

TRES GRANDES DESLIZAMIENTOS ASOCIADOS CON UN SEGMENTO DE LA FALLA DE BOCONO (ANDES VENEZOLANOS)

Arlos Ferrer Oropeza*

INTRODUCCIÓN

La identificación y el análisis de los mecanismos que han dado origen a grandes movimientos de masa Cuaternario en los Andes venezolanos no han recibido la suficiente atención por parte de los investigadores pese a la importancia que estos procesos tienen en la determinación de los niveles de riesgo y su incidencia socioeconómica. El propósito inicial de este trabajo es documentar tres deslizamientos relacionados directamente con la traza de la falla de Boconó, el más extenso y activo accidente tectónico del occidente de Venezuela.

Estos movimientos de masa se han clasificado siguiendo el esquema de más amplio uso, basado fundamentalmente en el tipo de desplazamiento predominante y de las características del material involucrado, tal y como ha sido propuesto por Varnes (1978) y Campbell et al (1985).

Los deslizamientos de La González y Chiguará están siendo en este momento evaluados en detalle a objeto de precisar su contexto dentro de la tectónica regional en este el segmento central de la falla de Boconó (Ferrer, en preparación).

TRABAJOS PREVIOS

La mejor visión regional sobre la ubicación y actividad reciente de los movimientos de masa y de otros procesos en Venezuela se sintetizan en el catálogo sobre riesgos naturales publicados por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) (Singer et al, 1983). A nivel de detalle son pocos los trabajos orientados a la identificación y evaluación de estos fenómenos, así como su impacto socioeconómico (costos) a lo largo de la zona de falla de Boconó. Una posible excepción son los estudios realizados para el deslizamiento de Buena Vista (Aracay), cuya preocupación como foco erosivo tiene un interés económico inmediato, la preservación de las condiciones operativas de la presa hidroeléctrica "General José Antonio Páez" en el río Santo Domingo (Ruzzante, 1980; Lagardera, 1982; Ferrer y Duarte, 1988; 1989; Ferrer, 1990^a). Tricart y Michel (1963) en su estudio geomorfológico de la zona semiárida de Lagunillas de Urao, identifican y analizan someramente el deslizamiento de González. Muy poco se conoce del deslizamiento de Chiguará, excepto por un informe técnico, de difícil acceso, dirigido a evaluar las condiciones de estabilidad de una vía que unía el poblado de Chiguará con las ciudades de Mérida y El Vigía, la cual fue posteriormente abandonada por encontrarse en la zona más activa del movimiento y sustituida por otra carretera con mejores condiciones geotécnicas.

* Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de los Andes, Venezuela.

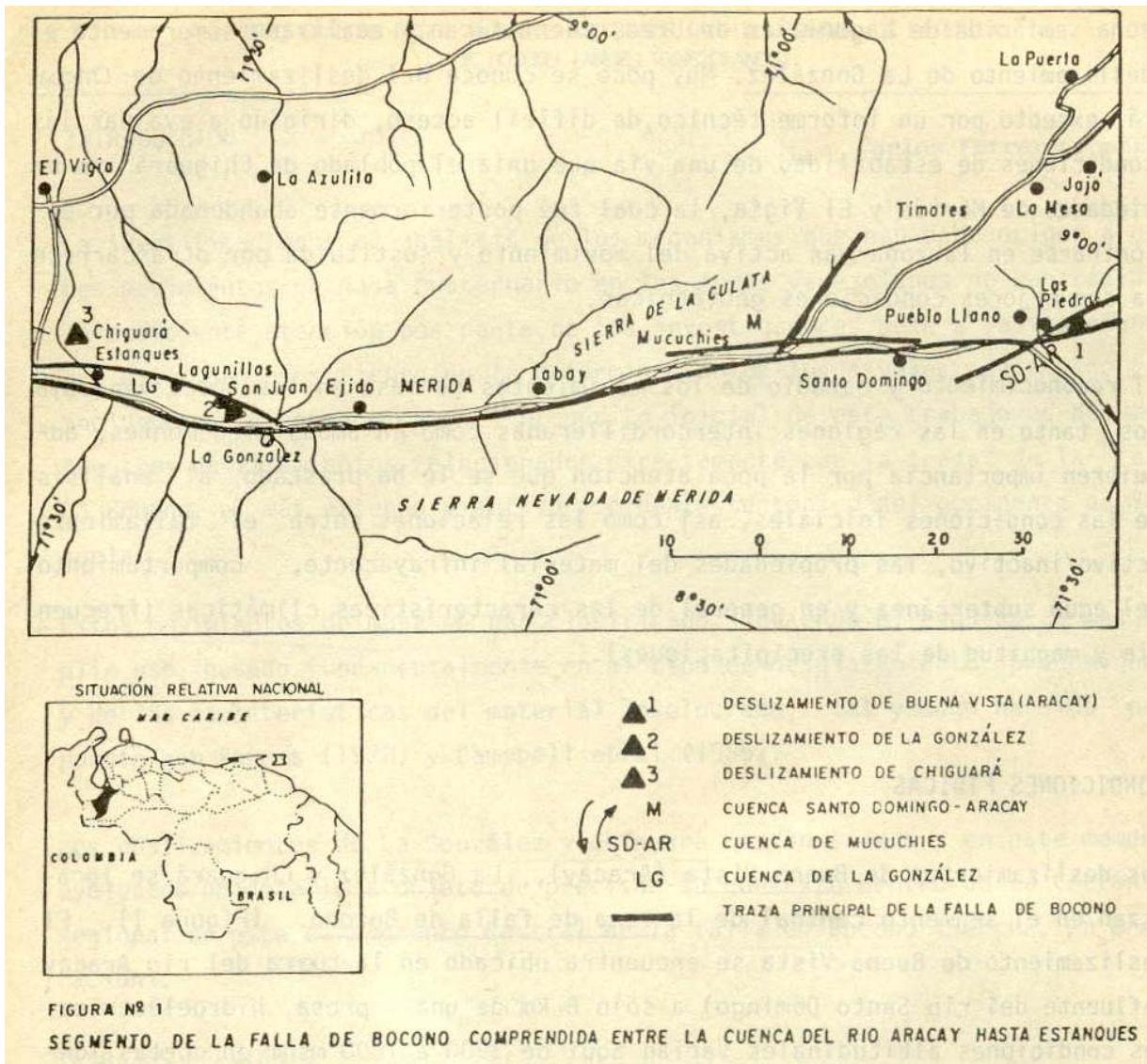
El reconocimiento y estudio de los movimientos de masa en los Andes venezolanos, tanto en las regiones intercodilleranas como en ambos piedemontes, adquieren importancia por la poca atención que se le ha prestado al análisis de las condiciones iniciales, así como las relaciones entre el fallamiento activo/inactivo, las propiedades del material infrayacente, comportamiento del agua subterránea y en general de las características climáticas (frecuencia y magnitud de las precipitaciones).

