso en Chile

Fuente: López et al. 1995





Introducción: Volcán Villarrica

Debido a lo anterior el Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, realiza regularmente monitoreos con GNSS, inclinómetros y Sismógrafos, mediante el OVDAS (Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur)

Desde mayo de 2017, la Universidad de Santiago de Chile, apoya con campañas geodésicas y cálculos geodésicos los trabajos del OVDAS.

Estudiantes de Geomensura realizan inédito monitoreo en el volcán Villarrica



■ Por primera vez en su historia, los jóvenes de pregrado de esta Carrera se sumaron a las mediciones que ejecuta el organismo en el volcán Villarrica, el más peligroso de Chile. Los integrantes de Geomensura están trabajando en conjunto con el Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), a partir del interés por encontrar lugares que cuenten con antenas que les permitan practicar sus investigaciones. Para ello, y a través del académico de la Unidad Dr. José Antonio Tarrío, tomaron contacto con el Observatorio Volcanológico de Los Andes del Sur, e integraron al proyecto a once

estudiantes del curso de Geodesia Satelital y 20 de Topografía.

Fuente: www.usach.cl





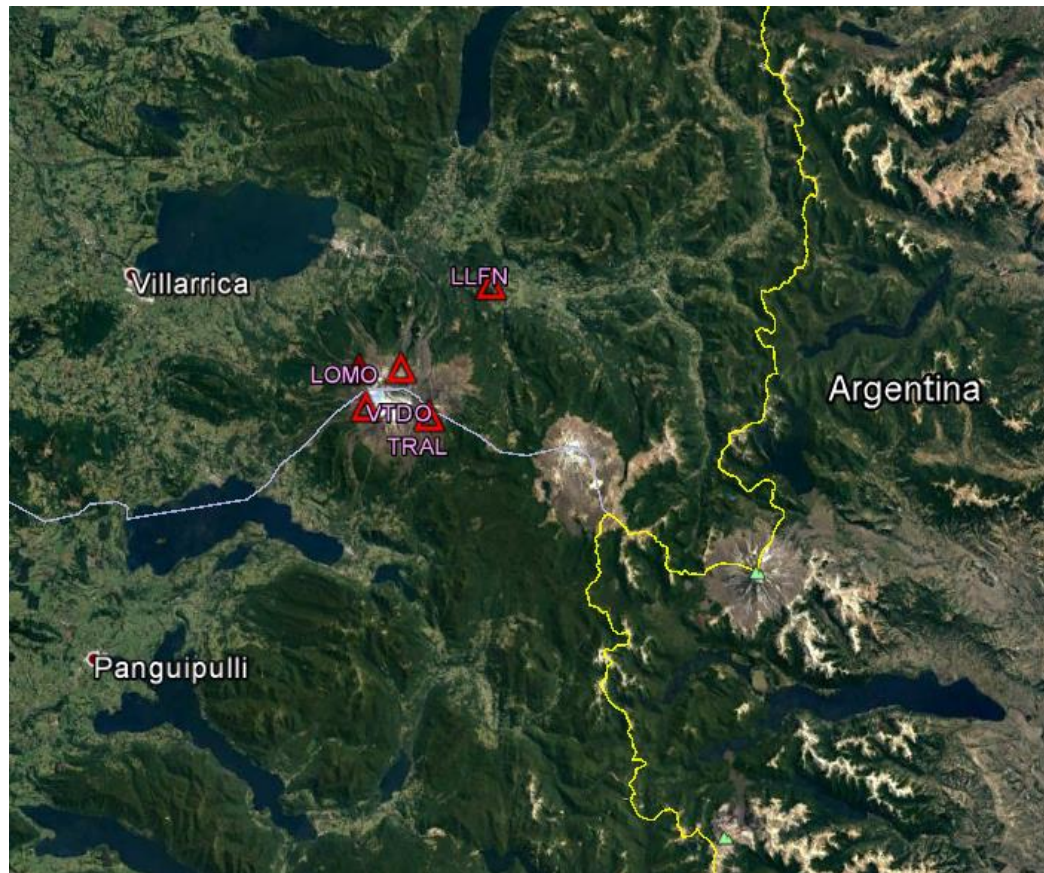
Introducción: Objetivos

- 1. Reobservar las estaciones GNSS activas OVDAS para actualizar al marco IGS14 con el que trabaja SIRGAS ([IGSMail-7399](#)).*
- 2. Reobservar la red pasiva OVDAS con la premisa anterior, junto con realización de nivelación trigonométrica de precisión.*
- 3. Generación de serie temporal de estaciones OVDAS desde semana 1898(mayo 2016) hasta semana 1972 (octubre 2017)*
- 4. Análisis de serie temporal estaciones SIRGAS (OSOR, BCH1, ANTC, ANGO).*
- 5. Estudio de la correlación entre ambas series temporales por medio de vectores de desplazamiento, y velocidades.*
- 6. Análisis de desplazamiento en la red pasiva, junto con estudio de modelo geoidal de mejor ajuste.*



Estaciones disponibles: **OVDAS**

Para la realización del monitoreo Volcánico continuo, en el Volcán Villarrica el OVDAS cuenta con 5 equipos GNSS:



- LLOFN (Referencia CAP-IGM-Ovdas)
- LOMO
- VTDO
- TRAL
- VNV2

Ubicadas en las direcciones de los tensores volcánicos (LOMO, VTDO, TRAL, VNV2)

Una externa a las deformaciones (LLOFN) empleada como punto fiducial



Estaciones disponibles: OVDAS

Para la realización del monitoreo Volcánico pasivo, en el Volcán Villarrica el OVDAS cuenta con 10 puntos pasivos medidos semestralmente:



