

CONSEJO DE DIRECCION

Daniel Camacho
Teresa Quirós
Mario Fernández

AVANCES DE INVESTIGACION

Año 1976

Nº 10

ASPECTOS IMPORTANTES DE LA SISMICIDAD EN COSTA RICA

Setumi Miyamura

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

En la serie "Avances de Investigación" se publican los trabajos del Instituto de Investigaciones Sociales con el propósito de suscitar debates y críticas que permitan mejorarlos antes de su publicación definitiva.

CUBIERTA: Serpiente emplumada, Cerámica Vallejo Policromo de la Gran Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Propiedad de Molinos de Costa Rica.

La serpiente emplumada se manifiesta como una constante de la simbología precolombina desde América del Norte hasta América del Sur y está relacionada con la sabiduría semi-divina a lo largo de la historia.

Correspondencia y canje dirigirlos a:
Centro de Documentación
Instituto de Investigaciones Sociales
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
Apartado 49
San Pedro de Montes de Oca
San José, Costa Rica.

**ASPECTOS IMPORTANTES DE LA SISMICIDAD
EN COSTA RICA**

SETUMI MIYAMURA

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

1976

Esta investigación fué traducida del Inglés al Castellano
por el Sr. Carlos Francisco Echeverría y revisada en
sus aspectos formales por el Lic. Juan Caviedes

PRESENTACION

Este trabajo presenta algunas consideraciones acerca de los aspectos principales de la sismicidad de Costa Rica, y de la necesidad urgente del país de contar con un adecuado registro de movimientos sísmicos, así como de organismos especialmente dedicados al estudio científico de la vulcanología y sismología en el país.

Es sumamente valiosa la evaluación que realiza de las fuentes existentes para el estudio de la sismología, tanto nacionales como extranjeras, en base a la comparación de la información proporcionada por ellas con la correspondiente a la prensa nacional, lo que le ha permitido al autor elaborar un catálogo provisional de los sismos de Costa Rica. Son notables los mapas que presenta de los epicentros de los sismos principales correspondientes a los períodos 1904-1952, 1953-1966 y 1964-1974.

Esta evaluación lo lleva a examinar las necesidades futuras de la investigación en sismología del país, en el sentido de que permitan hacer una estimación de la posible intensidad sísmica en cualquier sitio en que existan construcciones susceptibles de ser dañadas, para lo cual es necesario orientar la investigación hacia la determinación de la forma en que decae la intensidad sísmica según la distancia epicentral, lo cual depende de la estructura geológica específica de la región.

Finalmente, hace una síntesis de las características sísmicas de Costa Rica, definiendo tres zonas, correspondientes a la zona del Pacífico Norte, el interior del país y la zona sur. De esto deduce que si bien la acción catastrófica de los sismos no ha sido muy grande en el pasado, es necesario tomar precauciones en las construcciones que se realizan en todo el país, especialmente en Guanacaste, en la Meseta Central

y en la Costa del Pacífico.

Así, el Dr. Miyamura apunta hacia un aspecto muy importante de la vida nacional, hacia la necesidad de estudiar la actividad tectónica en el país y sus posibles efectos destructivos, lo que debe llevar, según él, a tomar las debidas precauciones en la planificación de las construcciones de forma que se aminoren esos efectos destructivos.

Es por esto que nos parece importante dar a **conocer esta investiga**-ción ya que es un gran aporte a los estudios de la realidad de Costa Rica.

Dr. Daniel Camacho, Director
Instituto de Investigaciones Sociales

R E C O N O C I M I E N T O S

El trabajo ahora presentado fue completado mientras el autor fue enviado por la JICA (Japanese international cooperation Agency) al ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) de Costa Rica, desde abril 1974 hasta marzo 1975. El manuscrito fue terminado en el INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES de la Universidad de Costa Rica. El autor expresa su gratitud al Ing. Jorge Umaña del ICE, al Lic. Cevo de la Universidad Nacional Autónoma y, al Dr. Daniel Camacho de la Universidad de Costa Rica, quienes lo estimularon y colaboraron con él, durante la realización de este estudio.

