

*Geof. Int.*, Vol. 28-3, 1989, pp. 531-559

**SISMICIDAD HISTORICA DE COSTA RICA**  
*1638 - 1910*

**W. MONTERO POHLY\***

*(Recibido: 27 de abril, 1988)*

*(Aceptado: 28 de julio, 1988)*

**RESUMEN**

Se presenta un catálogo de terremotos históricos en Costa Rica durante el período 1638-1910, a partir de recopilaciones realizadas en diversas fuentes bibliográficas y consultas en los Archivos Nacionales. La documentación histórica de los terremotos es incompleta durante el período colonial. De hecho, durante el primer siglo de la colonia española (siglo XVI), no se tiene ninguna referencia a terremotos en Costa Rica. En la sismicidad recopilada están representadas las dos principales fuentes sísmicas reconocidas en Costa Rica. Estas corresponden con los temblores de subducción y con los temblores superficiales e intraplaca del cinturón montañoso del país. El terremoto del 7 de mayo de 1822 ( $M = 7.5$ ) correspondería con el evento más dañino relacionado con el primer tipo de fuente sísmica. El terremoto del 2 de septiembre de 1841 ( $6.0 \leq M \leq 6.9$ ) es el terremoto más destructivo relacionado con la segunda fuente sísmica durante el período 1638-1910. Temblores de la zona de Benioff que tienen profundidad intermedia (entre 70-200 km de profundidad) y de la zona de fractura de Panamá, las otras dos importantes fuentes sísmicas del país, no pueden ser identificados de los datos macrosísmicos recopilados.

\* *Escuela Centroamericana de Geología, Centro de Investigaciones Geofísicas, Apartado 35, San Pedro, COSTA RICA.*

## ABSTRACT

An historical earthquake catalogue of Costa Rica covering the period 1638-1910, was done using compilations based on diverse bibliographical sources and direct consultations of the National Archives. The earthquake historical documentation is incomplete going back to the colonial time. During the first century of the Spanish colonization (XVI century) there is no reference to earthquakes in Costa Rica. In the historical seismicity there are examples of earthquake activity from two principal seismic sources; subduction earthquakes and shallow intraplate earthquakes originating in the mountainous terrains of the country. During the period 1638-1910, the earthquake of May 7, 1822 ( $M = 7.5$ ) was the most destructive event related to the former seismic source. The earthquake of September 2, 1841 ( $6.0 \leq M \leq 6.9$ ) was the most damaging event related to the latter seismic source. Intermediate depth earthquakes associated with the Benioff zone (between 70-200 km depth) and from the Panama fracture zone, the two other important seismic sources that affect the country, could not be identified in the scarce macroseismic recopilations summarized in the historical catalogue.

## INTRODUCCION

El análisis detallado de intensidades de temblores históricos es importante para determinar macrosísmicamente el epicentro, la profundidad, el grado de destrucción y en algunos casos la fuente sísmica que originó el evento. Ejemplo de estos estudios realizados en Centro América son, entre otros, el trabajo de White (1985) del terremoto de Guatemala el 22 de julio de 1816, ubicado en la falla Chixoy-Polochic; el estudio del terremoto de Costa Rica del 7 de mayo de 1822, originado probablemente en el extremo sureste de la zona de convergencia Coco-Caribe (Montero, 1987) y los terremotos de Cartago, Costa Rica, 1910, asociados al fallamiento local del arco interno centroamericano (Montero y Miyamura, 1981). Sin embargo, para entender ciertas características de la sismicidad histórica de un país es necesaria la confección de un catálogo de temblores históricos. Este permite estimar el grado de actividad de las diferentes fuentes sísmicas, la periodicidad con que éstas han afectado las diversas poblaciones que existen en un país en una época determinada y el grado de destrucción o intensidad alcanzado en cada evento. Los datos anteriores son importantes para el análisis del peligro sísmico al que están expuestas diferentes regiones o poblaciones de un país.

En el caso de Costa Rica existen diferentes documentos en los cuales se encuentra diseminada la información acerca de temblores históricos (anteriores a 1898). Sin embargo, la mayoría de estas referencias son de difícil acceso o presentan el inconveniente de que la información sismológica no ha sido resumida en forma de catálogo que presente los datos más relevantes de cada terremoto. Adicionalmente, parámetros focales tan importantes como el epicentro, magnitud o intensidad máxima no han sido estimados para la mayoría de estos temblores históricos. En este trabajo se

trata de estimar, cuando la información disponible lo permite, los parámetros focales previamente mencionados. Dado que la distribución de poblaciones, durante los primeros siglos de la época colonial, se encontraba especialmente concentrada en la región central del país, es de esperar que algunos eventos de magnitud moderada ocurridos fuera de esta región no hayan sido documentados en los archivos históricos.

Este trabajo continúa con la documentación histórica de los terremotos de Centroamérica. La misma ya ha sido realizada en Nicaragua por Leeds (1974), en Honduras por Sutch (1981) y en El Salvador por Jordan y Martínez (1979).

#### DATOS Y METODOS DE ANALISIS

La principal fuente de información sismológica utilizada en este trabajo es el libro de González (1910), el cual documenta la mayoría de los terremotos incluidos en nuestro catálogo. Este autor realizó una revisión muy completa de los archivos históricos del país e incluyó datos de las principales publicaciones referentes a temblores existentes en esa época, incluyendo a Montessus de Ballore (1888). Este último catálogo también fue revisado, así como los de Díaz (1930), Grases (1975) y Leeds (1973). Para los temblores instrumentales incluidos en este estudio (período 1898-1910) se revisaron los trabajos de Gutenberg y Richter (1954), Duda (1965), Miyamura (1980), Güendel (1986), Montero (1983, 1986) y Morales (1985). Finalmente, algunos eventos históricos fueron revisados directamente en los documentos de la época existentes en Archivos Nacionales, con el objeto de mejorar la caracterización de los parámetros focales. En algunos casos, la revisión realizada en Archivos Nacionales, en la Curia Metropolitana y en los periódicos existentes en la Biblioteca Nacional, permitió la incorporación en el catálogo, de temblores no identificados previamente en otras fuentes, por ejemplo los eventos de 1772, 1835, 1863 y 1889.

Algunas nuevas determinaciones hipocentrales han sido realizadas en este estudio, con base en la distribución de daños u otras observaciones macrosísmicas provenientes de diferentes localidades del país y preservadas en documentos históricos. Primeramente, los temblores se han clasificado en cuatro fuentes sísmicas: 1) Temblores de la zona de Benioff, resultado de la convergencia entre la placa del Coco y del Caribe (TS); 2) Temblores de la zona de Benioff, resultado del hundimiento de la placa del Coco dentro del manto (TH); 3) Temblores intraplaca, resultado de la deformación interna dentro de la placa Caribe, especialmente en la región del arco interno (TI). Dewey y Algermissen (1974) se refieren a estos temblores como de *foco super-*

*ficial de la zona volcánica*, cuando están asociados a la Cordillera Volcánica Centroamericana, 4) temblores volcánicos (TV) relacionados directamente con procesos extrusivos (cuadro 1).

