

Represamientos y rupturas de embalses naturales (lagunas de obturación) como efectos cosísmicos: algunos ejemplos en Los Andes venezolanos

*Dammed and failure of natural dams and its relations with
coseismic events: Some examples from the venezuelan Andes*

Carlos Ferrer

Resumen

Se documentan y se discuten 35 casos de represamientos, formación de lagunas de obturación, colapsos y generación de olas de descarga. La mayoría puede, en forma preliminar, ser asociados con grandes deslizamientos rotacionales (40%) y una combinación compleja de flujos/torrentes y aludes (24%); mientras que la sismicidad constituye el mecanismo detonante más importante con el 63% del total. Estas características hacen de estas formas de relieve un interesante criterio como guía a la paleosismicidad regional, especialmente a lo largo de la **Zona de fallas de Boconó**. Los datos obtenidos para 26 casos son el resultado de la consulta de catálogos, lo que implica una fuerte limitación debido al poco nivel de detalle, y los 9 restantes por investigaciones de campo completados en estos últimos años. Las lagunas de obturación aquí reportadas parecen corresponder mayoritariamente al Tipo II (Costa y Schuster, 1988). Los materiales generados por movimientos de masa pueden ser diferenciados de aquellos depositados por lluvias concentradas (20%), ya que estos últimos lucen más fluidos y se explayan con mayor facilidad. Los Andes venezolanos concentran 30 de los ejemplos ilustrativos y de ellos casi el 50% corresponden al estado Mérida. Es previsible que a medida que se conozcan nuevos casos, este número inicial se vea incrementado notablemente.

Palabras clave: Deslizamientos; Aludes; Olas de descarga; Sismos; Registros históricos, Represamientos; Andes venezolanos.

Abstract

Landslide - dammed lakes seem be common in venezuelan steep mountainous regions. Currently, some 35 cases have been identified, mainly in the venezuelan Andes, specifically in the Mérida state. The most frequent initiation mechanisms is caused by large historic earthquakes, and others are suspected to have had the same cause. The most common types of mass movements

* Universidad de Los Andes, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Vía Los Chorros de Milla, Mérida, Venezuela. E-mail: ferrer@ula.ve

that form landslide dams are rock and soil slumps (40%) and a complex combination of debris flows/torrents and rock avalanches (24%). There may be many more examples than have so far been recognised here and further research are needed to assess the hazards related with mass movements – dammed lakes and its failures.

Key words: Landslides; Avalanches; Floods; Earthquakes; Historical records; Impounded lakes; venezuelan Andes.

Introducción

Movimientos de masa inducidos por sismicidad y sus efectos colaterales de relleno parcial de estrechos valles han generado represamientos y rupturas como procesos ampliamente extendidos en regiones montañosas. En Venezuela existen suficientes ejemplos de la presencia de lagunas de obturación, de presas naturales colapsadas y evidencias de grandes olas de descarga, no obstante ningún esfuerzo serio se ha intentado hasta los momentos para evaluar los efectos y definir los mecanismos implicados en este fenómeno natural. En este sentido este trabajo puede ser considerado el esfuerzo inicial de un estudio que requiere mucha más investigación, de forma de no dejar fuera a nuestro país del Inventario Mundial que sobre este tipo de eventos está actualmente adelantando el U.S. Geological Survey (Perrin & Hancox, 1991).

Inicialmente el interés por este trabajo surgió a raíz de la evaluación del **Alud Sísmico de La Playa** y del subsiguiente represamiento/ruptura del río Mocotíes, a raíz del **Terremoto de Bailadores (1610)**(Ferrer y Laffaille, 1998). El objetivo principal de este estudio es documentar, mediante la con-

sulta de catálogos e inventarios así como de datos obtenidos en levantamientos geológicos y geomorfológicos, casos de represamientos y rupturas de embalses naturales, precisando, con las limitaciones del caso, su naturaleza y alcances. Se hace especial hincapié en el estado Mérida por formar esta entidad el centro piloto de este ensayo.