I N D I C E

Cap. 1:	Síntesis de la actividad sísmica en Costa Rica	Pág. 1
Cap. 2:	Antecedentes para estudios sismológicos en Costa Rica	3
Cap. 3:	Limitaciones de la información sismológica internacional	7
Cap. 4:	Estudios realizados y necesidades futuras	9
Cap. 5:	Características sísmicas de Costa Rica. Síntesis.	11
Figuras: Presentación		
Fig. 1	Epicentros de los sismos ocurridos en y cerca de Costa Rica en el período 1904 - 1952	16
Fig. 2	Epicentros de los sismos ocurridos en y cerca de Costa Rica en el periodo 1953 - 1965	16
Fig. 3	Epicentros de los sismos de magnitud ≥ 5 dentro y cerca de Costa Rica en el periodo 1964 - 1970.	16

CAPITULO I: SINTESIS DE LA ACTIVIDAD SISMICA EN COSTA RICA

Costa Rica está situada en el borde oriental del Cinturón Sísmico Circumpacífico. La sismicidad de Costa Rica es, junto con la de su vecina oriental, Panamá, un tanto más débil que la del resto del Cinturón. Solamente Costa Rica ha sufrido unos pocos sismos destructivos durante los últimos cien años. Los terremotos de Cartago del 13 de abril y el 4 de mayo de 1910, que devastaron la antigua capital completamente, con varios cientos de muertos, fueron las peores catástrofes históricas que todavía recuerde la gente de este país. El último sismo destructivo tuvo lugar el 4 de marzo de 1924, dejando serios daños en la parte Este de la Meseta Central: San Ramón, Naranjo, Orotina, etc. Aparte estos dos, también se encuentran en los catálogos internacionales^{1/} muchos sismos de gran magnitud. No obstante, no fueron muy destructivos, en parte a causa de sus profundidades focales relativamente hondas y/o de la no existencia de construcciones susceptibles de dañarse a causa de los terremotos en las regiones epicentrales, en ese entonces no desarrolladas.

Desde el terremoto de Guanacaste del 5 de octubre de 1950, $M=7.7$,^{**} localizado instrumentalmente en la frontera con Nicaragua (11.5 grados N y 85.0 grados O) con 50 Km de profundidad focal, no ha ocurrido ningún sismo de gran magnitud dentro o cerca de Costa Rica. Y, desde el terremoto de San Ramón del 4 de marzo de 1924 el país no ha sufrido ningún

^{1/} For ejemplo, Gutenberg, Richter: 1954

^{**} M = magnitud.

terremoto de consecuencias desastrosas, si bien se han experimentado temblores que han causado daños menores de cuando en cuando, e. g. el terremoto de Limón del 7 de enero de 1953 y el terremoto de Tilarán del 13 de abril de 1973.

CAPITULO II: ANTECEDENTES PARA ESTUDIOS SISMOLOGICOS EN COSTA RICA

Una consecuencia de la poca frecuencia sísmica de Costa Rica se ha reflejado en el hecho de que la sismología haya sido un tanto ignorada por los círculos sociales, políticos y científicos ya que el punto culminante de la sismología en Costa Rica, que siguió a los terremotos de Cartago en 1910, había desaparecido en la segunda mitad de ese mismo año.

Ya en 1888 se inició la primera observación sismográfica por parte del Instituto Físico Geográfico, fundado por el suizo Henry Pittier en San José. Luego de los terremotos de Cartago, Cleto González Víquez, entonces Presidente de la República, estableció el Centro de Estudios Sismológicos (C.E.S.) y publicó un libro, en el que se incluía toda la información disponible sobre fenómenos sísmicos y volcánicos en Costa Rica (González Víquez, 1910). Se puede trazar las actividades del C.E.S. en la bibliografía compilada por el presente autor (Miyamura, 1975a)

Aparte del libro de González Víquez, se encuentra información sobre sismos de los siglos pasados en Montessus de Ballore (1888).. Miyamura y Leeds (1975) prepararon un extracto de este último en lo que se relaciona con Costa Rica, e hicieron correcciones y notas comparándolo con González Víquez (1910). Esto se hizo en vista de que el libro de Montessus de Ballore (1888) es actualmente muy difícil de obtener, y González Víquez (1910) no es muy reconocido internacionalmente.

