

**INVENTARIO DE SISMOS HISTORICOS EN COLOMBIA QUE HAN  
GENERADO MOVIMIENTOS EN MASA**

**PILAR SOFIA VILORIA AHUMADA<sup>1</sup>**

Universidad Nacional de Colombia sede Medellín  
Grupo de Investigación en Geología Ambiental GEA  
[psvilloriaa@unal.edu.co](mailto:psvilloriaa@unal.edu.co)

**RESUMEN**

Los sismos pueden generar, además de su característico movimiento vibratorio, una serie de efectos inducidos que dan lugar a grandes deformaciones y rupturas, no sólo en las estructuras civiles, también en el terreno, y logran ser inclusive iguales o más perjudiciales que la falla de una estructura civil debido a que actúan en mayor escala. Éste trabajo plantea un inventario de información registrada de los movimientos en masa asociados a los sismos históricos del país para la realización de un mapa preliminar de Movimientos en Masa por sismos históricos en Colombia, además, un análisis de estos efectos con relación al Mapa de Amenaza Sísmica de Colombia y el Mapa de amenaza relativa por movimientos en masa de Colombia a partir de la construcción de una base de datos en donde se discriminó la información en la que se encuentra registro de sismo con movimiento en masa asociado, su magnitud y las zonas más afectadas por movimientos en masa, consecutivamente se procedió a obtener las coordenadas de los lugares donde se presentaron y se ubicaron los puntos en que hay registro de movimiento en masa asociado en el mapa de Colombia obteniendo así un mapa que contenga los puntos que presentaron influencia de movimiento en masa por los sismos históricos de Colombia.

**PALABRAS CLAVES:** sismos históricos, movimiento en masa, amenaza sísmica, inventario, registro histórico.

## **INTRODUCCIÓN**

Los deslizamientos son unas de las amenazas colaterales más importantes asociadas a los sismos, Colombia ha sufrido estos efectos a lo largo de su historia. Sin embargo, no han sido lo suficientemente consignados probablemente debido a que muchas de éstas se han presentado en áreas rurales, lo que representa una mayor dificultad para el registro histórico, debido a la poca o nula presencia de población letrada que pueda consignar los hechos en las diferentes épocas, a diferencia de los daños presentados en infraestructura de buena referencia como las iglesias, casas, minas, entre otros que si han tenido un registro histórico considerable y que han contribuido mucho en el desarrollo de la ingeniería sísmica.

Éste trabajo se desarrolló a partir de una revisión bibliográfica de artículos científicos, la base de datos de sismos históricos del Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS) hoy conocido como Servicio Geológico Colombiano, estudios de la sismicidad histórica colombiana y desastres históricos. A partir de lo anterior, se construyó una base de datos en donde se discriminó la información en la que se encuentran registros de sismos con movimientos en masa asociados, su magnitud y las zonas más afectadas por movimientos en masa, quedando una serie de 48 eventos en donde como mínimo hay registro de un movimiento en masa asociado, se procedió a obtener las coordenadas de los lugares donde se presentaron estos movimientos en masa con el uso de Google Earth, se ubicaron los puntos en que hay registro de movimientos en masas asociado a sismo en el mapa de Colombia utilizando el sistema de información geográfica ArcGIS v10.0 y con lo anterior se obtuvo un mapa con los puntos que presentaron influencia de movimiento en masa por los sismos históricos de Colombia.

Se superpuso el mapa de Amenaza Sísmica con el mapa que contiene los puntos en donde se han generado movimientos en masa por los sismos históricos de Colombia, lo que permitió obtener las coincidencias entre los movimientos en masa asociados a sismos históricos con las diferentes zonas de amenaza relativa por amenaza sísmica en Colombia.

## **MOVIMIENTOS EN MASA POR SISMOS**

Dos de los fenómenos directamente relacionados son los sismos y los movimientos en masa. Los sismos son uno de los desencadenantes más comunes para los desprendimientos de tierra en zonas de montaña, éstos deslizamientos pueden ser enormemente destructivos y causar una gran pérdida de vidas (Keller y Blodgett, 2004).

