



PROYECTO PAPIME UNAM 210820:
**“PRECURSORES GEOQUÍMICOS EN SISMOS Y
ERUPCIONES VOLCÁNICAS”**

Presentado por la Alumna: Alejandra Cervantes Vázquez
(Estudiante De La Licenciatura De Química Farmacéutico-biológica/ alelicva@gmail.com)

Tutor: Dra. Ma. Teresa de Jesús Rodríguez Salazar (Depto. de Q. Analítica / Fac. de Química
/ UNAM / mtjrs.papime2020@gmail.com)

Ciudad de México, junio 2021



OBJETIVO PRINCIPAL DE LA TESIS

Realizar la Investigación Documental de los Precursores Geoquímicos de sismos y erupciones volcánicas

Objetivos particulares

- Reconocer la presencia de Precursores Geoquímicos reportados para sismos y erupciones volcánicas
- Conocer metodologías mediante técnicas analíticas empleadas en el monitoreo de las especies identificadas como precursores geoquímicos reportados a nivel internacional y
- Proponer la aplicación en México en las áreas identificadas como zonas con actividad volcánica o sísmica.

En contexto...

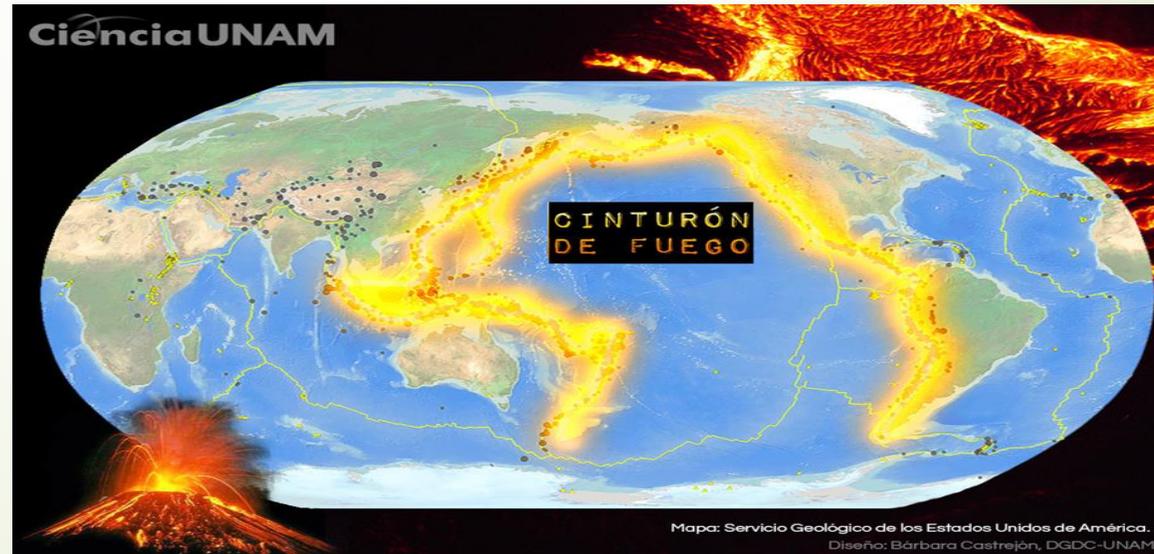
Cada año, las catástrofes naturales, como terremotos y erupciones volcánicas, causan muertes, daños económicos y ambientales.

- ▶ A pesar de la comprensión de estos eventos su predicción dentro de un tiempo razonable sigue siendo un problema.

La actividad sísmica es normal, dado que la ocurrencia de sismos está directamente relacionada con la evolución tectónica de la Tierra.

En México se registraron 30130 sismos en 2020 (SSN 2021)

La mayor parte del vulcanismo activo en México se localiza en la Faja Volcánica Transmexicana.





Precursores isotópicos y geoquímicos de terremotos y erupciones volcánicas (1993)

- El Organismo Internacional de Energía Atómica convocó una reunión del grupo asesor para revisar el estado sobre los precursores isotópicos y geoquímicos de los terremotos y Erupciones Volcánicas.
- En general, los fluidos de las profundidades geológicas tienen un componente químico e isotópico de composición diferente a la de otros fluidos, como las aguas subterráneas poco profundas, con las que se mezcla. Esto produce la aparición de anomalías químicas e isotópicas, que pueden anunciar la ocurrencia de un terremoto en un futuro próximo.