Muy lamentablemente la actividad del C.E.S. declinó rápidamente, y nunca apareció el segundo volumen de su boletín. A partir de 1922,

la observación sismológica es muy pobre (Miyamura, 1975). No obstante, el servicio sismológico de rutina, aunque fuera sin instrumentos, parece haberse continuado en el observatorio nacional por lo menos hasta 1969, si bien la administración de la oficina sismológica pasó por varias manos en este último medio siglo. De todos modos, nunca han sido publicados los resultados de las observaciones sismológicas, y actualmente solo se los puede encontrar en los periódicos viejos, para los períodos restringidos posteriores a sismos destructivos o alarmantes. (Miyamura, 1975b)

Finalmente, en 1970, el Servicio Meteorológico y Sismológico se convirtió en Servicio Meteorológico (actualmente Instituto "Meteorológico Nacional"), y Costa Rica perdió de hecho la dependencia gubernamental encargada de los servicios sismológicos y volcanológicos. Nominalmente, por ley, la Dirección de Geología, Minas y Petróleos y la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica han sido encargados del asunto, pero en realidad no se ha hecho nada en el campo de la sismología desde 1970.

Luego del Simposio sobre Vulcanología y Sismología efectuado del 21 al 24 de octubre de 1974 en la Universidad Nacional de Heredia, se estableció el Comité Permanente pro Creación del Centro Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Chaves, 1975). La Escuela Centroamericana de Geología, la Universidad de Costa Rica y la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional tienen todas sus respectivos programas de sismología (Dóndoli y Rogers, 1975 y Aguilar y Cero, 1974) y el Departamento de Física de la Universidad de Costa

Rica espera tener cátedras de geofísica, que incluirán las de sismología y de física del interior de la tierra (Coen, 1974). Todos estos proyectos deben ser estimulados y bien coordinados entre sí, a fin de efectuar el servicio sismológico de rutina y que sea posible para los costarricenses realizar estudios e investigación en el campo de la sismología tan pronto como sea posible.

CAPITULO III: LIMITACIONES DE LA INFORMACION SISMOLOGICA INTERNACIONAL

No es posible realizar estudios científicos o de ingeniería de los fenómenos sísmicos sin un catálogo confiable de sismos. En cuanto a Costa Rica no existe ningún catálogo salvo el de González Viquez (1910). Lo habitual es utilizar los catálogos internacionales tales como los de: Gutenberg y Richter (1954); Rothe, (1969); Duda (1965); o el catálogo regional del ISC^{*} (1964-1975). También son útiles el ISS^{**} y el boletín mensual del BCIS^{***}. En el de Montessus de Ballore (1888) se encuentra información sobre fenómenos macrosísmicos, así como en Ssiberg (1923), BSSA (1911-1975), UIS (1938-1963) y UNESCO (1964-1971).

El autor seleccionó los sismos ocurridos dentro y cerca de Costa Rica a partir de esas referencias, y comparó esa información con la aparecida en los periódicos locales (Miyamura, 1975b). Como resultado de este estudio se compiló un catálogo provisional de los sismos de Costa Rica (Miyamura, 1975e).

Los mapas de epicentros se construyeron basados sobre:

- a- Gutenberg y Richter (1954) para el período 1904-1952,
- b- Rothe para el período 1953-1966
- c- ISC y PDE^{****} para 1964-1974.

Estos mapas se presentan con clasificaciones según la magnitud y la profundidad focal, y con los efectos macrosísmicos consignados por los periódicos locales (Fig. 1-3).

