



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias
**Astronómicas
y Geofísicas**
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



Estudio del terremoto intraplaca de Chajarí-Monte Caseros 1948 (Argentina): análisis geofísico, estratigráfico y geomorfológico integrado

E. Brunetto¹, y P.M. Alvarado²

¹ CICYTTP-CONICET. Facultad de Ciencia y Tecnología - Universidad Autónoma de Entre Ríos. Km 11, Oro Verde, Entre Ríos. brunettoernesto@gmail.com

² CIGEOBIO-CONICET. Departamento de Geofísica y Astronomía, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Meglioli 1160 S (5407) Rivadavia, San Juan.

Resumen

En este trabajo analizamos el terremoto de intraplaca que ocurrió el 21 de enero de 1948 en la región oriental de Argentina, situada al sur de la Mesopotamia. Se obtuvo un patrón de intensidades sísmicas a partir del registro histórico. Se integró dicho análisis a la información geomorfológica, estratigráfica, de velocidades sísmicas profundas y someras, gravimétrica y de velocidades GPS, con el objeto de elaborar un modelo para el mecanismo del sismo estudiado. Las intensidades sísmicas en escala Mercalli Modificada indican que el epicentro estuvo localizado dentro del sector central del Cratón del Río de La Plata (CRP), próximo a las localidades de Chajarí y Monte Caseros (aprox. 30°S; 58°O). El patrón de isosistas presenta una orientación aproximada NNE-SSO. Estimamos una magnitud máxima de 5,5 para el evento sísmico. Se ha podido identificar un control estructural a partir de la presencia de crestas rectilíneas de colinas y segmentos rectos de los principales canales fluviales. Dicho patrón muestra orientaciones dominantes NNE-SSO, NO-SE y NE-SO. Particularmente, el terremoto Chajarí-Monte Caseros 1948 pudo estar asociado a un segmento del Sistema de Fallas del Río Uruguay de orientación NE-SO, considerando su correlación con el patrón de intensidades sísmicas obtenidas. El análisis de las características geomorfológicas de la región central del CRP combinado con información de velocidades de ondas S a profundidades someras (VS30) e información estratigráfica, permitieron identificar contrastes litológicos y estructurales. La correlación obtenida muestra sectores localmente elevados, limitados por lineamientos con orientaciones definidas, lo cual sugiere la ocurrencia de deformación tectónica activa durante el Cuaternario en el sector sur de la Mesopotamia.

El análisis integrado, combinando información gravimétrica a escala de la corteza superior y velocidades sísmicas profundas, acuerda con un modelo de corteza



homogénea de 35-40 km, con una zona sismogénica en los 10-15 km superiores, para la región central del CRP.

El campo de esfuerzos inferidos a partir de datos geodésicos previos indica un régimen de esfuerzos transpresivos para ese sector del CRP, generado por la influencia del empuje de la dorsal Atlántica y por los esfuerzos asociados al complejo de subducción en el segmento sub-horizontal de la placa de Nazca (27°S-33°S). En base a los antecedentes y el análisis de la información sísmica se propone un mecanismo inverso para el terremoto Chajarí–Monte Caseros 1948 generado por reactivación de un segmento de falla pre-existente.

Palabras clave: Geofísica, Sismicidad histórica de intraplaca, Estratigrafía del Cuaternario, Geomorfología

Introducción

Las estrategias para evaluar el riesgo sísmico en ambientes de bordes de placas tectónicas no son adecuadas para el caso de regiones de intraplaca (Talwani, 2014). Por tal motivo es necesario estudiar el mecanismo de los terremotos en estas áreas de manera particular, combinando información geofísica, con datos geomorfológicos y estratigráficos. Un enfoque de trabajo multi-proxy permite extender la información del registro instrumental y abarcar los largos periodos de recurrencia de terremotos, propios de estas regiones (Crone, 2003). El registro de la sismicidad en la región del Cratón del Río de la Plata ha sido muy pobre y sólo unos pocos eventos fueron reportados.

En el presente trabajo analizamos el caso del terremoto que ocurrió el 21 de enero de 1948 en la región oriental de Argentina, buscando conocer el mecanismo del evento. El objetivo del estudio fue establecer un modelo físico preliminar del terremoto, buscando asociarlo a un modelo geológico de deformación tectónica cuaternaria (1×10^6 años).

