

ARCHIVO

**MICHEL HERMELIN ARBAUX
ESCRITOS**

**Algunos problemas de inestabilidad en el
Valle de Aburrá.
1990**

MHA - 81

norma

Cod. 510882

Carpeta de Aletas
Libro de Acidos

**III CONFERENCIA DE RIESGO GEOLOGICO
DEL VALLE DE ABURRA**

GUIA DE EXCURSION

**ALGUNOS PROBLEMAS DE INESTABILIDAD
EN EL VALLE DE ABURRA**

BUSTAMANTE .M.

LOPEZ, F.

HERMELIN, M.

Medellín, abril de 1990



universidad
EAFIT

I Conferencia Colombiana de Geología Ambiental
I Seminario Andino de Geología Ambiental
III Conferencia de Riesgos Geológicos del Valle de Aburrá
Abril 30 - Mayo 2 de 1990

fz

**III CONFERENCIA DE RIESGO GEOLOGICO
DEL VALLE DE ABURRA**

GUIA DE EXCURSION

**ALGUNOS PROBLEMAS DE INESTABILIDAD
EN EL VALLE DE ABURRA**

BUSTAMANTE ,M.

LOPEZ, F.

HERMELIN, M.

Medellín, abril de 1990

Organizadores: Sociedad Colombiana de Geología, Association of Geoscientists
For International Development (AGID), INGEOMINAS, U. EAFIT, Sociedad Antioqueña de
Ingenieros y Arquitectos (SAI) - Dirección: Coordinador, Conferencia Geología Ambiental
A.A. 3300 Medellín - Colombia - Tel: 266 05 00 - Fax: 266 42 84

CONTENIDO

- 1- LA CIUDAD
- 2- EL MEDIO I CONFERENCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL
- 3- LA PROBLEMA I SEMINARIO ANDINO DE GEOLOGIA AMBIENTAL
- 4- EL III CONFERENCIA DE RIESGOS GEOLOGICOS DEL VALLE DE ABURRA
- 5- EL DESLIZAMIENTO Medellin Abril 30-Mayo 2 de 1990
- 6- EL BARRIO DOCE DE OCTUBRE
- 7- BIBLIOGRAFIA

GUIA DE EXCURSION A ALGUNOS SITIOS CON PROBLEMAS AMBIENTALES EN LA CIUDAD DE MEDELLIN

POR: MAURICIO BUSTAMANTE P *
 MICHEL HERMELIN **
 FRANCISCO LOPEZ ***
 INGENIEROS GEOLOGOS

* CONVENIO PNUD-ALCALDIA DE MEDELLIN PREVENCION Y ATENCION DE EMERGENCIAS
 PALACIO MUNICIPAL ALPUJARRA Of. 1208 MEDELLIN.

** HERMELIN & ASOCIADOS LTDA-UNIVERSIDAD EAFIT.
 A.A: 56213 MEDELLIN

** UNIVERSIDAD EAFIT. A.A: 3300 MEDELLIN

CONTENIDO

- 1- LA CIUDAD
- 2- EL MEDIO NATURAL
- 3- LA PROBLEMÁTICA URBANA
- 4- EL DESLIZAMIENTO DE VILLATINA
- 5- EL DESLIZAMIENTO DE LAS MARGARITAS
- 6- EL BARRIO DOCE DE OCTUBRE
- 7- BIBLIOGRAFIA

Fig 6. Vías de evacuación en zonas de amenaza en la quebrada Iguaná (Come, 1990)

Fig 7. Área afectada y cicatriz del movimiento de masa en el sector Las Margaritas

Fig 8. Localización del Barrio 12 de Octubre.

Fig 9. Zonificación según la estabilidad en el Barrio 12 de Octubre. (Egeo, 1984)

Lista de figuras.

Fig. 1. Ciudad de Medellin.

Fig. 2. Mapa geológico (Botero, 1963).

Fig. 3. Localización en la Ciudad de los sitios a visitar.

Fig. 4. Perspectiva del deslizamiento de Villatina (tomado de Bustamante, 1987)

Fig. 5. Zonas urbanas del Barrio Villatina expuestas a riesgo (tomado de Bustamante, 1987)

Fig. 6. Vias de evacuación en zonas de amenaza en la quebrada Iguaná (Come, 1990)

Fig. 7. Area afectada y cicatriz del movimiento de masa en el sector Las Margaritas.