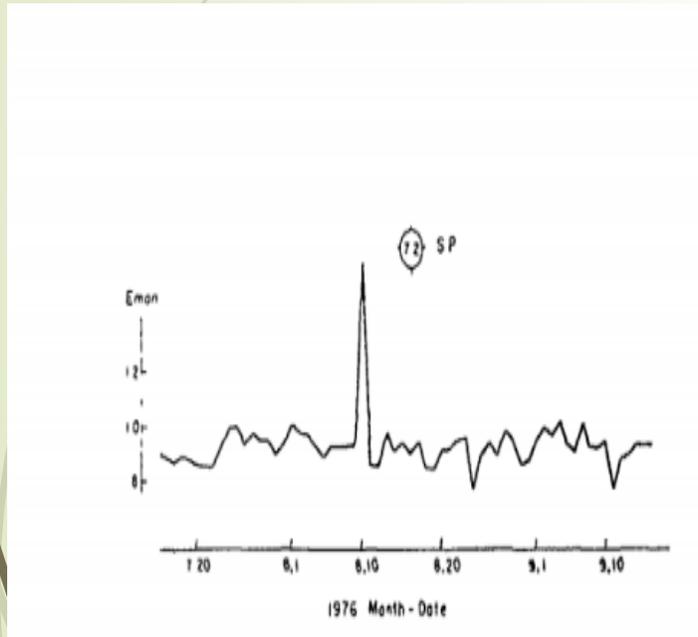
RADON AS A PRECURSOR OF EARTHQUAKES V.T. DUBINCHUK* International Atomic Energy Agency, Vienna

Las principales características de los precursores. en los sistemas hidrogeoquímicos son las funciones de distribución del tiempo de residencia para el agua (RTDFw) y componentes precursores (RTDFc). Estas funciones se pueden evaluar mediante Técnicas de trazadores de hidrología isotópica.

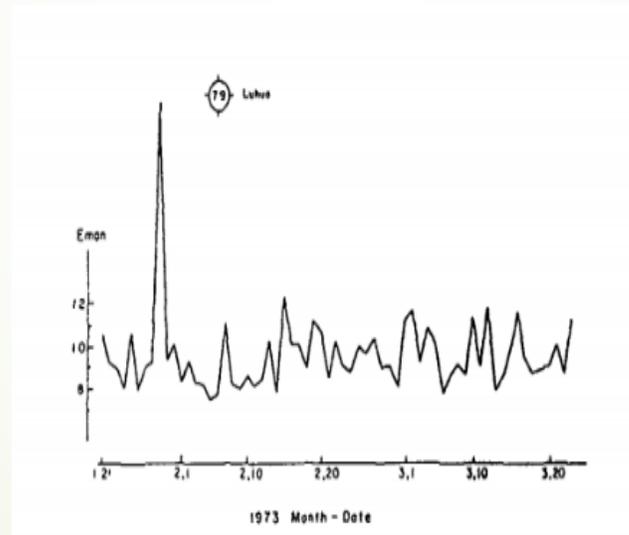
- ▶ Las técnicas más utilizadas para medir el contenido de radón en aguas subterráneas y suelo-aire pueden subdividirse en los siguientes grupos:
 - Emanometría mediante cámaras de Ionización
 - centelleo líquido
 - Recuento de centelleo de Zn

RESULTADOS

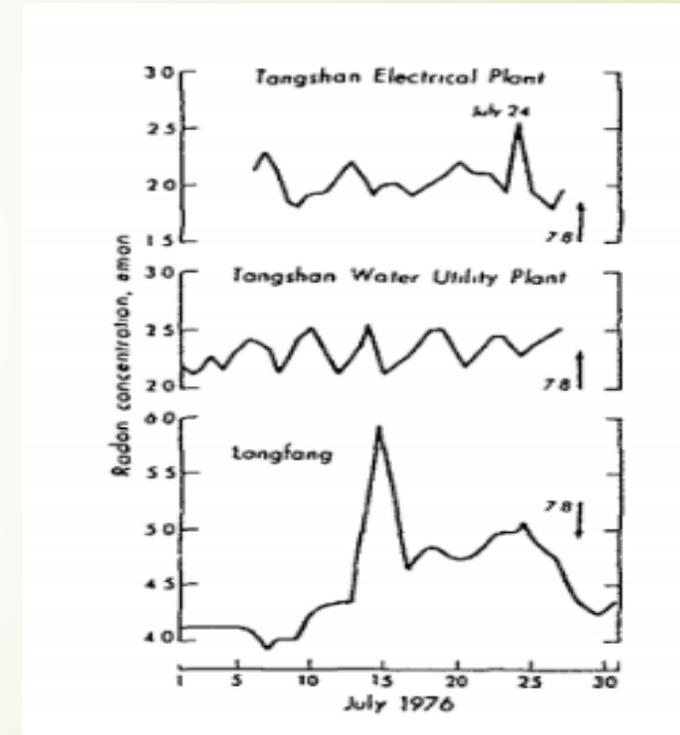
- Se han desarrollado una amplia variedad de formas, duraciones y amplitudes de las curvas de salida de radón registrados dentro de las mismas regiones y durante eventos similares.



