

## **EL SISMO DE 1629 EN CUMANÁ: APORTES PARA UNA NUEVA HISTORIA SÍSMICA DEL ORIENTE VENEZOLANO**

Rogelio Altez<sup>1</sup>, Frank Audemard<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Escuela de Antropología, Universidad Central de Venezuela*

<sup>2</sup> *Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)*

### **RESUMEN**

Con la incorporación del terremoto de 1629 en la historia sísmica del Oriente venezolano, es posible precisar mejor el comportamiento sismogénico de la falla de El Pilar en proximidad a la ciudad de Cumaná. Hasta la publicación en el año 1999 de la última versión del catálogo sismológico de Venezuela, la sismología y la historia venezolanas desconocían la información certera y documentada sobre la existencia de un sismo destructor para el año de 1629 en el Oriente de Venezuela. Luego de investigar sobre la documentación allí presentada y de indagar en fuentes primarias directas, ha sido posible evaluar este terremoto y con ello completar la historia sísmica de la región, ubicar el evento en el tiempo y en el espacio dentro de la actividad sísmica de la falla de El Pilar, asignarle un valor a su intensidad máxima (Io VIII) y estimar su magnitud (Ms 6,1-6,3). Igualmente, al observar la segmentación de la falla incluyendo al sismo de 1629, fue posible estimar preliminarmente la recurrencia de eventos similares ( $150 \pm 18$  años) y su relación con los terremotos de 1797 y 1929.

Palabras Claves: Terremotos, Oriente de Venezuela, falla de El Pilar, 1629.

### **THE 1629 CUMANÁ SEISM: CONTRIBUTIONS TO NEW SEISMIC HISTORY OF EASTERN VENEZUELA**

### **ABSTRACT**

The seismogenic behavior of the El Pilar fault close to the city of Cumaná has been significantly improved by incorporating the 1629 earthquake in the seismic history of eastern Venezuela. This destructive event was poorly known, documented and understood until very recently with the publication of the latest version of the seismologic catalog of Venezuela in 1999. From documentary investigation of original primary sources or accounts, it has been possible to assess this earthquake and complete the seismic history of the region. The 1629 earthquake has been placed in relation to the El Pilar fault, and its maximum intensity (Io) and magnitude (Ms) have been estimated at VIII and 6.1-6.3, respectively. In addition, a preliminary return period has been derived between this earthquake and its successors in 1797 and 1929 ( $150 \pm 18$  years).

Keywords: Earthquakes, East Venezuela, El Pilar Fault, 1629.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La historia sísmica del Oriente venezolano tiene como protagonista principal a la ciudad de Cumaná. Desde los primeros intentos de explotación de los placeres perlíferos de las islas de Cubagua y Coche, en las primeras décadas del siglo XVI, hasta el terremoto de 1997 a finales del siglo XX, la región se ha visto afectada por un significativo número de temblores que dan cuenta de la mayor actividad sísmica del país. Las primeras narraciones referentes a estos eventos datan de 1530, justo cuando la conquista española planeaba asentarse en la desembocadura del río Manzanares, al construir un fuerte en ese lugar que custodiaba del asedio indígena la toma de agua dulce que asistía a la isla de

Cubagua. Esta construcción, de cal y canto según Castellanos (1962), fue destruida por el primer sismo de que se tiene conocimiento en tiempo histórico sobre el actual territorio venezolano, y más tarde vuelta a levantar hasta que el huracán de 1543 la destruyese nuevamente. Luego de ello, la historia y la sismología reportan otras fechas que ilustran la cadena de terremotos destructores en la región, y en especial de la ciudad de Cumaná: 1684, 1766, 1797, 1853, 1929 y 1997 (Centeno Graü, 1940 y 1969; Fiedler, 1961 y 1972; Singer *et al.*, 1983; Grases, 1979 y 1990; y las recientes publicaciones de Beauperthuy, 2006 y Fundación Polar, 2007). Entre esos años, destaca la ausencia de una fecha recientemente descubierta en las investigaciones documentales con fines sismológicos: 1629.

En efecto, en la catalogación sismológica existente hasta 1999, las noticias del sismo de 1629 en el Oriente venezolano eran prácticamente desconocidas. Por ejemplo, tal como se señaló, no se hace referencia al evento en la obra de Centeno Graü (1940 y 1969), o en la de Grases (1990), las cuales recolectan importante información sobre sismos destructores en Venezuela y el Caribe. Tampoco Fiedler (1961 y 1972), en sus aportes al impulso de las reevaluaciones de los sismos históricos, mencionó a 1629. Esto impidió que la sismología en general atendiera este terremoto y elaborara conclusiones al respecto.

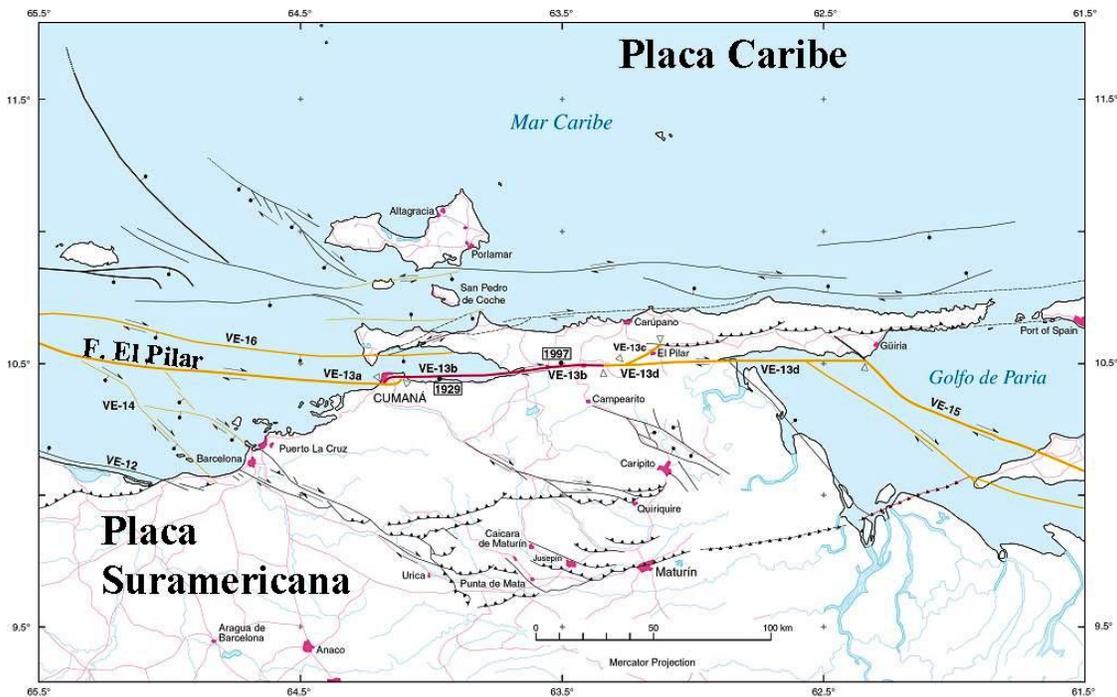
Por otro lado, el evento jamás llamó la atención de historiadores y documentalistas expertos en el estudio de la región oriental venezolana. Por ejemplo, no se hace mención al terremoto en los importantes trabajos de Ojer (1966 y 1990), Carrocera (1968), o Da Prato (1990), al tiempo que otros temblores, como los de 1530, 1684 o 1797, sí son tomados en cuenta en esos y otros trabajos, aunque sin hacer mucho énfasis en la cuestión. De esta manera, hasta el presente, este terremoto no había contado con la atención de la investigación científica, o bien con el reconocimiento de su existencia en el proceso histórico del Oriente de Venezuela. En este sentido, y en consecuencia, los estudios sobre la sismicidad histórica de la región pueden considerarse incompletos al desconocer los efectos de este temblor. Con la publicación del *Catálogo de sismos sentidos o destructores, Venezuela 1530-1998* (Grases *et al.*, 1999), nueva documentación arrojó luces sobre el caso.

Ciertamente, en la página 65 de esa obra se ofrecen cinco extractos documentales que informan de la presencia de este terremoto, despertando con ello la atención sobre la fecha y su posible relación con la actividad tectónica de la región. Para el presente trabajo se han hallado otros documentos, así como también ha sido posible corroborar algunos de los originales citados en el referido catálogo, en reciente visita al Archivo General de Indias (AGI). Del mismo modo, ha sido posible reconstruir el contexto material de la ciudad de Cumaná hacia el propio 1629, lo cual ha permitido inferir sobre los efectos del sismo. Con estas informaciones se presentan nuevas conclusiones sobre la actividad del Sistema de Fallas de El Pilar, así como también se propone una versión ampliada y mejorada de la historia sísmica para el Oriente venezolano.

