



Libertad y Orden

**INSTITUTO COLOMBIANO  
DE GEOLOGÍA Y MINERÍA  
INGEOMINAS**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA  
SEDE MEDELLÍN**

**CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS  
ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE  
E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO  
ACUERDO ESPECÍFICO N° 009-2004**

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DE 135 KM<sup>2</sup> ENTRE LOS  
MUNICIPIOS DE ANGELÓPOLIS Y HELICONIA,  
(DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA)**

**Medellín, marzo de 2006**

República de Colombia  
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA  
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA  
INGEOMINAS



## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1	<b>OBJETIVOS</b>	<b>1</b>
1.1.1	Objetivo general	1
1.1.2	Objetivos específicos	1
1.2	<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>2</b>
1.2.1	Vías de acceso	2
1.2.2	Geomorfología	2
1.2.2.1	Unidad de relieve montañoso y colinado denudacional	4
1.2.2.2	Unidad de relieve montañoso y colinado estructural erosional	5
1.2.2.3	Geoformas gradacionales	5
1.3	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>6</b>
1.3.1	Revisión de la información existente	6
1.3.2	Fotointerpretación	7
1.3.3	Geología de Campo	7
1.3.4	Análisis petrográfico	7
1.3.5	Digitalización en ArcGIS	7
1.3.6	Análisis de resultados	7
1.3.7	Conclusiones y presentación de resultados	9
1.4	<b>TRABAJOS ANTERIORES</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>ESTRATIGRAFÍA</b>	<b>13</b>
3.1	<b>paleozoico</b>	<b>13</b>
3.1.1	Esquistos de Sabaletas ( <i>PZ<sup>es</sup></i> )	13
3.1.2	Metasedimentitas de Sinifaná ( <i>PZ<sup>ms</sup></i> )	15
3.2	<b>MESOZOICO</b>	<b>19</b>
3.2.1	Diorita de Pueblito ( <i>Tdp</i> )	20
3.2.2	Monzogranito de Amagá ( <i>Tma</i> )	22
3.2.3	Gabro de Heliconia ( <i>Tgh</i> )	24
3.2.4	Ultramafita de Angelópolis ( <i>K1<sup>ua</sup></i> )	27
3.2.5	Complejo Quebradagrande ( <i>sensu</i> Maya & González, 1995)	31
3.2.6	Diorita de Heliconia ( <i>K2<sup>dh</sup></i> )	33
3.3	<b>CENOZOICO</b>	<b>34</b>
3.3.1	Formación Amagá	34

<b>3.4</b>	<b>depósitos cuaternarios.....</b>	<b>36</b>
3.4.1	Depósitos aluviales .....	36
3.4.1.1	Aluviones de la quebrada Las Animas.....	37
3.4.1.2	Aluviones de las quebradas Santa Bárbara, La Sucia y Morros.....	37
3.4.1.3	Aluviones de las quebradas La Bramadora, La Clara La Hoya y La Horcona .....	40
3.4.2	Depósitos coluviales .....	40
3.4.2.1	Coluviones de la quebrada Las Animas y La Hacienda La Hondina .....	40
3.4.2.2	Coluviones de Taparal, Patio Bonito y La Montaña .....	41
<b>4</b>	<b>GEOLOGÍA ESTRUCTURAL .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>FALLAMIENTO .....</b>	<b>43</b>
4.1.1	Falla de Amagá.....	43
4.1.2	Falla Quirimará .....	44
4.1.3	Falla Sabaletas .....	44
4.1.4	Otras Fallas.....	44
<b>4.2</b>	<b>FOLIACIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>diaclasas.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4</b>	<b>plegamientos.....</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	<b>HISTORIA GEOLÓGICA .....</b>	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>GEOLOGÍA ECONÓMICA.....</b>	<b>52</b>
6.1	Manifestaciones MINERALES .....	52
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>

## FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Mapa de localización de la zona de estudio.	3
<b>Figura 2.</b>	Geoformas de relieve montañoso y colinado denudacional.	4
<b>Figura 3.</b>	Geoformas de relieve montañoso y colinado estructural erosional.	5
<b>Figura 4.</b>	Terrazas aluviales asociadas a la quebrada Las Animas.	6
<b>Figura 5.</b>	Líneas de vuelo de la zona.	8
<b>Figura 6.</b>	Afloramiento de lo Esquistos de Sabaletas, quebrada las Animas.	14
<b>Figura 7.</b>	Afloramiento de las Metasedimentitas de Sinifaná plegadas.	16
<b>Figura 8.</b>	Metasedimentitas con budines de tamaño métrico de cuarzo.	17
<b>Figura 9.</b>	Metasedimentitas cortadas por venas de cuarzo.	18
<b>Figura 10.</b>	Afloramiento de la Diorita de Pueblito, quebrada las Ánimas.	21
<b>Figura 11.</b>	Afloramiento del Monzogranito de Amagá, la Formación Amagá y las Metasedimentitas de Sinifaná.	23
<b>Figura 12.</b>	Gabro de Heliconia foliado y plegado.	25
<b>Figura 13A.</b>	Enclaves de rocas máficas en el Gabro de Heliconia	26
<b>Figura 13B.</b>	Zona de mezcla de magmas en el Gabro de Heliconia.	26
<b>Figura 14.</b>	Contacto fallado entre la Formación Amagá y la Ultramafita de Angelópolis.	28
<b>Figura 15.</b>	Diques de rodingita que intruyen a la roca ultramáfica.	30
<b>Figura 16.</b>	Rodados de roca ultramáfica exhibiendo una textura tipo malla.	30
<b>Figura 17.</b>	Sedimentitas del Complejo Quebradagrande.	32
<b>Figura 18.</b>	Fósiles de flora en las rocas sedimentarias de la Formación Amagá.	36
<b>Figura 19.</b>	Depósitos aluviales en la quebrada Las Animas.	38
<b>Figura 20.</b>	Deposito aluvial de en la quebrada La Sucia.	39
<b>Figura 21.</b>	Deposito aluvial asociado a las quebradas La Bramadora y La Clara.	40
<b>Figura 22.</b>	Deposito coluvial de Taparal.	41
<b>Figura 23.</b>	Rumbo de las fallas en la Ultramafita de Angelópolis.	45
<b>Figura 24.</b>	Rumbo de la esquistosidad en los Esquistos de Sabaletas.	46
<b>Figura 25</b>	Dirección predominante de la foliación en el Gabro de Heliconia y la Diorita de Pueblito	47
<b>Figura 26.</b>	Rumbo de la foliación milonítica en las Metasedimentitas de Sinifaná. discontinuas de clorita.	47
<b>Figura 27.</b>	Rumbo de las familias de diaclasas en la Diorita de Pueblito y la Ultramafita de Angelópolis.	48
<b>Figura 28</b>	Plegamientos menores en los Esquistos de Sabaletas y las Metasedimentitas de Sinifaná.	49

## CUADROS

Cuadro 1.	Vuelos aéreos sobre la zona de estudio.	2
Cuadro 2.	Secciones delgadas analizadas.	9

## ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Mapa geológico.
<b>Anexo 2.</b>	Mapa de estaciones.
<b>Anexo 3.</b>	Lista de muestras de mano.
<b>Anexo 4.</b>	Petrografía.

## RESUMEN

Este trabajo presenta la cartografía geológica de un área de 135 Km<sup>2</sup> localizada entre los Municipios de Angelópolis y Heliconia, en el sur-occidente de Antioquia. Corresponde a las planchas topográficas 146-IV-A, 146-IV-B, 146-III-A y 146-III-B del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

La región, ubicada sobre el flanco occidental de la Cordillera Central, presenta un relieve variable entre moderado y abrupto. El drenaje de la zona está dominado por las quebradas Las Animas, La Horcona, Sabaletas y La Sucia.

En la zona afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias cuyas edades varían entre el Paleozoico y el Terciario Superior. Son, en total, nueve unidades litoestratigráficas las cuales, en su mayoría, hacen parte de los denominados Complejo Arquía y Complejo Quebradagrande.

Los Esquistos de Sabaletas y las Metasedimentitas de Sinifaná son las rocas más antiguas de la región. Las primeras, pertenecientes al Complejo Arquía, son, al menos, de edad paleozoica, pues están intruidos por granitoides permo-triásicos, como la Diorita de Pueblito. Las rocas intrusivas, conocidas regionalmente como Monzogranito de Amagá, Gabro de Heliconia y Diorita de Pueblito, son unidades triásicas, dispuestas en cuerpos alargados en dirección Norte -Sur.

Una sucesión vulcano-sedimentaria de afinidad oceánica, ubicada al oriente de la zona y dispuesta en dirección NW ha sido asignada al Complejo Quebradagrande, del Cretácico Inferior. Esta unidad se encuentra intruida por un cuerpo de composición diorítica perteneciente a la Diorita de Heliconia y es, posiblemente, cretácico superior. Las relaciones de campo sugieren que las rocas ultramáficas del occidente de Angelópolis y Heliconia posiblemente sean del Cretácico Inferior.

Las sedimentitas continentales de La Formación Amagá representan el Terciario de la región. Su edad, objeto de debate, varía entre el Paleoceno y el Mioceno Inferior (?). La explotación de sus mantos de carbón constituye la única actividad minera en la región.

El Cuaternario se encuentra representado en los depósitos aluviales y coluviales. Los primeros, predominantes, pertenecen a las quebradas Las Animas, La Clara y La Bramadora.

Estructuralmente la zona está enmarcada en el Sistema de Fallas Silvia-Pijao, el cual marca el límite entre los complejos Arquía y Quebradagrande. Fallas locales ponen en contacto las diferentes unidades litológicas de la zona. Estas fallas presentan una dirección preferencial N-S y son de distinta naturaleza. La mayoría de estas estructuras fueron definidas mediante las fotografías aéreas debido a la cobertura cuaternaria y a la espesa vegetación.

La explotación de los recursos minerales se restringe a la extracción del carbón la cual se realiza, con pocas excepciones, de forma artesanal. La presencia de rocas ultramáficas serpentinizadas le dan un interés económico a la zona, por la explotación de silicato de magnesio.

## **ABSTRACT**

*This study presents the geologic mapping of a 135 Km<sup>2</sup> area, located between the Angelópolis and the Heliconia municipalities, in south-west Antioquia. This area comprises the 146-IV-A, 146-IV-B, 146-III-A y 146-III-B topographic maps of the Agustín Codazzi Geographic Institute (IGAC).*

*The region lies on the western flank of the Central Cordillera, and has a moderate to abrupt topography. The main drainage system of the area is dominated by the Las Animas, La Horcona, Sabaletas and La Sucia creeks.*

*Metamorphic, igneous and sedimentary rocks crop out in the area, with ages ranging from Palaeozoic to Upper Tertiary. They make up in total nine lithostratigraphic units, most of which are part of the Arquía and Quebradagrande Complexes.*

*The Sabaletas Schists and the Sinifaná Metasediments are the oldest rocks in the region. The former are part of the Arquía Complex, and are at least of Palaeozoic age, as they are intruded by Permo-Triassic granitoids, like the Pueblito Diorite. Intrusive plutonic rocks, regionally known as the Amagá Monzogranite, the Heliconia Gabbro and the Pueblito Diorite, are Permo-Triassic units, which have a general N-S trend.*

*A volcano-sedimentary sequence of oceanic affinity, located to the west of the area, and trending to the NW, is considered as part of the lower Cretaceous Quebradagrande Complex. This unit is intruded by the Heliconia Diorite of possible upper Cretaceous age. Field relationships suggest that the ultramafic rocks found to the west of Angelópolis and Heliconia, are of possible Lower Cretaceous age.*

*The continental sedimentary rocks of the Amagá Formation are considered to be representative of the Tertiary in the region. This age, still in debate, varies from the Palaeocene to the Lower Miocene (?). Coal-mining in this unit is the only mining activity in the region*

*The Quaternary comprises to alluvial and coluvial deposits. The former belong predominantly to the Las Animas, La Clara y La Bramadora creeks.*

*The structural geology of the area is characterized by the Silvia-Pijao fault system, which comprises the boundary of the Arquía and the Quebradagrande Complexes. Smaller local faults put in contact the different lithologic units. These faults have a general N-S direction and show different characteristics. Most of these structures were defined through aerial photography, because of the difficulty of identifying them in the field due to their coverage by the quaternary deposits and dense vegetation.*

*Mining of the mineral resources in the area is restricted to small scale coal-mining. The presence of serpentinitised ultramafic rocks could be of interest to future prospecting for magnesium silicate.*



# 1 INTRODUCCIÓN

El INGEOMINAS, con el fin de mejorar la cartografía geológica de Colombia, actualmente ejecuta varios estudios en diferentes regiones del territorio nacional, algunos en convenio con la Universidad Nacional de Colombia.

El Departamento de Antioquia, si bien es una de las regiones más estudiadas del país, es también una de las zonas cuya información cartográfica es fragmentaria debido a la complejidad geológica de la zona y a las relaciones tectónicas entre las diversas unidades que afloran en la región. Los Complejos Cajamarca, Arquía y Quebradagrande son un ejemplo de ello. Por esta razón se escogieron cinco zonas diferentes, en este departamento, para detallar la cartografía geológica a escala 1: 25.000 y la petrografía de algunas unidades litológicas localizadas en zonas de los Municipios de Santa Fe de Antioquia, Liborina, Angelópolis, Heliconia, Jericó y Jardín.

En la zona comprendida entre los Municipios de Angelópolis y Heliconia afloran los Complejos Arquía, Quebradagrande y los Metasedimentitas de la Sinifaná, los cuales presentan relaciones principalmente tectónicas.

En esta zona del sur occidente antioqueño se han realizado diversos trabajos, desde los estudios clásicos de Grosse (1926) hasta el trabajo de Montoya y Peláez (1993).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es realizar la cartografía geológica de 135 Km<sup>2</sup> en escala 1:25.000, y estudiar la petrografía general de las unidades litológicas que se encuentran en un área localizada entre los municipios de Angelópolis y Heliconia, Departamento de Antioquia.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar las relaciones estratigráficas y estructurales entre las unidades que afloran en la zona.
- ❖ Describir la petrografía de las unidades litoestratigráficas asociadas a los Complejos Arquía y Quebradagrande.
- ❖ Elaborar el mapa geológico respectivo en una plataforma SIG, ArcGIS conforme a los estándares cartográficos del INGEOMINAS.

## 1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio está ubicada en el flanco occidental de la Cordillera Central colombiana, al SW de Medellín, en el Departamento de Antioquia. Cubre un área de 135 Km<sup>2</sup> y abarca parte de las planchas topográficas 146-III-B, 146-III-D, 146-IV-A, 146-IV-C del IGAC en escala 1:25.000, entre los municipios de Angelópolis y Heliconia (figura 1). El área está enmarcada por las siguientes coordenadas planas con origen Buenaventura:

**Cuadro 1. Coordenadas planas que delimitan la zona de estudio.**

Punto	Coordenada X	Coordenada Y
1	1'180.000	1'145.000
2	1'180.000	1'154.000
3	1'165.000	1'154.000
4	1'165.000	1'145.000

### 1.2.1 Vías de acceso

Angelópolis se ubica en el suroeste del departamento de Antioquia, a 48 km al sur-occidente de Medellín. Heliconia está en la subregión occidente del departamento de Antioquia y a 78 km al occidente de la misma capital. Ambos municipios tienen acceso por carreteras en estado normal.