En las estimaciones de magnitud se han seguido dos criterios:

- 1) Para los temblores en la zona de subducción, la clase de magnitud a la que pertenece el sismo histórico (ver más abajo) de una determinada zona sísmica del frente de subducción según clasificación de Morales (1985) (figura 3), se define de la siguiente manera: conocida una distribución de intensidades para temblores de este siglo con magnitud instrumental determinada, se compara con la distribución de intensidades de eventos históricos. Si esta última es similar (especialmente en las intensidades del área mesosísmica) a la de un evento del presente siglo, se le asigna la clase de magnitud a la que pertenece el temblor del presente siglo. De esta forma, los temblores de este siglo ocurridos en la zona sísmica de Nicoya o poblaciones aledañas y con intensidad Mercalli Modificada (MM) VII o mayor, han correspondido con temblores de magnitud 7.0 o mayor. El evento del 18 de septiembre de 1853 muestra una distribución de intensidades de este carácter y por eso se le ha asignado magnitud clase B (cuadro 1). De igual forma, la presencia de daños (intensidad MM VII o mayor) en poblaciones del sur de Costa Rica (por ejemplo en Golfito), y con intensidades MM VI o superior en Cartago o San José, como resultado de la ocurrencia de temblores de la zona sísmica de Osa durante este siglo, ha correspondido con terremotos de magnitud 7.0 o mayor. Un evento del siglo pasado que tiene una distribución de intensidades como la anterior, es el ocurrido el 7 de diciembre de 1803 (cuadro 1) y por eso se le ha asignado magnitud clase B.
- 2) Para los temblores intraplaca, de acuerdo con el valor de intensidad máxima ( $I_0$ ) determinada a partir de las observaciones macrosísmicas, se calcula la magnitud según la relación (Gutenberg y Richter, 1956):

$$M_s = 1 + (2/3) \times I_0$$

donde  $M_s$  es la magnitud de las ondas superficiales.

Debido a la incertidumbre existente en las determinaciones de magnitud de acuerdo con lo referido en los puntos 1 y 2, se definen las siguientes clases de magnitud (Leeds, 1973):

A: M = 7.75 - 8.50

B: M = 7.00 - 7.70

C: M = 6.00 - 6.90

D: M = 5.00 - 5.90

En el caso de los temblores de 1822, de 1888 y de abril 13 y mayo 5 de 1910, estudios detallados de la distribución de intensidades especialmente en las áreas de isosistas (respectivamente Montero, 1986; Alvarado *et al.*, 1988; Montero y Miyamura, 1981) han permitido estimaciones de la magnitud de esos eventos (cuadro 1).

### CATALOGO DE TEMBLORES

El principal resultado de esta investigación es la realización de un catálogo de temblores para Costa Rica. Este incluye temblores desde la época colonial hasta el inicio del presente siglo, cuando se comenzaron a instalar estaciones sismográficas en diferentes partes del planeta. El catálogo se presenta como cuadro 1 en este trabajo e incluye temblores desde 1638 (primera referencia explícita a la ocurrencia de un temblor en Costa Rica y con daños ocurridos) hasta 1910. Todos los lugares que son referidos en este cuadro se muestran en la figura 1. Los temblores ocurridos en los primeros diez años del siglo XX se incorporan en el análisis debido a que existen errores importantes en la ubicación de algunos de ellos en los catálogos internacionales o no están documentados en los mismos. Así, por ejemplo, el terremoto del 21 de junio de 1900 está mal localizado en los catálogos internacionales (por ejemplo en Gutenberg y Richter, 1954) y el evento del 16 de agosto de 1909 no ocurrió en Costa Rica, como lo localizó Duda (1965), sino en Nicaragua (Montero, 1986).

Los temblores incluidos en el cuadro 1 son aquellos que causaron alarma o daños en alguna región del país. Temblores menores registrados en observaciones sismológicas realizadas especialmente durante fines del siglo pasado y frecuentemente a raíz de la ocurrencia de terremotos fuertes, no han sido incorporados en el catálogo. Muchos de estos temblores menores corresponden a secuencias de réplicas, especialmente del terremoto de Fraijanes en 1888 y de los terremotos de Cartago de 1910. Referimos a los interesados en el análisis de estos temblores al trabajo de González (1910). Los temblores que han sido incluidos en este estudio están comprendidos entre las coordenadas geográficas 8°-11.5°N y 82.5°-86.5°W.

El catálogo muestra una ausencia de temblores registrados en documentos históri-

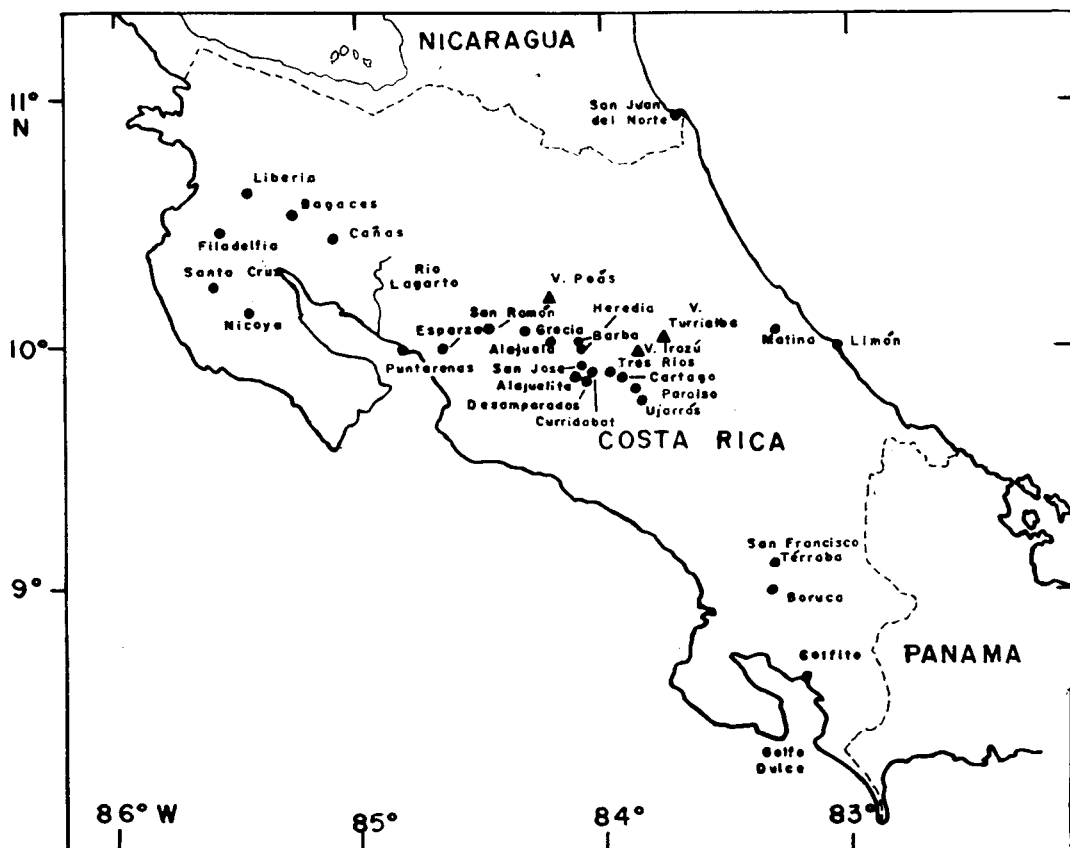


Fig. 1. Mapa de localización de los lugares geográficos dentro de Costa Rica, referidos en el texto. Con círculos rellenos se indican los poblados y con triángulos los volcanes.

cos de Costa Rica durante el primer siglo de la colonización española (siglo XVI, cuadro 1). Durante los dos siguientes siglos de la época colonial aparecen catalogados doce eventos, tres en el siglo XVII y nueve en el siglo XVIII (figura 2). Lo anterior demuestra claramente que este catálogo está incompleto para los eventos sísmicos, de magnitudes intermedias a mayores, ocurridos durante tres siglos. Durante el siglo XIX aparecen registrados 29 eventos (figura 2), que tienen magnitudes entre 5.0 y 7.7 (clase B y C y D) y otros con magnitudes no determinadas. Consideramos que desde el siglo XIX, el catálogo incluye todos los temblores ocurridos con magni-