CONDICIONES FÍSICAS

Los deslizamientos de Buena Vista (Aracay), La González y Chigurá se localizan en el segmento central de la zona de falla de Boconó. (Figura 1). El deslizamiento de Buena Vista se encuentra ubicado en la cuenca del río Aracay (afluente del río Santo Domingo) a sólo 8 km de una presa hidroeléctrica. Las condiciones altitudinales varían aquí de 3900 a 1600 msnm en cortas longitudes, lo que determina un pronunciado gradiente, así como el promedio anual de precipitaciones en la cuenca alcanza los 1600 mm, la temperatura media anual es de 16,7°C, predominan las zonas boscosas (Bosques Húmedo Montano Bajo), geológicamente predominan los gneises y esquistos de la Formación sierra Nevada (Precámbrico?).

El desarrollo de un activo sistema de cárcavas en el flanco izquierdo de este deslizamiento ha permitido significativos aportes de sedimentos (20% del total generado por la cuenca) al embalse, causando serios problemas de mantenimiento y dificultando las operaciones de la presa.

Los deslizamientos de La González y Chiguará, distante el primero unos 10 km de Ejido-Mérida, se localizan al igual que el anterior sobre la traza de la falla de Bonocó pero en un contexto tectónico diferente, ya que ambos ocupan los extremos de una cuenca de tracción (Figura 1). La cuenca de tracción (pull apart basin) de La González, previamente definida y ampliamente estudiada por Schubert (1980; 1982; 1984) se ubica en una 'curvatura de alivio' en este segmento de la falla entre La González y Estánques (Figura 1). Las condiciones climáticas predominantes en esta área son marcadamente semiáridas, las precipitaciones son inferiores a los 558 mm/año y se concentran en tan sólo dos meses mayo – octubre (30%), ello determina el desarrollo de una vegetación semi-xerofítica. En el deslizamiento de Chigurá existe una microzonificación climática muy interesante, ya que varía de condiciones secas en la base a muy húmedas en la corona, un marcado cambio en tan solo 3,75 km (Figura 1).