## 2. MARCO TECTÓNICO REGIONAL

La falla de El Pilar (en conjunto con otras fallas como: Boconó, San Sebastián, Los Bajos-El Soldado y/o Warm Springs), conforma un gran sistema transcurrente dextral (Rod, 1956b; Molnar y Sykes, 1969; Minster y Jordan, 1978; Pérez y Aggarwal, 1981; Stephan, 1982; Aggarwal, 1983; Schubert, 1984; Soulas, 1986; Beltrán y Giraldo, 1989; Singer y Audemard, 1997; Audemard *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2001; Weber *et al.*, 2001; Audemard *et al.*, 2005, entre muchos otros), que facilita el movimiento relativo entre las placas Caribe y Suramérica. No obstante, esta frontera de placas no está representada por un accidente tectónico único (Soulas, 1986; Beltrán, 1994) y más bien es una franja de deformación transpresiva (transcurrente-compresiva) en el Oriente venezolano de más de 100 km de ancho (ver Fig. 1; Audemard, 1993; Singer y Audemard, 1997; Audemard, 1998, Audemard *et al.*, 2005). La porción más oriental en territorio venezolano de este gran sistema de fallas dextrales lo constituye la falla de El Pilar. Esta falla se extiende en dirección Este-Oeste por unos 350

km entre la fosa de Cariaco al Oeste y el golfo de Paria al Este. A excepción de un segmento en tierra de unos 80 km de longitud, entre los golfos de Cariaco y Paria en el estado Sucre, y las trazas que limitan los cerros de Caigüire en Cumaná, la traza activa de la falla de El Pilar es esencialmente submarina, tanto en mar afuera al Norte de la ensenada de Barcelona como en los golfos de Cariaco y Paria.



**Figura 1. Detalle del mapa de fallas cuaternarias de la región Oriental de Venezuela (tomado de Audemard *et al.*, 2000). Los distintos segmentos de la falla de El Pilar mencionados en el texto, están indicados por los nombres VE-13a hasta VE-13d. Sus extremos se observan señalados por triángulos abiertos.**

Es significativo señalar que la contribución o participación de esta falla en la migración de la placa Caribe hacia el Este con respecto a Suramérica es aún tema de discusión vívida y candente. Más aún, aunque la falla ha sido considerada por numerosos autores como elemento constituyente del límite de placas, la controversia referente a su cinemática se mantuvo hasta la ocurrencia del sismo de Cariaco de 1997, ocasión en que su sentido de movimiento lateral derecho quedó claramente evidenciado y demostrado (Audemard, 1999a y 2006). Este debate aún se mantenía a pesar de que la traza activa de la falla de El Pilar había sido cartografiada con base en criterios geomórficos de actividad cuaternaria por FUNVISIS (1994), publicada luego por Beltrán *et al.* (1996). Estos autores reportaron evidencias geomórficas diagnósticas de transcurrencia dextral a lo largo de su traza activa tales como: drenajes desplazados dextrales, trincheras y ensilladuras de falla, lomos de presión, lagunas y escarpes de fallas (para más detalle, referirse a las figuras 1 y 2 publicadas en Beltrán *et al.*, 1996). Con base en esta cartografía, la traza activa de la falla de El Pilar es subdividida en cuatro segmentos o secciones (FUNVISIS, 1994; Beltrán *et al.*, 1996; Audemard *et al.*, 2000), de Oeste a Este, denominadas VE-13a a VE-13d en la Fig. 1, respectivamente: (1)- Una traza submarina de orientación Este-Oeste, al Oeste de Cumaná, que limita por el Sur la fosa o cuenca en tracción (“pull-

apart basin”) de Cariaco, la cual se amortigua en los cerros de Caigüire en Cumaná, en un relevo transpresivo; (2)- La segunda porción se extiende desde el flanco Norte del “pop-up” de Caigüire hasta la curvatura transpresiva de Casanay-Guarapiche, estando gran parte de su traza en el fondo marino del golfo de Cariaco; (3)- Un segmento de unos 30 km de largo que diverge ligeramente hacia el ENE, extendiéndose entre los poblados de Río Casanay y El Pilar y conectándose con la falla de Tunapuy; y (4)- Una cuarta porción de orientación Este-Oeste que cruza las zonas anegadizas de las Sabanas de Venturini, para luego correr en mar al Sur de la costa Sur de la Península de Paria, antes de conectarse con el sistema de fallas de Los Bajos-El Soldado de orientación NW-SE (Fig. 1), y éste a su vez con las fallas de Warm Springs en territorio trinitario y un sistema inverso de orientación Este-Oeste ubicado al Sur de la costa Trinidad.

### 3. HISTORIA SÍSMICA DE LA FALLA DE EL PILAR

El catálogo sísmico instrumental de FUNVISIS, que se extiende desde 1910, evidencia que el estado Sucre, en el Nororiente venezolano, se caracteriza por ser la región de mayor actividad sísmica a escala nacional. Esto se ve adicionalmente atestiguado por la profusión de relaciones y documentación histórica en referencia a los daños sufridos por la población y medio construido de la región como consecuencia de terremotos, desde los comienzos de la dominación española a principios del siglo XVI (ver, por ejemplo, Gómez, 1990 y Grases et al, 1999). En particular, Cumaná ha sido afectada ocasionalmente hasta su destrucción parcial por varios sismos históricos, entre los cuales destacan los ya mencionados: 1530, 1684, 1766, 1797 y 1853, así como dos sismos contemporáneos en el siglo XX: El sismo de Cumaná del 17 de enero de 1929 y el reciente terremoto de Cariaco del 09 de julio de 1997 (Audemard, 1999b). Apartando la contribución sísmica de profundidad intermedia y profunda de la extremidad Sur de la subducción de las Antillas Menores, que yace parcialmente bajo Trinidad y la península y golfo de Paria, la falla de El Pilar es la principal fuente sísmica en el Noreste de Venezuela, tal como había señalado Rod (1956a). Sin embargo, todos los sismos históricos mayores ocurridos en esta región han sido adscritos a la falla de El Pilar sin ninguna corroboración geológica, a excepción de los dos terremotos antes mencionados ocurridos en el siglo pasado (1929 y 1997), por presentar ambos ruptura superficial cosísmica, al igual que los sismos de 1684 y 1974, por reconocerse su falla generadora a través de una evaluación paleosísmica realizada por Audemard (1999b).

Para subsanar esto, Audemard (1999b), basándose en la reevaluación de los sismos históricos, apoyada en el análisis comparativo de la reevaluación de las fuentes documentales con las observaciones provenientes de una investigación paleosísmica de varias trincheras realizada sobre la ruptura del sismo de Cariaco de 1997, propone una distribución espacio-temporal preliminar de los sismos de magnitud superior a Ms 6,0 y con asociación a la falla de El Pilar, entre la fosa de Cariaco y el golfo de Paria. Los resultados más significativos de esta investigación son resumidos por el mismo autor de la siguiente manera: 1)- Los sismos de 1530 y 1853, que tienen asociadas la generación de grandes olas sísmicas, deben ser atribuidos al segmento submarino de la falla ubicado al Oeste de Cumaná, que controla el margen Sur de la fosa de Cariaco. Las magnitudes de estos dos eventos pueden ser estimadas a partir de modelos matemáticos que relacionan el tamaño de la ola con la dislocación del fondo marino, que a su vez es función directa de la magnitud, aunque se estima preliminarmente que pueden ser de magnitud Ms 7,2-7,4; 2)- El evento de 1684 está asociado al mismo segmento de falla generador del sismo de Cariaco de 1997 según el estudio paleosísmico; 3) Los daños de Cumaná durante el evento de 1797 sugieren que son producto de un sismo local y que éste podría ser un equivalente previo al sismo de 1929, el cual rompió justo al Este de la ciudad de Cumaná, desde Punta Baja adentrándose en el golfo de Cariaco, sobre una longitud menor a unos 30 km; 4)- La ubicación y asociación del sismo de Casanay del 12 de junio de 1974 son precisadas por intermedio de las trincheras, extendiéndose su ruptura cosísmica a lo largo de la falla de El Pilar por lo

menos entre Cariaco y Guarapiche (ubicación de las dos trincheras más alejadas); 5) El evento de 1766 parece haber sido generado por una fuente de profundidad intermedia, distinta a la falla de El Pilar, estando su foco en la terminación Sur de la subducción de las Antillas menores; 6) El segmento de la falla de El Pilar entre Cumaná y Casanay-Guarapiche aparenta caracterizarse por la ocurrencia de eventos de magnitud cercana a 6 en sus extremidades que preceden o suceden a los eventos de magnitud cercana a 7. En el caso de esta sismicidad en cercanía a Cumaná, su recurrencia es del orden de los 130 años, mientras los sismos de magnitud ~ Ms 7 se repiten cada 300-320 años; y 7) el retorno de los sismos submarinos (al Oeste de Cumaná) de magnitud Ms 7,2-7,4 es similar (en el orden de 3 siglos).

De esta investigación se desprende entonces que los últimos dos ciclos sísmicos de la falla de El Pilar, en su segmento que se extiende entre los cerros de Caigüire (Cumaná) al Oeste y la población de Casanay en el Este, atestiguan que este tramo de falla ha requerido de dos sismos contiguos para completar la longitud total de unos 80 km del mismo. El primer ciclo está conformado por dos eventos: Un evento en la porción más oriental de este segmento ocurrido en 1684 y un segundo sismo que afectó esencialmente a la ciudad de Cumaná en 1797. El segundo ciclo lo conforman dos eventos del siglo pasado, los ocurridos el 17 de enero de 1929 y el 9 de julio de 1997. El sismo de 1929, sin duda alguna, ocurrió justo al Este del casco antiguo de Cumaná, en el sector conocido como Punta Delgada, por haber reportado Paige (1930) rupturas de superficie cosísmicas en las salinas costeras, teniendo una longitud total de ruptura no mayor a 30 km y una magnitud seguramente inferior a Mw 6,7 (Mocquet *et al.*, 1996). Por su parte, el sismo de Cariaco de 1997 de Ms 6,8 rompió la superficie del terreno entre Villa Frontado y Casanay, en la prolongación hacia el Este del golfo de Cariaco, sobre una longitud de 36 km (Audemard, 1999a y 2006). No obstante, de las réplicas más someras de dicho evento calculadas por Baumbach *et al.* (1994) se pudo establecer que dicha ruptura, aunque submarina, debía prolongarse hacia el Oeste, dentro del golfo de Cariaco, hasta al menos San Antonio del Golfo-Marigüitar.