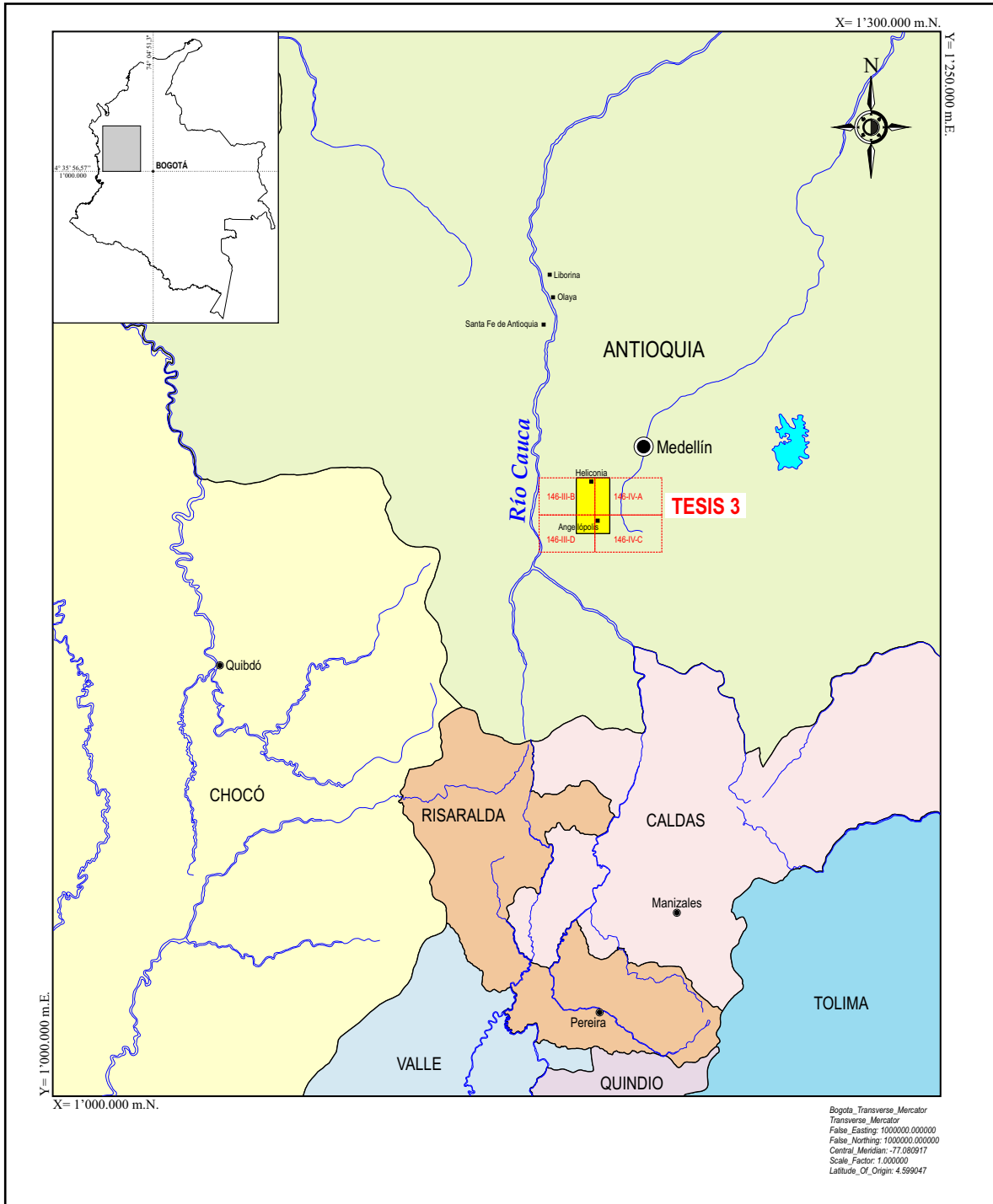
### 1.2.2 Geomorfología



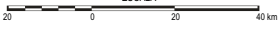
El relieve dominante en la zona es cordillerano, quebrado y escarpado. Se pueden diferenciar zonas colinadas y de montaña, con cimas agudas y subredondeadas y vertientes de longitud e inclinación variadas.

El eje principal de drenaje es el río Cauca, al occidente de la zona y hacia el cual drenan tributarios secundarios como el río Amagá y las quebradas la Horcona y Sabaletas.

En la zona de estudio los ejes secundarios formadores del relieve son las quebradas Las Ánimas, La Clara, La Lindera, La Horcona, Sabaletas y La Sucia, la cuales atraviesan el área de oriente a occidente.

Con base en la clasificación de Villota (1991) se reconocieron tres unidades geomorfológicas con forma de la cresta, longitud de la vertiente, drenaje, morfología y procesos morfodinámicos característicos.



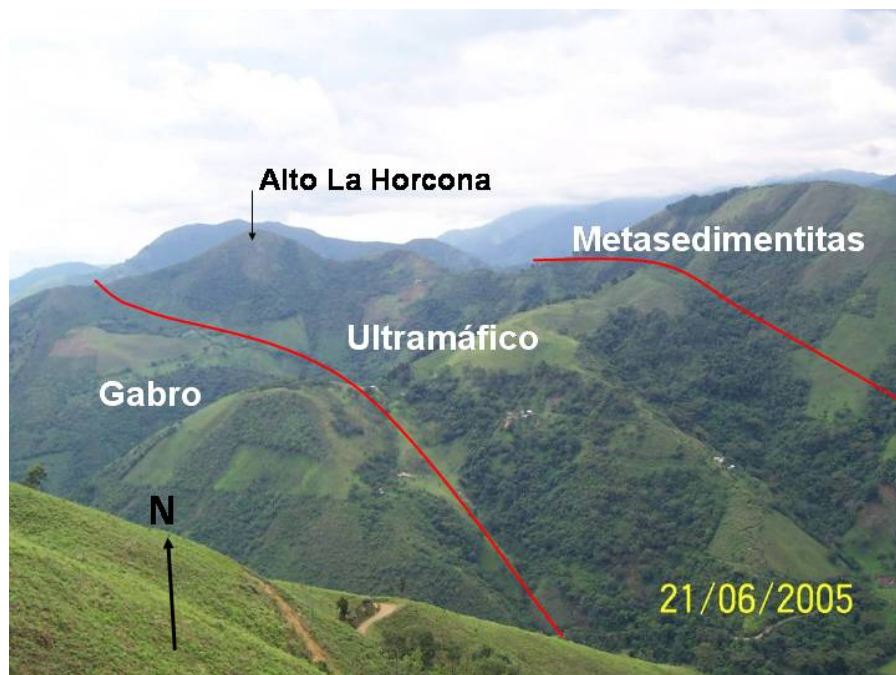
<b>LEYENDA</b>	 <b>INGEOMINAS</b>	
 <p>Caracterización petrogenética y edad de las rocas asociadas a los complejos Arquía y Quebradagrande e intrusivos y extrusivos asociados al PLOCO</p>	<b>MAPA DE LOCALIZACIÓN</b> <b>PROYECTO UNAL SEDE MEDELLÍN - INGEOMINAS</b>	
	Autor: JORGE GÓMEZ TAPIAS Geólogo	Dibujó: JORGE GÓMEZ TAPIAS Geólogo
	ESCALA 	Diciembre de 2005 <b>FIGURA 1</b>

### 1.2.2.1 Unidad de relieve montañoso y colinado denudacional.

Son vertientes largas a moderadas con pendientes altas a medias. Está constituido por dos franjas en dirección N-S, la primera entre el corregimiento la Estación de Angelópolis y el Alto el Chuscal en Heliconia hacia el oriente. Ella separa el valle de Aburrá de la cuenca de Amagá. La segunda, al occidente, se extiende desde Taparal, Vereda Santa Ana en el Municipio de Angelópolis hasta la hacienda la Cañada en el Municipio de Heliconia. En ella son característicos los relieves de escarpes fuertes a moderadamente escarpados con crestas agudas y subredondeadas, los lineamientos continuos, laderas ligeramente cóncavas a planares y laderas afectadas por movimientos de masa que han sido cubiertos por vegetación y dejan una marcada cicatriz del movimiento. Los drenajes son dendríticos, subdendríticos y paralelos.

Esta unidad se encuentra sobre las rocas ígneas y metamórficas de la Diorita de Pueblito, Diorita de Heliconia, Gabro de Heliconia, Ultramafitas de Angelópolis y las Metasedimentitas de La Sinifaná, rocas del Complejo Quebradagrande (Maya & González, 1995) y los Esquistos de Sabaletas. La figura 2 muestra las diferencias de altura y pendiente de estas geoformas con sus respectivas unidades geológicas.

**Figura 2. Geoformas de relieve montañoso y colinado denudacional con sus unidades geológicas asociadas. Nótese los fillos subredondeados. Occidente del Municipio de Angelópolis.**



### 1.2.2.2 Unidad de relieve montañoso y colinado estructural erosional.

De relieve variable, con vertientes cortas y pendientes medias, bajas y muy bajas (figura 3), es una franja de dirección N-S entre el corregimiento la Estación de Angelópolis y la cabecera municipal de Heliconia. Se caracteriza por un relieve de pendientes medias, bajas y muy bajas que permiten identificar con facilidad la estratificación. Las vertientes son de moderadas y cortas, con crestas agudas y subredondeadas, laderas planas y drenajes subdendríticos, paralelos y subparalelos.

**Figura 3. Geoformas de relieve montañoso y colinado estructural erosional, al sur de Angelópolis, esta geoforma pertenece a las rocas sedimentarias del Terciario.**



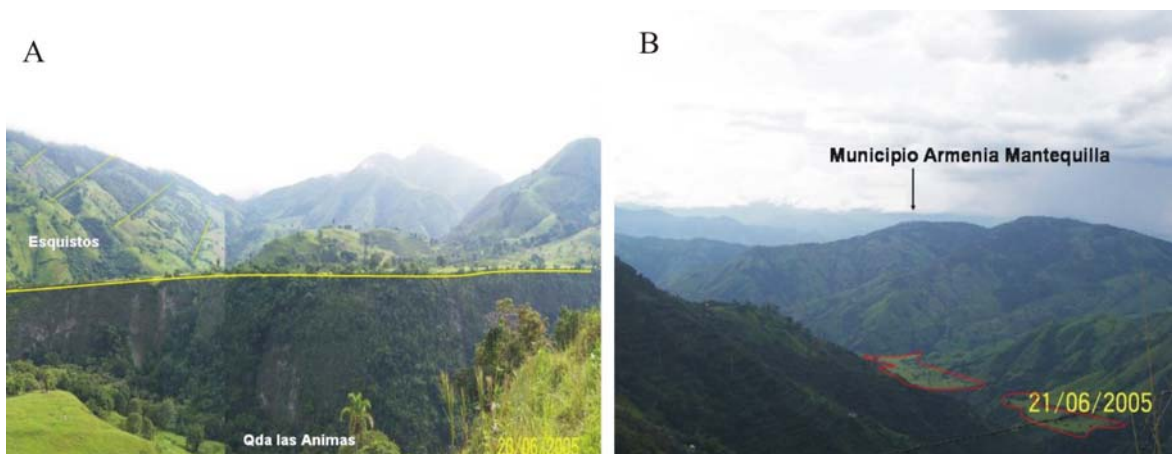
### 1.2.2.3 Geoformas gradacionales.

Son terrazas aluviales y depósitos coluviales ubicadas al noroccidente de Angelópolis en la margen derecha de la quebrada las Ánimas y en las quebradas la Bramadora y La Clara. Igualmente depósitos ubicados en las márgenes de las quebradas La Sucia, Santa Bárbara, La Horcona, Sabaletas, la Ahorcada y Morros.

Se caracteriza por estar modelado en llanuras largas y amplias con pendientes muy bajas. Esta unidad está constituida por una secuencia de terrazas que se disponen en dirección este – oeste entre las veredas Santa Ana y la Cascajala en Angelópolis. Su altura alcanza hasta más de 50 m.

Esta unidad está constituida por depósitos aluviales matriz-soportados con matriz en general arenosa y areno lodosa, con clastos de diorita, gabro, rocas volcánicas, sedimentarias y ultramáficas.

**Figura 4. Terrazas aluviales asociadas a la quebrada Las Animas. Nótese la altura de estas A) vista frontal de la terraza de la Hacienda Las Animas, B) vista superior de la misma terraza, además de las otras ubicadas a lo largo de la quebrada.**



### 1.3 METODOLOGÍA

El trabajo se dividió en siete fases:

#### 1.3.1 Revisión de la información existente

La recopilación y estudio de la información de los trabajos anteriores en la zona de estudio, se realizó a partir de artículos, tesis de grado y mapas geológicos.

En el IGAC, se obtuvieron las planchas topográficas que cubren la zona de estudio; igualmente se hizo la revisión de las líneas de vuelos respectivas, se seleccionaron las fotografías aéreas adecuadas, de acuerdo a su escala, calidad y cubrimiento.

Las líneas de vuelo que cubren esta zona tienen una dirección aproximada N-S. Por su cobertura y calidad fueron utilizadas para la fotointerpretación las siguientes fotografías.

### Cuadro 1. Vuelos aéreos sobre la zona de estudio.

Numero de vuelo	Aerofotografías	Escala aproximada
C-1687	60 - 65	1: 35000
C-2133	000109 - 000114	1: 31300
M-51	12649 - 12653	1: 35000
R-982	000253 - 000260	1: 31300

#### 1.3.2 Fotointerpretación

Sobre las fotografías aéreas seleccionadas se realizó una interpretación con base en el drenaje, cambios en la geomorfología, lineamientos y estructuras geológicas.

Posteriormente se efectuó el planeamiento de los recorridos que se hicieron durante la fase de campo teniendo en cuenta las áreas de interés geológico, definiéndolas principalmente por la litología, rasgos estructurales y geomorfológicos.

#### 1.3.3 Geología de Campo

Se realizaron tres comisiones de campo, de 15 días cada una.