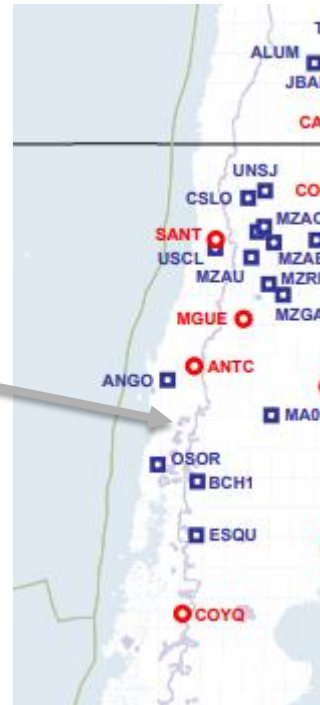
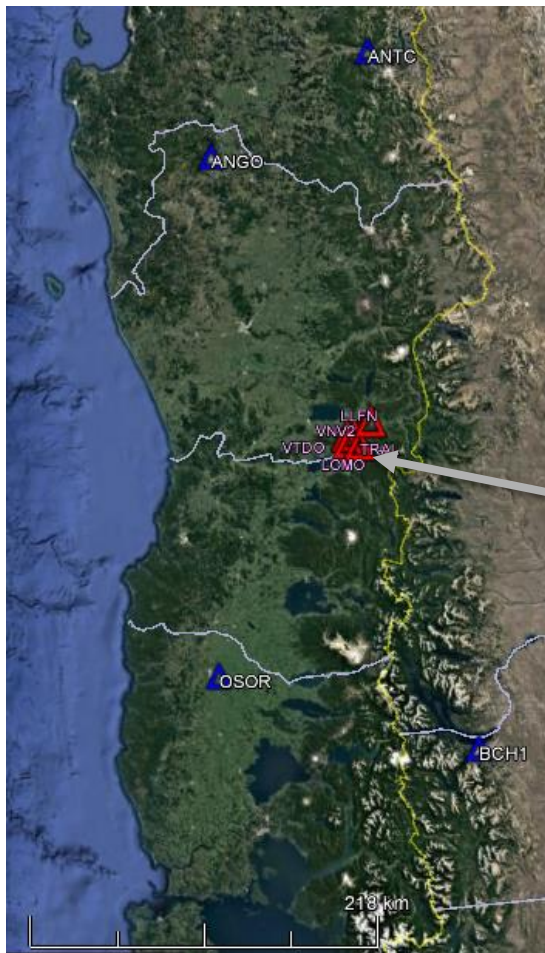
- Zona norte:
 - ZNJA
 - BSN1
 - BSN2
 - LNA1
 - LNA2
 - LNA3
 - LVNT
- Zona Sur:
 - TRM1
 - TRM2
 - TRMS

Sobre todas ellas se realizan nivelaciones de precisión.



Estaciones disponibles: SIRGAS

Para la realización del cálculo de la serie a comparar se estudian 4 estaciones SIRGASCON adyacentes al volcán

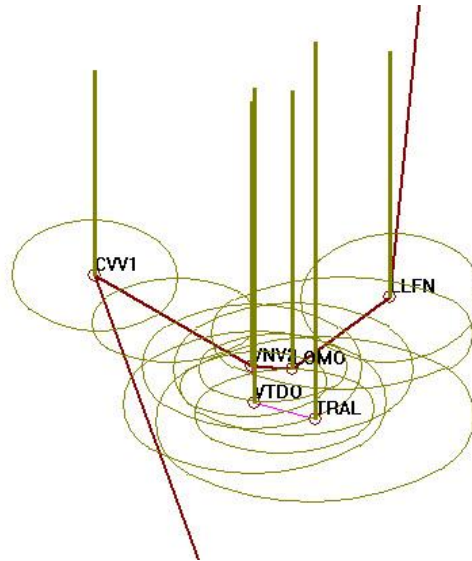


- ANGO
- ANTC(igs)
- OSOR
- BCH1



Actualización de Marco IGS14

A fin de compatibilizar los marcos y épocas, se recalculan en IGS14, todas las estaciones OVDAS:



ABSOLUTE STANDARD ELLIPSES

| Station | A (m) | B (m) | A/B | Phi (gon) | Sd Hgt (m) |
|---------|--------|--------|-----|-----------|------------|
| BCH1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0 | 100 | 0.0000 |
| ANTC | 0.0000 | 0.0000 | 0.0 | 100 | 0.0000 |
| LLFN | 0.0005 | 0.0004 | 1.4 | 96 | 0.0015 |
| CVV1 | 0.0005 | 0.0003 | 1.5 | -97 | 0.0012 |
| VNV2 | 0.0006 | 0.0004 | 1.7 | -100 | 0.0016 |
| TRAL | 0.0010 | 0.0005 | 1.9 | 98 | 0.0022 |
| LOMO | 0.0007 | 0.0004 | 1.8 | 100 | 0.0017 |
| VTDO | 0.0008 | 0.0004 | 1.8 | 99 | 0.0019 |

