

DIÁLOGOS. REVISTA ELECTRÓNICA DE HISTORIA

Escuela de Historia. Universidad de Costa Rica



**Contribución de Geocientíficos Japoneses en Costa Rica durante los Decenios de
1960-70. Gerardo J. Soto**

Comité Editorial:

Director de la Revista Dr. Juan José Marín Hernández jmarin@fcs.ucr.ac.cr

Miembros del Consejo Editorial: Dr. Ronny Viales, Dr. Guillermo Carvajal, MSc.
Francisco Enríquez, Msc. Bernal Rivas y MSc. Ana María Botey

Miembros del Consejo Asesor Internacional: Dr. José Cal Montoya, Universidad de San
Carlos de Guatemala; Dr. Juan Manuel Palacio, Universidad Nacional de San Martín y
Dr. Eduardo Rey, Universidad de Santiago de Compostela, España

Dirección web: <http://historia.fcs.ucr.ac.cr/dialogos.htm>

(Página 118 de 144) p. 118

Palabras claves:

Geociencias, Costa Rica, geocientíficos japoneses, decenios 1960-1970, Sismología y Vulcanología

Key words:

Geosciences, Costa Rica, Japanese geoscientists, decades 1960s and 1970s, Seismology and Volcanology

Resumen

Se sintetiza el trabajo llevado a cabo por geocientíficos japoneses en Costa Rica –en Vulcanología y Sismología– en los decenios de 1960 y 1970, quienes hicieron varias contribuciones pioneras en su tiempo. Coincide con la época en que la comunidad científica local carecía de amplia experiencia para afrontar los problemas vulcanológicos y sismológicos a los que se enfrentaba. Parte de la experiencia obtenida a través de su influencia ayudó notablemente a un rápido desarrollo de centros de investigación, lo que facilitó luego su inserción en la comunidad geocientífica internacional

Abstrat

This work summarizes the geoscientific work undertaken by Japanese geoscientists –in Volcanology and Seismology– during the 1960s and 1970s in Costa Rica. They made several pioneering contributions at that time. It coincides with the epoch when the local scientific community lacked wide experience to confront the volcanological and seismological problems it was facing to. Part of the experience obtained through their influence notably helped to a rapid development of research centers, which later eased their insertion to the international geoscientific community

Gerardo J. Soto Bachiller en Geología. Geólogo Consultor. Correo-e: katomirodriguez@yahoo.com

Contribución de Geocientíficos Japoneses en Costa Rica durante los Decenios de 1960-70.

Gerardo J. Soto (1)

1. INTRODUCCIÓN

Costa Rica y Japón se encuentran en lados opuestos del Círculo de Fuego del Circumpacífico en donde comparten un común ambiente geotectónico de placas subducidas y sus más dinámicos resultados: sismicidad y vulcanismo (Fig. 1). Hay profundas diferencias en las respectivas historias geológicas entre Japón y Costa Rica, pero ambos han sido forjados en común por las fuerzas del tectonismo y magmatismo, hasta la fecha.

¹ Deseo agradecer a Teresita Aguilar, Percy Denyer, Sonia Castillo y Walter Montero (Universidad de Costa Rica), y Setumi Miyamura (Tokio) quienes proveyeron material clave y valiosos comentarios a este trabajo. También se agradece la colaboración de Masakazu Ohtake e Izumi Yokoyama. La investigación original para este trabajo se realizó en Kagoshima, Japón, entre los años 2001-2002, en donde se contó con la amable colaboración del Sakurajima Volcano Research Center y Katsuhiro Maemura. Una versión corta en inglés se publicó en Japón, la cual contó con el aporte de Andrew Daniels (Immaculate Heart College, Kagoshima), Michiko Yajima (Japanese Association for the History of Geology) y David Oldroyd (Nueva Gales del Sur, Australia). Los comentarios y sugerencias de Wendy Pérez (Universidad de Kiel, Alemania) a una versión avanzada del texto han contribuido a mejorarlo. Este trabajo es una contribución al Proyecto N° 113-A4-50 “Características y causas de la sismicidad asociada a la actividad eruptiva del volcán Arenal, Costa Rica” de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y al proyecto homólogo adscrito en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), así como al “Programa Institucional de Investigación en Desastres” N° 605-A3-952 de la Universidad de Costa Rica.

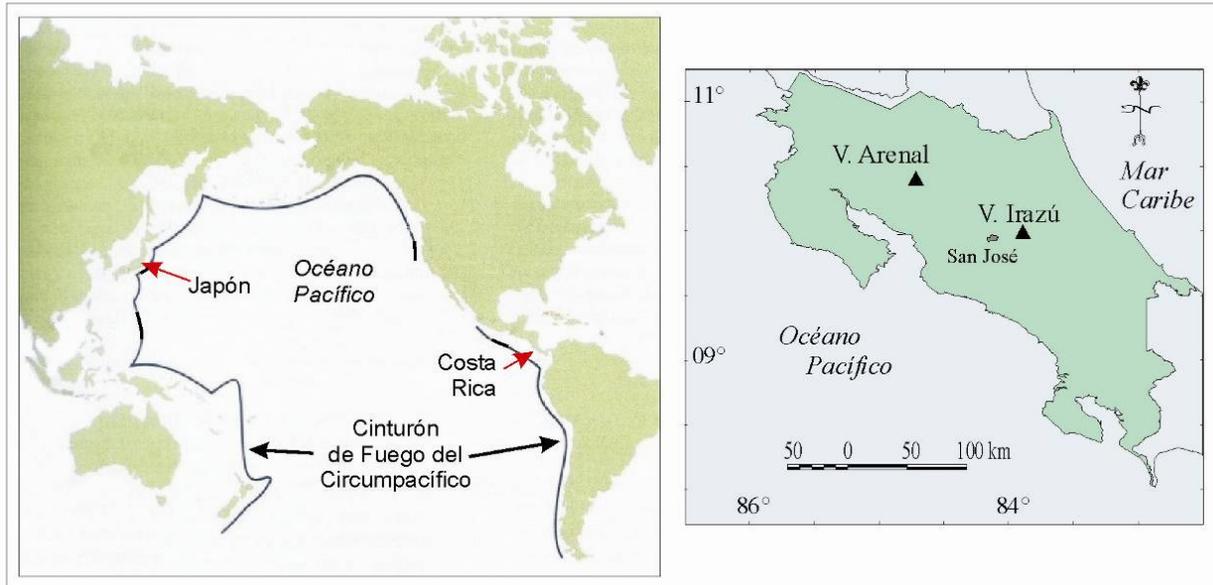


Figura 1: Localización de Costa Rica y Japón en el Círculo de Fuego del Circumpacífico, y ubicación de los volcanes Irazú y Arenal, sitios de las principales investigaciones discutidas en este trabajo.

También existen inmensas diferencias en su devenir histórico como naciones, mas comparten etapas comunes en su desarrollo de las ciencias geológicas modernas. No fue sino hasta la mitad del siglo XIX –como se verá luego– que las modernas ciencias geológicas aparecieron en Japón². Coincidentemente, al mismo tiempo, Costa Rica experimentaba el influjo de naturalistas y geocientíficos foráneos, quienes introdujeron las ciencias geológicas al país³. Por ejemplo, el primer geólogo que trabajó extensivamente en Japón, fue el estadounidense B.S. Lyman en 1872, quien realizó un

² Imai, I., “History of Geological Research in Japan”. *Proceedings of the XIV International Congress of History of Sciences*, 1975, pp. 101-104.

Sato, Tadashi, “Historical review of geological sciences in Japan”. *Episodes* Vol.14, N°3, 1991, pp. 187-189.