Distribución de los represamientos y rupturas de embalses naturales en Venezuela y, particularmente en Los Andes venezolanos

De 35 ejemplos evaluados, el 63% (22) ha tenido un origen sísmico (14 probados; 8 probables); de los 13 restantes, 8 por tormentas (lluvias concentradas), 3 por causas desconocidas y 2 debidos a obstrucción artificial y efectos de la tubificación. La Figura 1 y el Cuadro 1 muestran la localización general de este fenómeno en el país, resaltando su estrecha relación con las zonas de fallas más importantes, de allí su utilidad como indicadores de la paleosismicidad. La fuente de consulta más útil en la recolección de información fue el **Inventario Nacional de Riesgos Geológicos**, (Singer et al,

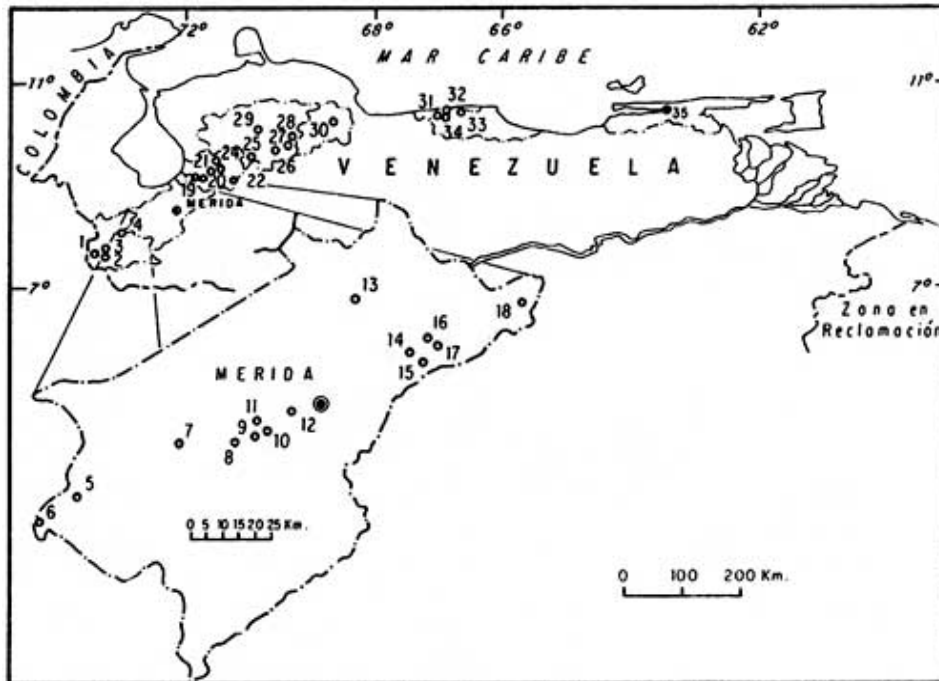


Figura 1. Lagunas de obturación en Venezuela. Los ejemplos numerados se discuten en el texto.

1983), el catálogo mejor documentado sobre el fenómeno, así como la recopilación de información sísmica debido a Grases (1980). (Figura 1; Cuadro 1).

Región Central

Para el caso específico del D.F. y estado Miranda, Singer et al (1983) reportaron 3 casos de represamiento y ruptura en el río Guaire, y un cuarto en una quebrada como consecuencia de la obstrucción artificial de su cauce. Notables son las lagunas de obturación ubicadas al Este (desde Bello Monte hasta El Conde) y al Oeste (El Pinar-El Paraíso) del área

Metropolitana, de edades Pleistoceno superior-Holoceno inferior. Del primer caso se mencionan “El Lago de Mari-pérez” e “Isla de La Hacienda Ibarra” (Plaza Venezuela); por la magnitud alcanzada por este embalse, ya Singer había postulado con anterioridad la posibilidad de un “alud sísmico”, cuya fuente debe ser necesariamente ubicada al norte de la Ciudad, flancos de la serra-nía de El Avila. Los mismos autores reportan un represamiento y posterior rup-tura del río Guaire en Petare, con un fechamiento entre 1.100 - 1.500 d.c.(33)”. Un ejemplo algo impreciso se ubica en Cariaco (estado Sucre) en 1705, posible-mente un torrente de detritos[35].

Cuadro 1. Represamiento y rupturas de embalse por causas naturales (casos reportados y potenciales).