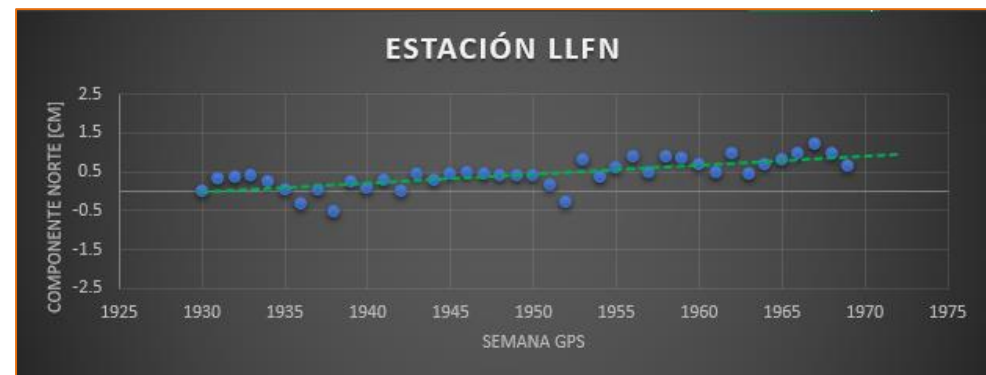
RELATIVE STANDARD ELLIPSES

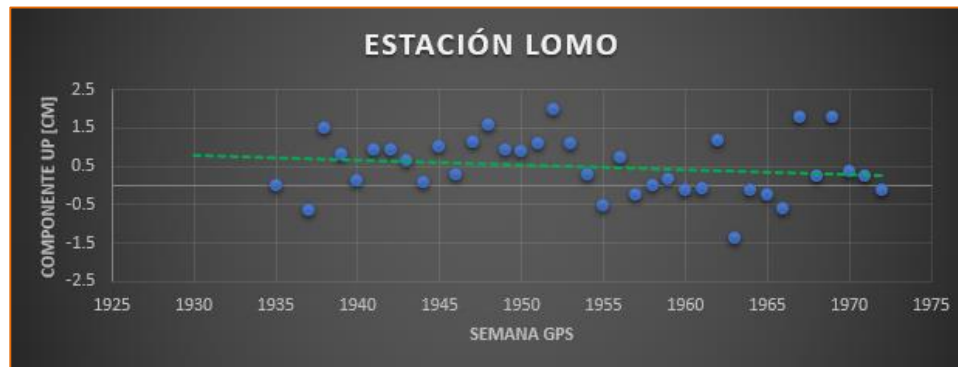
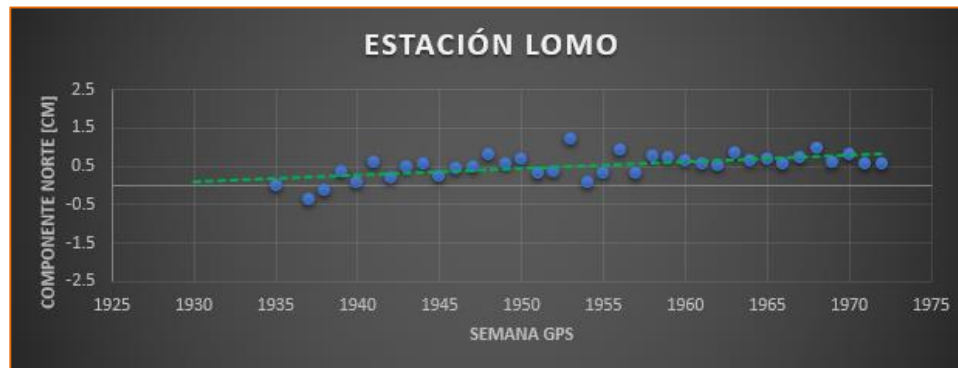
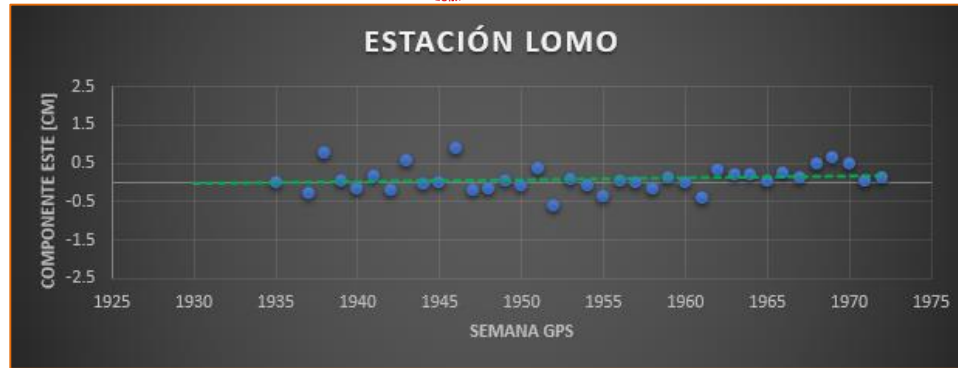
| Station | Station | A (m) | B (m) | A/B | Psi (gon) | Sd Hgt (m) |
|---------|---------|--------|--------|-----|-----------|------------|
| ANTC | LLFN | 0.0005 | 0.0004 | 1.4 | 89 | 0.0015 |
| LLFN | LOMO | 0.0008 | 0.0003 | 2.3 | 40 | 0.0016 |
| LOMO | VNV2 | 0.0004 | 0.0002 | 2.1 | -8 | 0.0010 |
| VNV2 | VTDO | 0.0004 | 0.0002 | 2.2 | -100 | 0.0010 |
| VTDO | TRAL | 0.0005 | 0.0002 | 2.2 | -20 | 0.0012 |
| VNV2 | CVV1 | 0.0005 | 0.0002 | 2.0 | -36 | 0.0013 |
| BCH1 | CVV1 | 0.0005 | 0.0003 | 1.5 | -75 | 0.0012 |