³ Alvarado, Guillermo E., Morales, Luis D. & Soto, Gerardo J., “Historia del desarrollo de las Ciencias Geológicas en Costa Rica”, en [Ángel Ruiz (ed.)], *Ciencia y Tecnología. Estudios del pasado y futuro*. Ediciones Guayacán, San José, 1991, p. 121-142.

detallado estudio y publicó un mapa geológico de Hokkaido⁴. El primer geólogo en Costa Rica fue el alemán Karl von Seebach en 1864, pero no fue sino hasta el arribo del estadounidense W.M. Gabb en 1873, que un extenso estudio y mapeo geológicos fueron llevados a cabo⁵. Se considera además que ambos países iniciaron etapas de desarrollo moderno en las geociencias en el decenio de 1960: Japón desde 1960⁶ y Costa Rica desde 1963⁷, empero con notables diferencias, basadas en su historia, su poderío económico y su desarrollo industrial. Las coincidencias apuntadas en el ambiente tectónico y volcánico y su carácter de países amigos con relaciones diplomáticas bien establecidas, explican el porqué geocientíficos japoneses arribaron en cooperación a Costa Rica en los decenios de 1960 y 1970. Es preciso, sin embargo, un breve esbozo histórico para entender mejor los antecedentes.

1.1. La occidentalización de Japón y el desarrollo y expansión de las Geociencias

Las ciencias y la tecnología en Japón empezaron a desarrollarse bajo la influencia de la primera oleada cultural china (entre los siglos VII y IX) y sufrieron cambios trascendentales bajo la segunda oleada cultural china (1401-1720), la primera oleada cultural occidental (1543-1639), y finalmente un enorme salto a la influencia occidental desde 1854, luego de un aislamiento cultural casi absoluto desde 1720⁸. En geociencias,

⁴ Matsushita, S., "General remarks", en [F. Takai, F. *et al.* (eds.)], *Geology of Japan*. University of Tokio Press and University of California Press, 1963, p. 5-14.

Artículo citado: Imai, I., "History of Geological ...", 1975, pp. 101-104.

⁵ Denyer, Percy & Soto, Gerardo J., "Contribución pionera de William M. Gabb a la geología y cartografía de Costa Rica". *Anuario de Estudios Centroamericanos*, Vol. 25, N° 2, 1999, p. 103-138.

⁶ Artículo citado: Sato, Tadashi, "Historical review...", pp. 187-189.

⁷ Artículo citado: Alvarado, Guillermo E., Morales, Luis D. & Soto, Gerardo J., "Historia del desarrollo...", p. 121-142.

⁸ Sugimoto, Masayoshi & Swain, David L, *Science and Culture in Traditional Japan*. Charles E. Tuttle Company, Tokyo, 1989, p. 498.

antes de la occidentalización del siglo XIX, los más importantes desarrollos autóctonos se dieron en minería y metalurgia, principalmente de oro, plata y cobre⁹.

Cerca del final del shogunato Tokugawa, en el decenio de 1850, un puñado de geólogos e ingenieros mineros europeos y estadounidenses fueron invitados a realizar exploraciones de los recursos mineros, los cuales se hicieron más amplios con el cambio de régimen de la era Meiji, desde 1868, pero no fue sino hasta 1872 que se realizaron estudios sistemáticos de exploración en Hokkaido, la isla mayor del norte. Varias instituciones y observatorios florecieron desde el principio del decenio de 1870, con su momento cumbre ante la fundación de la Universidad de Tokio en 1877, que incluyó un Departamento de Geología y Minería¹⁰. Numerosos estudiantes fueron enviados a universidades europeas y regresaron a enseñar en la reciente universidad desde 1884. Esto determinó un importante contingente de geocientíficos japoneses en estudios e investigación en el extranjero, que decayó durante el periodo de la Segunda Guerra Mundial, pero fue retomado luego de su final¹¹. La experiencia ganada en Japón en muchos campos de las geociencias, y particularmente en Sismología y Vulcanología, determinó que su experiencia fuera altamente apreciada en muchos otros países, incluida Costa Rica, como se verá luego.

1.2. Las relaciones entre Costa Rica y Japón

Fue en 1893 cuando se dieron las primeras importaciones a Costa Rica, de productos japoneses –principalmente sederías–, y aunque el primer contacto oficial entre los gobiernos de ambos países ocurrió en 1919, no fue sino hasta 1935 que se establecieron relaciones diplomáticas oficiales. Estas se suspendieron a raíz de la Segunda Guerra Mundial, cuando Costa Rica le declaró la guerra a Japón el 8 de diciembre de 1941, mas no fueron restablecidas sino hasta 1953. Pasarían casi diez años

⁹ Libro citado: Sugimoto, Masayoshi & Swain, David L, *Science and...*, pp.181-186.

¹⁰ Artículo citado: Sato, Tadashi, “Historical review...”, pp. 187-189.

¹¹ Artículo citado: Matsushita, S., “General remarks”, p. 5-14.

hasta que el primer Cónsul General de Costa Rica en Japón fuera nombrado el 11 de abril de 1963¹². Fue precisamente el primer cónsul quien tramitó el requerimiento de asistencia geocientífica para la crisis del Irazú, como se verá.

2. EL IRAZÚ Y VULCANÓLOGOS JAPONESES, 1963

El 9 de agosto de 1962 una columna de vapor se levantó del cráter del volcán Irazú (Fig. 1), pero los efectos de la erupción que había iniciado, no fueron perceptibles hasta febrero de 1963, cuando la población y el ganado en sus cercanías tuvieron que empezar a ser relocalizados debido a la persistente lluvia de cenizas. El 13 de marzo de 1963, las cenizas provenientes del volcán empezaron a caer visiblemente sobre la ciudad de San José¹³, además de extensas áreas agrícolas y ganaderas en las faldas occidentales del volcán, lo que produjo una enorme preocupación en las autoridades gubernamentales. Para ese tiempo, la comunidad geológica costarricense era pequeña, y carecía de experiencia en manejar emergencias volcánicas. Por tal motivo, el gobierno costarricense requirió la asistencia de expertos de países con amplia experiencia en estos temas, específicamente los Estados Unidos y Japón.

2.1. Ryohei Morimoto

A principios de mayo de 1963, el Consulado de Costa Rica y la Asociación Iberoamericana en Tokio, hicieron una petición formal a la Universidad de Tokio, dirigida a Takeo Watanabe, decano de la Facultad de Ciencias, para enviar dos vulcanólogos que evaluaran la erupción del Irazú¹⁴, que ya para abril había cubierto con

¹² Nassar, Ana Lucía, *Relaciones Japón-Costa Rica*. VARITEC, San José, 1991, pp. 468.

¹³ Alvarado, Guillermo E. *Volcanology and Petrology of Irazú Volcano, Costa Rica*. Tesis doctoral, Universidad de Kiel, Alemania, 1993, pp. xxxv + 261.

¹⁴ De acuerdo con la nota suscrita por Ryohei Morimoto el 4 de noviembre de 1963. Ver Fig. 2.

más de 20 centímetros de cenizas las áreas de pastos y agrícolas en el flanco oeste, en un radio de 10 a 15 kilómetros¹⁵.

Originalmente se acordó que los profesores Takeshi Minakami y Ryohei Morimoto, ambos del *Earthquake Research Institute* (ERI) de la Universidad de Tokio, viajaran a Costa Rica. Sin embargo, puesto que Minakami estaba trabajando en el plan de cooperación científica japonés-estadounidense, debió viajar más bien a Hawai a fines de junio. Por su parte, Morimoto tampoco pudo responder al requerimiento de visita, debido a las estrictas medidas del gobierno japonés para proveer divisas extranjeras, en un periodo en que la economía japonesa apenas estaba empezando a despegar después de la prolongada recesión económica de la posguerra. Empero, Morimoto recibió una invitación para dictar una serie de conferencias en la Universidad Central de Ecuador, y se detuvo en Costa Rica de paso hacia Quito, para hacer una breve evaluación de la actividad del Irazú. En vista de que la erupción se había convertido en una auténtica preocupación nacional, los periódicos de la fecha le dieron un espacio a su visita¹⁶, recalcando que correspondía a una cooperación del gobierno japonés, y que el gobierno costarricense solo se comprometía a su manutención durante la estadía.