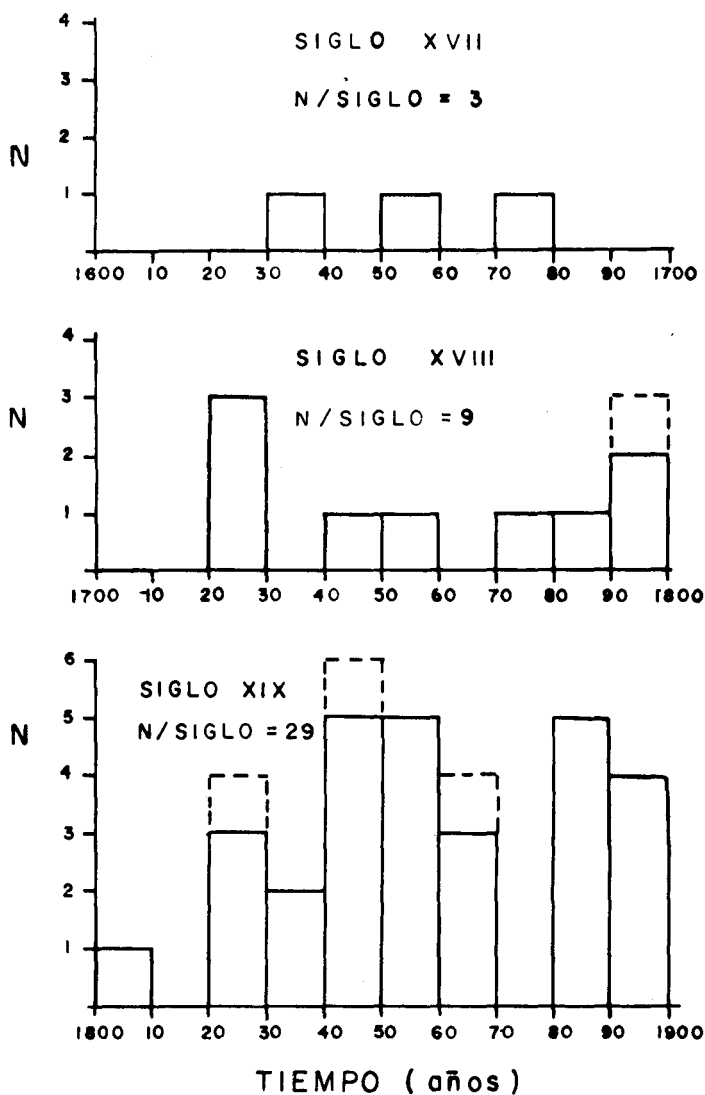


Fig. 2. Histogramas del número de eventos sísmicos (N) por siglo ocurridos dentro de la región de Costa Rica según se refieren en el cuadro 1. Gráficamente se muestra que el catálogo está incompleto para el período colonial.

tud  $M_s = 7.0$  o superior (clases A y B) y está relativamente completo para los de magnitud entre 5.0 y 6.9 (clases C y D), ocurridos en la región intraarco, especialmente aquéllos del área del Valle Central y de la zona de Cañas. Lo anterior se basa en la consideración de que estos últimos eventos ocurridos durante el siglo XIX ocurrieron en regiones relativamente pobladas, por lo cual es difícil que algún evento dañino de estas regiones no quedara documentado. Para explicar el aumento sustancial en el número de eventos catalogados entre el siglo XVIII y el siglo XIX según el cuadro 1, proponemos las siguientes razones: 1) Avances tecnológicos incorporados a la vida del país y la existencia de una infraestructura administrativa más propicia para la documentación de este tipo de eventos (por ejemplo, división en municipios, gobernaciones, etcétera) y 2) expansión poblacional a nuevas regiones del país con el mejoramiento paulatino de las vías de comunicación.

#### SISMICIDAD DE COSTA RICA 1638-1910

La distribución epicentral de los terremotos ocurridos en Costa Rica durante el período 1638-1910, según las localizaciones indicadas en el cuadro 1, se muestran en la figura 3. La fuente más activa durante este período se localiza a lo largo del margen Pacífico del país. Dichos sismos están relacionados con la actividad de la zona de Benioff (entre 0 y 40 km de profundidad), generados por el movimiento entre las placas del Coco y del Caribe. El temblor más destructivo, incluido en el catálogo y generado desde esta zona sísmica fue el terremoto del 7 de mayo de 1822, con magnitud 7.5 y con epicentro en la región del Golfo Dulce.

Temblores de profundidad intermedia en la zona de Benioff (entre 70 y 200 km de profundidad) no han podido ser identificados utilizando los datos macrosísmicos recopilados dentro de la frontera costarricense, aunque según Leeds (1973), algunos de ellos han ocurrido en territorio de Nicaragua (ver cuadro 1). En Costa Rica durante el presente siglo únicamente el temblor ocurrido el 19 de noviembre de 1948,  $M = 7.0$ , con profundidad intermedia ( $h = 80$  km) provocó daños menores especialmente en la región de Turrialba. Los datos macrosísmicos de este evento son escasos. Por lo tanto, un patrón de daños o intensidades generado por este tipo de fuente sísmica en el presente siglo no se puede utilizar para identificar este tipo de eventos en siglos anteriores.

Los terremotos originados por la deformación interna de la placa Caribe observados frecuentemente cerca de la Cordillera Volcánica Cuaternaria (Dewey y Algermis-



