

**EL TERREMOTO DEL 21 DE OCTUBRE DE 1766.
INICIO DE LA SISMICIDAD HISTÓRICA EN VENEZUELA**

**THE OCTOBER 21ST, 1766 EARTHQUAKE.
BEGINING OF THE HISTORICAL SEISMICITY IN VENEZUELA**

*José Grases G.**

RESUMEN

La historia sísmica de Venezuela comienza el año 1530 en lo que hoy es la ciudad de Cumaná, con el primer maremoto historiado de América asociado a un temblor de tierra. No obstante, con la información disponible hasta la fecha sobre los sismos pasados, se puede considerar que el sismo de octubre de 1766 marca el inicio de la historia sísmica 'utilizable'. Por el hecho de disponer de información sobre los efectos en un número suficiente de localidades, es posible delimitar en forma aproximada las áreas geográficas con diferente grado de afectación; esto facilita la inclusión de este gran sismo en la cuantificación de la sismicidad regional y en las medidas de prevención sísmica. Se revisan estudios anteriores sobre este evento y se seleccionan los parámetros que pueden caracterizar su magnitud así como el área epicentral. Incorporado a los grandes sismos que han afectado al país hasta el presente, se conforma así una base de datos que se extiende por 240 años, la cual permite la cuantificación estimada de la energía liberada en las principales áreas sísmicas del país. Entre los resultados que se presentan, destaca la estimación de la tasa media de desplazamiento entre las placas tectónicas que son el origen de la peligrosidad sísmica de Venezuela. El anexo que acompaña el texto, sintetiza la información disponible sobre unas 63 localidades o áreas afectadas por este sismo.

SUMMARY

The seismic history of Venezuela begins in 1530 with the first known American tsunami. However, it is not until October 1766 that enough information of the known effects of a single event was gathered to draw a map with isoseismic curves. This large earthquake signals the start of the 'usable' seismic history with purposes of seismicity quantification as well as prevention measures. In this paper several issues related to previous studies of this large quake are presented. Among the results of tests supported on available data of the last 240 years of seismic activity in our country, the mean rate of displacement of the Caribbean plate with relation to the South American plate stands out the 1.4 cm/year displacement. Based on the energy liberated along 2.4 centuries, is compatible with results obtained from neotectonics and GPS measurements. Abridged information of the known effects in 63 areas or localities is given as an appendix at the end of the paper.

Palabras clave: Sismicidad histórica, terremotos, Venezuela

Keywords: Seismic history, earthquakes, Venezuela

* Individuo de Número. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas

INTRODUCCIÓN

Con anterioridad al gran sismo de octubre de 1766, en Venezuela se cuenta con descripciones sobre los efectos de sismos en diferentes localidades del país (Centeno Grau, 1969; Grases y col., 1999). Por la importancia local que hayan tenido, o por las singularidades de sus efectos, las citadas descripciones han sido analizadas e interpretadas (véase por ejemplo: Fiedler, 1961; Ferrer y Lafaille, 2000). A esos eventos, así como a los posteriores a 1766 (por ejemplo: Altez, 2005), pueden incluso añadirse inferencias hechas más recientemente con base en estudios paleosísmicos (Singer y Audemard, 1997).

En ninguno de los sismos aludidos, sean prehistóricos o con descripciones puntuales desde inicios del siglo XVI hasta 1766, se cuenta con la información adecuada como para aventurar el trazado de un mapa que sintetice la extensión del área sentida. Tal tipo de mapa, denominado 'de isosistas', fue elaborado por primera vez en Venezuela para el terremoto de 1766 por Fiedler, con ocasión del III Congreso Venezolano de Geología, celebrado en Caracas en 1959 (Fiedler, 1961); antes de ese mapa se tiene conocimiento de mapas de isosistas del terremoto de 1900 (Sievers, 1905; Centeno Grau, 1969) y el de El Tocuyo de 1950 (Mas Vall, 1950).

A lo largo de las últimas cuatro décadas se ha recuperado nueva información que sin dejar de presentar amplias incertidumbres, ha facilitado la incorporación de este sismo del siglo XVIII en múltiples ejercicios propios de la evaluación de la amenaza sísmica. Por ser cronológicamente el primero, marca el inicio de la incorporación de la sismicidad histórica en la evaluación de la amenaza sísmica.

Esta contribución sintetiza los resultados obtenidos en un proyecto de investigación iniciado en los años 70, los cuales se han organizado en las cuatro partes siguientes: (i) información disponible, particularidades y mapas de isosistas; (ii) asignación de magnitud y área epicentral; (iii) in-

corporación en la evaluación de la peligrosidad; (iv) ejercicios especulativos, y (v) lecciones con fines preventivos.

INFORMACIÓN DISPONIBLE, PARTICULARIDADES Y MAPAS

Antes de 1978

Con anterioridad al año 1978, entre las principales fuentes de información se pueden citar los trabajos de: Robson, 1964; Centeno Grau, 1969; Grases, 1971 y 1977; Ramírez, 1969. Como se verá en la Tabla 2, no hay concordancia entre las interpretaciones hechas por diferentes autores, en particular las recién citadas o las que se basaron en la limitada información disponible hasta finales de los años 70.

En el caso particular de Ramírez (1969), su principal fuente de información es la narración de un testigo presencial, Gilij (1965), quien describe los efectos conocidos hacia la frontera colombo-venezolana que condiciona el área epicentral señalada por él.

Aparentemente estos autores no llegaron a consultar otras fuentes de información que se conocen ahora, impresas principalmente en Francia, Inglaterra y Alemania, así como las de la corona española. Con todo, en 1961 Fiedler adelantó un primer mapa de isosistas (Figura 1).

El Archivo de Indias

En 1978 el autor culminó un proyecto auspiciado por CONICIT (hoy FONACIT) en el cual se recogió información, especialmente la señalada por Marco Dorta (1967). Este material, arrojó nuevas luces sobre los efectos de este sismo en el oriente de Venezuela, Trinidad (aún posesión española para ese momento), Margarita, así como en la Guayana española. Sobre el informe presentado al CONICIT solo quedó una versión resumida, nunca publicada (Grases, 1978), cuyo cuadro N°1 es la base del anexo que se acompaña al

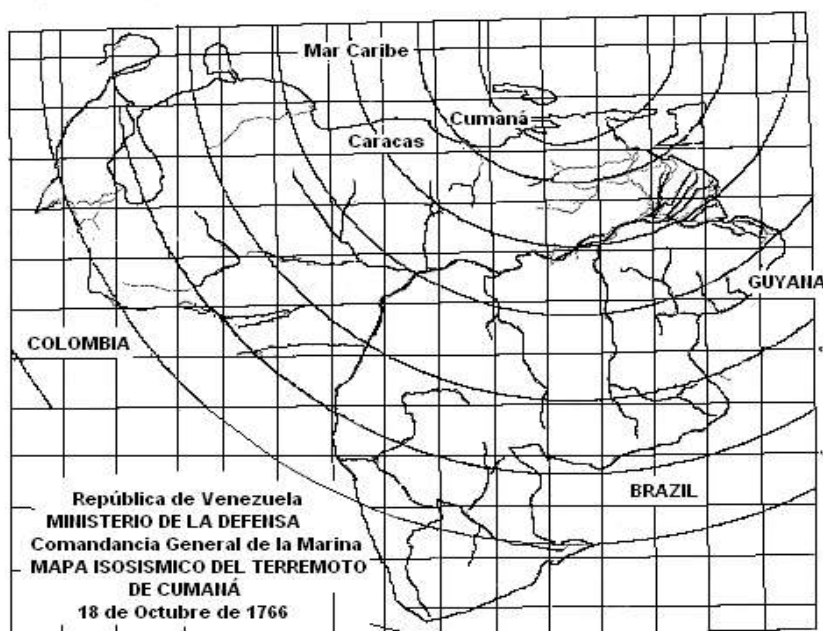


Figura 1. Mapa de Isosistas (Modificado de Fiedler, 1961).

final de este texto. Parte del material anterior sirvió a González y Rangel, para elaborar un segundo mapa (Figura 2; González y Rangel, 1973).

Después de 1978

Con posterioridad a 1978, otros autores se interesaron por el tema (Molnar, 1979; Pérez y col., 1997). Acaso la compilación más completa, con adiciones de Altez, se da en Grases y col., 1999; esta última contribución es la base de la revisión del anexo a este texto, donde se informa sobre más de 60 localidades. Esa puede considerarse la base de datos que permitió algunas modificaciones al mapa de la Figura 2, el cual se reproduce aquí como Figura 3 y que se publicó por vez primera en Montevideo (Grases, 1990).

Particularidades

Entre las múltiples particularidades de este sismo hay dos que destacan: (i) la extensión del área sentida y el largo tiempo durante el cual se reportan réplicas; (ii) es el primer sismo venezolano con suficiente información para elaborar un mapa de isosistas.

Área sentida y período de réplicas

De acuerdo con la información conocida, el día 21 de octubre de 1766 poco antes de amanecer en el oriente del país, hubo un fuerte y prolongado temblor de tierra que derruyó buena parte de las edificaciones de Cumaná, lo que estaba construido en Soro y Macuro, ocasionó daños en Pampatar y la isla de Trinidad (aún colonia española para ese momento), fue sentido

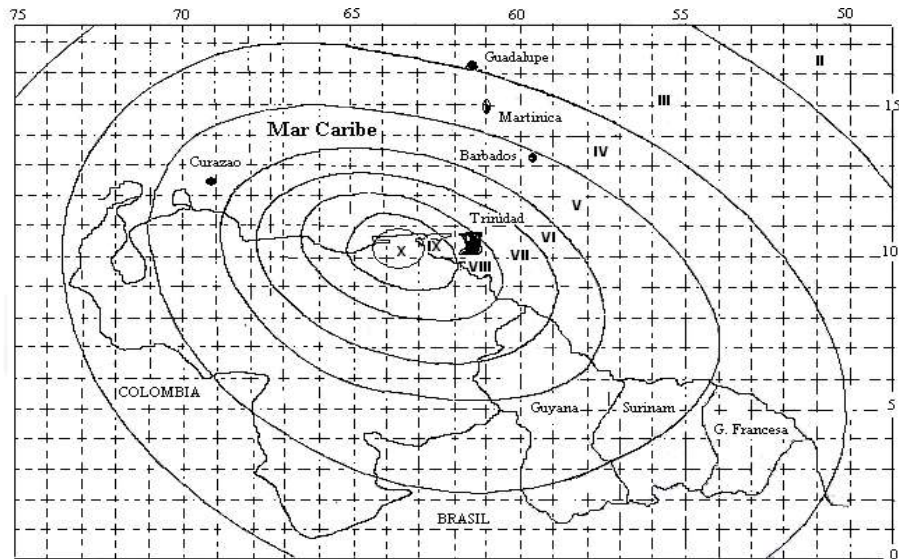


Figura 2. Mapa de Isosistas (Modificado de González y Rangel, 1973)

en las Antillas menores tan al norte como Guadeloupe y en áreas al sur del delta del Orinoco hasta Oyac y Oyapoc, así como en Maracaibo, los Castillos de Guayana aguas abajo de San Félix, Ciudad Bolívar, La Encaramada (cerca de la actual Urbana), orillas del Casanare y el Meta. En Caracas, donde fue destructor, quedó bautizado como ‘terremoto de Santa Úrsula’ (más detalles en el anexo).

Se reportan diferentes grados de daño en lugares tan distantes entre sí como: Cumaná, Caracas y Guarenas, los Castillos de Guayana, fenómenos de licuefacción en La Encaramada. El citado mapa de la Figura 2 ilustra la extensión de los efectos y amplificaciones locales descritas relacionadas a este sismo.

Según las descripciones conocidas, en localidades del oriente y sur del delta del Orinoco, las réplicas fueron muy frecuentes hasta 14 meses después del 21 de octubre; la reconstrucción de

viendas y otras edificaciones sólo se inició a mediados de 1767.