Como resultado, Morimoto visitó dos veces el Irazú y brindó un informe el 4 de noviembre de 1963 (Fig. 2), dirigido al entonces Jefe del Departamento de Geología, Minas y Petróleo del Ministerio de Industrias (cuya sede era el edificio que hoy ocupa la Escuela Centroamericana de Geología), César Dóndoli, y ese mismo día se dio una conferencia de prensa, en donde Dóndoli actuó como traductor (Fig. 2).

¹⁵ Artículo citado: Alvarado, Guillermo E., Morales, Luis D. & Soto, Gerardo J., “Historia del desarrollo...”, p. 124.

¹⁶ Por ejemplo: *Diario de Costa Rica* del 8/10/63, *La Nación* del 8/10/63 y *La República* del 13/10/63.

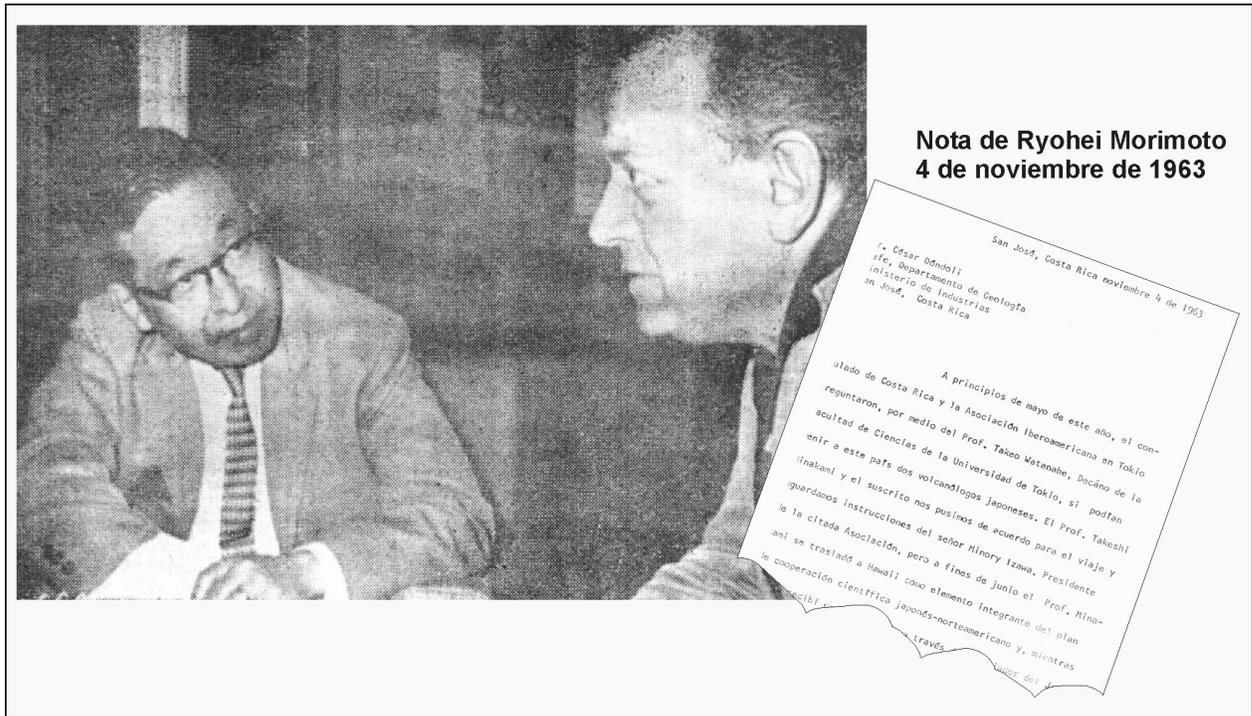


Figura 2: Declaraciones a la prensa del Prof. Ryohei Morimoto, con el Dr. César Dóndoli como intérprete, el 4 de noviembre de 1963 (tomada de *La República*, 5/11/1963). A la derecha, la primera página de la traducción de la nota del Prof. Ryohei Morimoto dirigida al Dr. César Dóndoli, el 4 de noviembre de 1963.

Las observaciones fueron breves y no dieron detalles de particular relevancia científica sobre el Irazú, y más bien fueron un discurso comparativo con su experiencia en los volcanes japoneses, pero pueden resaltarse algunos puntos de interés:

- No hay manera de impedir las erupciones ni de evitar los daños, sólo mitigarlos racionalmente.
- No hay manera fiable de predecir las erupciones, excepto pronósticos basados en prolongadas observaciones geofísicas, y por eso sugiere montar sismógrafos sensibles en cuatro lugares alrededor del volcán.
- “La ladera norte es el punto débil del volcán, pero si aconteciera aquí una erupción, el daño no sería muy grande porque hacia este lado no hay actualmente pobladores”.
- Sugiere establecer un monitoreo visual en la cima para alertar sobre las

dimensiones de las nubes de cenizas, así como geofísico.

- Es antieconómico variar la condición del cráter para impedir o desviar la difusión de la ceniza.
- Debe procederse al entrenamiento de personal joven en materia vulcanológica. De hecho, en la conferencia de prensa, abogó por la creación de una Sección de Vulcanología dentro del Departamento de Geología, Minas y Petróleo. Ante solicitud del gobierno costarricense se había obtenido una beca para un estudiante en Sismología e Ingeniería Sísmica, pero se consideraba que su formación tomaría tiempo y sería de utilidad futura¹⁷.

2.2. El USGS y la contribución de Kiguma J. Murata en el Irazú (1963-64)

Por su parte, el gobierno estadounidense también accedió a la petición de su homólogo costarricense, y envió un grupo de expertos, liderados por Kiguma Jack Murata, quien visitó el volcán y diseñó un proyecto de investigaciones técnicas que duraron hasta 1965.

Murata no era japonés exactamente, sino un descendiente de japoneses, nacido en California, con la ciudadanía estadounidense, quien trabajaba para el *United States Geological Survey* (USGS), basado en Menlo Park. Por eso me limito aquí a reseñar que llegó en setiembre de 1963, trabajó con científicos estadounidenses y costarricenses, produjo dos reportes para el gobierno de Costa Rica en octubre de 1963 y octubre de 1964, y publicó con sus colaboradores un trabajo pionero en la Vulcanología de Costa Rica¹⁸.

¹⁷ En efecto, el Ing. Franz Sauter participó en el curso de Ingeniería Sísmica ente 1963-64, según los datos de:

IISEE, "List of participants". *Year Book*, Vol. 26, 2001, pp. 92-94.

Libro citado: Nassar, Ana Lucía, *Relaciones Japón...*, p. 147.

¹⁸ Murata, Kiguma J., Dóndoli, César & Sáenz, Rodrigo, "The 1963-65 Eruption of Irazú Volcano, Costa Rica (The period of March 1963 to October 1964)". *Bulletin Volcanologique*, Vol. 29, 1966, pp. 765-793.