#### 1.3.4 Análisis petrográfico

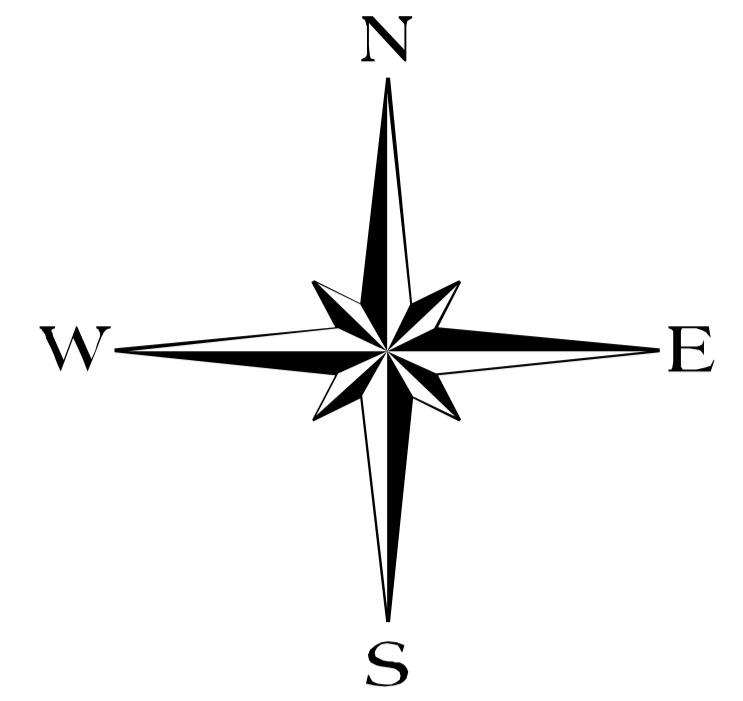
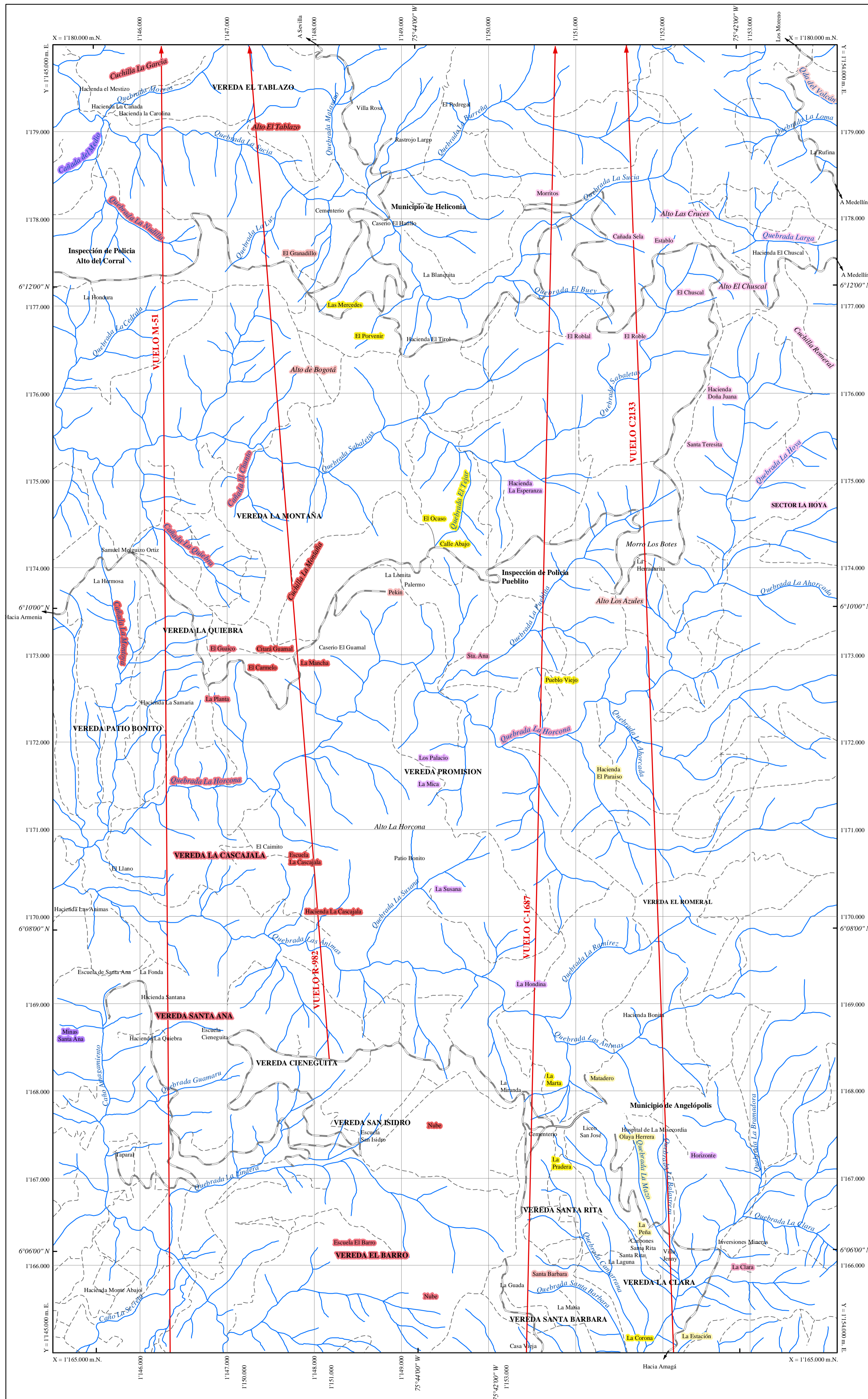
Se seleccionaron las muestras más representativas de las unidades litológicas identificadas para observarlas en secciones delgadas. Igualmente se efectuó la descripción macroscópica de todas las muestras recolectadas. Posteriormente se realizó el análisis petrográfico de las secciones obtenidas y se determinaron asociaciones mineralógicas, texturas y composición modal.

#### 1.3.5 Digitalización en ArcGIS

Se realizó la digitalización de las zonas de interés de cada una de las cuatro planchas topográficas del IGAC, empleando el software ArcGIS. El mapa geológico se realizó directamente en el Software ArcGIS con ayuda de las anotaciones de campo, la reinterpretación de las fotografías aéreas e imágenes LandSAT TM con píxel de 15 m. Todas estas herramientas se integraron para realizar un modelo 3D de la zona en Arc Scene.

#### 1.3.6 Análisis de resultados

En esta fase se recopilaron y procesaron los datos obtenidos en campo y los obtenidos del análisis petrográfico, para finalmente elaborar el mapa geológico digital.



**CONVENCIONES**

- Carretera pavimentada
- - - Carretera sin pavimentar
- - - Sendero
- Drenaje



Instituto Colombiano de Geología y Minería UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**INGEOMINAS**  
República de Colombia

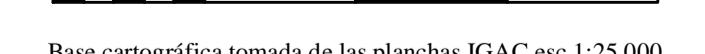
**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y PETROGRAFÍA DE  
135 KM<sup>2</sup> ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ANGELÓPOLIS  
Y HELICONIA, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

**FIGURA 5  
LINEAS DE VUELO DE LA  
ZONA DE ESTUDIO**

Por:  
Gabriel Arturo Tabares Bustamante  
Luis Fernando Arredondo Restrepo

©  
2005 - INGEOMINAS

Escala 1:25.000



Base cartográfica tomada de las planchas IGAC esc 1:25.000  
Proyección Transversa de Mercator, Esferoide Internacional 1909  
Origen de Coordenadas: 77° 4' 51.30" W, 4° 35' 56.57" N  
Falso origen (metros): X = 1.000.000, Y = 1.000.000



### 1.3.7 Conclusiones y presentación de resultados

Se elaboró un reporte final con toda la información recolectada, el trabajo de campo y el mapa geológico en formato digital.

**Cuadro 2. Secciones delgadas analizadas.**

Nombre Campo	No Plancha	Coordenada N	Coordenada E	Unidad Litoestratigráfica	Localización
MGF-p21b	146-III-D	1.150.346	1.166.578	Ultramafita de Angelópolis	Carretera Angelópolis-El Cedro
MGF-P15	146-IV-C	1.150.767	1.165.707	Ultramafita de Angelópolis	Quebrada Santa Bárbara
MGF-26	146-III-D	1.149.102	1.169.453	Ultramafita de Angelópolis	Quebrada las Ánimas
MGF-35	146-IV-C	1.150.281	1.168.909	Metasedimentitas de Sinifaná	Quebrada las Ánimas
MGF-43	146-III-B	1.145.304	1.170.269	Esquistos de Sabaletas	Quebrada las Ánimas
MGF-66	146-III-D	1.147.904	1.168.391	Diorita de Plueblito	Vereda Cieneguita
MGF-77b	146-IV-C	1.153.410	1.167.538	Complejo Quebradagrande	Carretera Angelópolis-Caldas
MGF-80	146-IV-C	1.154.159	1.167.482	Complejo Quebradagrande	Carretera Angelópolis-Caldas
MGF-83	146-IV-C	1.153.331	1.166.435	Monzogranito de Amagá	Quebrada la Clara
MGF-91	146-III-B	1.145.596	1.179.192	Diorita de Plueblito	Carretera Heliconia-Hda la Cañanda
MGF-93	146-III-B	1.145.562	1.179.155	Metasedimentitas de Sinifaná	Quebrada la Sucia
MGF-106	146-III-B	1.148.291	1.178.370	Monzogranito de Amagá	Quebrada Matasano
MGF-	146-IV-	1.154.633	1.177.273	Complejo	Carretera

128	A			Quebradagrande	Heliconia-Medellín
MGF-154	146-IV-A			Metasedimentitas de Sinifaná	Quebrada la Sucia
MGF-214	146-III-B			Diorita de Heliconia	Quebrada Sabaletas
MGF-215	146- III-B	1.145.618	1.170.973	Esquistos de Sabaletas	Quebrada la Horcona
MGF-244	146-III-B	1.148.523	1.172.479	Ultramafitas de Angelópolis	Quebrada la Horcona
MGF-270	146- III-B	1.149.494	1.172.524	Metasedimentitas de Sinifaná	Quebrada la Horcona
MGF-281	146-IV-A	1.151.741	1.172.589	Diorita de Heliconia	Quebrada la Horcona
MGF-293	146-III-B	1.147.651	1.175.200	Gabro de Heliconia	Quebrada Sabaletas
MGF-301c	146-III-B	1.148.563	1.175.402	Ultramafitas de Angelópolis	Quebrada Sabaletas
MGF-325b	146-IV-A	1.150.325	1.177.451	Diorita de Heliconia	Quebrada la Sucia
MGF-326 <sup>a</sup>	146-IV-A	1.150.380	1.177.529	Diorita de Heliconia	Quebrada la Sucia
JGT-144A			1136744	Ultramafitas de Angelópolis	
JGT-144B			1141903	Ultramafitas de Angelópolis	
JGT-144C			1144088	Ultramafitas de Angelópolis	

## 1.4 TRABAJOS ANTERIORES

La zona comprendida entre los Municipios de Angelópolis y Heliconia ha sido objeto de varios estudios tanto de interés académico como económico y algunos con fines sociales. Algunos de estos trabajos realizados han sido impulsados por la minería del carbón en la zona, especialmente en el Municipio de Angelópolis.

Grosse (1926) publicó el “Terciario Carbonífero de Antioquia”, trabajo realizado para el Ferrocarril de Antioquia, el cual incluye a los Municipios de Angelópolis y Heliconia en la plancha geológica que lleva el nombre de este último municipio.

Mejía (1984) presenta la geología y geoquímica de las planchas 130 (Santa Fe de Antioquia) y 146 (Medellín Occidental).

Guzmán (1991) realiza un estudio sobre las condiciones de depositación de la Formación Amagá entre los Municipios de Amagá y Angelópolis.

Sánchez (1991) estudia los factores tectónicos que intervinieron la cuenca de Amagá, describe la petrografía de las rocas que afloran al oeste de Angelópolis y propone el nombre de Complejo Ígneo Básico-Ultrabásico de Heliconia para estas rocas, y considera que está levantado debido a movimientos compresionales de las fallas la Cascajosa y Quirimaré al oeste y Amagá al este.

Montoya & Peláez (1993) efectúan un estudio sobre las ultramafitas y rocas relacionadas presentes en el Municipio de Heliconia y realizan un mapa geológico de estas rocas que abarca parte de estos Municipios. Nombran Complejo Ultramáfico de Heliconia al conjunto de rocas: gabro, dioritas y harzburgitas.

Existen otros trabajos que enfatizan con las explotaciones carboníferas como el de Alzate (1994), Hincapié & Martínez (1985).

## 2 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto busca aportar información a una investigación geológica destinada a establecer las condiciones de formación y evolución de los principales cinturones de rocas ígneas plutónicas, metamórficas y vulcano-clástico sedimentarias de los complejos Arquía y Quebradagrande, Batolito de Sabanalarga, basaltos de la PLOCO y de la Formación Combia. Se espera que los resultados contribuyan al conocimiento de la evolución de la corteza terrestre en el país y permita precisar la ocurrencia de yacimientos minerales de rendimiento económico. Los resultados servirán de soporte al modelo evolutivo del territorio nacional propuesto durante la compilación del Mapa Geológico de Colombia (2005).

Este trabajo hace parte del proyecto de investigación geológica que adelanta el Instituto Colombiano de Geología y Minería (INGEOMINAS) en asocio con la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, titulado:

**“Caracterización petrogenética y edad de las rocas asociadas a los Complejos Arquía y Quebradagrande e intrusivos y extrusivos asociados a la PLOCO.**

**Caracterización estratigráfica, petrogenética y geocronológica de la Combia.**

**Petrogénesis y geocronología de los intrusivos del Occidente Colombiano dentro de las zonas Cauca – Romeral y Cordillera Occidental del plan nacional de desarrollo minero”.**

El estudio enfatiza sobre las condiciones de formación de los principales cinturones de rocas ígneas plutónicas, metamórficas y vulcano-sedimentarias de los Complejos Arquía y Quebradagrande, del Batolito de Sabanalarga, los basaltos de la Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental (PLOCO).

El área específica que nos compete hace parte del subproyecto **“Caracterización petrogenética y edad de las rocas asociadas a los Complejos Arquía y Quebradagrande e intrusivos y extrusivos asociados a la PLOCO”** cuyo objetivo es mejorar la cartografía geológica además de la petrografía de las unidades geológicas presentes en la zona.

### 3 ESTRATIGRAFÍA

La zona esta compuesta por rocas metamórficas, ígneas, y sedimentarias, con edades que varían desde el Paleozoico hasta el Terciario superior. Depósitos recientes representan el Cuaternario.

#### 3.1 PALEOZOICO

El Paleozoico está representado por rocas metamórficas de medio a muy bajo grado; esquistos verdes y negros y metasedimentitas.

##### 3.1.1 Esquistos de Sabaletas (PZ?es)

Con este nombre se designa una faja de esquistos que afloran al occidente de la zona que Restrepo & Toussaint (1978) describen como una faja de esquistos verdes en la margen derecha del río Cauca, los cuales se encuentran cubiertos por sedimentos continentales oligo-miocenos. Restrepo y Toussaint (1974) correlacionan estas rocas con el Grupo Arquía, nombre que se empleó para designar las rocas expuestas en el río Arquía, en los límites entre Antioquia y Caldas y conformadas por esquistos cuarzo sericíticos, esquistos anfibólicos y anfibolitas granatíferas. Restrepo (1986) también correlaciona el Grupo Arquía con estos esquistos. Estas rocas hacen parte del denominado Complejo Arquía (Maya & González, 1995) el cual se encuentra al occidente del Complejo Quebradagrande tal y como se observa en la zona.

En la zona de estudio estas rocas se presentan como una franja continua N-S, al occidente del área de estudio (146-III-B y 146-III-D) y afloran en las quebradas las Ánimas, Sabaletas y la Sucia. En el extremo sur occidental de la zona se encontraron en el caño Amagamiento y por las carreteras que conducen desde Heliconia hasta el corregimiento Alto el Corral y Medellín- Armenia Mantequilla.

Estas rocas se encuentran en contacto fallado con la Diorita de Pueblito y con el Gabro de Heliconia. La Falla Quirimará es el contacto entre estos esquistos y la Diorita de Pueblito. La naturaleza exacta de estos contactos no se pudo determinar exactamente debido a que se encuentran casi siempre cubiertos por depósitos aluviales.

#### Litología

Los afloramientos de estas rocas, debido a que son solo una pequeña faja dentro de la zona de estudio, son escasos. En general las rocas se encuentran relativamente frescas a excepción de los que se encuentran en las carreteras

Heliconia-Alto el Corral Medellín-Armenia Mantequilla donde las rocas presentan un avanzado estado de meteorización. Los Esquistos de Sabaletas son una serie de intercalaciones de rocas macizas de color verde, negro y gris de grano fino, con esquistosidad bien definida. Esto se puede observar en todos los lugares donde afloran.

En algunos afloramientos como en el caño Amagamiento y en la quebrada La Sucia se observan pequeños pliegues y lentes de cuarzo en la roca que definen una textura de tipo augen.

Microscópicamente tiene una textura grano-nematoblástica con un bandeamineto composicional definido por capas de carbonato, cuarzo y clorita, separadas por minerales opacos. También hay anfíbol. Como minerales accesorios se presentan turmalina, plagioclasa, feldespatos y minerales opacos.

Hacia la parte sur (146-III-B) la roca se encuentra bastante alterada, con epidotización.

Estos esquistos presentan deformación propia de un nivel dúctil manifestada por pequeños pliegues y por lentes de cuarzo deformados. La foliación de estas rocas presenta una tendencia N20°-35°W/20°-70°NW.

**Figura 6. Afloramiento de lo Esquistos de Sabaletas en la quebrada las Animas, obsérvese la intercalación entre capas verdes, negras y grises.**



## Metamorfismo

Restrepo (1986), determina que el grado de metamorfismo de estos esquistos es muy monótono, el cual no llega a la facies anfibolita. Hay dos dataciones radiométricas que indican que estas rocas sufrieron un fuerte calentamiento durante el Cretácico.