En este trabajo se intentan aportar nuevas luces sobre la sismicidad histórica de la región, al describir y analizar el evento de 1629, con el cual se viene a completar la información sísmica del Oriente, así como la segmentación que supone esa actividad sobre la falla de El Pilar.

#### 4. DESCRIPCIÓN DEL SISMO Y SUS EFECTOS

##### 4.1 Cumaná hacia 1629

En una fecha del año 1629 no determinada hasta el presente, un terremoto sobrevino en la ciudad de Cumaná causando daños y un número significativo de muertes. Según consta en la documentación publicada en Grases *et al.* (1999), y de acuerdo a la nueva información hallada en la sección Audiencia de Santo Domingo del Archivo General de Indias de Sevilla, los efectos de este evento resultaron impactantes en la población que apenas empezaba a consolidarse hacia principios del siglo XVII. Es importante subrayar, igualmente, que las características de la ciudad para entonces distan sensiblemente de lo que más tarde será la Cumaná de finales del periodo colonial o de inicios de la vida republicana. Es ésta una población reducida y con escaso desarrollo infraestructural, lo cual conducirá, más adelante, hacia conclusiones más certeras sobre las intensidades del sismo.

En efecto, Cumaná, así como casi toda la región oriental, a pesar de ser la primera puerta de entrada a la penetración española en el siglo XVI, contará con un lento crecimiento urbano, demográfico y económico, que sólo se desprenderá en ese sentido hacia la segunda mitad del propio siglo XVII. Su fundación, de hecho, cuenta con varias fechas repartidas entre las primeras décadas del siglo XVI y la segunda mitad de este mismo siglo, pues su condición de precariedad y el agotamiento de los placeres perlíferos de Cubagua, condujeron a que la zona dejara de ser atractiva para el

desarrollo colonial (González y Donís, 1989; Ojer, 1990). En su último y definitivo intento de fundación, hacia 1569, el acta de la misma dirá que la ciudad se pobló con “150 casas cubiertas de paja o caña” (González y Donís, 1989:72), dejando constancia de la calidad de las viviendas con las que iniciaba su existencia.

Hacia 1628 Cumaná apenas tenía “dozientos vezinos” (Vázquez de Espinosa, 1628-1630). Cabe destacar que en la colonia se llamaba “vecino” a los blancos españoles o descendientes directos de españoles, lo que significa que la población era seguramente mayor. En todo caso, el propio Vázquez de Espinosa confirma que al contar a la población que menciona, hace referencia solamente a los españoles: “La ciudad tendra dozientos vezinos Españoles, sin negros, mulatos, Indios y gente servicio.” No obstante, el resto de los pobladores (indígenas, esclavos o mestizos), no necesariamente convivían en la misma ciudad, pues los indígenas en especial (la población mayoritaria) vivían en pueblos de misión o de reducción, alejados de Cumaná propiamente (Ojer, 1990; Brito Figueroa, 1993). En cuanto a los esclavos, su número era siempre menor al de los indígenas, aunque, de residir en la ciudad, lo harían fuera de las casas de sus amos (a excepción de la servidumbre del hogar). Esto da una impresión de la situación demográfica del poblado donde impactaría el terremoto. Sin embargo, es igualmente importante señalar que la información producida en los contextos coloniales (tal como la aquí citada), al hacer mención a la población en general, siempre subraya la diferencia entre los componentes sociales, de manera que cuando informa sobre víctimas, lo hará aclarando si se trata de “vecinos”, “indios” o esclavos.

Por otro lado, las características de la ciudad de entonces describen un desarrollo arquitectónico incipiente, a pesar de que Cumaná ya detentaba el perfil de mayor crecimiento en la región, concentrando en su sitio a los pobladores de mayor influencia política y poderío económico. Acorde con la falta de riquezas de todo el territorio, la “ciudad” sólo poseía “Iglesia Parroquial, un Convento de Santo Domingo, con pocos Religiosos, y una Ermita con advocación de nuestra Señora del Carmen, que sirve de Hospital, donde curan los pobres enfermos.” (Vázquez de Espinosa, 1628-1630, p. 48).

Otro contemporáneo veía en el sitio donde estaba fundada Cumaná ciertos peligros que colocaban a la ciudad en riesgo:

“Avisado tengo a vuestra majestad, el mal sitio que tiene esta ciudad, que por ser tal, ha de ir cada día en disminución en lugar de acrecentarse, y que convenía grandemente mudarle a donde pudiese extenderse y venir a ser más de lo que es, porque en el sitio que el presente tiene, antes será menos por írsele metiendo este río por ella de manera que ha derribado algunas casas y tiene otras muchas para hacer lo mismo, y los dueños de ellas viven de prestado en otras, porque les falta sitio donde volver a reedificarlas, por estar metida esta ciudad entre el dicho río y un cerro que la estrechan, de manera que faltan solares para fabricar. Y las casas que están en el dicho cerro son enfermas, por ser calichal [sic]. Y ayudan a ser más enfermo el sitio, dos lagunas que deja el río en las avenidas del invierno, que cojen a esta ciudad en medio, y al secarse en el verano dejan tal hediondez que cusan muchas enfermedades, como las hubo este año terribles y peligrosas.” (*Carta de don Diego Suárez de Amaya al Rey, sobre la pesca de perlas, vela de salina, mudanza de la ciudad de Cumaná y vacante del Obispado de Venezuela, Cumaná, 22 de mayo de 1604, en Arellano Moreno, 1965, pp. 281-282*).

Al parecer, la Cumaná cercana a esa fecha (ver Fig. 2) convivía con varias amenazas naturales, las cuales hallaban la manera de combinarse, sumando riesgos y convirtiendo a los mismos en realidades poco manejables para entonces. El temblor agregaría más dificultades al contexto.