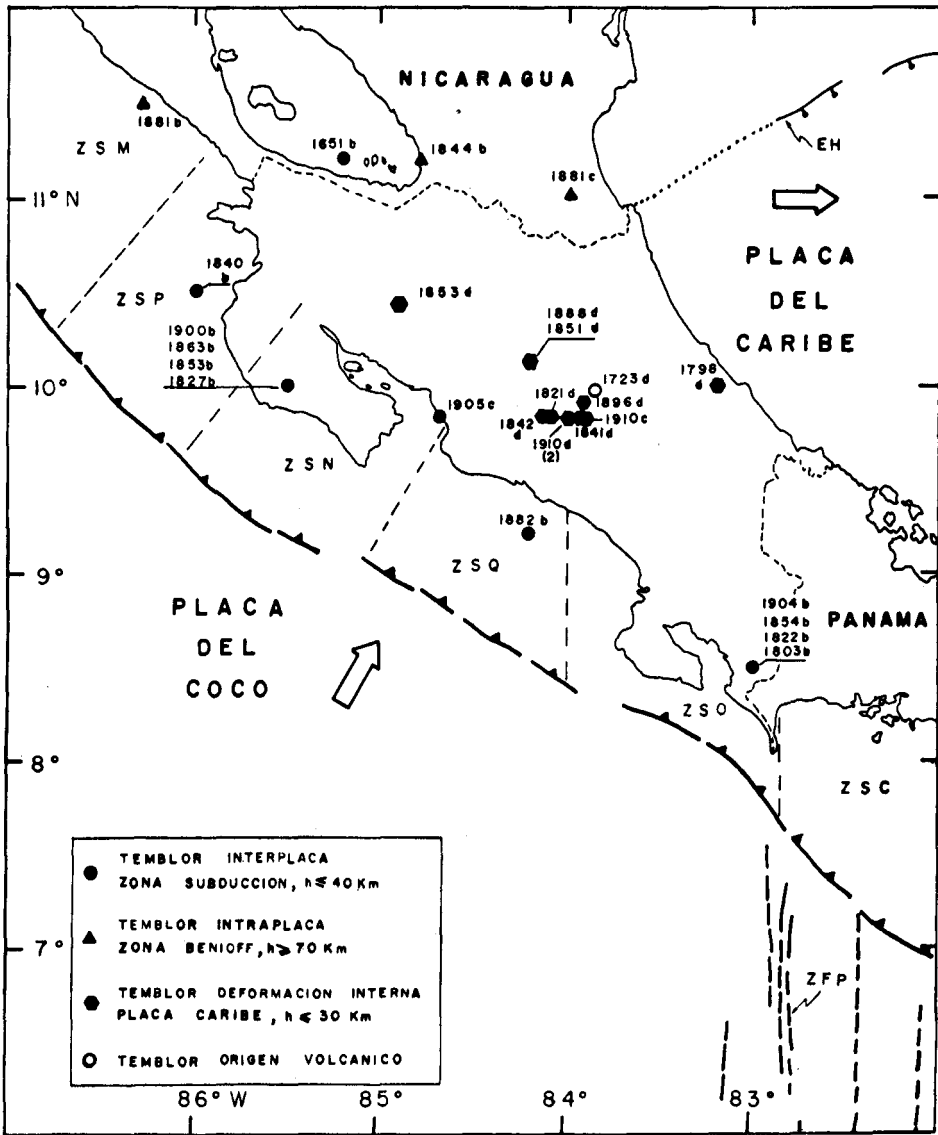


Fig. 3. Mapa de los terremotos históricos de Costa Rica 1638-1910. El año de ocurrencia y la clase de magnitud a la que pertenece el evento se indican al lado del epicentro. Las zonas sísmicas del frente de subducción son de acuerdo con Morales (1985) y son: ZSM, zona sísmica Masachapa; ZSP, zona sísmica Papagayo; ZSN, zona sísmica Nicoya; ZSQ, zona sísmica Quepos; ZSO, zona sísmica Osa y ZSC, zona sísmica Chiriquí. EH se refiere al Escarpe de Hess y ZFP a la zona de fractura de Panamá de acuerdo con Case y Holcombe (1980). Las flechas indican movimientos relativos de la placa Caribe respecto a la de Norteamérica (al este) y de la placa del Coco respecto a la Caribe (al N30°E).

sen, 1974), representan una fuente sísmica que estuvo sumamente activa durante el período estudiado. La destrucción sucesiva de la ciudad de Cartago a raíz de los temblores del 2 de septiembre de 1841 (magnitud asignada de clase C, entre 6.00 y 6.90) y el del 4 de mayo de 1910 ( $M = 6.4$ ), representan los eventos más dañinos ocurridos entre 1638 y 1910. Otros eventos significativos originados por deformación intraplaca son los temblores del 20 de diciembre de 1888, que provocó daños cuantiosos en Alajuela, Heredia y San José, y el del 24 de agosto de 1853, con daños considerables en Cañas.

Del lado del mar Caribe tenemos los eventos ocurridos en Matina a fines de febrero de 1798. Interesante también es el temblor (o temblores) de junio de 1746, que causó alarma en esta misma localidad.

Temblores originados en la denominada zona de fractura de Panamá, que representa el sistema de falla transformada que limita las placas del Coco y de Nazca (figura 3) no han sido identificados dentro del catálogo para el período estudiado. Aunque podría argumentarse que algunos de los temblores con epicentro asignado dentro de la zona de subducción en la región del Golfo Dulce (figura 3) pudieron haberse originado en este sistema de fallas, tenemos que las intensidades observadas para los temblores históricos son similares a las determinadas para los eventos de subducción del presente siglo, originados en la región del Golfo Dulce (Montero, 1986). Por otro lado, los eventos del presente siglo ocurridos en la fractura de Panamá únicamente han causado daños ligeros en la zona sur de Costa Rica e insignificantes en la región del Valle Central. Los datos macrosísmicos recopilados para los temblores históricos son insuficientes entonces para identificar eventos de esta fuente sísmica, especialmente por la escasa población existente en la región sur del país antes del siglo XX.

### CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

El catálogo de terremotos históricos de Costa Rica (cuadro 1) es el resultado de la revisión de diferentes fuentes bibliográficas y de la consulta de documentos históricos en Archivos Nacionales y en la Curia Metropolitana de San José. El catálogo de la sismicidad para el período 1638-1910 incluye las fechas de ocurrencia, parámetros focales, cuando es posible, intensidades máximas observadas, magnitud estimada macrosísmicamente y comentarios resumidos de los principales daños generados por los temblores. Los temblores incorporados son aquéllos que generaron algún tipo de

destrucción o que por los efectos observados se estima son de tamaño significativo. Temblores que fueron únicamente percibidos o que apenas causaron inquietud no han sido generalmente incluídos. Es significativo señalar la falta absoluta de referencias a la ocurrencia de temblores destructivos en la región de Costa Rica en el siglo XVI.

Los temblores ocurridos en el siglo XVII están en general mal documentados y algo similar se presenta para los ocurridos en el siglo XVIII. Lo anterior significa que el catálogo está incompleto en lo relativo a los terremotos generados de diversas fuentes sísmicas para prácticamente todo el período colonial. Estudios cuidadosos de los Archivos de Indias podrían permitir incorporar nuevos eventos destructivos en el catálogo o completar la descripción de los registrados. Una revisión más exhaustiva de los Archivos Nacionales, especialmente en su sección Colonial podría enriquecer el catálogo. Lo anterior es necesario para mejorar el análisis de recurrencia de las fuentes sísmicas, identificar nuevas fuentes sísmicas, especialmente en la región interior del país o para estudios de peligro sísmico.

Consideramos que el catálogo está completo a partir del siglo XIX, para los temblores de subducción de magnitud  $M \geq 7.0$  y para los temblores superficiales intraplaca de magnitud intermedia ocurridos en la región central y noroeste de Costa Rica. La figura 2 muestra claramente cómo la documentación histórica de terremotos fue mejorando conforme transcurría el tiempo colonial al irse expandiendo la población a diferentes regiones del país y mejoraban los medios de comunicación.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de las actividades del proyecto de investigación No. 113-086-051, financiado por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica. La información respecto a los temblores cuya referencia son los archivos de la Curia Metropolitana, fue recopilada por el Asistente del Proyecto, Giovanni Peraldo, a quien agradezco su dedicación y entusiasmo por revisar fuentes históricas. Aspectos de fondo y forma fueron mejorados gracias a las valiosas sugerencias de los árbitros designados por la Revista Geofísica Internacional.

