Aludes torrenciales en los sistemas montañosos de Venezuela: ¿Imprevisibles?

Franck A. Audemard M. Funvisis, Venezuela.

Resumen

Son numerosos los casos contemporáneos en el Litoral central de aludes torrenciales de menor tamaño previos al evento catastrófico de Dicembre de 1999 que habían sido reportados y descritos, siendo el de 1951 el más renombrado y de mayor extensión areal. Adicionalmente, La Guaira en particular había sido afectada previamente de manera reiterada durante la década de los 30 y 40. De igual manera, este tipo de fenómeno de inestabilidad de ladera iniciado por precipitaciones prolongadas, persitentes y ocasionalmente fuertes había acaecido en otros sectores de la Cordillera de la Costa en tiempos muy recientes, muy particularmente en la cuenca del río El Limón, al norte de Maracay en 1987. La ocurrencia de estos procesos en tiempos históricos y precolombinos está tanto plasmada en las crónicas de nuestros conquistadores españoles como conservada en el registro geológico de la mayoría de nuestras depresiones intramontanas. Por ende, es de suma irresponsabilidad señalar que estos fenómenos eran desconocidos en nuestra geografía. Más aún, este tipo de escenario era previsible, aunque no predecible. No obstante, la envergadura de los aludes torrenciales responsables del evento catastrófico de Vargas de Diciembre de 1999 parece no tener par, aunque eventos precolombinos en los valles de Caracas y del Lago de Valencia presentan dimensiones similares y probablemente aún superiores.

Abstract

Several debris flows of smaller size in the Litoral central in contemporary times before the devastating event of december 99 had been reported and described, among which the La Guaira 1951 event stands out due to size of impact area. La Guaira by itself had undergone several of these debris flows in the 30's and 40's. Besides, this type of mass waste triggered by persistent, prolonged and occasional heavy rains had also happened in other areas of the Coast range, such as the catastrophic event of the El Limón river, north of Maracay, in 1987. Written and geological records of these events in historical and prehistorical times are respectively preserved in spaniard's chronicles and in most of the sedimentary records of basins within the Venezuelan ranges (Andes, Coast and Interior Ranges). Therefore, it is highly irresponsible to state that such type of slope instabilities and mass transfers could not be forseen if only the local and regional records were taking into account. However, it might be argued that size of the 1999 event seemed to have no match, although

individual prehistoric debris flows in both the Caracas and Lake Valencia valleys may be as large or even larger.

Introducción

Los factores condicionantes para la generación de aludes torrenciales en la fisiografía montañosa de Venezuela están dadas. Estos fenómenos de inestabilidad de laderas de carácter instantáneo se desarrollan en regiones donde confluyan: a)- fuertes lluvias orográficas (con eventual magnificación por sismos) b)- relieves de gradientes elevados y c)- desarrollos importantes de suelos residuales (regolitos) y saprolitos favorecidos por la roca parental infrayacente (ígneas y/o metamórficas) con elevado grado de fracturación y fácilmente meteorizable en climas tropicales húmedos, sobre los que pueden desarrollarse una frondosa cobertura vegetal. La precipitación fina, perseverante y prolongada previa (lluvia antecedente) ha probado ser un agente magnificador de inestabilidad de laderas por llevar a los suelos a niveles de sobresaturación previos a las fuertes precipitaciones, que necesariamente obliga a estas últimas a ser drenadas por escorrentía superficial que arrastra consigo espesores potentes de suelos, cobertura vegetal y con fuerza suficiente para poder hasta desprender bloques de decenas y ocasionalmente de centenas de toneladas de peso. Por otra parte, las raices de los árboles, aunque estos sean muy grandes en estas selvas tropicales húmedas, no pueden anclar efectivamente los suelos residuales desarrollados sobre estas laderas de pendientes muy pronunciadas (Garner, 1974), debido a los espesores de suelos residuales alcanzados (en ocasiones superiores a los 10 m).