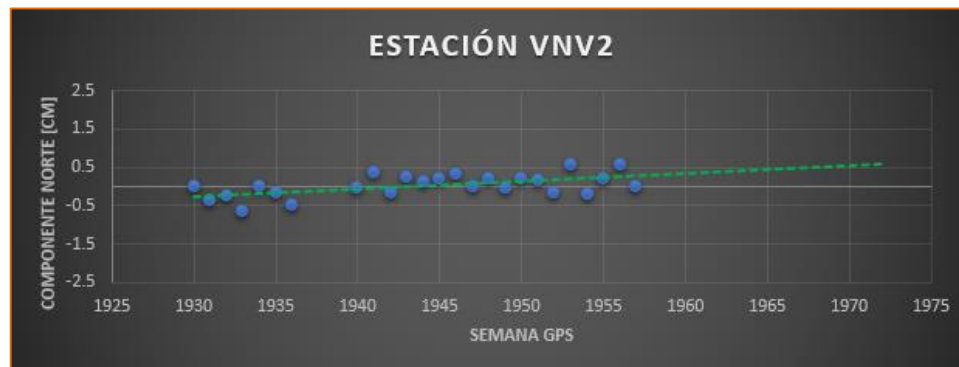
Generación de series temporales

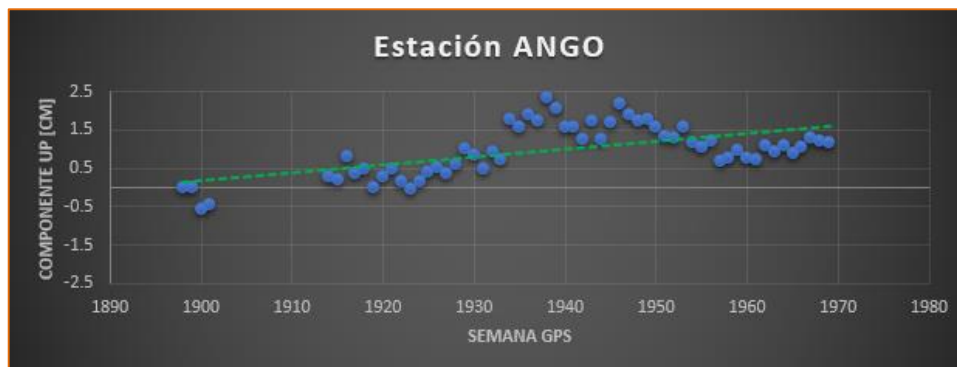
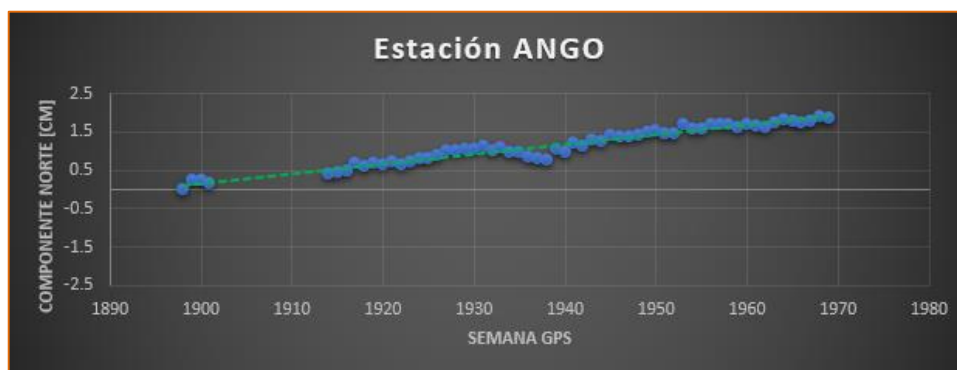
Se generan las series temporales de todas las estaciones activas:

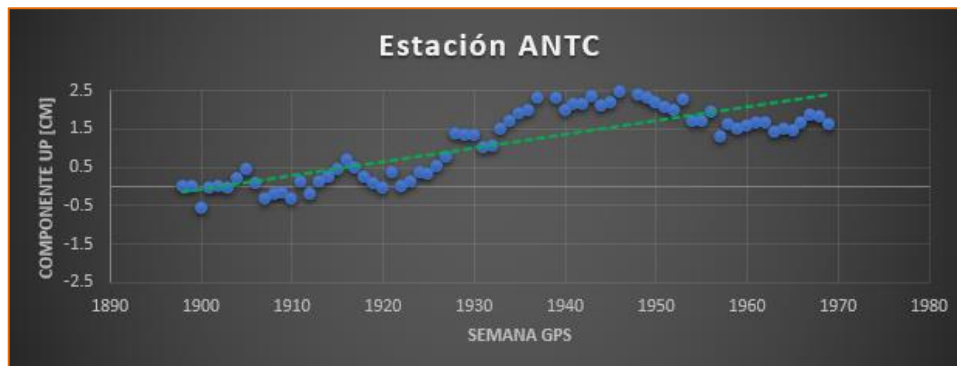
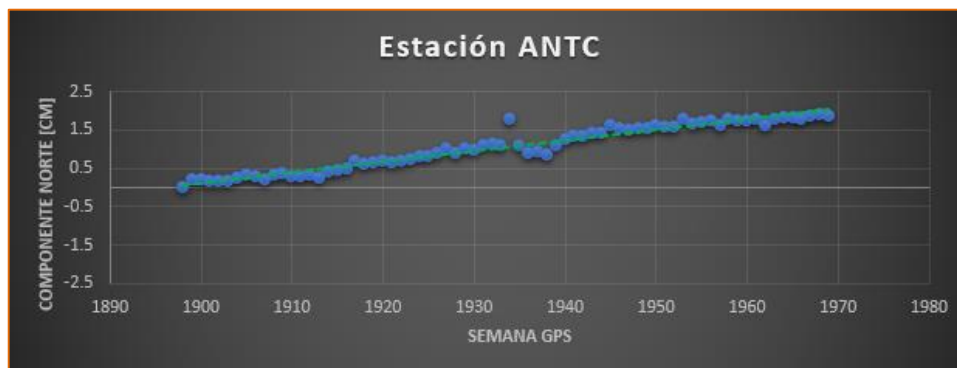
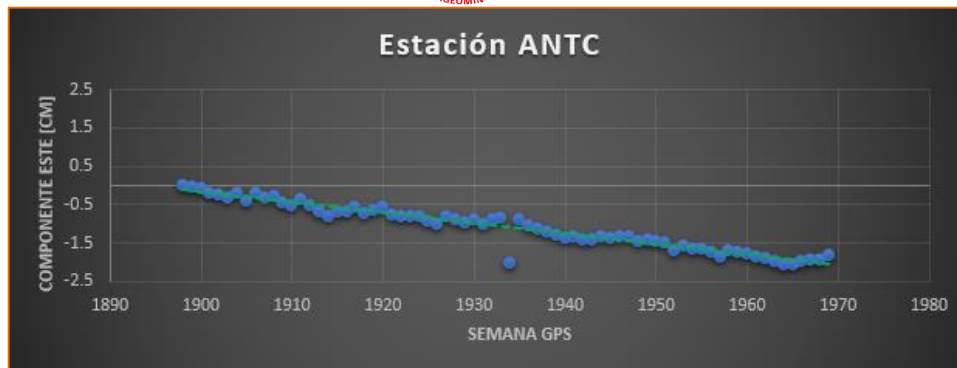


