

# Velocidades y desplazamientos en el pacífico colombo-ecuatoriano con base en datos de estaciones GNSS durante 2005-2015

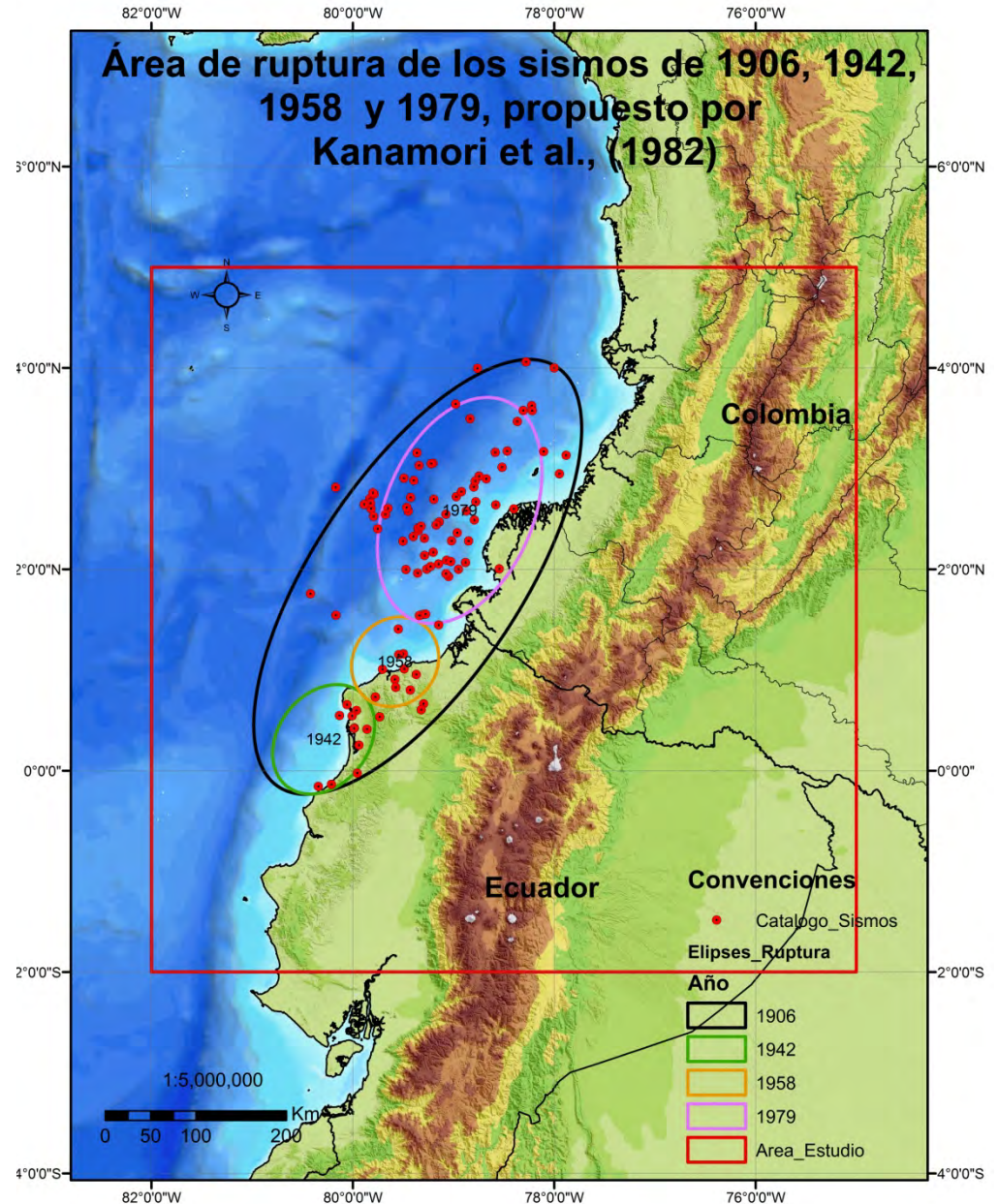
Omar David Bolívar Fonseca

Jhon Jairo Sánchez Aguilar

Departamento de Geociencias  
Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

# Contenido

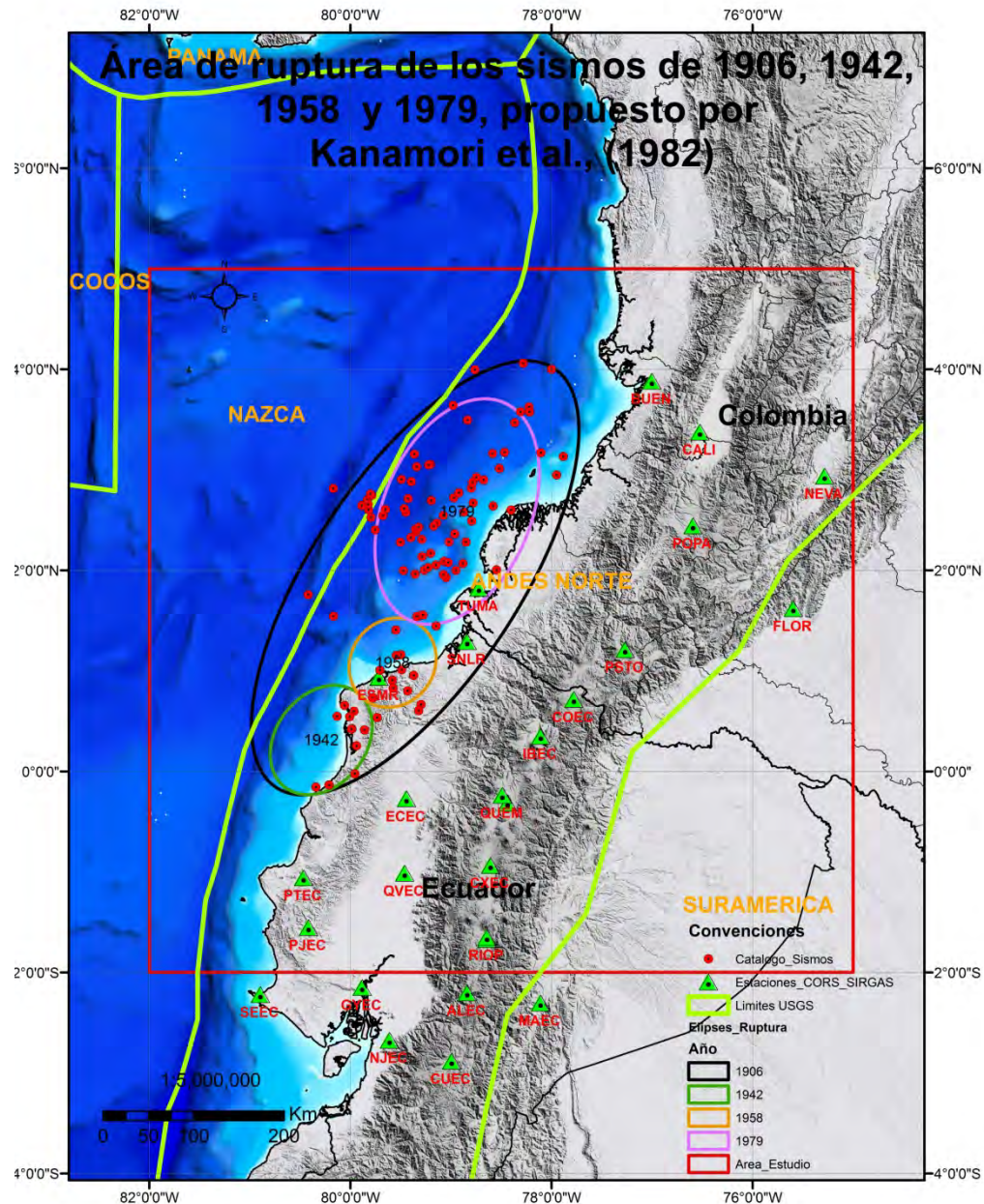
1. Introducción
2. Objetivos
3. Metodología
4. Datos Empleados
5. Resultados Preliminares