Los análisis microscópicos realizados en las rocas estudiadas en este trabajo, muestran una facies esquistos verde.

## Edad

Toussaint y Restrepo (1978) realizan una datación por el método K-Ar en roca total a un esquistos verde localizado en la margen derecha del río Cauca, la edad obtenida fue de  $127 \pm 5$  Ma. La cual corresponde al Cretácico Inferior, consideran que si la edad obtenida es válida para datar el metamorfismo entonces estos esquistos deben correlacionarse con el Grupo Arquía, datado en  $113 \pm 5$  Ma. Indican que aunque la edad es aceptable podría corresponder a una pérdida de Argón en roca más antigua dado que la roca es de un tipo bórico de media presión mientras que la mayoría de las rocas metamórficas datadas han arrojado edades Paleozoicas y son de baja presión.

## Discusión

Aunque las edades obtenidas para las unidades del Complejo Arquía indican un evento cretácico, hay dudas sobre la edad de formación y el metamorfismo que sufrieron estas rocas (Restrepo y Toussaint, 1975). Dadas las condiciones tectónicas y el método empleado en la datación, para McCourt *et al.* (1984) no ha sido muy bien definido si estas rocas son de edad paleozoica o si han sido afectadas térmicamente en el Cretáceo.

Para González (2001) estos esquistos se encuentran intruidos por plutones Permo-Triásicos como la Diorita de Pueblito, lo que está indicando que la edad del metamorfismo de los esquistos es mayor a la que están mostrando las dataciones. Esto confirma que, al igual que sucede en otras unidades de la Cordillera Central el metamorfismo de ésta no está bien definido y que en algunos casos puede ser que la superposición de eventos dificulte la identificación de la edad del mismo (Toussaint, 1993). Por lo tanto, para el caso del Complejo Arquía, se tiene que la edad del metamorfismo es por lo menos paleozoica.

### 3.1.2 Metasedimentitas de Sinifaná (PZms)

Las Metasedimentitas de Sinifaná ocupan una franja delgada de rocas metasedimentarias limitada al oriente por la Falla Silvia-Pijao, al sureste por las fallas Romeral (*sensu* Grosse, 1926) al oeste y al este respectivamente (Calle & González, 1980), al oeste por la falla Amagá-Ebéjico y al este por la falla Piedecuesta (Mejía *et al.*, 1983a).

Estas rocas fueron descritas por Grosse (1926) como pizarras arcillosas a filitas y les asignó el nombre de Formación Pizarras Arcillosas.

González (1976) las describe como metamorfitas de muy bajo grado (Pbsd). Este mismo autor le da el nombre informal de “Metasedimentitas de la Sinifaná” describiendo la sección de referencia en el trazado de la quebrada Sinifaná (González, 1997).

Cardona *et al.* (1999), siguiendo el Código Estratigráfico Internacional y la Guía Estratigráfica Internacional, definen estas rocas con el nombre informal de “Sedimentitas de la Quebrada Piedra Verde-Palomos”. Los autores describen tres secuencias en las Quebradas La Horcona, Piedra Verde-Palomos y La Sinifaná en donde encuentran que la característica fundamental es la presencia de intercalaciones cíclicas de capas de arenitas lodosas con capas de lodolitas.

Esta unidad también se encuentra en dos cuerpos alargados y discontinuos con dirección NW (146-III-B, III-D, IV-A y IV-C) que afloran en las carreteras Angelópolis-Cieneguita, Angelópolis-Caldas, Medellín-Pueblito-Armenia, Heliconia-Medellín y en las quebradas las Animas, Santa Bárbara, la Sucia y la Burreña, la Horcona y Sabaletas. El primero de estos cuerpos se localiza al oriente de los Municipios de Angelópolis y Heliconia en una franja con dirección SE-NW que se encuentra interrumpida entre las quebradas Las Animas y la quebrada La Pueblito, donde posiblemente esta cubierta por la Formación Amagá. El segundo cuerpo se localiza al occidente de estos mismos municipios, esta franja se adelgaza hacia el norte hasta desaparecer en un poco más al norte de la quebrada Sabaletas.

**Figura 7. Afloramiento de las Metasedimentitas de Sinifaná en la carretera Heliconia–Medellín. Nótese el plegamiento de estas rocas, posiblemente producto ya sea del metamorfismo dinámico que formó estas rocas o de la cercanía al contacto con el Complejo Quebradagrande.**







Se encuentra en contacto al parecer fallado con las Ultramafitas de Angelópolis al oeste y al este con la Diorita de Heliconia y el Complejo Quebradagrande hacia el sur. Con el Monzogranito de Amagá no se pudo establecer el contacto con certeza, sin embargo en la carretera Angelópolis-Caldas, este parece ser intrusivo. Hacia el norte por la quebrada La Horcona el contacto es fallado. En las quebradas Santa Bárbara y Sabaletas se observó la Formación Amagá reposando discordantemente sobre las metasedimentitas.

### **Litología**

Esta unidad esta formada por intercalaciones de rocas de color gris, gris claro, gris verdoso y café que comprenden metalodolitas y metareniscas. Se presentan planos de foliación bien definidos y anastomosados, además budines de cuarzo, con tamaños hasta métricos. El tamaño de grano en las metareniscas varía de medio a fino y se pueden observar pequeños cristales de cuarzo y feldespato embebidos en una matriz afanítica de color gris.

En la carretera que de Angelópolis lleva a Cieneguita a la altura de la Miranda se pueden observar bordeando budines de cuarzo (figura 8).

**Figura 8. Metasedimentitas con budines de tamaño métrico de cuarzo, ubicadas en la carretera Angelópolis- Cieneguita.**



La roca se encuentra en un estado de meteorización avanzado, por lo que no fue posible tomar buenas medidas de foliación ni tomar muestra adecuada para sección delgada.

En la quebrada las Ánimas se pueden observar estas rocas cortadas por diques de cuarzo de hasta 12 cm de espesor, en dirección aproximadamente perpendicular a la dirección de foliación (figura 9).

Por la quebrada La Horcona, entre estas rocas, hay una roca compacta, masiva, de grano fino a medio, de color verde oscuro con fenocristales posiblemente de anfíbol, que le dan un aspecto porfídico. El análisis petrográfico muestra que se

trata de una roca ígnea de composición gabraica, posiblemente un dique que corta las metasedimentitas, aunque en campo la relación no es clara.

En macromuestra estas rocas se diferencian de los Esquistos de Sabaletas por ser menos macizas, la foliación es pobremente definida, difusa en algunos sitios y ausente en otros. Las metasedimentitas conservan algo de la estratificación original de la roca, mientras que en los esquistos la foliación se encuentra bien definida y además presentan intercalaciones bien delimitadas, que no se aprecian en las metasedimentitas. En sección delgada la principal diferencia entre ambas unidades es el grado metamórfico al cual fueron sometidas ambas secuencias sedimentarias: Los esquistos alcanzaron las facies esquistos verde, mientras que en las metasedimentitas alcanzaron un muy bajo grado metamórfico (facies prehnita-pumpellyita?) ya que localmente conservan todavía materia orgánica, y algunas de las texturas sedimentarias.

**Figura 9. Metasedimentitas cortadas por diques de cuarzo. Las líneas rojas indican la dirección de la foliación. Quebrada Las Ánimas.**



Al microscopio la foliación está definida por láminas de un mineral de grano fino con textura fibrosa, cuya identificación no es posible debido al tamaño de los cristales, y laminillas de materia orgánica. En algunas partes la roca conserva parte de la estructura sedimentaria. Estas laminillas presentan evidencias de una leve deformación indicando que la roca puede tener un efecto dinámico. La presencia de clorita es el único indicador en este caso de que estas rocas tengan algo de metamorfismo.

## Metamorfismo

El metamorfismo de estas rocas se encuentra en discusión ya que hay autores que consideran que tienen un metamorfismo de muy bajo grado (González, 1976), otros en cambio creen que el metamorfismo que pudo haber afectado estas rocas no es significativo (Cardona *et al.*, 1999), es decir que conservan todavía las características sedimentarias y que por lo tanto no hay razón para llamarlas metasedimentitas.

Por las características que presentan estas rocas, como la presencia de poliedros de deformación, lentes de cuarzo deformados, budines envueltos en la foliación y crenulación en las metalodolitas, es posible que el metamorfismo que presentan estas rocas sea de tipo dinámico.

## Edad

La edad de estas rocas no ha sido bien definida, ya que no hay dataciones para esta unidad. Así, la edad que se le ha asignado ha sido por las relaciones de campo. La evidencia mas importante es que las metasedimentitas se encuentran intruidas por el Monzogranito de Amagá datado con el método de U/Pb en circón en  $228 \pm 9$  Ma (Vinasco *et al.* 2006). Esta relación que no se pudo determinar con exactitud en este trabajo, pero fue reportada por González (1997) y Cardona *et al.* (1999) en la quebrada Sinifaná. Cardona *et al.* (1999) establecen que el límite inferior de la edad para estas rocas es de finales del Siluriano y principios del Devónico, con base en la presencia de restos de flora la cual no especifican, y que el límite superior pertenece al Permo-Triásico por la relación intrusiva con el Monzogranito de Amagá. Es claro que la edad mínima para estas rocas es el Permo-Triásico por lo que en este trabajo se considera la edad paleozoica para estas rocas.

## 3.2 MESOZOICO

La actividad ígnea de este sector de la Cordillera Central se encuentra representada por rocas plutónicas que marcan varios eventos intrusivos sucedidos durante el Mesozoico. Algunos de estos cuerpos, según las últimas dataciones, muestran que prácticamente son contemporáneos como es el caso de la Diorita de Pueblito, y el Gabro de Heliconia. Estas rocas junto con las Ultramafitas de Angelópolis fueron consideradas por Restrepo & Toussaint (1974) como parte de un complejo ofiolítico emplazado durante el Cretácico. La edad de esta última unidad no es muy clara debido a la ausencia de dataciones. La Diorita de Heliconia intruye el Monzogranito de Amagá, y por tanto ambas representan dos eventos intrusivos diferentes, uno de ellos en el Triásico y el otro posiblemente en el Cretácico Superior.

### 3.2.1 Diorita de Pueblito (*Tdp*)

Grosse (1926) denomina este cuerpo “diorita anfibólica”, y lo describe como una diorita cuarzosa de grano medio, de colores blanco y gris verdoso oscuro donde predominan los minerales leucocráticos (plagioclasa y en menor cantidad cuarzo), sobre el mineral melanocrático (hornblenda).

González (1976) describe la parte sur de este cuerpo en la plancha 166-II-B, del IGAC, con el nombre de Diorita de Pueblito.

En la zona de estudio esta unidad aflora hacia el occidente (146-III-D) del Municipio de Angelópolis, por las carreteras que van hacia las veredas de Cieneguita y El Cedro y en la quebrada las Animas y la Horcona. En el Municipio de Heliconia (146-III-B) aflora en las quebradas la Sucia y Sabaletas y por las carreteras que van hacia el corregimiento Alto el Corral y hacia la Hacienda la Cañada. En el corregimiento de Pueblito se observó en la carretera que de este conduce a Armenia Mantequilla.

El cuerpo tiene una dirección aproximada NS y se encuentra limitado por la Falla Quirimará, la cual lo separa al norte y centro de los Esquistos de Sabaletas y del Gabro de Heliconia y hacia el sur de las rocas sedimentarias de la Formación Amagá. La Falla Llorosagrande (Montoya & Peláez, 1993) al este, la pone en contacto con el Gabro de Heliconia. Si bien se definieron estos contactos como fallados, al igual que en los trabajos anteriores, es conveniente aclarar que la naturaleza de estos contactos no es muy clara, ya que no afloran en ninguna de las quebradas. Solo en la quebrada Sabaletas se encontraron evidencias de falla en los contactos, tanto en el este como en el oeste. En estas zonas se encontró una brecha de color negro, de grano fino a medio. Hacia el noroeste la Diorita de Pueblito se encuentra en contacto posiblemente fallado con los Esquistos de Sabaletas.

Por la quebrada Las Animas, en la Vereda Santa Ana, esta roca parece estar suprayaciendo a la Formación Amagá.

En algunos afloramientos la Diorita de Pueblito se presenta bastante diaclasada y presenta también poliedros de deformación, lo que indica fenómenos tectónicos de deformación propios de nivel estructural superior.

#### Litología

Es una roca fanerítica de grano fino a medio con cristales euhedrales de feldespato, lo que en algunas partes permite identificar una textura porfídica. El color de la roca varía de gris claro a gris oscuro. Está compuesta por anfíbol pardo, feldespato, cuarzo, (de color verdoso cuando se encuentra un poco meteorizado) y ocasionalmente piroxeno. Como minerales accesorios hay opacos, apatito, circón y esfena. Bajo el microscopio se presenta alteración del anfíbol a saussurita y clorita. La roca muestra una leve foliación en sección delgada, que no



es fácil de distinguir en campo. En estos casos la textura de la roca es xenomórfica inequigranular.

En algunas partes la roca presenta foliación incipiente que varía entre N68°W/36°SW y N15°W/70°NE, la cual se observa bien en la quebrada Las Ánimas. Se observan enclaves de composición máfica en forma de lentes que posiblemente son de composición gabroica u horblendítica. En lugares como las quebradas Las Ánimas y la Sucia se puede observar que estos enclaves aparecen como intercalaciones de lentes de grano medio con grano grueso, similares al Gabro de Heliconia, indicando una posible zona de *mingling* (mezcla de magmas) (figura 10). También presenta diques de composición diorítica de hasta 55 cm de espesor.

Mineralizaciones de sulfuros diseminados se presentan a lo largo del cuerpo, los cuales se observan más hacia el norte de la zona.

### Edad

La Diorita de Pueblito ha sido considerada parte del denominado Complejo Ofiolítico del Cauca (Restrepo & Toussaint, 1974) datado por Toussaint & Restrepo (1978) en  $163 \pm 10$  Ma mediante el método K/Ar en biotita.

Vinasco *et al.* (2003) obtiene una edad de 238 Ma, para esta roca por el método de Ar-Ar en anfíbol. Por ser esta una datación directa sobre la diorita a diferencia de la edad obtenida por Toussaint & Restrepo (1978) para un conjunto de rocas, se considera en este trabajo como la edad más precisa para este cuerpo.

**Figura 10. Afloramiento de la Diorita de Pueblito en la quebrada las Ánimas. Se observa la transición ente el gabro y la diorita.**



### 3.2.2 Monzogranito de Amagá (*Tma*)

Grosse (1926) encuentra rocas plutónicas que denomina tipo Amagá. El mismo autor clasifica como granitita al cuerpo principal que aflora el este del municipio de Amagá, entre las quebradas Sinifaná y La Clara, al norte, y que tiene una longitud de 11.5 km y un ancho máximo de 3 km.

Giraldo & Toro (1985) sugieren nombrar esta unidad Granito de Amagá en lugar de Stock de Amagá ya que su composición mineralógica corresponde a la de un granito, con variaciones, en sus extremos norte y sur, a una facies básica (diorita), debida posiblemente a procesos de diferenciación magmática o a una reacción con las rocas encajantes. También se encuentra una facies ácida (aplita) que atraviesa el cuerpo en forma de diques irregulares.

González & Londoño (2002) en el Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia proponen el nombre de Monzogranito de Amagá para este cuerpo, ya que predomina la composición monzogranítica con variaciones locales a granítica- cuarzomonzonítica como facies más sódicas y a cuarzodiorítica-diorítica como facies básicas.