N°	NOMBRE.	LOCALIDAD	FECHA	ORIGEN	OBSERVACIONES	FUENTE
1	Rubio (5 Km al NE). Táchira	Quebrada Caño Grande; Puente de Oro	? (Holoceno)	Sp.	Enorme deslizamiento rotacional represó la quebrada Caño Grande en el sitio de Puente de Oro; se generó un lago y posiblemente una ola de descarga.	Ferrer (1998). Este Trabajo.
2	Sur de San Cristóbal. Táchira	Sabaneta (Barro El Hoyo).	1981	T/Po	Desvío del río Torbes, sin ola de descarga.	Singer et al (1983)
3	San Cristóbal. Táchira	San Cristóbal.	1961	S	Altas probabilidades de represamiento en el futuro. Inundaciones (?); sin precisión de sitios. Sismo 190 km norte de Bucaramanga ($M = 6,0-6,5; I = VII$)	Grases (1980)
4	La Grita (Táchira)	Cabeccera del río La Grita.	1610	S	Posibles represamientos e inundación de La Grita (jolas de descarga!); sismo de Bailadores: $M_L = 7,2; I (MKS) = XI$; Prof. Foco = 10 Km; Sup. Rup. 9-11 km; epicentro = 3 km SO Bailadores. (Datos: Ferrer y Lafaille, 1998).	Simón (1987); Singer y Lugo (1982); Singer (1998); Audernaud (1998); Ferrer y Lafaille (1998).
5	La Playa (Mérida)	La Playa-quebrada Las Delicias.	1610	S	Caso clásico de represamiento, ruptura y generación de ola de descarga; dato histórico reportado por Simón (1987); volumen del deslizamiento = $14 \times 10^6 \text{ m}^3$; volumen lago = $29 - 38,7 \times 10^6 \text{ m}^3$. Distancia aproximada crecida = 7 km. (Datos: Ferrer y Lafaille, 1998)	Simón (1987); Singer y Lugo (1982); Singer (1998); Ferrer y Lafaille (1998).
6	Paramo La Negra: Límites Táchira-Mérida	Pico La Negra	1932	S	Formación de laguna de obturación relacionada con el sismo del 14/03/1932. Epicentro = $N8,25; 71,75$; Profundidad = Superficial; $M = 6,75; I = III$. Area afectada por deslizamiento rotacionales profundos.	Singer et al (1983); Giraldo et al (1981); Giegengack et al (1976).
7	Chiguará - Estánques. Mérida.	Sector río Chama-quebrada Santo Domingo	?	S/Po	Condiciones dadas para la ocurrencia de un represamiento debido a características tectónicas locales y presencia de una activa y voluminosa masa deslizada (deslizamiento de Chiguará).	Ferrer (1991). Este trabajo
8	Lagunillas de Urao (Mérida). 4 km SO de esta población.	Sector Chorote, margen derecho del río Chama	Holoceno	S	Deslizamiento de masa rocosa, probablemente inducida por sismicidad; la falta de evidencias de sedimentos lacustres puede ser indicativo de lo "efímero" del represamiento	Ferrer (1993) Este Trabajo.
9	La González. Mérida.	Caserío La González, SE de San Juan. 20 km al SO de Mérida.	Holoceno	S	Deslizamiento rotacional con volumen estimado de: $20 \times 10^6 \text{ m}^3$. Evidencias de relleno de la sección del río Chama; la aparente ausencia de sedimentos lacustres puede indicar lo efímero del represamiento.	Ferrer (1991 a). Este Trabajo.

10	La González, Mérida.	La Vega de La González; 8,5 Km al SO de Ejido.	Holoceno (reactivación parcial en 1988)	T	Evidencias de represamiento inducido por un sistema activo de flujos de detritos.	Ferrer y Pérez (1999) Ferrer (1991b).
11	5km al NE de San Juan de Lagunillas (Mérida)	Cerca Hacienda El Estanquillo; Margen derecho de la quebrada La Sucia.	Holoceno	T	Evidencias de campo indican la presencia de un gran flujo - deslizamiento que represó parcialmente el cauce de la quebrada La Sucia.	Este Trabajo.
12	Ejido (Mérida)	Qda. Montalban	1947 (¿siglo XX?)	T	Flujo de descarga debido, probablemente a la obturación de la quebrada por movimiento de masa (varios muertos).	Singer et al (1983).
13	Piedromonte Norte (Andino - Lacustre). Mérida)	Río San Pedro; Santa Apolonia.	1987	T	Lluvia con intensidades = 180 mm/hora, represaron la sección superior de la cuenca y generaron un flujo de descarga.	MARNR (1987), Lobo y Portillo (1990).
14	Noreste de Mucuchies (Mérida)	Quebrada La Toma	Epoca histórica	T	Evidencia de represamiento, obturación del cauce y generación de ola de descarga, cubrimiento de la sección apical del abanico.	Este Trabajo.
15	Sur de San Rafael de Mucuchies (Mérida)	Quebrada Say-Say	Holoceno	Sp	Represamientos múltiples, dos eventos de ruptura y sucesivos flujos de descarga. Sedimentos lacustres más antiguos tienen una edad aproximadamente de 8.000 años (M. Bezada, Com. Pers. 1998).	Este Trabajo.
16	Norte de Apartaderos (Mérida)	Sector Barro Negro, cerca Quebrada Mifafi	Holoceno	Sp	Colapso de una gran sección 'Tijil' morrénico represó una pequeña sección del río Chama; claras evidencias de la presencia de un paleolago.	Este Trabajo.
17	Sur de Apartaderos (Mérida)	El Pedregal	Holoceno	Sp	Laguna de origen glaciar posiblemente rota por movimiento de la traza sur, de la zona de fallas de Boconó. Generación de ola de descarga se manifiesta en el abanico de El Pedregal.	Schubert y Rinaldi (1987). Este Trabajo.
18	NE de Las Piedras. (Mérida)	Margen izquierdo del río Aracay, sitio Buena Vista (La Cuchilla).	1932	O	No obstante que el deslizamiento de Buena Vista no llegó a obturar el cauce del río Aracay, el acelerado retroceso del flanco izquierdo constituye una amenaza potencial.	Ferrer (1992) Este Trabajo
19	Trujillo	¿Río Pocó?	1644(?)	S	Deslizamientos situados en la cuenca del río Pocó dieron origen a numerosos represamientos y flujos de descarga con grandes pérdidas.	Singer et al (1983).