# Introducción

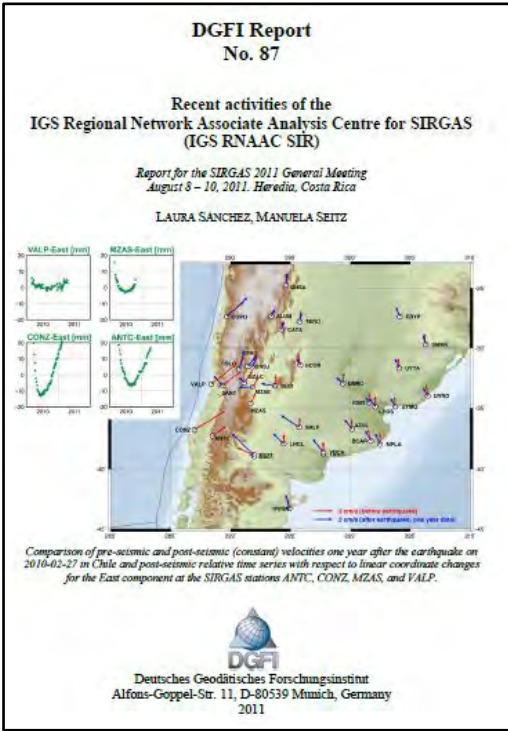
El área de estudio incluye la zona de ruptura del sismo de 1906, en el Pacífico entre Colombia y Ecuador, la cual ha sido estudiada, entre otros, por:

- Kanamori et al., (1982): Estudiaron tres terremotos grandes (1942, 1958 y 1979) en la zona de ruptura.
- Freymueller et al., (1993): Mediciones geodésicas mediante GPS de desplazamientos y deformaciones por interacción Nazca, Cocos, Caribe y Suramérica.
- Kellogg et al., (1995): Tectónica Panamá-Costa Rica-Andes colombianos, planteando una microplaca rígida entre Panamá y Costa Rica, que se desliza al norte con respecto a la placa del Caribe.
- Trenkamp et al., (2002), definieron subducción Nazca-Suramérica ( $58 \pm 2$  mm/año)



# Pregunta de investigación

¿Es posible determinar la acumulación de movimiento en la zona de ruptura del pacífico sur de Colombia en 1906 y estimar la magnitud de esta energía acumulada por medio del análisis de información GNSS?



Journal of South American Earth Sciences

PERGAMON

Journal of South American Earth Sciences 15 (2002) 157–171

Wide plate margin deformation, southern Central America and northwestern South America, CASA GPS observations

Robert Trenkamp<sup>a,\*</sup>, James N. Kelllogg<sup>b</sup>, Jeffrey T. Freymueller<sup>b</sup>, Hector P. Mora<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Department of Geological Sciences, University of South Carolina, Columbia, SC 29208, USA

<sup>b</sup>Geophysical Institute, University of Alaska, Fairbanks, AK 99775, USA

<sup>c</sup>Geodinamica y Sismologia, Universidad de los Andes, Avenida 15 de Octubre 15-47, Montalvo, Colombia

Received 1 November 2000; accepted 1 January 2002

**Abstract**

Global positioning system (GPS) data from southern Central America and northwestern South America were collected during 1991, 1994, 1996, and 1998 in Costa Rica, Panama, Ecuador, Colombia, and Venezuela. These data reveal wide plate boundary deformation and strain accumulation occurring along an approximately 1400 km length of the North Andes, leading to the subducting Nazca plate and strain accumulation in the Ecuador–Colombia forearc, ongoing collision of the Panama arc and Colombia, and convergence of the Caribbean plate with Panama and South America. Elastic modeling of observed horizontal displacements in the Ecuador forearc is consistent with partial locking (70%) in the subduction zone and partial transfer of motion to the overlying South American plate. The deformation is hypothesized to reflect elastic recoverable strain accumulation associated with the historic seismicity of the area and active faulting associated with permanent locking of faults. Deformation associated with the Panama–Colombia collision is consistent with elastic strain accumulation on a fully locked Acandé–Tolué Fault Zone since © 2002 Elsevier Science Ltd. All rights reserved.

**Keywords:** GPS; North Andes; oblique subduction; arc-continent collision; earthquake strain; escape; backslip

**1. Introduction**

The Central and South America (CASA) GPS project was inaugurated in 1988 to study plate motions and crustal deformation in a tectonically active area of complex interaction among the Nazca, Cocos, Caribbean, and South American plates (Fig. 1). The tectonic development of the CASA area has been the object of multiple geologic and geophysical studies (for a comprehensive listing, see Kelllogg and Vega, 1995; Ego et al., 1996; Gaoche et al., 1999 and references therein). Previous studies have shown the CASA region to be a complex area of plate convergence and deformation, but the location of plate boundaries remains uncertain. At least two microplates, Panama and North Andes, have been hypothesized by Kelllogg et al. (1985) and Kelllogg and Vega (1995) (Figs. 1 and 2). This paper presents the results of CASA geodetic measurements spanning the years 1991–1998 in Costa Rica, Panama, Colombia, Ecuador, and Venezuela and focuses on GPS measurements related to the following:

1. Oblique subduction at the Ecuador trench and the 'escape' of the North Andes;
2. Earthquake strain accumulation at the Ecuador trench;
3. Inland arc-continent collision, Panama–Colombia and Caribbean plate subduction.