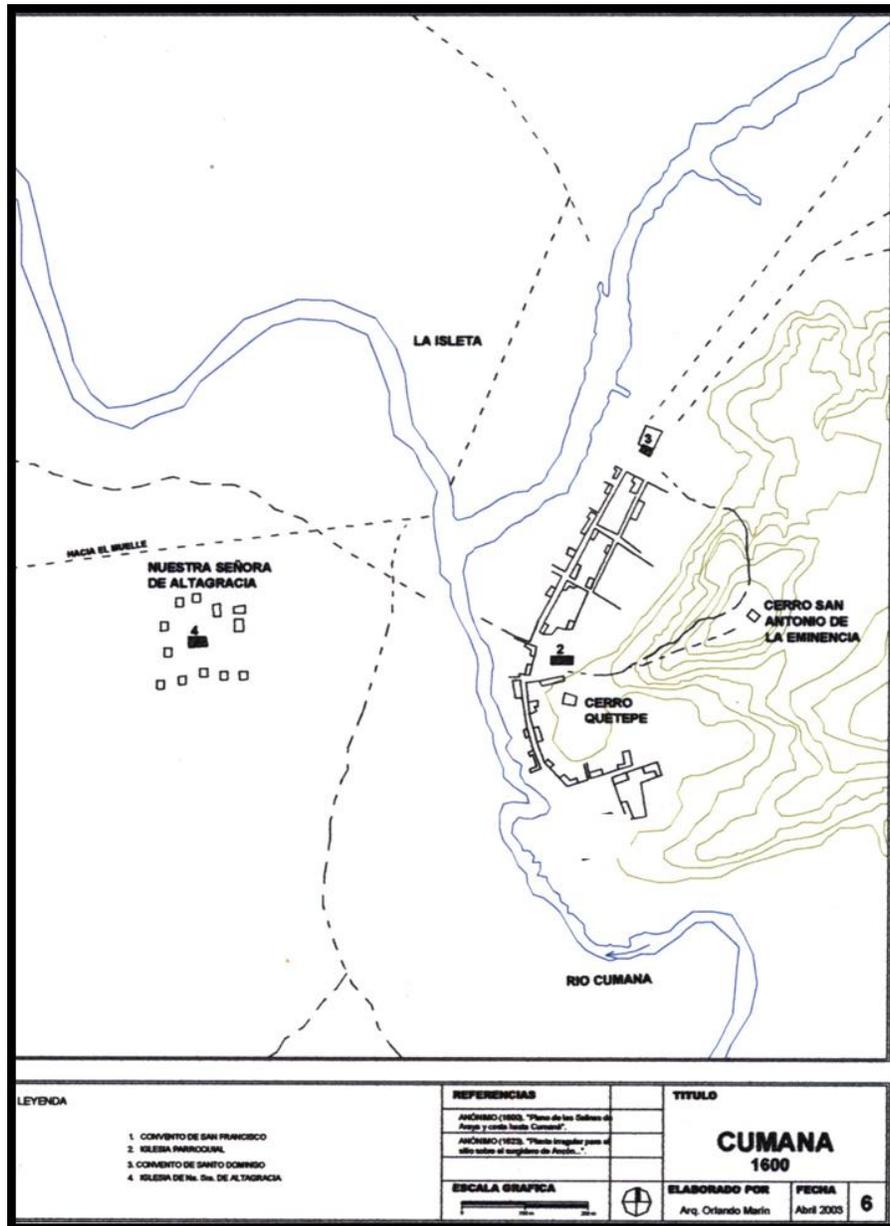


Figura. 2. Plano hipotético de Cumaná hacia 1600, tomado y modificado de Rodríguez (2005: 79). Nótese la proximidad de la elevación (Cerro San Antonio de la Esmeralda) y del río, en relación al testimonio arriba citado (“...el dicho río y un cerro que la estrechan...”). La modificación realizada al plano presentado por Rodríguez elimina la supuesta existencia de un convento franciscano para la época. El asentamiento de esta orden religiosa en esa ciudad podría ser tomado en cuenta desde 1638, cuando recién en esa fecha se acordó la fundación del mencionado convento (Gómez Parente, 1997). Además, en la documentación consultada no se menciona en ningún momento la presencia de una edificación por el estilo. No obstante, el plano es sumamente útil para recrear sobre éste los daños del sismo para entonces.

#### 4.2 Sobre el terremoto de 1629

Las noticias del sismo llegaron a través de informaciones en donde se reseñaba la “pobreza de los vecinos” y sus dificultades para recuperarse de la destrucción causada por el sismo. En un interrogatorio (AGI, Audiencia de Santo Domingo, legajo 192, “*Cartas y expedientes de personas eclesiásticas de la Provincia de Cumaná, vistos en el Consejo desde el año de 1577 a 1690*”), expedido en 20 de abril de 1633 para dar cuenta de las circunstancias en las que se encontraba la ciudad, don Ilario de Lugo, Procurador General de Cumaná, solicitaba a los testigos que dieran cuenta del caso, para lo cual preguntaba:

“Si saven y es publico y notorio que ademas de la pobreza que tienen los vecinos desta dicha ciudad sel an aumentado con la ruyna que nro señor fue servido de un temblor de tierra y terrible terremoto que a mas de tres [folio 2, verso] años que sucedió en esta ciudad con que se cayeron sus santos templos y todas las casas de sus moradores con muerte de muchas personas lo que duro mas de un año a tiempo y aun asta oy no estan seguros cuyas lastimas an sido tangentes y grandes como miserables pues no se ha podido por ser tan cortos sus caudales tomar a redificar la santa iglesia que siendo de texa esta al presente cubierta de paxa asiendo lo mismo los dichos vecinos con sus casas pobres. (...)”, (Folio 2. Se transcribe el texto en su estado original).

Del documento se desprenden varias cosas, a saber: 1) la destrucción de sus templos, a la sazón los únicos edificios del lugar, aunque no se menciona la ermita que describe Vázquez de Espinosa; 2) el tipo de construcción de la iglesia, que poseía techo de tejas; 3) la destrucción de las casas de la ciudad; 4) la muerte de muchos de sus habitantes; 5) la posibilidad de que la inseguridad latente entre los pobladores (“oy no están seguros”) fuese causada por más temblores (réplicas, quizás), o por el estado ruinoso de sus viviendas, amenazando colapso total; 6) la crisis económica que impedía la reparación de las edificaciones. Todo esto al parecer, resultaba “público y notorio”, lo cual indica que dicha evidencia daba cuenta del estado general de la ciudad luego de los efectos del sismo.

Los testigos corroboraron lo preguntado, subrayando algunos detalles:

“...save y vio ...el terremoto y temblor de tierra grade [sic] que en esta ciudad hubo el año pasado de seiscientos y veinte y nueve que fue de manera que todos los templos cayeron y las casas que no quedaron sino quatro o cinco en pie y esas muy mal tratadas y muerte de quinze o diez y seis personas de manera que la mayor parte de las casas no se an podido alzar y la iglesia parroquial que es cubierta de texa y bien aderezada con la miseria de los vecinos no la an podido redificar y oy esta cubierta de paxa. (...)” (Folio 3).

“...con el terremoto y gran temblor que hubo pues fue de manera que no dexo casa que no quedase muy danificada...” (Folio 6).

El primer testigo confirma el año del temblor, asegurando que “todos los templos” se cayeron, y que solamente cuatro o cinco casas quedaron en pie, muriendo quince o dieciséis personas. El segundo testigo subraya el estado de las casas, algo que fue precisado por cada uno de los interrogados a lo largo de todo el documento. El panorama de la ciudad parece más claro ante estos testimonios, donde destaca el número de muertes y la destrucción de casi todas las edificaciones, ya fuesen éstas las iglesias (“bien aderezadas...”), o las casas de vivienda. El señalamiento a unas dieciséis víctimas resulta revelador, si se toma en cuenta lo señalado anteriormente en relación con las características de la población en general.

Partiendo de que los “vecinos” son los únicos susceptibles de ser calificados como “personas” (los indígenas, además de no residir en la ciudad, no calificaban en la categoría, y mucho menos los esclavos, tratados como “piezas”, incluso bien adentrado el siglo XIX), debe atenderse que la población apenas ascendía a los 200 habitantes. De esta manera, el sismo produjo una reducción

significativa en la misma, sepultando un 8% del total de residentes. Para entonces, y en cualquier contexto histórico, es éste un número muy alto.

La información sobre el estado de la iglesia de Cumaná contribuye a detallar los efectos del terremoto. En 1635 se aseguraba que "...con los temblores que hubo en esta dicha ciudad quedo la dicha santa Iglesia muy mal parada y se le cayó el campanario y las paredes maltratadas..." (AGI, Santo Domingo, 192, *Información de la pobreza y ruina de la Iglesia*, folio 6; citado en Grases *et al.*, 1999:65).

Más tarde, la situación de la iglesia de Cumaná todavía requería atención, para lo cual un conjunto de notables vecinos de la ciudad elaboraron una nueva solicitud de ayuda (firmada por el Conde de Castillo, Juan Pardo, don Juan de Palafox, don Juan de Santelices, Juan de Mena y don Francisco Capata, en Cumaná el 12 de agosto de 1639), en donde otros detalles, en este caso del tipo de construcción de esta iglesia, se aprecian:

"...la capilla mayor de la dicha iglesia esta cubierta de texa y el cuerpo della de paxa y con el terremoto que hubo el año de 629 se cayo y tambien la torre que es muy pobre porque de renta savida no tiene mas de la quarta parte que le caen de los diezmos de aquella ciudad que son mui pocos..." (Folio 1).

En otro momento (2 de julio de 1635, documento hallado en el mismo legajo 192), Gabriel de Alarcón, religioso de Santo Domingo, solicitaba ayuda para la reconstrucción de sus edificaciones, dejando entrever otros detalles de los efectos del sismo:

"El convento de Santo Domingo de la ciudad de Cumaná dice que desde que se fundó el dicho convento que a muchos años an acudido los religiosos del a la administración de los sacramentos dotrina y ensenança de los naturales con gran cuydado trabajo y asistencia de que a resultado mucho fruto en su reducion y con el temblor que ubo en la dicha ciudad el año de 629 se arruyno el dicho convento y iglesia del..." (Folio 1).

El terremoto arruinó al convento y a su iglesia, lo que hace suponer que se trataba de una edificación mixta, que contaba con la residencia conventual (generalmente de paredes altas y escasas ventanas), y una iglesia que seguramente se trataba de una capilla adjunta al propio convento, donde los religiosos de oficio acudían a los rituales. Esta información suministrada por Alarcón, también ameritó un interrogatorio, en el cual destacan las respuestas de dos testigos:

"...el testigo vio que con el temblor y terremoto que ubo el año pasado de veinte y nueve el dicho convento se jundio que no quedo nada de el en pie y los vecinos de esta ciudad con zelo del servicio de Dios nuestro Señor lo volvieron a levantar y rredificar haciendolo de nuevo..." (Folio 2).

"...los vecinos lo an rredificado a que an acudido los rreligiosos con mucho cuidado porque no se despoblase y faltase el dicho convento por ser de gran consuelo y demucho vien..." (Folio 3).

El convento se derrumbó con el temblor, y ante el señalamiento de que se "jundió", quizás convenga detenerse antes de suponer que realmente se hundió, pensando en un efecto de sitio característico de licuación (no debe olvidarse la observación hecha en la carta elaborada en 1604, donde se señala que la ciudad se encuentra al alcance del río), pues la afirmación no se repite entre los interrogados, lo cual conduce a pensar que se trata de una expresión aislada del testigo. No obstante, el desplome de la edificación sí da cuenta de la violencia del temblor, a pesar de que no se posee información de las características de la construcción como tal.