* ISC. International Seismological Center

** ISS. International Seismological Summary

*** BCIS. Bureau Central International Seismologie

**** PDE. Preliminary Determination. 7 epicenters.

El hecho de que la peor tragedia sísmica de Costa Rica (1910, en Cartago), haya sido ignorada por Gutenberg y Richter (1954) sorprendería a los costarricenses. Igualmente sorprendente para los sismólogos, podría ser el hecho de que el sismo que se produjo el 11 de mayo de 1969, en Puerto González Víquez, cerca de la frontera con Panamá, no se encuentra registrado no en ISC, ni en PDE, a pesar de que actualmente se cree, que estos Centros, localizan cualquier acontecimiento sísmico hasta de magnitudes de longitud de onda m tan bajas como 4.75 en esta parte del mundo.

CAPITULO IV: ESTUDIOS REALIZADOS Y NECESIDADES FUTURAS

A fin de hacer una estimación de la posible intensidad sísmica en cualquier sitio en que haya construcciones, es indispensable saber cómo decae la intensidad sísmica según la distancia epicentral para un terremoto de magnitud y profundidad focal dadas. Tales relaciones se establecen en Japón, en California y en muchas otras partes del mundo, y difieren en cada lugar, de acuerdo con las estructuras geológicas de las regiones.

Hasta el momento no se ha publicado ningún registro de la disminución de intensidades para Costa Rica, y es indispensable recolectar los datos necesarios para este estudio. Afortunadamente, para el período 1953-1969, Elliot Coen París, (del Departamento de Física de la Universidad de Costa Rica), recolectó las fichas correspondientes a las intensidades sísmicas en diferentes partes del país, mientras trabajaba en el Servicio Meteorológico y Sismológico; tales fichas se mantienen en el Instituto Meteorológico Nacional (I.M.N.). Las fichas fueron interpretadas y, de ellas dibujaron muchos mapas de distribución de intensidad para los sismos cuyos epicentros, profundidades y magnitudes han sido determinados instrumentalmente por la red internacional. Desafortunadamente, los resultados no mostraron una clara relación entre la magnitud, la profundidad, la distancia epicentral y la intensidad. (Miyamura, y Coen 1975).

Por otra parte, se realizó una investigación especial sobre los efectos macrosísmicos de tres pequeños temblores ocurridos en San José el 6 y el 10 de diciembre de 1974 y el 27 de enero de 1975. La información sobre la intensidad fue recogida por el teléfono o telegrama de las oficinas regionales del Instituto Meteorológico Nacional y el Instituto Costarricense de Electricidad.

El sismo del 6 de diciembre de 1974 fue ubicado por el N.E.I.S. del Geological Survey de los Estados Unidos, cerca de Puerto Armuelles, Panamá, justo al Este de la frontera costarricense, sobre la costa del Pacífico, con una profundidad focal de 46 Km., siendo tanto m como M 5.4. El autor visitó el área epicentral, Golfito-Canoa-Puerto Armuelles, y confirmó el epicentro instrumental por medio de información macro-sísmica. También se estudiaron la declinación de la intensidad y la relación entre la magnitud y el área sensible (Miyamura, 1975f).

CAPITULO V: CARACTERISTICAS SISMICAS DE COSTA RICA. SINTESIS

1- Sismicidad del arco de la América Media:

Está formada por las depresiones Benioff, de orientación N-E que descienden a lo largo de la costa de Centroamérica, desde el Sur de México, hasta la parte noroccidental de Costa Rica. Esta presenta sismos poco profundos entre la cuenca y la costa, con sismos intermedios dentro del continente. Sin embargo, la actividad casi se desvanece en y alrededor de la Península de Nicoya, conforme la propia cuenca desaparece, cerca de la Península. El mayor sismo registrado en esta zona es del 5 de octubre de 1950, de M. 7.7, pero sismos tan intensos como ese no son tan frecuentes como en México y Guatemala. El 24 y el 26 de abril de 1917, y el 21 de diciembre de 1939, se registraron sismos de M 7.3 en el Golfo de Nicoya, pero los daños tampoco fueron catastróficos. Se registran sismos medianos incluso en la zona Caribe del país, pero no son muy fuertes y en general resultan inofensivos.

