

# Monitoreo de emisiones de gas radón vinculado a la actividad microsísmica en la zona de Sampacho, Córdoba, Argentina

VIRGINIA GROSSO, ROMINA DAGA, GUILLERMO SAGRIPANTI Y DIEGO VILLALBA

Departamento de Geología. Universidad Nacional de Río Cuarto. Agencia postal 3. CP X5804ZAB - Río Cuarto. Córdoba. Argentina. Email: mvgrosso@exa.unrc.edu.ar

## RESUMEN

En el Sur de la provincia de Córdoba, región central de la República Argentina, se encuentra la zona pleistoseista Sampacho, donde se ubica la falla activa Las Lagunas, que probablemente generó la crisis sísmica del 10 de junio de 1934, cuando ocurrieron dos terremotos destructivos de M5.5 y M6.0 grados.

Las modificaciones en las emisiones del gas radón (Rn 222) y los aumentos en la ocurrencia de microsismos son considerados geoindicadores precursores en áreas bajo amenaza sísmica. En la etapa presísmica de terremotos ocurridos en Japón, Estados Unidos, Italia, México y la antigua Unión Soviética, se han detectado anomalías en los niveles de emisión de este gas, como así también incremento de la actividad microsísmica.

El objetivo del presente trabajo es monitorear las emisiones de gas radón para establecer su vínculo con la actividad microsísmica en proximidades de una sección de la falla activa Las Lagunas, por medio de la aplicación de la técnica del Track-Etch, e intentar establecer un geoindicador precursor de sismos para la misma.

Como conclusión, se comprueba que existe vinculación entre los cambios en la emisión del gas radón y la actividad sísmica local, así como entre la variación del nivel de emisión y el tamaño de los sismos leves superficiales, que han ocurrido en el periodo de registro.

PALABRAS CLAVE: FALLA; TERREMOTO; RADIACIÓN ALFA; TRACK ETCH

## ABSTRACT

In the South of Cordoba province, Argentine, the pleistocene zone of Sampacho is located, where the active fault Las Lagunas is situated. This probably generated the seismic crisis of 10th June 1934, with the occurrence of two earthquakes of M5.5 and M6.

Modifications in Radon gas emissions (Rn 222) and increases in the microseismic occurrence are considered as precursor geoindicators in areas under seismic hazard. Anomalies in this gas emission levels, as well as an increase in the microseismic activity were detected in the pre-seismic stage of the earthquakes that occurred in Japan, USA, Italy, Mexico and the former Soviet Union.

The objective of the present paper is to monitor the radon gas emissions in order to establish its relation to the microseismic activity in an area nearby a section of the active fault Las Lagunas, by means of the Track-Etch technique and to try to establish a seismic precursor geoindicator for it.

As a conclusion, it was proved that there exist relations between the changes in the Radon gas emission and the local seismic activity, and between the variation of emission level and the size of superficial light earthquakes, that have occurred in the record period.

KEY WORDS: FAULT, EARTHQUAKE, ALPHA-RADIATION, TRACK-ETCH

## UBICACIÓN

El área de estudio se ubica en el sector SO del departamento Río Cuarto, al Sur de la provincia de Córdoba, región central de la República Argentina, entre los 64° 30' y 65° 00' de longitud Oeste y 33° 30' y 34° 00' de latitud Sur aproximadamente, (figura 1).

## INTRODUCCIÓN

La región de estudio se encuentra en el área sismotectónica de las sierras de Córdoba y San Luis, aproximadamente a 650 km hacia el este de la zona de subducción (fosa chilena). Se piensa que la deformación Neógena en la precordillera y las Sierras Pampeanas tiene