En resumen, *el sismo de 1629* (en la Fig. 3 se intenta un recreación de los daños sobre el plano utilizado como válido para la fecha) *causó en Cumaná la muerte del 8% de su población, la destrucción de casi todas sus viviendas y el derrumbamiento de sus edificios* (dos iglesias y un convento). Su situación de pobreza le impidió una reconstrucción rápida, lo cual contribuyó a que los

efectos del temblor perduraran por años. Sin embargo, fue ésta una característica común en la sociedad colonial del actual territorio venezolano (Altez *et al.*, 2004; Altez, 2006), lo cual no necesariamente supone una relación determinante con las consecuencias del terremoto.

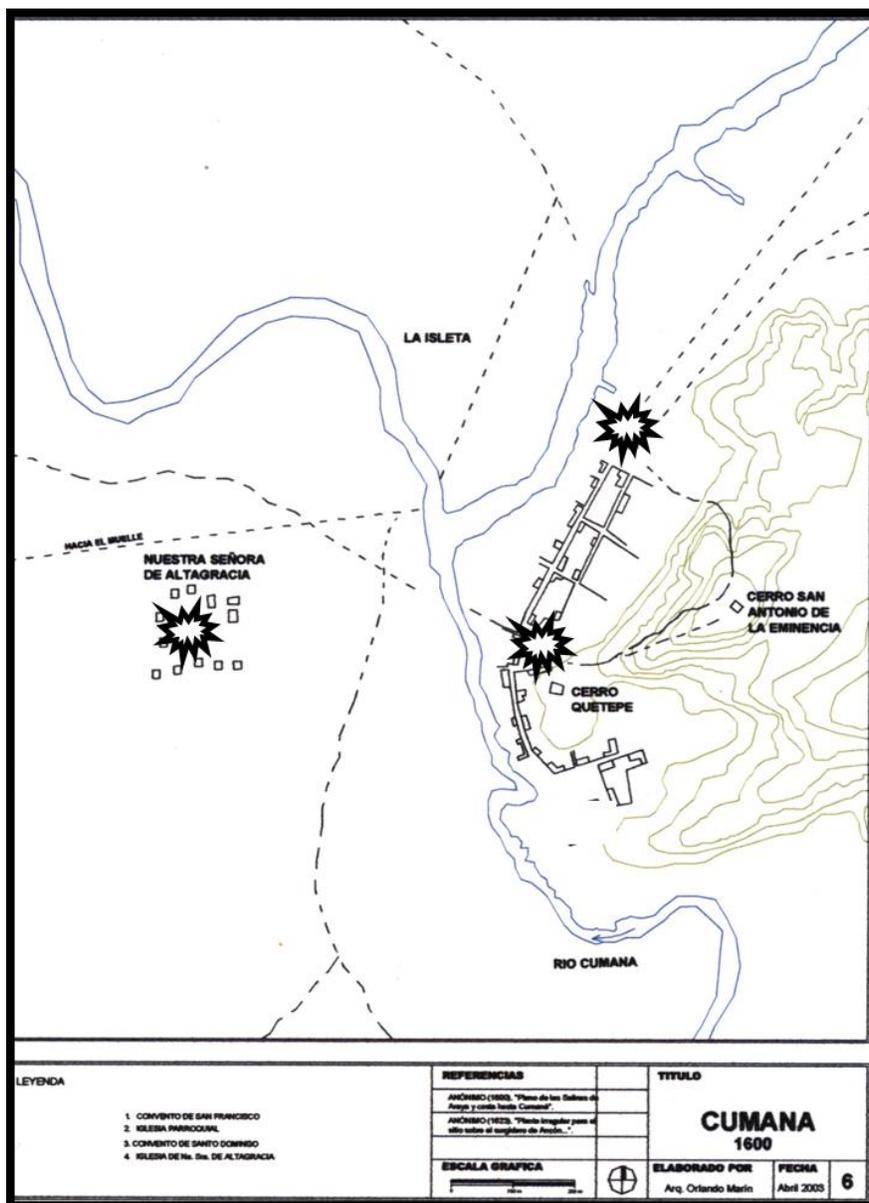


Figura. 3. Sobre el plano hipotético de Cumaná hacia la fecha, se señalan las edificaciones dañadas con el sismo de 1629. Se trata, tal como se ha mencionado con base en la documentación, de las tres construcciones de mayor envergadura para entonces. El resto de los daños, concentrados en las casas de vivienda, no es posible señalarlo con precisión. Sin embargo, si de las casas "...no quedaron sino quatro o cinco en pie y esas muy mal tratadas...", debe inferirse que casi todo lo que se observa en la figura debió verse severamente afectado.

### 4.3 El problema de la estimación de intensidades

La evaluación de este terremoto (no se trata de una “reevaluación”, pues es la primera vez que se analiza), presenta algunas de las dificultades características del estudio de los sismos del pasado en la historia venezolana (véase al respecto lo señalado por Rodríguez y Audemard, 2003), pues no sólo concentra la información en torno a una localidad que sobre-determina los razonamientos al respecto, sino que esa información está exclusivamente dedicada a esa localidad: Cumaná. No existen datos de otros lugares. Sin embargo, es importante señalar que, a diferencia del sismo de 1684 (donde la información proveniente de los daños a la fortificación de Santa María de la Cabeza permite observar con mayor detalle el alcance de los efectos del sismo), en este caso el fuerte Santiago de Araya (como edificación significativa cercana a la ciudad de entonces) se hallaba en plena construcción (iniciado en 1625), y fue culminado veinte años después (Bencomo, 1997). Como obra en desarrollo, y en atención a la precariedad de las circunstancias, no ofreció información de importancia, o bien lo construido hasta entonces no sufrió daños. Tal ausencia de información reduce las fuentes únicamente a Cumaná. No obstante, es posible atender el caso con recursos metodológicos pertinentes que permitan obtener resultados precisos en torno a los efectos del temblor, a partir de las herramientas propuestas en Altez (2005), y Altez y Laffaille (2006), donde se sugiere desplegar una aproximación interpretativa que establezca una relación entre las variables más determinantes: Tipología constructiva, materiales de construcción, condiciones de sitio, condiciones sociales de las edificaciones, número de muertes, así como su relación con el contexto histórico y cultural, lo cual permitirá comprender con mayor criterio los efectos en cuestión, a objeto de concluir en valores de intensidades. La puesta en práctica de “estrategias metodológicas transversales” (Altez y Laffaille, 2006:126), como las que se utilizan en este trabajo, conduce a evaluaciones sismológicas más claras y precisas.

En este sentido, y siguiendo la utilidad de esas herramientas, se entiende que con la escasa información sobre el sismo de 1629 no es posible elaborar un mapa de intensidades de la región (aunque sí fue posible extrapolar la información sobre el plano de Rodríguez, 2005), o bien comparar efectos entre lugares, pues del único sitio del cual se tienen referencias es, ciertamente, Cumaná. Esta circunstancia también debe ser atendida con cuidado, puesto que, tal como ya se señaló, el desarrollo de la región fue lento y espasmódico en sus orígenes, y para la fecha apenas se estaba consolidando. La reducción de indígenas todavía estaba en plena práctica de la mano de la estrategia evangelizadora, ahora en la etapa ya institucionalizada de este recurso socializador (Ojer, 1966 y 1990), y la fundación de pueblos resultaba precaria y aislada (ver Brito Figueroa, 1993). No es llamativo, en consecuencia, que Cumaná haya tardado tanto tiempo en consolidarse desde sus primeros intentos fundacionales allá por 1515, y que sea la única fuente capaz de producir información sobre el sismo. Al menos hasta el presente, no se han hallado más documentos que los que aquí se presentan al respecto.

Por consiguiente, no es posible estimar intensidades en la región, aunque sí lo es en el caso de la ciudad. En este sentido, con la información hallada, se intentará asignar un valor a los efectos del temblor en Cumaná, partiendo de 1) los impactos en las construcciones; 2) la tipología o calidad constructiva; y 3) el número de muertes. Para estas consideraciones, será utilizada la escala Mercalli Modificada (MMI), pues la reciente *Environmental Seismic Intensity Scale* (ESI 2007 Intensity Degrees), producida por el The INQUA Scale Project (ver Michetti *et al.*, 2006) atiende solamente los efectos sobre la naturaleza (*environmental earthquakes effects*) y no sobre las construcciones humanas (*manmade structures*). Asimismo, la *European Macroseismic Scale* (EMS, 1998) no resulta suficiente por la falta de datos al respecto.

En este sentido, las tres características consideradas para esta investigación, permiten visualizar los efectos en la ciudad de Cumaná. En el primer caso (*impacto en las construcciones*), se observa una destrucción masiva en las viviendas y edificios de la ciudad. Si se considera que la última fundación de Cumaná (1569), contaba con unas “150 casas de cubiertas de paja o caña”, debe suponerse que las mismas hacia 1629 ya habrían evolucionado hacia construcciones algo más consolidadas.

Seguramente algunas de ellas contaban con techos de teja (en este caso, la minoría, sin duda, puesto que este detalle significaba poderío económico, algo que evidentemente escaseaba entre los cumaneses), mientras que la mayoría continuaría con sus techos de paja. Lo que muy probablemente compartirían todas ellas eran las paredes de bahareque, recubiertas de algún friso rudimentario (quizás cal o el propio barro alisado), y el apuntalamiento de los techos con madera.