continuación Cuadro 1

31	Caracas, D.F.	Entre la urbanización Maripérez y hacienda Ibarra (actual sede de la Universidad Central de Venezuela); abarcando desde La Plaza Venezuela hasta el centro de Caracas (El Conde).	Pleistoceno Superior-Holoceno Inferior. Se mencionan algunas tradiciones antiguas sobre su origen.	Sp	rio Yurubi se llevara por delante el deslizamiento que le obstruyera" (Altez, 1998; p. 298). Ello indicaría que si el sismo ocurrió el 26 de marzo, la duración del represamiento ocupó 4-5 días. "En la noche del 29 al 30 de marzo cayó un copiosísimo aguacero, ...al amanecer... las aguas de este río (El Yurubi), paralizadas en su corriente por el terremoto, rebasaron y rompieron los diques que las contenían". Genaro Zumeta (bajo el seudónimo Atemuz Oraneg): 1812, <i>Tristes Remembranzas, Recortes</i> , Seminario Popular, San Felipe, 26-mar-1812; pp. 2-3.	Altez (1998) Citado por Altez (1998; p.320).
32	Caracas, D.F.	Urbanizaciones El Pinar y El Paraíso.	Pleistoceno Superior-Holoceno inferior	Sp	Conocido represamiento denominado "Lago de Maripérez" e "Isla de la Hacienda Ibarra"; se señala la presencia de un "lago de represamiento con su respectivo flujo de descarga" (Singer et al, 1983; p. 32); es probable que el sitio de ruptura se ubicase sobre el río Guaire en el sitio de la urb. Bello Monte.	Singer et al (1983).
33	Caracas: Petare (D.F.; estado Miranda).	Río Guaire en Petare	1.100-1.500 DC.	Sp	Presencia de un lago de represamiento y su respectivo flujo de descarga; ruptura en el sitio de Puente de Hierro.	Singer et al (1983; pag. 32).
34	Caracas-Urb. Trinidad (D.F. Miranda).	Urbanizaciones La Trinidad-quebrada Guairita.	1976	O	Represamiento del río Guaire y su respectivo flujo de descarga; muy probablemente el origen del fenómeno haya tenido relación con la sismicidad (p.81).	Singer et al (1983).
35	Cariaco - Estado Sucre.	Río Cariacuar, Cariaco. (?).	1705	T	Obstrucción artificial de la quebrada; víctimas.	Singer et al (1983; p. 95)
					Torrente de detritos originados por tormenta. Muchas víctimas.	Singer et al (1983; p. 103).