Un movimiento en masa puede ser definido como todo desplazamiento hacia abajo (vertical o inclinado en dirección al pie de la una ladera) de un volumen de material litológico importante, en el cual el principal agente es la gravedad (Vargas, 2000); sin embargo los sismos producen aceleraciones horizontales y verticales sobre el terreno que afectan la estabilidad de laderas y taludes, debido a que triplican el efecto cortante existente en la masa rocosa a lo largo de la superficie del potencial deslizamiento, produciendo una súbita ruptura de las laderas de vertiente o un agrietamiento cosísmico, generando así un movimiento en masa. Éstos movimientos en masa pueden presentarse desde magnitudes intermedias en escala de Richter (Tabla 1.), pero en éstos casos cobra más importancia la intensidad del sismo, que aplica a la identificación del grado de destrucción o efectos

locales de un sismo. La intensidad, que es una medida relativa de la fuerza sísmica en un punto determinado, depende de la magnitud del sismo, la profundidad de la zona de liberación de energía, de las características físicas locales del sitio y la distancia del sitio al área epicentral, se puede medir utilizando la escala propuesta por Mercalli (1902) (Suarez, 2009).

Las características de estos movimientos en masa dependen de la naturaleza de los esfuerzos generados por los sismos, además de la fuerza gravitacional. Estos tienen una dinámica específica que permite que los materiales movilizados se extiendan en un área mayor debido a la perturbación generada por los efectos vibratorios de los sismos (García, 2003).

Tabla 1. Posibilidad de deslizamientos causados por sismos (Keefer, 1984).

Magnitud del Sismo	Tipo de deslizamiento producido
4.0	Caídos de roca, deslizamientos de roca, caídos de suelo y alteración de masas de suelo.
4.5	Deslizamiento de translación, rotación y bloques de suelo.
5.0	Flujos de suelo, esparcimientos laterales, deslizamientos subacuáticos.
6.0	Avalanchas de roca.
6.5	Avalanchas de suelo.

Fuente: Keefer, 1984.

Para determinar la menor intensidad para deslizamientos, se agruparon en tres tipos principales: deslizamiento de suelos por ruptura y caídas, deslizamientos coherentes y corrimientos laterales y flujos. La intensidad mínima en la escala de intensidad de Mercalli Modificada es predominante para deslizamiento de suelos por ruptura y caídas fue VI, y la mínima intensidad reportada fue IV. La intensidad mínima predominante para deslizamientos coherentes, corrimientos laterales y flujos, fue VII, y la mínima intensidad reportada fue V (García, 2003).

Según investigaciones realizadas por Keefer (1984) se estimó el número de deslizamientos producidos por 40 sismos históricos, con rangos en magnitud de Richter de 5,2 a 9,5, que ocurrieron en el norte y sur de América, Asia, Sur de Europa, Medio Este e Islas del Pacífico. Lo realizado por Keefer en 1984 indica que los sismos con magnitud menores que 6,0 producen menos de 1.000 deslizamientos, magnitudes entre 6,0 y 7,0 típicamente generan de unos pocos cientos a más de 10.000 deslizamientos, y sismos con magnitud mayores a 7,0 podrían producir deslizamientos alcanzando desde unos cuantos a más de 100.000 (Vargas, 2002).

Colombia a lo largo de su historia ha sido afectada por sismos con epicentros al exterior del país desde Ms 8,8 (sismo de 1906 en Esmeraldas, Ecuador) y 7,8 (sismo de 1882 en el norte de Panamá) que han tenido grandes efectos en Colombia y sismos dentro del territorio nacional desde Ms 8,1 (sismo de 1979 en Tumaco, Nariño) y de 7,2 (sismo de 1992 en Murindó, Chocó-Antioquia), sin embargo los estudios de amenaza sísmica del país surgieron a raíz del terremoto de Popayán en 1983, donde se iniciaron estudios sistemáticos a nivel nacional y regional, en los cuales los estudios históricos han hecho aportes importantes (Espinoza, 2003), por lo cual desde hace poco se lleva un registro más completo de los efectos de los sismos en el territorio Colombiano.

## **DISCUSIÓN**

El producto principal de este trabajo es la realización de un primer mapa preliminar de movimientos en masa por sismos históricos de Colombia (Figura 1), similar a lo realizado por Alva y Chang (1987) para Perú.

Luego de la revisión bibliográfica sólo fue posible encontrar registro histórico de 81 puntos donde hubo deslizamiento asociado a algún sismo histórico importante entre 1644 y 2008, sin embargo la información específica reportada es poca ya que el Terremoto de Páez el 6 de Junio de 1994 tuvo más de 3000 deslizamientos en taludes según Suárez (1998), pero en la última actualización de la base de datos de sismos históricos del Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS) hoy conocido como Servicio Geológico Colombiano, realizada por Sarabia y Cifuentes (2009) sobre el evento de Páez se reportaron las coordenadas de 16 movimientos en masa, lo que nos muestra un vacío en los reportes de información sobre los efectos en la naturaleza de los sismos históricos de Colombia, sin embargo es uno de los que se encuentra mejor reportado ya que en promedio cada evento es proveedor de uno a dos puntos en el cual hubo movimiento en masa.