Estas hipótesis sobre las estructuras de las viviendas parecen estimar condiciones de construcción poco resistentes. La ventaja de la tecnología y los materiales utilizados (frente a los embates de las ondas sísmicas), permite suponer que la caída de los techos (paja o caña) o de las paredes de bahareque, probablemente no habrían de causar muchas muertes, por tratarse de materiales livianos. No obstante, el número de muertes es altamente significativo.

En el caso de las edificaciones mayores, como las iglesias y el convento, parece importante destacar que tampoco suponen estructuras de gran tamaño o capacidad. Por ejemplo, en el caso del convento de los dominicos, hay información de que hacia finales del siglo XVIII era éste un lugar donde residían apenas 8 religiosos (Fundación Polar, 1997, I: 1051), justo cuando impactaría otro terremoto en la zona (en 1797), lo cual conduce a pensar que para 1629 no podría representar una edificación de envergadura (Vázquez de Espinosa señala, además, que el convento posee “pocos religiosos”). Sin embargo, en relación con la iglesia de Cumaná, en el entendido de que era ésta “bien aderezada” y de capilla con techo de tejas, es de suponer que se trataba de un edificio de paredes gruesas, a la usanza de las construcciones eclesiásticas coloniales, pues al menos debía serlo si contaba con techumbre entejada.

Ha sido posible establecer, luego del seguimiento documental al caso, que la iglesia de Cumaná a la que se refieren los testimonios sí había evolucionado en la calidad de su construcción, pues, en efecto, el sismo la encuentra con techo de teja, cuando en sus inicios se trataba de una edificación de madera, cubierta de paja. El 6 de mayo de 1597 los habitantes de Cumaná atestiguaban al rey sobre estos detalles en medio de una súplica para que no se les castigase por comerciar con extranjeros:

“...estando en esta ciudad su iglesia y los vecinos muy pobres y no tener quien sirviese por estar los naturales alzados para que esta ciudad fuese adelante, el teniente de gobernador y vecinos de esta dicha ciudad fueron a los montes y cortaron madera y la cargaron a sus hombros e hicieron una iglesia, que aunque tiene la cubierta de paja es la mejor que hay en estas provincias.” (AGI, Santo Domingo, 190, Antonio de Herrera, Procurador de la provincia de Cumaná, Súplica al Rey Felipe II, Madrid).

Esto indica que la construcción debió ser reforzada (al menos), o bien hecha de nuevo, pues al colocarle tejas al techo, es seguro que debieron “aderezar” muy bien sus paredes y demás. Por otro lado, el hecho de que aún en 1639 no se le hubiese reparado la torre, parece señalar que se trataba de una construcción más costosa de refaccionar, pues los recursos no alcanzaban para ello. Quizás no era un edificio amplio y de gran capacidad, pero al menos todo indica que contaba con paredes gruesas (seguramente de mampostería y reforzadas con bahareque y cal), las cuales debían soportar un alto techo de tejas. A esta construcción se le cayó el campanario, se le derrumbó la torre y el techo, y probablemente las paredes sufrieron algún tipo de ruina, aunque de esto último no hay referencias.

El seguimiento a estos detalles podría impedir la asignación certera de un valor de intensidades al temblor, pues parecen no ser suficientes para concluir al respecto. Sin embargo, el número de muertes (8% del total de los “vecinos”), indica que el evento debe atenderse con mayor cuidado. 16 muertes en un total de 200 habitantes es un número significativo, lo cual conduce a afirmar que no se trató de un temblor aislado en el proceso histórico. Al relacionar esto con la destrucción descrita por la documentación, es posible aproximarse a estimaciones más cercanas al escenario original del terremoto.

Sobre estas consideraciones parece acertado razonar que en la ciudad de Cumaná los efectos del sismo de 1629 indican una intensidad que debió estar cercana a un valor de VIII (MMI). Sin mayores datos al respecto, esta estimación podría dar cuenta de los hechos.

## 5. ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE MAGNITUD

Siendo un sismo no instrumental, su magnitud puede estimarse a partir de la intensidad epicentral o intensidad máxima ( $I_0$ ), usando relaciones empíricas desarrolladas a tal fin (e.g., Gutenberg y Richter, 1942, 1956; Bender, 1987; Gasperini et al., 1999). Debido a la escasa información macrosísmica del evento, aunada a su muy particular concentración en la población más importante de la región para la época (aspectos ya señalados que se discuten en Rodríguez y Audemard, 2003), parece sostenible asumir que la intensidad MMI derivada para Cumaná, aunque no se trate de la intensidad  $I_0$ , se aproxima al mencionado valor VIII. En consecuencia, aplicando relaciones magnitud-intensidad de la forma general  $M_s = a + b I_0$ , tales como las derivadas por Gutenberg y Richter (1942; 1956), o bien como las discutidas en Bender (1987), se puede estimar la magnitud del sismo de 1629, a partir de su  $I_0$  aquí estimada en VIII. Se escoge aplicar las ecuaciones propuestas por Gutenberg y Richter, por ser éstas derivadas de una población de sismos ocurridos sobre fallas transcurrentes californianas, que reflejan un estilo deformacional y sismotectónico similar al Oriente venezolano. Considerando la relación  $M = 1,3 + 0,6 I_0$  (Gutenberg y Richter, 1942), se obtiene que el sismo de 1629 tendría una magnitud próxima a 6,1. Posteriormente, Gutenberg y Richter (1956) ajustan tal relación a la siguiente ecuación  $M = 1,0 + 2/3 I_0$ , lo cual supone una magnitud para el mismo temblor en 6,3. Por ende, es posible estimar la magnitud del sismo de 1629 en el rango 6,1 a 6,3 a partir de estas relaciones.

Por consiguiente, el valor de magnitud puede calibrarse con aquella de otros sismos ocurridos en la región, cuya intensidad (máxima o no) en Cumaná haya sido estimada también en VIII. Esta última condición descarta los sismos de 1530 y 1853 por mostrar intensidades X y IX para Cumaná respectivamente, ambos atribuidos por Audemard (1999b, 2007) al segmento submarino de la falla de El Pilar que bordea la fosa de Cariaco por el Sur, lo cual implica que necesariamente este evento de 1629 debe ser de magnitud inferior a  $M_s$  7,2-7,4.

Aunque con intensidad VIII en Cumaná, igualmente se descarta al sismo de 1766, el cual debe presentar una magnitud muy superior al evento de 1629, en vista de lo amplio y extendido del área de su isosista VIII, confirmando que la magnitud del sismo de 1629 no es del orden de  $M_s$  7. El sismo del 4 de mayo de 1684 también presenta un nivel de daños MMI VIII para Cumaná, pero este valor no debe corresponder a su intensidad máxima, porque este sismo está geológicamente correlacionado con el mismo segmento de la falla de El Pilar responsable del reciente sismo de Cariaco del 9 de julio de 1997, con base en estudios paleosísmicos realizados entre Terranova y Guarapiche por Audemard (1999b, 2007). El sismo de Cariaco de 1997 tampoco muestra su intensidad máxima en Cumaná (González et al., 2004).

Por el contrario, el sismo de 1629 presenta grandes similitudes con los sismos de Cumaná de 1797 y de 1929, y los sismos de El Pilar de 1874 y Casanay 1974, en términos de su intensidad máxima y otros aspectos macrosísmicos. En tal sentido, el sismo de 1797, aunque con una intensidad algo superior a IX para Cumaná, presenta 12 muertes en dicha población; cifra de víctimas muy similar a la registrada en Cumaná durante el sismo acaecido más de un siglo y medio antes. Por su parte, el terremoto de 1929, con una magnitud estimada alrededor de 6,3 (Mocquet et al., 1996), tiene un nivel de daños acorde con una intensidad  $I_0$  de VIII en Cumaná. Igualmente ocurre con los eventos de El Pilar de 1874 y de Casanay de 1974, con  $I_0$  de VIII en las poblaciones que designan cada sismo, siendo este último un excelente análogo en el siglo XX del evento de 1629. El evento de Casanay de 1974, atribuido a la falla de El Pilar y de una magnitud  $M_s$  de 6,1, produjo la casi total destrucción de Casanay, un pueblo rural venezolano típicamente construido al estilo colonial de los siglos XVIII-