Primer sismo con Mapa de Isosistas

Por razones del limitado crecimiento poblacional del país y carencia de testimonios escritos, la historia sísmica de Venezuela desde inicios del siglo XVI (1530) hasta este gran sismo del siglo XVIII, se constriñe a escuetas descripciones, generalmente puntuales, de eventos sentidos o destructores; tal tipo de información no permite sustentar mapas como los que se han propuesto para el terremoto del 21 de octubre de 1766 (véanse las Figuras 1 a 3); los dos últimos gracias a la información acopiada sobre la cual se da una síntesis en el anexo al final de este texto.

De modo que este evento, con todas sus incertidumbres, marca el inicio de la sismicidad histórica ‘aprovechable’ en nuestros ejercicios de evaluación

de la amenaza sísmica, liberaciones de energía, efectos distantes por probables condiciones locales del subsuelo, etc., como se verá más adelante.

Algunas observaciones sobre el anexo

En el ya citado **Anexo** se sintetizan datos resaltantes en localidades o áreas para las cuales se han logrado descripciones de utilidad en la interpretación de este sismo. Al respecto deben tenerse presentes las siguientes advertencias y limitaciones:

(1) En los nombres de localidades, preferiblemente la entrada se ha dado según la denominación y grafía actuales.

(2) Las descripciones sólo se dan en forma muy resumida; los textos completos están contenidos en las correspondientes referencias anotadas;

(3) Las coordenadas geográficas de algunos poblados son aproximadas; se ha dado preferencia a las coordenadas dadas por *The Times Atlas of the World* (2000).

Aspectos resaltantes

Anotamos a continuación algunos aspectos resaltantes que ayudan a formarse una idea del evento en cuestión:

(1) La hora de ocurrencia según diferentes documentos, para localidades ubicadas en un arco de unos 15° de longitud terrestre, son congruentes con la ocurrencia de un solo evento (véase Tabla 1). Las naturales imprecisiones en la hora del día, a nuestro juicio sólo permiten especulaciones acerca de la posibilidad de dos eventos relacionados entre sí; esta última hipótesis no ha sido planteada por ninguno de los autores que han estudiado este evento. Sin embargo, la extensión de réplicas sentidas conduce a pensar en la posibilidad de más de un evento principal: el área de Cumaná, Trinidad y Margarita, por un lado, y la zona del bajo Orinoco por otra.

(2) La duración del evento principal, aún cuando probablemente exagerada, es considerable en todos los relatos disponibles (véase Tabla 1); cualquiera de las correlaciones empíricas conocidas conducen a magnitudes Richter mayores de 7.0.

Tabla 1
Datos sobre el evento sísmico del 21-X-1766

LOCALIDAD	LONGITUD	HORA LOCAL	DURACIÓN	RÉPLICAS
Maracaibo	71.62	?	?	?
Caracas	66.93	4:10 a.m. a más tardar	Dilatadamente	?
La Encarnada	66.40	Era ya casi de día	Una hora	9 meses
Cumaná	64.20	4:30 a.m.; madrugada; 3:00 a.m.	Una hora	14 meses
Margarita	63.85	Al amanecer	—	> 1 mes
Trinidad	61.52	4:45 a.m.; 3 a.m.	15'	> 5 días
Esequibo**	—	5:30 a.m.	> 5'	> 7 días
Berbice	57.60	5:00 a.m.	15'	> 1 mes
Surinam**	—	5:00 a.m.; 5:45 a.m.; 3 (?) a.m.	—	> 6 días
Cayena	52.30	5:15 a.m.	1,5' + 15'	?

Notas: (*) De acuerdo con la descripción de los documentos; el apóstrofe (') indica minutos;
(**) No es posible aún precisar la población aludida en el texto original.

Tabla 2
Magnitud y área epicentral asignada al sismo de 1766

REFERENCIA	MAGNITUD M_s	MAPA DE ISOSISTAS	ÁREA EPICENTRAL
Centeno Grau, 1940 ⁽¹⁾	-	-	Destructor en Cumaná Ruinoso en Caracas
Fiedler, 1961	7.6	Sí	12.1 N – 63.6 W
Robson, 1964	-	-	Cumaná – Casanay
Ramírez, 1969 ⁽²⁾	Grado III ⁽³⁾	-	6.5 N – 67.4 W
González y Rangel, 1973	7.6 - 7.8	Sí	10.3 N – 63.5 W
Grases, 1990 ⁽⁴⁾	?	Sí	10.7 N - 62.0 W
Pérez y col., 1997	≈ 7.5 - 8.0	-	10.4 N – > 64.4 W
Grases y Rodríguez, 2001	7.8 – 7.9	-	-

⁽¹⁾ No se modifica en la edición post-mortem de 1969. ⁽²⁾ No se modifica en la edición, revisada y ampliada, de 1975; ⁽³⁾ Destructor; ⁽⁴⁾ El mapa fue incluido en la versión no publicada de Grases (1978).

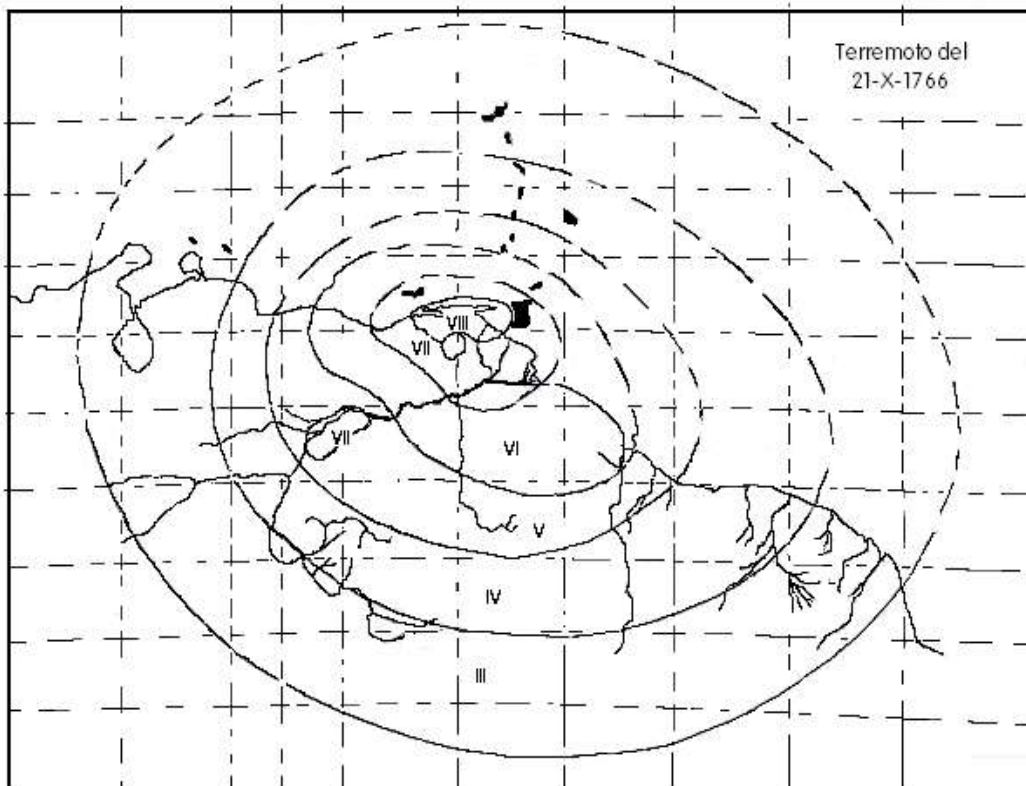


Figura 3. Mapa de isosistas (Modificado de Grases, 1990)

(3) La duración del período de réplicas está típicamente asociada a un evento de magnitud considerable (véase Tabla 1).

(4) Los documentos de la época, si bien son explícitos en la descripción de daños, no hacen mención alguna a pérdidas de vidas, hecho éste que no puede ser ignorado si se tiene presente la hora de ocurrencia del evento principal. Los daños en Cumaná aparentemente no fueron catastróficos, aun cuando sí hay evidencias de que en un elevado número de localidades del nor-este venezolano, en Trinidad y en Pampatar, construcciones importantes de la época fueron seriamente afectadas. Más al sur, destacan los daños en los castillos de Guayana¹, la descripción del Padre Gilij, (testigo presencial en La Encaramada) y la extensión del área sentida al este-sur-este del bajo Orinoco. De lo anterior no resulta evidente la definición del área epicentral, ni queda excluida la hipótesis de más de un evento principal. Por otra parte, en ninguna de las descripciones conocidas cabe asignar intensidades superiores a VIII.

(5) La observación anterior, unida a la extensión del área sentida, conduce a pensar en un evento de magnitud elevada. Sobre la profundidad focal, las incertidumbres son igualmente marcadas.

(6) En cuanto a efectos superficiales, ninguna de las descripciones es concluyente, como para asociarlo a una zona epicentral: no se mencionan fisuras de larga extensión; no se habla de maremotos o fenómenos similares. Las llamaradas mencionadas en descripciones de terceros no están corroboradas por documentos de la época.

(7) El ruido, concomitante y/o predecesor del movimiento, es común en los relatos, incluso en áreas alejadas como: Berbice, Surinam y el Esequibo.

(8) Cabe destacar como observación interesante que en lugares distantes de la zona epicentral, las descripciones permiten identificar la llegada de un primer "tipo" de movimiento "vertical", seguido, después de una pausa, por otro "ondulatorio como las olas del mar". Humboldt (ed. 1956) acota relatos según los cuales las sacudidas eran simples oscilaciones horizontales y

que, por primera vez en el sismo de Cumaná el año 1794 se hizo sentir la componente vertical. Nada en particular se ha logrado inferir en cuanto a la dirección de las sacudidas.

Dos hipótesis de trabajo

Con base en las observaciones anteriores y la asignación de intensidades (altamente subjetivas estas últimas), por lo menos pueden adelantarse dos hipótesis diferentes sobre lo que aconteció el 21 de octubre de 1766.

Una, siguiendo la interpretación de Fiedler (1961), expresada con un mapa de isosistas semejante, aunque con ligeras modificaciones propias de una mayor cantidad de datos, al presentado por González y Rangel (1973) en su Figura 3; según ésta, el evento quedaría definido con zona epicentral esencialmente asociada a la zona de fallas de El Pilar; con $I_0 \approx IX$; $M > 7.5$; $R_{III} \approx 1200$ a 1400 km.; $h \approx (?)$; en un área 'sentida' (incluye áreas marinas) del orden de 3.6×10^6 km² y réplicas durante 14 meses. Esta hipótesis presenta las siguientes contradicciones: (a) los daños aparentemente moderados en Cumaná y otras localidades poco alejadas al sur de la falla de El Pilar; (b) la intensidad del movimiento y el largo período de réplicas en la región de La Encaramada, así como las réplicas sentidas en Berbice y Surinam; (c) la extremada larga duración del movimiento en diversas localidades.

La segunda hipótesis implica más de un movimiento principal con, no menos de dos zonas epicentrales: una en la zona de fallas de El Pilar y la otra en el sistema de fallas cercano a La Encaramada (Funvisis, 1993). Esta hipótesis, más insegura en su análisis que la primera, puede resolver alguna de las contradicciones anotadas más arriba.

ASIGNACIÓN DE MAGNITUD Y ÁREA EPICENTRAL

En la Tabla 1 se dan asignaciones conocidas de magnitud y área epicentral. Analizado el regis-

TABLA 3
Cambios en la percepción de la peligrosidad sísmica en el área de Jose, estado Anzoátegui.

AÑO	AMENAZA SÍSMICA EN JOSE	REFERENCIA
1898	Zona no sísmica	Montessus (1898)
1947	Coeficientes sísmicos de diseño, 50% de los máximos	MOP (1947)
1949	No se reportan sismos destructores ni ruinosos	Centeno-Grau (1969) ⁽¹⁾
1955	Zona no sísmica	MOP (1955)
1967	Coeficientes sísmicos de diseño, 50% de los máximos	MOP (1967)
1977	'Riesgo sísmico moderado'. Zona 3 de cuatro zonas, donde la Zona 4 es la más riesgosa	Fiedler y Rivero (1977)
1982	0.22g ⁽²⁾	COVENIN 1756 (1982)
1992-2003	≈ 0.26g	Estudios ad-hoc ⁽³⁾
1999	0.28g	PDVSA JA-221, 1999 ⁽³⁾
2001	0.30g	COVENIN 1756 2001 ^(3;4)

⁽¹⁾ Edición post mortem, de su mapa de 1949; ⁽²⁾ Primer mapa de zonificación sísmica con sustento probabilístico donde g es la aceleración de la gravedad terrestre; aceleraciones dadas en el mapa, asociadas a 10% de excedencia en 50 años; ⁽³⁾ Períodos medios de retorno de 500 años; ⁽⁴⁾ Valor máximo del mapa de zonificación igual a 0.40g.

tro instrumental de sismos de las últimas décadas, por ser muy limitada la microsismicidad registrada telesísmicamente en esa zona durante todo el lapso de observación, parece posible descartarse la hipótesis abierta anteriormente.