Los puntos se encuentran en general distribuidos a lo largo de los Andes colombianos, y algunos en la Serra Nevada de Santa Marta, debido a la composición montañosa de grandes vertientes y cañones (Khobzi y Usselmann, 1974) son zonas propensas a deslizamientos (Cardona y Yamín, 2007), el mapa de la figura 1 se superpuso con el mapa de amenaza sísmica de Colombia, se obtuvo que podemos encontrar movimientos en masa asociados a los sismos históricos en las diferentes en zonas de amenaza sísmica, 33 en zonas de amenaza sísmica intermedia, 47 en zonas de amenaza sísmica alta y 1 en zona de amenaza sísmica baja (Figura 2).

Figura 1. Mapa preliminar de movimientos en masa por sismos históricos de Colombia.

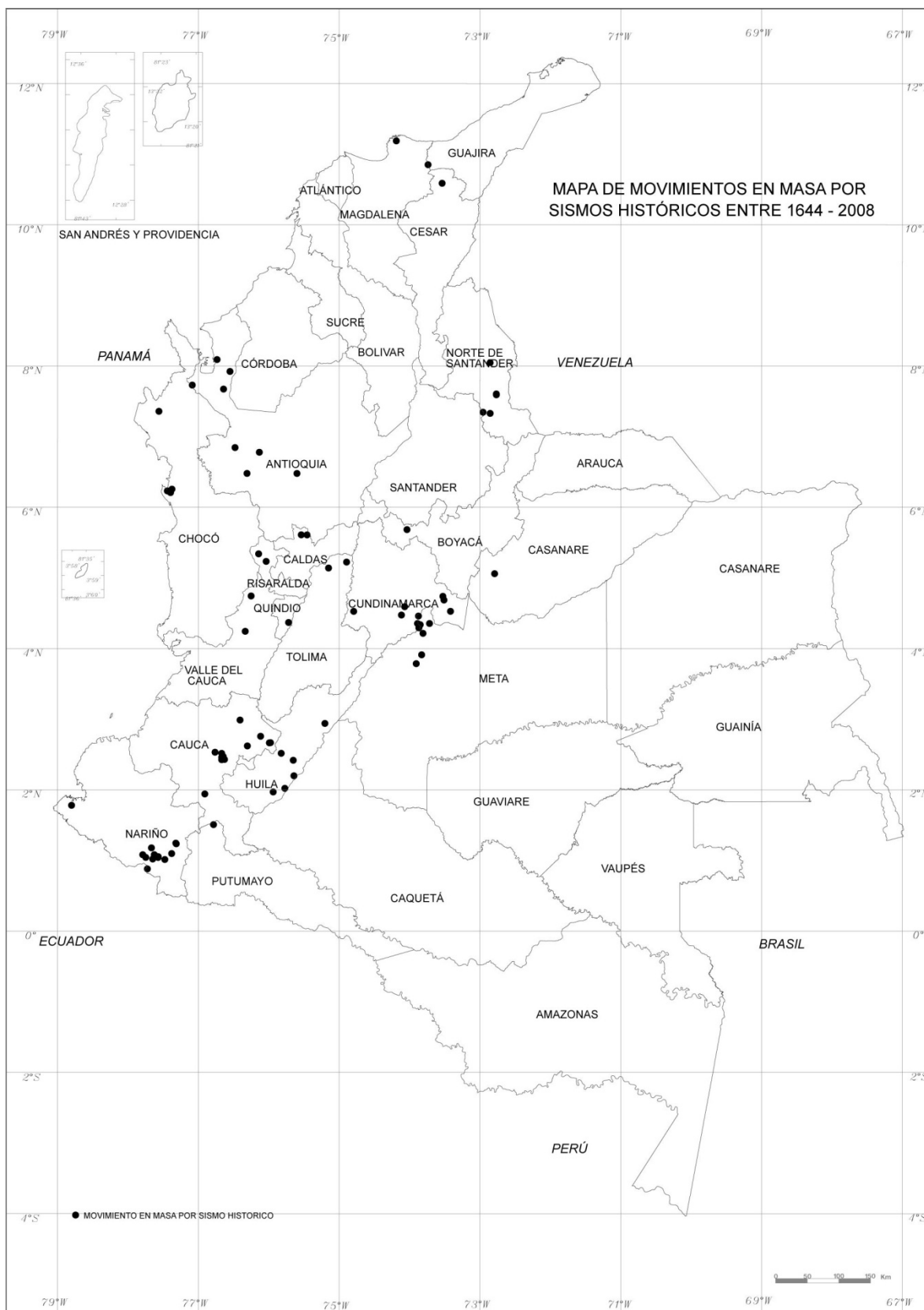
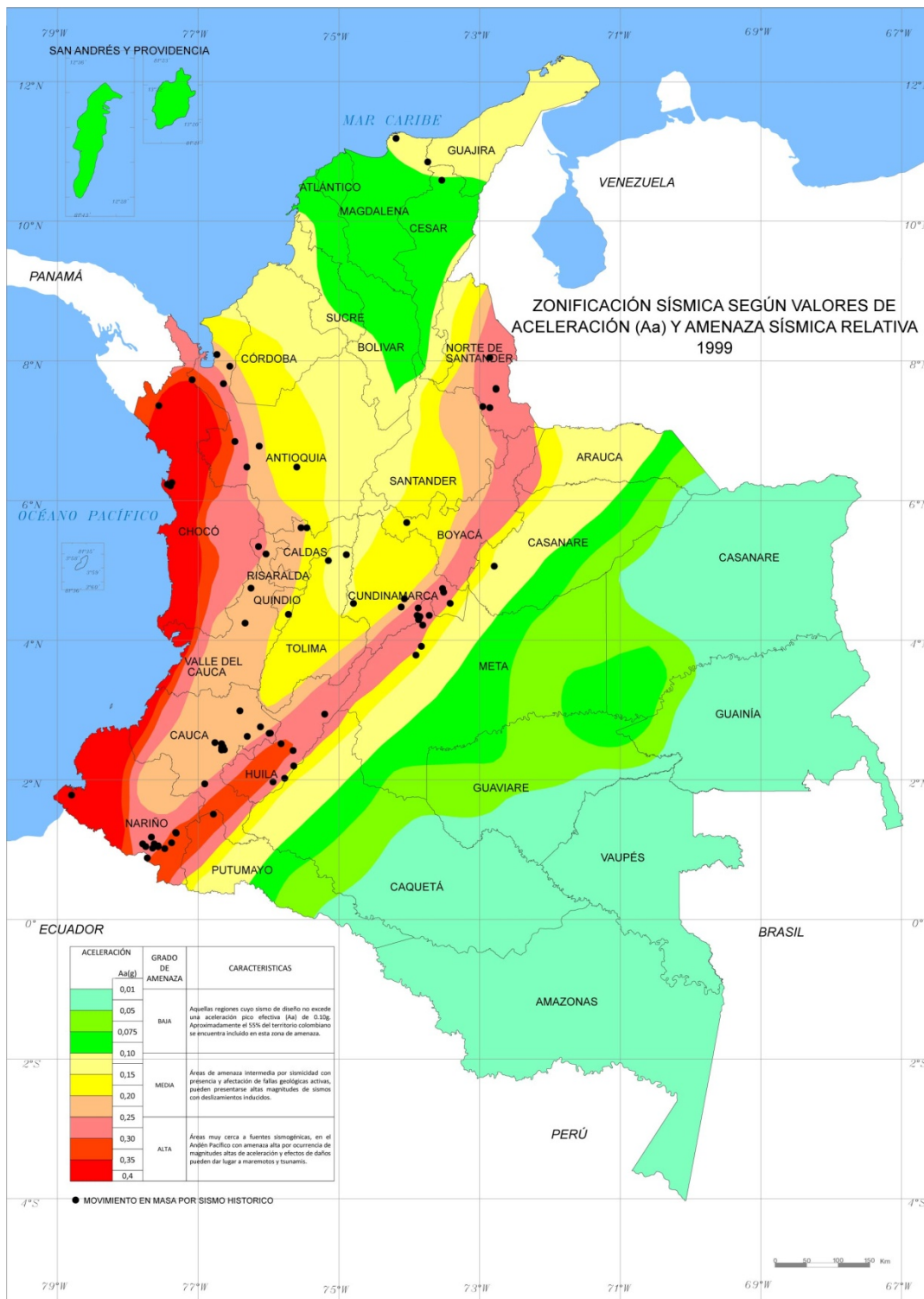


Figura 2. Movimientos en masa por sismos históricos en el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia (INGEOMINAS, 1999).



