

EL ALUD TORRENCIAL DEL 06-09-1987 DEL RIO EL LIMON, AL NORTE DE MARACAY, ESTADO ARAGUA

(THE 06-09-1987 DEBRIS FLOW OF RIO LIMON, NORTH OF MARACAY, ARAGUA STATE)

AUDEMARD, F.A.; DE SANTIS, F.; MONTES, L.; LUGO, M. y SINGER, A.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)
 Departamento Ciencias de la Tierra, Apdo. Postal 1892, Caracas 1010-A.

RESUMEN:

Una precipitación del orden de 180 mm/m^2 y concentrada en menos de 6 horas en la parte alta de la cuenca del río El Limón, al norte de Maracay, fue acompañada por un alud torrencial de gran magnitud y consecuencias catastróficas que no parecen haber tenido equivalentes en la historia del país, por el monto de víctimas y pérdidas materiales ocasionados en esta cuenca en la tarde del día 06-09-1987.

La convergencia de varias "avalanchas" de tierra, peñas y troncos de árboles provocadas por denudaciones muy localizadas de laderas boscosas cubiertas de suelos residuales granulares, con pendiente elevada y marcado control estructural, originó este alud y explica el hinchamiento anómalo del flujo, tal como fue notorio en el fondo de las quebradas y en el cauce del río El Limón, así como la enorme capacidad de arrastre y de expansión del mismo en la planicie aluvial de este río.

Manifestaciones de sedimentación parecidas al "aluvión" del río El Limón del 06-09-1987, ocurrieron en el pasado histórico y se observan en el registro geológico de los depósitos cuaternarios en las cuencas vecinas a la de este río. Algunas de estas manifestaciones, de edad probablemente pre-colombina, parecen evidenciar un origen sísmico, tal como es el caso en particular, del alud fósil de la Quebrada Corral de Piedra, afluente del río El Limón, cuyo volumen se estima en 10 millones de metros cúbicos.

Introducción

La catástrofe ocurrida en la cuenca del río El Limón el 06-09-1987 (Fig. 1), cuyas consecuencias trágicas impactaron a la colectividad nacional, se incorpora al historial de los aludes registrados en diversas oportunidades en ambos

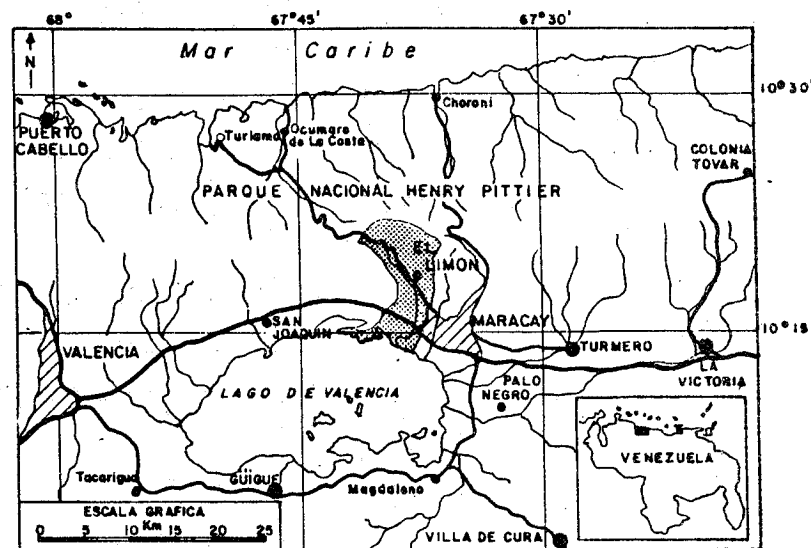


Fig. 1 Localización del área de estudio

flancos de la Serranía Litoral como consecuencia de eventos climáticos anómalos, caracterizados por intensas precipitaciones pluviales, o a raíz de movimientos sísmicos de gran magnitud como los de 1812 y 1900 (ROEHL, 1950; SINGER et al. 1983).

En la región centro-norte de Venezuela, el significado de estos fenómenos geológicos catastróficos, como agentes de cambio morfológico y como riesgo natural, ha sido destacado por GARNER (1959) y SINGER (1977a y b). A cotación, se evocan las modificaciones sufridas por la línea de costa y los daños muy severos ocasionados por aludes de origen torrencial o sísmico en el puerto de La Guaira en 1780, 1798, 1812, 1900 y 1951 y a las instalaciones de Puerto Cabello en 1780, 1792 y 1892. De la misma manera, aludes torrenciales generados en la vertiente sur de la Serranía Litoral provocaron daños de consideración y víctimas en las poblaciones ubicadas a todo lo largo del piedemonte cordillero, en particular en Las Trincheras, Guacara, Valencia, Maracay, Cagua, San Mateo y La Victoria. Por otra parte, existen evidencias de que el dinamismo sedimentario responsable de la edificación de los abanicos aluviales cuaternarios de edad más reciente y ubicados al pie de esta falda montañosa, se deben en gran parte a la actividad recurrente de aludes torrenciales y/o posiblemente sísmicos en época pre-colombina (SINGER, 1977b; PEETERS, 1981; ZINCK, 1986c).