## Cuadro 1.

## Catálogo de ferremotos de Costa Rica 1600-1910

| Año        | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat. N Long.W. | Prof.<br>(KM) | Fuente<br>Sísmica | Intensidad<br>MM <sup>x</sup> | Mag.<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|------------|-----|-----------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|--------------|---|
| SIGLO XVI  |     |                       |                             |               |                   |                               |              |   |
|            |     |                       |                             |               |                   |                               |              | En documentos históricos no aparece referencia a ningún evento sísmico importante durante este siglo (CGV) <sup>+</sup>   |
| SIGLO XVII |     |                       |                             |               |                   |                               |              |   |
| 1608       |     |                       |                             |               |                   |                               |              | No hay referencia explícita a la ocurrencia de un temblor pero los vecinos de Cartago - vivían en casas viejas sin paredes, cubiertas con pajas y las iglesias están todas <u>rotas y deshechas</u> (CGV).  |
| 1615       |     |                       |                             |               |                   |                               |              | No hay referencia explícita a la ocurrencia de un temblor, pero el Cabildo de la ciudad de Cartago solicita la traída de indios, por que entre otros motivos alegó que las casas del Cabildo, las de Justicia Mayor, el <u>Con</u> vento de San Francisco, la iglesia mayor, - la ermita de San Juan y casi todas las casas de los vecinos estaban caídas o al caerse (CGV). "Traer indios de tierra adentro para reedificar la ciudad" (A.C. 1131)*. |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año                     | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat. N Long. W | Prof.<br>(KM) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM <sup>x</sup> | Mag.<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|-------------------------|-----|-----------------------|-----------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|--------------|---|
| 1620                    |     |                       |                             |               |                   |                               |              | El Gobernador decía al Rey que la ciudad principal se hallaba desmantelada de casas (CGV). No se menciona si las casas fueron desmanteladas por causa de un temblor (NA)**.   |
| 1638 de anterior a 1638 |     |                       |                             |               |                   | VII en Cartago y Ujarrás      |              | La Gobernación reparó entre 1638 y 1640 la Iglesia parroquial y la San Francisco de Cartago que estaban muy dañadas por causa de los temblores y reedificó las casas de Cabildo. Construyó iglesias en los pueblos de indios (CGV). Se reparó la iglesia de Ujarrás y el Cabildo que estaban "muy dañados por los temblores" (TQ) <sup>xx</sup> . |
| 1644                    |     |                       |                             |               |                   |                               |              | Celidón de Morales hizo reedificar la iglesia parroquial de Nicoya, reparar el convento y mejorar las casas de los pueblos (CGV). No hay referencia a la ocurrencia de un temblor como causa del deterioro de construcción en Nicoya (NA).  |
| 1651                    |     |                       | 11.2° 85.2°                 | N             |                   |                               | B            | Referencia Ayon Crawford en MDB <sup>s</sup> Temblor ocurrió en Nicaragua, cerca frontera con Costa Rica (LEEDS) <sup>xxx</sup> .   |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año               | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM <sup>x</sup> | Mag.<br>(Ms) | COMENTARIOS  |
|-------------------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------|--------------|--|
| 1678<br>y<br>1680 |     |                       |                           |               |                   |                               |              | <p>Se venden una casas deterioradas por causa de temblores que hubo el año pasado de 78. Probablemente los movimientos de este año dañaron edificios públicos pues el Gobernador Gómez de Lara entre 1681 y 1692 hizo reparar la iglesia parroquial de Cartago y la de San Francisco y parroquial de Esparza. Kurtze y Streber hablan de la tradición de un terremoto ocurrido el día de San Gregorio (9 de mayo) entre los años 1680 y 1689. CGV plantea la posibilidad que se trate de los temblores de 1678. De Lara encontrando la iglesia de Ujarrás muy dañada por el terremoto de 1680, hizo derribar la iglesia de adobe y teja y la construyó de mampostería. De Lara llegó pasado el desastre del terremoto y de inmediato comenzó la obra de construcción en el país. De Lara vio que en cada uno de los veinte pueblos indios se repararán los daños del terremoto (TQ).</p> |

(continúa)

Cuadro 1 (continuación)

| SIGLO XVIII |     |                       |                           |                |                   |                  |              |   |
|-------------|-----|-----------------------|---------------------------|----------------|-------------------|------------------|--------------|---|
| Año         | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km)  | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM | Mag.<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
| 1723        |     |                       | 10.0° 83.8°               | S <sup>a</sup> | TV                |                  |              | Erupciones del Volcán Irazú con temblores asociados. Las erupciones se iniciaron el 16 de febrero de 1723. El 20 de febrero de ese año se sintió en Cartago el primer temblor, los cuales continuaron varios meses sin causar daño en Cartago. CGV no encuentra documentos que indiquen que las erupciones continuaron en 1724. Pedro Nolasco Gutiérrez dice que entre 1723-26 ocurrieron grandes erupciones de escorias del Irazú con fuertes terremotos. Los temblores más fuertes ocurrieron de setiembre de 1723 a febrero de 1724 (CGV). |
| 1726        |     |                       | 10.0° 83.8°               | S              | TV                |                  |              | Erupción de escorias del Irazú después de varios temblores (VMD) <sup>60</sup> . MBD basándose en Fuchs, Humboldt y Rockstroh y Pittier habla de nuevas erupciones del Irazú en 1726.   |
| 1727        | 09  | 17                    |                           |                |                   | ⇒ VII en Cartago |              | Casas de Cartago son deterioradas por causa de un temblor, a tal extremo que no se puede habitar en ellas (CM) <sup>59</sup> .  |
| 1728        | 03  |                       |                           |                |                   |                  |              | Aumenta el daño a casas en Cartago por causa de un terremoto mayor (CGV, CM).   |

W. Montero Polity

(continúa)

Cúadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epícentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM                | Mag<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|---------------------------------|-------------|---|
| 1746 | 06  |                       |                           |               |                   |                                 |             | Un temblor que duró por espacio de una hora fue reportado del Fuerte de San Fernando de Matina (CM).  |
| 1756 | 07  | 14                    |                           |               |                   |                                 |             | Temblores de San Buenaventura ocurrieron entre las 2 y 3 pm. (hora local). En la ciudad de Cartago se experimentó un gran y formidable temblor de tierra que duraría como cuatro minutos, en el que se esperaba deplorable y total ruina. Creció la aflicción y desconsuelo con la repetición de ellos (CGV). No se mencionan daños directos causados por el temblor. La iglesia de los Angeles se infiere no tuvo daños mayores - porque fue visitada poco después por clérigos hasta su altar mayor (NA). |
| 1772 | 02  | 15                    |                           |               |                   | > VII en San Bartolomé de Barba |             | Colapso del convento y daños fuertes a la iglesia de San Bartolomé de Barba, por causa de un terremoto ocurrido en ese Valle (CM).  |

(continúa)



Cuadro 1 (Continuación)

| Año: | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat. N Long. W | Prof<br>(KM) | Fuente<br>Sísmica | Intensidad<br>MM              | Mag<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|------|-----|-----------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|-------------------------------|-------------|---|
| 1781 |     |                       |                             |              |                   | VII San José,<br>VIII Cartago |             | La Audiencia de Cartago autorizó en noviembre la reedificación de la iglesia parroquial que se hallaba aruinada por temblores de tierra. En San José la iglesia de adobes sufrió bastante. CGV propone que este temblor ocurrió en 1780 y se refiere al denominado de San Gregorio. En 1784 - el Obispo Tristán menciona el estado ruinoso en que se encontraban las iglesias - de Guanacaste (Liberia), Bagaces, Cañas y Esparza, Cartago y Villa Nueva (San José) algunas de las cuales luego reparó (CGV, GV <sup>#</sup> ). No se menciona explícitamente que el deterioro de construcciones en los poblados anteriores sea por causa del temblor (NA). |
| 1794 | 07  |                       |                             |              |                   |                               |             | Las autoridades de Cartago ordenan reconocimiento de la iglesia parroquial para determinar si los daños han aumentado con los temblores de la época presente. Un perito informa que los daños que tiene son los que tenía y que reparó el Obispo Tristán (CGV).   |