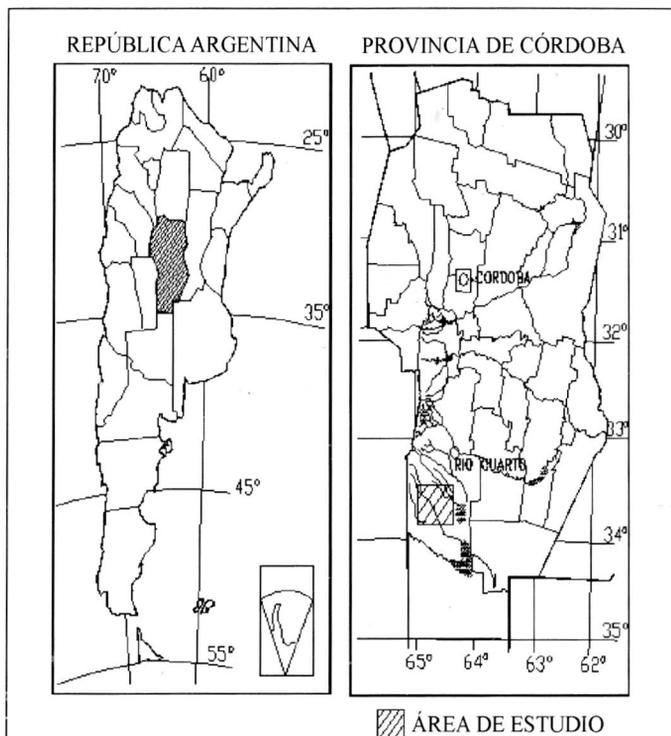


Figura 1. Ubicación área de estudio.

coincidencia con el desarrollo de una losa plana de subducción, alrededor de 10 a 15 Ma. Aunque la fase principal de movimiento es asignada al Plioceno-Pleistoceno, su continuación en el Holoceno es evidenciada por la sismicidad, que se concentra en la latitud 33S, (en Costa, 1996) y en la ocurrencia de terremotos destructivos de junio de 1934, en Sampacho, y mayo de 1936 en San Martín (San Luis), al SE de las Sierras Pampeanas.

En la zona pleistoseista Sampacho, se identifican numerosas fallas geológicas, entre ellas la falla activa denominada Las Lagunas. Esta se ubica a 15 km al oeste de la localidad de Sampacho con un rumbo de 035° - 040° N y carácter inverso con plano buzante al SE. Presenta una escarpa rectilínea de aproximadamente 24 km de longitud, alcanzando en algunas secciones 9 m de altura en materiales loésicos, que genera una importante barrera al escurrimiento superficial, evidenciada por la presencia de una serie de lagunas alineadas, como Suco, Seca, Durnbull, Goyo y Chachaué (Sagripanti et al., 2001).

La reactivación de esta estructura probablemente generó la crisis sísmica del 10 de junio de 1934, con la ocurrencia de dos terremotos de M5.5 y M6.0, e intensidad epicentral de IX grados (MM), considerados dos de los más destructivos ocurridos en la zona de sismicidad reducida de Argentina.

Además de los terremotos históricos destructores anteriormente mencionados, la sismicidad superficial en la región es frecuente, ya que en ella han ocurrido numerosos movimientos que superan valores de M4.0, y una actividad microsísmica que, en promedio, supera

los 9 eventos por año (Sagripanti et al., 1998). El inventario de parámetros sísmicos recopilado de los eventos ocurridos desde el 1826 hasta la actualidad indica que éstos son más de 130. A partir de un operativo sismológico móvil, se determinó que la profundidad de la capa sismoactiva tiene entre 12 y 15 km (Mingorance, 1991).

Las fluctuaciones en algunos parámetros físicos de las rocas pueden utilizarse como geoindicadores precursores en áreas bajo amenaza, como modificaciones de la velocidad de la onda sísmica P, deformaciones y basculamiento de la superficie, variación de la resistividad eléctrica de los materiales, aumento en la ocurrencia de microsismos y modificaciones en las emisiones del gas Radón (Bolt, 1981). Como ejemplo de esto último, podemos citar los terremotos de Tangshan en 1976 (M7.8); Irpinia, Italia en 1980 (M6.6), Izu-Oshima-Kinkai, Japón, en 1977 (M7.0); México en 1985 (Ms8.1) y Kobe, Japón en 1995 (Ms 7.2), en el que, con anterioridad al evento principal, se registró un aumento de las emisiones 20 veces mayor que los valores normales.

Se estima, a partir del estudio geológico-estructural de la zona, de los antecedentes de sismicidad histórica y actual, y de las evidencias paleosismológicas y neotectónicas, que ésta posee un importante potencial sismogénico. Por ello se escogió una sección de la falla activa Las Lagunas para desarrollar los estudios del presente trabajo, cuyo objetivo es monitorear las emisiones de gas radón para establecer si tienen vinculación con la actividad microsísmica generada en proximidades de esta sección, e intentar establecer un geoindicador precursor de sismos para la misma.

## METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la medición de las emisiones de gas Radón es la técnica del Track-etch, la cual consiste básicamente en el registro, por medio de detectores (películas de nitrocelulosa sensibles a la radiación alfa, tipo LR-115), de las trazas radiactivas emitidas por la desintegración del gas Radón. Las partículas alfa emitidas se difunden y transportan a través de suelos porosos y fracturas de las rocas, dejando a su paso trazas en los detectores colocados a una profundidad de aproximadamente 65 cm (Sagripanti et al., 1998). El tiempo de exposición es 30 días aproximadamente, luego del cual los films impactados son sometidos a un bombardeo químico para aumentar el tamaño de las trazas. El conteo de las mismas se efectúa con un microscopio óptico y contador de puntos, calculando el promedio de impactos, el cual se expresa en número de impactos por mm<sup>2</sup> por día.

