

Depósitos cuaternarios de la cordillera Central entre Calarcá y Pijao (Quindío-Colombia): evidencia de actividad tectónica reciente

Cordillera Central's quaternary deposits between Calarcá and Pijao (Quindío-Colombia): an evidence of recent tectonic activity

Paola Botero, Luisa García, Catalina Hernández,
Leonardo Sepúlveda y Eliana Torres

Recibido: abril, 2005 / Aceptado: junio, 2005

Resumen

El entendimiento de la tectónica reciente es un proceso complejo que se debe abordar mediante disciplinas como la Morfoneotectónica y la Paleosismología, encaminadas a establecer la relación entre sedimentos y geoformas jóvenes con el grado de actividad de las fallas. De acuerdo a lo anterior se realizó la cartografía a escala 1:25000 de depósitos coluvio aluviales cuaternarios en los corredores de las fallas Silvia Pijao y Córdoba entre los municipios de Calarcá y Pijao (Quindío), en el flanco occidental de la cordillera Central de Colombia. Tales depósitos fueron agrupados a partir de aspectos geomorfológicos y análisis sedimentológicos en tres estados depositacionales isócronos, así:

Estado 1: Abanicos aluviales antiguos de flujos gravitacionales altamente meteorizados que alcanzan 12 m de espesor, longitudes axiales máximas de 3 km y pendientes entre 15° y 22°. Exponen redes de drenaje bien desarrolladas de alto grado de disección.

Estado 2: Depósitos jóvenes de abanicos y terrazas aluviales compuestos de flujos gravitacionales y en menor proporción flujos de corriente, con espesores máximos de 7 m, longitudes axiales máximas de 3 km y pendientes entre 6° y 18°. Presentan escaso desarrollo de redes de drenaje.

Estado 3: Depósitos recientes como llanuras de inundación, terrazas y abanicos aluviales, constituidos por flujos gravitacionales y de corriente. Presentan espesores variables e incipiente desarrollo de redes de drenaje.

El análisis de la distribución espacial e interpretación sedimentológica de estos depósitos sugieren un origen sintectónico asociado principalmente a la actividad de la falla Córdoba y al levantamiento de la cordillera Central.

Palabras clave: depósitos coluvio aluviales cuaternarios; fallas Silvia Pijao y Córdoba; estados depositacionales; Quindío.

* Universidad de Caldas, Egresados Programa Geología, Colombia, e-mail: proyectosilvia@yahoo.com.mx

Abstract

The understanding of the recent tectonic is a complex process that should be approached by means of disciplines like the Morphotectonic and the Paleoseismology, guided to establish the relationship between young sediments and landforms with the grade of fault activities. According to the above mentioned, the cartography to scale 1:25000 of Quaternary *Coluvio* Alluvial Deposits inside corridors of Silvia Pijao and Córdoba faults between the municipalities of Calarcá and Pijao (Quindío), at Cordillera Central's West Mountain Front of Colombia produced. Such deposits were contained starting from geomorphic aspects and sedimentological analysis in three isochronous Depositional States, this way:

State 1: Old alluvial fans of sediment gravity flows highly weathered that reach 12 m of thickness, maximums axial lengths of 3 km and slopes between 15° and 22°. They expose well developed drainage nets of high dissection grade.

State 2: Young deposits of alluvial fans and alluvial terraces, made up of sediments gravity and stream flows (in smaller proportion), with maximum thickness of 7 m, maximum axial lengths of 3 km and slopes between 6° and 18°. They present scarce development of drainage nets.

State 3: Recent deposits like flood plains, alluvial terraces and alluvial fans, constituted by sediments gravity and stream flows. They present variable thickness and incipient development of drainage nets.

The analysis of the space distribution and sedimentological interpretation of these deposits suggest an syntectonic origin associated mainly with the activity of the Córdoba Fault and with the rising of the Central Mountain Range.

Key words: quaternary *coluvio* alluvial deposits; Silvia Pijao and Córdoba faults; depositional stages: Quindío.