2.3. El aprendizaje en el Irazú (1963-65)

La erupción del Irazú se prolongó hasta febrero de 1965 y no solo produjo grandes cantidades de ceniza que se distribuyeron por grandes áreas del territorio nacional, sino que además, como efectos secundarios y ayudados por las fuertes lluvias, se dispararon lahares en varios ríos aledaños, y entre ellos, los del río Reventado produjeron serios daños económicos y la muerte de una veintena de personas en diciembre de 1963. Las instituciones de Costa Rica no permanecieron impávidas ante la emergencia y más bien obtuvieron un valioso aprendizaje. Geólogos del Departamento de Geología, Minas y Petróleo estuvieron trabajando durante la erupción, en combinación con los extranjeros (estadounidenses y franceses, principalmente, estos últimos en una misión de UNESCO), que en realidad solo estuvieron por periodos cortos. El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) tomó la iniciativa de crear la Oficina de Control de Ríos, que tuvo una destacada actuación en implementar sistemas de alerta en la cuenca del río Reventado, y que daría pie a la creación de la Oficina de Defensa Civil. También se construyó un búnker en la cima del Irazú, se montó un observatorio geofísico operado por el ICE y el apoyo de UNESCO (en marzo de 1964) y se instalaron estaciones sismológicas, una de ellas en el Sanatorio Durán, el sector sur del volcán. Además, fue posible obtener becas para la capacitación de científicos costarricenses en centros de los Estados Unidos, y se publicaron numerosos trabajos científicos e ingenieriles¹⁹.

Toda esta experiencia dio sus frutos en años posteriores. Sirva de ejemplo el volcán Rincón de la Vieja, que entró en erupción en setiembre de 1966, alcanzó su clímax en el primer semestre de 1967 y acabaría alrededor de agosto de 1970²⁰. Sin

¹⁹ Los detalles bibliográficos e históricos están ampliamente documentados en:

Alvarado, Guillermo E., *Volcanes de Costa Rica: Geología, historia y riqueza natural*. Editorial UNED, San José, 2000, pp. 268.

²⁰ Un detalle de la erupción se encuentra en:

Dirección web: <http://historia.fcs.ucr.ac.cr/dialogos.htm>

(Página 128 de 144) p. 128

embargo, al ser un área remota, con poca población y por tanto sin muchos efectos importantes, no tuvo gran trascendencia en la economía, ni se requirió ayuda externa, sino que fue abordada por la Oficina de Defensa Civil, que fuera creada durante la emergencia del Irazú.

3. EL ARENAL Y VULCANÓLOGOS JAPONESES, 1968

El volcán Arenal (Fig. 1) explotó trágicamente el 29 de julio de 1968, con un saldo de 78 víctimas y cuantiosas pérdidas económicas, por lo que una vez más el gobierno costarricense se vio obligado a requerir asistencia vulcanológica a los países amigos con experiencia: Japón y los Estados Unidos.

Takeshi Minakami, como se mencionó anteriormente, intentó infructuosamente visitar Costa Rica durante la erupción del Irazú, mas esta vez sí vino a Costa Rica, como cooperación del gobierno japonés. Arribó un grupo de tres científicos, dos del ERI de la Universidad de Tokio (Minakami y Sadao Utibori) y uno del *Hot Spring Research Institute* de la Prefectura de Kanagawa (Shiro Hiraga), quienes permanecieron un mes en el Arenal (fines de agosto – fines de setiembre de 1968), y como resultado, publicaron un artículo de notable interés²¹, que puede ser considerado también pionero en los estudios vulcanológicos en Costa Rica. No solo da un recuento de la cronología de la erupción en sus fases iniciales (la erupción sigue activa hasta el 2005), sino que además aborda observaciones sismológicas y geotérmicas y las relaciona con los procesos volcánicos. La singularidad de esta contribución radica principalmente en la larga experiencia previa de Minakami en Vulcanología Física, que había desarrollado en Japón. De hecho, él fue uno de los primeros en interesarse en las mediciones sismológicas en volcanes y tratar de

Soto, Gerardo J., Alvarado, Guillermo E., & Goold, Sonja, “Erupciones < 3800 a.P. del volcán Rincón de la Vieja, Costa Rica”. *Revista Geológica de América Central*, N° 29, 2003, pp. 67-86.

²¹ Minakami *et al.*, 1969. Ver detalle en el Apéndice.

interpretar su significado, de modo que acabó clasificando los sismos de origen volcánico en tipos A (sismos volcano-tectónicos) y B (volcánicos someros)²².

Los más importantes y novedosos ítemes tratados por este grupo japonés fueron: cálculos de la velocidad de eyección de bloques y bombas, el volumen de los piroclastos emitidos, la energía cinética liberada durante la erupción, el registro e interpretación de la actividad sismovolcánica (temblores tipos A, B y explosivos) que permitieron la localización de las fuentes de los tipo A entre 1 y 10 kilómetros bajo la superficie en el área sureste del cono del Arenal, y la fuente de los tipos B y explosivos, en el área de los cráteres activos. En sus observaciones geotérmicas no encontraron, sin embargo, anomalías importantes. En un trabajo posterior sobre la predicción de erupciones volcánicas, Minakami utilizó el ejemplo de la sismicidad del Arenal como una posible herramienta predictiva (Fig. 3)²³.

A pesar de que este grupo japonés trabajó de manera prácticamente independiente por un corto periodo, sus observaciones sismológicas y clasificación de los sismos en el Arenal, sentó las bases sobre las que ulteriores clasificaciones y estudios sismológicos se planificaran en este volcán.

²² Minakami, Takeshi, “Fundamental research for predicting volcanic eruptions (I)”. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, Vol. 38, 1960, p. 497-544.

²³ Minakami, 1974. Ver detalle en el Apéndice.