Fuente: INGEOMINAS, 1999.

## CONCLUSIONES

- Se debe llevar un mejor registro histórico a los efectos de los sismos en la naturaleza, ya que Investigaciones realizadas por Keefer (1984) nos muestran que sismos de magnitudes mayores a 5 pueden ser detonantes de decenas hasta miles de movimientos en masa, y a lo largo de la historia del país se han presentado pero no se han encontrado registros históricos que lo comprueben.
- La realización del inventario y del mapa es la primera etapa de lo que debe ser una mayor investigación que complemente lo presentado, una segunda etapa exigiría una investigación más local y la búsqueda de registros históricos detallados y específicos.
- El resultado del análisis con la superposición de mapas de Movimiento en Masa por Sismos Históricos con el Mapa de Zonificación Sísmica de Colombia INGEOMINAS (1999), muestra buena congruencia, además, que el fenómeno de movimientos en masa asociados a sismos se ha producido en el país, mayoritariamente en la zona sur de la Región Andina debido a su relieve montañoso de grandes pendientes y actividad sísmica alta al igual que en el límite de la región Andina y la región del pie de monte llanero.
- Sin embargo el análisis comparativo revela que es posible encontrar casos de movimiento en masa por sismos en la región Caribe en la zona que comprende la Sierra Nevada de Santa Marta que presenta amenaza sísmica baja e intermedia y en la zona central de la región Andina que presenta amenaza sísmica intermedia, lo cual refleja que es necesario tener en cuenta este criterio para la evaluación de la amenaza sísmica en el país.

## BIBLIOGRAFÍA

ALVA H., Jorge E., CHANG CH., Luis A. Mapa de Áreas de deslizamientos por sismos en el Perú. V Congreso Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Lima, 1987.

CARDONA A., Omar D., YAMÍN L., Luís E. Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco países: Colombia. Naciones Unidas y BID, Ciudad de México, 2007.

DIMATÉ C., María C., CIFUENTES, Hernán, SARABIA, Milena. Sismicidad Histórica y Estudios Macrosísmicos de los Colombia. INGEOMINAS, Bogotá, 2008.

ESPINOZA B., Armando, La Sismicidad Histórica en Colombia. Revista Geográfica Venezolana, v. 44(2), p. 271–283, 2003.

GARCIA L., Carolina. Zonificación de Riesgo de deslizamientos activados por sismos en la zona del Poblado entre el Tesoro y vía Las Palmas. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2003.

Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS), Zonificación Sísmica según valores de Aceleración (Aa) y Amenaza Sísmica Relativa, 1999.

KEEFER, David K. Landslides caused by earthquakes. Geological Society of America Bulletin, v. 95, p. 406-421.1984.

KELLER, Edgar H. y BLODGETT, Robert H. Riesgos Naturales. Pearson Education S.A. Madrid, 2004.

KHOBZI, J., USSELMANN, Pierre, Problemas de geomorfología en Colombia. Boletín del Instituto francés de Estudios Andinos

RAMIREZ, Jesús E., Historia de los terremotos en Colombia. Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. Bogotá, 1975.

SARABIA G., Ana M., CIFUENTES A., Hernán G., ROBERTSON, Kim., Análisis histórico de los sismos ocurridos en 1785 y en 1917 en el centro de Colombia. Cuadernos de Geografía, Bogotá, v. 19, p. 153-162, 2010.

SARABIA G., Ana M., CIFUENTES A., Hernán G. Estudio Macrosismico del sismo del 6 de Junio de 1944, Páez (Cauca). INGEOMINAS. Bogotá, 2009.

SUÁREZ D., Jaime, Deslizamientos – Análisis Geotécnicos. Universidad industrial de Santander, Bucaramanga, 2004.

SUÁREZ D., Jaime, Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en zonas tropicales. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 1998.

VARGAS A., Jean Paul. Deslizamientos inducidos por sismos y sus efectos en abanicos aluviales. Instituto Geofísico del Perú, v.3, p. 125-136. 2002.

VARGAS C., Germán. Guía Técnica para la Zonificación de la Susceptibilidad y la Amenaza por Movimientos en Masa. Proyecto Río Gautiquía (GTZ – Secretaría del medio Ambiente). Villavicencio, 1999.