Introducción

En Colombia el desconocimiento de los depósitos cuaternarios asociados a fallas activas ha sido un impedimento para la comprensión de su actividad, por ello el presente estudio tiene como propósitos ahondar en el conocimiento de los depósitos coluvio aluviales localizados en los corredores de las fallas Silvia Pijao y Córdoba entre los municipios de Pijao y Calarcá; en el departamento del Quindío y determinar mediante aspectos como distribución espacial, caracterización morfológica y sedimentológica, si éstos son respuesta a la actividad tectónica

cuaternaria en el segmento de frente montañoso evaluado.

Los depósitos cartografiados a escala 1:25000 se agruparon en tres estados depositacionales que evidencian la actividad relativa de la falla Córdoba (frente montañoso relictos). Así, el análisis de la distribución espacial e interpretación sedimentológica de estos depósitos sugieren que los abanicos aluviales antiguos de flujos de escombros del estado 1 son sintectónicos al levantamiento del bloque oriental, mientras que los depósitos jóvenes y recientes de los estados 2 y 3 respectivamente, que corresponden a abanicos aluviales y terrazas fluviales de

flujos de escombros y de corriente reflejan la disminución de dicha actividad tectónica.

Algunos depósitos, en especial los ubicados entre río Verde y Calarcá, fueron identificados de forma preliminar por Espinosa (en preparación) como coluviones. La caracterización sedimentológica y geomorfológica aquí presentada, permitió concluir que son abanicos aluviales dominados por sedimentos de flujos gravitacionales y eventualmente sedimentos de flujos de corriente.

Metodología

Inicialmente se recopiló información sobre depósitos, estructuras y actividad tectónica para la zona. Luego con la interpretación de fotografías aéreas (vuelos IGAC C 2256 y M 1400) se identificaron depósitos y fallas. En campo se cartografiaron a escala 1:25000 abanicos aluviales, terrazas fluviales y llanuras de inundación asociados a las fallas Silvia Pijao y Córdoba. Para su caracterización sedimentológica e interpretación del estilo o ambiente fluvial dominante en el momento de la depositación se empleó la Clasificación de Facies y Elementos Arquitectónicos de Miall (1996), que junto con la caracterización geomorfológica y distribución espacial hizo posible determinar su origen.

Marco geológico

El basamento Cretácico corresponde a basaltos y sedimentitas marinas del Complejo Quebradagrande y anfibolitas del

Complejo Arquía, cuyo contacto son las fallas del Sistema Silvia Pijao a las cuales se asocian escamas de corteza oceánica; ambos complejos son intruídos por cuerpos dioríticos como el Complejo Ígneo de Córdoba y por cuerpos porfíricos más recientes. La depositación de sedimentos fluviovolcánicos, glaciofluviales y piroclásticos de las unidades que conforman el Abanico del Quindío se inicia alrededor del Cuaternario. Posteriormente se acumulan cenizas volcánicas, aluviones y depósitos coluvio aluviales de frente montañoso. Estos últimos identificados por Espinosa (en preparación) y cartografiados por Botero *et al.* (2004), son de gran interés ya que registran la actividad neotectónica del Sistema Silvia Pijao, que en la zona está conformado por las fallas de dirección N 10° - 20° E de Córdoba, Silvia Pijao y Satélites. La primera asociada al frente montañoso relictivo (escarpe de falla) entre río Verde y Calarcá, como las demás, tiene mayores indicios y evidencias neotectónicas entre Quebrada Negra y Calarcá, sector donde presentan escarpes de falla, levantamientos, hundimientos y cambios altimétricos en los depósitos coluvio aluviales cuaternarios.