Para tal fin se estableció una red monitorea cuya disposición establece un perfil transversal a la traza de la sección en estudio, consta de cuatro estaciones ubicadas en la base de la escarpa, en los bloques elevado y hundido, la cuarta en la parte central del bloque elevado que opera como estación de control, para obtener el regis-

tro de un sector más estable. Se denominan FLL2, FLL3, FLL4 y FLLC, respectivamente, figura 2.

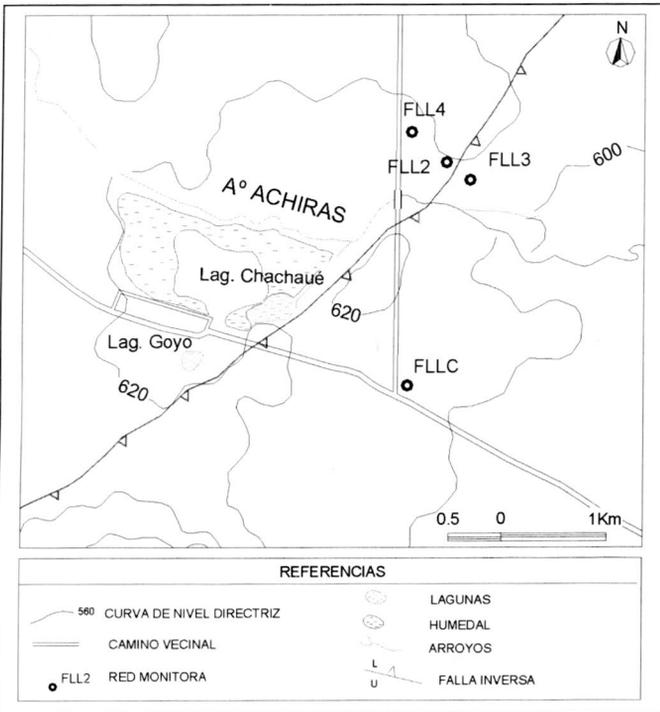


Figura 2. Ubicación de la red monitora.

El período de monitoreo fue entre los meses de mayo de 2001 a julio de 2002, durante el cual se tomaron catorce muestreos. El re-

TABLA 1. PLANILLA RESUMEN

Período de registro	Estaciones			
	FLL2 (imp/mm <sup>2</sup> /día)	FLL3 (imp/mm <sup>2</sup> /día)	FLL4 (imp/mm <sup>2</sup> /día)	FLLC (imp/mm <sup>2</sup> /día)
Mayo/01 - junio/01	2,289	3,085	2,300	
Junio/01 - julio/01	2,348	2,100	1,868	1,897
Julio/01 - agosto/01	2,034	2,163	1,403	1,846
Ag./01 - sept./01	2,863	4,734	3,620	3,326
Sept./01 - oct./01	5,169	5,541	5,772	4,994
Oct./01 - nov./01	6,168	5,500	5,332	1,941
Nov./01 - dic./01	4,985	5,469	4,069	2,354
Dic./01 - enero/02	4,665	3,976	3,354	2,978
Enero/01 - febrero/02	4,81	3,821	3,945	3,852
Febrero/02 - marzo/02	3,371	2,496	2,389	1,857
Marzo/02 - abril/02	2,918	2,544	3,109	1,735
Abril/02 - mayo/02	3,029	2,82	2,557	1,686
Mayo/02 - julio/02	2,931	3,414	3,083	1,509
Julio/02 - julio/02	2,547	2,237	2,395	1,947

gistro de la actividad sísmica local ocurrida durante el mismo se llevó a cabo por medio de un inventario de parámetros macrosísmicos e instrumentales.

Los datos obtenidos del conteo, número y distribución temporal de los eventos ocurridos fueron tratados y representados gráficamente para analizarlos e interpretarlos posteriormente.

## RESULTADOS

En la planilla resumen (Tabla 1), se presentan los datos de los registros de impactos generados por la radiación Alfa, en el período en estudio.

La actividad microsísmica superficial en la zona durante este período fue 4 eventos, de los cuales los dos primeros alcanzaron M3.1 (05/01/02) y M3.2 (20/02/02), y los restantes 14/07/02 y 20/07/02 se estima fueron de M<2.0, ya que no fueron registrados con el sísmógrafo del Inpres (Instituto Nacional de Prevención Sísmica), emplazado en la zona de estudio, el cual está calibrado para registrar eventos de magnitudes mayores que ésta.

