

SISMICIDAD HISTORICA E INSTRUMENTAL DEL CARIBE DE COSTA RICA

Ileana M. Boschini ¹ & Walter Montero ²

¹ Oficina de Sismología y Vulcanología, Instituto Costarricense de Electricidad. Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR). Apdo. 10032-1000 San José, Costa Rica.

² Escuela Centroamericana de Geología, Univ. de Costa Rica. Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR). Apdo. 35-2060 UCR, San José, Costa Rica.

ABSTRACT: The Caribbean region of Costa Rica usually was considered by geophysicists and in the Costa Rican Seismic Code as a low seismic potential zone, specially for events with magnitudes greater than 7.0. The April 22, 1991 earthquake has demonstrated the contrary. A review of the historical and instrumental seismicity of the Caribbean border of Costa Rica and NW Panamá, shows that this region was the setting of important earthquakes during present and last centuries. In particular, we suggest that the May 7, 1822 earthquake was, before the 1991 event, the previous great thrust shock in this region.

RESUMEN: La Región Caribe de Costa Rica, usualmente, fue considerada por geólogos y sismólogos y en el Código Sísmico de Costa Rica como una zona de bajo potencial sísmico, especialmente para eventos con magnitudes mayores que 7,0. El terremoto del 22 de abril de 1991 ha demostrado lo contrario. Una revisión de la sismicidad histórica e instrumental de la región Caribe de Costa Rica y Panamá, muestra que esta región fue el marco de importantes eventos sísmicos durante los siglos XIX y XX. En particular, sugerimos que el terremoto de San Estanislao del 7 de mayo de 1822 fue un gran terremoto generado por fallamiento inverso, con epicentro y características similares al de 1991.

INTRODUCCION

El estudio de los sismos históricos es a menudo un punto básico para las estimaciones de riesgo sísmico en cualquier región. Debe reconocerse que este campo de investigación, demanda invertir mucho tiempo, pues recopilar y calificar todos los datos obtenidos son procesos lentos, que se afectan con el descubrimiento de cualquier nuevo dato.

La región Caribe de Costa Rica ha sido siempre un área con una densidad de población baja. En 1502 Cristóbal Colón llegó a Cariari (actual Puerto Limón) encontrando una escasa población de

indígenas desconfiados. Más tarde, durante las épocas de Conquista y Colonia, el primer asentamiento español permanente en la región Caribe de Costa Rica se estableció en 1574 como una Guarnición llamada Castillo de Austria o Puerto Suerre, la cual era un puerto tierra adentro, en la confluencia de los ríos Reventazón y Suerre (hoy Pacuare). Entre 1622 y 1639 el río Reventazón cambió su curso, por lo que esta Guarnición perdió su importancia. En estas circunstancias, y dadas las frecuentes incursiones de los piratas británicos en la región desde el siglo XVII, se construyó el Fuerte de San Fernando en la boca del río Matina.

Esta edificación realizada en madera fue parcialmente destruida por un temblor en 1746. La conjunción de estos factores causó la declinación de Matina al final del siglo XVIII.

A mediados del siglo XIX se inició la expansión de la población en la región a lo largo de la vía férrea que unía el Valle Central con Puerto Limón. Las actividades propias del puerto ya habían demandado una cantidad de pobladores importantes en la propia ciudad de Limón.

La región sur de Limón comenzó a poblarse a partir de 1828, en las localidades de Hone Creek, Punta Mona, Coclés, Puerto Viejo y Punta Cahuita por inmigrantes provenientes de la Mosquitia y de Panamá, posteriormente de Jamaica (Palmer, 1986). Una fuerte inmigración se dio en esta región en 1955-56 cuando las compañías bananeras comenzaron a desarrollar amplias áreas de cultivo en el Valle de la Estrella. Mientras hacia el norte continúa siendo poco poblada por la condición de suelos pantanosos, pero con centros relativamente importantes como Barra del Colorado y Tortuguero.