Depósitos cuaternarios

En la cartografía realizada se identificaron abanicos aluviales, terrazas fluviales y llanuras de inundación; depósitos agrupados en tres estados depositacionales isócronos (Figuras 1 y 2) a partir de características geomorfológicas como geometría, grado de incisión y desarrollo

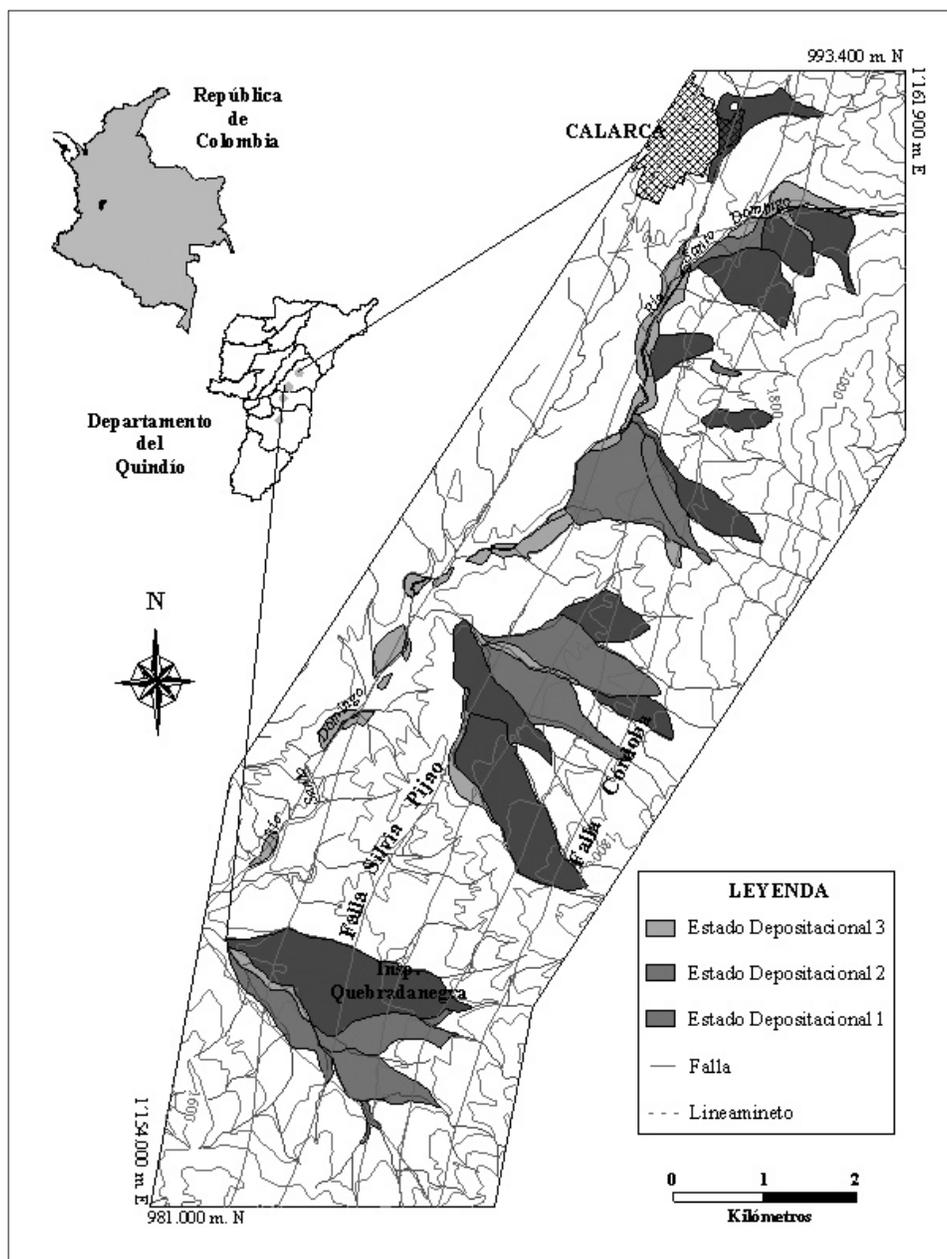


Figura 1. Mapa de depósitos cuaternarios entre el municipio de Calarcá y la Inspección de Policía de Quebrada Negra