\* Corresponding author. Tel.: +1 803/776-6931; fax: +1 803/776-6133. E-mail address: trenkamp@geol.usc.edu (R. Trenkamp).

ISSN 0895-9811/02/\$ - see front matter © 2002 Elsevier Science Ltd. All rights reserved. PI: S0895-9811(02)00013-4

# Objetivos

## General

Estudiar la deformación reciente de la corteza en el área de ruptura del sismo de 1906 usando datos de estaciones GNSS para establecer si existe acumulación de movimiento y analizar las implicaciones acerca de potencial de amenaza sísmica y de tsunami en la región.

## Específicos

1. Analizar datos de desplazamiento de la deformación de la corteza mediante observaciones GNSS.
2. Estimar el campo de velocidades en el área de estudios mediante observaciones GNSS.
3. Calcular la cantidad de movimiento acumulada en la interfase Nazca-Suramerica en el Pacífico Sur de Colombia a partir de datos GNSS.
4. Analizar la relación entre las medidas a partir de datos GNSS con la sismicidad reciente.

# Metodología

Adquisición de las coordenadas finales de las estaciones GNSS de la red SIRGAS ([www.sirgas.org](http://www.sirgas.org))

Análisis estadístico de los datos (**análisis exploratorio, pruebas estadísticas y normalidad, LB, DW**)

Generación de series de tiempo (**Koopman et al 2009**)  
$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \epsilon_t$$

Modelamiento Velocidades (**DeMets et al., 1990**)  
Modelamiento Deformación (**Okada 1992**)

Información de Geología estructural de la región (**Servicio Geológico Colombiano**)

Catálogo Histórico e instrumental de Sismos (**Servicio Geológico Colombiano**)

Correlación con información geológica y sísmológica (**Servicio Geológico Colombiano**)

Cálculo de la cantidad de movimiento acumulado (**Segall et al., 1997**)



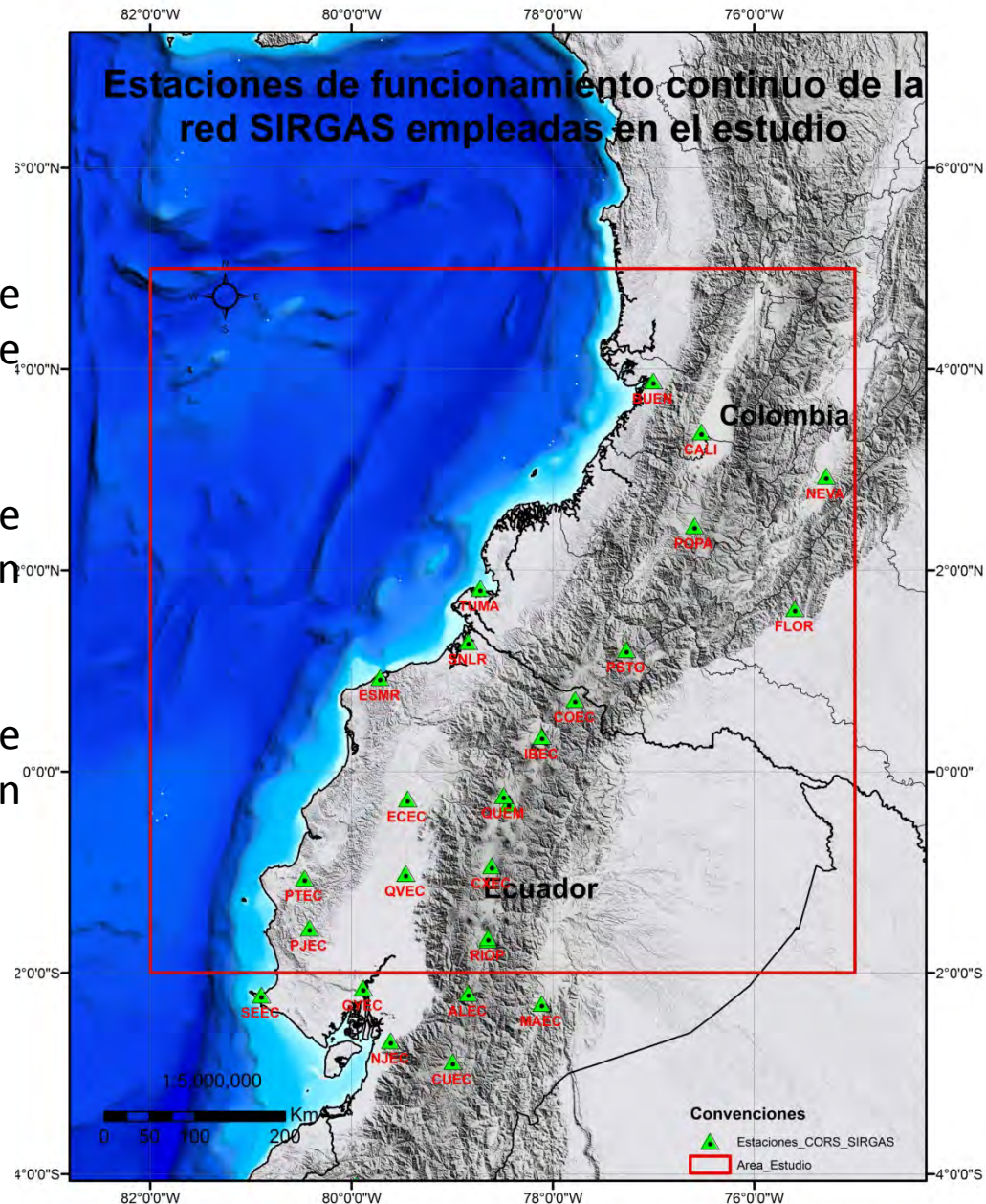
# Datos Empleados (1)

Compilación de las coordenadas finales de 33 estaciones de operación continua (CORS) de la red SIRGAS, disponibles para las semanas 1300 a 1860. [www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)

- las semanas 1300 (05 de diciembre de 2004) y hasta la semana 1631 (16 de abril de 2011) están definidas en el IGS05.
- Las soluciones entre 1632 (17 de abril de 2011) y 1708 (6 de octubre de 2012 ) en IGS08.
- Finalmente desde 1708 en adelante 7 de octubre de 2012 (semana GPS 1709), utilizan el marco de referencia IGB08.