En la zona de estudio la unidad aflora en Angelópolis en las quebradas Las Ánimas, La Clara y en la carretera Angelópolis – Caldas; en Heliconia aflora en las Quebradas La Sucia, Sabaletas, Matasano, La Horcona y en las vías Pueblito-Medellín y Pueblito - Armenia Mantequilla. Se trata de una serie de cuerpos relativamente pequeños e independientes con una dirección aproximada N-S, donde el cuerpo principal tiene una extensión de 6 Km.

Los contactos del cuerpo principal con las rocas adyacentes es de tipo tectónico e intrusivo. Hacia el noreste se encuentra en contacto fallado con las Mesedimentitas de Sinifaná por la quebrada La Horcona. Este contacto también parece ser fallado un poco más al norte, en la quebrada Sabaletas. En esta misma quebrada algo más al oeste, este cuerpo se encuentra en contacto fallado con la Ultramafita de Angelópolis. Por la carretera Pueblito-Medellín y por la quebrada Sabaletas se observa que la Diorita de Heliconia intruye a este cuerpo granítico. Hacia el suroeste en la quebrada Las Animas y por la carretera Angelópolis-Caldas el Monzogranito de Amaga parece ser intrusivo en las Metasedimentitas de Sinifaná (figura 11) pero esta relación no pudo ser claramente establecida, debido a la mala calidad de los afloramientos. González & Londoño (2001) describen una delgada aureola de contacto en facies albíta – epidota a cornubiana de hornblenda, formada por la intrusión de este cuerpo en las metasedimentitas en la quebrada Sinifaná. Grosse (1926) describe este mismo efecto en la quebrada Quintú.

Por la quebrada Las Animas hacia la Hacienda La Bonita, la Formación Amagá reposa discordantemente sobre este cuerpo.

**Figura 11. Afloramiento del Monzogranito de Amagá, la Formación Amagá y las Metasedimentitas de la Sinifaná. La relación del monzogranito con las metasedimentitas no es muy claro y solo se pudo observar una laminilla muy fina de color negro que posiblemente sea salbanda e indique que el contacto sea fallado. La relación entre la Formación Amagá y el granito es clara, mostrando que el granito está suprayaciendo las rocas sedimentarias. Vía Angelópolis Caldas.**



## Litología

La composición de la roca es predominantemente de granito con una textura fanerítica de grano medio a grueso. En muestra de mano fresca se puede observar un tamaño de grano que varía de medio a grueso, de color blanco moteado a negro. La mineralogía de la roca es feldespato, cuarzo, biotita y anfíbol y como fases accesorias tiene apatito, circón, granate y opacos. Cuando la muestra se encuentra moderadamente meteorizada exhibe un color amarillo crema y los feldespatos se tornan levemente verdes. En la quebrada Matasano los feldespatos se tiñen un poco rosados, indicando la presencia de feldespato potásico. En la quebrada La Clara este cuerpo se puede observar intruido por diques de cuarzo cuyo tamaño oscila alrededor de 0,3 m, los diques presentan un fracturamiento paralelo a los bordes.

En Sección delgada presenta textura porfídica y seriada, con fenocristales de plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo en matriz cristalina mediogranular de igual composición con biotita y granate accesorio. Se definen además texturas poikilíticas, con olocristales de feldespato potásico y cuarzo, y cadacristales de

plagioclasa y en menor proporción biotita. Localmente el feldespato define texturas micrográficas y granofíricas al intercrecer con cuarzo cuneiforme o vermicular. La roca presenta alteración incipiente de las plagioclasas a sericita y minerales arcillosos que le imparten un aspecto nublado. Las biotitas están retrogradadas parcialmente a clorita. Los granates están retrogradados a sericita y clorita.

### Edad

Pérez (1967) obtuvo una edad de  $215 \pm 7$  Ma (Triásica Superior) por método K-Ar en biotita. Restrepo et al. (1991), obtienen edades de  $232 \pm 12$  Ma (Triásica) por K-Ar en biotita, y  $309 \pm 20$  Ma por Rb-Sr en roca total (Carbonífero superior), y consideran esta última como la edad de la intrusión, mientras que las de K-Ar podrían corresponder a edades de levantamiento y erosión de la zona. Vinasco (2001) obtuvo una edad de  $203.7 \pm 0.5$  Ma por el método Ar-Ar en plagioclasa, que interpreta como la edad máxima de alteración hidrotermal en la plagioclasa sericitizada. Posteriormente Vinasco *et al.* (2003) obtienen una edad de 227 Ma por U-Pb SHRIMP en circón y esta puede ser considerada como la edad de intrusión del cuerpo.

Por tanto en este trabajo se le asigna una edad triásica para este cuerpo, donde las edades encontradas muestran un evento magmático Permo-Triásico en el flanco occidental de la Cordillera Central (González & Londoño, 2001).

### 3.2.3 Gabro de Heliconia (*Tgh*)

Mejía (1984) denomina Gabros de Romeral aquellas franjas de gabro ubicadas dentro del sistema de Fallas de Romeral y que en parte bordean la diorita de Pueblito. Grosse (1926) denomina una de estas franjas Gabro anfibólico. En este trabajo se decide continuar con la denominación propuesta por Montoya & Peláez (1993), de Gabro de Heliconia.

En la zona de estudio esta unidad aflora en el Municipio de Angelópolis, por la carretera que conduce hacia la vereda de Cieneguita y en la quebrada Las Animas (146-III-D), en el Municipio de Heliconia por las quebradas La Sucia y Sabaletas, por la vía que de Heliconia lleva a la Hacienda la Cañada y por la vía que del corregimiento Pueblito lleva a Armenia Mantequilla, y en la quebrada La Horcona que delimita los municipios de Angelópolis y Heliconia (146-III-B).

Esta unidad se encuentra en contacto fallado con las rocas ultramáficas serpentinizadas en las quebradas La Sucia, Sabaletas y La Horcona. También se encuentra en contacto con la Diorita de Pueblito, pero la naturaleza de este contacto no se logró determinar en campo. Sin embargo, los rasgos geomorfológicos y la presencia de rocas trituradas entre ambos cuerpos en la quebrada Sabaletas, permiten inferir que el contacto entre ambas unidades es, al menos en esta zona, fallado. Aun así, es posible que el fallamiento sea posterior actuando por el plano de debilidad entre dos unidades relacionadas.



## Litología

La roca es fanerítica de color blanco moteado a negro y presenta variaciones de tamaño de grano grueso a grano fino. Presenta algunos diques pegmatíticos de hornblenda y feldespato principalmente, así como bandeamiento composicional entre dominios de minerales máficos y félsicos. La textura pegmatítica se observó también en cantos rodados de la quebrada Las Animas. La roca está fuertemente foliada, con variaciones entre  $N30^{\circ}-58^{\circ}W/44^{\circ}-69^{\circ}NE$ , y en algunas partes presenta además pequeños plegamientos, budines y poliedros de deformación que indican que la roca estuvo sometida a esfuerzos en el nivel plástico (figura 12).

**Figura 12. Gabro foliado y plegado, la orientación en este caso la está definiendo los feldespatos. Quebrada Sabaletas.**



**Figura 13 A. Enclaves de rocas máficas (piroxenita?) en el Gabro de Heliconia, en la Quebrada Sabaletas.**



**Figura 13 B. Zona de mezcla de magmas (?) en el Gabro de Heliconia. Obsérvese las bandas irregulares oscuras y claras. Aquí se encuentran cortados por una serie de microfallas. Quebrada Sabaletas.**



En sección delgada la roca presenta textura subidiomórfica inequigranular, localmente poikilítica, compuesta por anfíbol, piroxeno y plagioclasa. La roca presenta evidencias de alteración donde la plagioclasa se encuentra parcial a totalmente saussuritizada, el anfíbol presenta epidotización parcial y el piroxeno está cloritizado parcialmente.

En campo se encontraron enclaves de diorita y de rocas más máficas, posiblemente piroxenita u hornblendita, que en algunos casos tenían disposición lenticular. Al igual que en la diorita estos enclaves indican una posible zona de mezcla de magmas (figuras 13 A y B).

Hacia el Municipio de Heliconia, por la quebrada Sabaletas y por la vía que va desde este Municipio a el corregimiento Alto el Corral, esta roca se encuentra en dos franjas alargadas bordeando a la Diorita de Pueblito. La franja oriental es continua en sentido N-S en toda la zona, mientras que la franja occidental es discontinua en un tramo comprendido entre la quebrada La Lindera y la carretera Medellín-Armenia Mantequilla, donde posiblemente se encuentra cubierta por la Formación Amagá y depósitos cuaternarios.

### **Edad**

Restrepo & Toussaint (1976) determinan una edad para esta unidad de 126 Ma por el método K/Ar en hornblenda. Vinasco *et al.* (2003) obtienen una datación para el llamado Gabro de Pueblito, que correspondería a los cuerpos que afloran en esta localidad. La datación se realizó por el método de Ar-Ar en anfíbol y arrojó una edad de 224 Ma, edad similar a la obtenida por estos mismos autores en la Diorita de Pueblito.

### **3.2.4 Ultramafita de Angelópolis (*K1?ua*)**

Nombre dado en este trabajo a las rocas ultramáficas que afloran al occidente de los municipios de Angelópolis y Heliconia. Los mejores afloramientos se encuentran en el Angelópolis.

Grosse (1926) describe esta unidad como una peridotita y considera que este cuerpo en conjunto con el gabro anfibólico (Gabro de Heliconia) y la diorita anfibólica (Diorita de Pueblito) han cristalizado a partir de un mismo magma por diferenciación magmática. Restrepo & Toussaint (1976) postulan un origen comagmático para los Garbos de Heliconia y las serpentinitas que agrupan en el Conjunto Ofiolítico del Cauca. Nivia *et al.* (1996) relaciona estas rocas al igual que el Gabro de Heliconia al Complejo Quebradagrande, que este autor considera una cuenca marginal intracratónica que se formó durante el Cretácico.

En la zona de estudio este cuerpo tiene buenas exposiciones en las carreteras Angelópolis-El Cedro, Angelópolis-Cieneguita y en las quebradas Las Animas (146-III-D), Santa Bárbara (146-IV-C), y en el Municipio de Heliconia aflora en las vías Heliconia-Hacienda la Cañada, Heliconia-Alto el Corral y en las quebradas La Sucia, Sabaletas y La Horcona (146-III-B).

**Figura 14. Cabalgamiento entre la roca ultramáfica y la Formación Amagá**



Figura 14. Cabalgamiento entre la roca ultramáfica y la Formación Amagá. A). Espesor de

## Litología

La roca es de aspecto masivo, de grano fino y de color negro a negro verdoso. La superficie de la roca esta cubierta por serpentina, ocasionalmente presentándose como una patina de color verdoso. Es común encontrar la roca agrietada, con superficies estriadas y con fracturas que exhiben poliedros de deformación y con una serie de fallas locales. El fallamiento puede estar relacionado al emplazamiento de la roca.

En la vía Angelópolis-El Cedro este cuerpo se encuentra en contacto fallado con conglomerados y areniscas de la Formación Amagá (figura 14). El plano de falla se midió en N40°W/27°SW con movimiento de estiramiento con actitud N60°W/30°SW. El espesor de la zona de falla es aproximadamente de 0,46 m y en ella se presenta material brechoso débilmente orientado en matriz arcillosa.

En la quebrada La Sucia este cuerpo se encuentra en contacto fallado con el Gabro de Heliconia. La falla tiene un espesor de 0,61m y presenta una dirección N10E/84SE.

En la quebrada Sabaletas las ultramafitas se encontraron en contacto fallado con el Gabro de Heliconia con una dirección N5°W/57°NE. Este contacto esta caracterizado por pequeños lentes de roca ultramáfica intercalados con gabro, delimitados por zonas de falla que varían de 0,6 m y 0,8 m de ancho. El espesor de los lentes de la roca ultramáfica varía entre 3 m y 7 m. Aunque la relación original entre ambas rocas este enmascarada por la mezcla tectónica, es posible que el gabro haya intruido en el ultramáfico. Sin embargo ambas rocas ya estaban formadas cuando se dio el evento tectónico.

Una relación similar se encontró en la carretera Heliconia-Alto el Corral. Allí se encuentra una franja saprolitizada de roca fanerítica de grano grueso, de un color crema con minerales de alteración negros, muy meteorizada pero de aspecto gabroico dentro de la roca ultramáfica, lo que confirmaría la relación intrusiva entre ambas unidades.

En la mayoría de los afloramientos es común encontrar diques de rodingita en la ultramafita. El espesor de estos diques varía de 10 cm a 35 cm. Por lo general no presentan una orientación preferencial (figura 15).

Asociados a esta unidad se encuentran conglomerados muy consolidados con clastos de roca ultramáfica y diorita principalmente de hasta 40 cm de diámetro. En contacto entre ambas unidades es irregular. En algunas partes se encuentran rellenando cavidades verticales, por lo que el conglomerado no pudo depositarse sobre la roca y estos posiblemente sean producto del arrastre durante el emplazamiento de la roca.,

En sección delgada la roca tiene una textura alotriomórfica inequigranular, y está compuesta por olivino, ortopiroxeno y anfíbol. La serpentización comienza desde las fracturas de la roca. Los diques de rodingita están compuestos por piroxeno,

anfíbol y feldespato. El anfíbol y el piroxeno presentan alteración a clorita y saussurita respectivamente. La textura de estas rodingitas es fanerítica subidiomórfica.

**Figura 15. Diques de rodingita que intruye a la roca ultramáfica. Quebrada La Sucia.**



En la quebrada las Ánimas se observaron rodados que muestran una textura tipo malla. En el centro se puede observar de color pardo y el borde o enrejado de color negro (figura 16), esta textura se debe posiblemente a la alteración de la roca.

**Figura 16. Rodados de roca ultramáfica exhibiendo una textura tipo malla. Esta característica solo se observó en rodados en la quebrada Las Ánimas.**



## Edad

Álvarez & González (1978) consideran estas rocas como corteza oceánica emplazada tectónicamente y las incluyen en las rocas ultramáficas asociadas al Sistema Romeral del Complejo Ofiolítico del Cauca, como lo habían hecho Restrepo y Toussaint (1976);. Toussaint & Restrepo (1978), dataron una pegmatita hornbléndica perteneciente a la faja de harzburgita, gabro y diorita, y obtuvieron una edad de 166 Ma por el método K-Ar (Jurásico) y por tanto le asignan la misma edad a la Ultramafita de Angelópolis. Por lo contrario, Nivia *et al.* (1996) consideran que la esta unidad realmente está íntimamente relacionada al Complejo Quebradagrande de edad Cretácico inferior por lo que consideran que esta se formó en el Cretácico.

### 3.2.5 Complejo Quebradagrande (*sensu* Maya & González, 1995)

Grosse (1926) definió este complejo como Formación Porfirítica y describe un conjunto de derrames volcánicos de carácter ácido y básico (porfiritas labradoríticas, porfiritas diabásicas, porfiritas augíticas y basaltos con tobas volcánicas) intercalados con sedimentos marinos. Botero (1963) define la Formación Quebradagrande y establece como sección tipo la secuencia localizada al sur del Municipio de la Estrella en la quebrada Grande. La describe como una secuencia de rocas vulcanosedimentarias, constituida por sedimentos marinos y volcánicos concordantes, que conforman un cinturón alargado, limitado por fallas del Sistema de Romeral.

Maya & González (1995) denominan Complejo Quebradagrande a este conjunto de rocas volcánicas y sedimentarias de afinidad oceánica. En la zona de estudio esta unidad aflora en las vías Angelópolis–Caldas (146-IV-C), Heliconia–Medellín, Pueblito–Medellín y en las quebradas La Burreña y La Sucia en el Municipio de Heliconia (146-IV-A).