Algunos casos venezolanos de aludes torrenciales

La Guaira y el Litoral central

Son numerosos los casos contemporáneos previos al evento catastrófico de Dicembre de 1999 que habían afectado al Litoral central. Tomando en cuenta el poblamiento de este sector costeño en tiempos históricos, el puerto de La Guaira presenta el registro más completo y contínuo de daños producto de aludes (Singer et al., 1983), siendo el evento de 1951 el más renombrado y de mayor extensión areal a lo largo de.la falda norte del Avila, aunque el más devastador corresponde a un alud ocurrido en febrero de 1798 (Tabla 1). El evento de 1951 recibió especial atención, siendo descrito minuciosamente por Garner (1959, 1974; Fig. 1), lo cual reutilizó Singer (1983) para generar un mapa de zonificación de riesgos geológicos para la población de La Guaira (Fig. 2). Por

LOCALIZACION DEL RIESGO			NATURALEZA DEL RIESGO			EFECTOS DEL RIESGO	
SITIO NATURAL O POBLADO	LOCALIDAD CERCANA MAS GRANDE	FECHA DE OCURRENCIA	TIPO DE RIESGO	VINCULO CON LA SISMICIDAD		DAÑOS MATERIALES	N° DE VICTIMAS
				Alto	Bajo		
Qda. Osorio	La Guaira	1740?	Alud Torrencial		X		
Qda. Osorio	La Guaira	1780-10-?	Alud Torrencial		X	Destrucciones considerables	
Qda. Osorio	La Guaira	1797-01-24	Alud Torrencial			Daños en las fortificaciones	
Qda. Osorio	La Guaira	1798-02-11/15	Alud Torrencial con modificación en la línea de costa		X	219 casas destruídas. Se abrió un boquete con cañón en las fortificaciones para dejar salir el flujo	Más de 200 muertos (según Navarrete)
Qda. Osorio	La Guaira	1938-11-25	Alud Torrencial		X		
Qda. Osorio	La Guaira	1944-11-15	Alud Torrencial		X		
Qda. Osorio	La Guaira	1948-08-4	Alud Torrencial				
Punta de Mulatos	La Guaira	1948-08-4	Aludes Torrenciales		X	Daños Considerables	Muchas víctimas
Cerro El Vigía	La Guaira	1950	Deslizamientos		X		
Qda. Osorio	La Guaira	1951-02-16/18	Alud torrencial		X	300 viviendas destruidas, carros engarzados en los 2º pisos de las casas; la playa avanza varias decenas de metros sobre el mar	7 muertos
Cerro El Vigía	La Guaira	1955	Deslizamientos		X		
Qda. Osorio	La Guaira	1972	Alud Torrencial		X		
Cerro El Vigía	La Guaira	1976-01-10	Deslizamientos		X	Interrupción de la vía a los fortines El Vigía y San Carlos	
El Catón	La Guaira	1977-08-14	Derrumbes		X	Vía obstruída hacia Maiquetía. Miles de bañistas aislados	
Cerro Caído Cerro Los Cachos (Guipuzcoana)	La Guaira (El Cantón)	1979-11-25	Deslizamientos		X	Vía interrumpida	

Tabla 1. Aludes torrenciales que han afectado a la población de La Guaira desde tiempos históricos (tomado de Singer et al., 1983).

otra parte, La Guaira por si sola había sido afectada previamente en varias ocasiones durante la década de los 30 y 40 (Tabla 1). De ello se deduce que el proceso se repite para esta población con recurrencia y magnitud variable.

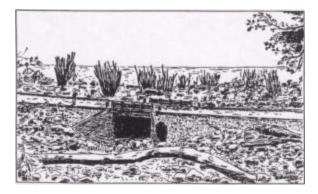


Fig. 1. Boceto de Garner (1959) donde muestra el aspecto del flujo de detritos producido por las lluvias de 1951 en el litoral central, que sepultó la vía al este de La Guaira.