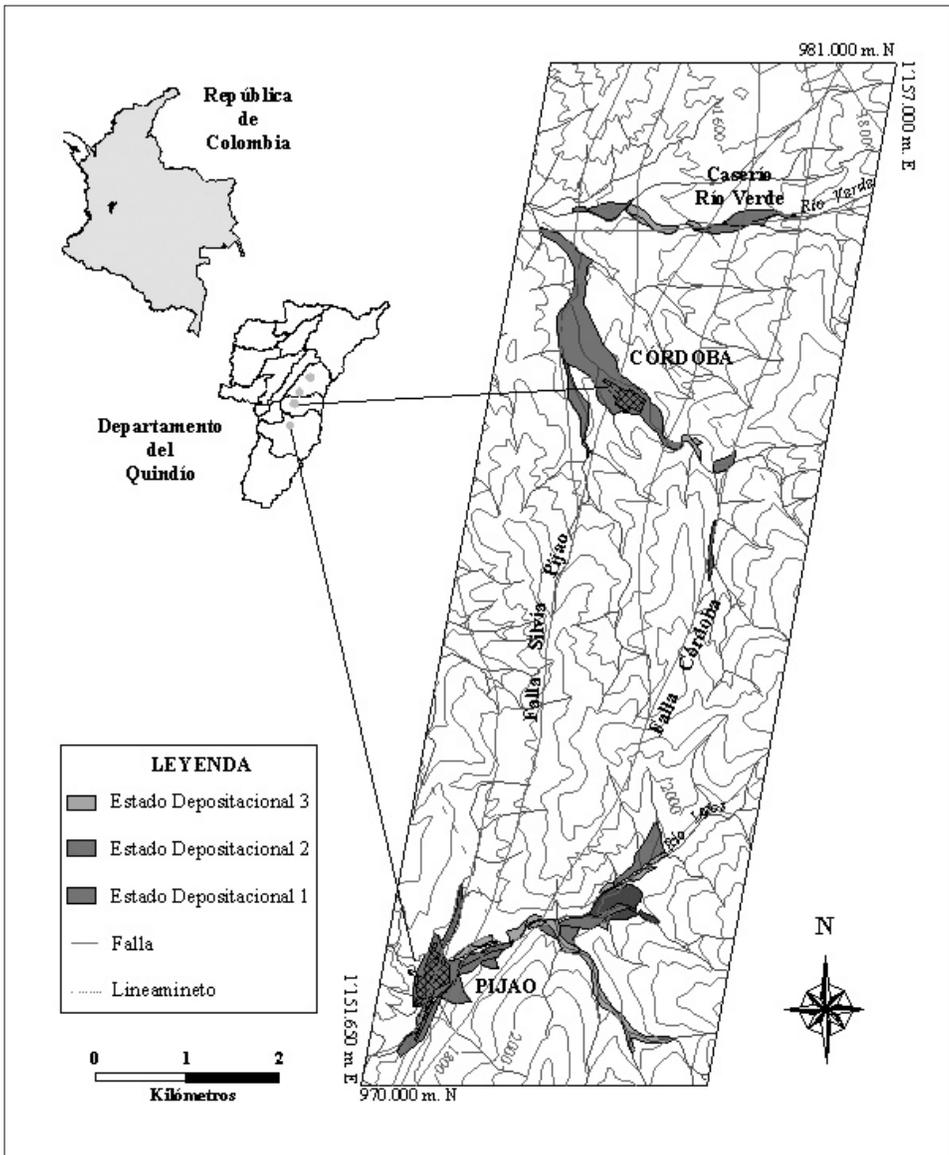


Figura 2. Mapa de depósitos cuaternarios entre el caserío Río Verde y el municipio de Pijao

de red de drenaje, además de características sedimentológicas que permiten definir los procesos depositacionales que actuaron en su construcción. Lo anterior

hace posible cualificar la antigüedad o juventud de una serie de depósitos localizados sobre un mismo segmento de frente montañoso.

