

RELACIÓN VP/VS Y ESPESOR CORTICAL EN TORNQUIST (TRQA), PCIA DE BUENOS AIRES, A PARTIR DE FUNCIONES RECEPTORAS

Nora C. Sabbione – María Laura Rosa

Departamento de Sismología e I.M. – Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas – UNLP

Paseo del bosque s/n -1900- La Plata. Fax: +54-221-4236591

nora@fcaglp.unlp.edu.ar

Resumen

Se propone obtener la relación V_p/V_s y el espesor cortical en Tornquist, Pcia de Buenos Aires, usando funciones receptoras a partir de registros de ondas P telesísmicas. Las funciones receptoras son sensibles a los contrastes de velocidad entre las diferentes capas y a los tiempos de propagación vertical entre las mismas. Estas funciones son series de tiempo calculadas a partir de sismogramas obtenidos por estaciones de tres componentes, los cuales muestran una correspondencia de la estructura terrestre cercana al receptor.

Para obtener las funciones receptoras se aplica un método de deconvolución iterativa en el dominio del tiempo (Ligorria and Ammon, 1999), que presenta mayor estabilidad ante datos ruidosos comparado con los métodos en el dominio de la frecuencia. Para que resulte efectiva la separación de la respuesta local mediante el proceso de deconvolución, las ondas P deben penetrar la estructura debajo de la estación, con ángulos de incidencia muy pequeños. Estos ángulos se obtienen para sismos provenientes de fuentes ubicadas a distancias epicentrales entre 30° y 90° .

La estación de Tornquist (TRQA), se encuentra en funcionamiento desde fines del año 2000, forma parte de la red IU (IRIS – USGS), Global Seismograph Network (GSN) y está provista por dos sensores de pozo banda ancha, un Geotech KS54000 y un Guralp CMG3T.

La localidad de Tornquist se encuentra emplazada en el Sistema de Ventania, en el SO de la Provincia de Buenos Aires. Este sistema constituye el afloramiento más importante de una extensa cuenca paleozoica desarrollada en el margen de Gondwana, dentro de la placa Sudamericana. Junto con otros sectores ahora expuestos en Sudáfrica, Australia y la Antártida, dicha cuenca se deformó en el Permo-Triásico para formar los Gondwánides.

Parámetros corticales, ondas P telesísmicas, funciones receptoras, estación TRQA, Tornquist, Buenos Aires

Vp/Vs relation and crustal depth at Tornquist (TRQA), Buenos Aires Province, from Receiver Functions

Abstract

The aim of this piece of work is to obtain V_p/V_s relation and the crustal depth in Tornquist, Buenos Aires Province, using receiver functions, inferred from teleseismic P waves. Receiver functions are sensible to velocity contrasts among different layers and to the vertical propagation time among them. These receiver functions are time series calculated using seismograms obtained in three component stations, which show a correlation with the crustal structure near the receiver.

In order to obtain these receiver functions, an iterative deconvolution method is applied in time domain (Ligorria and Ammon, 1999). This method presents more stability than frequency domain methods with noisy data. P waves must penetrate the structure underneath the station with very small incident angles so that the separation of the local response using

the deconvolution process is effective. These angles are obtained for seisms whose foci ranged between 30° and 90° epicentral distances.

Tornquist station (TRQA), which has been running since 2000, belongs to the IU network (IRIS-USGS), Global Seismograph Network (GSN) and is equipped with two borehole broadband sensors, a Geotech KS54000 and a Guralp CMG3T.

Tornquist is located in Ventania System in the SW of Buenos Aires Province. This System is the most important outcrop on the South American Plate of what formerly was an extensive Paleozoic basin in the margin of Gondwana. This area of the basin, along with other present sectors in South Africa, Australia and Antarctica, was deformed in the Permo-Triassic to form the Gondwanides.

Crustal Parameters, teleseismic P waves, Receiver Functions, TRQA Station, Tornquist, Buenos Aires

INTRODUCCIÓN

En el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, en la República Argentina, se desarrolla una unidad orográfica que constituye también una provincia geológica (Figura 1), la primera se denomina Sierras Australes, mientras que a la segunda corresponde el nombre de Ventania. Esta unidad, formada por cordones subparalelos, alcanza los 180 km de longitud en dirección NO a SE y un ancho de 50 km en su parte central.