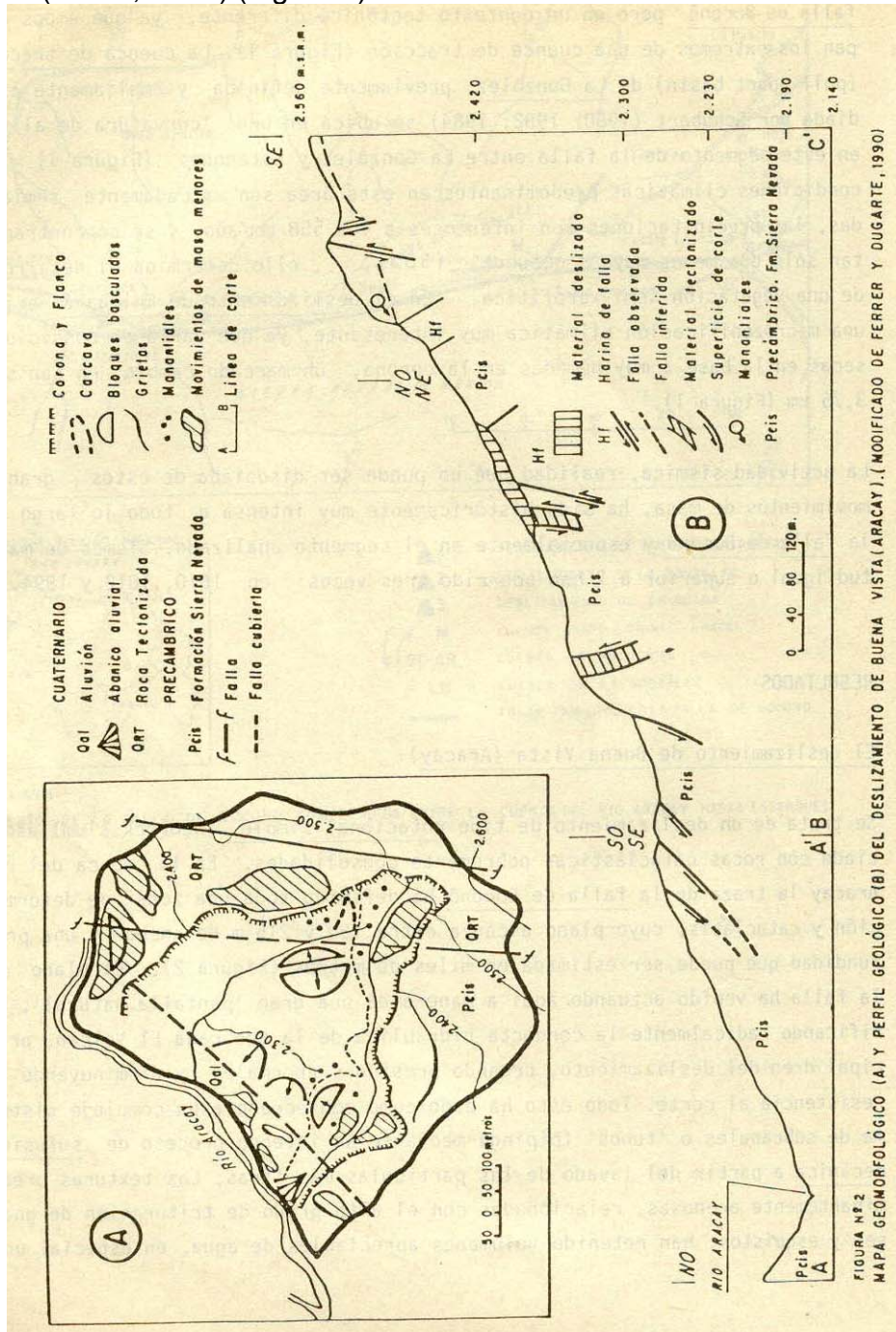


RESULTADOS

El deslizamiento de Buena Vista (Aracay)

Se trata de un deslizamiento de tipo rotacional simple (bedrock slum) asociado con rocas cataclásticas pobremente consolidadas. En la cuenca del río Aracay la traza de la falla de Boconó ha definido toda una zona de deformación y cataclásis, cuyo plano alcanza entre 160 y 215 m de ancho y una profundidad que puede ser estimada en miles de metros (Figura 2). El plano de la falla ha venido actuando aquí a manera de una gran 'pantalla natural', modificando radicalmente la conducta hidráulica de la quebrada El Volcán, principal dren del deslizamiento, creando presiones anormales y disminuyendo la resistencia al corte. Todo esto ha dado como consecuencia un complejo sistema de subcanales o 'tubos' (piping) mediante un intenso proceso de sufusión mecánica a partir del lavado de las

partículas más finas. Las texturas predominantemente arenosas, relacionadas con el alto grado de trituración de gneises y esquistos, han retenido volúmenes apreciables de agua, en especial una gran parte del caudal de la quebrada El Volcán. Sin descartar influencia de tipo sísmico o exceso de precipitación (tormentas), las condiciones así descritas, favorecidas además por las elevadas pendientes y un marcado gradiente hidráulico, configuran toda una serie de factores que posibilitan la aparición de un deslizamiento con la magnitud del ahora analizado (Ferrer, 1990^a) (Figura 2).