SISMICIDAD HISTORICA DE LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA ANTES DE 1900

La primera referencia de sismos sentidos en la Región Caribe de Costa Rica proviene de un reporte que recibió el Gobernador Español que residía en Cartago, en el que se menciona una serie de sismos de regular intensidad que afectaron el Fuerte San Fernando de Matina, durante aproximadamente una hora (Montero, 1989). Peraldo & Montero (en prensa) consideran que el suelo pantanoso fue el principal factor para que esta edificación de madera se destruyera parcialmente con este sismo.

De nuevo, el 21 de febrero de 1798, el comandante de Matina informó al Gobernador Acosta que entre las 19 y las 20 horas (hora local) comenzó a temblar fuerte y constantemente durante más de doce horas, incluso los vecinos pensaron trasladarse, a otro lugar. Se reportó un fuerte sonido que provenía del mar acompañando el primer temblor de la secuencia. Además, fue reportado que el mar estaba "picado" después de las primeras horas de sismos, lo que hizo temer a los pobladores

que se fuera a originar una inundación, por lo cual se puede pensar en la posible generación de un tsunami asociado a este evento (Camacho & Víquez, en prensa y Peraldo, en prep.). El Gobernador Acosta comunicó el hecho al Presidente de la Audiencia el 4 de marzo, y el 29 de abril le manifiesta que con motivo de haber cesado los temblores en Matina, los vecinos no tuvieron que abandonar sus haciendas volviendo todo a su estado normal (González Víquez, 1910).

Por lo despoblada que se encontraba Costa Rica en esos tiempos, no se cuenta con informes de ninguna otra población, como para poder determinar una localización macrosísmica e identificar con exactitud la fuente sísmica generadora de esas secuencias de temblores. Se proponen dos alternativas. La primera asume una fuente sísmica somera y ubicada en los alrededores de Matina, en vista de que aparentemente tuvo un área de percepción pequeña. La otra opción es que la secuencia de temblores fue causada por el sistema de fallamiento inverso del sur de Limón.

El Terremoto de San Estanislao, 7 de mayo de 1822

El 7 de mayo de 1822 entre la 1:30 y 2 a.m. ocurrió el terremoto de San Estanislao, originalmente Montero (1986) lo ubicó en la zona de convergencia de las placas del Coco y Caribe, en la zona sísmica de Osa, sin embargo, no descarta que este sismo esté asociado con la zona de deformación del Cinturón Deformado del Norte de Panamá, criterio que toma fuerza luego del terremoto del Valle de la Estrella. En el libro de González Víquez (1910) se lee el siguiente párrafo:

"Aparece además, por declaración de Raimundo Calvo ante el ayuntamiento de Cartago, que en Matina se sintieron tres sacudidas tan violentas como no recordaba ningún vecino haber sentido nunca; que quedó temblando casi sin interrupción por espacio de veinticuatro horas; que la tierra, en varios sitios, se rajó, dejando grietas profundas, de las cuales salían una agua salitrosa y arenillas negras; que los ríos y bahía crecieron y ocasionaron inundaciones; que los vecinos resolvieron venirse a Cartago; que en el río Hondo, inmediato a Matina, encontraron al Padre don

Tomás Prieto, quien al saber estas noticias, se llevó la gente toda para el río Pacuare.”

Analizando estas observaciones macrosísmicas, tenemos que las fisuras en la tierra de las que salió agua salitrosa y arenillas negras, es un excelente ejemplo de la ocurrencia de licuefacción en la misma región que fue afectada por un fenómeno similar durante el terremoto de 1991. El reporte también menciona las crecidas de los ríos y bahías y las inundaciones que provocaron, lo que interpretamos que fue causado por deslizamientos en la región montañosa, aguas arriba de esos ríos. Este efecto geológico, en 1991 ocurrió varios días después del evento sísmico cuando ocurrieron las primeras lluvias posteriores al sismo en la región, mientras que en el caso de San Estanislao las lluvias se dieron concomitantemente con el sismo, lo que produjo inundaciones inmediatas.