20	SE del poblado de Arapuey (Trujillo).	Cuenca superior del río POCO.	1674	S	Sismo de I = VII - VIII (MKS) dio origen a extensos y destructivos represamientos, flujos de descarga e inundaciones generalizadas en el "Valle del río Pocó". Este desastre provocó la ruina de las áreas más ricas del Trujillo colonial.	Singer et al (1983); Palme (1993; 1997).
21	Trujillo (Trujillo). Valera	Río Jiménez	1866	S	Represamiento y flujo de descarga del río Jiménez.	Singer et al (1983).
22	Boconó (Trujillo).	Río Boconó	1881	S	Represamiento y flujo de descarga posiblemente en el río Boconó.	Singer et al (1983).
23	Trujillo-Valera (Trujillo)	Río Jiménez.	1886	S	Represamiento del río Jiménez inducido por sismicidad y posterior ruptura con el consecuente flujo de descarga.	Singer et al (1983).
24	Motatán-Trujillo.	Qda. El Baño; Barrio Pueblo Nuevo y San Nicolás.	1975	T	Probable flujo de descarga como consecuencia de la obturación de la quebrada El Baño.	Singer et al (1983).
25	Humocaro Alto (Lara).	Cementerio	1942	Sp	"Represamiento (del) río Tocuyo por un dique de 100 m x 5 m".	Singer et al (1983. P. 69)
26	Sanare (Lara)	Volcán de Humo La Baba.	1835	I?		Singer et al (1983).
27	San Miguel, SO de Barquisimeto (Lara)	Volcancito	1909	I?	"Lago de represamiento (río Turbio) durante varios meses".	Singer et al (1983; p. 69).
28	Barquisimeto (Lara).	Buena Vista (Had. La Gracia.	1933	I?		Singer et al (1983).
29	San Pablo (Lara).		1975	S	Sismo de San Pablo; M=5,5 - 5,6; profundidad = 33 - 36km. "...inusitada crecida de la quebrada Atarigua y de los Yabos". Inundación de sectores rurales (¿cerca de Curarigua?).	Grases (1980; p. 284).
30	San Felipe (Yaracuy).	Río Yurubi; San Felipe El Fuerte	1812	S	Un gran deslizamiento represa el río Yurubi, su posterior colapso genera una ola de descarga que arrasa con la ciudad de San Felipe El Fuerte. La destrucción de este centro urbano llevó a algunos investigadores a ubicar uno de los epicentros de este terremoto en las cercanías de sitio indicado (Fiedler, 1961). "San Felipe 'El Fuerte' fue arrasado por un 'alud torrencial', una vez que el 30 de marzo el	Grases (1980) Singer et al (1983).

Andes venezolanos

El 86% de los casos recopilados o aportados en el presente trabajo corresponden con esta extensa región. Hacia el extremo occidental, estado Táchira, de los cuatros casos reportados, el más conocido corresponde con el **Sismo de Bailadores** (1610), que además del impacto generado en La Playa [5], el cual será referenciado más adelante, produjo un efecto particularmente grave al represar las aguas del río La Grita, en sus cabeceras [4], tal y como se desprende de las crónicas históricas (Simón, 1987). Grases (1980) registra inundaciones como consecuencia del sismo de 1961 al norte de Bucaramanga, sin precisar mayores detalles [3]; con las tormentas ocurridas en 1981, un año extremadamente lluvioso, un flujo de detritos en el sitio de Sabaneta desvió y represó esporádicamente el río Torbes [2] (Singer et al, 1983). Recientemente Ferrer (1998), en el transcurso de un levantamiento de campo, reportó lo que parece un importante represamiento, con evidencias de una laguna de obturación y posible flujo de descarga, como consecuencia de un gran deslizamiento rotacional (volumen estimado: $225 - 255 \times 10^6 \text{ m}^3$), en el sitio conocido como Puente de Oro, sección media - inferior de la quebrada Caño Grande.[1].

Los casos mejor documentados, hasta los momentos, corresponden con la región central del estado Mérida, específicamente el 'corredor' formado

por la **Zona de Fallas de Boconó**. El acontecimiento que puede ser considerado 'clásico' en Venezuela corresponde con el **Alud Sísmico de La Playa** (1610), ejemplo histórico que fue posteriormente verificado por evidencias de campo (Simón 1987; Singer y Lugo, 1982; Singer, 1998; Audemard, 1998; Ferrer y Laffaille, 1998).[5]. Es ésta la mejor muestra, prácticamente pedagógica, de obturación, represamiento, ruptura y generación de ola de descarga; Ferrer y Laffaille (1998) estimaron que como consecuencia de un sismo de Magnitud 7,2 (M_L) y una superficie de ruptura de 9 - 11 km, se produjo un alud al noroeste de La Playa, quebrada Las Delicias, que desplazó un volumen entre $14 \text{ y } 21 \times 10^6 \text{ m}^3$, generando un embalse de 193,75 has y un volumen de $29 - 38,7 \times 10^6 \text{ m}^3$, el cual cinco meses después colapsó y generó una ola de descarga que se explayó unos 7 km aguas abajo. Lagunas de obturación cuyas causas están relacionadas bien con actividad sísmica, bien debido a tormentas, han sido reportadas en el Pico La Negra [6] (Giengengack et al, 1976; Giraldo et al, 1981; Singer et al, 1983); en La Vega de La González [10] (Ferrer, 1991b; Ferrer y Pérez, 1999), en Ejido [12] (Singer et al, 1983), en el río San Pedro [13] (MARNR, 1987; Lobo y Portillo, 1990) y en la cuenca del río Aracay [18] (Ferrer, 1992).