Los estudios de riesgo geológico adelantados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) en la cuenca del río El Limón (AUDEMARD, y DE SANTIS, 1987; MONTES et al., en preparación) evidencian que, a pesar del saldo muy elevado de víctimas y desaparecidos ocasionados por el alud del río El Limón, este fenómeno es sin embargo de dimensión relativamente limitada en comparación de un alud de escombros rocosos ocurrido en esta misma cuenca en época pre-colombina y cuyo volumen, del orden de 10 millones de metros cúbicos, supera de 5 a 7 veces al volumen del alud de 1987.

Condiciones de ocurrencia y características dinámicas

La presencia de cicatrices alargadas muy espectaculares con aspecto de arañazos gigantes en la mitad superior de la falda de la cordillera, al Norte de Maracay (Fig. 1), y perfectamente visibles desde el borde sur del Lago de Valencia, a más de 35 km. de distancia, señala la existencia de áreas de denudación originadas por las lluvias torrenciales caídas sobre las partes altas de la cuenca del río El Limón en la tarde del 06-09-1987 con un total de 174 mm registrado en cuatro horas y medio y obtenido en la única subcuenca que no sufrió degradaciones de importancia en este evento (ELIZALDE et al. 1987; BORDÓN, 1987; HIDALGO, 1987). Estas cicatrices se observaron sobre rocas gneissicas, desprovistas de sus cubiertas delgadas de alteritas y suelos a nivel del contacto zona II/III-zona IV del perfil tipo de meteorización. Estos materiales sueltos fueron arrancados conjuntamente con la cubierta vegetal boscosa por movimientos de masa donde predominan por orden de importancia, las avalanchas de escombros ("debris avalanches"), los colapsos de escombros ("debris slide"), los flujos o "lavas" torrenciales de ladera ("debris flows"), y los golpes de cuchara ("bowl slides") (MONTES et al., en preparación). En el caso estudiado, la ocurrencia de estos procesos parece estar estrechamente relacionada con importantes condiciones de saturación local. El análisis detenido de las fotografías aéreas, tomadas antes y después de la tormenta del 06-09-1987 en la cuenca del río El Limón por la Dirección de Cartografía Nacional (MARNR), y controles de campo adicionales evidencian, además, el funcionamiento de flujos torrenciales bajo túneles de vegetación (Fig. 2), sin que estos hayan logrado abrir y arrastrar por completo la cubierta boscosa, a lo largo de su trayectoria.