Montero (1986) indica que el sismo causó

daños en iglesias, casas y edificios de Cartago y San José. Las iglesias de Ujarrás, San Francisco de Térraba y posiblemente Nicoya fueron seriamente dañadas. En Panamá, el sismo causó daños a la iglesia de Santiago de los Caballeros y fue reportado como sentido en el Istmo de Darién. En Bocas del Toro, un residente local mencionó la existencia de un reporte acerca de un tsunami que ocurrió entre 1820 y 1830 en esta región (Eduardo Camacho, comunicación verbal, 1991). En Monkey Point, costa Caribe de Nicaragua, las lagunas se secaron y se formaron nuevas dunas y hoyos, transformando la costa Mosquitia (Montessus de Ballore, 1888). Las dunas pueden ser interpretadas como depósitos de playa relacionados a un tsunami (Camacho, comunicación verbal, 1991), también Camacho sugiere que esta referencia de Monkey Point no se trata de la Mosquitia, sino de Punta Mona, localizada en la costa Caribe de Costa Rica.

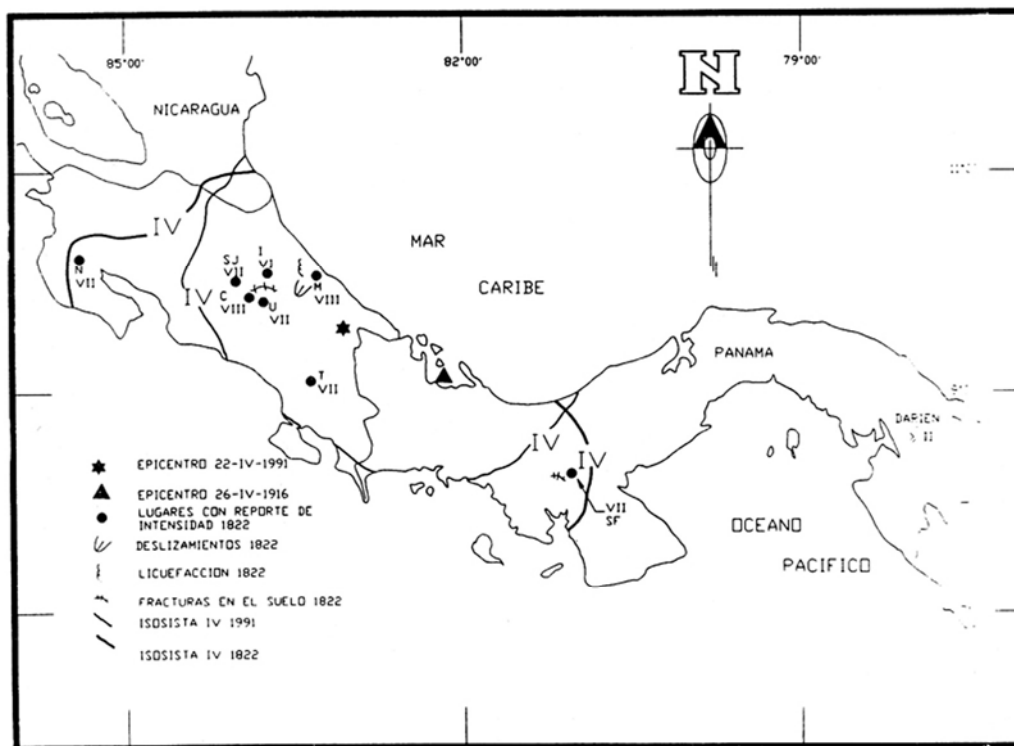


Fig.1: Comparación de las isosistas VI (escala Mercalli Modificada) de los terremotos del 22 de abril de 1991 y del 7 de mayo de 1822, se supone que el epicentro es el mismo para ambos eventos. Se muestran los reportes de intensidades y los efectos geológicos más importantes que produjo el evento de 1822. También está representado el epicentro del 26 de abril de 1916 en bocas del Toro.

Las observaciones previas que se han interpretado como probables indicativos de la ocurrencia de un tsunami asociado al terremoto de San Estanislao, sugieren que este evento tuvo un mecanismo de ruptura de falla inversa, similar al del terremoto de 1991 y a la vez, son muy concluyentes acerca de un hipocentro ubicado en el lado Caribe de los países del sur de América Central. Asimismo, la distribución de daños muestra claramente que el hipocentro debe haber ocurrido en la región Caribe de Costa Rica.