Estado depositacional 1: depósitos gravitacionales

Los abanicos de este estado de edad ¿Pleistoceno? se concentran entre Calarcá y la Inspección de Policía de Quebrada Negra, se desprenden del frente montañoso relicto (falla Córdoba), presentan escalones a lo largo de sus perfiles longitudinales y levantamiento y/o basculamiento de las partes distales. Se consideran antiguos por la diferencia de altura con las geoformas de los estados 2 y 3, altos escarpes erosivos laterales, buen desarrollo de redes de drenaje de densidad moderada y alto grado de incisión. La altura de los ápices va de 1500 a 1900 msnm, las pendientes entre 15° y 22°, y las longitudes axiales de 600 a 3000 m.

Son gravas matriz soportadas masivas altamente meteorizadas (Figura 3) que predominan sobre las clasto soportadas masivas, con límites entre facies generalmente amalgamados. Presentan espesores de hasta 12 m, fábrica aleatoria, mala selección y clastos de tamaño de grano entre guijo y bloque (subangulares a subredondeadas - baja esfericidad) que corresponden a rocas foliadas, rocas masivas y cuarzo, embebidos en una matriz de lodo y que se diferencian de ésta por el desarrollo de una costra gris de tacto sedoso en su periferia. Es de destacar que estos depósitos son el resultado de la acumulación de flujos gravitacionales, especialmente flujos de escombros caracterizados por su homogeneidad en la relación matriz clastos y la granulometría constante.

En cuanto al alto grado de meteorización de los depósitos, se interpreta que no fue producida *in situ*, sino que los materiales se encontraban previamente meteorizados en sus respectivas áreas fuentes; esto se corrobora con el grado homogéneo de meteorización y el no desarrollo de horizontes de meteorización.

Estado depositacional 2: depósitos gravitacionales y de corriente

Para estos depósitos de edad ¿Pleistoceno-Holoceno?, con escaso desarrollo de redes de drenaje y espesores de 7 m se diferencian dos tendencias.

La tendencia 1: son abanicos aluviales grandes concentrados entre Calarcá y Córdoba, y al igual que los del estado 1 se desprenden del frente montañoso relicto (escarpe falla Córdoba), tienen alturas de ápices y longitudes axiales similares, escalonamiento a lo largo de sus perfiles y levantamiento y/o basculamiento de las partes distales, sin embargo las pendientes son más suaves, de 6° a 18°. La tendencia 2: incluye pequeños abanicos y terrazas aluviales confinados a los ríos intramontanos Lejos y Verde, específicamente en las cuencas medias.

Los depósitos de la tendencia 1 son gravas clasto soportadas masivas y matriz soportadas masivas de geometría tabular y lenticular (Figura 4) con espesores decimétricos a métricos, de fábrica aleatoria y localmente gradada e imbricada, cuyos contactos entre facies son netos y erosivos. Los clastos frescos, subangulares a subredondeados y de baja esfericidad,



Figura 3. Presentación típica de las gravas que conforman los abanicos aluviales del estado depositacional 1



Figura 4. Niveles de gravas clasto soportadas masivas (Gcm), arenas masivas y/o lodos masivos (Sm y Fm, respectivamente) característicos de los abanicos aluviales del estado depositacional 2

van de guijo a guijarro e incluso bloque pequeño y se componen de andesitas, basaltos, esquistos y cuarzo. La matriz lodo arenosa presenta granos con angularidad, esfericidad y composición variables. Estas gravas interpretadas como oleadas de flujos gravitacionales con bases no erosivas, en particular flujos de escombros, se interstratifican localmente con arenas de laminación inclinada en artesa y de bajo ángulo (Figura 5) y otros conglomerados clasto soportados masivos que por sus fábricas planares e imbricadas, bases erosivas, clastos bien seleccionados, de baja a moderada esfericidad y subredondeados, se consideran de origen fluvial y son identificados como barras y formas de lecho de arena y grava. Algunos depósitos de este estado presentan niveles de paleosuelo.