W. Montero Pohly

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año                            | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM        | Mag<br>(Ms) | COMENTARIOS  |
|--------------------------------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|-------------------------|-------------|--|
| 1798                           | 02  | 22                    | 10.0° 83.2°               | S             | TI                |                         |             | En Matina entre las 7 y 8 de la noche (hora local), temblores provocan alarma. Los temblores se continúan hasta el día siguiente casi sin cesar. Para el 29 de abril el Gobernador Acosta reporta que los temblores - han cesado en Matina y la tranquilidad ha vuelto al lugar (CGV). |
| Final<br>les<br>siglo<br>XVIII |     |                       |                           |               |                   |                         |             | Cartago es asolada por temblores de tierra. A ello se debe que esta ciudad ya no sea la capital de Costa Rica ...'' (MDB). Dollfus y Monserrat hablan también de temblores de tierra en Cartago (MDB). Estos temblores pueden ser los ocurridos en 1794 (NA).                          |
| SIGLO XIX                      |     |                       |                           |               |                   |                         |             |  |
| 1803                           | 12  | 7                     | 8.50° 83.00°              | N N           | TS                | VII en Boruca y Cartago | B           | Causó daños en Boruca y parece que en Cartago (CGV, WMP <sup>++</sup> ).   |
| 1821                           | 04  | 10                    | 9.83° 84.08°              | N?            | T1?               | VII San José y Cartago  | D?          | Causó daños en la iglesia parroquial de San José la cual se reedificó (CGV). Daños en la iglesia de Cartago (ANCR) <sup>##</sup> .   |
| 1821                           |     |                       |                           |               |                   |                         |             | Erupción de estorias del Irazú con temblores de tierra que causaron sensibles daños desde Rivas hasta Panamá (MDB). Estos temblores pueden ser los mismos que afectaron San José el 10 de abril (NA).  |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epícentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(KM) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM   | Mag<br>Ms | COMENTARIOS  |
|------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|--|-----------|--|
| 1822 | 05  | 07                    | 8.50° 83.00°              | N             | TS                | VIII en San Francisco de Térraba, Matina y Cartago. VII en San José, Ujarrás y San Francisco de Veraguas (Panamá). | 7.5       | Causó daños en San Francisco de Veraguas en Panamá. Daños considerables en San Francisco de Térraba, en el Valle Central especialmente Cartago y San José, en Matina y en Nicoya en Costa Rica. Provocó deformaciones permanentes en los terrenos a lo largo de la costa atlántica de Costa Rica y Nicaragua (CGV, MDB, M <sup>55b</sup> ) |
| 1827 | 04  | 03                    | 10.00° 85.50°             | N             | TS                | VII en Nicoya.   | B         | En Nicoya causó daños en iglesia parroquial (CGV, WMP).  |
| 1834 | 06  |                       | 9.84° 83.95°              | S             | TI                |  |           | Temblores de ondulación en Cartago. No se sintieron en San José y en Curridabat uno que otro. Se oía ruido antes del movimiento (CGV, Periódico Tertulia No. 21, 25 julio 1834).   |
| 1835 | 06  | 10                    | 10.13° 84.19°             | S             | TI                | VI a VII en Alajuela   | D         | Temblo fuerte en Alajuela. Provocó daños en la cárcel (ANCR).  |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM   | Mag<br>(Ms) | COMENTARIOS  |
|------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|--|-------------|--|
| 1840 | 02  | 18                    |                           |               |                   | VI a VII en<br>Cañas y Ba-<br>gaces.                                     |             | Temblor sentido fuerte por Stephens, en<br>hacienda ubicada entre el río Lagarto y<br>Bagaces. La tierra se movió como un bu<br>que se balancea en un mar tempestuo<br>so y los choques continuaron por casi -<br>dos minutos. No fue notado en el inte-<br>rior del país (CGV, WMP).                                |
| 1841 | 09  | 02 12: 30             | 9.84° 83.95°              | S             | TI                | VIII a IX en<br>Cartago, Pa-<br>raíso y Tres<br>Ríos, VII en<br>San José | C           | Destrucción de la ciudad de Cartago. Da-<br>ños considerables en Paraíso, Trés Ríos,<br>Curridabat y otros pueblos cercanos<br>(CGV, MDB).   |
| 1842 | 03  | 21                    | 9.83° 84.10°              | S             | TI                | VII en Ala-<br>juelita.  | D           | Bastante fuerte, ocasionó algunos daños<br>en Alajuelita y otros poblados de San<br>José (CGV).  |
| 1843 | 04  | 28                    |                           |               |                   |  |             | Causó la destrucción de varias ciudades<br>importantes de Nicaragua. Fue apenas<br>sentido en el Valle Central, pero se sín-<br>tió muy fuerte en la Provincia de Guanacaste y en Esparza (CGV). No aparece en<br>Catálogo de MLDS. ¿Será el mismo de ma-<br>yo de 1844 y existe confusión en las fe-<br>chas? (NA). |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat. N Long. W. | Prof.<br>(Km)  | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM                           | Mag<br>(Ms) | COMENTARIOS  |
|------|-----|-----------------------|------------------------------|----------------|-------------------|--|-------------|--|
| 1844 | 05  |                       | 11.20° 84.80°                | 1 <sup>b</sup> | TH                |  | B           | Daños en San Juan del Norte o Greytown. Rivas casi destruída. Costa Rica resiste una de las sacudidas (MDB, LEEDS).  |
| 1847 | 05  | 18                    |                              |                |                   |  |             | Pittier dice que hubo erupción del Irazú al mismo tiempo que se sentían fuertes temblores desde Panamá hasta Rivas (CGV).  |
| 1851 | 03  | 18 13 : 15            | 10.13° 84.19°                | S              | TI                | VII a VIII en Alajuela, Heredia y San José | C           | Daños importantes en Alajuela, San José (145 casas sufrieron daños y 18 se mandaron demoler) y Heredia. En Cartago - fue menos fuerte (CGV). Terrible temblor con graves daños en los edificios (VMD). |
| 1852 | 03  | 13                    |                              |                |                   |  |             | Temblor fuerte (Kurtze y Streber en CGV).  |
| 1853 | 08  | 24                    | 10.42° 84.90°                | S              | TI                | VII a VIII en Cañas                        | D           | Daños importantes en Cañas, Guanacaste (CGV). En Bagaces no se reportaron daños (GO <sup>C</sup> ).  |
| 1853 | 09  | 08                    | 10.0° 85.50°                 | N              | TS                | VII en Nicoya, Santa Cruz y Filadelfia.    | B           | Daños en diversas construcciones de Santa Cruz, Filadelfia y Nicoya, Guanacaste (MDB, WMP).  |

W. Montero Polity

(continúa)