Especial consideración se le deben dar a las evidencias de represamientos detectados en los siguientes casos:

Chiguará-Estánques [7], donde una extensa y compleja zona de deslizamientos asociada a un bloque tectónico, sísmicamente activo, amenaza una sección muy estrecha del río Chama (Ferrer, 1991a; Ferrer et al, 1992). El deslizamiento del Cerro Chorote [8], descrito inicialmente por Ferrer (1993), muy probablemente generó un represamiento de corta duración, al igual que el deslizamiento La González [9], (Ferrer, 1991^a). En el transcurso de las investigaciones que durante estos últimos años se han venido desarrollando a lo largo de la **Zona de fallas de Boconó** correspondiente al estado Mérida, se han detectado deslizamientos rotacionales (individuales y múltiples) y flujos deslizamientos que a su vez han generado lagunas de obturación y flujos de descarga al colapsar los diques naturales; este es el caso del sector El Estanquillo [11], quebrada La Toma [14], quebrada Say-Say (Michurua) [15], Barro Negro [16] y El Pedregal [17]. Se debe llamar la atención, por su alta vulnerabilidad, para su consideración, los sitios potencialmente peligrosos El Arenal (urb. Don Perucho) y San Jacinto en las cercanías de la ciudad de Mérida.

Para las tres restantes entidades, Trujillo, Lara y Yaracuy (**Figura 1**), los datos publicados (Singer et al, 1983; Palme, 1997; Altez, 1998) tienden a subrayar el peso del factor sísmico, es el caso de la cuenca superior del río Pocó [19][20] con los sismos de 1644 (?) y 1674; el río Jiménez [21][23], con los sismos de 1866 y 1886, y el río Boconó

[22] con el Terremoto de 1881. En el estado Lara destacan Humocar Alto [25] y más recientemente San Pablo [29] en 1975. Hay tres represamientos de origen incierto [26], [27] y [28]. Sin duda el ejemplo más espectacular corresponde al **Terremoto de 1812** sobre San Felipe El Fuerte [30]; ciudad ésta que fue arrasada por una ola de descarga proveniente del represamiento del río Yurubí.

El caso de la quebrada Say-Say (Michurua)[15] es muy interesante porque las evidencias señalan dos represamientos y sus respectivas rupturas, donde muy probablemente las olas de descarga debieron haber generado mucho daño en el actual sitio ocupado por San Rafael de Mucuchíes. La primera laguna de obturación debió haber alcanzado un volumen considerable, tal y como puede ser deducido a partir de la observación de espesores de 8 - 12 m de sedimentos lacustres y la construcción de un delta progradante. Según Comunicación Personal de M. Bezada, las edades radiocarbónicas en estos sedimentos señalan una edad no menor a 8.000 años B.P. En el caso de Barro Negro [16], muy cerca del anterior, es muy posible que el "till" estuviese parcialmente saturado; la gran extensión de los deslizamientos (rotacionales) y los volúmenes de material involucrado sugieren un indudable origen sísmico.

A pesar de lo poco preciso de la información obtenida a partir de la consulta de los catálogos y de una evaluación preliminar de los testimonios obte-

nidos en campo, la gran mayoría de los **deslizamientos** que han inducido represamientos, entran en la categoría de **rotacionales** (40%), en un segundo lugar resultan de una combinación compleja entre flujos/torrentes de detritos y aludes sísmicos (24%), desarrollados en materiales altamente tectonizados, meteorizados, sedimentos sueltos y macizos rocosos con numerosos planos de debilidad / discontinuidad (rocas estratificadas, diaclasas maestras, etc...). Dos son los principales mecanismos detonantes: la sismicidad con un total del 63% de los casos aquí reseñados e intensas precipitaciones con un lejano 20% (**Cuadro 1**); estos resultados coinciden con observaciones realizadas en otras regiones del mundo (Schuster y Costa, 1986; Costa y Schuster, 1988; Perrin y Hancox, 1991). De los sitios observados, las lagunas de obturación corresponden al Tipo II de Costa y Schuster (1988;p. 1057) (“...estos represamientos alcanzan grandes volúmenes y ocupan el cauce completo, en algunos casos depositan material a altas cotas en las laderas opuestas”). Los sedimentos que constituyen estas presas naturales forman una mezcla altamente heterométrica, pobremente seleccionada y carentes de compactación, en los casos mejor documentados colapsan por efecto de la tubificación / erosión en túnel y socavación retrogresiva, su longevidad es corta, varía de días a meses (para detalles analizar el colapso del lago de obturación de La Playa en el año 1610: Ferrer y Laffaille, 1998).