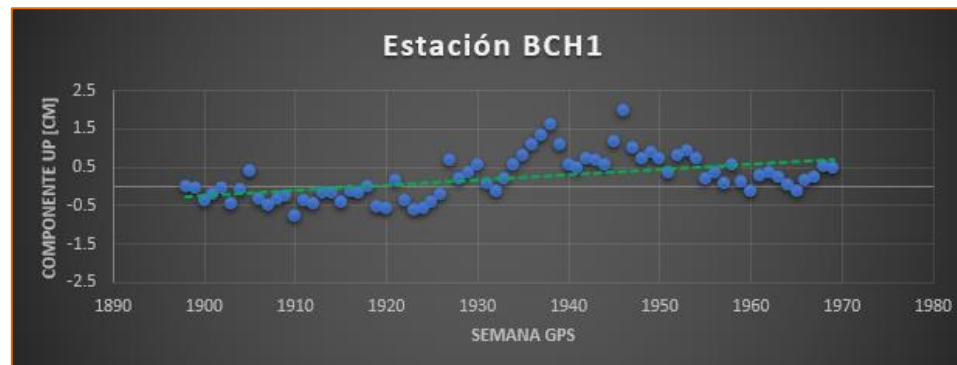
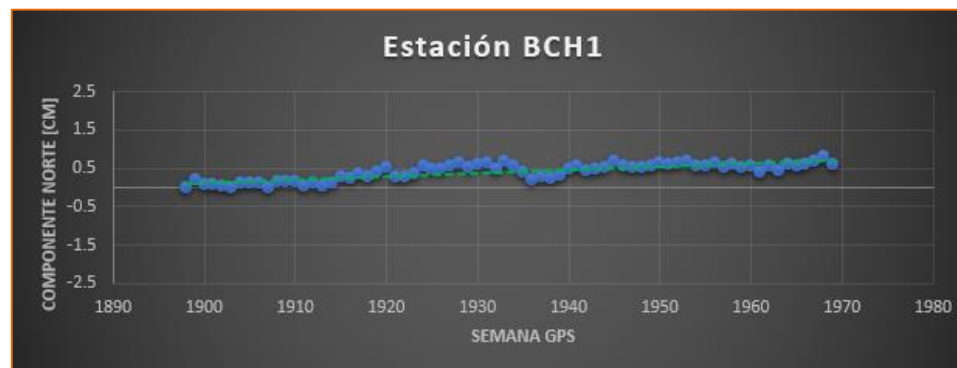
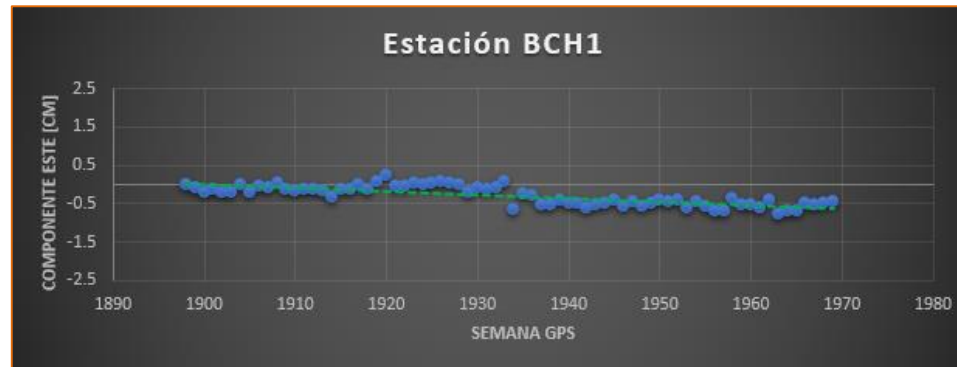