Anomalía del radón del agua subterránea en forma de espiga observada en la estación de Kutzan 6 días antes de la M = 7.2 Sungpan-Terremoto de Pingnu de 1976 (Las figuras 5-11 son citadas por Teng [74])



Anomalía del radón del agua subterránea en forma de espiga observada en la estación de Kutzan 8 días antes del M - Terremoto de 7,9 Luhuo de 1973.



Anomalías del radón en las aguas subterráneas observadas en tres estaciones antes del terremoto de Tangshan de 1976 (M = 78) Los dos rastros superiores brindan datos de sitios en la región epicentral, el rastro inferior brinda datos Desde la estación Langfang, que está a 130 km del epicentro Después de Wang



Conclusiones

- ▶ Hay una gran necesidad de:
 - Elaborar modelos adecuados descriptivos y predictivos de formación y transformación. de señales de precursores hidrogeoquímicos,
 - elaboración de algoritmos para extraer información útil de los datos de campo,
 - evaluar las características adecuadas de conversión y relajación de los sistemas monitoreados en para predecir terremotos,
 - Ampliación de las técnicas de hidrología isotópica para medir los parámetros de tiempo de residencia de la componentes precursores,
 - generalizar y analizar datos típicos de precursores para comprender el mecanismo de su formación

ENFOQUES GAS-GEOQUÍMICOS PARA PREDICCIÓN DE TERREMOTOS

- Concentraciones de una amplia gama de gases terrestres se encontraron comúnmente que el agua subterránea y el aire del suelo. Al ser anormalmente alto a lo largo de fallas activas, sugiere que las fallas pueden ser caminos de menor resistencia para el proceso de desgasificación de la tierra "sólida".

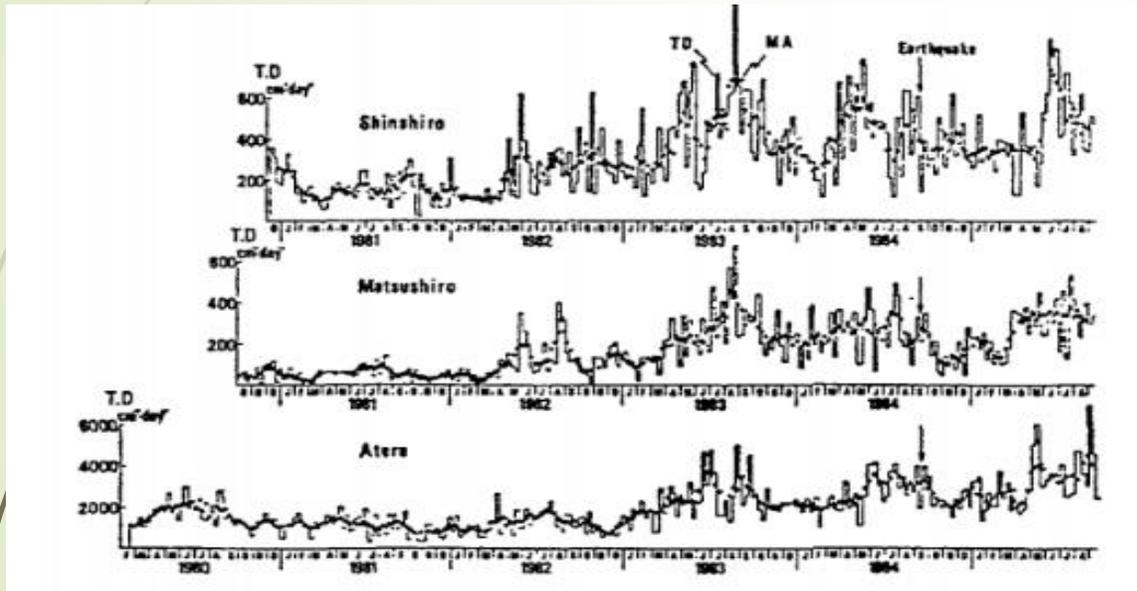


Figura 24. Serie temporal de concentración de radón en el gas del suelo (TD: seguimiento de partículas a densidad en película de nitrato de celulosa expuesta semanalmente; MA: media móvil) a las tres sitios ubicados en la Línea Tectónica Media, la falla Matsushiro y el Atera falla, que están, respectivamente, a 100, 100 y 25 km de la Western 1984 Terremoto de la prefectura de Nagano. (Según KATOH et al., 1986.) 10)



“Estudios sobre precursores de terremotos en China: una revisión de los últimos 50 años” (2017)

- Observaciones, monitoreo y seguimiento de potenciales precursores de terremotos en China a través de cuatro disciplinas: sismológica, geodésica, geoelectrica/geomagnética e Hidrología de fluidos subterráneos o terremotos / hidrosismología.