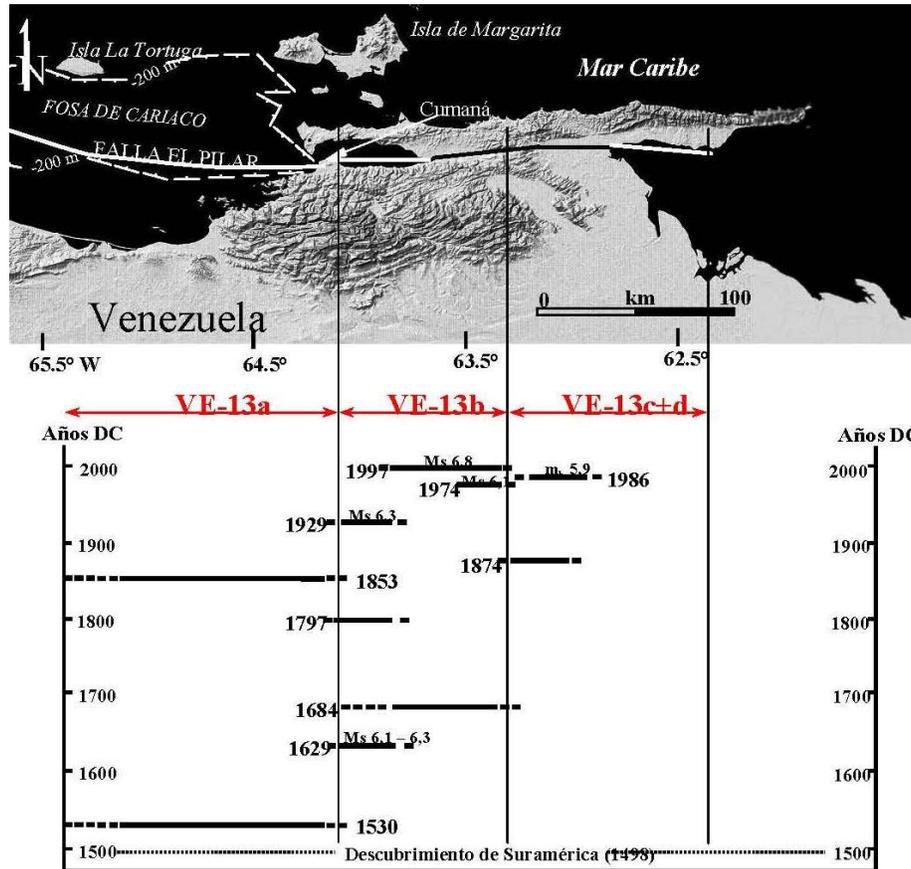
XIX, con paredes de bahareque y techos de caña brava y tejas; muy similar a la Cumaná de 1629. Luego de su reconstrucción con materiales más modernos y estilos estructurales conformes a la praxis sismorresistente, este nuevo asentamiento no presentó daños estructurales y sólo daños menores a la mampostería en ocasión del sismo de Cariaco de 1997 de magnitud Ms 6,8, con epicentro a unos 5 km de distancia al Oeste de dicha población. Esto evidencia lo determinante que resulta ser la tipología constructiva y los materiales de construcción empleados en la respuesta del medio construido ante las cargas sísmicas (tal como lo explican Altez y Laffaille, 2006), lo cual ha conducido a la propuesta de una nueva escala macrosísmica basada exclusivamente en los efectos de los sismos sobre el ambiente natural (Michetti et al., 2007).

Por último, en suma a los ejemplos y elementos comparativos, puede decirse que el sismo de 1629 es definitivamente más destructor que el sismo de El Pilar de 1986, el cual presentó una Io VII en la población de El Pilar y una magnitud instrumental mb 5,9. En conclusión, a partir del análisis desarrollado en este trabajo, es posible atribuirle al sismo de Cumaná de 1629, con intensidad MMI VIII en esa población, una magnitud Ms entre 6,1 y 6,3; valor comparable a lo que se puede derivar del empleo de ecuaciones empíricas que relacionan la intensidad máxima con la magnitud del evento.

## 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La incorporación del terremoto de 1629 en la historia sísmica del Oriente venezolano (Fig. 4), permite precisar mejor el comportamiento sismogénico de la falla de El Pilar en proximidad a la ciudad de Cumaná. Este evento, claramente de significado muy local para esta población y con intensidad de daños similar a los sismos posteriores de 1797 y 1929, aparenta ser el antecesor del evento de 1797, el cual recientemente Audemard *et al.* (2007) han atribuido al segmento de la falla de El Pilar que se extiende entre el flanco Norte de los cerros de Caigüire y la margen Norte de la depresión de Guaracayal (cuenca en tracción y barrera a la ruptura sísmica, dentro del Golfo de Cariaco). Este segmento de falla, por su extensión no superior a los 30 km, es capaz de generar sismos del orden de la magnitud estimada para los eventos de 1629, 1797 y 1929. Estos terremotos de magnitud entre 6,1 y 6,3 en el segmento en consideración, parecen recurrir cada 150 años en promedio ( $150 \pm 18$  años), de acuerdo al intervalo de tiempo entre 1629 y 1797 (168 años) y entre 1797 y 1929 (132 años).

Tal como ha sido señalado por Audemard (2007), la búsqueda e interpretación de datos nuevos y/o adicionales permitirán refinar la propuesta de segmentación sismogénica que aquí se actualiza. Aquellos eventos históricos que cuentan con escasa sistematización de la documentación original (fuentes primarias y directas) o investigaciones limitadas (e.g., 1530, 1684, 1853), por razones de diversa índole (tales como las citadas en Rodríguez y Audemard, 2003), hallarán en este trabajo hipótesis de partida para futuros análisis. Los sismos destructores de la historia venezolana (terremotos que no cuentan con datos instrumentales), necesitan ser atendidos con herramientas metodológicas transversales (como las que se proponen en Altez y Laffaille, 2006, puestas en práctica también en esta investigación), a partir de las cuales sea posible dar cuenta integralmente de sus intensidades y sus relaciones con otros sismos y con los sistemas de fallas en los cuales irrumpen. Con la investigación llevada a cabo en torno a 1629, se intenta contribuir con estos objetivos.



**Figura. 4. Distribución de la actividad sísmica de la Falla de El Pilar en el espacio y en el tiempo, incluyendo el sismo de 1629 (modificado y completado de Audemard, 1999b y 2007). El detalle del mapa utilizado es tomado de Garrity *et al.* (2004).**

## 7. REFERENCIAS

1. Aggarwal, Y., 1983. Neotectonics of the Southern Caribbean: Recent Data, new ideas. *Acta Científica Venezolana* 34 (1), 17 (abstract).
2. Altez, R., 2005. El terremoto de 1812 en la ciudad de Caracas: un intento de microzonificación histórica. *Revista Geográfica Venezolana*, Vol. Especial, Mérida, pp. 171-198.
3. Altez, R., 2006. El desastre de 1812 en Venezuela: sismos, vulnerabilidades y una patria no tan boba. Universidad Católica Andrés Bello-Fundación Polar, Caracas.
4. Altez, R.; J. A. Rodríguez y F. Urbani, 2004. *Historia del Pensamiento Sismológico Venezolano... una mirada inquieta*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, FUNVISIS, Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales, y la Sociedad Venezolana de Historia de las Geociencias, Caracas.

5. Altez, R., y J. Laffaille, 2006. La Microzonificación sismo-histórica como complemento fundamental de la evaluación de la amenaza sísmica. *Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas*, (21) 4:117-127.
6. Arellano Moreno, A, 1965. *Relaciones Geográficas de Venezuela*. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas.
7. Audemard, F. A., 1993. Néotectonique, Sismotectonique et Aléa Sismique du Nord-ouest du Vénézuéla (Système de failles d'Oca-Ancón). Ph.D. thesis, Université Montpellier II, France, 369 pp + appendix.
8. Audemard, F. A., 1998. Evolution Géodynamique de la Façade Nord Sud-américaine: Nouveaux apports de l'Histoire Géologique du Bassin de Falcón, Vénézuéla. XIV Caribbean Geological Conference, Trinidad-1995, 2, pp. 327-340.
9. Audemard, F. A., 1999a. El sismo de Cariaco del 09 de julio de 1997, edo. Sucre, Venezuela: nucleación y progresión de la ruptura a partir de observaciones geológicas. VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Mérida, Venezuela. Edición en CD-ROM.
10. Audemard, F. A., 1999b. Nueva percepción de la sismicidad histórica del segmento en tierra de la falla de El Pilar, Venezuela nororiental, a partir de primeros resultados paleosísmicos. VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Mérida, Venezuela. Edición en CD-ROM.
11. Audemard, F. A., 2006. Surface rupture of the Cariaco July 09, 1997 Earthquake on the El Pilar fault, northeastern Venezuela. *Tectonophysics* 424 (1-2): 19-39.
12. Audemard, F. A., 2007. Revised seismic history of El Pilar Fault, Northeastern Venezuela, after the Cariaco 1997 Earthquake and from recent preliminary paleoseismic results. *Journal of Seismology* 11(3): 311-326.
13. Audemard, F. A.; M. Machette; J. Cox; R. Hart y K. Haller, 2000. Map and database of Quaternary faults in Venezuela and its offshore regions. U.S. Geological Survey Open-File-Report 00-18, 79 pp + map.
14. Audemard, F. A.; G. Romero; H. Rendón y V. Cano, 2005. Quaternary fault kinematics and stress tensors along the southern Caribbean from microtectonic data and focal mechanism solutions. *Earth-Science Reviews* 69 (3-4): 181-233.
15. Audemard, F. A.; C. Beck; J. Moernaut; K. De Rycker; M. De Batist; J. Sánchez; M. González; C. Sánchez; W. Versteeg; G. Malavé; M. Schmitz; A. Van Welden; E. Carrillo y A. Lemus, 2007. La depresión de Guaracayal, estado Sucre, Venezuela: Una cuenca en tracción que funciona como barrera para la propagación de la ruptura cosísmica. *Interciencia* 32 (11): 735-741.
16. Baumbach, M.; H. Gresser; G. Romero; J. Rojas; M. Sobiesiak y W. Welle, 2004. Aftershock pattern of the July 9, 1997 Mw=6.9 Cariaco earthquake in Northeastern Venezuela. *Tectonophysics* 379, 1-23.
17. Beauperthuy, L. D., 2006. Análisis histórico de las amenazas sísmicas y geológicas de la ciudad de Cumaná, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas*, (21) 4:103-116.