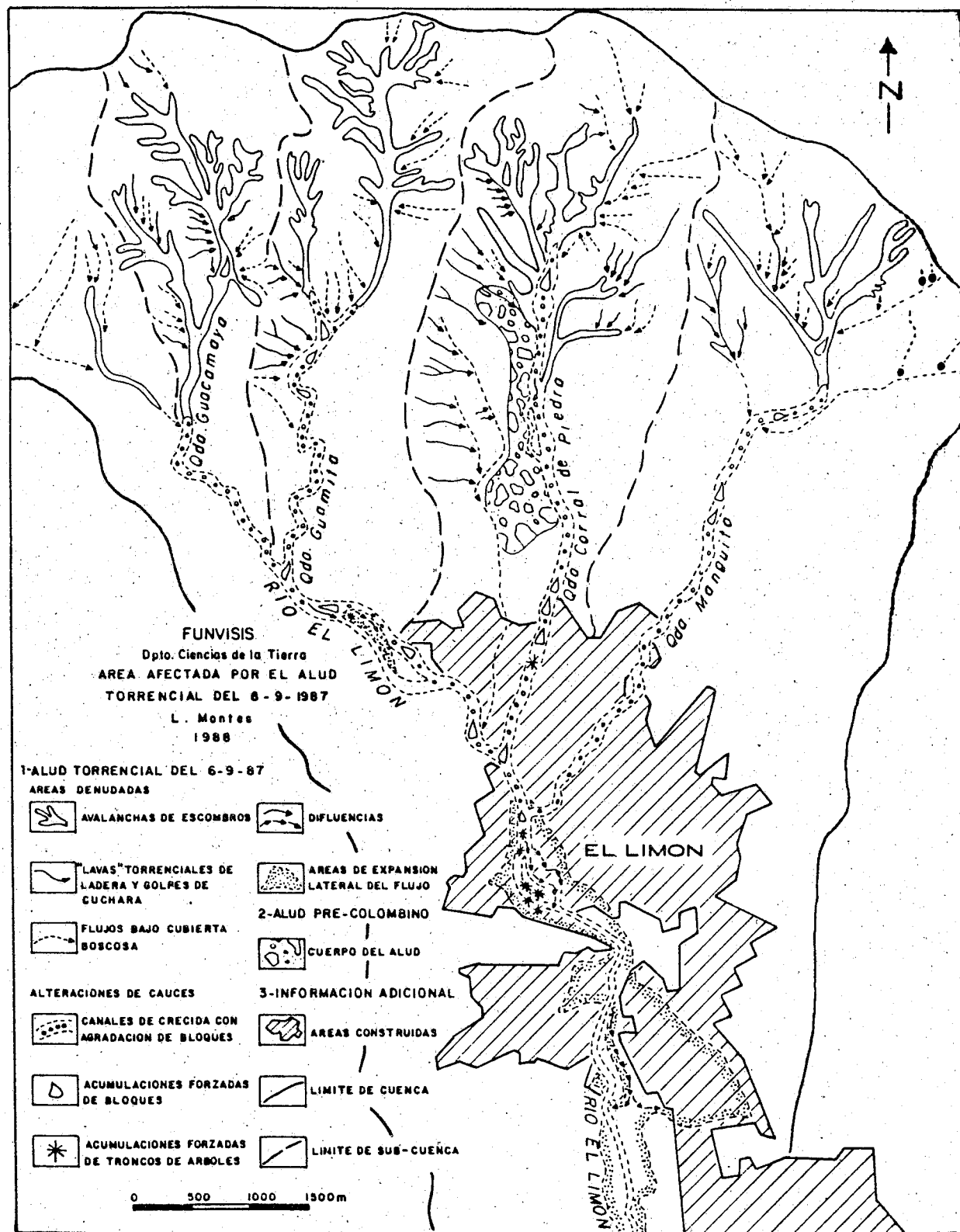


Fig. 2 Area afectada por el alud torrencial del 06-09-1987

Las áreas de denudación y de flujos torrenciales bajo bosque (Fig. 2), constituyen la parte esencial de las zonas-fuentes a partir de las cuales se generó el alud del río El Limón como resultado de la concentración en forma relam-pago de los aportes detríticos provenientes de estas áreas hacia el elemento principal de drenaje. La superficie abarcada por estas áreas es del orden de 10 kilómetros cuadrados y corresponde aproximadamente a un tercio de la hoya de captación del río El Limón. De una manera general, la ubicación de estas áreas degradadas coincide con el piso altitudinal ocupado normalmente en esta región, por la selva nublada entre 1000/1200 m y 1500/1600 m (HUBER, 1986). Investigaciones recientes (ZINCK, 1986 a,b,c) mostraron la extrema vulnerabilidad de los suelos desarrollados en este tipo de ambiente bioclimático, a los procesos de arrastre por movimientos de masa de tipo solifluidal como resultado de la fuerte propensión de éstos a entrar en estado líquido, debido a su alto contenido de arenas finas, muy finas, y de limos, de la existencia de horizontes de anisotropía ligados a discontinuidades mecánicas de origen edáfico en los perfiles, y a la ocurrencia de contenidos efectivos de humedad que exceden frecuentemente a los límites de Atterberg. Tal vulnerabilidad está atestiguada por medio de la detección de dos episodios recientes de erosión mecánica en los perfiles pedológicos levantados por ZINCK (1986c) en la sub-cuenca de Rancho Grande, entre 1500 y 1100 metros de altura.

La mayoría de las áreas de denudación y de flujos bajo bosque cartografiadas en las diversas subcuencas degradadas, se originan en una franja altitudinal crítica ubicada entre 1300 y 1400 metros, señalada por ZINCK (1986,c) como lugar de ocurrencia del segundo episodio de erosión mecánica al cual este autor asigna un posible origen sísmico, a diferencia del primero que es atribuido a un evento climático de empobrecimiento de la cubierta vegetal. Al respecto, es interesante observar que las cicatrices de denudación de 1987 afectan, en la subcuenca de Corral de Piedra, a superficies denudadas anteriores a este evento, todavía desprovistas de vegetación, y controladas por planos estructurales.

Las modificaciones notorias sufridas por los cauces de las quebradas de las diversas subcuencas del río El Limón y por el cauce principal bajo el impacto de los aludes de escombros que irrumpieron en la red de drenaje, se explican a la luz de las propiedades reológicas y morfodinámicas muy peculiares de estos flujos, cuya densidad elevada les confiere una enorme capacidad de arrastre y expansión y los asemeja mucho más a crecidas detríticas o "aluviones", que a flujos newtonianos de aguas claras, propios de las crecidas hidrológicas ordinarias (SAURET, 1987). A título de ejemplo, el flujo que recorrió la quebrada Guamita abandonó bloques de gneiss de 25 toneladas con dimensiones de 1,50 m. por 2,5 m y por 3 m (AUDEMARD y DE SANTIS, 1987).

Las propiedades señaladas antes explican el hinchamiento descomunal que caracteriza a los flujos torrenciales que se registraron en las diversas quebradas y en el cauce principal de la cuenca del río El Limón (Fig. 4). Huellas del hinchamiento ocurrido en la quebrada Guacamaya se observaron a 15 metros encima del lecho de la misma, aguas abajo de la carretera de la costa (AUDEMARD y DE SANTIS, 1987). En la quebrada Corral de Piedra, el hinchamiento fue de 3 a 6 metros a 600 metros aguas arriba del límite del Parque Nacional, donde se midió una sección de 97 m², correspondiente a un gasto de 2100 m³/s equivalente a la tercera parte del gasto medio del río Caroní (BORDON, 1987), comparación a nuestro juicio no válida.