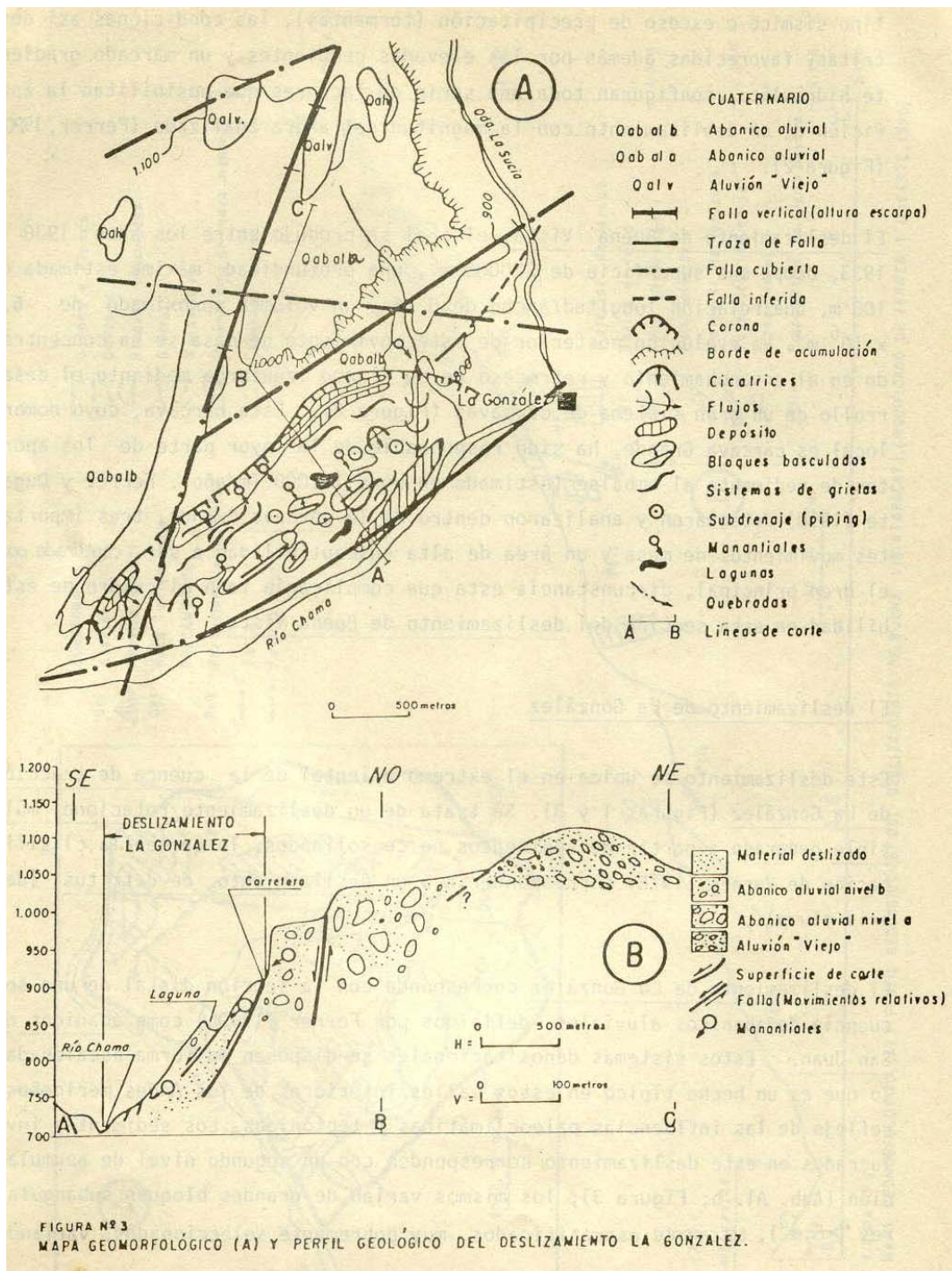
El deslizamiento de Buena Vista, el cual se produjo entre los años 1930 y 1933, ocupa una superficie de 220000 m², una profundidad máxima estimada de 105m, una relación longitud/ancho de 0,86 y un volumen aproximado de 6,6 x 10⁶ m³. La evolución posterior de este movimiento de masa se ha concentrado en el ensanchamiento y retroceso de su flanco izquierdo mediante el desarrollo de un gran sistema de cárcavas (Figura 2). Esta cárcava, cuyo nombre local es cárcava Grande, ha sido responsable de la mayor parte de los aportes de sedimento al embalse (estimado en unas 15.000 Tm/año). Ferrer y Dugarte (1990) detectaron y analizaron dentro de la cárcava Grande, tres importantes movimientos de masa y un área de alta susceptibilidad a ser capturada por el dren principal, circunstancia esta que complicaría todo el cuadro de estabilidad en esta sección del deslizamiento de Buena Vista.

El deslizamiento de La González.

El deslizamiento se ubica en el extremo oriental de la cuenca de tracción de La González (Figura 1 y 3). Se trata de un deslizamiento rotacional múltiple generado a partir de sedimentos no consolidados, lo que en la clasificación de Varnes (1978) correspondería a un deslizamiento de detritus (debris slump).

El deslizamiento de La González corresponde con la sección distal de una secuencia de abanicos aluviales, definidos por Ferrer (1990b) como abanicos de San Juan. Estos sistemas depositacionales se disponen en forma escalonada, lo que es un hecho típico en estas valles interiores de los Andes merideños, reflejo de las influencias paleoclimáticas y tectónicas. Los sedimentos involucrados en este deslizamiento corresponden con un segundo nivel de acumulación (Aab. Al. B; Figura 3); los mismos varían de grandes bloques subangulares (>5 m³), toscamente estratificados, muy pobremente seleccionados, variando lateralmente a litofacies constituida de gravas y arenas mejor estratificadas, con un amplio rango de texturas (matriz supported), de concentración, orientación y tamaño, lo que asemeja a depósitos acumulados por acción de flujos de detritus y los cuales han sido ampliamente descritos en la literatura.

Los materiales que constituyen propiamente dicho la mas deslizada comprende grandes bloques individuales, rotados entre 15 y 30°, cuyas áreas varían de 550 m² a 150m² y los cuales conservan las características estructurales del material original. Abundan aquí mezclas altamente heterogéneas de fragmentos coluvionados, así como materiales finos (arena fina y limo) asociados con flujos locales. (Figura 3 A).