Comienza al noroeste con las Sierras de Puán y de Pigüé, expresándose ya en esta última el valle central que, en la región central del arco, separa las Sierras de Curamalal (al oeste) y de Bravard (al este). Acompañando la forma de los cordones, este valle central toma dirección N-S a partir del Fortín Chaco, y desde allí hasta el Arroyo La Ventana, tuerce su orientación al S-SO, para retomar, al sur del Abra de la Ventana, una traza rectilínea orientada NO-SE. En este último tramo los cordones occidentales que flanquean el valle se convierten en serranías aisladas y el contrafuerte oriental está constituido por la Sierra de la Ventana.

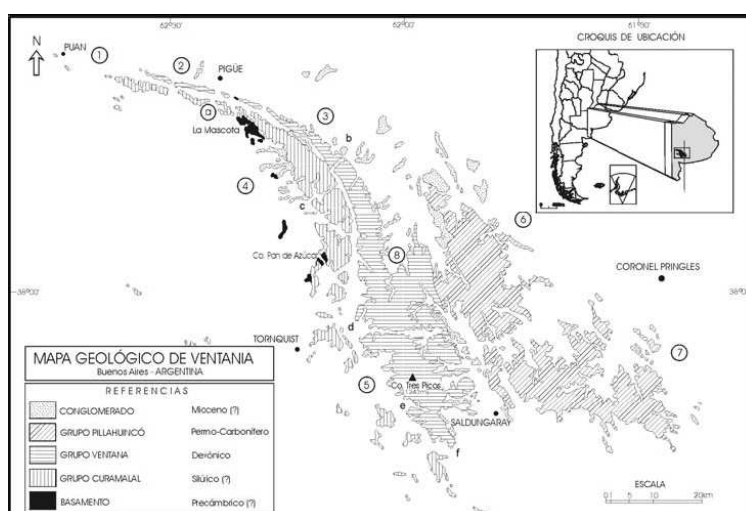


Figura 1: Mapa geológico de Ventania (de Sellés Martínez, 2001)

Las distintas teorías sobre la tectónica de Ventania, así como las discusiones acerca de su estructura, las hipótesis acerca del contexto geodinámico en el cual tiene lugar la formación de la Cuenca de Ventania, y sobre todo de aquél en cual se produce su deformación han sido motivo de controversia desde antaño. La adquisición de nuevos datos geofísicos de esta región colaborará al esclarecimiento de estos temas.

En particular en este trabajo, se obtiene por primera vez el espesor cortical y la relación de velocidades V_p/V_s en las cercanías de la estación sismológica TRQA, ubicada en la latitud: 38.0569S y la longitud: 61.9788W mediante el cálculo de funciones receptoras.

METODOLOGÍA

Charles Langston (1979) propuso un método para extraer de registros telesísmicos de tres componentes, el efecto de la estructura bajo la estación de observación (función receptora), permitiendo conjugar la observación de muchos eventos en la determinación de una sola estructura. Este método, posteriormente fue refinado por Ammon (1991). Las funciones receptoras se determinan a partir de registros de tres componentes de la coda de la onda P para distancias entre 30° y 90° . Los registros son procesados de manera que el efecto de la fuente sísmica e instrumento son eliminados, dejando solamente el efecto de la estructura local al receptor, esto se logra deconvolviendo la componente vertical de la componente horizontal. La función receptora está constituida por la onda P directa y ondas secundarias resultantes de su interacción con una discontinuidad sísmica, de manera que cada pico de esta función se corresponde con una trayectoria en la estructura local, los picos y valles se interpretan como conversiones (P a S) y reverberaciones en la estructura receptora (múltiples). En síntesis, las funciones receptoras son sensibles a los contrastes de velocidad entre las diferentes capas y a los tiempos de propagación vertical entre las mismas.

Para la estimación de las funciones receptoras se realiza una deconvolución iterativa (Ligorria & Ammon, 1999) que para el uso de sismogramas reales se ha probado que se comporta en forma más estable.