Aceptado que se trata de un solo evento, la incertidumbre que se observa en la asignación de magnitudes y ubicación del área epicentral, probablemente es consecuencia de que se conocen efectos destructores en lugares distantes; una posible explicación es la de que hubo amplificaciones locales del subsuelo, similares a las constatadas durante sismos del siglo XX de magnitud en exceso de 7.2 a 7.5 (véase más adelante). En cualquier caso, por los valores de magnitud que se han asignado a este evento, puede considerarse como el mayor de los que conocemos en tiempos históricos (véase Tabla 4).

Interesa destacar que en el trabajo de Grases y Rodríguez (2001) se empleó una amplia base de datos de sismos venezolanos del siglo XX y

como metodología, se siguió la aplicada por Singh y col., (1980) para evaluar sismos preinstrumentales mexicanos.

Intencionalmente, en la Tabla 1 no se hace referencia a la profundidad focal. La extensión del área sentida es propia de un gran sismo de profundidad intermedia. Esta hipótesis, sin embargo, no es preferida en la interpretación de Pérez y col., (1997); estos autores asocian este evento a la continuación submarina de la falla de El Pilar, al occidente de Cumaná. En lo que sigue, el sismo es tratado como un evento con fuente superficial.

INCORPORACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA

Modelos sismotéctonicos y mapas de zonificación

Con la información a mano, es posible que la interpretación recién descrita, hecha por sismó-

Tabla 4
Eventos sísmicos con áreas epicentrales y magnitudes ≥ 6 (Anteriores al siglo XX asignadas y sucedidas en el siglo XX registradas)

FECHA	ÁREA EPICENTRAL	MAGNITUD Ms	OBSERVACIONES
1766-10-21	Oriente del país	7.8-7.9	Foco supuesto superficial
1797-12-14	Cumaná	6.5-6.6	
1812-03-26	Mérida	6.5-6.7	
1812-03-26	San Felipe	7.0-7.2	Área epicentral dudosa; pudieran ser dos eventos
1823-08	Cariaco	6.0 - 6.3	Magnitud dudosa
1834-12-08	Santo Domingo, Mérida	6.2 - 6.3	
1853-07-15	Cumaná	6.3 - 6.5	
1874-08-26	El Pilar	6.1 - 6.3	
1875-05-18	Cúcuta – San Antonio	6.9 - 7.1	¿Borde de placa?
1878-04-12	Cúa	6.4 - 6.5	
1888-11-17	Guanare	6.0 - 6.3	Magnitud dudosa
1894-04-28	Santa Cruz –Tovar	7.1 - 7.3	
1900-10-29	Cabo Codera	7.6 - 7.8	Comparable al valor de la magnitud según registros de la época ⁽¹⁾
1918-02-24	11.0N-62.2W	6.25	Gutenberg y Richter (1954)
1929-01-17	10.5N-64.25W	≥ 6.3	Moquet y col., (1996)
1932-03-14	8.29N-71.88W	6.7	Dewey (1972)
1950-08-03	9.74N-69.83W	6.8	PAS; Dewey (1972)
1957-10-04	10.92N-62.81W	6.8	Sykes and Ewing (1965)
1967-07-29	10.6N-67.3W		
	11.06N-67.15W	6.5 - 6.3 (m_b)	USGS, CAG
1974-06-12	10.56N-63.38W	6.1	USGS
1975-04-05	10.08N-69.65W	6.1	ISC
1981-10-18	8.15N - 72.75W	6 ⁽²⁾	FUNVISIS ⁽³⁾
1997-07-09	10.54N-63.51W	6.9 (W)	FUNVISIS

⁽¹⁾El valor 7.6 corresponde a la reevaluación de Fiedler con los registros de la época (Fiedler, 1988); ⁽²⁾ valor máximo de Ms;

⁽³⁾ $m_b = 5.5$. PAS. Pasadena; USGS. United States Geographical Survey; CAG. Cajigal; ISC. International Seismological Center

Tabla 5
Máximos valores de Ms en los lapsos de 15 años

LAPSO	MÁXIMA (Ms)	LAPSO	MÁXIMA(Ms)
1766-1780	7.8-7.9	1886-1900	7.1-7.3
1781-1795	< 6 ⁽¹⁾	1901-1915	7.6-7.8 ⁽²⁾
1796-1810	6.5-6.6	1916-1930	< 6.25
1811-1825	7.0-7.2	1931-1945	6.7
1826-1840	6.2-6.3	1946-1960	6.8
1841-1855	6.3-6.5	1961-1975	6.5
1856-1870	< 6 ⁽¹⁾	1976-1990	6.1
1871-1885	6.9-7.1	1991-2005	6.9

⁽¹⁾ No se conocen eventos con magnitud asignada Ms ≥ 6 en este lapso; ⁽²⁾ Magnitud del sismo sucedido el 29-10-1900, supuesto 1901.

logos (Pérez y col, 1997), esté mejor sustentada. En esa misma dirección, desde mediados de los años 80 el terremoto de 1766 sirvió de fundamento para considerar eventos de gran magnitud al oeste de Cumaná, lo cual ha tenido influencia en las evaluaciones de la peligrosidad sísmica de localidades ubicadas en esa costa; el caso de la extensa área de Jose (Hoses), al este de Píritu, estado Anzoátegui, es ilustrativo tal como se indica en la Tabla 3.

Al respecto son bien conocidas las implicaciones que estas nuevas evaluaciones, con modelos sismotectónicos actualizados, han tenido en la confiabilidad estructural y de servicio de las millonarias (en US\$), instalaciones allí construidas.

Caracterización de la sismicidad del borde sur de la Placa Caribe.

En el ejercicio que sigue, el conjunto de fallas transcurrentes dextrales que van desde el nor-este de Cúcuta hasta las cercanías de Güiría (península de Paria), se ha supuesto como borde sur de la placa Caribe. Este ‘borde’ se entiende como un área de interacción de placas, de unos 80 a 100 km de ancho, por unos 1200 km de largo, con actividad esencialmente superficial, aquí supuesta con una profundidad media de 14 km.

A lo largo de los últimos 240 años (1766-2005) los sismos conocidos en esa área de interacción, con magnitud asignada o registrada de no menores a $M_s = 6.0$, se dan en la Tabla 4 (Pérez, 1998). Todos ellos se han supuesto asociados a mecanismos predominantemente transcurrentes dextrales, compatibles con el desplazamiento de la placa Caribe respecto a la placa Sudamericana (véase más adelante).

El conjunto de eventos de la Tabla 4 ha sido analizado estadísticamente, encontrándose un buen ajuste con la distribución de máximos en los 16 lapsos de 15 años que conforman los 240 años de la muestra (Tabla 5). Obsérvese que en dos de los lapsos de esa tabla no se han identificado eventos con $M_s 6$, posiblemente por ausencia de testimonio escrito.

Con los datos de la Tabla 5 es fácil determinar un estimador de las probabilidades de no excedencia de M_s en lapsos de 15 años (P_{15}). Supuesta constante la probabilidad de no excedencia anual (P_1), se cumple:

$$P_{15} = (P_1)^{15} \tag{1}$$

De donde, para todo fin práctico, la tasa media de excedencia anual λ (1/año), es igual a:

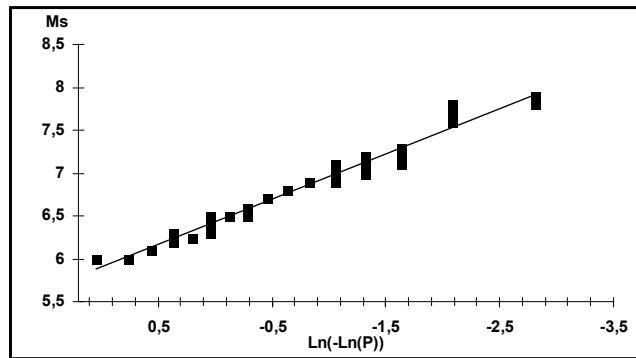


Figura 4. Distribución de valores extremos de M_s (1766-2005)

$$\lambda = 1/T = (-\ln P_{15})/15 \quad (2)$$

En la Figura 4 se da la distribución de valores extremos de M_s entre 1766 y 2005.

Obsérvese que en la asignación de magnitudes anteriores al siglo XX, en 7 casos se reconoce una incertidumbre de \pm un décimo de unidad de magnitud, la cual no siempre refleja toda la percepción sobre el desconocimiento del evento; en 2 casos se asigna magnitud inferior a 6. El ajuste propuesto es lineal hasta la truncatura asociada a la magnitud máxima (M^*) de la región; ésta queda descrita por una expresión del tipo:

$$\ln(-\ln P_{15}) = C - (b) \times (M_s) \quad M_s \geq M^* \quad (3)$$

donde (P_{15}) es la probabilidad de no excedencia en 15 años y (b) es del orden de 0.80.

En la Figura 5 se presenta la misma regresión de la Figura 4 empleando la fórmula (2). La distribución señala que en la región estudiada, magnitudes máximas del orden de 8, están asociadas a retornos medios de unos 260 años. De las fórmulas (3) y (2), se obtienen los coeficientes regionales de la conocida relación de sismicidad

encontrada por Gutenberg entre la tasa de excedencia anual (λ) y la magnitud (M_s):

$$(\log \lambda) = (a) - (b) \times (M_s) \quad 6 < M_s \leq 8 \quad (4)$$

donde los valores: $a = 4$ y $b = 0.8$ se pueden considerar conservadores.

EJERCICIOS EXPLORATORIOS CON BASE EN LA ENERGÍA LIBERADA DURANTE 240 AÑOS

Para llevar adelante los ejercicios que siguen se ha supuesto que sismos con magnitudes $M_s < 6$ liberan una pequeña cantidad de energía ($< 10^{25}$ dina-cm), la cual puede considerarse dentro de los márgenes de error de las asignaciones hechas sobre grandes sismos pasados. Esta hipótesis, consistente con las evaluaciones hechas anteriormente, permite emplear en la presente sección los eventos dados en la Tabla 4.

Energía liberada

Con frecuencia, el concepto de momento sísmico (M_0) se emplea como un modelo según el cual un sismo es el resultado de una disloca-

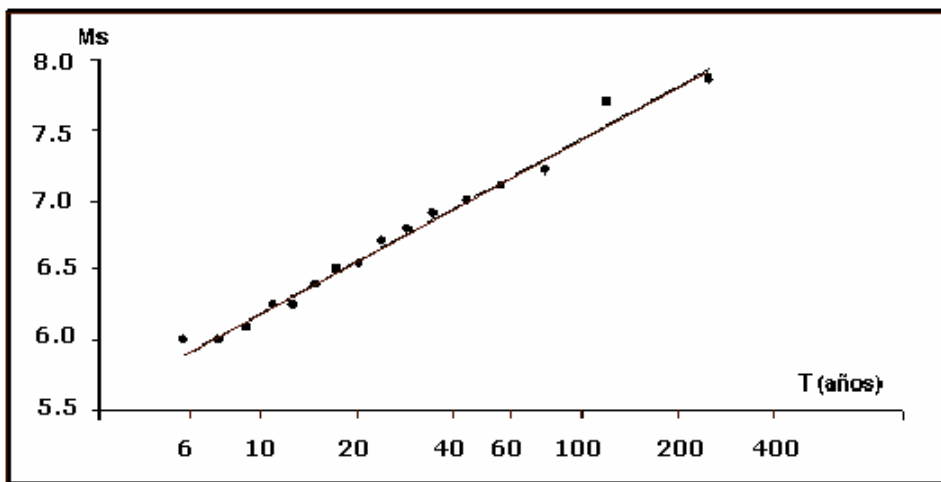


Figura 5. Sismicidad regional inferida de la Figura 1.