Montero (1986) usando una relación entre el área sentida de intensidad VI y el momento sísmico (obtenida en California para eventos transcurrentes, Hanks et al., 1975), estimó que este evento tuvo una magnitud $M_s = 7,5$, no descartando la posibilidad de que esta magnitud podría ser mayor. Con la relación de Rojas (1993), que relaciona las áreas de intensidades con la magnitud, se puede estimar a partir de las intensidades VI y VII una magnitud $M_s = 7,5$.

En la figura 1, comparamos la isosista de intensidad VI Mercalli Modificada del terremoto del 7 de mayo de 1822, que incluye también otros reportes de intensidades más altas (Montero, 1986), con la misma isosista del terremoto de 1991 reportada por la Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR). El área estimada de intensidad VI del evento de 1822 es mayor que la correspondiente al evento de 1991, esto podría ser explicado de dos maneras: la primera, por una mayor magnitud del sismo de 1822, como sugirió Montero (1986) y soportado por las observaciones macrosísmicas en Monkey Point, San Francisco de Térraba y San Francisco de Veraguas, y la segunda, por haber sobreestimado la intensidad que se dio en Nicoya (VII MM), pues la fuente de que se obtuvo es una referencia secundaria que podría haber confundido la información de dos eventos sísmicos diferentes y/o que la referencia de Monkey Point que hace Montessus de Ballore sea sobre Punta Mona en el Caribe de Costa Rica. En este último caso, el área de intensidad VI habría sido sobreestimada por Montero (1986) y por lo tanto, las áreas de intensidad VI de los terremotos de 1822 y 1991 deberían ser más similares y por ende la magnitud también.

SISMICIDAD INSTRUMENTAL POSTERIOR A 1900

La sismicidad instrumental en la región Caribe de Costa Rica y Panamá presentaba una tasa de incidencia muy baja antes de abril de 1991. Los principales eventos ocurridos en esta área son: el Terremoto de Bocas del Toro del 26 de abril de 1916 y el terremoto que afectó la Ciudad de Limón el 7 de enero de 1953. Otro evento importante, pero aún en discusión sobre su origen es el terremoto del 20 de diciembre de 1904.

El 19 de diciembre de 1904 a las 23:44 hora local, es decir, el 20 de diciembre a las 05:44 GMT fue ubicado por Gutenberg & Richter (1954) en las coordenadas 8,5 de latitud norte y 83,0 de longitud oeste, Pacheco & Sykes (1992) le asignaron una magnitud $M_s = 7,1$. Siempre ha sido considerado como originado en la zona sismogénica de Osa (Montero & Mora, 1985; Montero, 1986 a y b, Boschini, 1989), sin embargo, Camacho & Viquez (en prensa) con base en nueva información y comparándolo con el evento de 1991 proponen que fue originado en el Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

El profesor Pittier, publicó en Páginas Ilustradas, número 53, lo siguiente:

“...El área cubierta por el fenómeno se extendió más allá de los límites del país, con la circunstancia muy rara de que las sacudidas estuvieron en apariencia más fuertes en Limón y en el resto del litoral del Caribe, que en la vertiente occidental de la cordillera Madre. En Limón estimé la duración total en 21 segundos, y las oscilaciones fueron de tal fuerza que aun á personas de mucha calma les dió miedo ver las casas tambaleándose de un lado á otro. El edificio de la United Fruit Co. se rajó horizontalmente en todo su contorno y á los dos tercios de su altura total, siguiendo una ley conocida de la Mecánica. En el interior del país el movimiento fué aparentemente menos intenso aunque bastante fuerte para producir rajaduras en algunos edificios y asustar al público...”

Según Boschini (1989) en San José se sintió fuerte, algunas casas sufrieron pequeños daños. Hubo fuerte pánico en Alajuela, Heredia y Cartago, también se sintió en Puriscal, Tres Ríos y Escazú.