Teniendo en cuenta que los tiempos de propagación son, en principio, sensibles a las velocidades de las ondas P y S y al espesor de la corteza, y que en la determinación de las funciones receptoras, se obtienen expresiones linealmente dependientes, se pueden determinar sólo dos de los tres parámetros mencionados. Se propone entonces hallar los valores de la relación V_p/V_s y del espesor cortical H (Zandt y otros, 1995). Para ello se utiliza el HK-stacking (Zhu & Kanamori, 2000) que permite obtener estos parámetros sin tener que “picar” los tiempos, finalmente se realiza un cálculo de errores por el método “Bootstrap” (Efron & Tibshirani, 1993), que realiza un muestreo repetitivo de los datos obtenidos en una muestra, con cambios, muchas veces para generar una estimación empírica de la distribución de muestras completa de una estadística.

DATOS Y PROCESAMIENTO

Selección de datos.

Se utilizaron 206 terremotos ocurridos entre octubre del 2000 y diciembre de 2003 de magnitudes mayores a 5.5, registrados a distancias epicentrales entre 30° y 90° desde la estación sismológica TRQA. En la Figura 2 se presenta la distribución de los mismos alrededor de la estación.

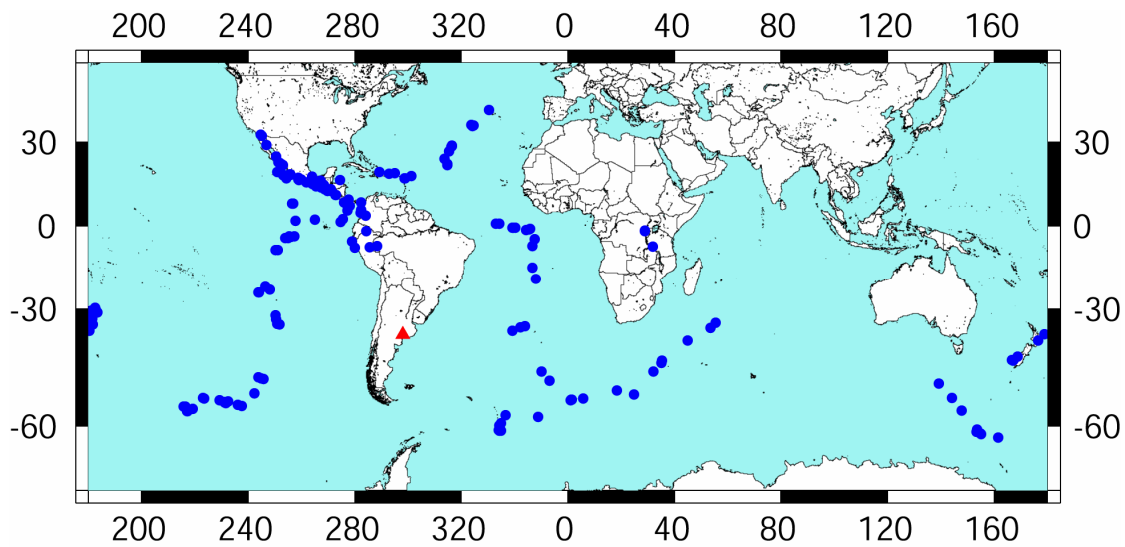


Figura 2. Mapa mostrando los eventos seleccionados para este trabajo. La estación sismológica TRQA se representa con un triángulo.

Procesamiento de los eventos seleccionados.

Los datos, originalmente en formato seed, fueron exportados con formato sac, figura 3.