El material deslizado posiblemente se desplazó mediante juego de bloques individuales, los cuales rotaron en sentido contrario al movimiento. (Figura 3 B). En base del deslizamiento los depósitos asemejan a flujos de tierra (earth flow), movimientos secundarios éstos que se encuentran controlados por una recarga constante, tal y como puede ser evidenciado en los numerosos manantiales y lagunas atrapadas entre los bloques (Figura 3 A y 3 B). El deslizamiento de La

González forma una corona semicircular con alturas de 50 y 70 m., donde es posible observar la activa circulación de agua subterránea mediante todo un sistema bien organizado de manantiales, líneas de precolación y su fusión mecánica. Esta agua de circulación en el subsuelo se presentan sobresaturadas de sales, lo que no deja de ser importante por la incidencia de las mismas en toda esta área semiárida de Lagunillas. La secuencia de abanicos aluviales de San Juan alcanza espesores superiores a los 200m (nivel Qab. Al. A: Figura 3 B), le infrayace los esquistos y cuarcitas de la Formación Tostosa (Paleozoico Inferior?), los cuales afloran en el lecho de la quebrada La Sucia (Ferrer, en preparación). (Figura 3 A).

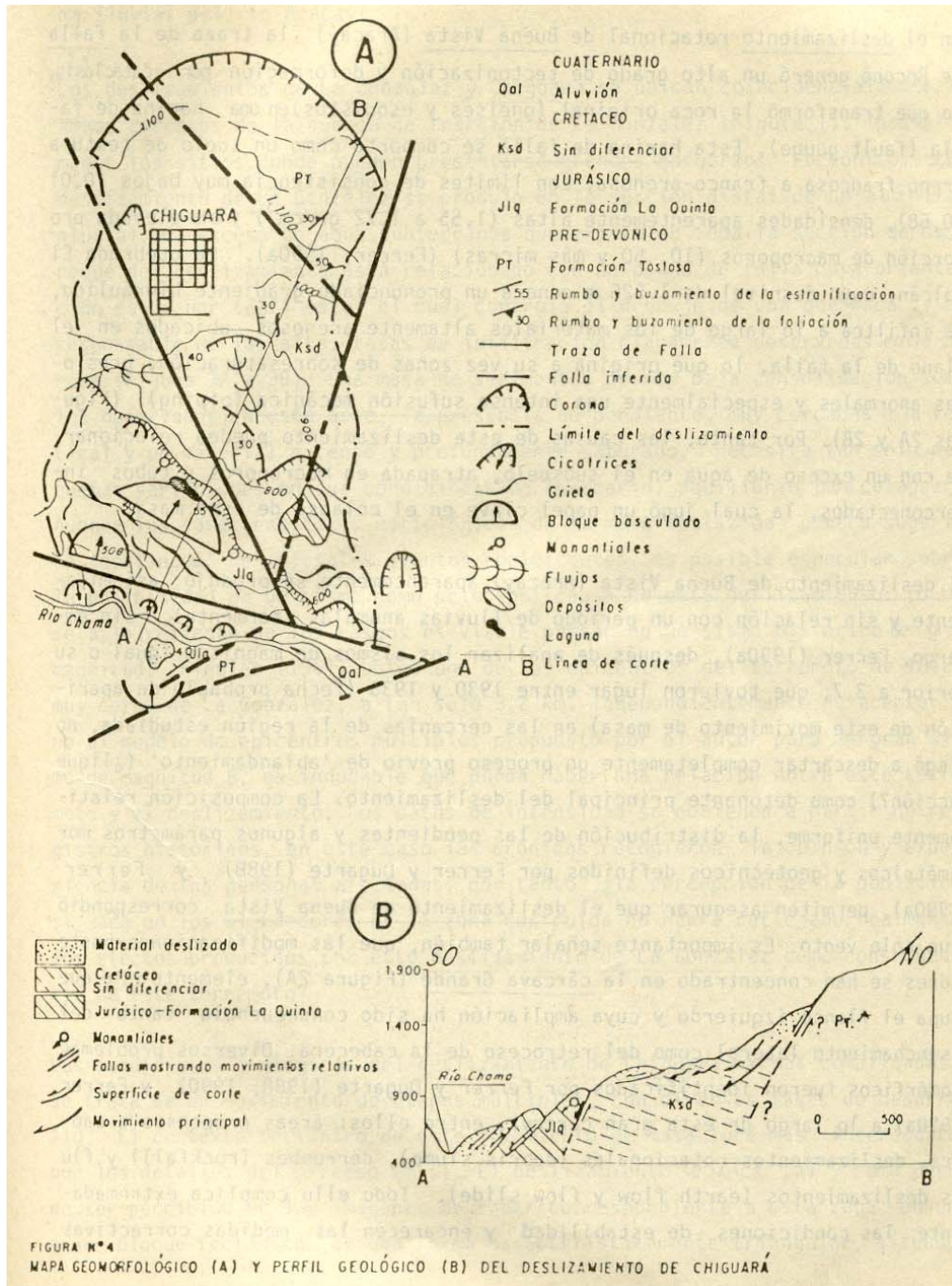
El deslizamiento de Chiguará

Este deslizamiento se sitúa al otro extremo de la cuenca de tracción, a unos 23 km de La González (Figura 1). Puede ser considerado como un movimiento de masa complejo ya que presenta una combinación de deslizamientos rotacionales múltiples (bedrock slum) con cierta tendencia a deslizamientos laterales de bloques (bedrock lateral spread) (Figura 4 A). Toda esta sección occidental de la cuenca de tracción se caracteriza por una disposición estructural muy complicada, de hecho este deslizamiento se encuentra afectado por varios sistemas de fallas, cuya morfología evidencian una actividad tectónica reciente.