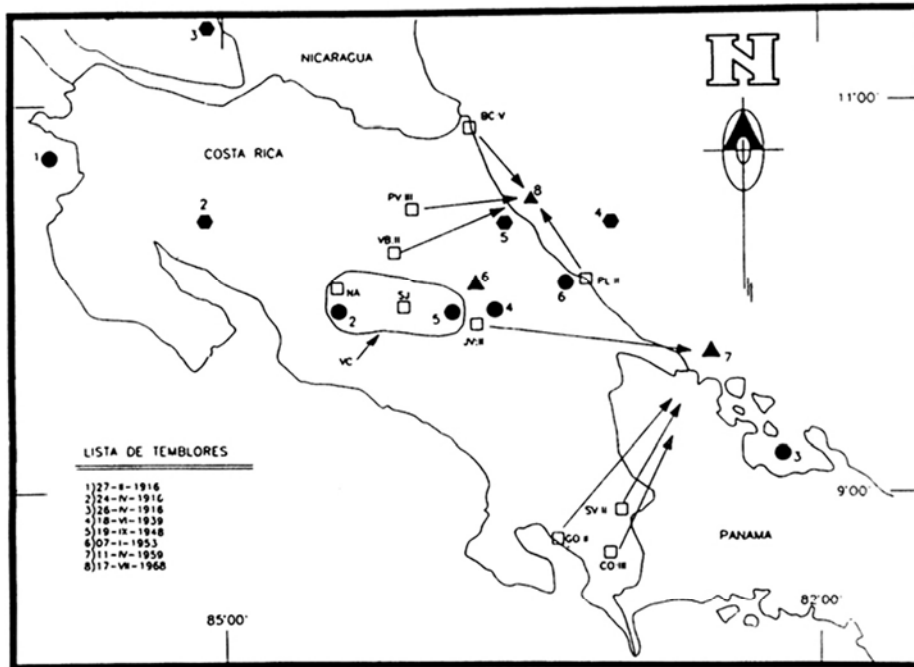


Fig.2: Comparación de las localizaciones reportadas por las agencias sismológicas internacionales (hexágonos) y las ubicaciones realizadas con base en datos macrosísmicos (círculos), para sismos del siglo XX. Para los sismos de 1959 y 1968 (triángulos) se muestran las localizaciones instrumentales de Rothé (1969) e ISC respectivamente así como las intensidades recopiladas por el Servicio Meteorológico Nacional. Abreviaturas: BC Barra del Colorado, CO Coto 47, GO Golfito, GP Golfo de Papagayo, JV Juan Viñas, NA Naranjo, PL Puerto Limón, PV Puerto Viejo de Sarapiquí, RSJ Río San Juan, SJ San José, SV San Vito, VB Volcán Barba, VC Valle Central.

En Bocas del Toro fue muy fuerte y causó daños en varios edificios. En Limón la gente casi no podía ponerse de pie en las calles y hubo muchas pérdidas en el comercio. De Zent se informó que el sismo fue muy fuerte, las casas se mecían como hamacas. Según Camacho & Viquez (en prensa) parte de la Isla Sapodilla en Bocas del Toro sufrió subsidencia.

No hay información disponible de como fue sentido este sismo en la Zona Sur de Costa Rica, debido a la lejanía con respecto a la Capital y a la ausencia de medios de comunicación apropiados en aquella época. Por lo tanto, la ubicación exacta de este sismo y su asignación a una fuente sismogénica específica aún está en discusión.

En 1916, tres fuertes temblores fueron sentidos en Costa Rica (Fig. 2). El primer evento ocurrió el 27 de febrero tuvo una magnitud $M_s = 7,3$ (Pacheco & Sykes, 1992) y sacudió fuertemente el NW de Costa Rica, Montero (1986) propone su epicentro en el Golfo de Papagayo. El segundo evento ocurrió

el 24 de abril aproximadamente a las 2 a.m., Pacheco & Sykes (1992) le asignan una magnitud $M_s = 7,2$; fue sentido fuertemente en todos los pueblos del Valle Central, no se han encontrado reportes de poblaciones fuera del Valle, por la gran magnitud, el área en que fue percibido tan limitada y los pocos daños proponemos que ocurrió a una profundidad intermedia por debajo del Valle Central, quizás hacia el borde oeste. Ese mismo día 24 de abril, la estación BHP registró otro evento a las 03:03 a.m. hora local, el cual fue reportado como sentido en Almirante (Camacho & Viquez, en prensa) no hay reportes en Costa Rica, por lo que creemos que a través de los años se han confundido estos dos eventos, dándole un área de percepción demasiado extensa. Por último, el tercer gran sismo sentido en Costa Rica en 1916, fue el que causó gran destrucción en Bocas del Toro, originado en el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, fue seguido por gran cantidad de réplicas,

causó severos daños en Almirante y Bocas del Toro con intensidades entre VIII y IX.