Materiales y métodos

Se obtuvo un patrón de intensidades sísmicas a partir del registro histórico. Se integró dicho análisis a la información geomorfológica, estratigráfica, de velocidades sísmicas profundas y someras, gravimétrica y de velocidades GNSS/ GPS. El análisis de las características geomorfológicas de la región central de Argentina (CRP) combinado con información de velocidades de ondas S registradas a profundidades someras (VS30), permitieron identificar contrastes litológicos y estructurales. Debido a la ausencia de rupturas de fallas en superficie, la integración de la información permitió



aportar evidencia indirecta del carácter activo de la deformación durante el Cuaternario.

Resultados y discusión

Las intensidades sísmicas indican que el epicentro estuvo localizado dentro del sector central del Cratón del Río de La Plata (CRP). Las intensidades máximas en escala Mercalli Modificada, fueron registradas en las localidades de Chajarí y Monte Caseros (Argentina), aproximadamente a 30°S y 58°O. El patrón de isosistas presenta una orientación aproximada NNE-SSO. Estimamos una magnitud máxima de 5.5 para el evento sísmico.

Geomorfológicamente, el área se caracteriza por ser una planicie regional relativamente elevada (60-80 msnm), con incisión de los valles fluviales del río Guleguay y de los tributarios del río Uruguay. La información estratigráfica permite interpretar que dicha planicie fue un gran sistema regional de humedales en el Pleistoceno inferior (Fm. Hernandarias; $\approx 1-2$ Ma), el cual ha experimentado un lento levantamiento durante el Cuaternario. A partir de la presencia de crestas rectilíneas de colinas y segmentos rectos de canales fluviales, se ha conseguido identificar un patrón del control estructural. Dicho patrón muestra orientaciones dominantes NNE-SSO, NO-SE y NE-SO. Interpretamos que el terremoto 1948 Chajarí-Monte Caseros pudo estar asociado a un segmento del Sistema de Fallas del Río Uruguay de orientación NE-SO, considerando la orientación del patrón de intensidades sísmicas obtenidas. Este sistema de lineamientos se extiende a lo largo de la cuenca alta del río Guleguay, controlando estructuralmente la orientación del valle fluvial. Una segunda opción con orientación NNE-SSO es el Sistema de Fallas de la Cuchilla Grande, situado poco más hacia el sur. Una tercera alternativa, menos consistente con el patrón de isosistas, es el Sistema de Fallas de Chajarí de orientación NO-SE, el cual conforma los márgenes de la prolongación de la cuenca Norte de Uruguay dentro de Argentina.

Existe una clara correlación entre VS30 y edad, muy probablemente relacionada con el grado de compactación de las secuencias del Neógeno tardío y Cuaternario. Las altas velocidades se corresponden con las sucesiones sedimentarias más antiguas. El resultado de este análisis muestra sectores con tendencia al levantamiento y erosión, que se diferencian de otros sectores dominados por subsidencia y acumulación sedimentaria. Los primeros se caracterizan por ser áreas donde afloran rocas sedimentarias más antiguas y compactas (cretácicas, oligocenas, neógenas y pleistocenas), sometidas a erosión por incisión de cauces. Las áreas de subsidencia se caracterizan por la acumulación de sedimentos jóvenes poco consolidados de edad pleistocena holocena-tardía. El afloramiento de sucesiones sedimentarias más antiguas en sectores elevados, los cuales están limitados por



lineamientos con un patrón de orientaciones definido, sugiere que dichas rocas han experimentado un levantamiento tectónico que ha estado activo durante el Cuaternario en el sector sur de la Mesopotamia.