El deslizamiento de Chiguará presenta una orientación nortesur, con una longitud de 3,7 km por 1,47 km de ancho. El material deslizado está constituido por una amplia gama de rocas sedimentarias pertenecientes al Mesozoico, al noreste aflora una secuencia de esquistos cloríticos correspondiente a la formación Tostosa (Paleozoico Inferior?) (Figura 4 A). De acuerdo a sus características morfológicas en este movimiento de masa parecen haberse producido dos eventos: en una primera etapa un desplazamiento de traslación inducido por una alta alimentación de agua subterránea proveniente del sector ocupado por la corona, ello lubricó el material rocoso infrayacente y generó de una manera relativamente rápida el movimiento inicial. Un segundo evento, relacionado directa o indirectamente por el plano de la falla (o planos, ya que parecen haber varias pequeñas fallas implicadas), provocó el deslizamiento en sentido rotacional de un gran bloque en la base. Movimientos posteriores se relacionan con el proceso de socavamiento acelerado por parte del río Chama, actividad esta que no tiene mayor influencia en la totalidad de la masa deslizada (Figura 4 B). El deslizamiento de Chiguará es un movimiento muy activo, concentrándose las mayores tasas de desplazamiento en la sección media y en la base, por lo que a mediano plazo pudiera verse afectado el poblado de Chiguará. En síntesis, este deslizamiento parece estar ubicado en una pequeña fosa de falla, las relaciones de interpretar, la zona está afectada por todo un complicado sistema de fallas inversas y corrimientos.

El espesor del material deslizado es de difícil estimación, el bloque rotado ubicado cerca de la base alcanza un espesor de 60 a 70 m. Afloramientos dispersos aguas arriba sugieren espesores entre 2,5 a 8 m. Sobre la base de algunas

observaciones de campo se puede estimar un volumen aproximado para el deslizamiento de Chiguará de $30 \text{ a } 40 \times 10^6 \text{ m}^3$.



DISCUSIÓN

En el deslizamiento rotacional de Buena Vista (Aracay) la traza de la falla de Boconó generó un alto grado de tectonización y deformación por cataclásis, lo que

transformó la roca original (gneises y esquistos) en una harina de falla (fault gouge). Esta harina de falla se comporta como un suelo de textura areno-francosa a franco-arenosa, con límites de consistencia muy bajos (0,02-0,68), densidades aparentemente altas (1,55 a 1,72 gr/cm³) y una elevada proporción de macroporos (19, 50 y más micras) (Ferrer, 1990^a). La quebrada El Volcán, cuyo desnivel de 1.525 m genera un pronunciado gradiente hidráulico, se infiltra a lo largo de los materiales altamente arenosos ubicados en el plano de la falla, lo que origina a su vez zonas de sobresaturación, presiones anormales y especialmente una intensa sufusión mecánica (piping) (Figuras 2 A y 2 B). Por tanto, las causas de este deslizamiento pueden relacionarse con un exceso de agua en el subsuelo, atrapada en macroporos y tubos interconectados, la cual jugó un papel clave en el colapso de esta masa.

El deslizamiento de Buena Vista (Aracay) aparentemente se produjo asísmicamente y sin relación con un período de lluvias anómalas (tormenta), sin embargo, Ferrer (1990^a), después de analizar los sismos de magnitud igual o superior a 3,7, que tuvieron lugar entre 1930 y 1933 (fecha probable de aparición de este movimiento de masa) en las cercanías de la región estudiada, no llegó a descartar completamente un proceso previo de ‘ablandamiento’ (¿liquefacción?) como detonante principal del deslizamiento. La composición relativamente uniforme, la distribución de las pendientes y algunos parámetros morfométricos y geotécnicos definidos por Ferrer y Dugarte (1988) y Ferrer (1990^a), permiten asegurar que el deslizamiento de Buena vista correspondió a un solo evento. Es importante señalar también, que las modificaciones posteriores se han concentrado en la cárcava Grande (Figura 2A), elemento este que ocupa el flanco izquierdo y cuya ampliación ha sido consecuencia tanto del ensanchamiento lateral como del retroceso de la cabecera. Diversos problemas geomórficos fueron identificados por Ferrer y Dugarte (1988; 1990) y Ferrer (1990^a) a lo largo de esta gran cárcava, entre ellos: áreas propensas a captura, deslizamientos rotacionales (debris slump), derrumbes (rockfall) y flujos deslizamientos (earth flow y flow slide). Todo ello complica extremadamente las condiciones de estabilidad y encarecen las medidas correctivas orientadas a atenuar el aporte de grandes cantidades de sedimentos al sistema fluvial del río Aracay.

Los deslizamientos de La González y Chinguará se ubican condicionalmente en ambos extremos de la cuenca de tracción de La González (figura 1), posiblemente los sitios donde pueden presentarse grandes esfuerzos tectónicos. El deslizamiento de La González se produjo en la sección distal de un abanico aluvial. El exceso de agua subterránea que existe en toda la sección de despegue del deslizamiento está relacionado con un plano de falla cuya orientación es no(22°) este, el cual controla el drenaje de una quebrada y es responsable de las altas tasas de infiltración claramente observadas en la corona (Figura 3 A y 3 B). Una masa de sedimentos de muy baja consolidación como observados en esta área, la presencia de pendientes muy cercanas a la vertical y un material extenso y profundamente saturado, necesitan tan solo pequeñas variaciones en sus condiciones de (precario) equilibrio para colapsar. Aunque las características morfológicas de la masa deslizada parece sugerir un ‘continuum’ de múltiples