18. Beltrán, C., 1994. Trazas activas y síntesis neotectónica de Venezuela a escala 1:2.000.000. VII Congreso Venezolano de Geofísica, Caracas, pp. 541-547.
19. Beltrán, C. y C. Giraldo, 1989. Aspectos neotectónicos de la región nororiental de Venezuela. VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto, 3, pp. 999-1021.
20. Beltrán, C.; A. Singer y J. A. Rodríguez, 1996. The El Pilar fault active trace (Northeastern Venezuela): neotectonic evidences and paleoseismic data. 3rd International Symposium on Andean Geodynamics, Saint-Malo, France, pp. 153-156.
21. Bencomo, H., 1997. Fortificaciones. Diccionario de Historia de Venezuela, Tomo 2, pp. 375-377.
22. Bender, B., 1987. Effects of observational errors in relating magnitude scales and fitting the Gutenberg and Richter parameter  $\beta$ . Bulletin of the Seismological Society of America; August 1987; v.77; no. 4; p. 1400-1428.
23. Brito Figueroa, F., 1993. Historia económica y social de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca Central de la UCV, Caracas.
24. Carrocera, B., 1968. Misión de los Capuchinos de Cumaná. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas.
25. Castellanos, J., 1962. Elegías de varones ilustres de Indias. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas.
26. Centeno Graü, M., 1940. Estudios sismológicos, Litografía del Comercio, Caracas.
27. Centeno Graü, M., 1969. Estudios sismológicos, Academia Nacional de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Caracas.
28. Da Prato Perelli, A, 1990. Las encomiendas de Nueva Andalucía en el siglo XVII. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia, Caracas.
29. European Seismological Commission, Subcommission on Engineering Seismology, Working Group Macroseismic Scales, European Macroseismic Scale, 1998 (EMS-98). Luxembourg, 1998. En línea: [http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg2/ems\\_new/index.htm](http://www.gfz-potsdam.de/pb1/pg2/ems_new/index.htm).
30. Fiedler, G., 1961. Áreas afectadas por terremotos en Venezuela. Memorias del III Congreso Geológico Venezolano, Editorial Sucre, Caracas, pp. 1791-1810.
31. Fiedler, G., 1972. La liberación de energía sísmica en Venezuela, volúmenes sísmicos y mapa de isosistas. Memorias del IV Congreso Geológico Venezolano, pp. 2442-2462.
32. Fundación Polar, 1997. Diccionario de Historia de Venezuela. Editorial Ex Libris, 4 Tomos, Caracas, segunda edición.
33. Fundación Polar, 2007. Cronología de Historia de Venezuela y eventos mundiales. Litografía Imagen Color, Caracas. Edición en CD-ROM.
34. FUNVISIS, 1994. Estudio Neotectónico y de Geología de Fallas Activas de la Región Nororiental de Venezuela. Proyecto INTEVEP 92-175. Informe inédito, 3 Vol.
35. Garrity, C. P.; Hackley, P. C. y Urbani, F., 2004. Digital shaded-relief map of Venezuela. USGS open-file report 2004-1322.

36. Gasperini, P.; E. Bernardini; G. Valensise y E. Boschi, 1999. Defining seismogenic sources from historical felt reports. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 89, 94-110.
37. Gómez, J. M., 1990. Historia de las fortificaciones de Cumaná. Alcaldía y Consejo Municipal del Distrito Sucre, Talleres de Impresos Oriente.Cumaná.
38. Gómez Parente, O., 1997. Franciscanos. *Diccionario de Historia de Venezuela*, Tomo 2, pp. 382-387.
39. González, H., y M. Donís, 1989. Historia de las fronteras en Venezuela. Cuadernos Lagote, Caracas.
40. González, J.; M. Schmitz; F. A. Audemard; R. Contreras; A. Mocquet; J. Delgado y F. De Santis, 2004. Site effects of the 1997 Cariaco, Venezuela earthquake. *Engineering Geology*, 72(1-2): 143-177.
41. Grases, J., 1979. Investigaciones sobre los sismos destructores que han afectado el Oriente de Venezuela, Delta del Orinoco y zonas adyacentes. INTEVEP, informe inédito, Los Teques, Venezuela.
42. Grases, J., 1990. Terremotos destructores del Caribe: 1502-1990. UNESCO-RELACIS. Contribución al Decenio Internacional para la Reducción de Catástrofes Naturales, Montevideo.
43. Grases, J.; R. Altez y M. Lugo, 1999. Catálogo de sismos sentidos, y destructores, Venezuela 1530-1998. Editorial Innovación Tecnológica, Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales-Facultad de Ingeniería, UCV, Caracas.
44. Gutenberg, B. y C. F. Richter, 1942. Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration. *Bulletin of the Seismological Society of America*; July 1942; v. 32; no. 3; p. 163-191.
45. Gutenberg, B. y C. F. Richter, 1956. Earthquake magnitude, intensity, energy, and acceleration (second paper). *Bulletin of the Seismological Society of America*; v. 46; p. 105-145.
46. Michetti, A. M. y el INQUA Scale Project, 2006. The INQUA Scale Project: linking pre-historical and historical records of earthquake ground effects. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 10847. European Geosciences Union.
47. Michetti, A. M.; F. A. Audemard; T. Azuma; J. Clague; V. Comerci; E. Esposito; L. Guerrieri; A. Gürpınar; J. McCalpin; B. Mohammadioun; N. A. Mörner; Y. Ota; S. Porfido; E. Roghozin; L. Serva; R. Tatevossian y E. Vittori, 2007. INQUA Environmental Seismic Intensity Scale. INQUA Scale Project, APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Italia).
48. Minster, J. y T. Jordan, 1978. Present-day plate motions. *Journal of Geophysical Research* 83, 5331-5354.
49. Mocquet, A.; C. Beltrán; M. Lugo; J. A. Rodríguez y A. Singer, 1996. Seismological interpretation of the Historical data related to the 1929 Cumaná earthquake, Venezuela. 3<sup>rd</sup> International Symposium on Andean Geodynamics, pp. 203-206.
50. Molnar, P. y L. Sykes, 1969. Tectonics of the Caribbean and Middle America Regions from focal mechanisms and Seismicity. *Geological Society of America Bulletin* 80, 1639-1684.

51. Ojer, P., 1966. La formación del oriente venezolano. Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Humanidades y Educación, Instituto de Investigaciones Históricas, Caracas.
52. Ojer, P., 1990. Las misiones carismáticas y las instituciones en Venezuela. Universidad Católica del Táchira, San Cristóbal.
53. Paige S., 1930. The Earthquake at Cumaná, Venezuela. January 17, 1929. Bulletin of the Seismological Society of America 20(12), 1-10.
54. Pérez, O. y Y. Aggarwal, 1981. Present-day tectonics of southeastern Caribbean and northeastern Venezuela. Journal of Geophysical Research 86, pp. 10791-10805.
55. 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 Sudamérica a partir de observaciones dentro del sistema de posicionamiento global (GPS) en el norte de Venezuela. Interciencia, 26 (2): 69-74.
56. Rod, E., 1956a. Earthquakes of Venezuela related to strike slip faults? American Association of Petroleum Geologists Bulletin 40, pp. 2509-2512.
57. Rod, E., 1956b. Strike-slip faults of northern Venezuela. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 40, pp. 457-476.
58. Rodríguez, J. A. y F. A. Audemard, 2003. Sobrestimaciones y limitaciones en los estudios de sismicidad histórica con base en casos venezolanos. Revista Geográfica Venezolana, Universidad de Los Andes, 44(1): 47-75.
59. Rodríguez, R., 2005. Ocupación del territorio y estructura urbana de los poblados cabecera en el oriente venezolano. Quivera, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, 7 (1): 58-102.
60. Schubert, C., 1984. Basin formation along Boconó-Morón-El Pilar fault system, Venezuela. Journal of Geophysical Research 89, pp. 5711-5718.
61. Singer, A.; C. Rojas, y M. Lugo, 1983. Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, Caracas.
62. Singer, A. y F. A. 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: Grases, J. (ed.): Diseño sismorresistente. Especificaciones y criterios empleados en Venezuela. Publicación Especial Academia de las Ciencias Naturales, Matemáticas y Físicas, 33, pp. 25-38.
63. Soulas, J-P., 1986. Neotectónica y tectónica activa en Venezuela y regiones vecinas. VI Congreso Geológico Venezolano, Caracas, tomo 10, pp. 6639-6656.
64. Stephan, J-F., 1982. Evolution géodinamique du domaine Caraïbe, Andes et chaîne Caraïbe sur la transversale de Barquisimeto (Vénézuéla). Ph.D. thesis, Paris, 512 pp.
65. Vázquez de Espinosa, A, 1948. Compendio y descripción de las Indias Occidentales. Smithsonian Miscellaneous Collection, Vol. 10, Washington. Original escrito entre 1628 y 1630.
66. Weber J.; T. Dixon; C. DeMets; W. Ambeh; P. Jansma; G. Mattioli; J. Saleh; G. Sella; R. Bilham y O. Pérez, 2001. GPS estimate of relative motion between the Caribbean and South American plates, and geologic implications for Trinidad and Venezuela. Geology, 29 (1): 75-78.