El alud de El Limón de 1987, Maracay

Aún debe estar fresco en nuestra memoria un evento similar, -aunque de dimensiones más modestas pero por ello no menos catastrófico-, ocurrido en la cuenca del río El Limón en el año 1987, al norte de Maracay (cuenca del Lago de Valencia; Fig. 3), donde la fenomenología de los procesos ocurridos de inestabilidad de laderas es la misma (Audemard et al., 1988; Audemard and Singer, 2000). La diferencia esencial entre el caso de Vargas y de El Limón radica en que el Litoral presentó el mismo escenario vivido en El Limón de manera reiterada en cada una de las 11 micro-cuencas afectadas en grado variable, donde el volumen de material transportado bajo la forma de alud torrencial y depositado en las zonas pobladas fue ocasionalmente mayor.

Aludes históricos de connotación sísmica

Estos eventos han sido igualmente descritos en tiempos históricos, aunque en asociación a sismos: los aludes de los ríos: a)- Mocotíes de 1610 en los valles merideños (Singer, 1998) y b)- Yurubí (estado Yaracuy) con la subsecuente destrucción del fuerte de San Felipe en 1812. Ambos aludes se generaron al romperse diques naturales que represaron las aguas de dichos ríos y que se habían formado a consecuencia de deslizamientos transversales activados por los sismos históricos antes mencionados.

Aludes precolombinos

Las evidencias geológicas de episodios precolombinos en los relieves montañosos venezolanos son diversas. En el caso del Litoral central podemos mencionar a título ilustrativo: a)- antes de la reciente catástrofe (julio 99), se podía observar, dentro del casco urbano de la Guaira, bloques de diámetro de unos pocos metros a lo largo de la

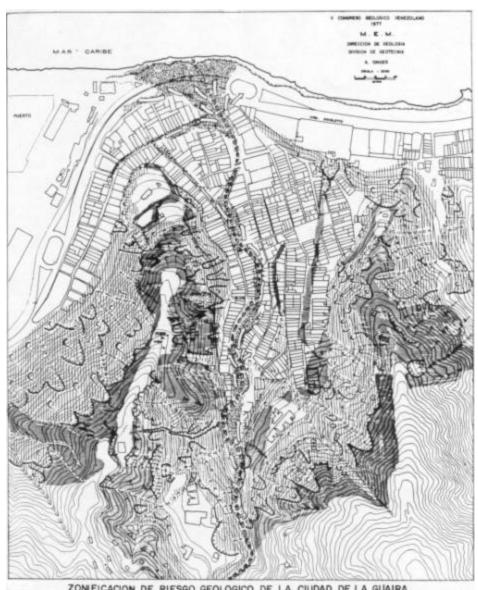
quebrada Osorio, descansando en el lecho o en las bermas de la terraza de dicho río (Fig. 4a); b)- en vistas aéreas de Caraballeda (misión 8 del año 1936-38), se reconoce un cono de deyección (abanico de explayamiento), el cual se identifica por su aspecto moteado a causa de la presencia de bloques blanquecinos de composición gneíssica (fm. Peña de Mora), abandonado al pie de la vertiente y en la margen derecha de la quebrada San Julián (referirse a Castilla, 1999; Fig. 4b), el cual controló y confinó el curso del alud reciente que afectó esta población a fines de 1999.

Evidencias geológicas suplementarias

La búsqueda sistemática de estos depósitos catastróficos e instántaneos en las cuencas intramontanas de la Cordillera de la Costa revelan su carácter generalizado. Por ejemplo, conos pleistocenos con características similares en el valle de Caracas han sido identificados por Singer (1977a, 1977b) en El Pedregal, Los Chorros y El Country Club, aunque pudiesen más bien ser de origen sísmico (Fig. 5). Igualmente, canteras explotan actualmente estos depósitos detríticos en el borde septentrional del valle de El Ereigue (cuenca del Lago de Valencia). En la misma cuenca y próximo a la micro-cuenca del río El Limón, Audemard et al. (1988) identifican y describen otro de estos aludes de edad precolombina y sugieren que haya sido activado por un sismo ya que las características del depósito (carencia total de estratificación y de selección granulométrica y poco transporte) sugieren un contenido de humedad más bien bajo. Por último, queremos mencionar la presencia de depósitos equivalentes en otra depresión de la Cordillera de la Costa: el miembro Pichao de edad pliocena (?) es un cuerpo sedimentario de origen coluvial a fluvio-torrencial presente en la margen septentrional de la cuenca del Tuv medio -Santa Lucia-Ocumare del Tuv- (Audemard, 1984. 1985); con disposición y geometría similar a los cuerpos descritos para los valles de Caracas y del Lago de Valencia (contiguo a un relieve abrupto y eventualmente a un margen de cuenca con control tectónico activo; Fig. 6).