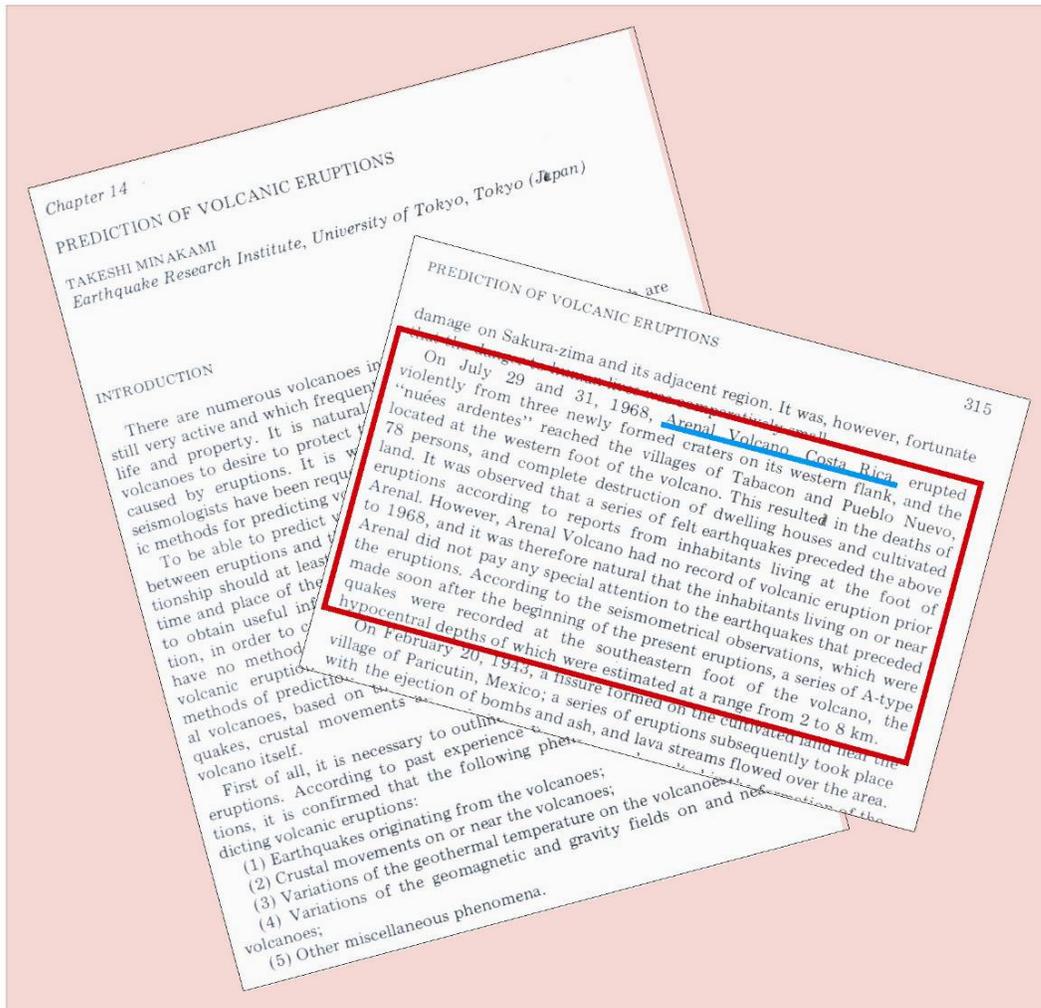


Figura 3: El trabajo de Minakami (1974), y su ejemplificación del Arenal.

4. TOSIMATU MATUMOTO Y SUS CONTRIBUCIONES EN EL ARENAL Y SISMOLOGÍA REGIONAL

Desde 1965 el ICE inició una serie de estudios de reconocimiento geológico en el área del volcán Arenal, cuyo objetivo final era la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Arenal, cuya presa se encontraría a 6 kilómetros del volcán. Con el inicio de la erupción del Arenal en 1968, el ICE estaba preocupado por su posible influencia en el proyecto, y por lo tanto, se planearon estudios de evaluación vulcanológica y sismológica. Además, en abril de 1973 ocurrió el Terremoto de Tilarán (M=6,5) que

afectó también el área del proyecto hidroeléctrico, lo cual disparó la decisión de llevar a cabo observaciones sismológicas instrumentales detalladas.

Tosimatu Matumoto, quien era asistente de T. Hagiwara en el ERI de la Universidad de Tokio antes de irse a la Universidad de Texas, había asimismo llevado a cabo un estudio sismológico preliminar en Costa Rica en 1968²⁴, por lo que en 1974 se le asignó la tarea de diseñar y montar una red sismológica alrededor del área del proyecto en Arenal y de una cobertura además regional. Tal red fue la primera de índole telemétrica en Costa Rica, y consistió de siete estaciones.

Matumoto fue tremendamente apoyado por la recientemente creada Sección de Sismología en el ICE y por sus colaboradores de la Universidad de Texas, que incluía a otro japonés, Masakazu Ohtake, quien había trabajaba en el *International Institute of Seismology and Earthquake Engineering*, de Tokio y estuvo como investigador visitante en Texas entre 1974-75. El aporte de Ohtake se dio en la interpretación de sismogramas de Costa Rica, análisis computacional de hipocentros y de ondas sísmicas²⁵. Bajo el liderazgo de Matumoto, se hicieron varias contribuciones importantes al conocimiento de la sismicidad de Costa Rica e influyó ostensiblemente en los estudios de sismicidad volcánica del Arenal (ver referencias en el Apéndice, Fig. 4). Entre ellas destacan:

- Un modelo de corteza para el noroeste de Costa Rica, que aún se usa, con algunas modificaciones.
- La definición e identificación de fallas activas alrededor del Proyecto Hidroeléctrico Arenal, incluyendo la causante de la ruptura que originó el Terremoto de Tilarán mencionado.
- El reconocimiento y definición de la actividad sismovolcánica del volcán Arenal siguiendo y ampliando los modelos de Minakami, dirigidos hacia la posible predicción de actividad volcánica anómala.
- La interpretación de la zona de Wadati-Benioff bajo Costa Rica, así como su segmentación en dos diferentes planos, uno en el noroeste de Costa Rica y el otro

²⁴ Matumoto, 1968. Ver detalle en el Apéndice.

²⁵ Comunicación escrita de M. Ohtake, 20 de junio del 2002.

en su parte central.

Sus contribuciones fueron principalmente publicadas como informes internos del ICE, a lo largo de numerosos viajes a Costa Rica a durante casi diez años hasta su retiro. No obstante, varias publicaciones importantes aparecieron en varias revistas internacionales, con su coautoría (ver referencias en el Apéndice).

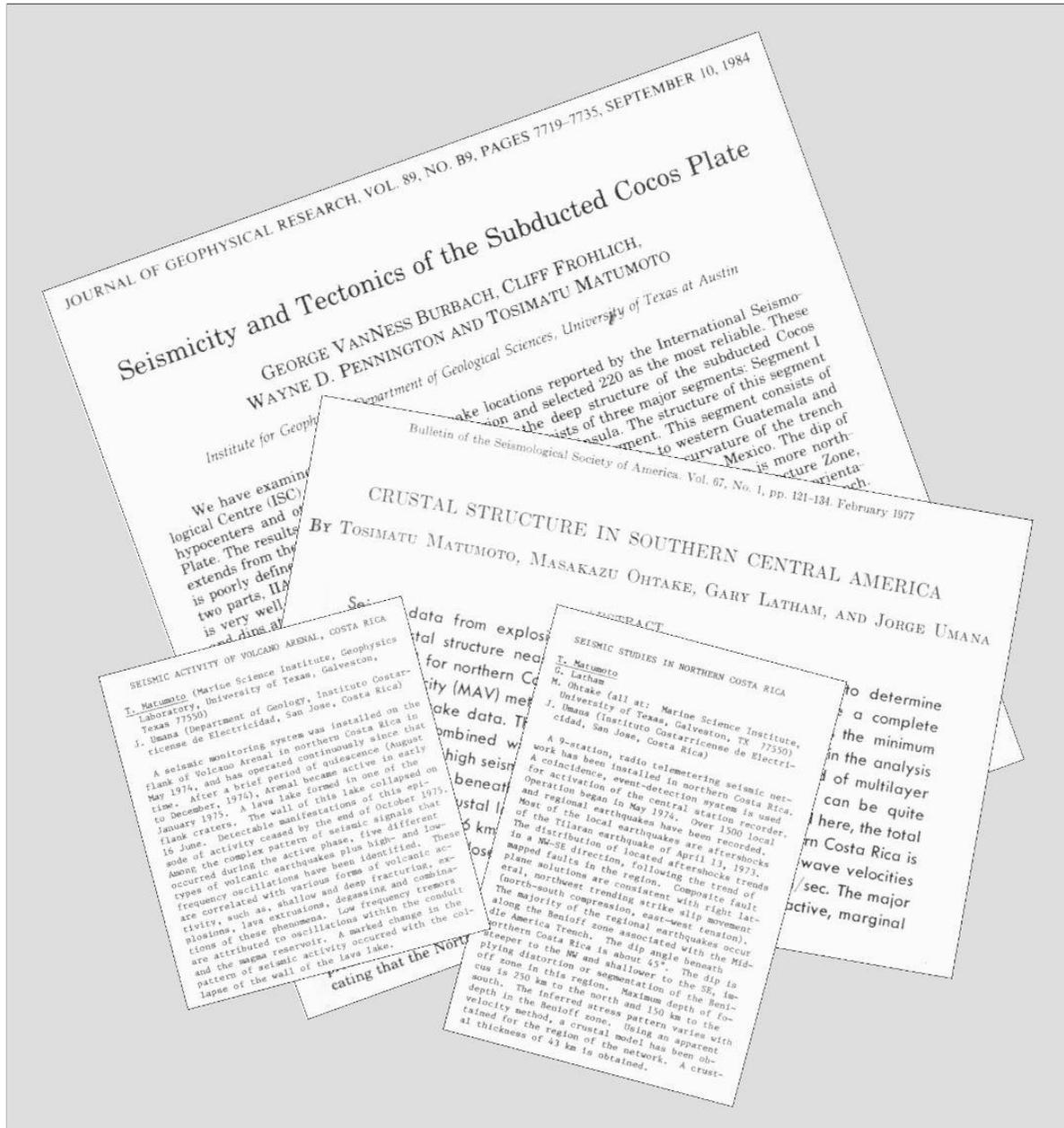


Figura 4: Algunas de las publicaciones de Tosimatu Matumoto y colaboradores relativas al volcán Arenal y la Sismología de Costa Rica y regional.