Fig. 8. Localización del Barrio 12 de Octubre.

Fig. 9. Zonificación según la estabilidad en el Barrio 12 de Octubre. (Egeo, 1984)

1. LA CIUDAD.

El crecimiento de la zona urbana se aprecia en la figura 1 donde muestra la evolución de los barrios con respecto al actual límite Medellín (Fig. 1) fue fundada en 1616, fecha relativamente tardía con respecto a la ciudad que la precedió en el lugar de preminencia del departamento de Antioquia: Santa Fé de Antioquia (1541). Inicialmente dedicada a la agricultura y a la ganadería, se transformó rápidamente en un centro de comercio regional con conexiones extranjeras, vocación que ha conservado desde ese entonces. A partir de las dos primeras décadas de este siglo, se inició un desarrollo industrial que no se ha detenido y que ha traído nuevos habitantes de todo el país.

El cuadro No 1 muestra el aumento de la población de Medellín desde principios del siglo pasado (Echavarría, 1989):

CUADRO No 1

VARIACION DE LA POBLACION DE MEDELLIN EN MILES DE HABITANTES

1825	13	1918	79
1823	15	1928	120
1843	18	1938	168
1851	22	1851	358
1870	30	1964	773
1883	37	1973	1152
1905	60	1985	1542
1912	66		

incluyen (Castro, 1962; Restrepo y Toussaint, 1964); (Fig. 2)

El crecimiento de la zona urbana se aprecia en la figura 1 donde aparece la evolución de los barrios con respecto al actual límite construido.

2. EL MEDIO NATURAL

Medellín se encuentra situada en una depresión intramontana, de sentido norte-sur, perteneciente a la Cordillera Central colombiana y denominada Valle de Aburrá, a unos 1.500m de altura. El valle esta rodeado por restos de superficie de erosión a unos 2000m y elevaciones que pueden llegar a 3000m; se encuentra en la prolongación del sistema de Falla de Romeral y su origen es probablemente tectónico (Hermelin, 1983).

Un corte transversal generalizado del Valle de Aburrá muestra básicamente tres zonas con pendientes bastante características:

- En la zona superior, pendientes de muy fuertes a subverticales derivadas de rocas cristalinas in situ con un grado variable de meteorización.

- La zona media esta formada por pendientes fuertes a intermedias, en su mayoría localizadas sobre depósitos de flujos de lodo y escombros y depósitos torrenciales.

- la zona central del valle es la llanura aluvial del Río Medellín.

Las rocas cristalinas que forman el núcleo de la Cordillera a la altura de Medellín, y que afloran en los alrededores de esa ciudad incluyen (Botero, 1963; Restrepo y Toussaint, 1984): (Fig.2).

- granodioritas del Batolito Antioqueño (Cretáceo)
- dioritas del Plutón de Altavista (Jurásico)
- serpentinitas y dunitas (Mesozoico, intruidas por el Batolito Antioqueño).
- rocas metamórficas (neises y anfibolitas) de la Formación Ayurá Montebello (Paleozoico Superior).

Medellín tiene una temperatura media de 21oC, sin mayores variaciones durante el año. Las precipitaciones cambian, por causa de los vientos dominantes, del norte (1300mm aprox.) al sur (2300mm en Caldas); existen dos épocas marcadas de lluvias intensas: Abril-Mayo y Octubre-Noviembre, que coinciden con un recrudecimiento de inundaciones y de movimientos de vertiente.

1. 1850, destrucción del poblado de Ana al occidente de la ciudad. La vegetación que cubría la región antes de su urbanización era boscosa, excluyendo las pendientes sub-verticales y posiblemente algunas áreas con saprolito lateritizado derivado de serpentinita.

2. 1954, deslizamiento de Media Luna al oriente de Medellín, con

3. LA PROBLEMATICA URBANA

La ciudad de Medellín, reconocida como la segunda en importancia de Colombia, alberga un gran conglomerado de población urbana, localizada sobre un territorio que posee evidentes limitaciones y barrera física para su desarrollo; además ha sido objeto de procesos acelerados de urbanización, con variaciones conflictivas en la forma de apropiación del espacio urbano disponible y una fuerte demanda de tierras para uso residencial.