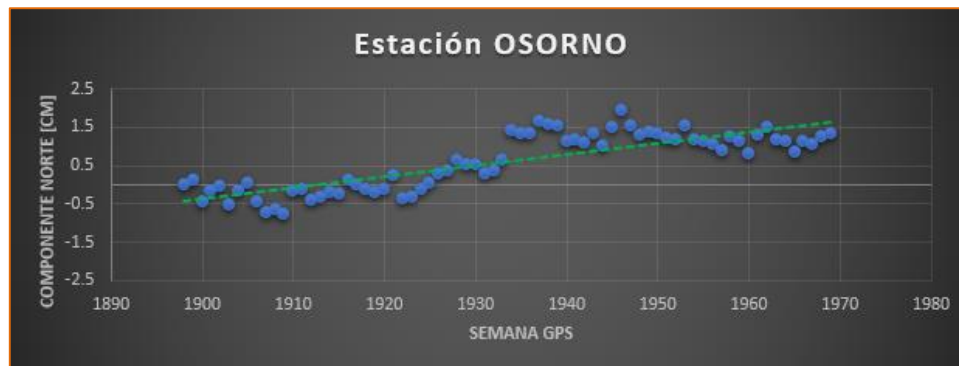
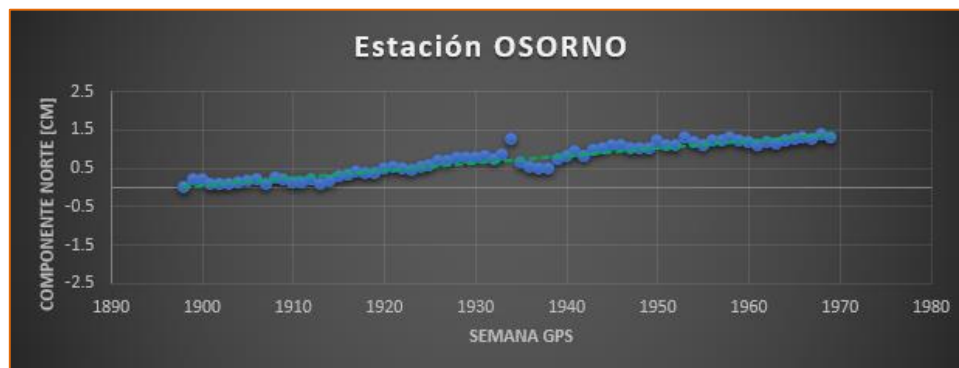
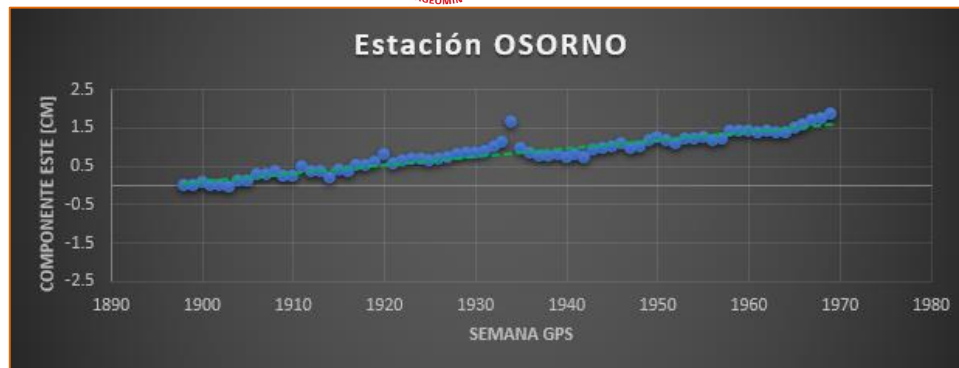