5. CONTRIBUCIONES DE SETUMI MIYAMURA A LA SISMOLOGÍA DE COSTA RICA Y ALREDEDORES

Setumi Miyamura trabajaba para el ERI de la Universidad de Tokio, cuando fue enviado por JICA (*Japan International Cooperation Agency*) como experto al ICE en 1974. Sin embargo, puesto que Matumoto ya había iniciado trabajos sismológicos en el área de Arenal, Miyamura se dedicó a estudios más regionales, en los que invirtió tres periodos en Costa Rica: de abril de 1974 a marzo de 1975, de junio de 1975 a enero de 1976, y de abril de 1978 hasta marzo de 1979. Durante su estadía en Costa Rica (Fig. 5), Miyamura no solo trabajó en conexión con el ICE y la Escuela Centroamericana e Geología de la Universidad de Costa Rica (UCR), sino además con la Escuela de Geografía de la Universidad Nacional (UNA) y el Instituto de Investigaciones Sociales de la UCR, donde publicó varios interesantes avances de investigación (ver detalles en Apéndice) relacionados con la historia de las observaciones sismológicas en América Central y la reinterpretación de las magnitudes de grandes sismos.



Figura 5: Setumi Miyamura en trabajo de campo. a) En el volcán Irazú en 1974 con Izumi Yokoyama (centro) y Harmen Van der Bilt (UCR, derecha). b) En el Observatorio Sismológico de Chiripa en 1978, sede de registro de la Red Sismológica de Arenal, con Guillermo Ávila (ICE, derecha). c) En Tilarán en abril de 1978, con Jorge Umaña (ICE, izquierda). Fotos cortesía de Setumi Miyamura.

Su mayor contribución fue sobre la sismicidad histórica de Costa Rica y América Central, permitiendo una completitud satisfactoria de la reinterpretación de los catálogos de temblores, que habían sido donados por JICA a la UCR. En su libro sobre la Sismicidad de Costa Rica (Fig. 6, ver detalle en Apéndice), compila los temblores que

ocurrieron desde el periodo colonial hasta el decenio de 1960, usando y correlacionando varios catálogos previos e informaciones de las hemerotecas, llegando a deducir importantes parámetros como magnitudes y fuentes de tales sismos. El libro también incluye mapas de intensidades para varios eventos entre 1953 y 1970. Tal libro se ha constituido en una fuente básica para el entendimiento de la sismicidad en Costa Rica.

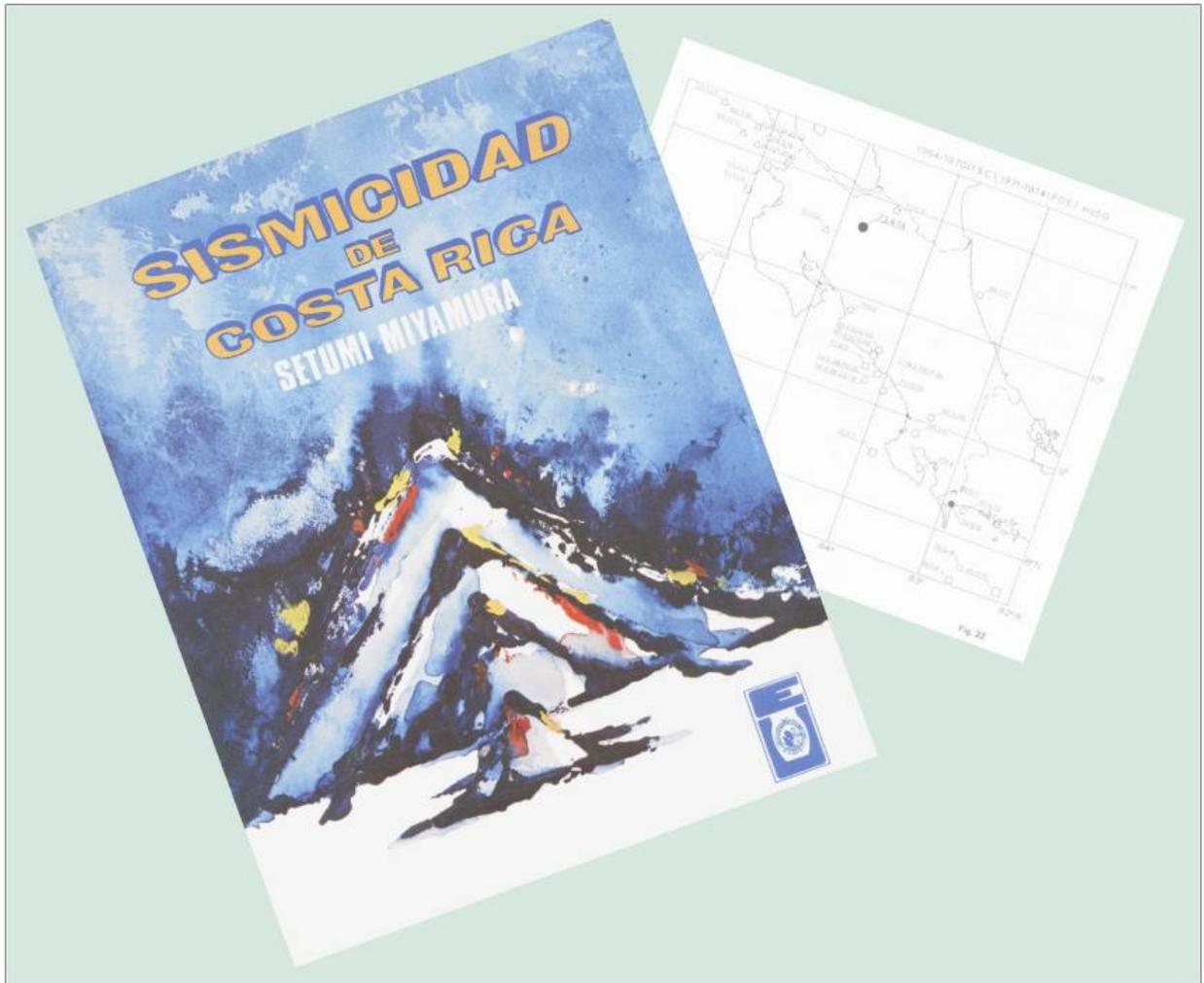


Figura 6: Portada del libro “Sismicidad de Costa Rica”, de Setumi Miyamura, con un ejemplo de las figuras (Fig. 22 del Capítulo I).