551

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM         | Mag.<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|------|-----|----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|--------------------------|--------------|---|
| 1854 | 08  | 04                   | 8.50° 83.00°              | N             | TS                | VI en San José y Cartago | B            | Muy fuerte temblor de dos sacudidas en San José y Cartago. Sentido desde Colón en - Panamá hasta Rivas en Nicaragua (MDB, WMP)  |
| 1863 | 12  | 09                   | 10.0° 85.50°              | N             | TS                | VII en Nicoya            | B            | Daños en la iglesia parroquial y otras construcciones en Nicoya (ANCR, WMP).  |
| 1865 | 03  | 16                   |                           |               | TV?               |                          |              | Consistió de dos sacudidas. En Cartago y San José la población espantada salió de sus casas. Esta sacudida tenía su centro en Turrialba (MDB). El volcán Turrialba estuvo activo desde el 17 de agosto de - 1864 hasta mediados de marzo de 1865 (CGV). |
| 1866 | 02  |                      |                           |               | TV?               |                          |              | Fuertes sacudidas en San José, que secaron los pozos de la ciudad, al mismo tiempo que entró de nuevo en erupción el volcán Turrialba (MDB, CGV).   |
| 1867 | 11  | 26                   | 8.50° 83.00°?             | N?            | TS?               |                          |              | La isla de Zapodilla en el Golfo Dulce (Costa Rica) se hundió en parte y fuertes sacudidas agitan a esta zona de América Central (MDB). No existe una isla con este nombre en el Golfo Dulce (NA)   |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día<br>(GMT) | Min.  | Epicentro |        | Prof<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM   | Mag<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|------|-----|--------------|-------|-----------|--------|--------------|-------------------|--|-------------|---|
|      |     |              |       | Lat.N     | Long.W |              |                   |  |             |   |
| 1881 | 04  | 29           |       | 11.50°    | 86.30° | I            | TH                | V en San José  | B           | Violento, con movimiento vertical que duró 50 segundos. Algún daño en Managua con muros caídos. Muy fuerte en San Juan del Sur, Corinto, Rivas y Chinandega en Nicaragua (LEEDS, VMD). En Costa Rica se reporta el 28 de abril a las 3:30 pm un temblor fuerte y largo (CGV). ¿Será el mismo? (NA). |
| 1881 | 06  | 09           |       | 11.00°    | 84.00° | I            | TH                |  | C           | En Greytown Nicaragua, cuatro temblores uno sumamente severo y daños en San José de Costa Rica aunque sin importancia (LEEDS, MDB). CGV no reporta daños en San José.   |
| 1882 | 03  | 03           |       | 9.20°     | 84.20° | N            | TS                | VII en Grecia, VI en San José, Alajuela, Puntarenas, Heredia, San Ramón y Cartago. | B           | Fue sentido en casi todo el país. Causó algunos daños en Cartago, Alajuela, San José, Puntarenas, San Ramón, Grecia y Heredia (MDB, CGV, WMP).  |
| 1888 | 12  | 30           | 10:12 | 10.13°    | 84.19° | S            | TI                | VIII Alajuela, VII Heredia y San José  | 5.8         | Daños considerables con casas caídas, inutilizadas y que exigen reparación en Alajuela, Heredia y San José (CGV, WMP, LDM).   |

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro |        | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>Sísmica | Intensidad<br>MM   | Mag.<br>(Ms) | COMENTARIOS   |
|------|-----|-----------------------|-----------|--------|---------------|-------------------|--|--------------|---|
|      |     |                       | Lat.N     | Long.W |               |                   |  |              |   |
| 1889 | 01  | 17 12:08              |           |        |               |                   | VII en San<br>ta Cruz.   |              | Iglesia de Santa Cruz con daños mayo-<br>res incluyendo el frontispicio, por cau-<br>sa de tres temblores fuertes (CM). En<br>San José el temblor de las 10.08 GMT,<br>se sintió bastante fuerte y con duración<br>de 4 segundos (CGV). |
| 1890 | 05  | 14 18:14              |           |        |               |                   | VII en San<br>José.  |              | Temblor muy fuerte. Las gentes asusta-<br>tadas se echan a la calle en San José.<br>Repique de campanas del Carmen (CGV).   |
| 1891 | 02  | 26 13:40?             |           |        |               |                   | VII en San<br>José, Esca-<br>la Rossi-<br>Forel (Pi-<br>ttier en CGV). |              | No causó daño alguno en San José (Pittier<br>en CGV).   |
| 1893 | 12  | 25?                   |           |        | S             | T1?               |  |              | "El Poás amenazó hundir a Grecia con un<br>fuerte temblor" (PER <sup>e</sup> ).   |
| 1896 | 04  | 20 13:16              | 9.88°     | 83.92° | S             | T1                | VI a VII en<br>Cartago.  | D            | Causó daños en Cartago y zonas aledañas<br>(CGV, PE <sup>f</sup> ).   |

(continúa)



Cuadro 1 (Continuación)

| SIGLO XX |     |                       |                           |               |                   |   |  |   |  |
|----------|-----|-----------------------|---------------------------|---------------|-------------------|---|--|---|--|
| Año      | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro<br>Lat.N Long.W | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM  | Mag.<br>(Ms)                           | COMENTARIOS   |  |
| 1900     | 06  | 21 20:52              | 10.00° 85.50°             | N             | TS                | VII en Nicoya<br>Santa Cruz y<br>Filadelfia,<br>VI en San<br>José | 7.2 <sup>g</sup><br>(7.9) <sup>h</sup> | Causó daños en construcciones en la península de Nicoya. Pérdidas en el comercio de Puntarenas. Muy fuerte en San José (CGV, PE, WMP).                      |  |
| 1901     | 01  | 08 00:27              |                           |               |                   | VI (referido en CGV)  |  | Dirección NNW-SSE y 8 segundos de duración en San José (CGV).   |  |
| 1904     | 12  | 20 05 44.18.o         | 8.50° 83.00°              | N             | TS                | VI en San José y Limón  | 7.5 <sup>g</sup><br>(7.2) <sup>i</sup> | Daños ligeros en el Valle Central y en Limón (CGV, PE, AN).   |  |
| 1905     | 01  | 20 18 23.08.o         | 9.85° 84.68°              | N             | TS                | VII en San José y Puntarenas                                      | 6.75 <sup>g</sup>                      | Daños en construcciones y pérdidas considerables en el comercio especialmente en el Valle Central occidental (CGV, PE, LDM).                                |  |
| 1905     | 12  | 28 00:59              |                           |               | TI                | VI en Cartago y V en San José.                                    | D                                      | Serie de temblores que se inició el 27 de diciembre. El principal evento de las 00:59 del día 28 provocó daños ligeros en Cartago y poblados aledaños (PE). |  |
| 1910     | 04  | 13 06:37              | 9.835° 84.027°            | 20            | TI                | VI en San José  | 5.0M <sub>L</sub>                      | Daños en construcciones en San José y alrededores, especialmente hacia Desamparados (CGV, PE, MM <sup>j</sup> ).  |  |

(continúa)

Cuadro 1 (Continuación)

| Año  | Mes | Día Hr. Min.<br>(GMT) | Epicentro |         | Prof.<br>(Km) | Fuente<br>sísmica | Intensidad<br>MM                           | Mag.<br>(Ms)                       | COMENTARIOS   |
|------|-----|-----------------------|-----------|---------|---------------|-------------------|--|------------------------------------|---|
|      |     |                       | Lat.N     | Long.W  |               |                   |  |                                    |   |
| 1910 | 04  | 13 07:15              | 9.835°    | 84.027° | 12            | TI                | VII en Desamparados,<br>VI en San José     | 5.2 M <sub>L</sub><br>(5.7 - 5.9). | Daños en poblaciones de Desamparados y San José (CGV, MM, WH <sup>k</sup> )                             |
| 1910 | 05  | 05 00 : 47            | 9.842°    | 83.910° | 9             | TI                | VII en Cartago y Paraiso,<br>V en San José | 5.4 M <sub>L</sub><br>(6.4)        | Destrucción parcial de Cartago y Paraiso. Daños en otros poblados aledaños (CGV, HM, WH <sup>k</sup> ). |