Antecedentes geofísicos y geodésicos

Observaciones gravimétricas previas, muestran una buena correlación entre lineamientos observados en superficie y la presencia de elementos estructurales planares localizados en la corteza superior. Estas discontinuidades corticales pueden estar asociadas a antiguas fallas generadas durante el Paleozoico y el Mesozoico, edades en las que se generaron las principales cuencas sedimentarias de la región. La correlación de actuales altos topográficos con zonas de anomalías de Bouger residuales negativas, interpretadas como áreas de depocentros sedimentarios, sugiere inversión de relieve durante el Cenozoico (Brunetto et al., en revisión). Los modelos recientes obtenidos a partir de estudios de velocidades de onda sísmicas profundas muestran una estructura homogénea de la corteza en el CRP con espesores entre 35 y 40 km y algunas discontinuidades (Assumpcao et al., 2013, Rosa, 2015). Dichos modelos muestran que la profundidad de Moho presenta un contraste marcado con los menores espesores corticales estimados en el borde norte del CRP, en la región del Chaco (<30 km) (Assumpcao et al., 2013). Las bajas velocidades sísmicas profundas promediadas, estimadas a partir de perfiles e interpolación de contornos (Chulick et al., 2013; Rosa, 2015), han sido asociadas a una composición mayormente granítica de la corteza superior. La interpretación de velocidades sísmicas integrada a aquella generada a partir de la información gravimétrica, acuerdan con un modelo de actividad sísmica localizada en los 10-15 km superiores de la corteza.

Por otra parte, el análisis reciente de velocidades de estaciones permanentes GPS/GNSS indica un régimen de esfuerzos transpresivos para la región central del CRP (Brunetto et al., en revisión). El campo de velocidades de desplazamiento de las estaciones sugiere la influencia dominante de las fuerzas tectónicas asociadas al empuje de la dorsal Atlántica, en la región oriental del CRP, y la influencia de los esfuerzos asociados al complejo de subducción en el segmento de losa horizontal (alrededor de 31°S), en la región occidental del cratón (Ammirati et al., 2015).

Conclusiones

El análisis integrado combinando información gravimétrica a escala de la corteza superior y velocidades sísmicas profundas acuerdan con un modelo de corteza homogénea de 35-40 km de espesor, con una zona sismogénica de 10-15 km superiores, para la región del CRP.



La integración de la información anterior con información de velocidades sísmicas someras, datos geomorfológicos e información estratigráfica, sugiere que las principales estructuras antiguas dominadas por patrones NO-SE, NNO-SSE y NE-SO han registrado deformación durante el Cuaternario.

La caracterización sísmica del terremoto de Chajarí –Monte Caseros 1948 indica un evento de magnitud 5,5, probablemente asociado a la reactivación de uno de los segmentos del sistema de Fallas del Río Uruguay de orientación NE-SO o NNE-SSO. La información geodésica disponible a partir de velocidades GNSS de estaciones GPS permanentes y el antecedente del mecanismo focal inverso del sismo del Río de la Plata 1988, registrado mucho más al este, sugieren que probablemente el terremoto de Chajarí–Monte Caseros 1948 se produjo por reactivación de un segmento de falla pre-existente con movimiento inverso o movimiento inverso oblicuo.

Referencias

- Ammirati, J.B., P.M. Alvarado, and S. Beck, 2015. A lithospheric velocity model for the flat slab region of Argentina from joint inversion of Rayleigh wave phase velocity dispersion and teleseismic receiver functions. *Geophysical Journal International*, 202(3): 224-241.
- Assumpção, M., M. Feng, A. Tassara, and J. Julià, 2013. Models of crustal thickness for South America from seismic refraction, receiver functions and surface wave tomography. *Tectonophysics*, 609: 82–96.
- Brunetto, E., F.S. Sobrero, and M.E. Gimenez. Quaternary deformation and stress field in the Río de la Plata Craton (Southeastern South America). *Journal of South American Earth Sciences*, en revisión.
- Chulick, G.S., S. Detweiler, and W.D. Mooney, 2013. Seismic structure of the crust and uppermost mantle of South America and surrounding oceanic basins. *Journal of South American Earth Sciences*, 42: 260-276.
- Crone, A.J., P.M. De Martini, M.N. Machette, and K. Okumura, 2003. Paleoseismicity of aseismic Quaternary faults in Australia-Implications for fault behavior in stable continental regions. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93(5): 1913-1934.



Rosa, M.L., 2015. Tomografía de ondas superficiales en Sudamérica: estructura litosférica en la Cuenca Chaco-Paraná. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. Universidad Nacional de La Plata. Tesis de doctorado, pp 194.

Talwani, P., 2014. Introduction. In: Intraplate Earthquakes. Talwani, P. (Ed). Cambridge University press, U.K., 1-7.