eventos coalescentes, es posible especular sobre la posibilidad de un sismo como principal causa de este deslizamiento. En base a lo reciente de los rasgos es viable pensar en un sismo histórico de gran magnitud. Fiedler (1961) ubica uno de los epicentros del terremoto de 1812, muy cerca de La González, a tan sólo 3,2 km. Independientemente de aceptar o no el modelo de epicentros múltiples propuestos por el autor para ese gran sismo de magnitud 8, es indudable que pueda haber una relación entre este terremoto y el deslizamiento. Los datos de intensidad se obtienen a partir de registros históricos, en este caso las crónicas recogieron la opinión y experiencia de las personas afectada, por tanto ¿la percepción de la población si nada en los alrededores de la zona destruida no habrá reflejado realmente los efectos producidos por este deslizamiento de La González como consecuencia de este terremoto?

Las condiciones geológicas del deslizamiento de Chiguará son más complicadas, se trata de un movimiento de etapas múltiples, con diversas fases de desarrollo. El contexto tectónico de este movimiento de masa luce más interesante que los detalles del proceso en sí. El deslizamiento se ubica, tal y como puede ser percibido en las imágenes de radar correspondiente a esta zona, en un gran bloque tectónico de una forma característicamente triangular, situado justo en el extremo de la cuenca de tracción y limitado, en todos sus lados, por fallas aparentemente muy recientes. En este sitio hay muy probablemente una gran concentración de esfuerzos tal y como se evidencia en la disposición de las fallas, lo que permite clasificar este gran bloque como un lomo de presión (pressure ridge). El deslizamiento propiamente dicho parece estar controlado estrechamente por las dos fallas menores (orientada al N28°0 y N73°0), que son parte de este contexto tectónico y forman el límite nororiental del bloque definido arriba.

El gran terremoto de los Andes se produjo en el año 1894, alcanzó una magnitud de 7.1 y su posible epicentro se localiza, en base a evidencias históricas, a pocos kilómetros de este bloque tectónico, lo que hace viable preguntar al igual que le caso anterior, ¿no habrá una relación entre este sismo y la parte más reciente del deslizamiento de Chiguará?

CONCLUSIONES

Entre los aspectos más importantes en la identificación de los mecanismos generadores y en el establecimiento del cuadro temporal en la evolución de los movimientos de masa se encuentran la evaluación de las condiciones geomorfológicas, la definición de las características hidrológicas y la determinación de las propiedades geotécnicas del material involucrado, y en especial los cambios inducidos por eventos sísmicos, precipitaciones anómalas, influencias antrópica o cualquier otro elemento que contribuya a desestabilizar las vertientes. Desafortunadamente en los Andes venezolanos los registros o evidencias históricas son generalmente escasos o deficientemente sustentados, por lo que este tipo de información, de particular importancia en el estudio de los riesgos naturales, debe ser interpretada cuidadosamente.

Tres grandes movimientos de masa han sido analizados en el segmento de falla de Boconó comprendido entre el río Aracay hasta Estánques. El deslizamiento de Buena Vista (Aracay), sin duda el mejor documentado, no parece relacionarse con un evento sísmico en particular, no obstante que el efecto directo de un plano de cizalla creó las condiciones que dieron origen a este movimiento, es posible demostrar, en este caso, que la orientación del plano de la falla y las propiedades geotécnicas del substratum controlaron las condiciones geohidrológicas que determinaron la cinemática del deslizamiento.

La ubicación de los deslizamientos de La González y Chiquará en los extremos de una cuenca de tracción subraya la importancia de relacionar las características tectónicas del área con la geometría de la ruptura, orientados a establecer una posible relación entre la configuración de las vertientes, la morfología de los deslizamientos y la orientación de los campos de esfuerzo. El deslizamiento de La González se ha desarrollado ampliamente en la sección distal del abanico aluvial de San Juan como resultado de una serie de deslizamientos rotacionales regresivos (retrogressive slumping), donde la influencia de un sistema de fallas recientes sobre la distribución y regulación de los caudales de una serie de manantiales que afloran a todo lo largo de la escarpa de la corona ha sido determinante en el origen de este movimiento. El deslizamiento de La González se orienta en el mismo sentido de los campos de esfuerzos (actuales) detectados en el área (esfuerzos compresivos de dirección preferentemente noroeste-sureste) (M. Rengifo, Comunicación Personal, 1990). Este deslizamiento ha dado origen a un terreno altamente caótico, con numerosos bloques rotados (con algunas entrampadas) y depósitos de flujos inducidos por la matriz limo-arcillosa del material parental (sedimentos de abanico). No debe descartarse un probable origen sísmico como mecanismo detonante de este gran deslizamiento de La González.