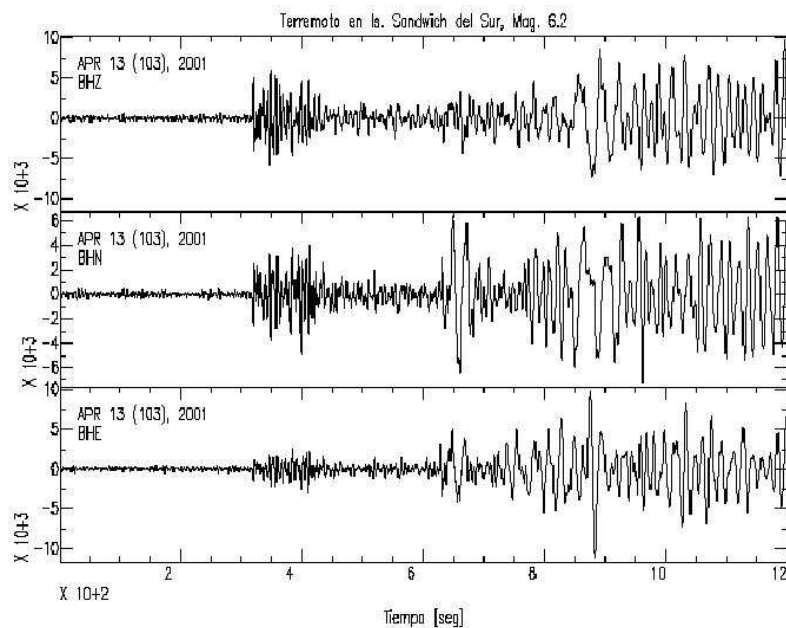


Figura 3: ejemplo de evento registrado en TRQA, utilizado para obtener las funciones receptoras

Utilizando el SAC (Seismic Analysis Code, Tapley, 2000), los registros se cortaron, filtraron, rotaron y se les completó el header (figura 4), generando el archivo que se necesita para poder realizar la deconvolución iterativa y así obtener las funciones receptoras para cada evento (figura 5).

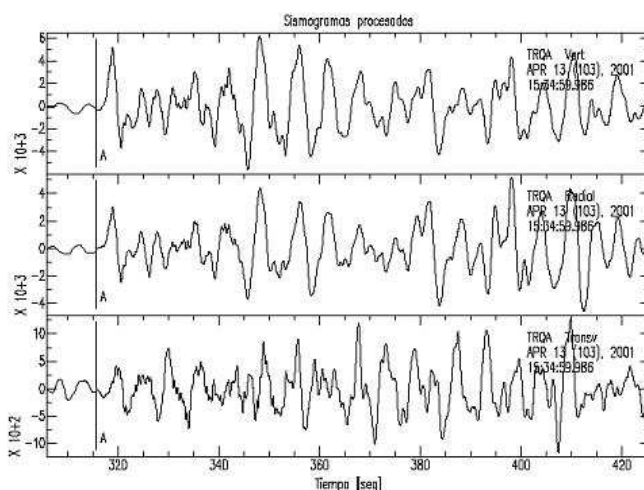


Figura 4: evento procesado con el SAC, en el que además se muestra (A) el tiempo calculado de la P.

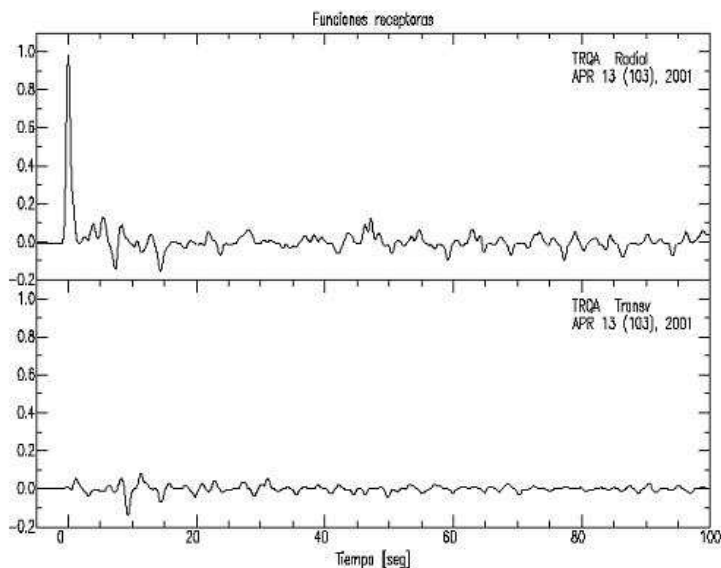


Figura 5: cálculo de las funciones receptoras radial y transversal utilizando la deconvolución iterativa

Se determinaron las funciones receptoras para los eventos procesados y luego se realizó una última selección, considerando únicamente aquellas funciones receptoras para las cuales la correlación hubiere sido mayor del 80%.