Tabla 6
Energía liberada entre 1766 y 2005 en los 1200 Km del borde sur de la Placa Caribe (Cúcuta - Güiría).

AÑO	REGIÓN EPICENTRAL	E(dinas-cm) x10 ²⁵	AÑO	REGIÓN EPICENTRAL	E(dinas-cm) x10 ²⁵
1766	Falla el Pilar (oeste)	891.3	1900	Cabo Codera	631
1797	Cumaná	10	1918	Paria	3.0
1812	Mérida; Barquisimeto- San Felipe; Caracas	94 ⁽¹⁾	1929	Cumaná	> 3.5
1823	Cariaco	3.5	1932	Bailadores	14.1
1834	Santo Domingo - Mérida	3.5	1950	El Tocuyo	19.9
1853	Cumaná	7.1	1957	Carúpano	19.9
1874	El Pilar	3.5	1967	Caracas	7.1
1875	Cúcuta - San Cristóbal	56.2	1974	Casanay	1.8
1878	Cúa	7.1	1975	San Pablo	1.8
1888	Guanare	3.5	1997	Cariaco	28.2
1894	Santa Cruz de Mora - Tovar	112.2	Total	-----	(Σ M _o) _T = 1922.2

(1) Dos eventos

ción o salto en un campo sometido a un determinado estado de tensiones. En las zonas sísmo-génicas de Venezuela, tales dislocaciones pueden considerarse asociadas a fallas transcurrentes dextrales, activas, con focos en el orden de 12 a 15 km.

Kanamori y Anderson (1975) calcularon el valor de (M_o) como la energía que libera un salto de u (cm), en un medio elástico de rigidez μ (dinas/cm²) sometido a distorsiones por corte, debido a una doble pareja de momentos a lo largo de una superficie S (cm²). Este resulta ser:

$$(M_o) = (\mu) (S) (u) \text{ (dina - cm)} \quad (5)$$

Para m se ha adoptado un valor frecuentemente empleado igual a 3.3 x 10¹¹ (dina/cm²); S (cm²) es la superficie de rotura, igual a la longitud probable de rotura multiplicada por una profundidad media de 14 km; u (cm) es la dislocación media, la cual es función de Ms. De igual modo entre la magnitud Ms y la energía liberada se ha empleado la relación:

$$\text{Log } M_o = 16.1 + 1.5 M_s \quad (6)$$

Lo anterior permite adelantar un ejercicio para estimar la tasa media de desplazamiento entre las dos placas tectónicas de interés para nosotros: Caribe y Suramérica (véase más adelante). Para ello, aparte de aceptar las hipótesis anteriores, también es preciso aceptar que el lapso de observación (ΔT) es suficientemente extenso y que la superficie total de rotura (ΣS) es representativa de las áreas que han sufrido dislocaciones a lo largo del tiempo ΔT. De ese modo, el total de energía liberada estimado por (ΣM_o)_T a lo largo de (ΔT) años, permite determinar la tasa media anual de liberación de energía en términos de

$$\left(\begin{matrix} \bullet \\ u \end{matrix} \right) \text{ como:}$$

$$(\Sigma M_o)_T / \Delta T = (\mu) (\Sigma S) \left(\begin{matrix} \bullet \\ u \end{matrix} \right) \text{ (dina - cm/año)} \quad (7)$$

El total de energía liberada por los 22 eventos que se dan en la Tabla 4 se ha calculado en

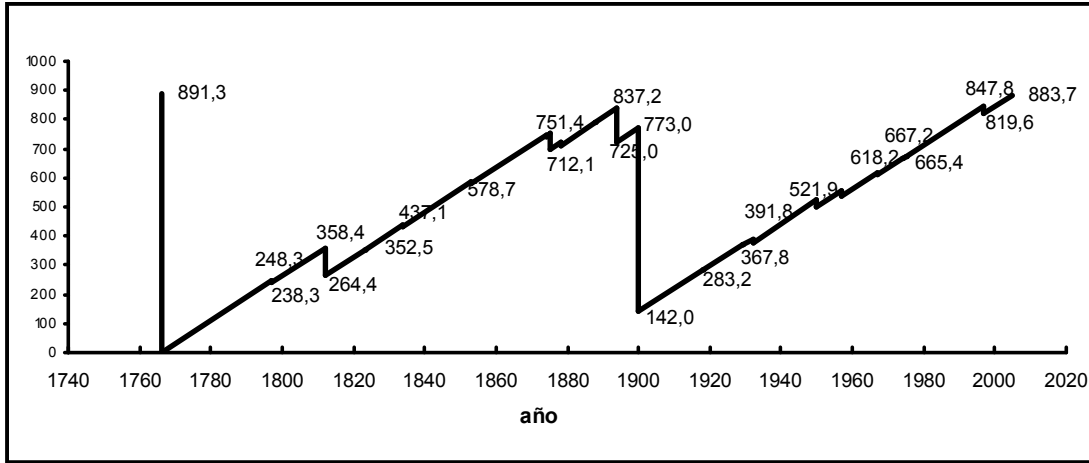


Figura 6. Secuencia de acumulación y liberación de energía en términos del momento sísmico, entre Cúcuta y Güiria (octubre 1766 -octubre 2005). Tasa media de desplazamiento, 1.4 cm/año.

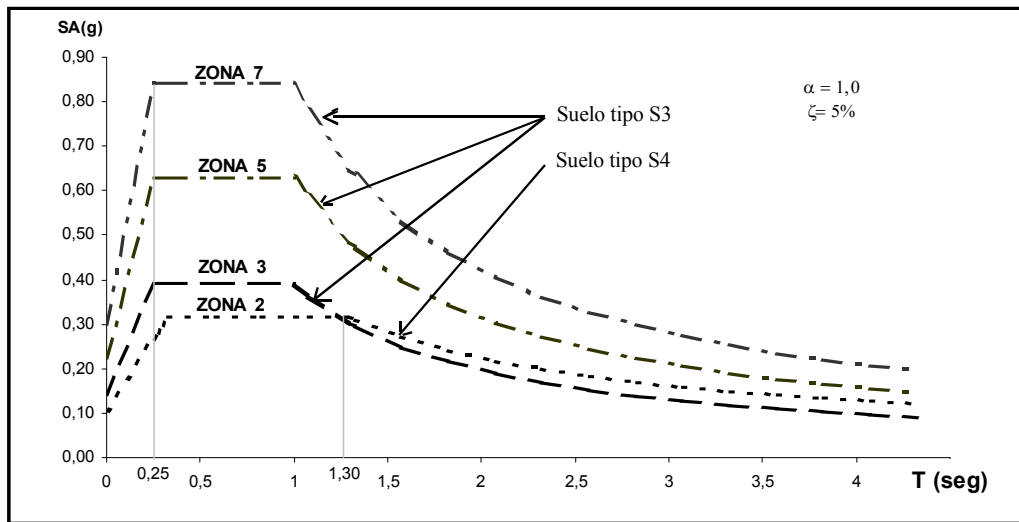


Figura 7. Espectros de respuesta elástica para el mismo depósito aluvional de suelos medio firmes-medio densos, $H > 50m$, ubicado en las zonas sísmicas 7 (0.4g), 5 (0.3g), 3 (0.2g) y 2 (0.15g) (Fuente: Norma COVENIN 1756, 2001)

forma conservadora; para ello se ha empleado el valor superior del rango asignado a las magnitudes consideradas inciertas. De este modo la energía liberada por los 22 eventos conocidos se da en la Tabla 6.

Si se supone ahora que (ΣS) es el área total ($1200 \times 14 \text{ km}^2$), el valor inferior de la tasa media de desplazamiento anual se obtiene como:

$$\left(\dot{u} \right) = (\Sigma M_o)_T / (\Delta T \times \mu \times \Sigma s) \quad (\text{cm/año}) \quad (8)$$

donde: $(\Delta T \times \mu \times \Sigma s) = (240 \times 3.3 \times 10^{11} \times 1.68 \times 10^{14}) = 133.1 \times 10^{26}$; por tanto, el valor medio de

$\left(\dot{u} \right)$ es igual a: $1922.2 \times 10^{25} / (133.1 \times 10^{26}) = 1.4 \text{ cm/año}$.

El valor obtenido debe compararse con tres cuantificaciones hechas por vías completamente diferentes. La primera, sustentada en evidencias de la última glaciación en los andes merideños (Schubert y Sifontes, 1970) según la cual la tasa media de desplazamiento transcuriente en la falla de Boconó en los últimos 11 mil años sería de 10 mm/año. La segunda, sustentada por inferencias de neotectónica de la región y dada por (Audemard y col., 2000), con un valor medio similar al anterior. Y la tercera con base en observaciones GPS (satelitales) en el oriente de Venezuela durante algo más de una década (Pérez y col., 2001), según los cuales la tasa de desplazamiento anual sería doble de las dos anteriores.

En adición a las incertidumbres ya señaladas, el resultado obtenido está influenciado por los coeficientes de la fórmula (6) y por la adopción de los mayores valores de M_s en la Tabla 4. En cualquier caso ΣS es conservador, pues se ha supuesto que en 240 años se ha roto, al menos una vez, el total de 1200 km de borde de placa. Tanto las asignaciones de magnitud, como las de profundidad focal, son susceptibles de mejoras. De modo que los resultados de este ejercicio,

aún cuando alentadores, solo se pueden considerar preliminares.

Secuencia de acumulación y liberación de energía entre 1766 y 2005.

Obsérvese que el valor de 1.4 cm/año se encuentra asociado a una tasa media de acumulación de energía de: $1922.2 \times 10^{25} / 240 = 8.0 \times 10^{25}$ (dina-cm/año); la secuencia de acumulación y liberación de energía consecuencia de los 22 sismos que se dan en la Tabla 4, sucedidos a lo largo de los 1200 km. entre Cúcuta y Güiría, desde 1766 hasta el presente, se da en la Figura 6. Con las hipótesis anteriores, el 'sistema' tendría actualmente una energía acumulada comparable a la que tenía antes del sismo de 1766.

LECCIONES DEL TERREMOTO DE 1766 INCORPORADAS EN LA ESTRATEGIA PREVENTIVA

De una manera general, la estrategia preventiva vigente contra las amenazas de la naturaleza no se circunscribe a un solo documento normativo. Por ejemplo, en Venezuela, para diseñar estructuras de concreto reforzado ubicadas en zonas sísmicas se han logrado armonizar los requisitos establecidos en las dos Normas COVENIN: 1756-2001 *Edificaciones Sismorresistentes* y COVENIN 1753 *Diseño de Obras de Concreto Reforzado*, sea la vigente de 1985 o aún más estrecha, con la que se encuentra en revisión (Diciembre 2005). En la Norma COVENIN 1756-2001, el sismo de 1766 se ha tenido presente como antecedente en dos decisiones importantes desde el punto de vista preventivo, lo cual obviamente repercute en la confiabilidad de los diseños de obras de concreto reforzado.

La primera es el nuevo mapa de zonificación sísmica del país, ya mencionado anteriormente e ilustrado en la Tabla 3. En otras palabras, el cambio de percepción y obviamente, los cambios en la cuantificación de la peligrosidad sísmica que se reflejan en los nuevos movimientos de diseño

requeridos para localidades del estado Sucre, partes de Monagas y norte de Anzoátegui, son consecuencia de la aceptación de eventos tipo 1766. La segunda se trata a continuación.

Forma espectral tipo S4

Fuera de nuestras fronteras y durante el siglo XX, se han estudiado casos bien documentados de sismos con magnitudes mayores que 7, especialmente en exceso de 8, cuyas vibraciones han sufrido ampliaciones en depósitos de sedimentos recientes ubicados hasta más de 350 kilómetros de distancia epicentral, tipificado como suelos tipo S4 en las normas vigentes (Covenin 1756-2001).