Las gravas matriz soportadas masivas (Figura 6) conforman en gran parte los depósitos de la tendencia 2. Éstas, también interpretadas como oleadas de flujos de escombros canalizados, presentan espesores en algunos sectores superiores a los 3 m, son de mala selección, con clastos de baja esfericidad y angulares que van desde guijo muy fino hasta bloque y localmente presentan gradaciones normales e inversas y concentración de clastos.

Estado depositacional 3: depósitos de corriente

Son los depósitos más pequeños y recientes de la zona de estudio y se encuentran confinados a los ríos Santo Domingo,

Lejos y Verde. Corresponden a abanicos aluviales pequeños, terrazas fluviales y llanuras de inundación de pendientes suaves y nulo desarrollo de drenaje, con espesores inferiores a 5 m. Son gravas clasto soportadas masivas localmente gradadas e imbricadas, gravas matriz soportadas masivas y arenas masivas y laminadas (escasas), interpretadas como flujos de escombros y barras y formas de fondo de arena grava generadas por procesos fluviales y gravitacionales canalizados, cuya composición, esfericidad, redondez y tamaño de grano de matriz y clastos es variable.

Interpretación tectónica de los estados depositacionales

Las figuras 1, 2 y 7 muestran que la concentración de los abanicos aluviales cuaternarios es mayor entre Calarcá y la Inspección de Policía de Quebrada Negra. Tal distribución junto con las observaciones geomorfológicas del segmento de frente montañoso asociado, conllevan a examinar los abanicos aluviales como sistemas depositacionales que proveen información concerniente al patrón de actividad tectónica (Frazer y Suttner, 1986; Keller y Pinter, 1996 y Burbank y Anderson, 2001).

Los abanicos aluviales generados por tectonismo tienen características morfológicas como tamaños pequeños, pendientes altas, longitudes axiales cortas y están asociados a pequeñas cuencas de drenaje elongadas y pronunciados escarpes de falla, además se caracterizan