RESULTADOS

Aplicando a estas funciones receptoras el método *HK*-stacking, se presenta en la figura 6 la solución encontrada, donde además se ha realizado un cálculo de error mediante el bootstrapping .

Con la metodología aplicada, se ha obtenido una relación V_p/V_s de 1.79 ± 0.06 promedio para la corteza y una profundidad del Moho en la estación TRQA de 40.3 ± 2.6 km. Esta

relación de velocidades obtenida permite encontrar el coeficiente de Poisson, que resulta tener un valor de 0,27; característico de rocas graníticas-basálticas.

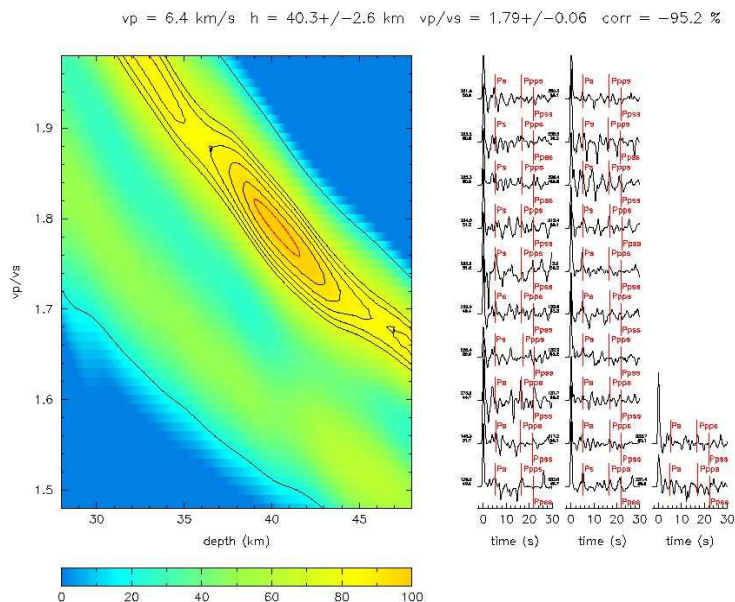


Figura 6: *HK*- stacking de las funciones receptoras en TRQA, con el cálculo de error mediante el bootstrapping.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean agradecer a los doctores Juliá, Assumpció y Kostadinoff por el aporte efectuado durante la realización del trabajo y la discusión de los resultados obtenidos.

REFERENCIAS

- Ammon, C. J., 1991. The isolation of receiver effects from teleseismic P waveforms. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 81, 2504-2510.
- Ammon, C.J., 2006. Downloading & Compiling the Receiver Function Analysis Computer Programs. <http://www.eqseis.geosc.psu.edu/~cammon/HTML/RftnDocs/thecodes01.html>
- Efron, B., & Tibshirani, R.J. 1993, *An Introduction to the Bootstrap*, (Longon: Chapman & Hall)
- Langston, C. A, 1979. Structure under Mount Rainier, Washington, inferred from teleseismic body waves. *J. Geophys. Res.*, 84, 4749 - 4762.
- Ligorria, J. P. and C. J. Ammon, 1999. Iterative Deconvolution and Receiver-Function Estimation. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 1395-1400.
- Sellés Martínez, José, 2001. Geología de la Ventania, Provincia de Buenos Aires (Argentina). *Journal of Iberian Geology*, 27, 43-69.
- Tapley W.C. and Tull, J.E., 2000. SAC2000, Seismic Analysis Code. Lawrence Livermore National Laboratory. (<http://www-ep.es.llnl.gov/tvp/sac.html>).
- Zandt, G., Ammon, C.J. 1995. Continental crust composition constrained by measurements of crustal Poisson's ratio, *Nature*, 374, 152-154.

Zhu, Lupei; Kanamori, Hiroo, 2000. Moho Depth Variation in Southern California from Teleseismic Receiver Functions. *Journal of Geophysical Research*, v. 105, no. B2, p. 2969-2980.