Si bien esta unidad es una de las unidades más extensas en la zona de estudio, en general los afloramientos casi siempre se encuentran cubiertos por vegetación, depósitos cuaternarios o presentan un avanzado estado de meteorización. Además comprende las zonas de mayor relieve y de difícil acceso por su topografía dentro del área. Por tanto los mejores afloramientos se encuentran en la carretera Angelópolis-Caldas.

## Litología

La unidad volcánica corresponde tobas, pórfidos y basaltos de coloración verdes, de textura generalmente porfídica, con fenocristales de cuarzo y feldespatos en una matriz afanítica. Las tobas contienen fragmentos líticos y pueden tener texturas amigdaloides. Por la carretera Pueblito-Medellín se encuentran intercalaciones de estas rocas, que definen una especie de bandeamiento. En las quebradas Las Ánimas, La Sucia, y La Horcona se observan grandes bloques rodados de más de 1 m de aglomerados de color verde que no observaron in situ.

La unidad sedimentaria consta de lilitas de color negro principalmente y lutitas bandeadas de color verde y morado intercaladas entre sí. El espesor de las bandas varía entre 2 cm y 36 cm, y en algunas partes se observa estratificación paralela. Estas bandas presentan deflexión (figura 17).

En sección delgada las rocas volcánicas son tobas líticas y vítreas con texturas porfídicas seriadas y amigdaloides, con matriz vítrea. En las tobas líticas hay un contenido de fragmentos de roca del 30% del total de la roca, en cambio en las tobas vítreas no hay presencia de líticas y el vidrio constituye el 55% de la roca. Los minerales principales son piroxeno parcial o totalmente alterado a clorita, anfíbol, cuarzo y ocasionalmente pumpellyita. Las sedimentitas encontradas son lutitas con una composición predominante de arcilla, las cuales presentan bandeamiento composicional definido por minerales opacos. Las sedimentitas presentan textura milonítica definida por la arcilla y minerales opacos envolviendo minerales de la fracción más fina de la roca.

**Figura 17. Sedimentitas del Complejo Quebradagrande, obsérvese la deflexión que presentan las bandas de lutita. Carretera Angelópolis Caldas.**



## Edad

Grosse (1926) plantea una edad desde el Jurásico superior hasta el Cretáceo inferior, ya que distingue dos horizontes: uno fosilífero Cretáceo inferior y otro, tal vez más antiguo, sin fósiles, donde las rocas sedimentarias presentan metamorfismo, por lo que le asigna una edad Jurásica. Botero (1963) le asignó una edad Cretáceo superior por fósiles de *Archaeolithotamnion* y espinas de equinoides, ya que esta combinación de fósiles con otros fósiles marinos es común en el Cretáceo superior de las Antillas de México y Centro América.



Toussaint & Restrepo (1978) datan una diabasa del Complejo Quebradagrande en  $105 \pm 10$  Ma por el método K-Ar en roca total. Posteriormente González (1980) y Gómez *et al.* (1995), de acuerdo con los fósiles recolectados en estas rocas, determinan que se formaron durante el intervalo Valanginiano-Albiano, confirmando su edad cretácica inferior.

### 3.2.6 Diorita de Heliconia (*K2?dh*)

La Diorita de Heliconia está conformada por una serie de cuerpos intrusivos que ocupan un área de 30 km<sup>2</sup> a lo largo del Sistema de Fallas Silvia-Pijao. Aflora al norte y sur de Heliconia y al este de Ebéjico, entre las Fallas Uvito y Romeral (Mejía, 1984).

Grosse (1926) describió como Diorita tipo Heliconia a un grupo de rocas dioríticas con amplias variaciones composicionales, cuyo emplazamiento estuvo controlado tectónicamente. El autor diferencia una facies normal y una facies básica. La facies normal es de color gris verdoso y en ella predominan el cuarzo y la plagioclasa sobre la hornblenda mientras que la facies básica es de grano fino y de color negro verdoso, con fenocristales de plagioclasa.

El cuerpo principal se localiza al este del Municipio de Heliconia, en la carretera Pueblito-Medellín y en las quebradas Sabaletas y La Sucia (146-III-B y 146-IV-A). En Angelópolis solo se observó en la carretera Angelópolis-Caldas (146-IV-C).

#### Litología

La composición varía de diorita a cuarzodiorita. La roca es de color gris a gris verdoso moteada a blanco y el tamaño de grano varía de medio a grueso. La roca está compuesta por plagioclasa, cuarzo y anfíbol euhedral. La plagioclasa se torna en algunos casos levemente rojiza.

En la carretera Pueblito-Medellín se puede observar esta roca en contacto intrusivo con el Monzogranito de Amagá. La intrusión se presenta en forma de enjambres y hacia los bordes de la diorita se presenta una roca de color gris claro, que posiblemente corresponde a una parte más félsica del Monzogranito de Amagá o a una corona de reacción generada por la intrusión en la diorita. En esta misma vía se pueden observar diques dioríticos con espesores de 30 cm y 40 cm que intruyen las rocas del Complejo Quebradagrande. En las quebradas Sabaletas y La Horcona se observaron diques de la misma composición que intruyen la Diorita de Heliconia con espesores de hasta 150 cm, indicando la existencia de varios pulsos magmáticos en la diorita. Se observan en ocasiones lentes de diorita intercalados con lentes de tobas.

En sección delgada se trata de rocas textura porfídica, con fenocristales mediogranulares de plagioclasa, cuarzo  $\beta$ , y algunos agregados pseudomorfos posiblemente de piroxeno en matriz cristalina finogranular (holocristalina) de feldespato, plagioclasa, piroxeno  $\pm$  anfíbol  $\pm$  cuarzo. Se presentan texturas granofíricas, variolíticas y aproximadamente esferulíticas, y icrográficas de

feldespato potásico y cuarzo alrededor de plagioclasas. En general predomina una intensa alteración hidrotermal a minerales como epidota, clorita, prehnita-pumpellyita y anfíbol fibroso

### **Edad**

No hay datos radiométricos para la Diorita de Heliconia, pero su emplazamiento se considera relacionado con la actividad ígnea desarrollada en el Cretáceo Superior, contemporánea a formación de los batolitos de Sabanalarga y Antioqueño (Mejía et al., 1983b).

Debido a su relación intrusiva con las rocas del Complejo Quebradagrande de edad Cretácico Inferior (Botero, 1963), se asume una edad Cretácico Superior o pos-cretácica para esta unidad.

## **3.3 CENOZOICO**

A lo largo de la zona de estudio en sentido N-NW se encuentra una cuenca sedimentaria cenozoica en la cual se depositó una secuencia sedimentaria de origen continental. Esta secuencia se depositó sobre algunos de las unidades descritas como el Monzogranito de Amagá, la Diorita de Heliconia, los Esquistos de Sabaletas y las Metasedimentitas de Sinifaná. Estas rocas sedimentarias corresponden a la Formación Amagá, la cual, junto con los depósitos cuaternarios, se constituyen en los únicos registros confirmados del Cenozoico en el área de estudio.

### **3.3.1 Formación Amagá**

Grosse (1926) la nombró Terciario Carbonífero de Antioquia y define toda la extensión del conjunto de estratos concordantes compuestos por sedimentos continentales que afloran en la región de Amagá. Este autor hace una división basada en el grado de explotabilidad de los carbones. Es así como establece que los mantos explotables están esencialmente limitados al Piso Medio, mientras que los del Piso Inferior solo parecen tener una importancia local y faltan casi por completo en el Piso Superior.

González (1980) nombra este conjunto sedimentario Formación Amagá y propone una división en miembro inferior, medio y superior.

En la zona de estudio la Formación Amagá aflora en una franja aproximadamente continua que se extiende desde el Corregimiento la Estación en Angelópolis hasta el Municipio de Heliconia. En el Municipio de Angelópolis aflora en la carretera Angelópolis-Caldas, en las veredas Santa Ana y el Cedro y en la quebrada Las Animas (146-III-D y 146-IV-C), en el Municipio de Heliconia aflora en las carreteras que conducen hacia la Hacienda la Cañada, Medellín, Alto del Corral y Pueblito, por las quebradas La Sucia, La Horcona y Sabaletas (146-III-B y 146-IVA).



Estas rocas se encuentran en contacto depositacional sobre las Metasedimentitas de Sinifaná por las quebradas Santa Bárbara y Sabaletas, al igual que sobre el Monzogranito de Amagá por las quebradas Las Animas y La Horcona, posiblemente también se encuentren contacto depositacional sobre la Diorita de Pueblito y el Gabro de Heliconia pero solo se tienen indicios de este en la quebrada Las Animas.

Las rocas ultramáficas se encuentran cabalgando sobre esta formación específicamente sobre conglomerados como se puede apreciar por las carreteras Angelópolis-El Nudillo y Heliconia-Alto el Corral.

Se encuentra cubierta en algunas zonas, como en la quebrada Las Animas y La Lindera, por depósitos de coluvión que alcanzan hasta 50 m de espesor, además de depósitos aluviales pequeños en otras quebradas.

### **Litología**

La Formación Amagá es una sucesión constituida por rocas clásticas de origen continental: conglomerados, areniscas, lodolitas, con intercalaciones de mantos de carbón.

En la zona solo se observaron los miembros inferior y medio de esta formación. El miembro inferior; consta de una intercalación de estratos de areniscas, lodolitas y mantos de carbón, esta secuencia se observó en el Corregimiento La Estación (Angelópolis), hacia la base en la quebrada La Clara afloran ya estratos de conglomerados con intercalaciones de arenisca, los cuales corresponden al miembro inferior. Las relaciones entre estos dos miembros no se pudieron establecer. En la quebrada Las Animas esta misma sucesión de estratos se encuentran cortados por la quebrada indicando la continuidad de estas rocas debajo de los depósitos aluviales que allí afloran.

En el municipio de Heliconia, predomina el miembro inferior; una intercalación entre areniscas, lodolitas y una gradación de arenisca conglomerática a conglomerados, esta última secuencia se observa mejor por la quebrada Matasanos. En el corregimiento de Pueblito, en la carretera Pueblito-Armenia Mantequilla afloran principalmente estratos de arenisca de grano medio, meteorizada, con contenido de materia carbonosa de color grisáceo a negro en laminillas.

En el río Amagá se encontró una capa de areniscas de grano fino, de color café, pertenecientes al miembro medio, con fósiles en impresiones de hojas, bien preservados (Figura 18).

### **Edad**

Grosse (1926) le asigna una edad Terciaria a esta formación mediante moluscos encontrados en Fredonia y Amagá.

Van der Hammen (1958), mediante una correlación palinológica con las Formaciones del Grupo Cauca, *Monocolpites medius* (palmas) y *Striatriletes*

*susannae* (esporas), le asignó una edad Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, utilizando una escala de tiempo absoluta y siguiendo los estudios de Stainforth (1949) y Buergl (1955).

**Figura 18. Fósiles de flora en las rocas sedimentarias de la Formación Amagá, la roca corresponde a una arenisca de grano muy fino.**



### 3.4 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Los depósitos cuaternarios se encuentran distribuidos en forma irregular en toda la zona (146-III-B, III-D, IV-A y IV-C) y corresponden a depósitos aluviales y de vertiente o coluvión. Los depósitos de tipo aluvial se encuentran asociados a las quebradas La Bramadora, La Clara, Santa Bárbara, La lindera, Las Animas, La Horcona, La Ahorcada, La Burreña, La Sucia y Morros. Los de coluvión se encuentran en el lugar conocido como la Hondina y en las Veredas de Patio Bonito, La Montaña y en la Hacienda Taparal donde se encuentra uno con forma de abanico con una extensión de 2000 m aproximadamente.

#### 3.4.1 Depósitos aluviales

Los depósitos aluviales son los de mayor extensión en la zona, algunos alcanzan 40 a 50 m de altura. Representan registros claros de los procesos erosivos de la zona.

#### 3.4.1.1 Aluviones de la quebrada Las Animas

Los depósitos aluviales de mayor altura están asociados a la quebrada las Ánimas y se encuentran ubicados en Angelópolis al occidente de la cabecera municipal. La altura es de aproximadamente 50 m, los depósitos son matriz soportados y el tamaño de los clastos es superior al tamaño bloque. La composición de los bloques es principalmente gabro, diorita y granito, los cuales no han sufrido mucho transporte por el grado de angulosidad tan bajo (subangulosos). La matriz es arenosa y es común encontrar en algunas partes concentraciones mayores de esta.

En la margen derecha de la quebrada las Animas, recorriéndola aguas arriba de occidente a oriente se encuentra un segundo nivel de depósito aluvial, el cual tiene un espesor aproximado de 2 m, matriz soportado compuesto por clastos de gabro, roca ultramáfica, diorita y granito. El tamaño máximo que alcanzan los clastos es de 0,7 m de diámetro promedio y la matriz es principalmente arena media a gruesa.

#### 3.4.1.2 Aluviones de las quebradas Santa Bárbara, La Sucia y Morros

En la margen derecha de la quebrada Santa Bárbara aguas arriba se encuentra un depósito de un espesor entre 3 m y 5 m aproximadamente, con clastos de diorita y roca ultramáfica cuyo tamaño varía entre 0,03 m y 0,37 m, en una matriz lodosa.

En la quebrada La Sucia, hacia el occidente de la zona, se encuentra un depósito aluvial sobre la Diorita de Pueblito. Se hallaron cinco niveles que de base a techo son:

Nivel 1: es matriz soportado y presenta clastos con tamaño de hasta un metro de diámetro. La matriz es principalmente arena media con un pequeño componente de lodo. El espesor de este nivel es de 1.5 m y la coloración es grisácea.

Nivel 2: es matriz soportado y los clastos alcanzan hasta 60 cm de diámetro promedio. La matriz es arena fina con un poco de limo y de arcilla. El espesor es de 1.3 m y la coloración es parda.

**Figura 19. Depósitos aluviales de la quebrada Las Animas, Veredas Santa Ana y La Cascajala. A) Terrazas con alturas de hasta 50m, indicando un intenso proceso de socavación de la quebrada. B) Estratificación de los sedimentos indicando las diferentes etapas de depositación que ha tenido la quebrada.**

A





Nivel 3: la composición es principalmente arena media a gruesa y la coloración es café oscuro, este es el de menor espesor (0,6 m).

Nivel 4: presenta mejor selección, el tamaño de los clastos varía entre 15 cm y 20 cm. La matriz es arena lodosa y el espesor es aproximadamente de 1.3 m.

Nivel 5: es matriz soportado de composición arenosa, los clastos alcanzan hasta 70 cm de diámetro promedio. Este nivel muestra un aumento en la energía respecto a los niveles 3 y 4.

La composición general de los clastos en el depósito es gabro, roca volcánica y areniscas en menor cantidad.

**Figura 20. Depósito aluvial de la quebrada La Sucia. Obsérvese la estratificación del depósito y el tamaño de los clastos, los estratos con tamaño de clastos más grandes se encuentran en la base y el techo.**





### 3.4.1.3 Aluviones de las quebradas La Bramadora, La Clara La Hoya y La Horcona

Un gran depósito aluvial asociado a las quebradas La Bramadora y La Clara que cubre un área de 0,685 Km<sup>2</sup> se encuentra localizado en el Municipio de Angelópolis. El depósito se caracteriza por tener clastos de metasedimentitas, chert y rocas volcánicas con amígdalas, provenientes principalmente del Complejo Quebradagrande. El depósito es matriz soportado y la matriz es arena media a fina. El espesor del depósito es de 4 m.

**Figura 21. Deposito aluvial asociado a las quebradas La Bramadora y La Clara.**



### 3.4.2 Depósitos coluviales

Los depósitos coluviales se encuentran en la quebrada Las Animas, en la hacienda La Hondita, en el sector conocido como Taparal y en las veredas Patio Bonito y La Montaña.