Otro evento importante en la Región Caribe de Costa Rica ocurrió el 7 de enero de 1953 ($M \geq 5,5$). No causó muertes pero sí heridos y grandes pérdidas materiales en Puerto Limón, donde muchos edificios fueron dañados, especialmente aquellos construidos con ladrillos, la mayoría de las casas de madera no sufrieron daños. Cerca de 150 personas quedaron sin casa. Hubo dos principios de incendio. Las vías férreas se dañaron mucho, particularmente los puentes. Pequeñas fracturas se abrieron en algunas calles. En los muelles no hubo ningún daño de importancia. La máxima intensidad estimada por Boschini (1989) fue VII MM, pero una reevaluación de los datos indica que en algunos lugares, como La Bomba, Ramal La Estrella, Sandoval, Liverpool y Moín, pudo alcanzarse la intensidad VIII, también calculó los parámetros macrosísmicos calculando una profundidad focal de aproximadamente 13 km, lo que sugiere un origen por falla cerca de Puerto Limón que a su vez es confirmado por una área mesosísmica pequeña y un rápido decaimiento de las intensidades. Este evento, podría haber ocurrido en una falla inversa como el de 1991 o en una falla de desplazamiento de rumbo asociada con la tectónica compresiva regional.

En la figura 2 hemos incluido algunos eventos sísmicos que Miyamura (1980) menciona que se originaron en la región Caribe de Costa Rica, tratamos de establecer su ubicación macrosísmica consultando los periódicos correspondientes. El evento del 18 de junio de 1939 fue ubicado por Gutenberg y Richter (1954) en el Mar Caribe al NNE de Limón, aunque se reporta como sentido fuertemente en el Valle Central, por lo que proponemos un foco de profundidad intermedia y su epicentro en el Valle Central. El evento del 19 de noviembre de 1948 fue ubicado por Gutenberg y Richter (1954) al NW de Limón, pero Boschini (1989) con base en datos de intensidades localizó el epicentro en el Valle Central en las coordenadas $9^{\circ}55' N$ y $83^{\circ}50' W$ y a una profundidad de 70 km. Los eventos del 11 de abril de 1959 localizado por Rothé (1969) y del 17 de julio de 1968 (ISC) no aparecen reportados en ninguno de los periódicos consultados, aunque sí existen datos de

intensidades recopiladas por el Servicio Meteorológico Nacional, por lo cual asumimos que se trata de eventos de magnitud muy pequeña o que están mal localizados o una combinación de ambos factores.

Los registros instrumentales recientes muestran una agrupación de sismos dentro del mar Caribe, ubicados a unos 15 y 30 km de distancia de la línea de costa, frente a las desembocaduras de los ríos Parismina y Pacuare, aproximadamente a 45 km al NNW de Limón. Estos eventos son de magnitud menor a 4,0 y en ocasiones los de magnitud entre 3,0 y 4,0 llegan a ser sentidos en Limón, Matina, Bataan, etc. Ocurren a profundidades entre 15 y 30 km. De acuerdo con los estudios de sismica marina realizados por RECOPE, existen en esa área una serie de fallas lítricas normales con rumbo NW-SE; pero la resolución de estos estudios es para los primeros 5 km de profundidad, por lo tanto no se puede asegurar que en profundidad existe el mismo patrón de fallamiento.

CONCLUSIONES

Los registros históricos sugieren que el evento sísmico del 7 de mayo de 1822 es similar al del 22 de abril de 1991. Ambos eventos parecen tener observaciones macrosísmicas y magnitudes similares.