Los efectos del sismo del 21 de octubre de 1766 fueron destructores en Cumaná y otras localidades del oriente que se consideran cercanas al epicentro. En Caracas, distante unos 200 a 250 km, fueron particularmente desfavorables para las edificaciones más altas existentes en esa época: iglesias, templos y conventos, aún cuando: “... las casas particulares no sufrieron gran cosa; solo grietas” (véase: Caracas, en el anexo de este Trabajo).

A mayores distancias, hacia el sur-oeste, en el río Orinoco cerca de la confluencia con el río Capanaparo, a unos 400 km del área epicentral, desapareció un islote y en sus riberas se describen fenómenos propios de licuación del terreno. Efectos de amplificación como los anteriores, en depósitos de sedimentos con bajas velocidades de propagación de ondas de corte (por ejemplo suelos tipo S3 caracterizados por: $\bar{V}_S < 250$ m/seg y $H > 50$ m, ó $\bar{V}_S < 170$ m/seg y $H > 15$ m), han sido desfavorables en edificios con períodos de vibración de más de 1 a 1.5 segundos. Para esos rangos de períodos largos, en zonas de baja peligrosidad ($A_0 \leq 0.15g$) las solicitaciones y desplazamientos pueden superar las correspondientes al suelo tipo S3. En la Figura 7 se comparan los espectros de respuesta de un determinado suelo blando en las zonas sísmicas 7 ($A_0 = 0.40g$), 5 ($A_0 = 0.30g$) y 3 ($A_0 = 0.20g$), donde se considera la forma espectral correspondiente al suelo

tipo S3, con el que prescribe la norma para la zona sísmica 2 ($A_0 = 0.15g$), que es la forma espectral del suelo tipo S4.

Obsérvese que las ordenadas espectrales de un depósito aluvial caracterizado como suelo tipo S3 en zonas donde A_0 es $> 0.20g$, exceden las del suelo tipo S4 para $A_0 \leq 0.15g$. Sólo en la zona 3 ilustrada y a partir de períodos del orden de $0.392/0.315 = 1.24$ seg las ordenadas de S3, no exigida por la Norma para la zona 2, exceden ligeramente las del espectro S4 exigido en esta última zona.

Otras consideraciones

Entre los ejercicios propios de la industria del seguro se encuentra la estimación de formación de ‘cúmulos’ o acumulación de pérdidas como consecuencia de un solo evento. Con respecto a los efectos de eventuales sismos posibles teniendo presente la distribución actual y áreas en desarrollo de la industria petrolera en nuestro país, un evento similar al de 1766 parece ser más desfavorable que el de 1812, aún suponiendo este último como un único evento.

Desde el punto de vista del efecto en zonas urbanas, los problemas de confiabilidad estructural consecuencia de los cambios en las normas, son conocidos.

CONCLUSIONES

Hemos visto que la incorporación de lo que se ha inferido sobre el sismo de 1766, probablemente el mayor de nuestra historia sísmica, ha contribuido a una estrategia preventiva más amplia en nuestro país. Cabe destacar los siguientes cuatro aspectos:

1.- Dicho sismo marca el comienzo de la sismicidad histórica susceptible de ser incorporado a la evaluación cuantitativa de la peligrosidad sísmica de Venezuela.

2.- Modifica la percepción de la amenaza sísmica; su análisis contribuye a una estrategia

preventiva más amplia que ya se refleja en las normas vigentes.

3.- Facilita el cálculo de las tasas medias de desplazamiento de la Placa Tectónica del Caribe respecto a la Placa de Sudamérica, por procedimientos complementarios a los aplicados hasta la fecha. Con las hipótesis anotadas, se obtiene un valor de 1.4 cm/año, comparable con resultados publicados obtenidos por otros procedimientos.

4.- Extiende el lapso de observación histórica de los grandes sismos sucedidos en Venezuela, con lo cual se amplía el sustento del ajuste de la

regresión de Gutenberg que caracteriza la sismicidad regional; el valor de b es cercano a 0.8, y la magnitud M_s del sismo máximo probable en la región resulta ser del orden de 8.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea una vez más, expresar su agradecimiento al CONICIT, hoy FONACIT, por el apoyo brindado en su momento a esta investigación. A los colegas Guillermo Bonilla y Yelitza Sirit por su permanente colaboración en la preparación de esta contribución. Finalmente, a la(s) persona(s) cuya meticulosa revisión contribuyó a mejorar la versión que acá se publica.

LITERATURA CITADA

ALTEZR.

2005. *El desastre de 1812: sismos, vulnerabilidad y una patria no tan boba*. Instituto de Investigaciones Históricas, UCAB. Trabajo de Grado de Maestría en Historia de las Américas, Caracas, Mayo, 434 p.

AROCHA J.

1894. Diccionario Geográfico, Estadístico e Histórico del Estado Zulia. Maracaibo, Imprenta Americana, p.176.

AUDEMARD F., M. MACHETTE, J. COX, R. HART AND K. HALLER

2000. *Map and database of quaternary faults in Venezuela and its offshore regions*. A project of the International Lithosphere Program Task Group II-2, Major Active Faults of the World U.S. Geological Survey Open-File Report 00-18, 79 pp + map. Denver, Colorado.

BALDWIN, .. CRADOCK Y JOY

1822. Colombia, relación geográfica, topográfica, agrícola, comercial y política de este país. Londres.

CARROCERA, P. BUENAVENTURA DE

1945. *Memorias para la Historia de Cumaná y Nueva Andalucía*. Segunda Edición, Artes Gráficas, Caracas 1945.
1968. Tomo 88. *Misión de los Capuchinos en Cumaná* Tomo I. Su Historia (edición de la Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Tomo 88, Caracas 1968.
1968. Tomo 90. *Misión de los Capuchinos en Cumaná* (Tomo III. Documento 1735 a 1817). Edición Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Tomo 90, Caracas 1968.

CENTENO GRAÜ M.

1969. *Estudios Sismológicos*. Vol. VIII, Col. Acad. de Cien. Fis., Mat. y Nat., Caracas. /Edición ampliada y corregida de la de 1940; el mapa de esta nueva edición fue el que dejó Centeno a su muerte, en octubre de 1949/.

CODAZZI, A.

1840. *Atlas Físico y Político de la República de Venezuela*.
1960. *Obras Escogidas*. Vol. I *Resumen de la Geografía de Venezuela* Ediciones del Ministerio de Educación, Biblioteca Venezolana de la Cultura, Caracas 1960. P. 623-624. /Véase la edición del año 1940 de: *Resumen de la Geografía de Venezuela*./

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN 1756)

1982. *Edificaciones antisísmicas*. Fondonorma, Caracas.
2001. *Edificaciones Sismorresistentes*. Fondonorma, Caracas, 2 vol.

DEWEY J. W.

1972. Seismicity and Tectonics of Western Venezuela. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 62:6, pp 1711-1751.

DUARTE, C.

1972. El ingeniero militar Casimiro Isava Oliva, 1736-1802. Caracas.

FERRER C. y J. LAFAILLE

2000. El alud sísmico de La Playa (1610): causas y efectos. El terremoto de Bailadores 1610. *Revista de Geografía Venezolana*, N° 39:12, 23-86.

- FIEDLER, G.**
 1961. Áreas afectadas por terremotos en Venezuela. *Mem. III Cong. Geol. Venez.*, Tomo IV, pp 1791-1810, Caracas.
 1988. Preliminary evaluation of the large Caracas earthquake of October 29, 1900, by means of historical seismograms. In: *Historical Seismograms and Earthquakes of the World*, edited by W.H.K. Lee et al., Academic Press, pp. 201-206.
- FIEDLER, G. y L. RIVERO**
 1977. Mapa sísmico. Principales sismos ocurridos en Venezuela (1530-1975). Caracas. /Reproducido en: *Atlas de Venezuela*, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Dirección de Cartografía Nacional. Caracas, 1979.
- FUNVISIS**
 1993. Mapa tectónico de Venezuela. Dept. Ciencias de la Tierra, Comp. Carlos Beltrán, esc. 1:2.000.000.
- GILLI, F. S.**
 1965. *Ensayo de Historia Americana*, Tomo I Cap. 2 P. 40, tomo II, Cap. 2 p. 26-28.
- GONZÁLEZ, C. y R. RANGEL**
 1973. Intensidades epicentrales en terremotos históricos del Caribe. Tesis de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil, UCV, Caracas, 101 p.
- GRASES, J.**
 1971. *La Sismicidad Histórica del Caribe* Documentos de Trabajo, Caracas, 1971, 425p. /Edición mimeografiada de: *Historical seismicity of the Caribbean 1502-1900*, Imperial College, London.
 1977. Introducción al estudio sobre los sismos destructores del Caribe. *Revista Interciencia*, 2 (4): 222-230, Caracas.
 1978. El terremoto del veintiuno de octubre de 1766 que afectó el oriente Venezolano. Multicopiado, Fac. de Ing. UCV, Caracas, 42p.
 1990. *Terremotos Destructores del Caribe*. UNESCO-RELACIS, ISBN 92-9089-044-4, Montevideo, 132p.
- GRASES J., R. ALTEZ y M. LUGO**
 1999. Catálogo de sismos sentidos o destructores. Venezuela 1530/1998. *Vol XXXVII, Acad. de Ciencias Físic., Matem. y Nat., y Fac. de Ing. UCV. Ed. Innov. Tecno.*, Caracas, 654 p.
- GRASES, J. y J.A. RODRÍGUEZ**
 2001. Estimaciones de magnitud de sismos venezolanos a partir de mapas de isosistas. *Memo. Segundo Seminario Iberoamericano de Ingeniería Sísmica*, Madrid, Octubre 2001, CD.
- GUTENBERG, B. AND C. RICHTER**
 1954. *Seismicity of the Earth*. Princenton University Press, Princenton, N.J., 310 p.
- HUMBOLDT A. VON**
 1956. *Viaje a las Regiones Equinociales del Nuevo Continente*. Versión en español. 5 Tomos. Buenos Aires 1956.
- KANAMORI H. AND D.L. ANDERSON**
 1975. Theoretical basis for some empirical relations in seismology. *Bull. Seism. Society of America*, 65:1073-1095.
- MALLET R. AND J.W. MALLET**
 1852-1854. *Third report on the facts of earthquake phaenomena. Catalogue of recorded earthquakes from 1606 B.C. to A.D. 1850*. Reports of Researches in Science of the British Association for the Advancement of Science. Third Report (1852) pp1-176; idem (1853) pp 118-212; idem (1854) pp 1-326. /Belongs to the twenty-second meeting of the BAAS held at Belfast in September 1852/.
- MARCO DORTA, E.**
 1967. *Materiales para la historia de la cultura en Venezuela (1523-1828)*. Caracas-Madrid, 1967, 547 p.
- MARTI, M.**
 1969. *Documentos relativos a mi visita Pastoral de la Diócesis de Caracas. 1771-1784* (Tomo II) Vol. 96 de la Biblioteca de Academia Nacional de la Historia, Caracas, 1969. La descripción de los efectos en Margarita es reproducida por Ángel Félix Gómez, en el Tomo I de: *Margarita en 302 Historietas*, Historieta N° 38, Colección Gustavo Pereira, N° 11, 2 tomos, Margarita, 2001/.
- MAS VALL, J.**
 1950. Mapa isosísmico del terremoto de El Tocuyo (3 de agosto de 1950). Ministerio de Fomento, Instituto Nacional de Minería y Geología. Caracas.
- MILNE J.**
 1911. *A Catalogue of Destructive Earthquakes A.D. 7 to A.D. 1899*. British Assoc. for the Advancement of Science, Portsmouth Meeting, London, 94 p.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS (MOP)**
 1947. *Normas para el cálculo de edificios*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones, Imprenta Nacional, Caracas. p. 33-36.
 1955. *Normas para el cálculo de edificios, 1955*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Edificios e Instalaciones. Caracas, Tipografía Italiana, pp 164-172.
 1967. *Norma Provisional para Construcciones Antisísmicas*. Caracas, 18 p. + mapa.