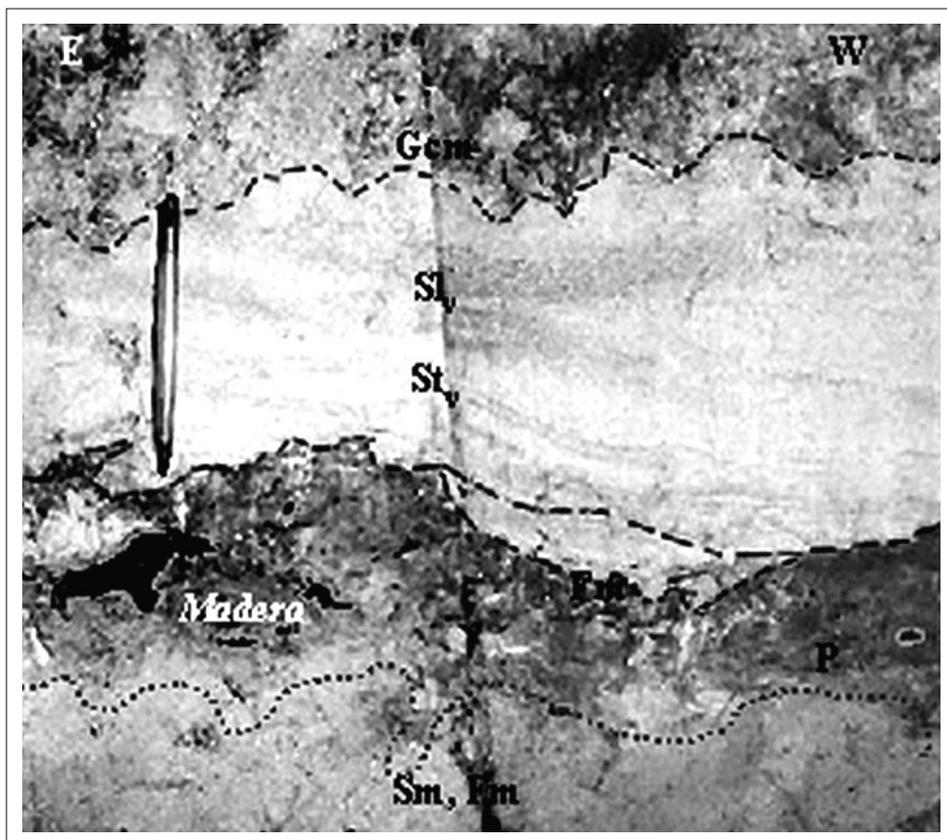


Figura 5. Interestrato de arenas con laminación plana (Sl) y en artesa (St). También se presentan gravas clasto soportadas masivas (Gcm), arenas masivas (Sm), lodos masivos (Fm) y un nivel de paleosuelo (P) con fragmentos de madera

sedimentológicamente por espesas secuencias homogéneas y facies de flujos gravitacionales sin gradaciones definidas, características de los abanicos aluviales del estado 1, interpretados como sintectónicos al movimiento vertical de la falla Córdoba (frente montañoso relictivo), donde el levantamiento del bloque oriental conllevó al rejuvenecimiento de corrientes y al aumento en la tasa de erosión, proporcionando sedimentos su-

ficientes para producir estos depósitos en respuesta a la actividad tectónica.

Los abanicos aluviales del estado 2 (tendencia 1) con pendientes más suaves en comparación con las del estado 1, también se asocian al escarpe de la falla Córdoba, y aunque son respuesta al levantamiento, reflejan la disminución de los efectos tectónicos evidenciada por flujos de escombros con mayor contenido de arena y por el restablecimiento de la



Figura 6. Gravas matriz soportadas masivas de 2,3 m de espesor que conforman un nivel de terraza aluvial del río Lejos en el municipio de Pijao

dinámica fluvial representada por flujos de corriente, sin descartar que registren episodios tectónicos de menor duración.

Es importante anotar que los depósi-

tos de los estados 1 y 2 muestran escalonamiento a lo largo de sus perfiles y levantamiento y/o basculamiento de sus partes distales, características geomor-

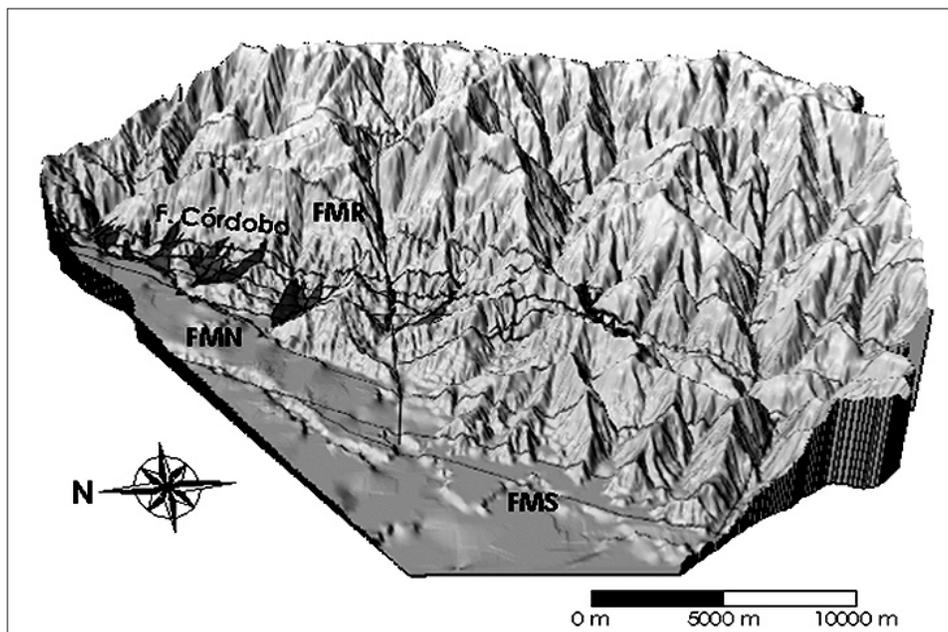


Figura 7. Modelo de elevación digital donde se observa el frente montañoso relictivo (FMR) y la distribución de depósitos cuaternarios

fológicas asociadas a las trazas de las fallas del Sistema Silvia Pijao, que sugieren migración de la actividad tectónica hacia el oeste desde el frente montañoso relictivo o escarpe de la falla Córdoba.