La escasez de éstas y sus condiciones topográficas y

geomorfológicas, unidas a los bajos ingresos de la población, y el crecimiento de la ciudad, con pérdidas económicas estimadas en 3 mil millones de pesos (US\$ 3.500.000 aprox.) (Dustamante, 1988). Surgimiento de invasiones, barrios piratas y asentamientos espontáneos conocidos como barrios subnormales.

La planeación oficial se quedó corta en los procesos de ordenamiento del territorio y el resultado de la ocupación indiscriminada de terrenos en una alta recurrencia de desastres ocasionados por fenómenos naturales, con un costo social y político cada vez mayor. De las tragedias ocurridas en el perímetro urbano actualmente vigente de la ciudad, las más publicitadas por su magnitud son:

1. 1880, destrucción del poblado de Ana al occidente de la ciudad, debido a una creciente torrencial de la Quebrada Iguaná, tristemente celebre por los desastres periódicos que ocasiona.

4. El Deslizamiento de Villatina

2. 1954, deslizamiento de Media Luna al oriente de Medellín, con más de 150 víctimas fatales.

3. 1974, deslizamiento de Santo Domingo, al nororiente de la ciudad, con mas de 30 viviendas precarias destruidas y unas 150 víctimas fatales.

4. 1987, deslizamiento de Villatina al oriente de Medellín, con mas de 100 viviendas consolidadas destruidas y unas 500 víctimas fatales.

5. 1988, crecientes destructoras de 5 quebradas que inundaron un

La zona urbana destruida, con un área calculada de 8.900 metros
tercio de la ciudad, con pérdidas económicas estimadas en 3 mil
cuadradas estaba conformada por una urbanización pirata con más de
millones de pesos (US\$ 8.500.000 aprox.) (Bustamante, 1988).
esta zona de asentamiento y de desarrollo progresivo, con casi todas
las viviendas consolidadas (construcción en material permanente).
Sin embargo las catástrofes cotidianas, ocasionadas por
legalizadas por Planeación Metropolitana. Este sector no había
inundaciones locales y movimientos de masa puntuales, muestran la
presentado problemas de estabilidad puntual en el pasado reciente
urgencia de políticas agresivas para el ordenamiento territorial y
(Bustamante, 1987). La ladera adyacente, fuera del perímetro urbano,
el control efectivo de la forma de ocupación de los terrenos. En
no había sido incluida en estudios previos de geología y
la última década (1979-1989) se reportaron a la administración y a
geomorfología detallada que permitieran prever el desastre.
los organismos de socorro locales un total de 1000 desastres
debidos a obstrucción de canos y quebradas, deslizamientos y
A raíz del deslizamiento se efectuaron una serie de estudios para
caídas de roca; muchos otros no fueron reportados (Bustamante,
evaluar las causas del fenómeno y las zonas objeto del riesgo
1990, en prensa). En la figura 3 se muestra la ubicación de
inmediato que debían ser evacuadas (UNICORAL, 1987; Palacio, 1987;
Villatina, Barrio Las Margaritas y el barrio Doce de Octubre
Ingeniería, 1987 y Bustamante, 1987).
en la ciudad de Medellín.

Como causas del fenómeno destructor pueden extractarse de los
informes citados los siguientes: las precarias condiciones de

4. El Deslizamiento de Villatina

estabilidad de los apriscos de dunita serpentinizada, fracturada y
El 27 de Septiembre de 1987, siendo aproximadamente las 2:40 de la
disminuida agravada por su localización en laderas fuertemente
tarde se produjo un desprendimiento de tierra en el flanco este
inclinadas, así como la saturación del suelo por aguas lluvias y
del Cerro Pan de Azúcar al oriente de la ciudad de Medellín y por
por las derivadas de una acequia abierta localizada encima de la
fuera del perímetro urbano vigente (Fig. 4). La masa
torena del deslizamiento
desestabilizada descendió rápidamente por la ladera con un
recorrido de unos 500m y afectó la parte alta del Barrio Villatina
Los asentamientos humanos destruidos no tuvieron relación directa
entre las carreras 15 y 17 y las calles 56C y 56E de la
con la generación del fenómeno
nomenclatura oficial urbana de Medellín (Fig. 5). Fueron afectadas
120 viviendas y el número estimado de víctimas es de unas 500
Si mecanismo del deslizamiento se describió como "una ruptura
personas; sólo se rescataron 200 cadáveres (Personería, 1989).
subita y... la masa físicamente se elevó... Al caer, atrapo wire y
descendió por la vertical sobre un patín o colchon de aire"