- MOLNAR P.**
1979. Earthquake recurrence intervals and plate tectonics. *Bull. of the Seism. Soc. of Amer.*, vol. 69:1, 115-133.
- MONTESSUS DE BALLORE F.**
1898. L'Amérique Centrale et l'Amérique du sud Sismiques. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, XI: 34, pp 263-277, México.
1915. Bibliografía General de temblores y terremotos, Sociedad Chilena de Historia y Geografía, Imprenta Universitaria, Santiago de Chile, 1915-1919.
- MOQUET A., BELTRAN C., LUGO M., RODRIGUEZ J.A. y SINGER A.**
1996. Seismological interpretation of the historical data related to the 1929 Cumaná earthquake, Venezuela. *Third ISAG, Saint. Malo*, Sept. p 203-206.
- PDVSA**
1999. Diseño antisísmico de instalaciones industriales, PDVSA JA-221. *Manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA*, Especialidad 18 "Estructuras", Caracas.
- PÉREZ O.**
1998. Seismological report on the $M_w = 6.8$ strong shock of July 29, in Cariaco, northeastern Venezuela. *Bull. Seis. Soc. Am.*, 88:874-879.
- PÉREZ O., R. BILHAM, R. BENDICK, N. HERNÁNDEZ, M. HOYER, J. VELANDIA, C. MONCAYO y M. KOZUCH**
2001. Velocidad relativa entre las placas del Caribe y Suramérica a partir de observaciones dentro del sistema de posicionamiento global (GPS) en el norte de Venezuela. *Interciencia*, 26(2):69-74, Caracas.
- PÉREZ O., G. SANZ y G. LAGOS**
1997. Microseismicity, tectonics and seismic potential in southern Caribbean and northern Venezuela. *Journal of Seismology*, 1, 15-28.
- PERREY, A.**
1858. *Documents sur les tremblements de terre au Pérou, dans la Colombie et dans le bassin de l'amazone. Mémoires Couronnées et autres Mémoires publiées par L'Académie Royale de Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique*, t. VII, pp. 40-42 Bruxelles 1858.
- RAMIREZ J. E. S.J.**
1969. *Historia de los Terremotos en Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Santafé de Bogotá, 250p. /La segunda edición, aumentada y corregida, se publica en 1975/.
- RICHTER, C.**
1958. *Elementary Seismology*: San Francisco 1958, 768 p.
- ROBSON G. R.**
1964. An earthquake catalogue for the eastern Caribbean 1530-1960. *Bulletin of the Seismological Society of America*, vol. 54 pp. 785-832.
- SCHUBERT C. y R. SIFONTES**
1970. Boconó fault, Venezuelan Andes: evidence of postglacial movements. *Science*, 170:66-69.
- SEVILLA #**
/Identifica 26 documentos del Archivo de Indias, Sección Caracas, transcritos durante los años 1974-1976; se citan siguiendo la misma enumeración dada por Marco Dorta (1967), signatura y fecha del documento/.
- | | |
|-----------------|------------------------|
| # 1862 | 13 -agosto- 1766 (?) |
| # 1872 | 1766 (?) |
| # 1874 | 26 - octubre- 1766 |
| # 1875 | 28 -octubre- 1766 |
| # 1877 | 4 - noviembre 1766 |
| # 1893 | 4 - julio - 1767 |
| # 1911 | 1767 |
| # 1930 | 24 - abril - 1768 |
| # 1947 | 10 -enero- 1769 |
| # 1963 | 5 - agosto- 1769 |
| # 1976 | 22 - diciembre- 1769 |
| # 2001 | 1 - agosto- 1770 |
| # 2001 (adenda) | 7 - agosto - 1777 |
| # 2028 | 3 - abril- 1771 |
| # 2191 | 2 - mayo- 1775 |
| # 2192 | 3 - mayo- 1775 |
| # 2193 | 4 - mayo- 1775 |
| # 2208 | 8 - agosto- 1775 |
| # 2213 | 23 - octubre- 1775 |
| # 2227 | 6- febrero- 1776 |
| # 2312 | 23 - julio- 1777 |
| # 2317 | 12 - septiembre - 1777 |
| # 2354 | 1777 |
| # 2402 | 6 - marzo- 1779 |
| # 2457 | 17 - junio- 1782 |
| # 2524 | 14 - enero- 1785 |
- SIEVERS, W.**
1905. Das Erdbeben in Venezuela von 29 Oktober 1900. *Festschrift zur Feier des 70 Geburtstages von J.J. Rein. Jahrb. Veroffent. Geog. Verein. zu Bonn*, pp. 35-50.
- SINGER A. y F. AUDEMARD**
1997. Aportes de FUNVISIS al desarrollo de la geología de fallas activas y de la paleosismología para los estudios de amenaza y riesgo sísmico. En: *Diseño Sismorresistente. Especificaciones y Criterios empleados en Venezuela*, Tema 2. *Acad. de Cien. Fisic., Mate. y Nat.*, vol XXXIII, Caracas.

SINGH S., M. REICHLÉ AND J. HAVSKOV

1980. Magnitude and epicenters estimations, of Mexican earthquakes from isoseismal maps. *Geofísica Internacional*, vol. 94(4):269-284, México.

SYKES L. R. AND M. EWING

1965. The seismicity of the Caribbean Region. *Journal of Geophysical Research*, 70:20, pp 5065-5074.

THE TIMES ATLAS OF THE WORLD

2000. Comprehensive atlas of the world. Times Books, London.

TAVERA ACOSTA, B.

1954. *Anales de Guayana*. Caracas

1969. *Historia de Carúpano* 3ª. Edición. Colección Vi-gía, Min. Educ. Caracas, 1969 p. 59-60.

VILA, M.

1964. *Nomenclator Geohistórico de Venezuela (1498-1810)*. Colección Histórica-económica Venezolana, vol. X, Banco Central de Venezuela, Caracas, p.501.

ANEXO
Breve reseña de la información macrosísmica sobre el terremoto de 1766

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Antigua Guayana	Violento terremoto que destruyó el Fortín del Cerro del Padrastro, San Diego y maltrató el Fortín de San Francisco de Asís (Sevilla, # 1875).	8.53 N - 62.40 W. El Fortín de San Francisco hoy se denomina Campo Elías.
Antillas Menores	Sentido en otras islas en adición de Barbados, Martinica y Guadalupe (Perrey, 1858, p. 42). Coincide con temblores en las Antillas . (Centeno Grau 1969, p. 228).	
Aprouague	Sentido (Perrey, 1858, p. 42)	En la Guayana Francesa se encuentra el río Aprouague.
Aravacoto	Se hundió una isla del Orinoco. (Gilij, 1965, p. 40)	También aparece con la grafía Araucoto. En las descripciones de Gilij se mencionan varias zonas de hundimientos en el río Orinoco; probablemente se trata de acumulaciones aluvionales.
Atures	El suelo fue agitado (Codazzi, 1960, p. 624)	68 N - 67.64 W. Aparece como poblado en la margen derecha del Orinoco, aguas arriba del raudal del mismo nombre, en Codazzi 1840).
Barbados	Sentido, sin daños (Perrey, 1858, p. 42).	13.10 N - 59.62 W Coordenadas de la capital, Bridgetown.
Barcelona	La iglesia parroquial, de fábrica de mampostería, se arruinó. (Sevilla, # 2317).	10.13 N - 64.70 W Los daños anotados se infieren del texto; no es concluyente.
Berbice	Sacudida muy fuerte a las 5 a.m. “Según la voz general, duró 15 minutos. Por un lapso de 5 minutos el movimiento fue vertical con un ruido como redoble de tambor, luego se paró y volvió a empezar en forma ondulatoria, ” como las olas del mar... “se hizo sentir aún más de un mes entero”... “a pesar de las violentas sacudidas, no hubo ningún daño considerable”. (Perrey, 1858, p.41).	6.30 N - 57.60 W
Caracas	A las 4:30 a.m. a más tardar, precedido o acompañado de un trueno sordo y un relámpago vivo, comenzó a temblar y prosiguió temblando de SE a NW fuerte, dilatadamente. Árboles sacudidos. Daños en la torre del Convento de Nuestra Sra. de Las Mercedes. Sonaron las campanas. Daños menores. No hubo víctimas (Sevilla, #1872). Gran temblor de tierra aunque no hubo víctimas ni estragos de edificios (Sevilla, # 1911). Ruinoso. La catedral sufrió grandes daños y también otros edificios. (Centeno Grau, 1969, p. 228; 327)/para el evento principal da la hora 4h 10m. (p.90)./	10.58N - 66.93W

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Caracas (cont.)	<p>“... que por quanto en consecuencia del reconocimiento quede orden de este ylustre ayuntamiento ha practicado el alarife de la ciudad, se halla que necesitan de reparo y composición algunas obras pertenecientes a ésta, que se hallan sentidas con motibo del temblor acaecido la mañana del día veintiuno de octubre último passado. ” (ACMC, Actas Capitulares. 1766 a 1767, 17-11-1766).</p> <p>“En el terremoto de Caracas de 1766 (21 de Octubre) se deterioraron las iglesias de San Pablo, San Lázaro y las de los conventos de las Monjas Concepciones y Carmelitas. La Catedral sufrió muchos desperfectos. La torre de la Iglesia de San Jacinto se arruinó. La torre de la iglesia de Las Mercedes quedó inútil y se agrietaron varios arcos; el claustro se desplomó en parte. Los templos de San Francisco, Altagracia, Candelaria, Santa Rosalía, La Pastora y La Trinidad sufrieron deterioros de consideración. Las casas particulares no sufrieron gran cosa, sólo grietas” (Humboldt, 1956).</p> <p>“1766, 21 de octubre, a una hora después de la media noche, ruina de Cumaná y de Caracas” (Montessus de Ballore, 1915)</p> <p>“En este Estado ocurrió a esta sala capitular el señor procurador general Don Francisco Raphael de Monserrate y expuso a dichos señores capitulares lo que le ocurría con ocasión del temblor de tierra acaecido en esta ciudad el día veinte y uno del corriente. (...) Y por quanto, previviendo este riesgo la luloísima misericordia de la divina madre, dispuso con circunstancias mui notables el que se tragese como se trajo su ymagen de Las Mercedes a la santa yglesia Cathedral, donde estaba al tiempo del temblor, que por esto creyó el ayuntamiento no haver arruinado a la ciudad y sepultado entre las ruinas a sus abitadores, de quienes no se save y ni consta haya recibido algun daño en su persona, como ni que se haya abatido algún edificio ...”. (ACMC, Actas Capitulares 1766 a 1767. Cabildo ordinario en la ciudad de Santiago León de Caracas, 22-10-1766).</p>	
Cariaco (San Felipe de Austria)	<p>Ruina de la iglesia parroquial (Sevilla, #2191, 2192 y 2193) Agitación de las costas; se vieron llamas en el golfo de Cariaco (Centeno Grau, 1969, p. 228).</p> <p>La iglesia parroquial de fábrica de mampostería, se arruinó (Sevilla, 2317).</p>	10.55 N - 63.62 W. El nombre Felipe aparece también con la grafía Phelipe.
Caripe (Pueblo del Ángel Custodio de Caripe)	No hubo daños (Sevilla, #2312).	10.22 N - 63.50 W Según Tavera Acosta (1969, p. 60), fue fundado en 1734.