Geoquímica:

El precursor proviene de la medición del contenido químico del agua subterránea, es decir, iones, elementos traza, gases y / o gases radiactivos. Los componentes iónicos de las aguas subterráneas incluyen K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , F^- , S^{2-} . El oligoelemento generalmente es mercurio (Hg). Los componentes gaseosos del agua subterránea incluyen hidrógeno (H_2), Helio (He), dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4). El radioactivo es el gas radón (Rn autor).

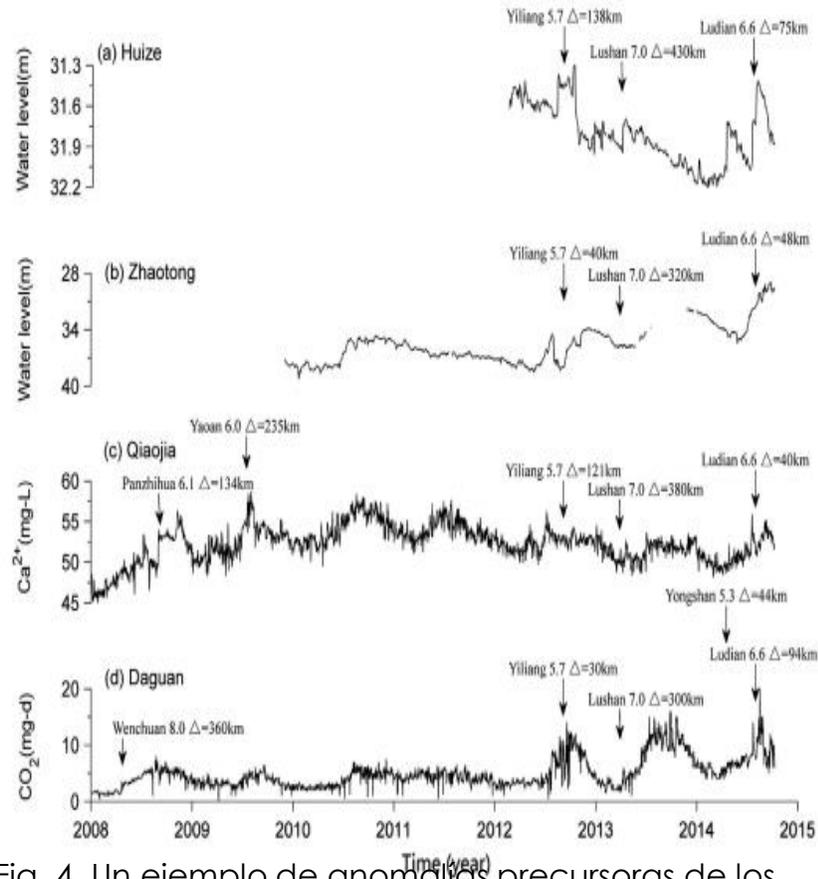
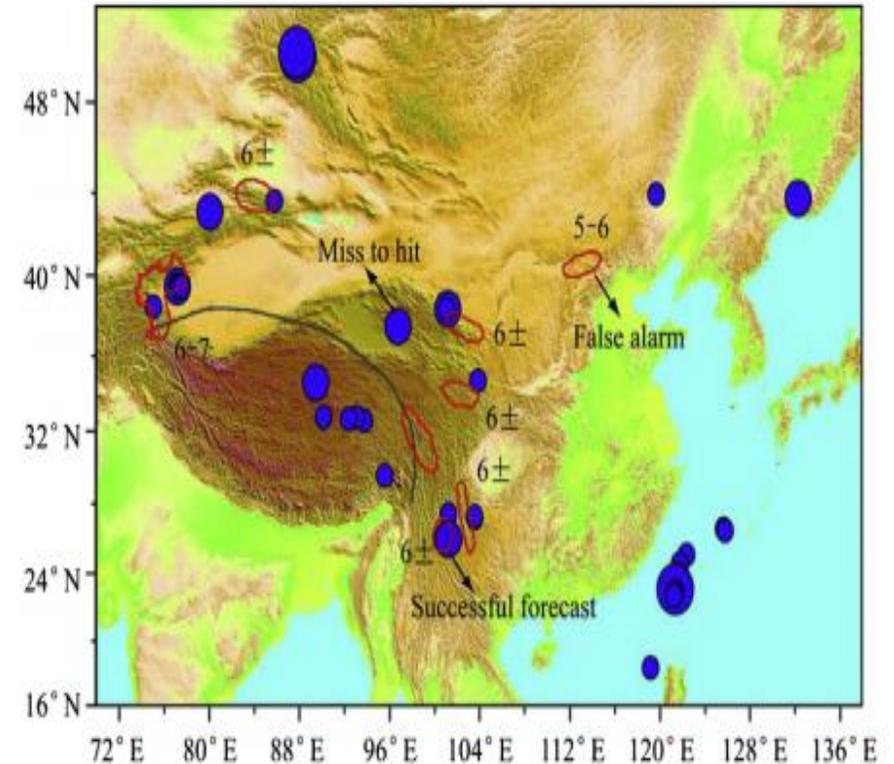