De los tres temblores sentidos en Costa Rica en 1916, solo el del 26 de abril fue originado en el Cinturón Deformado del Norte de Panamá. Quizás tuvo un evento precursor el 24 de abril, que fue sentido fuertemente y botó objetos, pero que no causó ningún daño. Por lo que no creemos que haya habido una doble ruptura en un lapso de 40 horas.

El sismo del 20 de diciembre de 1904 afectó con fuerza la región Caribe de Costa Rica, pero su origen aún está en discusión. Podría haberse originado por subducción de la placa del Coco bajo la Caribe o por fallamiento inverso similar al que originó el evento de Limón de 1991.

Los eventos sísmicos históricos más importantes originados en la Región Caribe de Costa Rica y del NW de Panamá son: 1746, 1798, 1822, (1904?), 1916, 1953 y 1991.

Los efectos geológicos originados por el evento

de 1991 son muy reveladores. Las plataformas de paleo-arrecifes del Cuaternario Tardío levantadas varios metros sobre el nivel del mar, que se encuentran en Moín, Puerto Limón y otros pueblos hacia el SE a lo largo de la costa, corresponden con paleo-sismos recurrentes en la costa Caribe de Costa Rica. Sugerimos que en el futuro se realicen dataciones en los paleo-arrecifes como una manera de identificar estos grandes paleo-sismos.

AGRADECIMIENTOS

Las discusiones sobre eventos históricos y sísmicos en la costa caribeña de Costa Rica con Giovanni Peraldo han sido muy valiosas, nuestro más sincero agradecimiento. Se agradece también la corrección del texto a Wilfredo Rojas y la elaboración de las figuras a Manuel Gutiérrez de la O.

REFERENCIAS

- Boschini, I., 1989: Incidencia de las fuentes sísmicas en la región caribe de Costa Rica.- Univ. de Costa Rica, Tesis Licenciatura, 97 pág.
- Camacho, E.& Viquez, V., en prensa: Historical seismicity of North Panamá Deform Belt.- Rev. Geol. América Central, 15.
- González, C., 1910: Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas de Costa Rica, 1608-1910.- Tipografía Avelino Alsina, San José, Costa Rica, 200 p.
- Gutenberg, B.& Richter, C.F., 1954: Seismicity of the earth and associated phenomena. - Princeton University Press, 310 pág.
- Hanks, T.C., Hileman, J.A. & Thatcher, W., 1975: Seismic moments of the larger earthquakes of southern California region.- Geol. Soc. America Bull., 86, 1131-1139.
- Miyamura, S., 1980: Sismicidad de Costa Rica. - Edit. Univ. de Costa Rica, 190 pág.
- Montero, W., 1986: Períodos de recurrencia y tipos de secuencias sísmicas de los temblores intraplaca e interplaca de Costa Rica. - Rev. Geol. América Central, 5:
- Montero, W., 1986: El terremoto de San Estanislao del 7 de mayo de 1822. Un gran temblor de subducción del sur de Costa Rica?. - Rev. Ciencia y Tecnología, 10: 11-20.
- Montero, W., 1989: Sismicidad histórica de Costa Rica 1638-1910. - Rev. Geof. Int., 28-3.
- Montessus de Ballore, F., 1888: Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique. - Dijon, Societé de Sciences Naturelles de Saône-et Loire, 293 pág.
- Pacheco, J.F. & Sykes, L.R., 1992: Seismic moment catalog of large, shallow earthquakes, 1900-1989. - Bull. Seismological Soc. Amer. 82: 1306-1349.
- Palmer, P., 1986: Wa' apin man, la historia de la costa talamanca de Costa Rica, según sus protagonistas.- Imprenta Nacional, San José, Costa Rica, 402 pág.
- Peraldo, G.& Montero, W., en prensa: Los temblores del Período Colonial de Costa Rica, 1538-1821.- Editorial Tecnológica de Cost Rica, Cartago.
- Rojas, W., 1993: Catálogo de sismicidad histórica y reciente de América Central: Desarrollo y análisis.- Tesis de Licenciatura, Escuela Centroamericana de Geología, Univ. de Costa Rica, 91 pág.
- Rothé, J.P., 1969: La séismicité du globe 1953-1965. - UNESCO, 336 pág.