Conclusiones y recomendaciones

Las numerosas evidencias históricas, geomorfológicas y geológicas previamente nombradas atestiguan un avanzado conocimiento en la identificación de estos fenómenos en nuestra geografía. En consecuencia, la ocurrencia de estos aludes torrenciales es definitivamente previsible y es sumamente irresponsable decir que eran desconocidos. No obstante, la instalación de sistemas de monitoreo en contínuo (piezométricos, pluviométricos y cinemáticos) en laderas de altas pendientes propensas a ser afectadas por tales procesos de inestabilidad no aseguran la implementación de un plan de evacuación exitoso de las poblaciones expuestas a riesgo por las características intrínsecas de los sistemas climáticos en regiones tropicales: impredecible (en términos de pocos días), muy cambiante (en términos de decena de horas) y velóz (en términos de pocas horas). En combinación a esta instrumentación de eficiencia limitada en regiones tropicales (tiempo de evacuación muy



ZONIFICACION DE RIESGO GEOLOGICO DE LA CIUDAD DE LA GUAIRA -A- INVENTARIO DE RIESGOS A, FORMAS Y PROCESOS DE ARRASTRE POR ESCORRENTIA Y TORRENCIALES A, FORMAS Y PROCESOS DE ARRASTRE POR ESCORRENTIA Y TORRENCIALES A, FORMAS Y PROCESOS DE ARRASTRE DIDA DE RIESGOS 2000 DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRE POR MOVIMENTO DE MASIA LECHOS ARRASTRE POR MOVIMENTO DE MASIA ARRASTRE DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRE POR MOVIMENTO DE MASIA ARRASTRE DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRE DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRE POR MOVIMENTO DE MASIA ARRASTRE DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRE POR MOVIMENTO DE MASIA ARRASTRE DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRES DE RESCURRIO DE RIESGOS ARRASTRE DIRECTURNIO DE RIESGOS ARRASTRES DE RESCURRIO DE RIESGOS ARRASTRES D

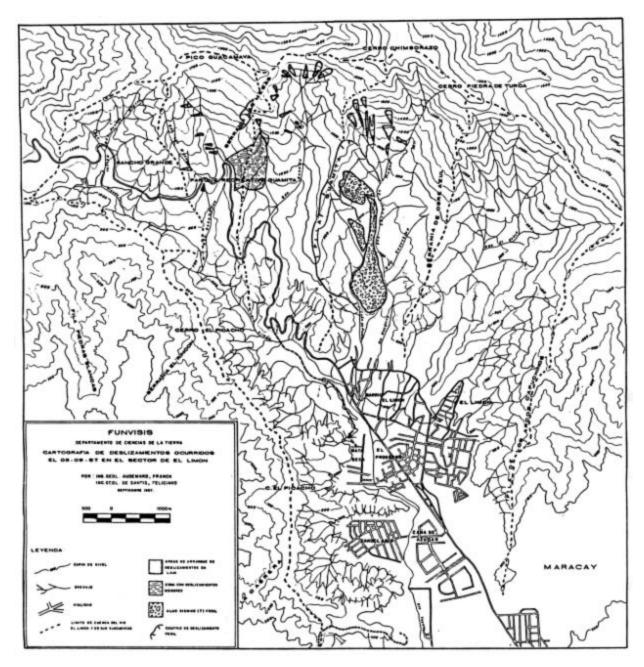


Fig. 3 Cartografía de deslizamientos ocurridos el 06 de septiembre de 1987 en la cuenca del río El Limón, al norte de Maracay (tomado de Audemard and De Santis, 1987)