Conclusiones

Lagos / Lagunas de obturación parece que son bastantes comunes en las regiones montañosas de Venezuela, especialmente en Los Andes venezolanos, donde se han podido identificar un total de 30 ejemplos, incluidos 9 casos descritos en este trabajo y correspondientes al estado Mérida. Esta última afirmación confirma que a medida que se avance en las exploraciones y nuevas tecnologías de detección sean agregadas, eventos asociados con movimientos de masa que han inducidos y son propensos a inducir represamientos y posterior rupturas (ola de descarga) se irán agregando al listado.

El factor sísmico se considera la principal causa para la ocurrencia de este fenómeno con un 63% del total analizado, le sigue en orden de importancia las tormentas con precipitaciones intensas (20%). Una gran parte de los movimientos de masa inducidos por terremotos, pueden ser clasificados como deslizamientos rotacionales y aludes sísmicos; cuyos materiales en reposo pueden ser diferenciados de aquellos depositados por lluvias, los cuales lucen mucho más fluidos y se explayan con más facilidad, es el caso de los flujos de detritos ubicados en La Vega de La González [10]. Esta observación confirma lo expresado por Perrin y Hancox (1991) en su trabajo sobre Nueva Zelanda. Del análisis, ahora presentado, resalta, por su rica y detallada información, el represamiento del río Mocotíes en el si-

tio de La Playa debido al **Sismo de 1610** [5], y, por su dramatismo, la desaparición de San Felipe El Fuerte [30] por efecto de una ola de descarga proveniente del río Yurubí, a raíz del **Terremoto de 1812**. Otros casos interesantes y que ameritan una minuciosa investigación, son los lagos de obturación reportados por Singer et al (1983) en el valle de Caracas.

Finalmente, es oportuno puntualizar que los mayores “picos” de crecida registrados en la historia del planeta están directamente relacionados con el colapso de presas naturales (ver por ejemplo: Baker, 1973). No obstante que la mayoría de los ejemplos aquí ilustrados no presentan gran riesgo para los pobladores asentados en sus cercanías, se discuten algunos casos donde es recomendable tomar medidas preventivas y proceder a una evaluación lo más detallada posible de las condiciones geomorfológicas y geotécnicas de esos sitios.

Agradecimientos

Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en el **VI Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica** llevado a cabo en Mérida, Venezuela, los días 12-15 de Mayo de 1999. Deseo agradecer los comentarios críticos de Jaime Laffaille, Martín Rengifo, Ludolfo Martínez, Rosa Ramírez y Marbella Dugarte, lo que sin duda mejoró los alcances de este estudio. La figura que acompaña el trabajo se debe a Luis Dugarte. Un testimonio muy especial a la **Fundación para la Asesoría y Prevención del Riesgo Sísmico**

(**FUNDAPRIS**) del Estado Mérida por el financiamiento de este proyecto.

Referencias citadas

- ALTEZ, R. 1998. Cronometrización extemporánea: Los sismos de 1812 en Caracas y Mérida. *Rev. Geog. Venez.*, 39: 297 – 326.
- AUDEMARD, F.A. 1998. Contribuciones de la paleosismología a la sismicidad histórica: Los terremotos de 1610 y 1894 en los Andes venezolanos meridionales. *Rev. Geog. Venez.* 39: 87-105.
- Baker, V.R. 1973. Paleohydrology and sedimentology of Lake Missoula flooding in eastern Washington. *Spec. Paper – Geol.Soc.Am.*, 144: 1-79.
- COSTA, J. E. y SCHUSTER, R.L. 1988. The formation and failure of natural dams. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 100: 1054-1068.
- FERRER, C. 1991a. Posibles relaciones entre movimientos de masa y fallamiento activo en un segmento de la falla de Boconó. *Rev. Geog. Venez.*, 32:49-88.
- _____. 1991b. Geomorfología de una secuencia de flujos de detritos en los Andes venezolanos *XLI Convención Anual ASOVAC*: Maracaibo, Venezuela (24-29 noviembre). Resumen.
- _____. 1992. El deslizamiento de Buena Vista: Un gran movimiento de masa asociado con fallamiento activo en los Andes venezolanos. *Rev.Geog. Venez.*, 33: 95-156.
- _____. 1993. Cerro Chorote: Ejemplo de un bloque deslizado en una falla activa de los Andes venezolanos. *IV Encuentro de Geógrafos de América Latina*, Tomo 1: 441-453. Mérida, Venezuela (27-4, marzo-abril).