El deslizamiento de Chiquará, ubicado al otro extremo de la cuenca de tracción de La González, luce un estrecho control estructural. Este deslizamiento se ubica en un gran bloque tectónico (lomo de presión), donde la dirección de los esfuerzos (compresivos) se orienta de este a oeste. (M. Rengifo, comunicación Personal, 1990): en ambos de la cuenca se detectan dos grandes fallas de rumbo N45°E y cuya influencia en las variaciones de los campos de esfuerzos de esta región parecen altamente significativos (Ferrer, 1990b; en preparación). El deslizamiento de Chiquará, movimiento de tipo rototraslacional y rotacional en su sección terminal, tiene un origen complicado: En la corona el contacto tectónico entre esquistos y cuarcitas con calizas y arcillas/lutitas ha facilitado el represamiento del agua subterránea por estas últimas y muy probablemente generó grandes presiones de poro sobre las primeras, la sección media se caracteriza por el desarrollo de flujos saturados y una reptación progresiva, mientras que la parte distal la rotación de grandes bloques de conglomerados y areniscas marcan claramente la topografía. En el deslizamiento de Chiquará la influencia tectónica y litológica explica la cinemática del desplazamiento, el cual se ha venido acelerando tanto por influencias sísmicas como por las condiciones especialmente húmedas de las vertientes que conforman su área de despegue (corona).

Como ha sido señalado con anterioridad, el estudio de las relaciones entre los movimientos de masa y sus condiciones físicas, así como la definición de sus límites críticos o niveles de susceptibilidad, encuentran su principal aplicación en el campo de la planificación física. El deslizamiento de Buena Vista (Aracay) amenaza acortar la vida útil de un importante desarrollo hidroeléctrico; el deslizamiento La González puede interrumpir las comunicaciones entre las ciudad de Mérida y El Vigía, al afectar su carretera, mientras que el deslizamiento de Chinguará, amenaza una población aproximada de 2.500 a 2.600 habitantes (Jorge Zambrano L., Comunicación Personal, 1990). Estas situaciones pueden verse agravadas en el caso de la ocurrencia de un evento natural extremo (sismo, lluvias excepcionales, etc.), lo que subraya la importancia de una evaluación científicamente orientada en el estudio de estos grandes movimientos de masa.

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento de este proyecto se debe al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (Proyecto: F0-224-89). Deseo agradecer muy especialmente a Magali Rodríguez por su eficiente trabajo secretarial y a Luis Dugarte por la elaboración de los gráficos que acompañan al trabajo.

REFERENCIAS CITADAS

Campbell, R.H., Varnes, D.J., Fleming, R.W. Hampton, M.H., prior, D.B., San grey, D.A., Nichols, D.R. y Brabb, E.E. 1985. Landslide classification for identification of mud flows and other landslides. En: R.H. Campbell (Editor), Feasibility of a nationwide program for the identification and delineation of hazards from mud flows and other landslides. U.S. Geological Survey, Open-File Report 85-276: AI-A24.

Ferrer, O.C. 1990a. Características y efectos geomorfológicos de un deslizamiento asociado con la traza de la falla de Boconó. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Universidad de Los Andes, Mérida, Trabajo de Ascenso, 93 p. Inédito.

_____ 1990b. Evolución geológica de un abanico aluvial Pleistocénico en los Andes venezolanos. XL Convención anual de la Asoc. Ven. Para el Avance de la Ciencia (Cumaná): Resumen.

Ferrer, O.C. y Dugarte, B.M. 1988. Estudio geomorfológico del foco erosivo 'El Volcán?' (deslizamiento de Buena Vista), cuenca del río Aracay, estado Mérida. Mérida, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales (Universidad de Los Andes) – C.A. de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE): 146 p. (Informe Inédito).

_____ 1989. Aspectos geomórficos de un deslizamiento asociado con la traza de la falla de Boconó. Acta Cient. Venez., 40 (Sup.1): p. 104 (Resumen).

_____ 1990. Condiciones de vertiente y estabilidad relativa: estudio de caso en la cuenca del río Aracay, andes venezolanos. Rev. Geog. Venez. 32 (2): En Prensa.

Fiedler, G. 1961. Areas afectadas por terremotos en Venezuela. Boletín de Geología (Venezuela), Pub. Esp. No. 3, T. IV: 1791-1814.

Lagardera, S.M. 1982. Proyecto control del deslizamiento ¿El Volcán de Melitón?, Aracay estado Mérida. Mérida, Convenio MARNR-CADAFE: 67 P. (Inedito).

Ruzzante, G.E. 1980. Reconocimiento geológico del deslizamiento 'El volcán' río Aracay – presa Santo Domingo, estado Mérida. Caracas MARNR, Serie Informes Técnicos DGI/IT/67: 11P. (Inédito).

Shubert, C. 1980. Late Cenozoic pull-apart basins, Boconó fault zone, venezuela Andes. J. Struct. Geol., 2:463-468.

_____ 1982. Cuencas de tracción en los Andes merideños y en las montañas del Caribe, Venezuela. Acta Cient. Venez., 33: 389-395.

_____ 1984. Basin formation along the Boconó-Morón-El Pilar fault system, Venezuela. J. Geophys. Res., 89: 5711-5718.

Singer, A.M. Rojas, C. Y Lugo, M. 1983. Inventario Nacional de Riesgos geológicos. Estado preliminar. Caracas, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS): 128 p.

Tricart, J. Y Michel, M. 1963. Monographie et carte géomorphologique de la région de Lagunillas (Andes Vénézuéliennes). Rev. De Géom. Dynamique, xvE Anné : 1-33.

Vernes, D.J. 1978. Slope movements, types and processes. En: R.L. Schuster y R.J. Krizek (editores). Landslides; Analysis and Control. National Academy of Science Transportation Research Board, Special Report, 176:11-33.