Otra contribución sustancial fue su artículo sobre movimientos corticales recientes en Costa Rica²⁶. En este artículo comparó datos inéditos de nivelación precisa llevados a cabo por el Instituto Geográfico Nacional entre los decenios de 1940 y 1960 a lo largo del país entre costa y costa, con los que concluyó un levantamiento tectónico reciente y activo de entre 1-2 milímetros por año en las cadenas montañosas del centro de Costa Rica. Aún más, encontró un levantamiento superpuesto de la costa caribe de cerca de 200 milímetros, el cual interpretó que fue causado por el movimiento tectónico asociado al temblor de magnitud 5,9 ocurrido en enero de 1953, cuyo epicentro relocalizó cerca de las faldas caribes de la cadena montañosa. Este último caso es típico de temblores de sobrecorrimiento en esta área, no reconocidos hasta ese momento, pero que fueron muy bien documentados durante el Terremoto de Limón de abril de 1991 (M=7,7), el cual levantó la costa hasta 1,5 metros²⁷. Recientes mediciones con aparatos del sistema de posicionamiento global (GPS) en Costa Rica han mostrado un levantamiento del centro de Costa Rica y una subsidencia del Pacífico noroeste²⁸, lo que demuestra el carácter pionero del trabajo de Miyamura en estudios geodésicos aplicados a la tectónica de Costa Rica.

Otro trabajo significativo de Miyamura fue sobre la reinterpretación de parámetros de los terremotos del área de Cartago de 1910, publicado en coautoría con un investigador nacional²⁹. Sus enseñanzas y colaboraciones dieron paso y reforzaron el interés directo de investigadores en Sismología en Costa Rica.

Las contribuciones de Miyamura no solo estuvieron restringidas a sus publicaciones. Ante sus recomendaciones, JICA donó en 1978 una estación sismológica (de tres componentes de periodo largo y medio y una componente vertical de periodo corto) a la UCR, la cual aún trabaja y registra sismos (estación La Lucha de la Red Sismológica

²⁶ Miyamura, 1975. Ver detalle en Apéndice.

²⁷ Denyer, Percy, Arias, Olman & Personius, Stephen, "Efecto tectónico del terremoto". *Revista Geológica de América Central*, volumen especial Terremoto de Limón, 1994, pp. 39-52.

²⁸ Lundgren, P., Protti, M., Donnellan, A., Heflin, M., Hernandez, E. & Jefferson, D., "Seismic cycle and plate margin deformation in Costa Rica: GPS observations from 1994 to 1997". *Journal of Geophysical Research*, Vol. 104, N° B12, 1999, pp. 28915-28926.

²⁹ Montero & Miyamura, 1981. Ver detalle en Apéndice.

Nacional, RSN). En 1975 abogó por la creación de una red sismológica nacional permanente, que derivó en la creación de las dos redes actuales, la RSN y otra en la UNA. Además, bajo su influencia, el *International Institute of Seismology and Earthquake Engineering* de Tsukuba, reforzó los programas de becas a estudiantes y profesionales costarricenses, cuyo número totalizó 18 participantes entre 1975 y 1999, contra solo 3 entre 1963-72³⁰.

Durante su estadía en Costa Rica además, canalizó la visita de Izumi Yokoyama, investigador en Vulcanología (en ese tiempo profesor en la Universidad de Hokkaido), quien hizo algunas observaciones menores a los volcanes de Costa Rica (Figura 6a) y brindó una charla magistral en la Escuela Centroamericana de Geología de la UCR titulada “Infrared studies of Japanese volcanoes”, el 3 de setiembre de 1974³¹.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Un impulso decisivo a la investigación geocientífica en Costa Rica fue dado indirectamente por la actividad del Irazú en 1963-65, lo que ha determinado a que en la historia de las geociencias en este país sea nominada como la “Etapa geocientífica y geotecnológica moderna” a partir de 1963³². Otro fenómeno volcánico, la más trágica erupción en la historia de Costa Rica, la del Arenal en 1968, dio otro impulso para la promoción de la investigación geocientífica en el país. Un último evento, el Terremoto de Tilarán de 1973, también fue clave. Parte del trabajo fue dado por la conjunción de una comunidad científica local novata en el manejo de tales emergencias, con la de científicos extranjeros que trabajaron a su lado, o bien dejaron algunas enseñanzas directas o indirectas. Dentro de los que dejaron enseñanzas e impulsos, directa o indirectamente

³⁰ Artículo citado: IISEE, “List of participants”, pp. 92-94.

³¹ Comunicación escrita de I. Yokoyama, 4 de junio del 2002.

³² Artículo citado: Alvarado, Guillermo E., Morales, Luis D. & Soto, Gerardo J., “Historia del desarrollo...”, p. 121-142.

Alvarado, Guillermo E. & Soto, Gerardo J., “Volcanic eruptions as triggers for geoscientific development in Costa Rica”. *INHIGEO Symposium Volcanoes and History*, Italia, 1995, Abstract Volume, pp. 62-63.

para algunas de las realizaciones de estas instituciones, o bien que fueran usados en sus investigaciones ulteriores, destacan los japoneses Takeshi Minakami, Tosimatu Matumoto y Setumi Miyamura, quienes estuvieron en los decenios de 1960 y 1970.

Algunas instituciones geológicas ya existían en el decenio de 1960, y otras, en parte por las experiencias de las emergencias, y en parte por el empuje de los colaboradores extranjeros, fueron creadas o impulsadas a la creación. Algunas resultaron efímeras, como el observatorio en el Irazú, mientras que otras evolucionaron, como la Oficina de Defensa Civil, que luego con los años daría pie a la Comisión Nacional de Emergencias.

Ciertamente hubo otros acicates adicionales para la Geología, como la exploración petrolera y minera en Costa Rica en los decenios de 1950-60. La evolución de las instituciones geológicas y la consolidación de la comunidad geocientífica en Costa Rica se torna palpable desde la segunda mitad del decenio de 1960: en el seno de la UCR se dio pie a que en abril de 1967 se creara la carrera de Geología, aunque finalmente no se diera el funcionamiento de la Escuela Centroamericana de Geología hasta 1970³³. Instituciones gremiales, como la Asociación de Geólogos de Costa Rica se había creado en 1966 y derivó en el Colegio de Geólogos de Costa Rica en julio de 1973, a partir de su ley de creación. En el ICE, en el ya existente Departamento de Geología, se crea la Sección de Sismología, y esta recibe el apoyo de Matumoto y Miyamura en su inicio. La Escuela Centroamericana de Geología de la UCR creó la Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica en 1973, que empezó a operar estaciones fijas y portátiles con el apoyo de la OEA y se enriqueció con la donación de JICA de una estación múltiple. Los derroteros comunes entre la UCR y el ICE, llevaron años después (1982) a la conjunción de la Red Sismológica Nacional (RSN:ICE-UCR), mientras que por otra parte, se creó el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de la UNA, en 1978 (Fig. 7).

³³ Castillo, Sonia I. & Peraldo, Giovanni, “Reseña histórica Escuela Centroamericana de Geología”. *Revista Informe Semestral, Instituto Geográfico Nacional*, Vol. 36, 2000, pp. 97-122.

Todas estas instituciones creadas y fortalecidas en el decenio de 1970 contribuyeron luego a que las Geociencias costarricenses se insertaran definitiva y fructíferamente en la comunidad internacional.