- _____. 1998. *Evaluación de las condiciones generales de sitio: Puente de Oro; troncal 09, vía El Mirador-Rubio, estado Táchira*. Programa caf-mtc; 16 p. Informe técnico; Inédito.
- FERRER, C., GIRALDO, C. y SCHUBERT, C. 1992. Guía de la Excursión a lo largo de la Falla de Boconó. *Segundo Simposio de Fallas Activas y Deformaciones Cuaternarias en la Cordillera de los Andes*: 45 p. Mérida, Venezuela (20-24, enero).
- FERRER, C. y LAFFAILLE, J. 1998. El alud sísmico de La Playa: Causas y efectos. El Terremoto de Bailadores (1610), Andes venezolanos. *Rev. Geog. Venez.* 39: 23-86.
- FERRER, C. y PÉREZ, R. 1999. Geomorfología de una secuencia de flujos de detritos. I: Aspectos mecánicos. Trabajo Manuscrito. Inédito.
- FIELDLER, G. 1961. Areas Afectadas por terremotos en Venezuela. *3er Congreso Geol. Ven.*, Tomo IV; 1791-1810; Caracas, Venezuela. (22-29 Noviembre, 1959).
- GIENGENGACK, R., GRAUCH, R. y SHAGAM, R. 1976. Geometry of Late-Cenozoic displacement along the Boconó fault, Venezuelan Andes. *2do Congreso Lat. de Geología*, Mem. Tomo II: 1201-1225; Caracas, Venezuela (11-16 noviembre, 1973).
- GIRALDO, C., ROJAS, C. y SAURET, B. 1981. Evidencias de deformaciones gravitacionales profundas en la región de Bailadores - La Grita (Páramos La Negra y El Rosario, edos. Mérida y Táchira, Andes venezolanos). *XXXI Convención Anual de la ASOVAC*. Maracaibo, Venezuela. Resumen.
- GRASES, J. 1980. *Investigaciones sobre sismos destructores que han afectado el centro y el occidente de Venezuela*. Inst. Tec. Ven. del Petróleo (INTEVEP), Caracas: 450 p. (dos volúmenes). Inédito.
- LOBO, V. y PORTILLO, M. 1990. Utilización de metodologías para la determinación de prioridades: Caso cuenca del río San Pedro. *II Cong. Ven. de Geografía*; 403-417. Mérida, Venezuela (19-23 marzo, 1990).
- MARNR. 1987. *Informe de la creciente en el río San Pedro en la cuenca alta*. Zona Sur del Lago de Maracaibo del 13/06/87. Div. Tec., Dep. Infraestructura, Planificación y Ordenación del Territorio. Mérida, zona 16:39 p. Informe Inédito.
- PALME, C. 1993. *Los terremotos de los años 1674, 1775 y 1886 en Trujillo*. Trujillo, Dept. Física y Matemática, Núcleo Univers. "Rafael Rangel", Universidad de los Andes: 68 p.
- _____. 1997. Sismos históricos en el estado Trujillo. 1^{eras}. *Jornadas de Sismicidad Histórica en Venezuela*: p. 29. Trujillo, Venezuela (15-16 mayo, 1997). Resumen.
- PERRIN, N.D. y HANCOX, G.T. 1991. Landslide - dammed lakes in New Zealand - Preliminary studies on their distribution, causes and effects. En: J. Bell (Editor), *Landslide*: 1457-1466. Balkema, Rotterdam.
- SCHUBERT, C y RINALDI, M. 1987. Nuevos datos sobre la cronología del Estadio Tardío de la Glaciación Mérida, Andes venezolanos. *Acta Científica Venez.* 38:135-136.
- SCHUSTER, R.L. y COSTA, J.E. 1986. A perspective on landslide dams. *Geotechnical Sp. Pub. 3*, American Society of Civil Engineers: 1-20.
- SIMÓN, Fray Pedro. 1987. *Noticias históricas de Venezuela*. Academia Nacional de la Historia. Caracas. Vols. 66-67; tomo II: p. 269-273.

- SINGER, A. 1998. Evaluación retrospectiva de los efectos geológicos destructores del Terremoto de 1610 en los Andes venezolanos por medio de la confrontación de testimonios del siglo 17 y de observaciones de campo actuales. *Rev. Geog. Venez.*, 39: 289-296.
- SINGER, A., y LUGO, M. 1982. El alud sísmico del 03-02-1610 en el valle del Mocotíes (Andes venezolanos). Confrontación con los testimonios del siglo XVII y de las evidencias de campo actuales. *Acta Científica Venez.*, 33: p. 214. Resumen.
- SINGER, A., ROJAS, C. y LUGO, M. 1983. *Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. Estado Preliminar*. Caracas, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS): 128 p.