El hinchamiento de los flujos torrenciales como resultado de los volúmenes importantes de materiales detríticos acarreados en los mismos, trae como repercusión una serie concatenada de procesos secundarios que tuvieron una gran

Flujos torrenciales destructores registrados en los Estados Aragua y Carabobo (Vertiente Sur de la Cordillera)

Fecha	Sitio	Cuenca	Daños materiales	Víctimas
1693	Cagua	Río Aragua	Poblado arrasado	
1804	Maracay	Río Limón ?	Inundaciones	
1808	Maracay	Río Limón ?	Inundaciones	
1890	Valencia	Río Cabriales	Inundación, SE de la ciudad	
1892-10-6 a 8	Cagua	Río Aragua	Inundación	
1902	Valencia	Río Cabriales	Destrucción Puente Morillo; inundación	
1912-10-12	Guacara	Río Guacara Qda. El Toco	Caseríos Vigirima y Yagua arrasados	
1914-01-14	El Limón (Dto. Federal)	Río Limón	Daños considerables	más de 20
1927 ?	San Joaquín	Qda. Ereigue		
1927-10-30	Las Trincheras	Río Agua Caliente	Varios puentes y vía férrea destruidos	muchas
1933	Cagua	Río Aragua	Destrucción de viviendas; inundación	
1943	Cagua	Río Aragua y Qda. de Pipe	Inundación	
1945	Ocumare de la Costa	Río Ocumare	Destrucción de tramos de la carretera	
1946-09-14	La Loma	Río Macanilla	Planta eléctrica de Pedregal dañada	
1951	Las Trincheras	Río Agua Caliente	Destrucción del ducto El Playón; daños graves en Taborda	
1956-09-20	Turmero	Río Turmero	Inundaciones	
1962-10-14	Turmero	Río Turmero	Inundaciones	
1963-08-22	Las Trincheras	Río Agua Caliente	Daños	
1974-08-14	Turmero	Río Turmero	Daños en Guayabita	1 víctima
1974	El Limón	Qda. Manguito	Inundación	
1975-09-20	El Limón	Qda. Manguito	Inundación Urb. La Candelaria	1 muerto, 300 damnificados
1976-08-24/25	Valencia	Río Cabriales	Colapso de viviendas	
1976-10-14	El Limón	Río Limón	Daños a viviendas	
1976-10-14	Maracay	Río Blanco	Inundación barrios del Sur	
1976-10-14	Turmero	Río Turmero	Inundaciones	
1976-10-14	San Mateo	Qda. de Pipe	Inundación Barrio Pipe	
1976-10-25	El Limón	Río Limón	Daños a viviendas	
1977-10-09	Las Trincheras	Río Agua Caliente	Interrupción carretera vieja	
1978-08-01	Cabeceras	Río Aragua	Arrastres	1 víctima, 1 desaparecido
1978-06-12	La Victoria	Río Aragua		3 víctimas, 1 desaparecido
1979-11-10	San Mateo	Qda. de Pipe	Daños en varios barrios	1 víctima

incidencia en los daños registrados en las áreas construidas de la población de El Limón. Estos procesos consisten principalmente en fenómenos de represamiento mutuo de los flujos en los sitios de confluencia en las quebradas Guamita, Guacamaya, Corral de Piedra y Manguito y en los sitios de interferencia de estas últimas con la trayectoria del flujo principal en el cauce del río El Limón. Acumulaciones forzadas de bloques y de troncos de árboles, acompañadas de fenómenos de descarga, difluencias y expansiones laterales del flujo, inducidos en gran parte por los mecanismos de represamiento señalados e indicados en la Fig. 2 afectaron a las áreas construidas y fueron responsables del monto importante de víctimas registradas en las mismas (Fig. 2).

Antecedentes históricos

La Tabla 1 reúne en forma somera la información histórica recopilada concerniente a la ocurrencia de aludes torrenciales en la cuenca del río El Limón y en cuencas cercanas ubicadas en los estados Aragua y Carabobo. Flujos con características dinámicas parecidas al "aluvión" del 06-09-1987, pero de magnitud inferior, fueron registrados en particular en 1974, 1975 y en 1976 y posiblemente en 1804 y 1808, en la cuenca del río El Limón. En las dos primeras oportunidades, estos flujos parecen haber sido inducidos por la actividad de la quebrada Manguito, a lo largo de la cual se formaron voluminosos represamientos de troncos de árboles y otros residuos sólidos acompañados de desbordamientos que afectaron a la Urbanización La Candelaria con saldo de 1 víctima y de 300 damnificados.

La información obtenida en otras cuencas de los estados Aragua, Carabobo y del Distrito Federal, tiende a indicar que aludes torrenciales de una magnitud vecina y probablemente superior a la del "aluvión" del 06-09-1987, podrían haber ocurrido en la Cordillera de la Costa en un pasado histórico no muy lejano, si se toma en consideración la importancia de los efectos destructores que éstos tuvieron y sus condiciones de ocurrencia. Tal parece haber sido el caso en la región de Valencia, con las crecidas registradas por el río Guacara en 1912 y el río Agua Caliente en 1927 y en 1951; en la región de La Victoria, en oportunidad de las crecidas de la quebrada de Pipe y del río Aragua responsables de las inundaciones crónicas sufridas por las poblaciones de Cagua y Santa Cruz entre 1933 y 1943, las cuales contribuyeron a motivar la construcción de los embalses reguladores de Suata y Taiguayguay, conforme a las recomendaciones de la Comisión Topográfica de la Hoya del Lago de Valencia creada en 1939; y en la vertiente litoral de la Cordillera de la Costa, con el flujo generado al Norte del Pico Codazzi por una precipitación de 1200 mm registrada en 6 horas el día 14-01-1914 en la Hacienda Puerto La Cruz en el Caserío El Limón (ROEHL, 1950).