## Explicaciones al Cuadro 1.

|                      |  |
|----------------------|--|
| MM <sup>x</sup>      | Se refiere a Mercalli Modificada.  |
| CGV <sup>†</sup>     | Se refiere a González (1910).  |
| A.C.*                | Se refiere a Archivos Coloniales y es seguido por número de documento, según se encuentra en los Archivos Nacionales de Costa Rica.                              |
| NA**                 | Se refiere a nota del autor.   |
| TQ <sup>xx</sup>     | Se refiere a Teodorico Quirós (1981).  |
| N <sup>o</sup>       | Se refiere a profundidad menor de 69 km.   |
| MDB <sup>§</sup>     | Se refiere a De Ballore (1888).  |
| LEEDS <sup>xxx</sup> | Se refiere a Leeds (1974) de donde han sido tomados los datos hipocentrales y de magnitud del respectivo temblor.  |
| S <sup>a</sup>       | Se refiere a temblor superficial, menor de 30 km.  |
| VMD <sup>∞</sup>     | Se refiere a Díz (1930).   |
| CM <sup>§ §</sup>    | Se refiere a datos tomados del archivo de la Curia Metropolitana de San José.  |
| GV <sup>#</sup>      | Se refiere a González (1973).  |
| WMP <sup>††</sup>    | Se refiere a Montero (1986), de donde han sido tomados los datos hipocentrales y de magnitud del respectivo temblor.   |
| △NCR <sup>##6</sup>  | Se refiere a datos tomados de los Archivos Nacionales de Costa Rica.   |
| M <sup>§ §</sup>     | Se refiere a Montero (1987), de donde fueron tomados los datos hipocentrales, magnitud e intensidades del terremoto de 1822.                                     |
| I <sup>b</sup>       | Se refiere a temblor de profundidad intermedia, entre 70 y 200 km.   |
| GO <sup>c</sup>      | Se refiere a dato tomado del periódico Gaceta Oficial.   |
| LDM <sup>d</sup>     | Se refiere a Morales (1985), de donde ha sido tomado el dato de epicentro y magnitud.  |
| PER <sup>e</sup>     | Se refiere a Periódico La República de fecha 27 de diciembre de 1893, de donde ha sido tomada la información sobre este temblor.                                 |
| PE <sup>f</sup>      | Se refiere a datos tomados del periódico La República y la Prensa Libre.   |
| 7.2 <sup>g</sup>     | Dato de magnitud M <sub>s</sub> tomado de Gutenberg y Richter (1956).  |
| (7.9) <sup>h</sup>   | Dato de magnitud M <sub>s</sub> tomado de Duda (1965).   |
| (7.2) <sup>i</sup>   | Dato de magnitud M <sub>s</sub> tomado de Abe y Noguchi (1983a, 1983b).  |
| MM <sup>j</sup>      | Se refiere a Montero y Miyamura (1981), de donde han sido tomados los datos de hipocentro y magnitud.  |
| WH <sup>k</sup>      | Se refiere a White y Harlow (1985), de donde ha sido tomado el dato de magnitud M <sub>DBL</sub> basada en la estación de Bilt, que se muestra entre paréntesis. |

## BIBLIOGRAFIA

- ABE, K. and S. NOGUCHI, 1983a. Determination of magnitud for large shallow earthquakes 1897-1917. *Phys. Earth Plan. Int.*, 32, 45-59.
- ABE, K. and S. NOGUCHI, 1983b. Revision of magnitudes of large shallow earthquakes, 1897-1912. *Phys. Earth Plan. Int.*, 33, 1-11.
- ALVARADO, G., L. D. MORALES, W. MONTERO, A. CLIMENT y W. ROJAS, 1988. Aspectos sismológicos y morfotectónicos en el extremo occidental de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica. *Rev. Geol. Am. Central*, 9, 75-98.
- CARR, M. J. and R. E. STOIBER, 1977. Geologic setting of some destructive earthquakes in Central America. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88, 151-156.
- CASE, J. E. and T. L. HOLCOMBE, 1980. Geologic-Tectonic map of the Caribbean Region, scale 1:250,000. U. S. Geol. Surv. Miscellaneous Investigations, Map 1-1100.
- DEWEY, J. W. and S. T. ALGERMISSEN, 1974. Seismicity of the Middle America arc-Trench system near Managua, Nicaragua. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 64, 1033-1048.
- DIAZ, V. M., 1930. Conmociones terrestres en la América Central 1469-1930. Tipografía El Santuario, Ciudad de Guatemala, Guatemala, 268 pp.
- DUDA, S. J., 1965. Secular seismic energy release in the circum-Pacific belt. *Tectonophysics*, 2, 409-452.
- GONZALEZ, V., C., 1910. Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica, 1608-1910. Tipografía de Avelino Alsina, San José, Costa Rica. 200 pp.
- GONZALEZ, V., C., 1973. San José y sus comienzos. *Rev. Costa Rica*, 4, 111-138.
- GRASES, J., 1975. Sismicidad de la región asociada a la cadena volcánica Centroamericana del Cuaternario. Univ. Centr. Venezuela - Organización Estados Americanos. 106 pp.
- GUENDEL, F., 1986. Seismotectonics of Costa Rica: An analytical view of the southern terminus of the Middle America Trench, Tesis Doctoral, Univ. de California en Santa Cruz, 157 pp.
- GUTENBERG, B. and C. F. RICHTER, 1954. Seismicity of the earth and associated phenomena, 2a. edición, Princeton University Press, Princeton, N. J., 310 pp.
- GUTENBERG, B. and C. F. RICHTER, 1956. Earthquake magnitude, intensity, energy and acceleration (second paper). *Bull. Seism. Soc. Am.*, 46, 105-145.
- JORDAN, J. N. and M. MARTINEZ, 1979. Seismic history of El Salvador, Sem. Ingen. Antisism, Tomo II (Ed.) John de Cortina. 27 pp.

- LEEDS, D. J., 1973. Destructive earthquakes of Nicaragua. *Earthq. Engin. Res. Inst. Conf. Proceed.*, 1, 26-51.
- MIYAMURA S., 1980. Sismicidad de Costa Rica. Ed. Univ. de Costa Rica, San José, 190 pp.
- MONTERO, W., 1983. Aspectos sismológicos y tectónicos del Valle Central de Costa Rica, *en: El Sistema Fluvial del Tárcoles, Costa Rica, Inst. Geogr. Nac./CONICIT*, 75-90.
- MONTERO, W., 1986. Períodos de recurrencia y tipos de secuencias sísmicas de los temblores interplaca e intraplaca en la región de Costa Rica. *Rev. Geol. Am. Central*, 5, 35-72.
- MONTERO, W., 1987. El Terremoto de San Estanislao del 7 de mayo de 1822. ¿Un gran temblor de subducción del sur de Costa Rica? *Cienc. Tec.*, 10, 11-20.
- MONTERO, W. y S. MIYAMURA, 1981. Distribución de intensidades y estimación de los parámetros focales de los terremotos de Cartago de 1910, Costa Rica, América Central. *Rev. Inst. Geogr. Nac., Julio-Diciembre*, 9-34.
- MONTESSUS DE BALLORE, F., 1888. Tremblements de terre et éruptions volcaniques en Centre Amérique depuis la conquête espagnole jusqu'à nos jours. Dijon, Soc. des Sci. Nat. de Saône et Loire. 293 pp.
- MORALES, L. D., 1985. Las zonas sísmicas de Costa Rica y alrededores. *Rev. Geol. Am. Centr.*, 3, 69-101.
- QUIROS, T., 1981. Ujarrás, Ed. Costa Rica, San José, 84 pp.
- RICHTER, C. F., 1958. *Elementary Seismology*. W. H. Freeman (Ed.) San Francisco. 768 pp.
- SUTCH, P., 1981. Estimated intensities and probable tectonic sources of historic (pre-1898) Honduran earthquakes. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 865-882.
- WHITE, R., 1985. The Guatemala earthquake of 1816 on the Chixoy-Polochic fault. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 75, 455-474.
- WHITE, R. and D. HARLOW, 1985. Catalog of significant shallow earthquakes of Central America since 1900. *Proc. Symp. Hist. Seismogr., IASPEI, Tokyo*, 453-458.