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Casanay	Las emanaciones de agua sulfurosa fueron frecuentes en una llanura que corre hacia Casanay conocida con el nombre de Tierra Hueca porque parece minada por fuentes termales (Humboldt, 1956, p. 321) (véase: Tierra Hueca).	10.50 N - 63.43 W
Caucagua	Sentido (?) (Martí, 1969, p. 625)	10.32 N - 66.38 W
Cayena (Cayenne)	A las 5:15 a.m. temblor de tierra considerable. Fue bien sensible durante un minuto y medio; varias personas aseguran que durante un cuarto de hora, se sintieron varias sacudidas más o menos fuertes, que han sido puestas de manifiesto por la vibración de objetos suspendidos (Perrey, 1858, p. 42).	4.92 N - 52.30 W
Ciudad Bolívar (Angostura del Orinoco)	Un testigo del terremoto de Lisboa (1755), que habitaba en Angostura para la fecha del sismo, lo considero más fuerte que el primero (Gilij, 1965, T. II p. 28). “La funesta catástrofe de Cumaná el 4 de febrero de 1794, no se sintió en Angostura; pero en el grande terremoto de 1766, que destruyó la misma ciudad, el suelo granítico de las dos orillas del Orinoco fue agitado hasta los Raudales de Atures y Maypures. Al sud de los Raudales se sienten algunas veces temblores, que se confinan a la madre del alto Orinoco y del río Negro.” Baldwin, Cradock y Joy, 1822, p. 144). El suelo granítico de las orillas del Orinoco fue agitado hasta los raudales de Atures y Maipures (Codazzi, 1960, p. 623-624).	8.10 N - 63.60 W
Colombia Oriental	Afectada (Ramírez. 1969, cita a Humboldt, TIII, p. 30).	
Couron	Sentido (Perrey, 1858, p. 42).	5.13 N - 52.62 W. En los mapas actuales aparece Kourou y el río del mismo nombre.
Cumaná	La iglesia parroquial quedó sentida y su construcción fue suspendida (Sevilla, #2457). “Hace 27 años que la iglesia nueva se quedó parada” (Sevilla, #2917, de fecha 24-X-1793); (véase: AGI, Caracas 128, Informe del Gobernador de Cumaná, año de 1767). Confirma lo anterior un informe de fecha 14-I-1785 en el cual sugiere que haya más unión entre las diferentes partes de la iglesia, “para poder sufrir mejor los terremotos” (Sevilla, # 2524).	10.47 N - 64.20 W
Cumana (cont.)	Fue el más funesto para los colonos y el más notable	

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
	<p>para la historia física del país. La ciudad fue enteramente destruida. En el lapso de pocos minutos se hundieron todas las casas (Humboldt, 1956 p. 303). Los habitantes acamparon en las calles durante 1766 y 1767 y empezaron a reconstruir sus casas cuando las sacudidas no se sucedieron sino de mes en mes. “El 21-X-1766 sintió muchos sacudimientos que la destruyeron e hicieron perecer un gran número de habitantes. Tembló todas las horas durante 14 meses” (Codazzi, 1940, p. 280).</p> <p>Estragos en la iglesia Guaiquerie de Nuestra Sra. del Socorro, situada al norte de la ciudad (Carrocera, 1945, p. 41 y 42). La nueva iglesia parroquial de Santa Inés de Cumaná, no sufrió gran deterioro pero se le notó una grieta en la pared de uno de los testeros. También presentó algunas cuarteaduras inmediatas al Presbiterio (Duarte, 1972, p.45). A las 4:30 a.m. los movimientos ondulatorios continuaron durante una hora y fueron precursores de las violentas agitaciones de las costas de Cumaná y Cariaco por espacio de 10 meses; réplicas durante 14 meses. Se sintió primero un fuerte olor sulfuroso, luego un ruido subterráneo y después el terremoto. Se vieron llamas a orillas del Manzanares. (Centeno Grau, 1969, p. 228).</p>	
Cumanacoa (San Baltasar de Los Arias, de la Provincia de Cumaná)	<p>El Gobernador informa que un terremoto ha arruinado la iglesia parroquial de San Baltasar de Los Arias (Sevilla, #1963).</p> <p>La capilla mayor de la Santa Iglesia de San Baltasar de los Arias tenía treinta y seis años de construcción, cuando fue derribada por el fuerte terremoto del 21-X-1766; era de horconería y bajareque doble, con pretil de cantería. El maderaje de la horconería estaba podrido hasta la superficie del terreno (Sevilla, #2028).</p>	10.28 N - 63.97 W. En el documento identificado como Sevilla #2028, fechado el 3-IV-1771, se menciona la ruina de la Iglesia Parroquial de San Baltasar de los Arias “motivada del terremoto ocurrido allí” sin precisar fecha; al hacer referencia a los materiales de la nueva construcción se argumenta que debe resistir “al estrago de los terremotos muy frecuentes en aquella ciudad”.
El Pao (Villa de El Pao)	La Iglesia quedó muy maltratada (Sevilla, #2227).	8.80 N - 64.60 W. Sobre el río Pao, en la confluencia con el río Catuche
El Rincón (San Pedro y San Pablo del Rincón)	La iglesia se arruinó (Carrocera, 1968, T.III, p. 337).	10.57 N - 63.25 W. Única fuente disponible; cita la misión de San Pedro y San Pablo del Rincón “y su agregado Ntra. Sra. del Pilar”; la actual población del El Pilar (10.52 N - 63.20 W) queda al sur de El Rincón.
Esequibo	“Fuerte sacudida que duró por lo menos cinco minutos	

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Golfo de Cariaco	con tanta violencia que se temió que los árboles y las casas cayeran; cayeron muros, todo objeto movible que estaba en pie caía” precedido de un fuerte ruido subterráneo. Réplicas (Perrey, 1858, p.41).	
Guadeloupe	Se vieron llamas (Centeno Grau, 1969, p. 228). Sentido, sin daños (Perrey, 1858, p. 42).	16.00 N - 61.72 W. Coordenadas de la capital, Basse Terre.
Guarenas	El arco toral de la Iglesia quedó vencido y también quedó rajada la pared testera del altar mayor (Martí 1969, p.678). “...[la iglesia de Guarenas] experimentó considerable quebranto en el terremoto acaecido la mañana del día veinte y uno de octubre próximo pasado ...” (AAC, Parroquias., Caracas, 64, Acta de Cabildo, 17-12-1766). “... reconocida la referida ruina causada en dichas iglesias por dicho terremoto, con especialidad en el arco toral, que se halla todo falso, por estar tan desprendido de los lados, y por en medio quarteado; en la pared que le sirve de espalda al altar mayor por hallarse tan rajada por diversas partes; en la Puerta mayor por estar como está, partida, y desprendiéndose la otra de la ventana que se halla encima de ella; y finalmente en la torre por estar el cuarto cuerpo de ella con el Chapitel, y parte del tercero, también todo falso, echo pedasos, o partidas todas las troneras de poner las campanas...” (AAC, Parroquias., Caracas, 64. Testimonios de la ruina de la Iglesia Parroquial de Guarenas, 15-09-1777).	10.46 N - 66.62 W
Guayana	Sentido (Gilij, 1965, T. II, p. 25-26).	Se sobrentiende como la provincia de Guayana.
Irapa (Misión del Patrocinio de San José de Irapa)	La Iglesia ha padecido graves quebrantos (Sevilla, #2001). Destrucción de la misión; los indios se retiraron a los montes (Carrocera, 1968, p. 339. T.I y T.III p. 345).	10.62 N - 62.58 W. También aparece citada como Patrocinio de San José de Irapa; según Tavera-Acosta, (1969, p. 60) fundada en 1736.
Kaw (Caux)	Sentido (Perrey, 1858, p. 42).	4.52 N - 52.00 W. Lugar situado en la desembocadura del río Aprouague.
La Encaramada (San Luis de Encaramada)	“Apenas comenzando el ruido que le precedió grandísimo, salté de la cama (era ya casi de día) para buscar como pude algún alivio fuera de la casa... No creo que me haya sucedido más que en el mar, ser sacudido de acá para allá por el gran movimiento que hacía la tierra al temblar y no conseguí mantenerme encima más que apoyado con las manos y con los pies”. “Me pareció ... que el horrible movimiento duró como una hora al menos”.	7.4 N - 66.4 W. Los cerros Encaramada se encuentran situados en la margen derecha del Orinoco entre los ríos Arichuna y Cabullare. Según Tavera-Acosta (1964, p. 112) cuando su fundación, en 1749, también recibía el nombre de Caramana.

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
La Encaramada (cont.)	“Continuaron después el mismo día y los siguientes, y hasta que después de nueve meses me marché del Orinoco, diversos terremotos, unos grandes y otros pequeños, pero ninguno tan espantoso como el primero” (Gilij, testigo presencial, 1965, T. I, p. 40).	
La Pura y Limpia Concepción de Cocuisas	Arruinada (Carrocera, 1968, T.III).	10.32 N - 63.62 W. Era la misión de Cocuisas de los Capuchinos que existía cerca de la de Santa María.
Macuco	Algunos indios guahivos, sacados con la sacudidas de sus selvas, fueron a rogar al misionero Roque Lubian ... (Gilij, 1965, T. II, p. 27).	6.10 N - 67.55 W. Lugar situado aguas arriba del río Bitá, afluente de la margen izquierda del Orinoco entre el río Meta y el raudal Tabajé.
Macuro (San Carlos Borromeo de Amacuro)	Se vino a tierra con los temblores, así como la casa del religioso (Carrocera, 1968, T.III, p. 346).	10.66 N - 61.93 W. Originalmente fue una misión en el extremo oriental de Paria.
Maracaibo	Sentido (Cen. 1969, p. 228) “Hubo un terremoto en Caracas que desoló la Provincia de Cumaná, haciéndose sentir al mismo tiempo en Maracaibo: viernes, octubre 21 de 1766”. (Arocha, 1894, p. 176).	10.74 N - 71.62 W
Maracay (Pueblo de Maracay)	Sentido (Sevilla, #1872).	10.33 N - 67.47 W
Margarita	Según el Obispo Martí, los temblores se sintieron en la isla y provincias inmediatas. Temblores de tierra continuos y generales desde el día 21 de octubre al amanecer; aún se sentían sacudidas para la fecha del documento (14-XI-1766). Aunque el primer temblor “fue muy crecido” no causó daño considerable, a excepción de la iglesia de Pampatar “que se ha sentido” y alguna casa por el resto de la Isla (Sevilla, #1877).	En una correspondencia del 13-VIII-1766(?) el Gobernador Matos se refiere a “los Fuertes, que han quedado muy maltratados por los terremotos” en la isla de Margarita. Da cuenta de daños en el Castillo de Pampatar y de temblores que para la fecha, “aún duran tenues”. (Sevilla, #1862). No queda claro si hay error de fecha; sí hay evidencias de otros eventos sísmicos importantes en las Antillas menores meridionales, anteriores al 21 de octubre de 1766.
Marony	Sentido. Los indios de este último río descendieron de sus montañas asustados y expresaron “...que acababa de ocurrir algún gran fenómeno” (Perrey, 1858, p. 42).	5.70 N - 54.00 W. En la Guayana Francesa se encuentra el río Marquini y Maroni, el mismo curso, fronterizo con Guayana Holandesa donde se denomina Marowijne.

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Martinica	Sentido, sin daños (Perrey, 1858, p. 4 1).	14.60 N - 61.08 W. Coordenadas de la Capital, Fort de France.
Maturín	El suelo estuvo agitado (Centeno Grau, 1969, p. 228)	9.75 N - 63.17 W. Para esa época Maturín era de población limitada.
Monte cercano a Buenavista	Aparecieron grietas “muy horribles” (Gilij, 1965, T. II p. 28).	¿Margen izquierda del río Meta? 6.18 N - 68.65 W.
Monte Paurarí	Aparecieron grietas “muy horribles” (Gilij, 1965, T. II p. 27).	
Nuestra Sra. de El Pilar	La iglesia quedo deteriorada (Carrocera, 1968, T.III p. 337).	10.54 N - 63.14 W (?). Agregado de San Pedro y San Pablo del Rincón. Situados unos 10 km. al este de El Rincón. Tavera-Acosta (1969, p.59) da como fecha de fundación de El Pilar el año de 1662.
Oyac	Sentido (Perrey, 1858, p. 42).	4.83 N - 52.17 W. Sobre el Atlántico, al norte de Kaw y al este de Cayena
Oyapoc	Sentido (Perrey, 1858, p. 42).	4.30 N - 51.58 W. El río Oyapock, frontera entre Brasil y Guayana Francesa, desemboca en la Bahía del mismo nombre.
Pampatar	(Véase Margarita)	
Petare	“...[sobre la sacristía de la iglesia de Petare] del desplomo que a la pared del frente de ella le causó el terremoto del año pasado de sesenta y seis, ...” (AAC, Parroquias., Caracas, 101 Documento sobre el reparo de la iglesia de Petare, 13-04-1795).	10.50 N - 66.85 W.
Pueblo de Altagracia de la Marina de Cumaná	En comunicación del 14-IV-1768 se indica que la iglesia parroquial se arruinó enteramente por algunos terremotos violentos “que han sucedido” (Sevilla, # 1930). A esto mismo se hace referencia en un documento posterior de fecha 22-XII-1769 (Sevilla, #1976). Estragos en la iglesia de Güaiqueries del lado de la Marina, “en los suburbios de Cumaná” al poniente, la cual fue bendecida en 1739 (Carrocera, 1945, p. 41 a 43).	10.48 N - 64.20 W. Se pueden adoptar las coordenadas de Cumaná, pues queda “al otro lado del río”; Altagracia es hoy un municipio que integra la ciudad de Cumaná (Vila, 1964). El documento citado (Sevilla, # 1930) aparece firmado en Pueblo de Altagracia de Güay(i)queries de la Marina de Cumaná; en él también se refiere al pueblo con el nombre de Nuestra Sra. de Altagracia. Carrocera (1945, p. 41 y 42), dice que esta iglesia fue levantada en honor a Nuestra Sra. de Altagracia.