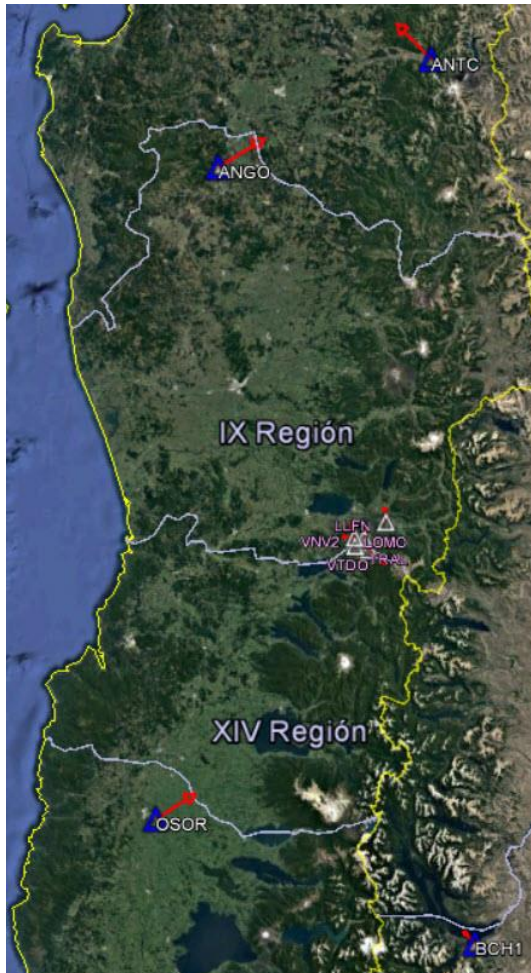






Análisis de series con vectores de desplazamiento

Vectores de las diferentes CORS SIRGAS y OVDAS



--> Vector de desplazamiento

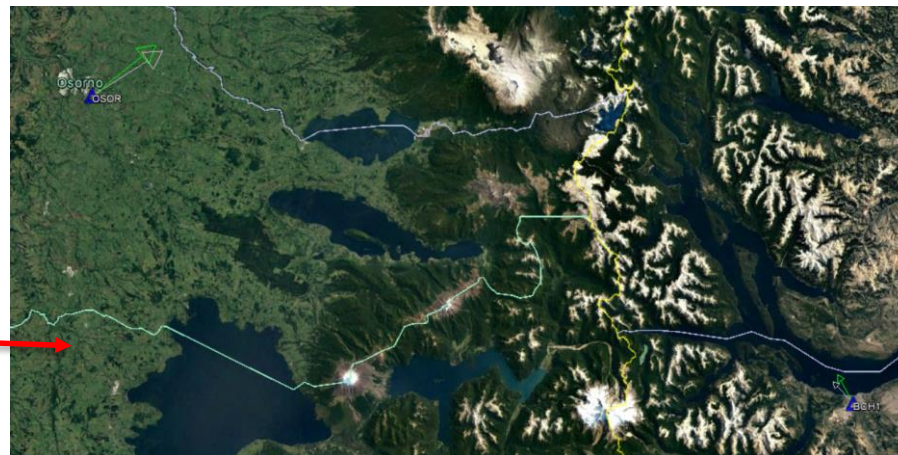
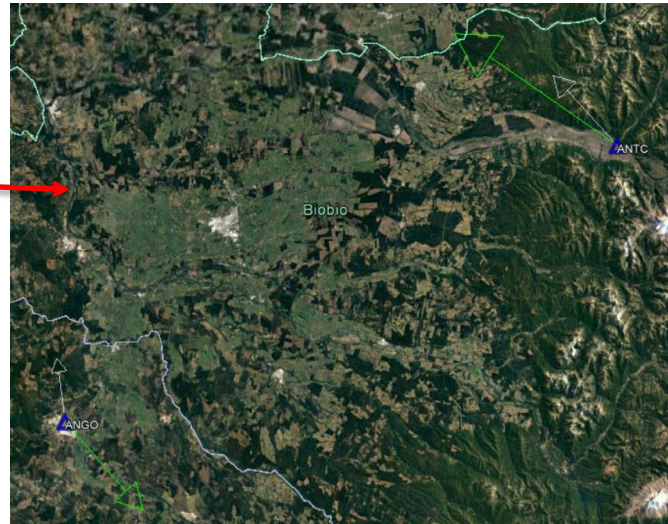
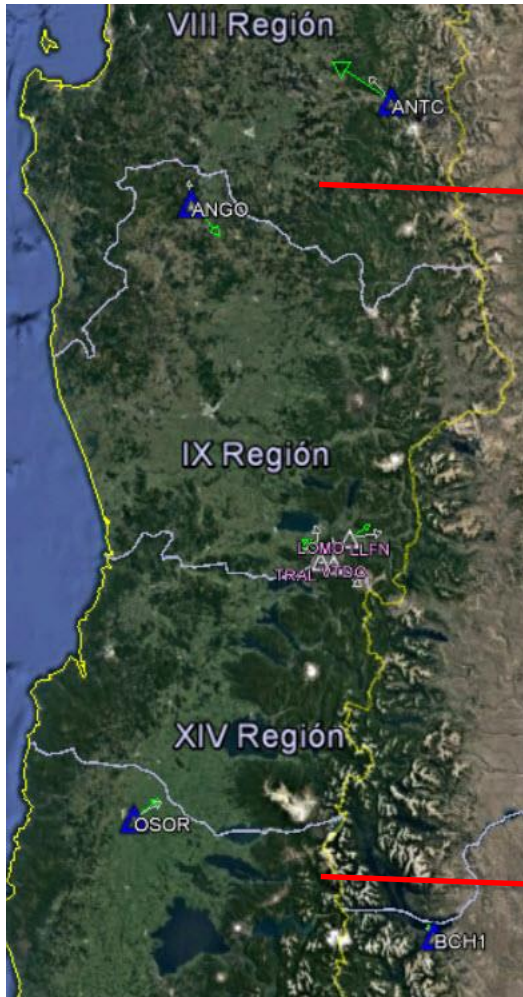