La zona urbana destruída, con un área calculada de 8.800 metros cuadrados estaba conformada por una urbanización pirata con mas de 40 años de asentamiento y de desarrollo progresivo, con casi todas las viviendas consolidadas (construcción en material permanente), legalizadas por Planeación Metropolitana. Este sector no había presentado problemas de estabilidad puntual en el pasado reciente (Bustamante, 1987). La ladera aledaña, fuera del perímetro urbano, no había sido incluida en estudios previos de geología o geomorfología detallada que permitieran prever el desastre.

A raíz del deslizamiento se efectuaron una serie de estudios para evaluar las causas del fenómeno y las zonas objeto del riesgo inmediato que debían ser evacuadas. (INTEGRAL, 1987; Palacio, 1987; Ingeominas, 1987 y Bustamante 1987).

Como causas del fenómeno destructor pueden extractarse de los informes citados los siguientes: las precarias condiciones de estabilidad de los saprolitos de dunita serpentinizada, fracturada y diaclasada agravadas por su localización en laderas fuertemente inclinadas, así como la saturación del suelo por aguas lluvias y por las derivadas de una acequia abierta localizada encima de la corona del deslizamiento.

Los asentamientos humanos destruidos no tuvieron relación directa con la generación del fenómeno.

El mecanismo del deslizamiento se describio como "una ruptura subita y ... la masa físicamente se elevó... Al caer, atrapo aire y descendio por la vertiente sobre un patin o colchon de aire"

(Bustamante, 1987). La Sociedad Explanaciones J.S. Ltda solicitó a la Secretaría de Obras Públicas Municipales la autorización para Este deslizamiento es muy significativo, ya que marca otro cambio en la concepción oficial del "riesgo" que se ha manejado en la ciudad de Medellín.

Los desastres ocasionados por movimientos de masa eran considerados como fenómenos aleatorios, sin relación territorial clara en la ciudad. A partir de una época invernal relativamente suave en 1985, ocurrieron una serie de deslizamientos destructores en ciertos sectores localizados en terrenos periféricos; la administración municipal, aplicando como metodología de evaluación un inventario de desastres recientes (Bustamante y Echeverry 1984) y la delimitación de las áreas con mayor presión de urbanización espontánea en condiciones precarias, declaró como "zonas de alto riesgo potencial de desastres naturales y de destinación exclusiva para la reforestación" unas 300 hectáreas en o cerca al perímetro urbano vigente (Decreto Metropolitano No 15 de 1985). El principal criterio para la determinación era las condiciones intrínsecas de inestabilidad dentro del perímetro de los asentamientos populares.

El deslizamiento de Villatina, ocurrido dos años después, evidenció claramente que las causas de inestabilidad, generadoras de desastres, pueden también estar localizadas fuera de los centros poblados y que algunos sectores de las laderas pueden desplazarse subitamente centenas de metros hasta afectarlos.

5. EL DESLIZAMIENTO DEL LOTE LAS MARGARITAS. ROBLEDO.

A principios de 1986 la Sociedad Explanaciones J.S. Ltda solicitó a la Secretaría de Obras Públicas Municipales la autorización para botar escombros en un lote de su propiedad, localizado en el kilómetro No 3 de la Via Medellín-San Cristobal conocida como Carretera al Mar.

Con base en las disposiciones del Decreto Municipal 013 de 1985, la Secretaría es la entidad encargada de señalar los lugares de la ciudad que pueden destinarse para disponer "adecuadamente" los botaderos de escombros y señalar e interventoriar las obras de acondicionamiento, disposición y control necesarias para garantizar la estabilidad de esos terrenos.

El permiso respectivo fue renovado periódicamente mediante resoluciones motivadas tal como lo estipula el citado decreto. La Secretaría estableció como obligaciones del operador del botadero las siguientes: nivelación de la zona y establecimiento de pendientes adecuadas, construcción de obras de drenaje requeridas, compactación del material con buldozer, respetar los retiros de quebradas y no interferir con la continuidad vial planeada para el sector.