Área de estudio:

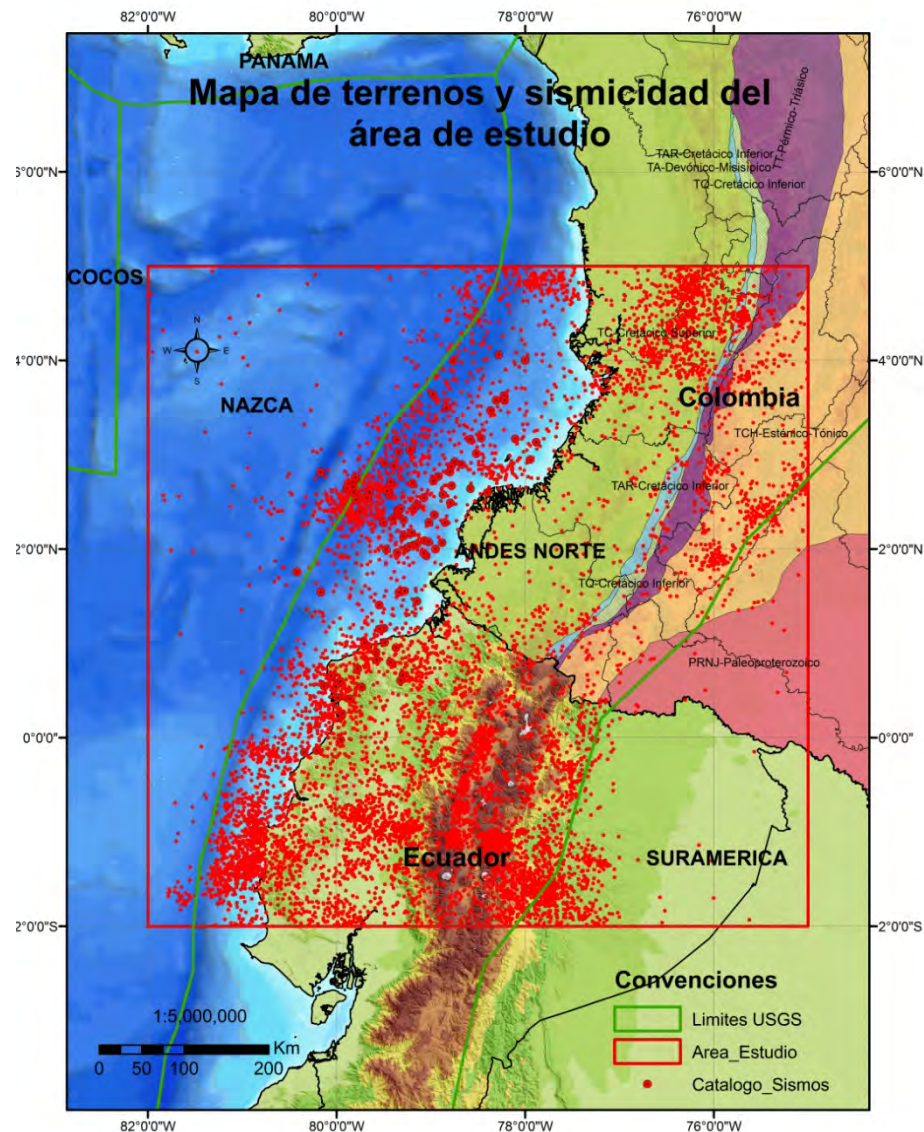
- |               |             |
|---------------|-------------|
| 1- 5°00'00" N | 82°00'00" W |
| 2- 5°00'00" N | 75°00'00" W |
| 3- 2°00'00" S | 82°00'00" W |
| 4- 2°00'00" S | 75°00'00" W |



# Datos Empleados (2)



Información de la geología estructural en la región de estudio

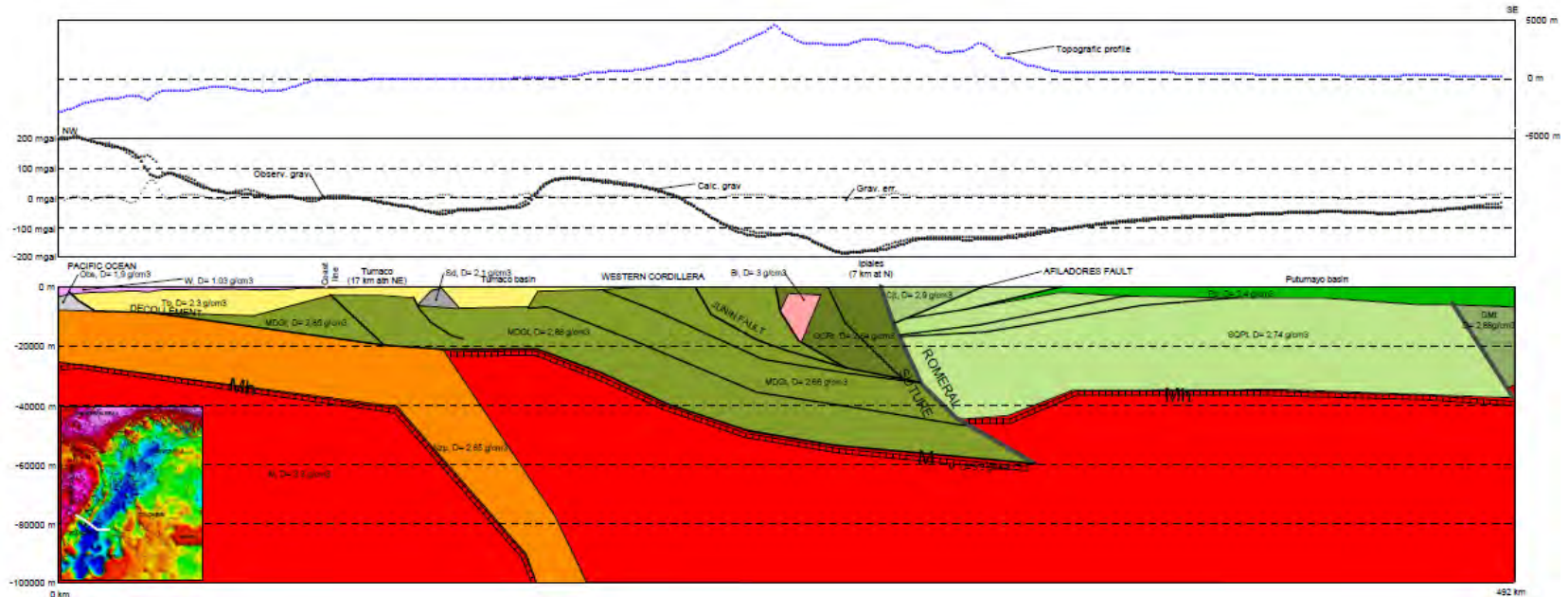
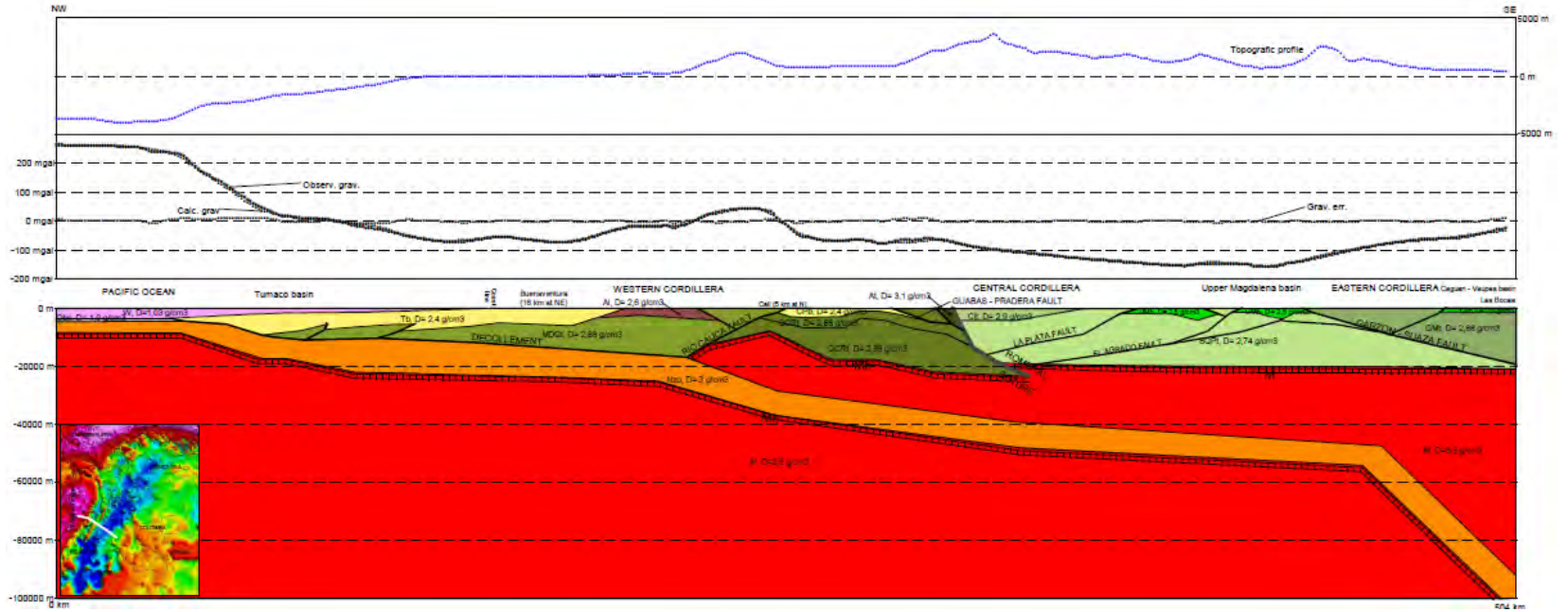