Los depósitos restantes, tendencia 2 del estado 2 y estado 3, ubicados principalmente en los ríos Lejos, Verde y Santo Domingo, son muy posteriores al período de levantamiento principal y en su mayoría se asocian a la dinámica fluvial actual.

Conclusiones

La evaluación integral de aspectos sedimentológicos y geomorfológicos para los

depósitos coluvio aluviales cuaternarios en conjunto con su frecuencia y distribución espacial, permitió reconocer para algunos de ellos un origen sintectónico a la actividad de la falla Córdoba y cobran importancia como elementos esenciales en la estimación de la actividad tectónica de los frentes montañosos en el área de estudio.

Los abanicos aluviales son sistemas depositacionales que registran la variación en la tasa de procesos tectónicos. De esta manera, los depósitos del estado 1 reflejan un período de levantamiento del bloque oriental de la falla Córdoba o área fuente, mientras los abanicos aluviales del estado 2 sugieren la disminución del proceso.

Las características morfológicas de los abanicos aluviales del estado 1 y 2 permiten proponer la migración de la actividad tectónica hacia el oeste de la falla Córdoba, sobre el piedemonte occidental de la cordillera Central, ya que sus partes medias y distales registran perturbaciones tectónicas por medio de basculamientos, levantamientos y cambios en la pendiente asociados a las fallas Silvia Pijao y algunas satélites.

La distribución y frecuencia de los abanicos aluviales de los estados 1 y 2 en relación con la deformación de sus partes medias y distales, sugieren un mayor grado de actividad para el segmento de frente montañoso comprendido entre la Inspección de Policía de Quebrada Negra y el municipio de Calarcá, asociado directamente a la falla Silvia Pijao.

La generalidad con la que se aborda el estudio del Cuaternario en Colombia se ha convertido en un obstáculo para las investigaciones paleosísmicas y neotectónicas, es por ello que se reitera que cartografías de este tipo son elementos fundamentales para el conocimiento del comportamiento de las fallas en el Cuaternario y constituyen una base sólida para el desarrollo de futuros estudios paleosísmicos que buscan evaluar de manera certera la amenaza sísmica de una región.

En el presente estudio se propone el término estado depositacional para agrupar depósitos cuaternarios con características sedimentológicas y geomorfológicas similares ubicados sobre un segmento de frente montañoso, ya que tales características permiten hacer un

acercamiento a la antigüedad o juventud de las unidades.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los geólogos Carlos Guzmán, Lina María Ospina y Jorge Mario Rodríguez, a las Universidades de Caldas y Quindío, a la Corporación Autónoma Regional del Quindío y al comité organizador de las IV Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica y del V Simposio Venezolano de Historia de las Geociencias.

Referencias citadas

- BOTERO, P.; GARCÍA, L.; HERNÁNDEZ, C.; SEPÚLVEDA, L. y TORRES, E. 2004. *Cartografía de Depósitos Cuaternarios y Evaluación Morfoestructural de las Fallas Silvia Pijao y Córdoba entre los municipios de Calarcá y Pijao (Quindío): "Un Enfoque hacia la Paleosismicidad"*. Programa Geología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Caldas. Manizales-Colombia. Trabajo de Grado. (Inédito).
- BURBANK, D. W. y ANDERSON, R. S. 2001. **Tectonic Geomorphology**. Blackwell Science. USA.
- FRAZER, S. y SUTTNER, L. 1986. **Alluvial Fans and Fan Deltas: A guide to exploration for oil and gas**. International Human Resources Development Corporation.
- KELLER, E. and PINTER, N. 1996. **Active Tectonics: Earthquakes Uplift and Landscape**. Editora Prentice Hall. Santa Barbara, California (USA).