#### 3.4.2.1 Coluviones de la quebrada Las Animas y La Hacienda La Hondina

A la altura de la Cascajala se encuentra un depósito no cartografiado por su extensión pero significativo en cuanto a espesor, ya que tiene aproximadamente 20 m de altura. Contiene clastos de roca ultramáfica, granito, arenisca, cuarzo y metasedimentos que alcanzan tamaños hasta bloques y es matriz soportado. En la hacienda La Hondina se encuentra otro depósito coluvial de estas mismas características.



### 3.4.2.2 Coluviones de Taparal, Patio Bonito y La Montaña

La hacienda Taparal se encuentra sobre un depósito coluvial, el cual tiene una forma de abanico, tiene un área de 1,35 Km<sup>2</sup> y un espesor aproximado de 40 m. Este depósito es matriz soportado donde hacia la parte superior la matriz es más lodosa, mientras que en la inferior esta se vuelve más arenosa. Los clastos son predominantemente de gabro, en menor cantidad se pueden encontrar clastos de roca ultramáfica y diorita y el tamaño varía entre 2 cm y 30 cm. El grado de angulosidad, de subangulosos a subredondeados, indica que no han sufrido mucho transporte. Bajando hacia el río Amagá aflora la Formación Amagá, lo que indica que el depósito sobreyace estas rocas.

**Figura 22. Deposito coluvial de Taparal. A). Forma de abanico del deposito. B). Espesor del depósito y tamaño de los clastos. C). Longitud y extensión del depósito,.**



En las Veredas de Patio Bonito y La Montaña se encuentran dos depósitos más de este tipo. Estos depósitos no pudieron ser visitados en este trabajo pero fueron clasificados mediante la fotointerpretación. El coluvión que se encuentra en La Montaña se constituye en el depósito ubicado a mayor altura en la zona, mayor a los 1600 m mientras que los demás no superan los 1200 m.

En la carretera Heliconia–La Cañada se puede observar un depósito de coluvión, con clastos angulosos, subangulosos y muy pocos de ellos subredondeados de rocas volcánicas principalmente tobas de color verde y morado y de diorita. Además de aglomerados de más de 1 m de diámetro. El depósito es matriz soportado de composición arena de grano medio, este reposa sobre los Esquistos de Sabaletas.

## 4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona estudiada se encuentra en el flanco occidental de la Cordillera Central. Estructuralmente está enmarcada dentro de la sistema de fallas Silvia-Pijao *sensu* Maya & González (1995). Este sistema de fallas separa el Complejo Quebradagrande del Complejo Arquía y se constituye en el rasgo estructural más importante de la región.

En este trabajo se empleará la nomenclatura de Maya & González (1995) para los sistemas de fallas regionales y se acoge la nomenclatura propuesta por Montoya & Peláez (1993) para nombrar algunas fallas locales.

### 4.1 FALLAMIENTO

La zona cartografiada presenta fallas de distinta naturaleza y edad que afectan rocas desde el Paleozoico hasta el Cenozoico. En la mayoría de los casos se encuentran cubiertas por depósitos, suelo y vegetación. Los afloramientos se encuentran en algunos casos en las quebradas, por lo que, para determinar su continuidad, se utilizaron las fotografías aéreas y las imágenes satelitales.

Las fallas más extensas de la zona son las fallas de Amagá, La Cascajosa o Quirimará, las cuales atraviesan la zona en su totalidad en dirección NS. Localmente se encontraron fallas pequeñas que varían desde centimétricas hasta métricas.

#### 4.1.1 Falla de Amagá

La Falla de Amagá pone en contacto hacia el sur las Metasedimentitas de Sinifaná con las rocas de la formación Ultramafitas de Angelópolis. Por la vía que conduce del Municipio de Angelópolis hacia el corregimiento el Nudillo esta falla pone en contacto estas mismas rocas ultramáficas con las rocas sedimentarias de la Formación Amagá. La naturaleza de este contacto es la de una falla de cabalgamiento donde las rocas ultramáficas son emplazadas sobre las rocas sedimentarias. Las observaciones de campo indican que se trata de una falla de tipo inversa con dirección N 40°W y 27° de buzamiento.

En la quebrada Sabaletas el contacto fallado entre las Ultramafitas de Angelópolis con el Monzogranito de Amagá con dirección N 30°E buzando 85° al SW corresponde posiblemente a esta misma falla ya que coincide con el trazo de la misma en las fotografías aéreas.

#### 4.1.2 Falla Quirimará

Originalmente fue definida por Grosse (1926) como sobreescurreamiento de Quirimará. Pone en contacto la Diorita de Pueblito con los Esquistos de Sabaletas en la parte norte de la zona y hacia el sur pone en contacto los mismos esquistos con un delgado cuerpo del Gabro de Heliconia. Esta falla no pudo ser observada en campo, pero sí presenta fuertes rasgos geomorfológicos como silletas alineadas y drenajes rectos y alineados, especialmente en la Vereda La Quebra. Su trazo en el mapa geológico se realizó mediante fotografías aéreas e imágenes.

#### 4.1.3 Falla Sabaletas

Definida por Montoya & Peláez (1993), marca el contacto entre las Ultramafitas de Angelópolis y el cuerpo principal del Gabro de Heliconia. Esta falla aflora en las quebradas La Horcona, Sabaletas y La Sucia. En general es una falla de alto buzamiento N40°W/46NE en la quebrada La Horcona, N40°-50°W/80°SW en la quebrada Sabaletas y N10°E/84°SE en la quebrada La Sucia. En esta última presenta además desarrollo de salvanda principalmente a partir de la roca ultramáfica.

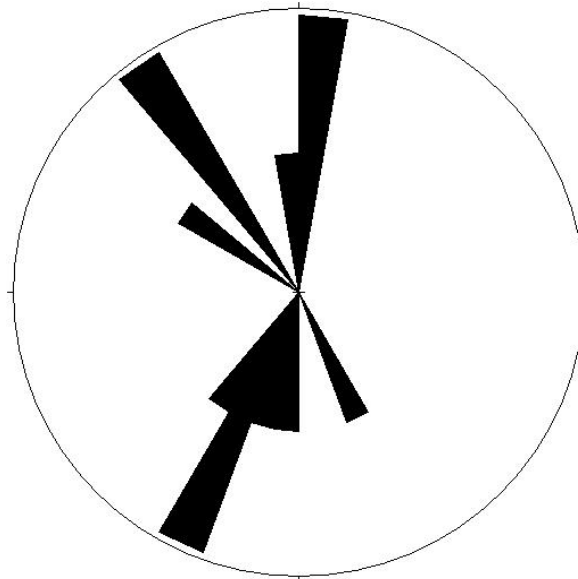
#### 4.1.4 Otras Fallas

El contacto entre la Diorita de Pueblito y el Gabro de Heliconia al oeste es fallado. En la quebrada Sabaletas se observó el único indicio de este contacto y mediante las fotografías aéreas se determinó esta falla hacia el sur, en donde pone en contacto la Diorita de Pueblito con la Formación Amagá.

Igualmente, el contacto entre la Diorita de Pueblito y el cuerpo principal del Gabro de Heliconia tampoco pudo ser observado en campo, sin embargo en el Alto de Bogotá (ver mapa) se observan expresiones geomorfológicas típicas de falla como silletas alineadas y cambios bruscos en el relieve y drenajes rectos. Montoya & Peláez (1993) definen el contacto entre estas dos unidades como fallado y nombran a esta La Falla Llorosagrande.

Rupturas centimétricas se observaron en el Gabro de Heliconia en la quebrada Sabaletas. Este cuerpo presenta un intenso fallamiento con diaclasas que varían desde tamaños centimétricos hasta de varios metros. La mayor concentración de diaclasas se pueden observar principalmente en las quebradas Las Animas, La Horcona, Sabaleta, La Sucia y Santa Bárbara. En la figura 23 se muestran las direcciones predominantes de las fallas presentes en la roca ultramáfica, como se aprecia hay un predominio del fallamiento en sentido NE y SW.

**Figura 23. Rumbo de las fallas en la Ultramafita de Angelópolis.**



## 4.2 FOLIACIÓN

En tres de los nueve tipos de rocas se han desarrollado diversos tipos de foliación producidos por metamorfismo regional de bajo a medio grado y por flujo de magma (?) estos tipos de foliación son: esquistosidad, foliación por flujo? y foliación milonítica.

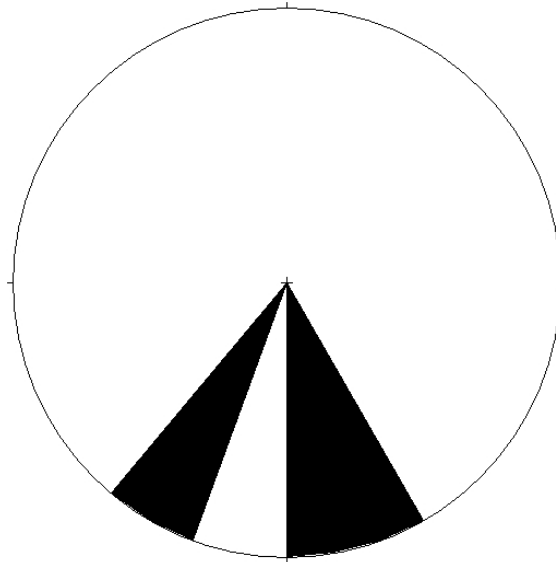
### Esquistosidad

La esquistosidad es la estructura metamórfica mejor definida en la zona. Se encuentra bien marcada en los Esquistos de Sabaletas. En la figura 24 se muestran las direcciones principales de los planos de esquistosidad en estas rocas.

### Foliación por flujo?

En las rocas ígneas presentes en la zona como la Diorita de Pueblito y el Gabro de Heliconia, se ha desarrollado una estructura foliada muy fuerte, especialmente en el gabro, que se observa bien en los afloramientos de las quebradas Las Animas, La Horcona y Sabaletas. En esta última se observa también una pseudoestratificación?, paralela a la foliación. En la Diorita de Pueblito la foliación es menos marcada que en el gabro y en algunos casos es incipiente. En las figuras 25 A y B se muestran la dirección de los planos de foliación en el gabro y la diorita respectivamente.

**Figura 24. Rumbo de la esquistosidad en los Esquistos de Sabaletas.**



### **Foliación milonítica**

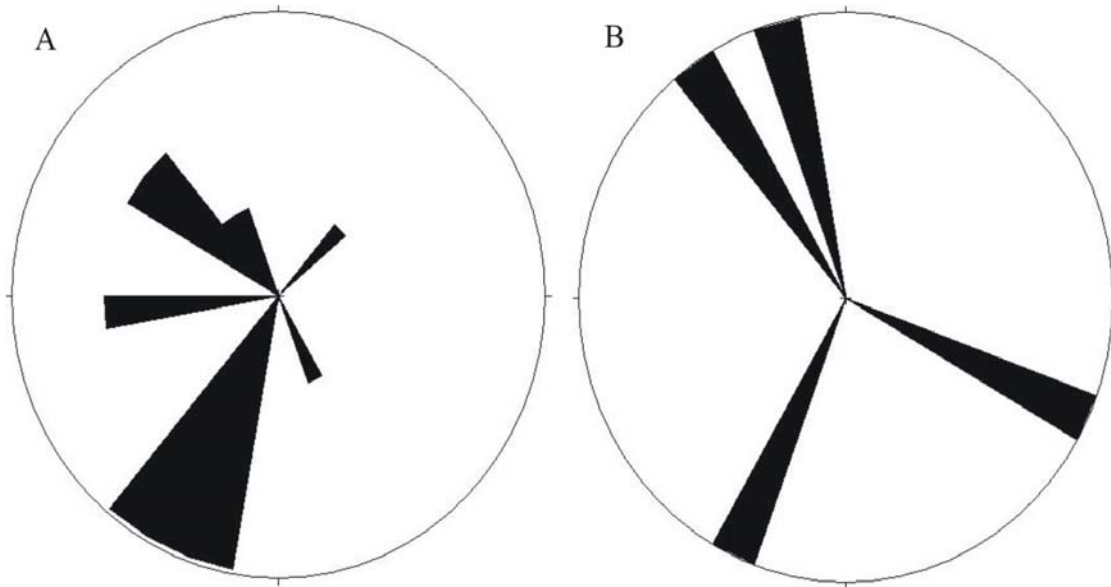
Esta foliación está presente en las fallas y esta bien desarrollada en la Ultramafita de Angelópolis, la cual por ser una roca menos competente por sus características litológicas y por su comportamiento estructural, es una roca que presenta un fallamiento múltiple adquirido posiblemente durante su emplazamiento. En las zonas de contacto tanto con el Gabro de Heliconia como con la Formación Amagá, es la roca que muestra mayores efectos tectónicos y es allí donde se desarrolla de este tipo de foliación.

Las Metasedimentitas de Sinifaná presentan también foliación milonítica en aquellos lugares donde la estratificación ha desaparecido totalmente. La figura 26 muestra que los planos principales de foliación tienen un rumbo general SE.

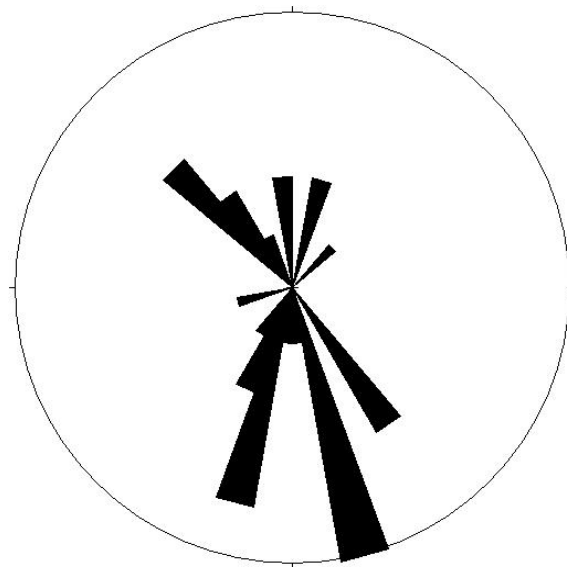
### **4.3 DIACLASAS**

El diaclasamiento se presenta prácticamente en todas las rocas ígneas presentes en la zona cartografiada. El Gabro de Heliconia, la Diorita de Pueblito, el Monzogranito de Amagá y la Ultramafita de Angelópolis presentan, en general, diaclasamiento. Las unidades que presentan más diaclasamiento son la Diorita de Pueblito y la Ultramafita de Angelópolis. La figura 27 A y B muestra la dirección de las familias principales de diaclasas tanto para la diorita como para la ultramafita.