Información de la sismicidad en la región de estudio



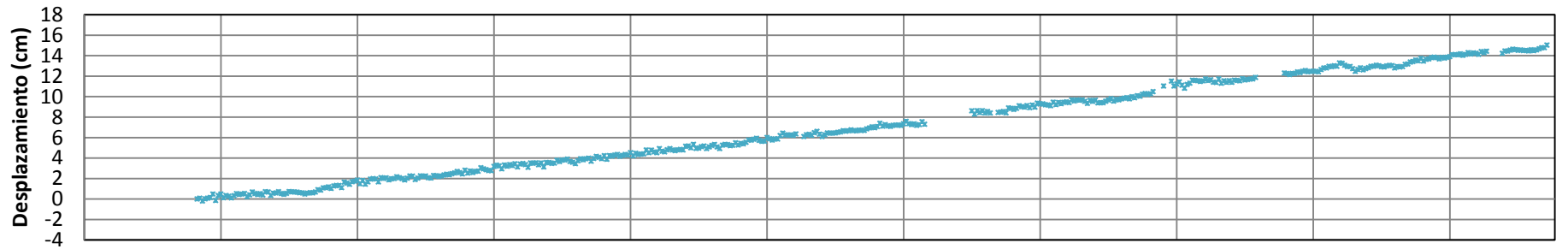
# Datos Empleados (3)