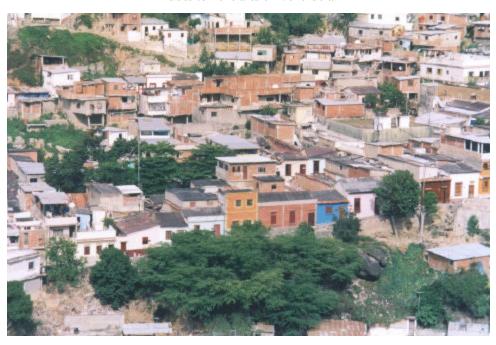


Fig. 4a Vista general del sector de la ciudad de La Guaira asentado a lo largo de la margen derecha de la quebrada Osorio. Nótese bloques de unos 3 a 5 m de diámetro ubicados en el borde superior del talud oriental de la quebrada, en la esquina inferior derecha de la foto (tomada el 29 de julio de 1999 por el autor).

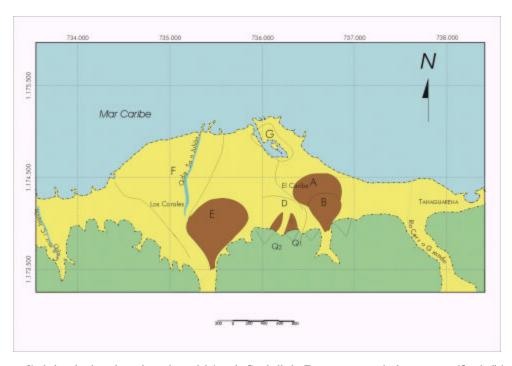


Fig. 4b Cartografía de los abanicos de explayamiento del área de Caraballeda-Tanaguarena previa al evento catastrófico de diciembre de 1999, a partir de la fotointerpretación de vistas aéreas de la misión 8 (según Castilla, 1999).

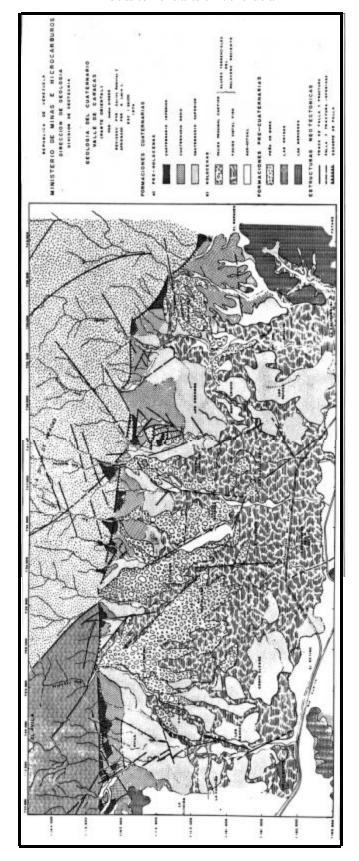


Fig. 5 Geología del Cuaternario del Valle de Caracas (segúrSinger, 1977a), donde se evidencian episodios de aludes torrenciales precolombinos

corto: minutos a pocas horas) sin menoscabo de su alto grado de sofisticación, los sistemas preventivos a desarrollar en estas vertientes, y particularmente a nivel de cada curso de agua (o quebrada) y de su cuenca de captación, debe centrarse en obras de control de torrentes y reductores de la carga sólida (presas Sabo) y retardadores – desaceleradores- del caudal (sistemas de diques escalonados), así como importantes obras de contención, desviación y canalización (ej.: brazos o canales aliviadero) en las áreas urbanizadas o construidas existentes, tomando en consideración una trama urbana que facilite la escorrentía con bajo contenido de carga sólida. Es decir que la filosofía de todo este conjunto de obras de arte debe perseguir reducir la carga sólida al mínimo, permitiendo a la fracción líquida ser drenada hasta atravesar las zonas llanas al pie de la vertiente.