Antecedentes pre-colombinos

Existen evidencias geológicas, en varias de las cuencas de la vertiente sur de la Serranía Litoral ubicada entre Valencia y Maracay, de que la dinámica sedimentaria del piedemonte aluvial cordillerano estuvo controlada en el Holoceno, y en el Cuaternario, de una manera general, por fenómenos de arrastre de gran eficiencia geomorfológica tales como "lavas" torrenciales y aludes de bloques rocosos. Dataciones radiocarbónicas efectuadas en horizontes húmicos intercalados dentro de estos depósitos piemontinos arrojaron edades correspondientes al Holoceno Superior en la cuenca del río Guacara, según datos inéditos comunicados por A. ZINCK (1988). Al norte de Maracay, remanentes casi intactos de flujos de escombros pertenecientes a un pasado geológico reciente, permanecen

en los valles de las quebradas Corral de Piedra y Manguito en El Limón, y en el valle del río Las Delicias en la vía hacia Choroni, cerca de El Castaño, donde pudimos observar en estratigrafía restos desgarrados de un paleosuelo orgánico negrozco de edad reciente sepultado bajo depósitos de "lavas" torrenciales. Huellas diagnósticas de estos mismos flujos están a la vista en la morfología levemente aborregada de los aluviones recientes, sobre los cuales se efectúa parte de la extensión actual de la ciudad de Maracay, en dirección de Las Delicias.

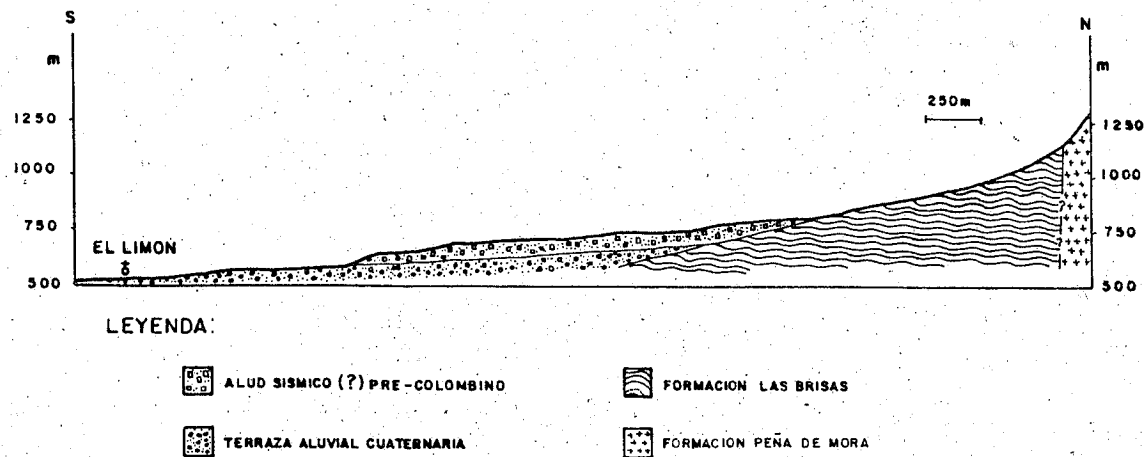


Fig. 3 Perfil longitudinal del alud de Corral de Piedra

Entre los depósitos piemontinos señalados y constituidos en su mayoría por "lavas" torrenciales, llama la atención la gran masa elongada de escombros rocosos de Corral de Piedra (Fig. 2) por el saliente pronunciado que ésta forma encima del fondo del valle y la cual alcanza unos 50 metros de desnivel (Fig. 3). Estos depósitos corresponden a un alud de bloques ("rock-slide") originado desde una zona de cicatriz todavía inestable, ubicada en la vertiente oriental de la Fila Guamita, y controlada por los patrones de foliación y de diaclasas de las rocas metamórficas que afloran en este sitio. Este flujo de alta densidad y de un volumen de unos 10 millones de metros cúbicos, quedó inmovilizado en el valle de Corral de Piedra y domina la población de El Limón a menos de 1 km de distancia de la misma. El origen de este flujo parece directamente relacionado con las condiciones estructurales de inestabilidad potencial existentes en la zona-fuente, y no parece que hayan sido suficientes, mecanismos de ocurrencia de tipo climático como los que originaron el alud del río El Limón en 1987, para poder movilizar la enorme masa de rocas que colapsó desde la Fila Guamita. La intervención de una actividad sísmica local y superficial, de magnitud no necesariamente muy elevada, luce más probable como causa directa del alud de bloques de Corral de Piedra. Tal hipótesis es avanzada también por ZINCK (1986 c) en la cuenca del río El Limón para la explicación de un importante episodio de movimientos de masa detectado por este autor en la vertiente que domina Rancho Grande entre 1300 y 1400 metros de altura, y que habría ocurrido posiblemente después de 4000 AC. La concentración de manifestaciones de morfogénesis sísmica en la cuenca del río El Limón encuentra elementos de apoyo en el reconocimiento por FUNVISIS (1988, en preparación) de la existencia de una posible fuente tectónica de actividad sísmica a lo largo de la vertiente oriental de la Fila La Cabrera, entre Rancho Grande y El Limón.