## Modelos geofísicos del espesor de la corteza. (Servicio Geológico Colombiano, 2004)

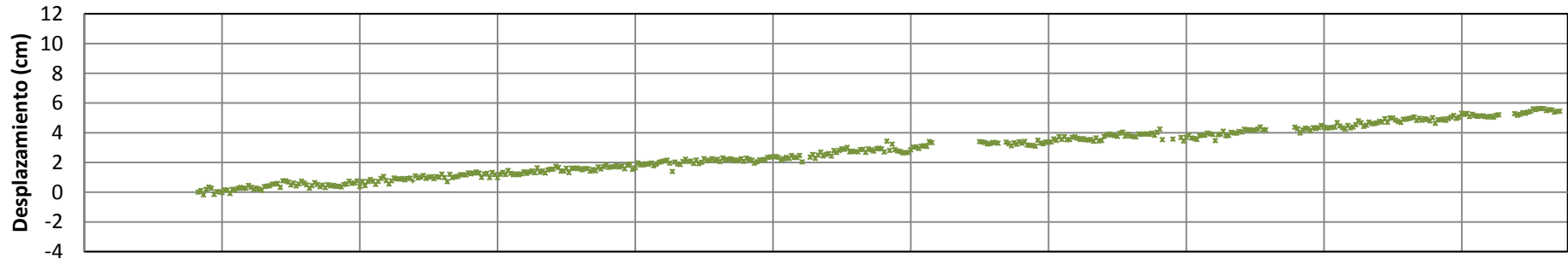


# Resultados preliminares (1)

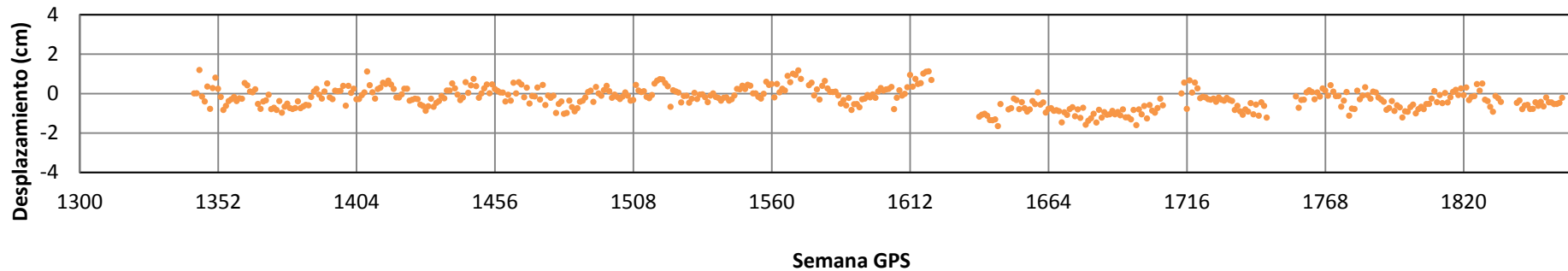
## Componente Norte - BUEN



## Componente Este - BUEN

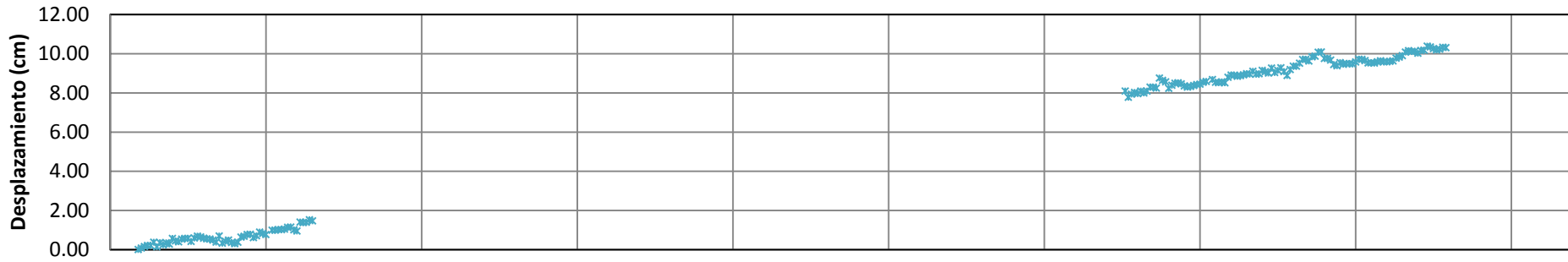


## Componente Vertical - BUEN

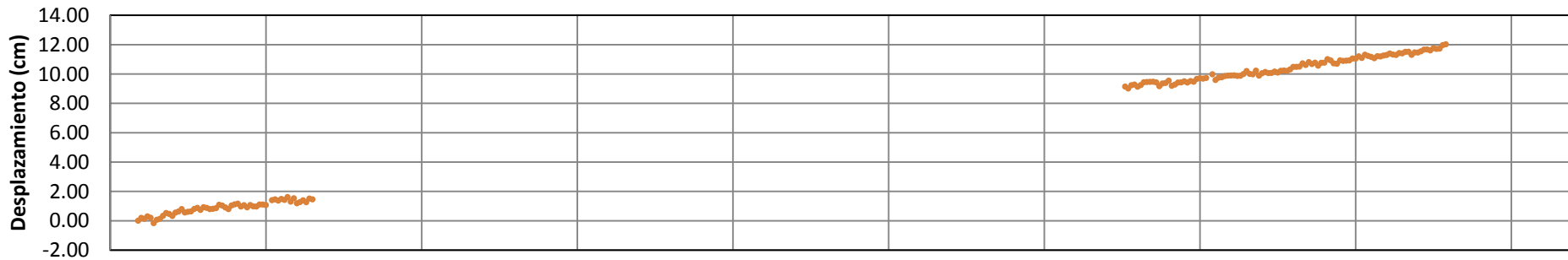


# Resultados preliminares (2)

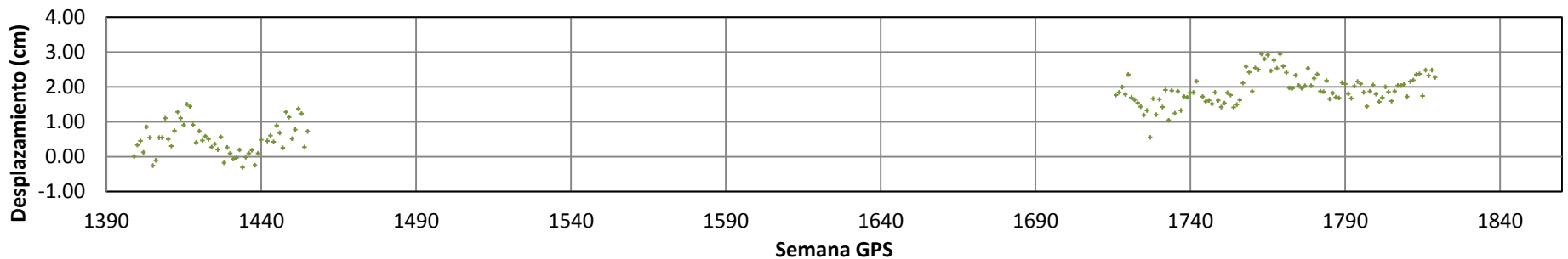