Fig. 4. Un ejemplo de anomalías precursoras de los fluidos del suelo, con el tiempo de los terremotos "objetivo" marcado en la curva. En la figura, D es la distancia desde el punto de observación estación al terremoto "objetivo".



. Un ejemplo de anomalías precursoras de los fluidos del suelo, con el tiempo de los terremotos "objetivo" marcado en la curva. En la figura, D es la distancia desde el punto de observación estación al terremoto "objetivo".

- 
- Otros precursores en prueba (y en debate) son principalmente métodos de infrarrojos de imagen de la atmósfera por teledetección de satélites y perturbación ionosférica. Su eficiencia para la predicción de terremotos aún está en prueba.
 - El enfoque de perturbación ionosférica se basa en la acumulación de datos y exploración de métodos de análisis de datos en China.
 - Los principales parámetros ionosféricos utilizados incluyen Contenido total de electrones (TEC) y campo magnético, campo eléctrico, iones (O^+ , H^+ y He) densidad y temperatura, densidad de electrones y temperatura, etc, del satélite DEMETER.
 - Los resultados estadísticos muestran que la mayoría de las perturbaciones de la densidad iónica aparecen una semana antes los eventos y se mueven espacialmente hacia el epicentro como el viene el terremoto.



Conclusiones

- ▶ En este artículo, presentamos brevemente el Sistema Chino para Monitoreo de precursores de terremotos que incluye el sistema actividades de seguimiento, el sistema de control de calidad y el "sistema de consulta" para la evaluación de la amenaza sísmica dependiente del tiempo o "pronóstico y predicción de terremotos".
- ▶ Similar a los enfoques en otros países y regiones, el enfoque chino todavía está "en camino".

Monitoreo continuo de metales pesados en aguas subterráneas como herramienta para la detección y verificación de actividad sísmica (2006)

- El desarrollo de una estación de monitoreo automático de trazas de metales ha brindado la oportunidad de monitorear las señales químicas en el agua subterránea relacionadas con la actividad sísmica. El sistema se instaló en una fuente de agua subterránea en Islandia.

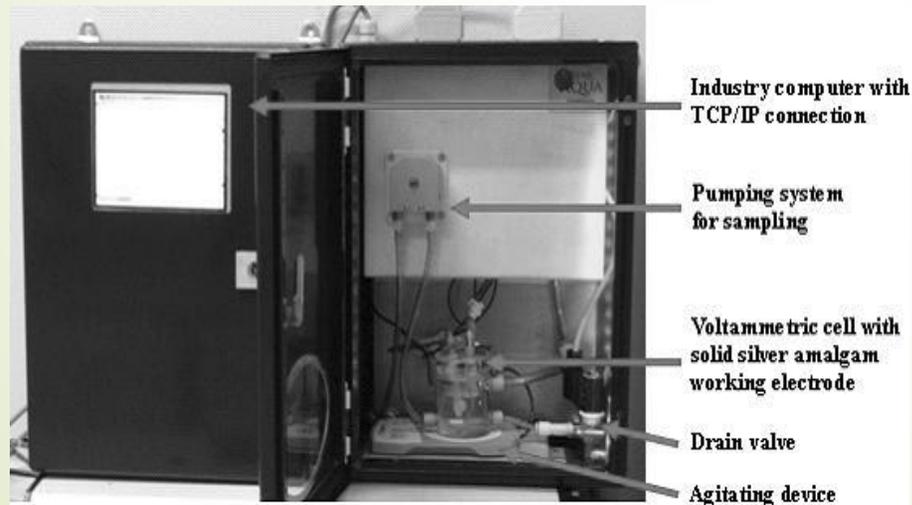


Fig. 1. El sistema de monitoreo automático de trazas de metales, que consiste en una computadora industrial con conexión a Internet, un sistema de muestreo automático y un sistema de celda voltamétrica con un electrodo de amalgama de plata sólida.