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Puerto España Punta Delgado	(Véase Trinidad). El suelo pareció haber subido, puesto que Punta Delgado se amplió (Von-Hoff, 1840).	Zona costera hacia Cariaco.
Raudal de Maipures	El suelo fue agitado (Codazzi, 1960, p. 624).	5.30 N - 67.80 W. ¿Mayapura?
Río Casanare	Sentido a orillas del Casanare (Gilij, 1965, T. II p. 26-27). Suelo agitado a orillas del río Casanare (Cen. 1969, p. 228).	
Río Guarapiche	Apareció un desnivel (Von-Hoff, 1840). Humboldt, (1956, p. 321) menciona un escollo.	¿Guarapiche, cerca de Casanay?
Río Meta	Sentido a orillas del río Meta (Gilij, 1965, T. II p. 26-28). Idem (Centeno Grau, 1969, p. 228).	Afluente, margen izquierda del Orinoco.
Río Orinoco	En el Orinoco desapareció un islote (Centeno Grau, 1969, p.228). “Estuve en el Orinoco diez y siete años sin sentir, al menos sensible y fuerte, ningún terremoto. (...) Pero el día 21 de Octubre de 1766 me sacó finalmente del engaño. Después de hechos, según mi costumbre, los ejercicios espirituales, habiendo ido casi por distracción a Uruana, reducción de los Otomacos, sentí uno que fue terrible. Apenas comenzando el ruido, que le precedió grandísimo, salté de la cama (era ya casi de día) para buscar como pude algún alivio fuera de la casa. (...) No creo que me haya sucedido más que en el mar ser sacudido de acá para allá por el gran movimiento que hacía la tierra al temblar, y no conseguí mantenerme encima más que apoyado con las manos y con los pies. (...) Continuaron después en el mismo día y a los siguientes, y hasta que después de nueve meses me marché del Orinoco, diversos terremotos, unos grandes y otros pequeños, pero ninguno tan espantoso como el primero. Este espantoso terremoto habría derribado del todo pueblos construidos con muros. En el Orinoco no cayeron las cabañas, pero eran poco reparo para la ira divina, y cada uno, en vez de piedras, temía que se le abriera bajo los pies la tierra. Se abrió en efecto en algunas partes, manando hacia arriba, donde antes no había, agua en abundancia. Rodaron de los montes abajo en gran abundancia los peñascos. Abrióronse a guisa de volcanes, quedando después de ellos señales espantosas, los montes más altos (las grietas del monte Paurarí y de otro cercano a Buenavista fueron muy horribles). De una islita que estaba primero bajo la roca Aravacoto en el Orinoco no quedó para funesta memoria sino un árbol. Dejó en seco su canoa el cacique de los Otomacos. Vuelto en sí, una vez acabado el terremoto, encontró que aquel lugar en que la había puesto se había llenado de agua no	Puede interpretarse como la extensión, aguas debajo, de la actual La Urbana (antes Uruhana) hasta Nueva Guayana (Ciudad Bolívar).

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Río Orinoco (cont.)	no suya y había bajado lo menos dos varas. En otros sitios bajaron de manera que después del terremoto no se veían más que las humildes cimas, las palmeras muriche.” (Gilij, 1965, p. 26-27)	
Río Ventuari	Sentido a orillas del río Ventuari (Gilij, 1965, T. II p. 27); (Centeno Grau, 1969, p. 228).	Afluente, margen derecha del Orinoco (4° N - 67° W)
Sabaneta (Trinidad)	“El Consejo de Indias informa haberse librado 300 pesos para reedificar la iglesia del pueblo de Sabaneta, en la isla de Trinidad.” (AGI, Caracas, 216. Consejo de Indias, Madrid, 05-05-1769).	
San José de Oruña	“El gobernador de la isla de Trinidad hace una relación destinada al virrey de Santa Fe de las necesidades más urgentes que padece la isla, a causa del terremoto de 1766. Considera necesario 4.000 pesos para reedificar la iglesia de la ciudad de San José de Oruña, 1.000 pesos para la del convento de San Antonio de Padua y 2.000 para la de Puerto España. También se derrumbaron las iglesias de San Agustín de Arana y San Pablo de Tacarigua de indios y las de los pueblos de Sabana-grande, Nuestra Señora de Monserrate y Guairia. Para ayudar al vecindario a levantar lo antes dicho y un Fuerte, se necesitan 35.865 pesos.” (AGI, Caracas, 260. El Gobernador de Trinidad al Virrey, Trinidad, 10-01-1767). “El dr. Don Ysidro Ibañez, cura Rector de la Iglesia Parroquial de la ciudad de San Joseph de Oruña, Capitán [sic] de la isla de Trinidad de Barlovento representó la suma indecencia en que se halla aquella iglesia arruinada con el terremoto de 1766” (AGI, Consejo de Indias, 26 de enero de 1768). " “Ha visto una carta del gobernador de la Isla de Trinidad de 26 de octubre de 66 y otro del Obispo de Puerto Rico de 10 de noviembre del mismo año, en que con textos refieren, que la expresada isla padeció su última ruina con los terribles estragos, que causó un temblor de tierra acaecido en ella el día 28 del citado mes de octubre, pues se destruyeron del todo las dos iglesias que avia en la Capital, las mas de las casas de sus vecinos, las de los indios de los pueblos de Nepuyo y Naparina y el Fuerte de San Julián, donde estaba la Artillería con los demás pertrechos de Guerra.” (AGI, Caracas, 946. Ramo Eclesiástico de Cumaná. Carta dirigida al Consejo de Indias, 4 de Julio de 1767).	Saint Joseph (?). 10.7 N-61.45 W.
San Lorenzo (San Lorenzo Mártir)	La iglesia quedó demolida (Carrocera, 1968, T. III, p. 341). (Carrocera, 1968, T. III, p. 362).	9.73 N - 65.00 W Fundado en 1.700

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
San Pablo de Coicuar (La Conversión de San Pablo de Coicuar)	La iglesia se vino a tierra, así como la casa del religioso y la de los pasajeros, “con lo más del pueblo” (Carr 1968, T. III, p. 345).	10.53 N - 63.20 W. Coicuar fue fundada en 1734 según Tavera Acosta (1969, p. 60). Vila (1964) cita San Pablo de Coicuar = Coicual, caserío del Municipio El Pilar del Estado Sucre.
Santa Cruz de Payacuar	“Todo se entregó el año de 1766 en un deplorable deterioro pues la iglesia estaba amenazando ruina...” (Carrocera, 1968, T. III, p.340).	10.33 N - 63.58 W. No es concluyente.
Santa María de Los Angeles (Pueblo de Santa María)	Ruina total de la casa hospicio de las Misiones de Capuchinos de Aragón (Sevilla, #2001). A este informe se hace referencia en una comunicación de 1777 (Sevilla, # 2354); también lo afirma Carrocera (1968, T. III p.3 39). La iglesia, aunque era de piedra y teja, se vino a tierra (Carrocera, 1968, T. III, p. 416)	Seguramente se trata de Santa María, capital de Municipio en el Edo. Sucre, al este de Cumanacoa: 10.29 N - 63.55 W. Carrocera (1968, T. III, p.336) dice: “Santa María de Los Angeles y su agregado La Pura y Limpia Concepción de Cocuisas se arruinó toda”.
Sinnamary (Sinnamar)	Sentido (Perrey, 1858, p.42).	5.47 N - 53.00 W
Soro (Pueblo de San Juan Bautista de Soro)	La Iglesia padeció graves quebrantos (Sevilla, #2001). Destrucción total debido a los temblores (Carrocera, 1968, T.I p. 339; T. III, p. 345-346).	10.54 N - 62.50 W. En el mapa de Codazzi (1840) aparece con el nombre de Zorro, una localidad situada en la costa sur de Paria, donde hoy está Soro capital de Municipio en el Edo. Sucre. Según Tavera Acosta, 1969, p. 60) fundada en 1736.
Surinam	Se sintió un choque violento a las 3 a.m. acompañado de ruidos subterráneos. (Mall. 1852, p. 307). Un gran temblor sentido a las 5:15 a.m. violento y ondulatorio, de Este hacia el Oeste, precedido de un fuerte zumbido subterráneo. Solo hubo algún daño en las plantaciones. Poco daño; construcciones de madera. Durante tres días se sintieron ligeras sacudidas (Perrey, 1858, p. 42).	
Taguay	“ ... que el primer temblor que se sintió en este país según los Ancianos fue el día 21 de octubre de 1766 del siglo próximo pasado ... sin causar alarma alguna ...” AANH, Colección Villanueva, Documento N° 685, Taguay, 31-05-1812.	¿Aragua? 9.78 N - 66.63 W

ANEXO (cont.)
Breve Reseña de la Información Macrosísmica

LOCALIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Teresen (San Fidel Mártir de Teresen)	Se destruyó la iglesia, la casa del padre y mucha parte del pueblo (Carrocera, 1968, T.III, p. 344).	10.14 N - 63.08 W. En lugar de Mártir, también aparece Protomártir. Vila (1964) anota que, originalmente, se fundó en las cercanías del río San Juan y puede que sea el antecedente de Caripito. Según Tavera Acosta (1969, p.60), fue fundada en 1733.
Tierra Hueca	Erupciones de agua sulfurosa frecuentes sobre todo en una llanura que corre hacia Casanay, dos leguas al este de la ciudad de Cariaco (Humboldt, 1956, p. 321).	10.47 N - 63.41 W
Trinidad (Trinidad de Barlovento)	También sufrió con este sismo (Perrey, 1858, p.42). A las 4:45 a.m. inaudito temblor de tierra, duró un cuarto de hora y para la fecha (26-X-1766) seguían las sacudidas. Ruina general de la isla; las iglesias y el único hospicio de Religiosos Franciscos de Puerto España, fueron derribados, así como la casas; ruina de los pueblos indios de Nepuioz y los de Napaxima. El Fuerte de San Julián se inutilizó enteramente (Sevilla, # 1874)	10.63 N - 61.52 W. Coordenadas de Port of Spain. En el documento Sevilla # 1874, se menciona Puerto de España. Los pueblos indios Napuioz y Napaxima no han podido ser localizados; en otro documento, Sevilla # 1893, se citan Nepuyo y Naparina.
Yaguaraparo (Misión de Nuestra Señora del Rosario de Yaguanaparo)	La iglesia “se reconoce” totalmente arruinada (Sevilla, #2001). Lo mismo dice Carrocera, (1968, T.I p. 339).	10.60 N - 62.83 W. Fundada en 1760 según Tavera-Acosta, (1969, p. 60)

Acrónimos empleados en el anexo: AANH. Archivo de la Academia de Historia; AGI. Archivo General de Indias; AAC. Archivo Arquidiocesano de Caracas; ACMC. Archivo del Concejo Municipal de Caracas.

(Notas al pié)

¹ Según Tavera-Acosta (1954, p. 110) los Castillos fueron refaccionados hacia 1740, por el Teniente Coronel de Artillería Juan de Dios Valdés, quien residió allí por espacio de cuatro lustros.