## Componente Norte - TUMA



## Componente Este - TUMA

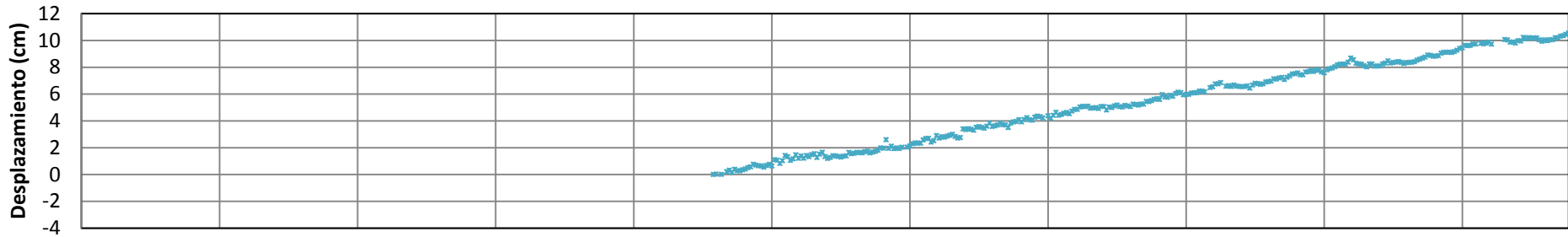


## Componente Vertical - TUMA

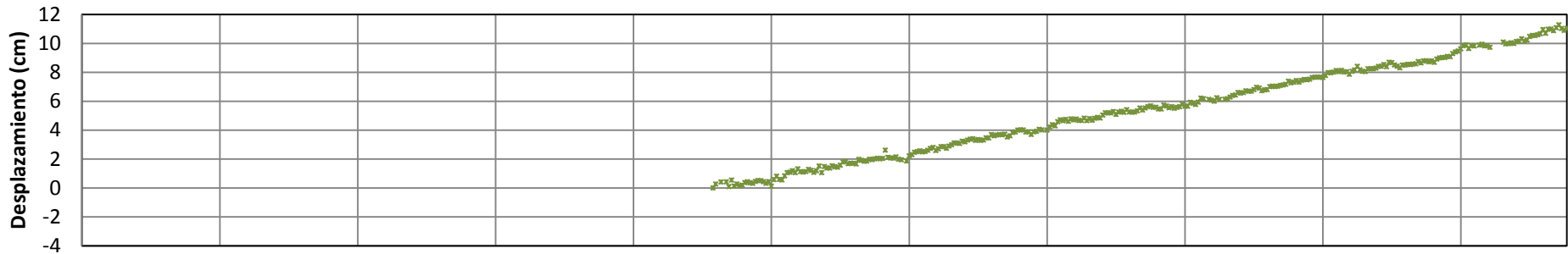


# Resultados preliminares (3)

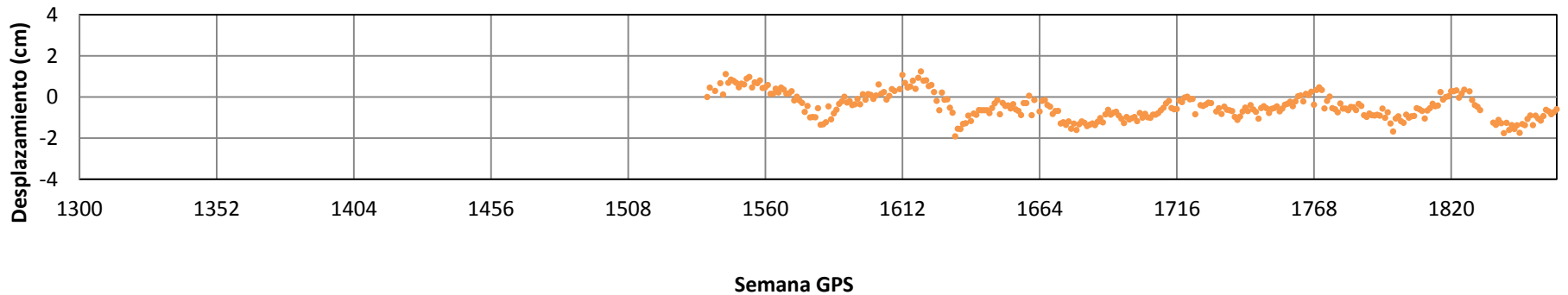
## Componente Norte - ESMR



## Componente Este - ESMR



## Componente Vertical - ESMR

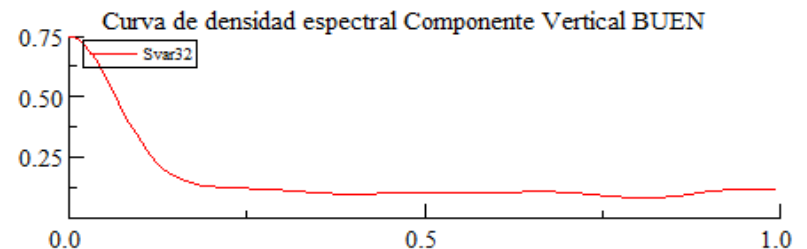
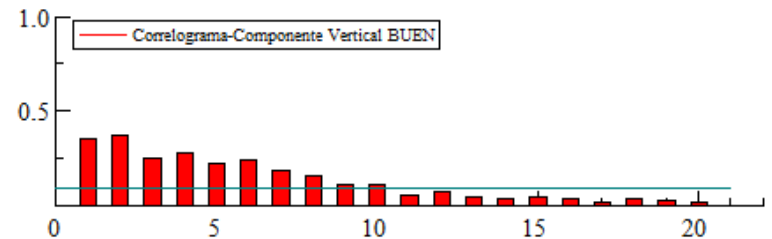
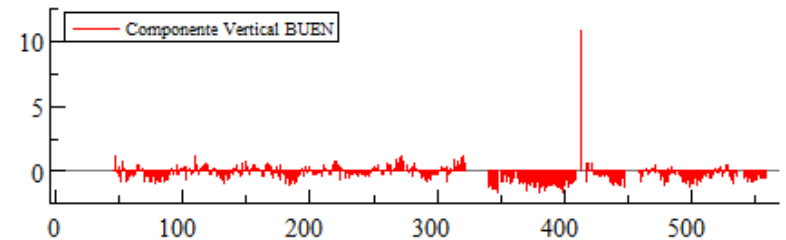
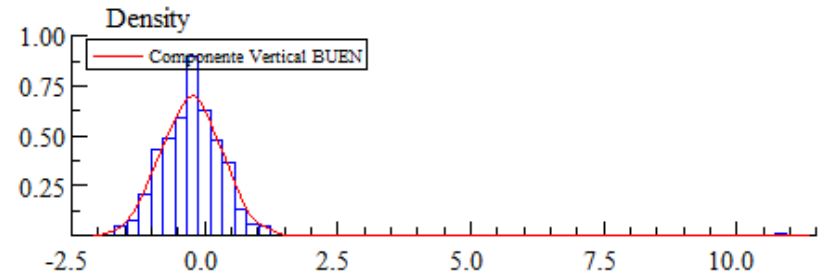