2- Sismicidad de la Zona de la Fractura de Panamá:

Es muy notorio el alineamiento de la actividad sísmica en la Zona de la Fractura de Panamá a lo largo de los 32.5 grados Oeste, pero - cuando alcanza, hacia el norte, la frontera de Panamá y Costa Rica se divide en varios alineamientos subparalelos cortos, de orientación N-S. Uno de ellos, a lo largo de los 84 grados O, no es muy activo pero claramente se ve que continúa hasta alcanzar la costa. En la región fronteriza de Costa Rica y Panamá han ocurrido muchos sismos de gran magnitud. El mayor de ellos fue el del 20 de diciembre de 1904, M 7.75, ubicado a 3.5 grados Norte y 83 grados Oeste, cerca de Villa Neilly. Si bien se sintió en todo el país, los daños consignados no fueron catastróficos. El 5 de diciembre de 1941 se produjo otro sismo, de M 7.5, con el mismo epicentro. El 13 de julio de 1934 se localizó un sismo de M 7.7 hacia el SE de Puerto Armuelles. Recientemente esta zona ha estado sísmicamente activa. Las construcciones que se realicen en el futuro en esta parte del país deberán considerar cuidadosamente los riesgos sísmicos.

3- Sismicidad en el interior del país:

Presenta muy poca profundidad. A lo largo de la Meseta Central han ocurrido muchos sismos locales, muy superficiales y dañinos, entre los cuales se cuentan algunos desastrosos, como los terremotos de San Ramón y Cartago. Muchos de ellos no se encuentran registrados en los catálogos internacionales. Debe ser preparado un catálogo confiable que los incluya, basado en información nacional. Algunos otros epicentros dispersos también han producido grandes daños, como en el terremoto de Tilarán del 13 de abril de 1973. El "hormigueo" de sismos pequeños ha alarmado a veces a la población, como en Patillos (al NO del Volcán Irazú) entre el 30 de diciembre de 1952 y el 2 de enero de 1953 y en Fortuna (al Este del Volcán Arenal) entre el 15 y el 17 de setiembre de 1962. No estaban directamente relacionados con la actividad de los respectivos volcanes. Si bien la acción catastrófica de los sismos no ha sido muy grande en Costa Rica en el pasado, salvo por los terremotos de Cartago y San Ramón, es necesario tomar precauciones en las construcciones que se realizan en todo el país, especialmente en Guanacaste, en la Meseta Central y en la costa del Pacífico.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Aguilar B., O. y Cevo, J. H. 1974, Fundamentación y plan de estudios de la carrera de vulcanología, Escuela de Geografía, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Universidad Nacional, Symposium de Vulcanología y Sismología, Octubre de 1974, Heredia, C.R.
- 2- BSSA, 1911-1973, Seismological notes, Bull. Seism. Soc. Am., Vol. 1-63.
- 3- Chaves, R., 1975, Presentación ante Seminario de Riesgo Sísmico y Volcánico de Costa Rica.
- 4- Chaves, R., 1975, Proyecto de un Instituto de Vulcanología y Sismología en Costa Rica, Seminario sobre Riesgos Sísmicos y Volcánicos, Julio de 1975, San José, Costa Rica.
- 5- Coen P., E., 1974, Private communication.
- 6- De Montessus de Ballore, F., 1888, Tremblement de terre et eruptions volcaniques au Centre-Amerique, Dijon.
- 7- Dóndoli, C., 1975, Presentación ante Seminario de Riesgo Sísmico y Volcánico de Costa Rica.
- 8- Dóndoli, C., y Rogers, A., 1975, Programa de Vulcanología y Sismología de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica, Seminario sobre Riesgos Sísmicos y Volcanicas, Julio de 1975, San José, Costa Rica.
- 9- Duda, S. J., 1965, Secular seismic energy release in the Circum-Pacific belt, Tectonophysics, v. 2, p. 409-452.
- 10- González Víquez, C., 1910, Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica, 1608-1910, San José Costa Rica, 200 p.
- 11- Gutenberg, B., and Richter, C. F., 1954, Seismicity of the earth and associated phenomena, 2nd ed., Princeton Univ. Press, 310 p.
- 12- ISC, 1964-1969, Regional catalogues of the International Seismological Centre, I.S.C., Edinburgh.
- 13- Kawasumi, H., 1954, Intensity and magnitude of shallow earthquakes, Publ. Bur. Centr. Seism. Intern., Trav. Sci., Ser. A. Fasc. 19, p. 99-114.