Resultados

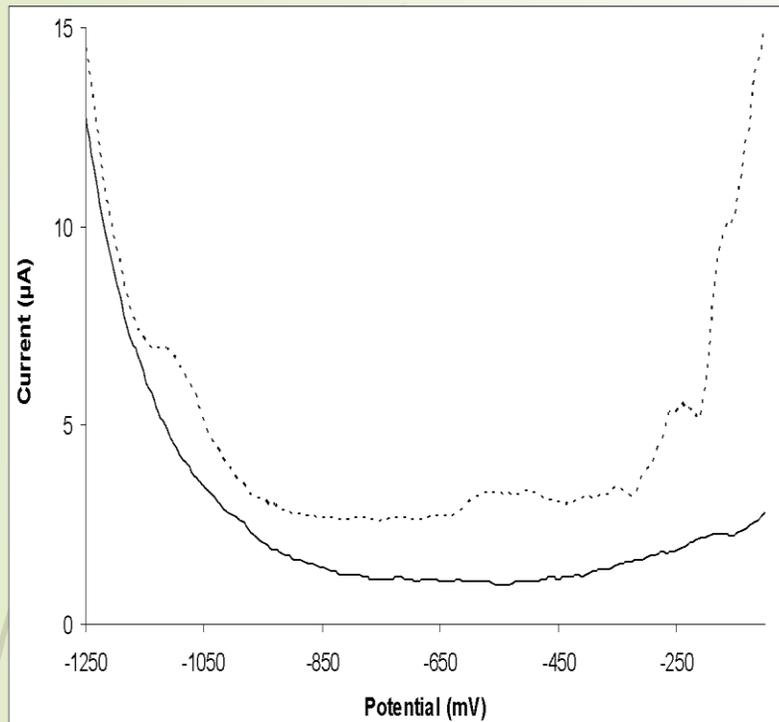


Fig. 4. Los escaneos de 02.10.06 (línea continua) y 24.10.06 (línea de puntos) muestran cambios en los voltamogramas. La línea continua representa escaneos de períodos sin actividad sísmica y la línea punteada representa escaneos 8 días antes del terremoto. Dep. maceta. -1250 mV, potenciómetro de arranque. -1250 mV, parada pot. -93 mV, velocidad de escaneo 10 mV / s, diff. puls 75, rango de corriente + 75 mV, dep. tiempo 600 s, eq. tiempo 5 s.