La fuerte ola invernal que afectó la ciudad de Medellín a partir de Septiembre de 1988 ocasionó una serie de crecientes torrenciales de la Quebrada Iguaná que limita el predio donde está ubicado el botadero en su costado sur. Algunas agrupaciones de pobladores de la zona planteaban que deslizamientos en el botadero habían represado la quebrada; esta afirmación era infundada en la

echa ya que solo se presentaban agrietamientos menores en la masa de escombros. (Fig. 6).

En un informe técnico efectuado para el dueño del botadero en septiembre de 1988 (Osorio y otros, 1988), se describió la zona como conformada por "un flujo de lodo constituido por una matriz limo-arcillosa (70%) de color amarillo rojizo y cantos angulares de roca (30% hasta de 1m de diámetro en su mayoría anfibolita".

Este depósito de flujo de lodo se planteaba como típico de las laderas de Aburra (Osorio y otros, p.4). El terreno conformado por pendientes naturales del orden del 30% se definía como cubierto por una capa de ceniza volcánica de 1 m de espesor ; no se reportaron cicatrices de deslizamientos; con base en calculos geométricos se estimó el volumen potencial del botadero (pendiente final 1 /2H:

IV distribuidos en 2 terrazas) así: terraza I superior 176.492,75m. terraza II inferior de 277.563.55 m . El peso estimado de los escombros era de 499.614.03 toneladas (op cit p 17)

Se recomendaba construir filtros transversal y perpendiculares a la Quebrada y vigilar la pata del talud. Se afirmaba además que en condiciones normales este botadero no ocasionaría problemas de ningun tipo. (op cit p.19).

A principios de 1989, cuando aún no había sido conformada totalmente la terraza No 1 comenzaron a presentarse una serie de agrietamientos que comprometieron no solo la masa del botadero, sino los terrenos localizados ladera abajo, en la margen izquierda de la Quebrada Iguana. (Fig. 7).

En informe técnico efectuado en Enero de 1989 para el dueño del

botadero (Osorio y otros, 1989) se afirmaba que "se evidenció un agrietamiento de considerable magnitud y acelerada "rata" de crecimiento en su espesor... además se encontraron huellas y vestigios de asentamientos anteriores al fenómeno actual" (Osorio y otros, 1989,). Como causas del agrietamiento se planteaban la inexistencia de drenajes superficiales y subterráneos y las "malas propiedades ingenieriles del terreno portante (flujo de lodo)" (Osorio y otros, p.5). Una de las consecuencias probables de este fenómeno era el represamiento potencial de la Quebrada Iguana.

El problema de desestabilización progreso rápidamente y en Abril de 1989 la Comisión Técnica del Comité Metropolitano de Emergencias (COME, 1989) planteaba:

"el sector ha presentado desde hace varios años manifestaciones de inestabilidad que a principios de esta década ocasionaron problemas estructurales al Colegio Pedro Nel Ospina y construcciones vecinas, además el terreno presentaba huellas de un hundimiento a la Quebrada". Como causas del fenómeno: "se ha desarrollado un lleno en una zona con antecedentes de inestabilidad y sin las suficientes precauciones en cuanto a su preparación, drenaje y conformación final del terreno. La existencia de un cauce estacional recubierto por el lleno y sin filtros adecuados. Existencia de una zona pantanosa o laguna tapada con el lleno...Al parecer el volumen de lleno es una sobrecarga para la capacidad de soporte del suelo".

El periódico El Colombiano (Mayo 13 de 1989), citando un informe del COME, advierte sobre el grave peligro que ocasiona el

deslizamiento en el predio del botadero oficial y que puede eventualmente represar a la Quebrada Iguana, con riesgo para los pobladores asentados aguas abajo.

Un estudio geotecnico realizado en Noviembre de 1989 (Hincapié, 1989) y basado en la ejecución de una serie de perforaciones con taladro mecánico permitió detectar una discontinuidad estratigráfica en la ladera, entre 3 y 5 m de profundidad y que corresponde al contacto flujo de lodo superficial-flujo de escombros 1; el material subyacente, de consistencia media a blanda, esta en un estado de flujo plástico.

Entre 6 y 10 metros de profundidad se detectó otra discontinuidad estratigráfica que marca el contacto entre el flujo de escombros 1-flujos de escombros 2.

El modelo de falla definido es "falla paralela translacional a falla de cuna" y se plantea que las condiciones geotécnicas naturales de la zona son de precaria estabilidad, acelerando el deterioro por la sobrecarga del lleno.