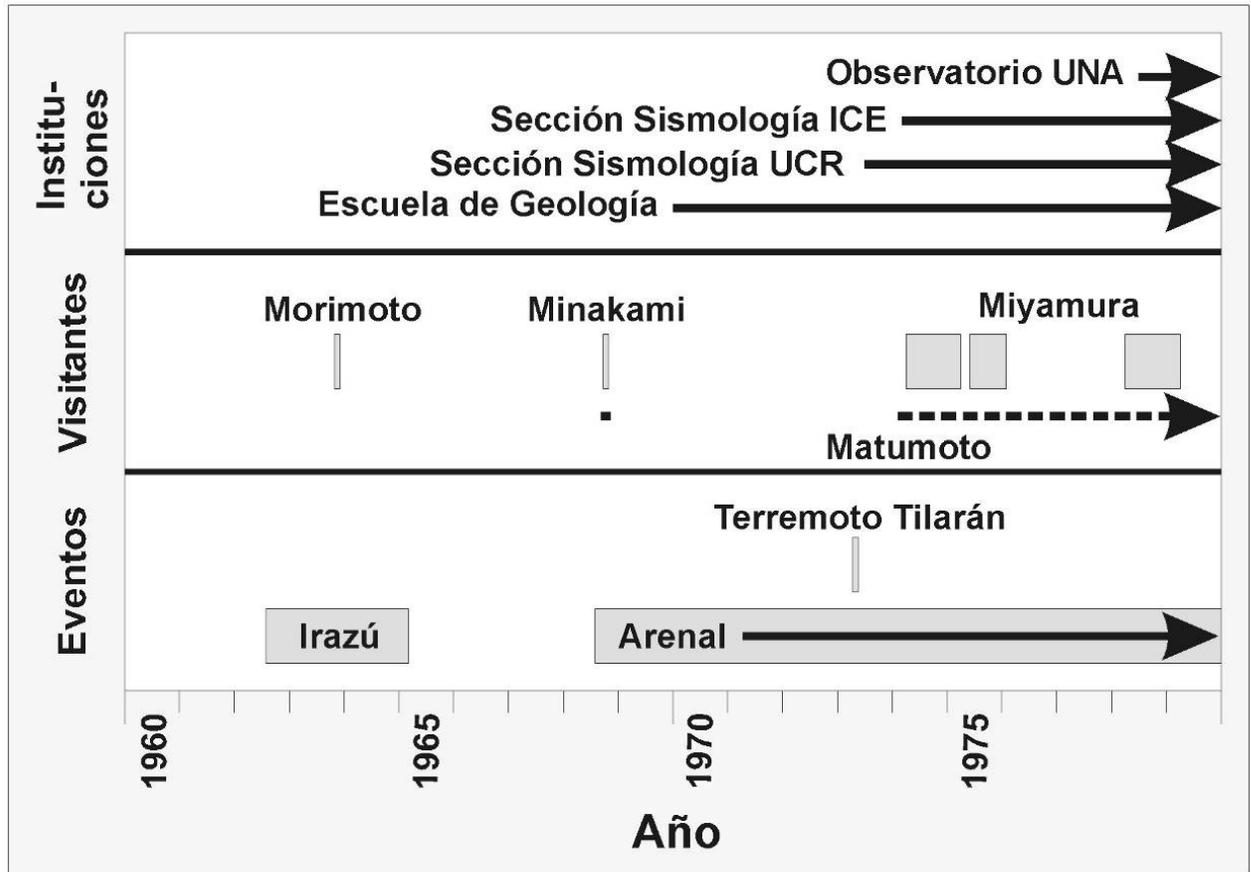


Figura 7: Gráfico sumario de los eventos geológicos más importantes, las fechas de visitas de geocientíficos japoneses y las instituciones geocientíficas mencionadas en el texto.

APÉNDICE

Publicaciones de T. Matumoto, T. Minakami y S. Miyamura sobre Costa Rica

Alvarado, Guillermo E., **Matumoto, Tosimatu**, Borgia, Andrea & Barquero, Rafael (1988), “Síntesis geovulcanológica del Arenal (Costa Rica): 20 años de continua actividad eruptiva (1968-1988)”. *Boletín del Observatorio Vulcanológico del Arenal*, 1: 1-55, Costa Rica.

Barquero, Rafael, Alvarado, Guillermo E. & **Matumoto, Tosimatu** (1992), “Arenal Volcano (Costa Rica) Premonitory Seismicity”, en [P. Gasparini, R. Scarpa, & K. Aki (eds.)], *Volcanic Seismology*, IAVCEI Proceedings in Volcanology, Springer, 3: 84-95.

Burbach, George V., Frohlich, Cliff, Pennington, Wayne D. & **Matumoto, Tosimatu** (1984), “Seismicity and Tectonics of the Subducted Cocos Plate”. *Journal of Geophysical Research*, 89, B9: 7719-7735.

Matumoto, Tosimatu (1968), “Seismological observations at Mount Arenal and other volcanoes in Costa Rica”. Informe inédito, 3 pp.

Matumoto, Tosimatu (1976), “Prediction of a volcanic eruption implied from seismic data”. *Revista Geográfica*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 5: 285-293.

Matumoto, Tosimatu & Umana, Jorge (1976), “Informe sobre las erupciones del volcán Arenal ocurridas el 17 de junio de 1975”. *Revista Geográfica*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 5: 299-315.

Matumoto, Tosimatu, & Umaña, Jorge (1977), “Seismic Activity of Volcano Arenal, Costa Rica”. *EOS Transactions American Geophysical Union*, 58-6: 540.

Matumoto, Tosimatu, Latham, Gary, Ohtake, Masakazu, & Umana, Jorge (1976), “Seismic Studies in Northern Costa Rica”. *EOS Transactions American Geophysical Union*, 57-4: 290.

Matumoto, Tosimatu, Ohtake, Masakazu, Latham, Gary & Umaña, Jorge (1977), “Crustal Structure in Southern Central America”. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 67-1: 121-134.

Minakami, Takeshi (1974), “Prediction of volcanic eruptions”, en [L. Civetta, P. Gasparini, G. Luongo, & A. Rapolla (eds.)], *Physical Volcanology*. Elsevier, New York, pp. 313-333.

Minakami, Takeshi, Utibori, Sadao & Hiraga, Shiro (1969), “The 1968 Eruption of Volcano Arenal, Costa Rica”. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 47: 783-802.

Miyamura, Setumi (1975), “Recent crustal movements in Costa Rica disclosed by relevelling surveys”. *Tectonophysics*, 29: 191-198.

Miyamura, Setumi (1976a), “On seismicity of Costa Rica”. *Revista Geofísica*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 5: 57-58.

Miyamura, Setumi (1976b), “Important aspects of Costa Rican seismicity”. *Revista Geofísica*, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, México, 5: 317-326.

Miyamura, Setumi (1976c), “Desarrollo histórico de las observaciones sismológicas, con referencia especial a los movimientos sísmicos centroamericanos”. *Avances de investigación*, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad de Costa Rica, 9, 28 pp.

Miyamura, Setumi (1976d), “Aspectos importantes de la sismicidad en Costa Rica”. *Avances de investigación*, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad de Costa Rica, 10, 20 pp.

Miyamura, Setumi (1976e), “Magnitudes provisionales de los sismos centroamericanos no anotados en los catalogos de magnitudes de Gutenberg y Richter y Rothe”. *Avances de investigación*, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad de Costa Rica, 17, 16 pp.

Miyamura, Setumi (1976f), “Historical Development of Global Seismological Observations with Special Reference to the Middle American Earthquakes”. *Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering*, Tsukuba, Japan, 14: 2-39.

Miyamura, Setumi (1976g), “Provisional Magnitudes of Middle American Earthquakes not Listed in the Magnitude Catalogue of Gutenberg-Richter”. *Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering*, Tsukuba, Japan, 14: 41-46.

Miyamura, Setumi (1978), “Magnitudes of Larger Earthquakes not Included in the Gutenberg-Richter Magnitude Catalogue”. *Tectonophysics*, 47: 171-184.

Miyamura, Setumi (1980), *Sismicidad de Costa Rica*. Editorial Universidad de Costa Rica, 190 pp.

Montero, Walter & **Miyamura, Setumi** (1981), “Distribución de intensidades y estimación de los parámetros focales de los terremotos de Cartago de 1910, Costa Rica, América Central”. *Informe Semestral Instituto Geográfico Nacional*, Julio-Diciembre, pp. 9-34, Costa Rica.