Conclusiones

La ocurrencia del alud torrencial del río El Limón el 06-09-1987, y de eventos con características dinámicas similares, registrados en un pasado histórico y geológico no muy lejano, destaca la existencia de un alto índice de riesgo de movimientos de masa en las vertientes boscosas que dominan a la población de El Limón. Tal como lo evidencian investigaciones recientes (HUBER, Editor, 1986), esta situación se debe a la marcada inestabilidad potencial de los suelos y formaciones superficiales de origen residual y a la fragilidad de los ecosistemas naturales desarrollados en las vertientes boscosas ubicadas en una faja altitudinal comprendida aproximadamente entre 1200 y 1600 metros de altura. En caso de lluvias torrenciales y/o de actividad sísmica de cierta importancia, la ocurrencia de saturaciones locales en los suelos residuales, y la influencia de las aceleraciones verticales y horizontales del terreno, son susceptibles de desencadenar flujos detríticos muy peligrosos, por la enorme capacidad de arrastre y de expansión que éstos pueden alcanzar a lo largo de su trayectoria. La actividad recurrente de estos fenómenos naturales en la cuenca del río El Limón y en otras cuencas de la vertiente sur de la cordillera entre Valencia y Maracay, plantea una muy alta probabilidad de siniestros para las poblaciones que se encuentran expuestas a la amenaza de estas manifestaciones de riesgo geológico.

En el marco de una planificación preventiva de las actividades de desarrollo económico y urbano, un mayor conocimiento y toma en cuenta de las áreas más propensas a la ocurrencia de estos fenómenos son necesarios, para evitar la repetición de futuras posibles tragedias como la del río El Limón, en las áreas piemontinas donde se efectúa parte de la expansión urbana de las principales poblaciones del borde norte del lago de Valencia.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones: a los miembros del Consejo Directivo de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), por haber autorizado la realización de las presentes investigaciones, al Geogr. Miguel Cano de los Ríos, Director de la Dirección del Cartografía Nacional (MARNR) por el apoyo logístico y económico recibido, al Sr. Fermín Hernández, Director de Defensa Civil del Estado Aragua, al Gral. de Div. (Ej.) Daboin y al Gral. de Brig. (Ej.) Manuel García Segura por las facilidades de trabajo brindadas en el campo en el momento de la catástrofe del Río El Limón; al Dr. Franco Urbani de la Escuela de Geología, Geofísica y Minas de la Universidad Central de Venezuela y al Dr. Alfred Zinck del International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC) de Enschede (Holanda) por su colaboración en el suministro de información. Agradecemos también a los colegas Geo. Carlos Beltrán y al Dr. Carlos Giraldo por la revisión crítica del texto del presente trabajo, así como a Yris Pane por la mecanografía del mismo, y a Marina Peña por el dibujo de las ilustraciones.

Bibliografía

- AUDEMARD, F. y DE SANTIS, F. (1987) Observaciones e interpretaciones sobre los flujos torrenciales ocurridos el 06-09-1987 en el sector El Limón y zonas vecinas; Informe interno, FUNVISIS, 18 pp. Caracas
- BORDON, C. (1987) El aluvión del 6 de septiembre en el Parque Nacional Henry Pittier y en El Limón; Informe inédito, 13 pp.

- ELIZALDE, G., ROSALES, A., y BASCONES, L. (1987) Aprender a convivir con la montaña: catástrofe en la cuenca del Río El Limón; Carta Ecológica LAGOVEN, Caracas, 39:1-4.
- GARNER, H.F. (1959) Stratigraphic-sedimentary significance of the contemporary climate and relief in four regions of the Andes mountains; Bull. Geol. Soc. Amer. 70:1327-1367.
- HIDALGO, R. (1987) Algunos aspectos físico-naturales y antrópicos relacionados con el evento erosivo del 6 de septiembre de 1987 ocurrido en la cuenca alta y media del Río Limón, Edo. Aragua; Serie Informes Técnicos DGSIIA/IT/227, MARNR, Caracas, 38 pp.
- HUBER, O. (1986) Las selvas nubladas de Rancho Grande: observaciones sobre su fisonomía, estructura y fenología; in HUBER, O. Editor: La Selva Nublada de Rancho Grande. Parque Nacional "Henri Pittier", Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, 1986.
- HUBER, O. Editor (1986) La Selva Nublada de Rancho Grande. Parque Nacional "Henri Pittier". El ambiente físico, Ecología vegetal y anatomía vegetal; Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, 288 pp.
- PEETERS, L. (1981) Geomorphology of the northern aggradation plains of the Lake Valencia Basin (Venezuela); Geo-Eco-Trop, 5(1):13-28.
- ROEHL, E. (1950) Los diluvios en las montañas de la Cordillera de la Costa; Bol. Acad. Cienc. Fis., Mat. y Nat. Caracas, 38.
- SAURET, B. (1987) Coulées boueuses. Laves torrentielles; Bull. Liais. Lab. Ponts et Chaussées, Paris, 150-151: 65-77.
- SINGER, A. (1977a) Acumulaciones torrenciales catastróficas, de posible origen sísmico, y movimientos neotectónicos de subsidencia en la parte oriental del Valle de Caracas; Primer Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Caracas, 1974; Geos. U.C.V., Caracas, 22:64-65.
- SINGER, A. (1977b) Tectónica reciente, morfogénesis sísmica y riesgo geológico en el graben de Caracas; Memoria Quinto Congreso Geológico Venezolano, Caracas, tomo IV: 1861-1902.
- SINGER, A., ROJAS, C. y LUGO, M. (1983) Inventario Nacional de Riesgos Geológicos, Mapa, Glosario y Comentarios; Serie Técnica FUNVISIS 03-83, Caracas, 126 pp.
- ZINCK, A. (1986a) Característica y fragilidad de los suelos en ambiente de selva nublada: el ejemplo de Rancho Grande, Cordillera de la Costa, Venezuela; in HUBER, O. Editor: La Selva Nublada de Rancho Grande, Parque Nacional "Henri Pittier" Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Caracas, 31-66.
- ZINCK, A. (1986b) Propiedades y estabilidad mecánica de los suelos en ambiente de selva nublada. El ejemplo de Rancho Grande, Cordillera de la Costa, Venezuela; ibidem, 91-105.
- ZINCK, A. (1986c) Una toposecuencia de suelos en el área de Rancho Grande. Dinámica actual e implicaciones paleogeográficas; ibidem, 67-90.
- ZINCK, A. (1988) Comunicación personal a A. Singer.