Las eventuales consecuencias de ese deslizamiento se relacionan con un represamiento potencial de la Quebrada Iguaná, que tiene una cuenca de drenaje de unas 5096 hectáreas y un caudal promedio multianual de 1.5 m³/seg. La zona de eventual represamiento no está poblada pero aguas abajo de este sitio y en la planicie aluvial de la quebrada, se encuentran ubicados unos 18 asentamientos populares conformados por mas de 1000 familias.

La Quebrada Iguana, en la parte baja de su curso, es conocida por crecientes torrenciales destructoras recurrentes. (Bustamante, 1988; Hermelin y Velásquez, 1984) con graves pérdidas humanas sobre todo en los asentamientos populares que vienen poblando sus riberas desde 1950.

6. EL BARRIO DOCE DE OCTUBRE

Desde 1964 comenzó en el sector un acelerado proceso de invasión y La urbanización Doce de Octubre fue construída por el Instituto de Crédito Territorial (ICT) en la década de los sesenta. Está localizada en la parte nor-occidental de la ciudad de Medellín y rodeada por una serie de barrios piratas y de crecimiento progresivo y una serie de asentamientos de invasión coronan su flanco occidental hacia las vertientes del Cerro El Picacho. (Fig.8). Este conjunto urbano esta construido sobre una ladera de moderada a fuertemente inclinada, formada por una serie compleja de depósitos de vertiente de tipo talud, flujos de lodo y flujos de escombros, subyacidos por saprolitos de anfibolita y cerros rocosos fracturados en un escalonamiento estructural altamente susceptible a caídas de roca, deformación lenta, deslizamientos y asentamientos de terreno.

A raíz de una serie de problemas estructurales en algunas viviendas de la urbanización construida por el ICT, se contrataron a partir de 1982 varios estudios geológicos y geotécnicos con el fin de evaluar las causas del deterioro y definir las obras necesarias para la recuperación de las construcciones. Los

problemas detectados se relacionaron con definiciones en la capacidad portante del terreno, flujos de aguas superficiales y subsuperficiales, presencia de una serie de movimientos de masa previos a la urbanización y el relleno de cauces semipermanentes sin obras de drenaje apropiadas, así como otros problemas de adecuación del terreno. (Fig. 9).

Desde 1984 comenzó en el sector un acelerado proceso de invasión y construcción de vivienda precaria que fue consolidándose en una serie de lotes disponibles periféricos y aún al interior del barrio construido por el ICT. Estos lotes residuales no fueron utilizados inicialmente debido a sus precarias condiciones de estabilidad.

En la actualidad existen numerosos barrios y sectores subnormales en el sector, varios de ellos declarados como "zonas de alto riesgo potencial de desastres naturales" (Decreto Metropolitano No 15 de 1985). Otros han sido identificados como áreas críticas debido a la continua recurrencia de caídas de rocas de las laderas del Cerro el Picacho, deformación y asentamiento del terreno y una serie de deslizamientos destructores.

INFORME No. 1987
Apreciaciones preliminares acerca del deslizamiento de Villatina, por Ariza A y Jasso M., informe inédito Octubre 1987.

INFORME No. 1987
Consideraciones preliminares sobre el deslizamiento de Villatina, Informe inédito Noviembre 1987.

García, V., G. Tobón C., L.C & Jimenez O., J.C., 1988.

7. BIBLIOGRAFIA

Botero, G., 1963.
Contribución al Conocimiento de la Geología de la Zona Central de Antioquia. Anales de la Facultad de Minas, No 57, 101 p.

Bustamante, M. & Echeverry L.M., 1984. Inventario de desastres de origen geológico en el Valle de Aburrá, Memorias I Conferencias Riesgos Geológicos Valle de Aburrá, Medellín.

Bustamante, M., 1987.
Reconocimientos del deslizamiento ocurrido en el Barrio Villatina el 27 de Septiembre de 1987. Boletín de Vías, U. Nacional Manizales, Vol XIV. No 62. p. 39-72.

Bustamante, M., 1988. Los Desastres en Medellín, Naturales?, Memorias II Conferencias Riesgos Geológicos en el Valle de Aburrá, Medellín agosto de 1988.