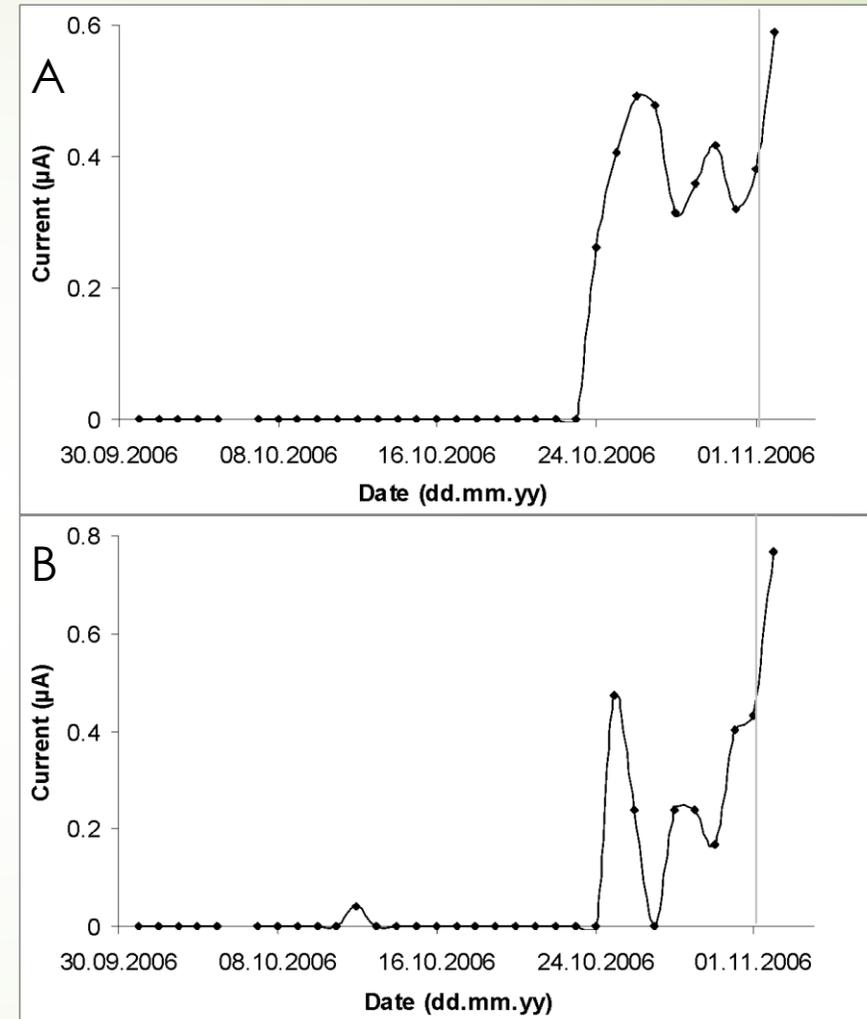


Figura 5. Valores de corriente promedio diarios medidos para zinc (A) y cobre (B) desde el 1 de octubre de 2006 al 2 de noviembre de 2006. La línea vertical gris indica el día del terremoto.



CONCLUSIONES

- ▶ La actividad sísmica en esta área reveló la posible aplicación de dichos sistemas también para las indicaciones de alerta temprana de la modificación presísmica de los cambios de permeabilidad de la corteza que podrían ocurrir antes de los terremotos.
- ▶ Los resultados del presente artículo se basan en un solo terremoto y, por lo tanto, el método aún no está validado para predecirlos.
- ▶ Los resultados muestran claramente cambios en el agua subterránea antes de un terremoto que es posible monitorear con el sistema de monitoreo automático.
- ▶ Se midió un aumento significativo en las cantidades de zinc, hierro y cobre 7-8 días antes del terremoto.
- ▶ Estos resultados preliminares indican claramente que con un mayor desarrollo del método, en el futuro se puede utilizar como un sistema de alerta para terremotos en áreas donde el basalto es la roca dominante.

“Radón como precursor de terremotos en el norte de Pakistán y sus alrededores” (2017)

- El objetivo de este estudio es evaluar el uso de la emisión de radón 222 como precursor de terremotos en y alrededor del norte de Pakistán.
- Los datos presentados en este trabajo se obtuvieron utilizando un detector de silicio de iones implantado con un monitor de radón (RTM2200) en un período comprendido entre el otoño de 2014 y la primavera de 2015.