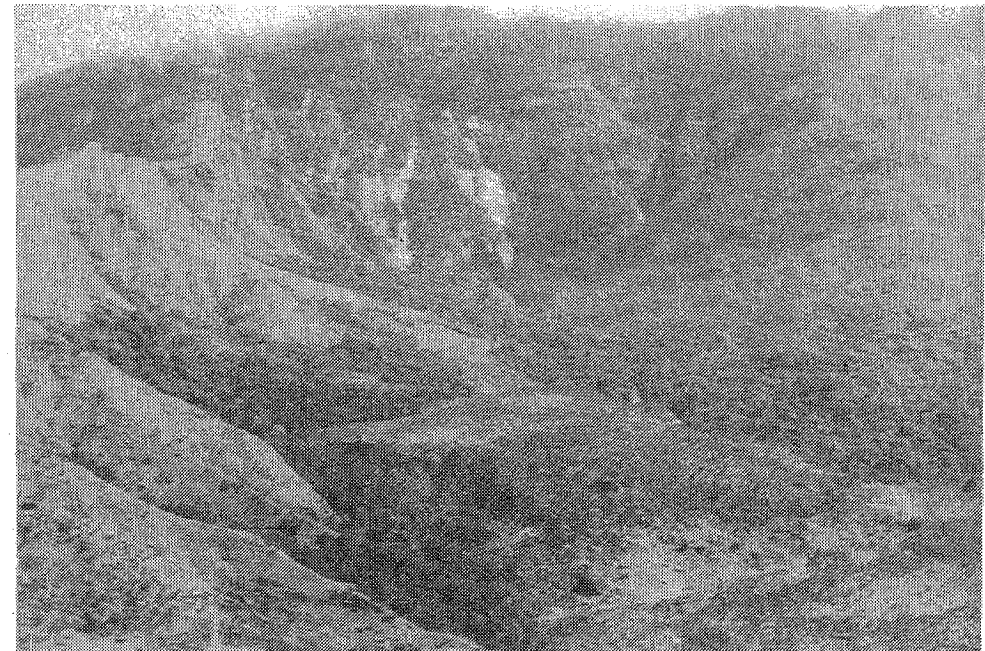


Fig. 4: Ladera denudada por las avalanchas torrenciales del 06-09-1987 y alud de escombros rocosos pre-colombiano en la Qda. Corral de Piedra.

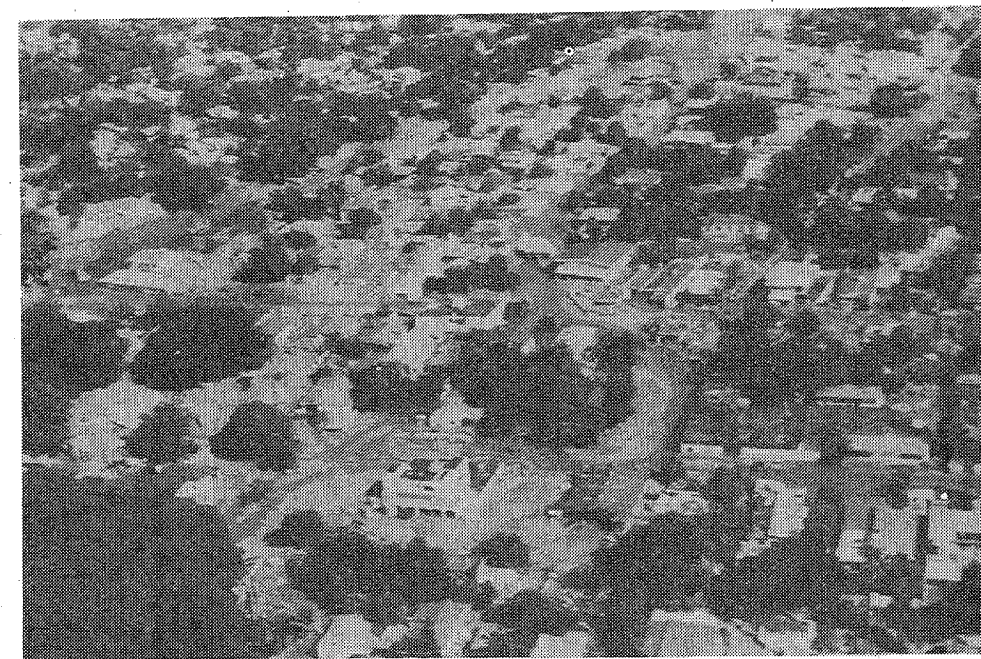


Fig. 5: Difluencia y expansión lateral del Río El Limón en el Barrio El Progreso de El Limón. El cauce original del Río El Limón se observa en el ángulo superior izquierdo de la fotografía.