Sin embargo, no es facil establecer en le caso particular de la vertiente norte del Avila en ocasión de las fuertes precipitaciones del 15 y 16 de Diciembre de 1999, en vista de las dimensiones excepcionales de los procesos de inestabilidad de laderas ocurridos, si los sistemas preventivos antes descritos todos sumados hubiesen podido efectivamente mitigar la catástrofe del estado Vargas para las poblaciones construidas sobre los conos de deyección.

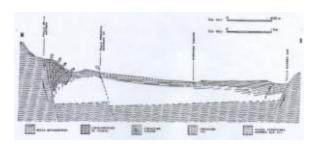


Fig. 6 Sección interpretada transversa a la cuenca del Tuy medio, donde se muestra la disposición y ubicación de los depósitos coluvio-torrenciales del miembro Pichao dentro de dicha depresión (según Audemard, 1984).

Agradecimientos/reconocimientos

Deseo agradecer al Geom. André Singer por las innumerables discusiones e intercambios profesionales en el área de los riesgos naturales de orden geológico en los últimos 18 años, donde el primero no pudo desligarse de su faceta de profesor universitario y supo sembrar la curiosidad científica en sus colegas y amigos del Dpto. de Ciencias de la Tierra de Funvisis y transferir su percepción e interpretación de los eventos contempóraneos e históricos, así como de su huella geomorfológica en el paisaje. Esta revisión histórico-geológica le va dedicada por su tesonera labor en el área de prevención de los desastres naturales, aunque no siempre bien comprendida. Por otra parte, agradezco a Daniel Moreno del CEDI-Funvisis y al Ing. Jesús Porras por la ayuda prestada en la búsqueda de

material bibliográfico, como al colega Harald Stockhausen por "escanear" todas las figuras.

Referencias

Audemard, F. A. (1984) Evaluación Geológica de la Cuenca del Tuy para fines de Investigaciones Neotectónicas. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela. 2 Vol. 226 p + anexos.

Audemard, F. A. (1985) Neotectónica de la Cuenca del Tuy. VI Congreso Geológico Venezolano, Caracas. (4): 2339-2377.

Audemard, F. A. and 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 p.

Audemard, F. A.; De Santis, F.; Montes, L.; Lugo, M. and Singer, A. (1988) El alud torrencial del 06-09-1987 del Río El Limón, al Norte de Maracay, Estado Aragua. GEOS 29: 250-260

Audemard, F. A. and Singer, A. (2000) El alud torrencial del 06 de septiembre de 1987 en la cuenca del río El Limón al norte de Maracay, Venezuela septentrional. In Lugo, J. (ed.): Desastres Naturales en América Latina (en prensa).

Castilla R. (1999) Facies sedimentarias del abanico de Caraballleda y su relación con la posible licuación de suelos ocurrida durante el sismo de Caracas de 1967. Informe final "Investigación Aplicada", Escuela Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. 29 p.

Garner, H. (1959) Stratigraphic-sedimentary significance of contemporary climate and relief in four region of the Andes Mountains. Bulletin Geological Society of America, 70(10): 1327-1368.

Garner, H. (1974) Geomorphology. Rutgers University, Newark, New Jersey.

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, s/n. También Geos 22: 64-65.

Singer, A. (1977b) Tectónica reciente, morfogénesis sísmica y riesgo geológico en el graben de Caracas. V Congreso Geológico Venezolano, Caracas, 4: 1861-1902.

Singer, A. (1983) Inventario de riesgos geológicos y seguridad geotécnica. II Jornadas Geológicas Venezolanas, Caracas, 39-57.

Singer, A. (1998) Evaluación retrospectiva de los efectos geológicos destructores del terremoto de 1610 en los Andes venezolanos del siglo 17 y de observaciones de campo actuales. Revista Geográfica Venezolana 39 (1-2): 280 296

Singer A., Rojas C. and Lugo, M. (1983) Inventario Nacional de Riesgos Geológicos. Estado preliminar. Serie Técnica Funvisis 03-83. 126 p.