Bustamante, M., 1990.
Los Desastres Naturales y la Planeación Urbana en Medellín. Tesis para optar el título de Magister en Planeación Urbana, Univ. Nacional, Medellín, en edición.

COME 1987. Comisión Técnica, Comité Metropolitano de Emergencias COME. Informe Técnico sobre el Botadero de Escombros del Barrio Las Margaritas, Abril de 1989. 20p.

Echeverria, J.F., 1989.
El pasado de los habitantes por el Siglo XX. Rev. Antioqueña de Economía y Desarrollo, p. 72-80.

Hermelin, M., 1983.
El origen del Valle de Aburrá: Evolución de las Ideas. Bol. Ciencias de la Tierra, No 7-8, p. 47-65.

Hermelin, M., & Velásquez A., 1984.
Evaluación reciente de la Quebrada Iguana aspectos humanos, Memorias I Conferencia Riesgos Geológicos en el Valle de Aburrá. Medellín Diciembre de 1984, 24p.

Hincapie, J. E., 1989.
Estudio Geotécnico deslizamiento lote Las Margaritas Medellín. Noviembre de 1989.

INGEOMINAS, 1987.
Apreciaciones preliminares acerca del deslizamiento de Villatina, por Arias A y James, M., informe inedito Octubre 1987.

INTEGRAL Ltda, 1987.
Consideraciones geotécnicas sobre el deslizamiento de Villatina, Informe Inédito Noviembre 1987.

Osorio, V., D, Tobón C. L.C & Jimenez O., J.L, 1988.

Aspectos Geológicos y planeamiento de obras civiles para la adecuación del botadero oficial de Jose Saenz, Informe técnico. Medellín. Septiembre 19 de 1988, 20p.

Osorio, V., O, Tobón, C., L.E & Jimenez, O. J.L. 1989. Informe de Visita técnica al botadero oficial de Jose Saenz para análisis del agrietamiento que aparece a lo largo de la ladera donde se localiza este. Medellín Enero 17 de 1989, 10p.

Palacio., B, F. 1987. (1983) Informe estudio geológico del Barrio Villatina para la Corporación Antioquia Presente, Medellín Noviembre de 1987.

Personería de Medellín, 1989. Estudios y conceptos Jurídicos e informe de labores 1989. Ed. Imprenta Municipal Medellín 1989, 240p.

Restrepo., J. y Toussaint., J.F, 1984. Unidades litológicas en los alrededores de Medellín I Conferencia Riesgos Geológicos Valle de Aburrá, Memorias.

Fig.7 Área afectada y matriz del movimiento de masa en el sector Las Margaritas.

Fig.8 Localización del Barrio 12 de Octubre

Fig.9 Zonificación según la estabilidad en el Barrio 12 de Octubre (Egeo, 1984)

Lista de figuras.

Fig. 1. Ciudad de Medellin.

Fig. 2. Mapa geológico (Botero, 1963).

Fig. 3. Localización en la Ciudad de los sitios a visitar.

Fig. 4. Perspectiva del deslizamiento de Villatina (tomado de Bustamante, 1987)

Fig. 5. Zonas urbanas del Barrio Villatina expuestas a riesgo (tomado de Bustamante, 1987)

Fig. 6. Vías de evacuación en zonas de amenaza en la quebrada Iguaná (Come, 1990)

Fig. 7. Área afectada y cicatriz del movimiento de masa en el sector Las Margaritas.

Fig. 8. Localización del Barrio 12 de Octubre.

Fig. 9. Zonificación según la estabilidad en el Barrio 12 de Octubre. (Egeo, 1984)

Lista de figuras.

Fig. 1. Ciudad de Medellin.

Fig. 2. Mapa geológico (Botero, 1963).

Fig. 3. Localización en la Ciudad de los sitios a visitar.

Fig. 4. Perspectiva del deslizamiento de Villatina (tomado de Bustamante, 1987)

Fig. 5. Zonas urbanas del Barrio Villatina expuestas a riesgo (tomado de Bustamante, 1987)

Fig. 6. Vias de evacuación en zonas de amenaza en la quebrada Iguaná (Come, 1990)

Fig. 7. Area afectada y cicatriz del movimiento de masa en el sector Las Margaritas.

Fig. 8. Localización del Barrio 12 de Octubre.

Fig. 9. Zonificación según la estabilidad en el Barrio 12 de Octubre. (Egeo, 1984)