Sobre la base de los datos obtenidos de los conteos se elaboró un gráfico que representa las variaciones en las emisiones de Radón en el período de muestreo y la ocurrencia de los eventos registrados (figura 3).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del análisis e interpretación de los resultados se observó un aumento en los valores de emisión del gas Radón y una posterior disminución, previa a la ocurrencia de los eventos sísmicos, lo cual evidenciaría la vinculación que existe entre la emisión y la ocurrencia de microsismos.

Se estima que la amplitud de esta variación estaría relacionada con el tamaño de los sismos, ya que las emisiones se triplican antes de la ocurrencia de los eventos de M3.1 y M3.2, y no alcanzan a duplicarse antes de un evento de M<2.

Acercas de la efectividad que podría tener el método de monitoreo de las emisiones de gas Radón como sistema de alerta temprana de sismos, se concluye, en forma preliminar, que los resultados obtenidos son alentadores para la sección de la falla Las Lagunas, con sismos leves superficiales. Por esta razón se considera necesario contar con un mayor período de monitoreo de las emisiones y sus relaciones con la ocurrencia y el tamaño de los eventos, para establecer un sistema de alerta temprana en la sección de la falla activa en estudio.

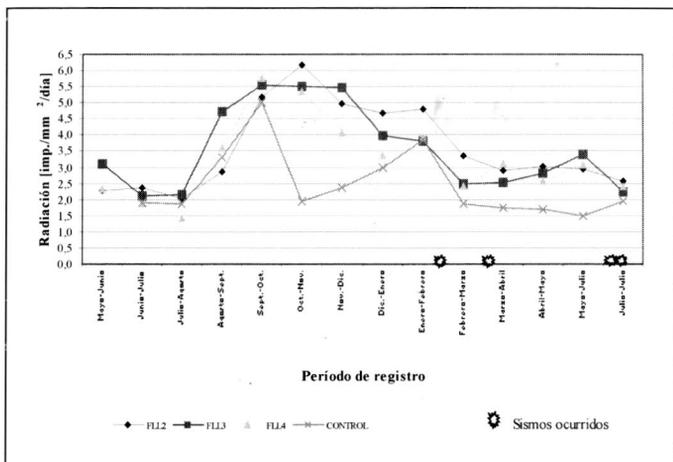


Figura 3. Emisión de gas Radón vs. tiempo.

### AGRADECIMIENTOS

Al Programa Geoindicadores para la Evaluación y el Monitoreo Ambiental, al Proyecto Calidad Ambiental. Evaluación y Monitoreo de Riesgos Naturales, financiado por SEC y T-UNRC, y al Proyecto Pautas para la Planificación y Gestión de los Recursos Hídricos del departamento Río Cuarto a Partir del Análisis Geoambiental de su Estado Actual y su Tendencia Evolutiva, financiado por la Agencia Córdoba Ciencia, por su apoyo al desarrollo de este trabajo.

### BIBLIOGRAFÍA

BOLT, A. B. 1981. Terremotos. Ed. Reverté.  
 COSTA, C. y C. VITA FINCI. 1996. Late Holocene Faulting in the Southeast Sierras Pampeanas of Argentina.

MINGORANCE F. 1991. Análisis y evaluación del tectonismo reciente asociado a la falla Sampacho, Córdoba, Argentina Central. Revista Geofísica 35, pp13-39.  
 SAGRIPANTI G.; ORIGLIA D. y CAMPANELLA O. 1998. Sismicidad en una región de intraplaca. Departamento Río Cuarto. Córdoba. Argentina. Actas. Conferencia Internacional Sistemas modernos de Preparación y Respuesta ante Riesgos Sísmicos, Volcánicos y Tsunamis. Santiago. Chile.  
 SAGRIPANTI, G. y H. SCHIAVO. 1998. Método de Track-Etch y su aplicación en el monitoreo de Fallas sismogeneradoras en la Región de Sampacho, Departamento Río Cuarto, Córdoba. Actas. Segunda Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, San Salvador de Jujuy.  
 SAGRIPANTI, G., COSTA, C., ORIGLIA, D. y SCHIAVO, H. 2001. Avances en la caracterización del peligro sísmico en el departamento Río Cuarto, Córdoba, Argentina. IV Congreso de Geología y Minería de la sociedad Cubana de Geología, GEOMIN 2001. Cuba. Actas. CD.