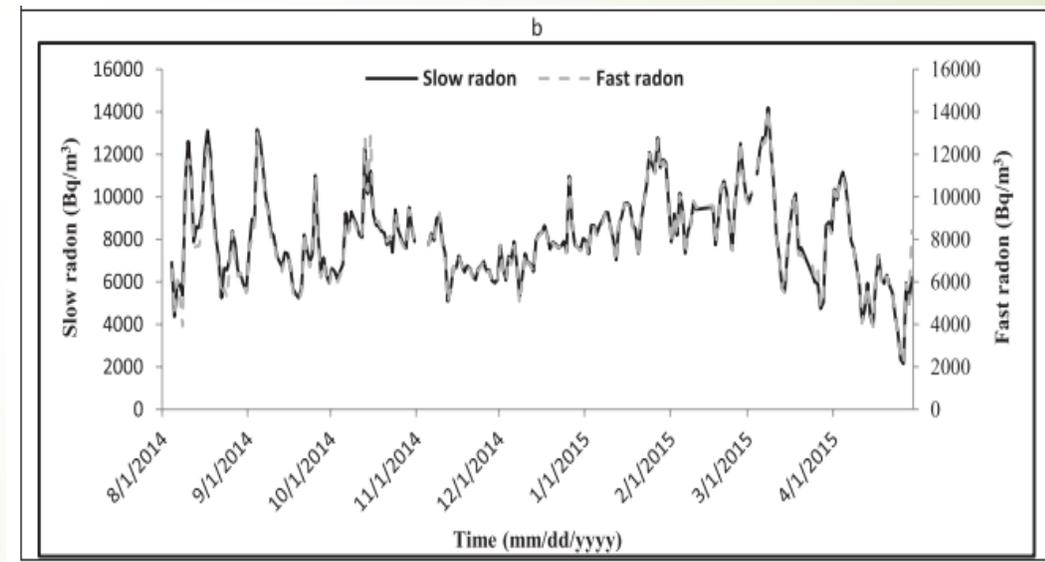
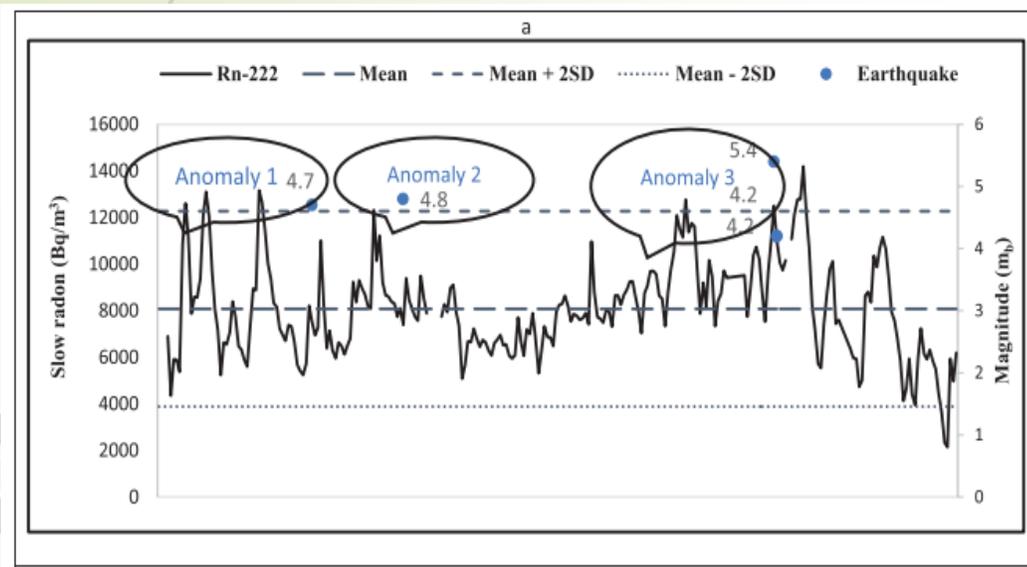


Fig. 4. (a) Gráfico de series de tiempo del radón con valor medio, desviación estándar y eventos sísmicos. Se cumplen tres anomalías del radón los criterios de correlación con la actividad sísmica. (b) Comparación de radón (lento) y radón (rápido) que muestra la consistencia entre ambos modos.



Conclusiones

- ▶ El mecanismo de emisión de radón inducida por estrés depende en gran medida de la tectónica regional.
- ▶ Los resultados sugieren que las anomalías observadas en Los datos de radón del suelo probablemente estén asociados con las actividades sísmicas que preceden o acompañan a los terremotos. Sin embargo, no puede pasarse por alto la influencia de los parámetros meteorológicos en la exhalación de radón.
- ▶ La investigación temporal de las concentraciones de radón con respecto a la temperatura, la presión del aire y la humedad relativa sugiere correlaciones menos significativas, lo que indica que es probable que los aumentos anormales de radón representen señales precursoras antes de los terremotos.
- ▶ Este estudio también sirve para proporcionar datos de referencia de radón relacionados con la predicción de terremotos en esta región sísmicamente activa.



BIBLIOGRAFIA

- Esperger-Becerra S. A. 2014 " Erupciones con escasos precursores: Factores asociados a la duración de la sismicidad pre-eruptiva". Departamento de Geología, Facultad de física y matemáticas de la Universidad de Chile.
- Fuqiong Huang, et al, 2017 "Studies on earthquake precursors in China: A review for recent 50 years China". Earthquake Networks Center, Beijing China.
- International Atomic Energy Agency,2003 Isotopic and geochemical precursors of earthquakes and volcanic eruption IAEA in Viena Austria.
- Øyvind Mikkelsen, et al, 2006, Continuous monitoring of heavy metals in ground water as a tool for the detection and verification of earthquake activity, Norwegian University of Science and Technology, Department of Chemistry, N-7491 Trondheim, Norway.
- Rodríguez-Salazar M.T.J., 2007 Unidad teórica B Geoquímica de metales pesados en suelos superficiales; Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM, MÉXICO.
- Servicio Sismológico Nacional UNAM, México (2021) Acceso on line: junio 2021. Estadísticas, Divulgación. <http://www2.ssn.unam.mx:8080/>
- Yalcin et al, 2003. Effects the 17 the august, 1999 eathquarke on the heavy metal compositionof thermal waters in the Marmara Region, Northwest Turkey: is it a precursor.
- https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/palpitante-cinturon-fuego_15178 consulta de 23 de junio de 2021.