- 14- Miyamura, S., 1975a, Bibliografía sobre temblores y terremotos en Costa Rica.
- 15- Miyamura, 1975b, Descriptions on earthquakes in and near Costa Rica in the Seismological Notes of the Bulletin of the Seismological Society of America (BSSA) for the years 1911-1971.
- 16- Miyamura, S., 1975c, Descriptions on earthquakes in and near Costa Rica in the Chronique Sismologique of the Revue pour l' Etude des Calamites for 1938-1960 and of the Revue de l' Union Internationale de Secours for 1961-1965 and in the Annual Summary of Internation on Natural Disasters, UNESCO, for 1966-1970.
- 17- Miyamura, S., 1975d, List of the titles of articles on Costa Rican earthquakes in newspapers.
- 18- Miyamura, S., 1975e, A catalogue of earthquakes in Costa Rica and its surroundings for 1904-1963.
- 19- Miyamura, S., 1975f, Estudios macrosísmico sobre recientes pequeños temblores sentidos en Costa Rica, América Central.
- 20- Miyamura, S., and Coen París, Elliot, 1975, Datos sobre intensidad de los sismos Costarricenses durante el período, 1953-1969.
- 21- Miyamura, S., and Leeds, David J., 1975, Descripciones sobre terremotos y erupciones volcánicas de Costa Rica en el libro de F. de Montessus de Ballore: Tremblements de terre et eruptions volcaniques. au Centre-Amerique. Dijon. 1888.
- 22- Nuttli, O. W., and Zollweg, J. W., 1974, The relation between felt area and magnitude for central United States: - earthquakes, Bull. Seism. Soc. Amer., v. 64, p. 73-85.
- 23- Rohté, J. P., 1969, The seismicity of the earth, 1953-1965, UNESCO, 336 p.
- 24- Sieberg, A., 1932, Erdbebengeographie, in Handbuch der geophysik, v. IV, ed, B. Gutenberg.
- 25- UIS, 1938-1965, Chronique sismologique, Bull. de l' Union Intern. de Secours, Genève, 1938-1944, and Revue pour l' Etude des Calmités, Genève, 1945-1965.
- 26- UNESCO, 1966-1970, Annual summary of information on natural disasters, UNESCO, París.

PRESENTACION DE LAS FIGURAS

- Fig. 1** Los epicentros de los sismos ocurridos en y cerca de Costa Rica en el período 1904-1952 según Gutenberg y Richter (1954), se muestran con sus fechas y clasificados por profundidad, magnitud y efectos macrosísmicos. Se agrega un sismo del 16 de agosto de 1909, M 7.1, 10 grados Norte, 84 grados Oeste, registrado por Duda (1965). También se muestran muchos sismos dañinos consignados por los periódicos locales, pero no registrados en Gutenberg y Richter (1954).
- Fig. 2** Los epicentros de sismos ocurridos en y cerca de Costa Rica en el período 1953-1965, según Rothé (1969) se muestran con sus fechas y clasificados por profundidad, magnitud y efectos macrosísmicos. También se muestran unos cuantos temblores dañinos consignados por los periódicos locales pero no registrados en Rothé (1969). Para las leyendas referirse a la figura 1.
- Fig. 3** Los epicentros de sismos de $M \geq 5$ dentro y cerca de Costa Rica en el período 1964-1970, según los catálogos regionales del ISC y en 1971-1974 según el PDE del US Geological Survey se muestran con sus fechas y clasificados por profundidad, magnitud y efectos macrosísmicos. Se señala con una cruz un sismo ocurrido el 11 de mayo de 1969, el cual causó daños en un poblado cercano a la frontera con Panamá, pero que no fue registrado ni por el ISC ni por el PDE. Para las leyendas, referirse a la figura 1.

1953-1965 (ROTHE, 1969)