Comparación Velocidades VEMOS2015 vs Obtenidas

SIRGAS

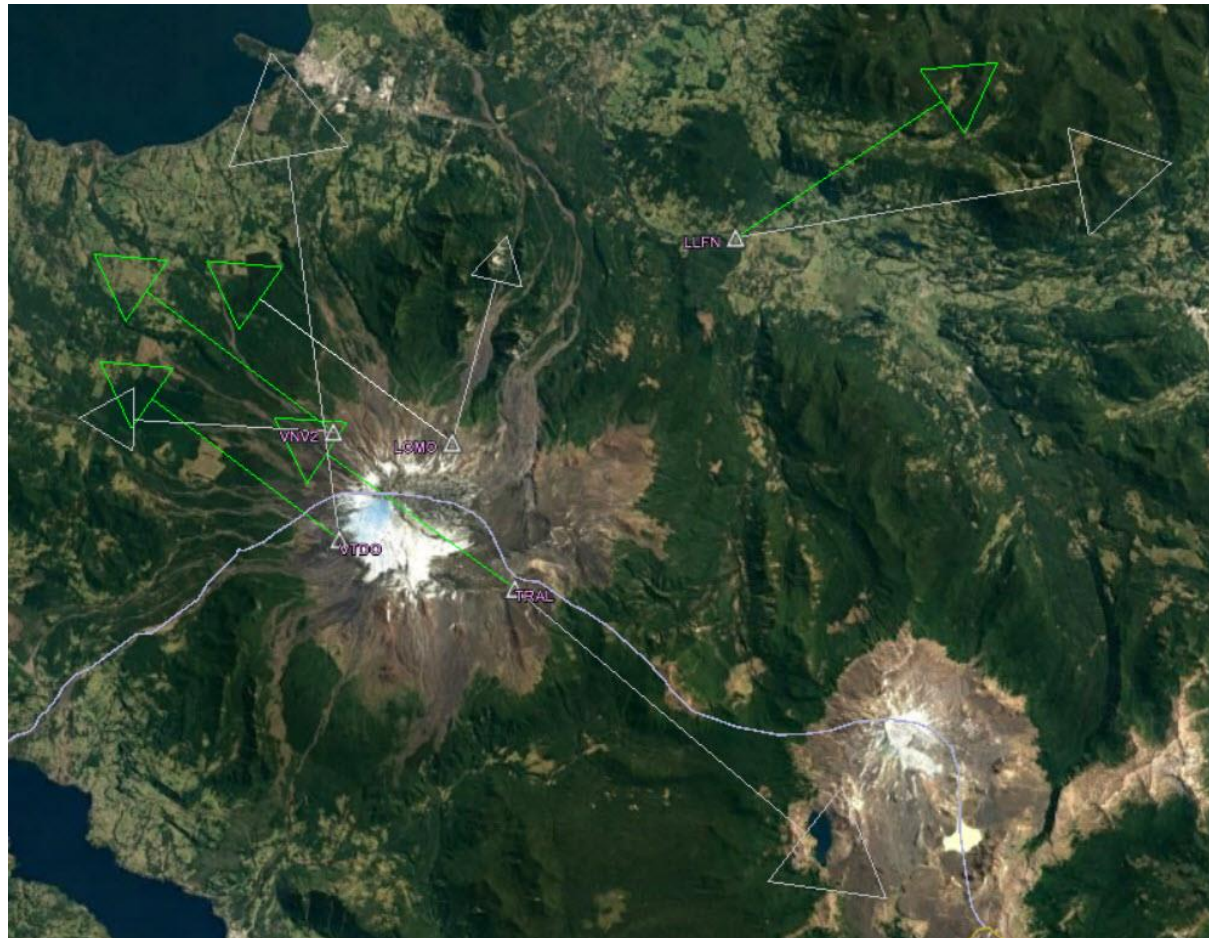
--> Vel. VEMOS2015
--> Vel. Obtenidas





Comparación Velocidades VEMOS2015 vs Obtenidas

OVDAS

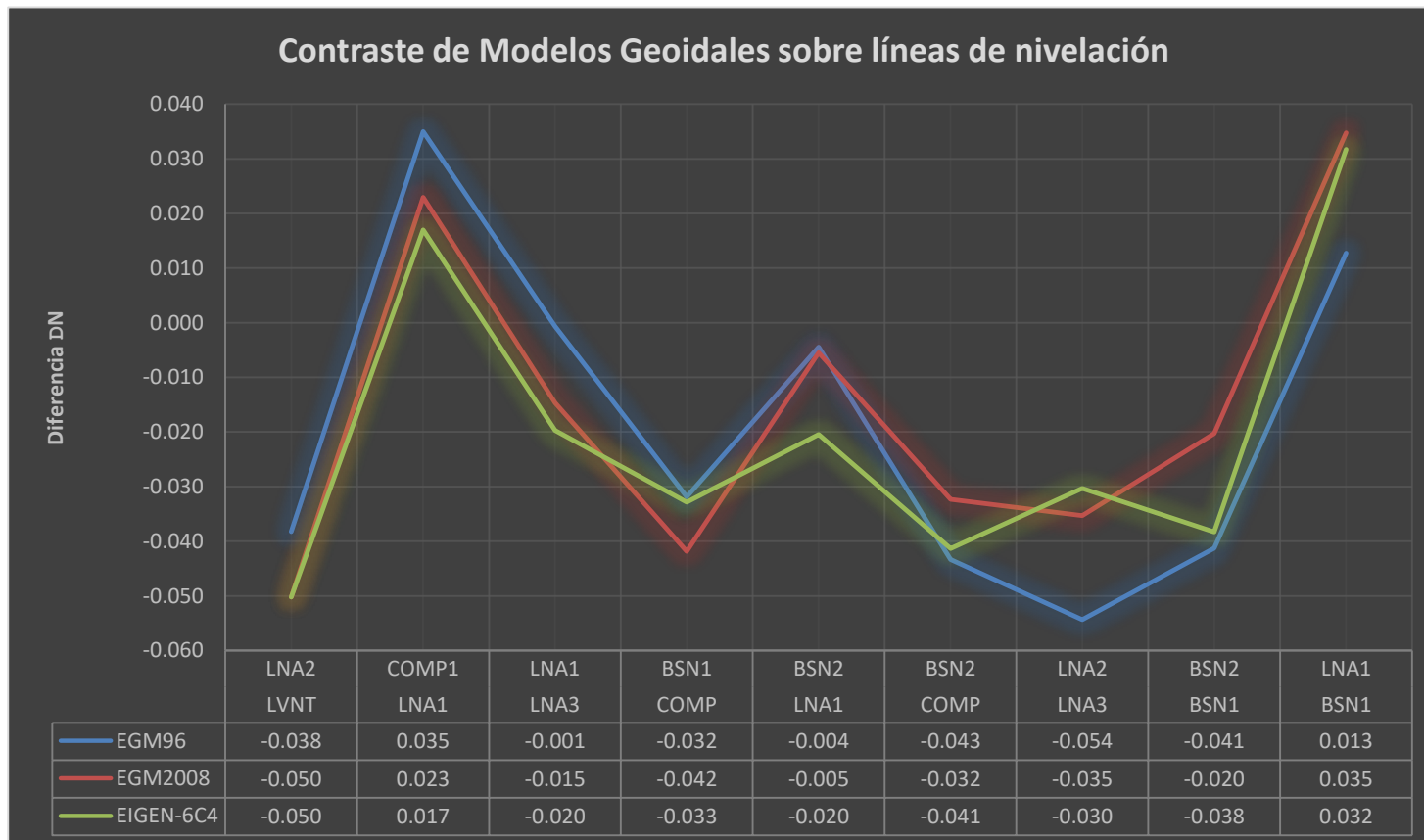


--> Vel. VEMOS2015
--> Vel. Obtenidas



Generación de modelo Geoidal

Se indican ahora los diferentes modelo de contraste ajustando diferencialmente los desniveles GNSS y de los GEM:





Conclusiones

- *Se observa una gran variación de desplazamiento en un corto periodo de tiempo, se van a tratar de hacer experimentos con High Rate GNSS*
- *Los desplazamientos OVDAS en el norte del volcán tienen la misma dirección que los desplazamientos SIRGAS*
- *El desplazamiento en el sur del Volcán, como se ve en la estación TRAL, va en dirección contraria, en la dirección sureste del Volcán. Tienen la misma magnitud (aun siendo un menor tiempo de muestreo) pero diferente dirección.*
- *Esto indica una expansión en el vector VNV2-TRAL en el intervalo de la serie temporal, semana 1930 a 1969.*
- *La estación TRAL se encuentra cercana al cono volcánico anterior, lo que podría indicar bolsas magmáticas profundas.*
- *La homogeneidad de los diferentes modelos geoidales no indicaban diferencias significativas entre los modelos actuales.*

Continuación de trabajos

- *Debido a que es un monitoreo primario, en posteriores estudios estamos incluyendo estaciones CSN que están a 40km y en la misma dirección que el vector VNV2-TRAL; donde se tratará de analizar los movimientos mediante modelos no lineales.*



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Agradecimientos