# Resultados preliminares (4)

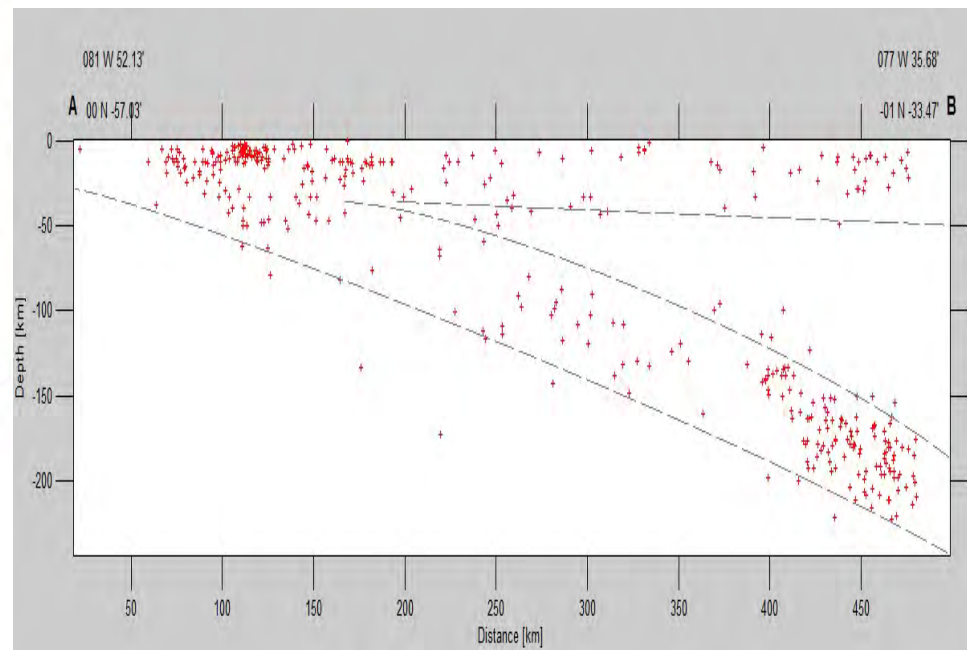
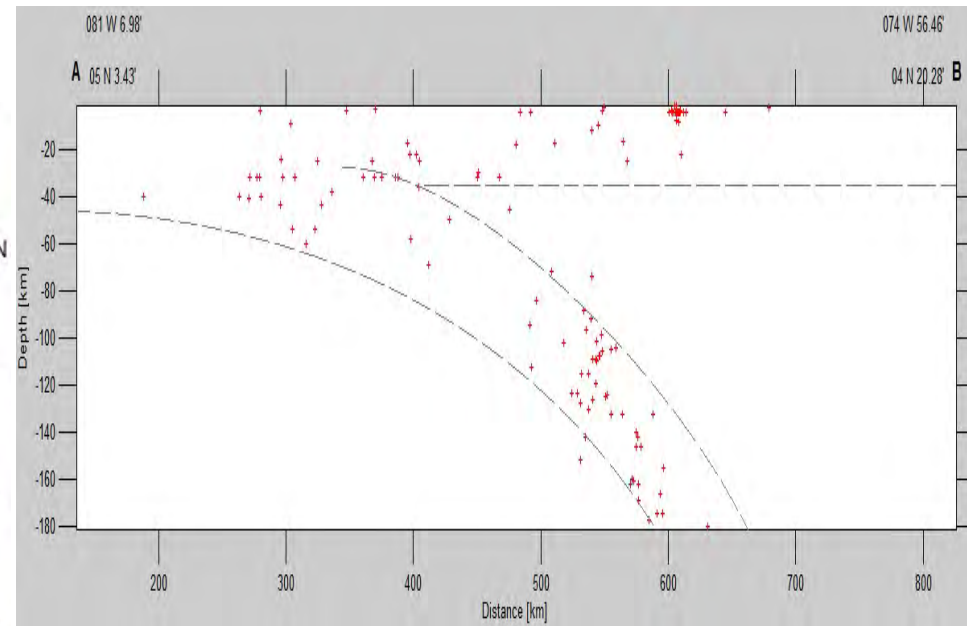
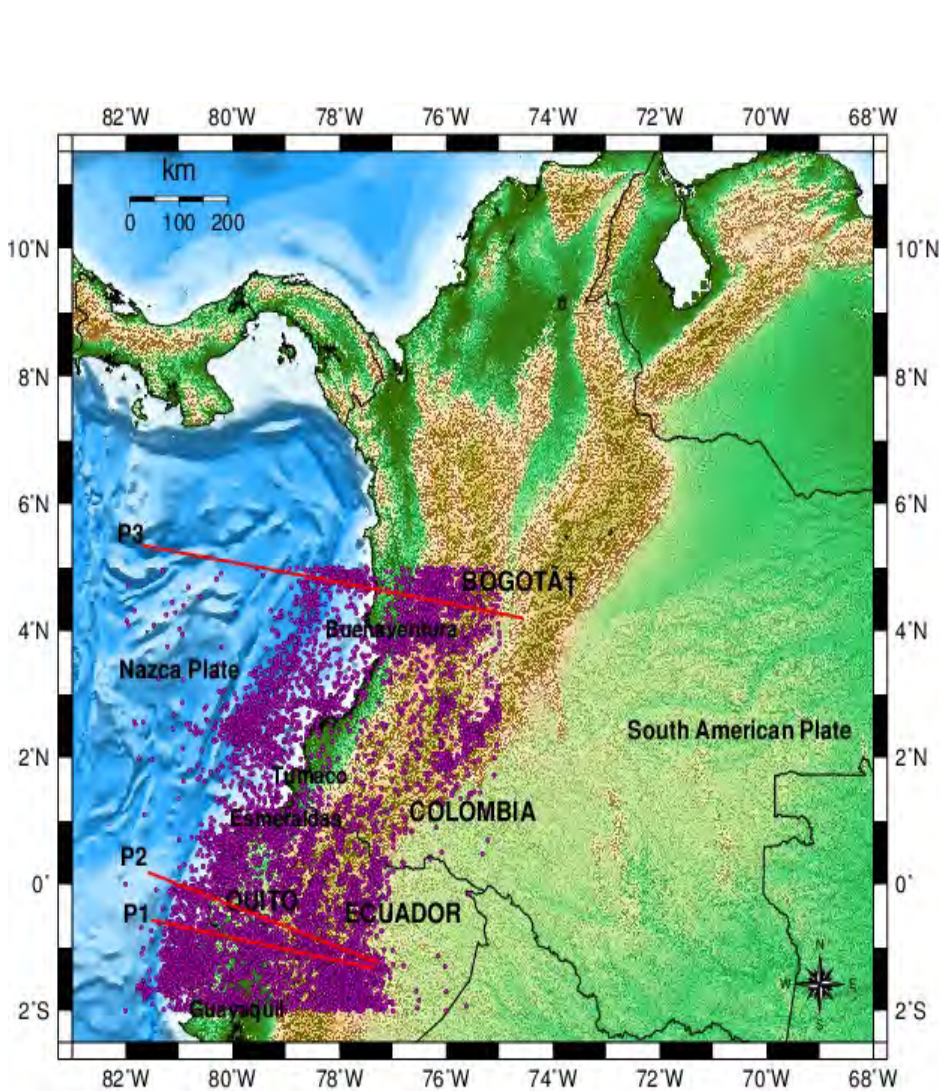
## Tratamiento estadístico de los datos GNSS

1. Análisis exploratorio de los datos para identificar los componentes no observables con varianza cero y los que no sean significativos para el modelo.
2. Pruebas estadísticas para depurar el modelo preliminar, en busca de desviaciones de la normalidad de la presencia de auto correlación y datos atípicos.
3. Generación de ecuaciones de predicción de las estaciones GNSS. (N, E, UP).

Modelo estructural de las series de tiempo  
(Koopman et al 2009)  $Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t$



# Resultados preliminares (5)



Perfiles sísmicos en el área de estudio para determinar el acoplamiento de las placas y su ángulo de buzamiento.

**FIN**