Fig. 6 Detalle de las laderas denudadas de la fotografía 1. Influencia estructural del patrón de foliación a la izquierda; inicio de incisión, a la derecha, por el efecto de arrastre de bloques en tránsito sobre la ladera.

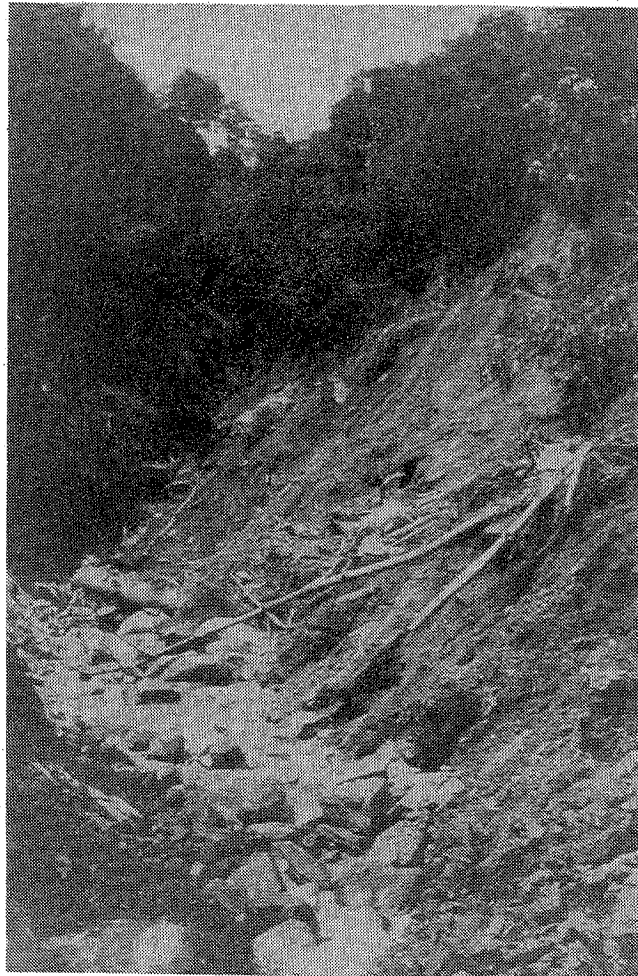


Fig. 7 Hinchamiento del flujo de avalancha encima del lecho de la Qda. Guamita.

**LAS MANIFESTACIONES GEOTERMALES DE VENEZUELA: UN RESUMEN.
 (GEOTHERMAL MANIFESTATIONS OF VENEZUELA: A SUMMARY).**

Franco Urbani. Dept. Geología, Fac. Ingeniería, Centro de Documentación e Información Geotérmica Nacional, Caracas 1051.

RESUMEN

Como parte del proyecto "Inventario Geotérmico Nacional", se ha recopilado una base de datos de 361 manifestaciones geotermales. La información ha sido interpretada, usando geotermómetros químicos y modelos de mezcla, y en muchos casos se han postulado modelos geotérmicos preliminares.

La evaluación de los sistemas geotermales con miras a la generación de energía eléctrica, sugiere como prometedor solo al sistema Las Minas-Aguas Calientes-Mundo Nuevo, al SW de El Pilar, estado Sucre, con posibles temperaturas del reservorio profundo en el orden de 300°C. La perforación exploratoria de este sistema es el único camino disponible para continuar su evaluación. Se postula que el alto flujo calórico de esta zona sea debido al enfriamiento de un cuerpo granítico joven, asociado a un proceso de subducción en el extremo SE de la placa del Caribe.

Otras áreas con altas temperaturas estimadas en el subsuelo son: Las Trincheras-Mariara, Carabobo; Monay, Trujillo; Guanare, Portuguesa y El Cubo-Tarra, Zulia, pero allí los estudios están en un bajo nivel requiriendo mucho trabajo detallado adicional.

INTRODUCCION

El naturalista alemán Alejandro de Humboldt fue el primero en publicar una descripción científica de una fuente termal venezolana: Las Trincheras con 90,3°C. En el último cuarto del siglo XIX Vicente Marcano realiza los primeros análisis químicos cuantitativos de varias fuentes termales. En la primera mitad de este siglo destacan los trabajos de E. Cortese, A. Jahn, G. Febres Cordero, O. Ostos, G. Delgado Palacios, V. M. López, A. Otero, L. Prado y T. Briceño-Maas.

En 1969 en la UCV, Dept. de Geología, se comienza con el estudio de las fuentes termales de la región central, continuándose en 1975 en la zona de El Pilar-Casanay, en donde se realizan estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos, concluyéndose en la importancia de la zona de Las Minas-Aguas Calientes-Mundo Nuevo. En 1981 se inicia el proyecto "Inventario Geotérmico Nacional", cubriéndose las regiones central, oriental y sur del país. Los resultados del inventario se encuentran en ZANIN & MARIÑO (1983), RODRIGUEZ (1983), FERMIN (1983) y HEVIA &