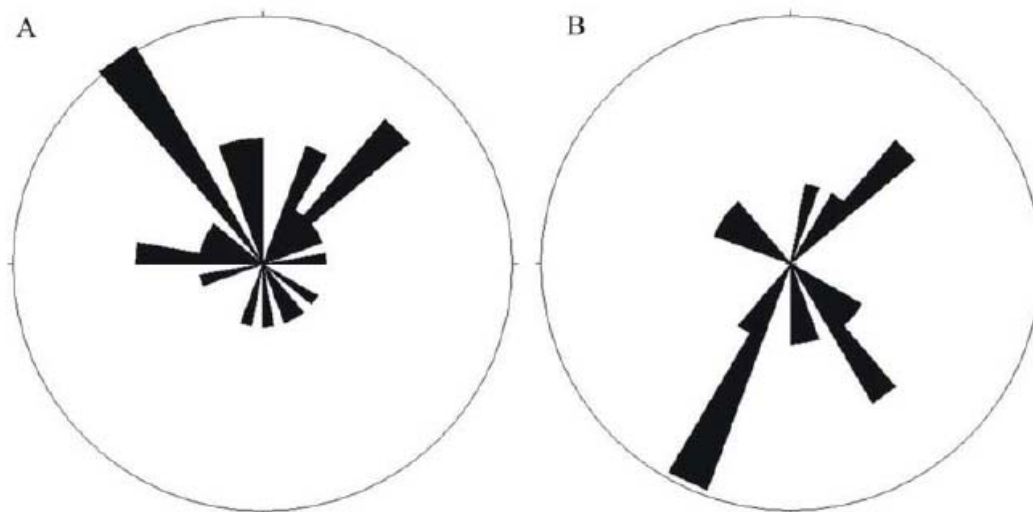
**Figura 25. Dirección predominante de la foliación en el Gabro de Heliconia (A) y la Diorita de Pueblito (B). La asignación de igual peso para los rumbos en la diorita se debe a la falta de más datos de foliación, debido a que ésta, en la diorita, es menos frecuente y más incipiente que en el gabro.**



**Figura 26. Rumbo de la foliación milonítica en las Metasedimentitas de Sinifaná.**



**Figura 27. Rumbo de las familias de diaclasas en la Diorita de Pueblito (A) y la Ultramafita de Angelópolis (B).**



#### 4.4 PLEGAMIENTOS

En las rocas metamórficas y en los cuerpos de gabro fueron observados plegamientos menores y de ocurrencia local cuya extensión varía desde centimétricos hasta métricos. En los Esquistos de Sabaletas y las Mesedimentitas de Sinifaná estos pliegues parecen estar asociados al metamorfismo. En esta última unidad el plegamiento presenta lentes de cuarzo, y esta ligado a un metamorfismo de tipo dinámico. La mayoría de estos pliegues se encuentran en las zonas próximas a las fallas principales que ponen en contacto los cuerpos, como la Falla Quirimará, y en las cercanías del contacto entre el Complejo Quebradagrande y las Metasedimentitas de Sinifaná. Este el caso de los pliegues observados en el caño Amagamiento y en la quebrada La Sucia en los Esquistos.

En las Metasedimentitas de Sinifaná los pliegues se observaron cerca de los contactos fallados por la vía Heliconia – San Antonio de Prado (figura 7) y en la hacienda Pekín. En este trabajo no se realizó un estudio detallado sobre la naturaleza de estos pliegues.





**Figura 28. Plegamientos menores en: A). Metasedimentitas de Sinifaná. Es común encontrar en estos plegamientos lentes de cuarzo, y B). Esquistos de Sabaletas. Los pliegues en estas rocas se encuentran en las zonas próximas a lo que corresponde al trazo de la Falla Quirimará.**



## 5 HISTORIA GEOLÓGICA

A continuación se trata de recopilar la historia geológica del área de estudio con la información hasta el momento disponible y con base en las unidades litoestratigráficas descritas.

La evolución geológica de la Cordillera Central ha sido tema de una amplia discusión que se centra en la edad y en la existencia de varios eventos metamórficos, además de la superposición de estos eventos.

### PALEOZOICO

Durante el Paleozoico una secuencia de sedimentos de origen oceánico sufrió un metamorfismo regional de bajo grado (facies esquisto verde) dando origen a los Esquistos de Sabaletas. Las dataciones hechas sobre estas rocas han arrojado una edad Cretácica, edad bastante discutida ya que las relaciones de campo, aunque no se observó en este trabajo, muestran que estos esquistos están siendo intruidos por plutones como la Diorita de Pueblito de edad triásica, por lo que la edad mínima a considerar en estos esquistos es Paleozoico Superior. Además teniendo en cuenta que muy cerca a estos se encuentran rocas con un metamorfismo de muy bajo grado como las Metasedimentitas de Sinifaná cuya edad es paleozoica, se tiene que considerar como unas rocas de bajo grado de metamorfismo de edad Cretácica están situadas al lado de otras rocas con un metamorfismo de más bajo grado y de edad paleozoica.

Las Metasedimentitas de Sinifaná representan una depositación de sedimentos provenientes de la erosión de cuerpos de la Cordillera Central como el Neis de la Miel y la Anfíbolita de Caldas (Cardona *et al.*, 1999) que posteriormente sufrió un metamorfismo posiblemente dinámico que permitió que se conservase en algunas partes la estructura original de la roca.

### TRIÁSICO-JURÁSICO

A lo largo de la zona se localizan plutones graníticos y gabroicos, los cuales no presentan ningún efecto metamórfico. Estos cuerpos están representados por la Diorita de Pueblito, el Gabro de Heliconia y el Monzogranito de Amagá, los dos primeros de composición intermedia a básica y el último de composición granítica.

Estos tres cuerpos se han datado por métodos K-Ar, Ar-Ar y U-Pb SHRIMP, con edades entre 163 Ma. y 238 Ma. para la Diorita de Pueblito, una edad de 224 Ma. para el Gabro de Heliconia y edades entre 203 Ma. y 232 Ma. para el Monzogranito de Amagá.

Restrepo y Toussaint (1974) consideraron tanto a la Diorita de Pueblito como al Gabro de Heliconia parte de una secuencia ofiolítica, y los integraron dentro del Complejo Ofiolítico del Cauca. Hasta hoy el origen de estos cuerpos no ha sido bien establecido. Dado la estrecha relación que se presenta entre estos dos cuerpos tanto por la posible mezcla de magmas entre ellos como por la edad, los autores consideran que los dos cuerpos si tienen un origen en común, el ambiente de generación esta por definirse.

El Monzogranito de Amagá tiene una afinidad calco-alcalina, producto de fusión cortical, su origen está asociado posiblemente a un ambiente de colisión (Ríos, 2003), por lo que seguramente representa un evento tardi-tectónico del final de la orogenia hercínica.

### **CRETÁCICO**

Durante el Cretácico se produjo una fase tectónica distensiva, relacionada con el relajamiento de esfuerzos después de una tectónica compresional, esta fase produjo una cuenca marginal al interior del continente (Nivia *et al.* 1996), la cual generó corteza oceánica y formó el Complejo Quebradagrande, este proceso ocurrió durante el Aptiano-Albiano, edad asignada pare este complejo por medio de fósiles y moldes de *Trigonia* (Botero *et al.* 1974).

Posteriormente durante el Cretácico Superior (?) ocurre el emplazamiento de la Diorita de Heliconia, intruyendo al Complejo Quebradagrande. Este evento magmático posiblemente es contemporáneo con las intrusiones de los batolitos de Sabanalarga y Antioqueño (Mejía, 1984).

La Ultramafita de Angelópolis considerada de edad Jurásica en trabajos anteriores, se incluye en este trabajo como Cretácica Inferior teniendo en cuenta que según el modelo de Nivia *et al.* (1996) esta se encuentra estrechamente relacionada con el Complejo Quebradagrande el cual es claramente del Cretácico Inferior.

### **CENOZOICO**

Hacia finales del Paleógeno y principios del Neógeno se presentan condiciones adecuadas para la formación de una cuenca intramontana en la cual se depositan sedimentos de origen continental, con condiciones aptas para la formación de carbón, dando así origen a la Formación Amagá.

Durante el Cuaternario se originan depósitos aluviales y coluviales, los primeros acumulados por quebradas en su momento con una gran capacidad de transporte que permitió la depositación de grandes bloques de más de 1 m de diámetro en las llanuras de inundación de estas, estos bloques provenían de las partes mas altas de la zona y pertenecen al Complejo Quebradagrande, el Monzogranito de Amagá, el Gabro de Heliconia y la Diorita de Pueblito.

## 6 GEOLOGÍA ECONÓMICA

En la zona de estudio las explotaciones minerales se concentran principalmente en el municipio de Angelópolis donde se extrae carbón de una forma artesanal de la Formación Amag. Los mantos de carbón no sobrepasan los 150 cm. La calidad del carbón explotado es de regular a buena y es esencialmente térmico. En este municipio también se explota el la Ultramafita de Angelópolis, para extraer silicato de magnesio como fertilizante, esta explotación se realiza a pequeña escala y actualmente tiende a desaparecer. Arena para construcción es extraída de las areniscas de la Formación Amagá

En el municipio de Heliconia también aflora el cuerpo ultramáfico, del cual se estudia la posibilidad de explotarlo debido a las buenas condiciones de acceso que presenta. Anteriormente en este mismo municipio se extraía sal de una quebrada que corre por la parte oeste del pueblo. En alguna ocasión también se extrajo carbón.

### 6.1 MANIFESTACIONES MINERALES

No se encontraron manifestaciones minerales importantes a lo largo de la zona: En la Diorita de Pueblito se presentan mineralizaciones de sulfuros posiblemente de hierro como pirita y calcopirita. Se requieren estudios más detallados para determinar las asociaciones de estas mineralizaciones y su aprovechamiento

En el municipio de Angelópolis aflora por la quebrada Las Animas el Monzogranito de Amagá el cual se encuentra en saprolitizado y da origen a arenas silíceas claras que pueden tener usos industriales.

El Gabro de Heliconia puede servir como roca ornamental, aunque es poco probable que sea económicamente explotable ya que la parte interesante que corresponde a aquellos lugares donde el cuerpo exhibe una foliación bien definida como en las quebradas Sabaletas y Las Animas, no es muy extensa y es de difícil acceso.

Existen canteras en varias partes de la zona donde aflora la Diorita de Pueblito, que le pueden dar interés como agregado, el diaclasamiento y fracturamiento que presenta la roca pueden ser factores a favor de este tipo de explotaciones.



## 7 CONCLUSIONES

- ❖ En el área de estudio se identificaron nueve unidades litológicas de diferentes edades, son, en orden estratigráfico: Esquistos de Sabaletas, Metasedimentitas de Sinifaná, Diorita de Pueblito, Monzogranito de Amagá, Gabro de Heliconia, Ultramafita de Angelópolis, Complejo Quebradagrande, Diorita de Heliconia y las sedimentitas de la Formación Amagá.
- ❖ Los contactos entre estas unidades son principalmente fallados, solo se presenta un contacto intrusivo entre la Diorita de Heliconia y el Complejo Quebradagrande y contactos depositacionales de la Formación Amagá sobre el Monzogranito de Amagá y la Diorita de Heliconia.
- ❖ El contacto entre el Gabro de Heliconia y la Ultramafita de Angelópolis es fallado a lo largo de la zona, aunque por las relaciones observadas en campo se abre la posibilidad de que el gabro intruya a las rocas ultramáficas; pero asumiendo que la edad de la ultramafita es cretácica, entonces radiométricamente esto es imposible ya que el Gabro de Heliconia es triásico. También es posible que la ultramafita no sea intruida por el gabro sino que por ser una roca más plástica que el gabro, se haya emplazado en el mismo, y por lo tanto estas rocas se emplazaron en conjunto. Este problema solo se resolvería determinado la edad absoluta de estas rocas.
- ❖ A lo largo de la zona no se pudo determinar con exactitud la relación intrusiva entre el Monzogranito de Amagá y las Metasedimentitas de Sinifaná que describen algunos autores en la Quebrada Sinifaná, por fuera de la zona de estudio. En la quebrada Las Animas, en el lugar conocido como la Hondita, posiblemente se podría ver esta relación por la posición de las unidades en ese sector según el mapa geológico pero el encañonamiento de la quebrada no permitió el reconocimiento. La importancia de esta relación es que daría la edad mínima para las metasedimentitas, además de confirmar la existencia de un evento metamórfico en el Paleozoico en la parte occidental de la Cordillera Central y por lo tanto establecer una edad relativa para los Esquistos de Sabaletas por lo menos paleozoica.
- ❖ La clasificación petrográfica de estas rocas dio: Metasedimentitas de Sinifaná: lutitas y areniscas; Diorita de Pueblito: composición predominantemente diorítica con una facies gabroica asociada; Monzogranito de Amagá: hacia la parte norte de la zona, en el Municipio de Heliconia, de composición granodiorítica y hacia el sur (bordes del cuerpo principal) es



tonalítica; Gabro de Heliconia: principalmente gabronorita piroxeno-hornbléndica; las rocas analizadas del Complejo Quebradagrande: tobas líticas y vítreas esencialmente para la parte volcánica, con presencia de basaltos y aglomerados ocasionales y liditas y lutitas para la parte sedimentaria; Ultramafita de Angelópolis: harzburgita y peridotita piroxeno-hornbléndica, además de presentar Rocas con frecuencia diques de rodingita; Diorita de Heliconia: tonalitas y dioritas.

- ❖ Económicamente en la zona solo el carbón es de interés, especialmente en el Municipio de Angelópolis, en donde representa una parte importante de la economía de este municipio. Un depósito importante de silicato de magnesio se presenta por la serpentización de la Ultramafita de Angelópolis, pero falta la infraestructura necesaria para la explotación de la misma. No hay mineralizaciones de interés en la zona.
- ❖ Estructuralmente en la zona predomina el sistema de Fallas Silvia-Pijao. En este trabajo se adoptó la nomenclatura propuesta por Montoya y Peláez (1993), para las fallas que ponen en contacto la Diorita de Pueblito y el Gabro de Heliconia y entre la Ultramafita de Angelópolis y el Gabro de Heliconia denominadas por ellos como fallas Llorosagrande y Sabaletas respectivamente.

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, G. 1994. Impacto de las Explotaciones Carboneras en el Municipio de Angelópolis. Tesis de Ingeniería Geológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín. 104 p.
- Álvarez, E., y González H. 1978. Geología y Geoquímica del Cuadrángulo I-7. Informe 1761 INGEOMINAS. 347 p. Medellín.
- Botero, G. 1963. Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia. Anales de la Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. No. 57, 101 p.
- Botero, G., Toussaint, J., Ospina, H., Ortiz, F., & Gómez, J. 1974. Yacimiento Fosilífero de Arma. Anales Facultad de Minas. 58, p. 1-12. Medellín.
- Buergl, H. 1955. Globorotalia Fohsi en la Formación de Usme. Boletín Geológico. Vol. 3. Instit. Geol. Nal., Bogotá.
- Calle, B. & González, H. 1980 Geología y Geoquímica de la Plancha 166, Jericó. INGEOMINAS. Informe 1822. 232 p. Medellín.
- Cardona, A., Bustamante, A. & Duran, C. 1999. Estratigrafía y Petrogénesis de las Sedimentitas Paleozoicas en el Flanco Occidental de la Cordillera Central. Tesis de grado. Universidad Eafit. Medellín. 102 p.
- Giraldo B. & Toro L. 1985. Cartografía detallada del Stock de Amagá y sus rocas encajantes. Tesis de Ingeniería Geológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad Nacional de Minas. Medellín. 200 p.
- Gómez, A., Moreno, M. y Pardo, A. 1995. Edad y origen del “Complejo metasedimentario de Aranzazu-Manizales” en los alrededores de Manizales, Departamento de Caldas, Colombia. Geología Colombiana, 19, p. 83-93. Bogotá.
- González, H 1976. Geología del Cuadrángulo J-8 Sonsón. INGEOMINAS. Informe 1704, 421 p. Medellín.
- González, H. 1980. Geología de las Planchas 167 Sonsón y 187 Salamina. Boletín Geológico. INGEOMINAS. Vol. 23(1). 174 p. Bogotá.
- González, H. 1997. Mapa geológico del Departamento de Antioquia, Escala 1:400000, Memoria Explicativa. INGEOMINAS. Informe 2199. 232 p. Bogotá.

- González, H. 2001. Mapa Geológico del Departamento de Antioquia, escala 1:400000, Memoria explicativa. INGEOMINAS. Bogotá. 241 p.
- González, H. & Londoño, C. 2002. Catalogo de las unidades litoestratigráficas de Colombia: Monzogranito de Amagá. INGEOMINAS. Bogotá.
- Grosse, E. 1926. Estudio Geológico del Terciario Carbonífero de Antioquia, parte occidental de la Cordillera Central de Colombia, entre el río Arma y Sacaoyal. Dietrich Reimen editores, 361p. Berlín-Alemania.
- Guzmán, C. 1991. Condiciones de depositación de la Formación Amagá entre Amagá y Angelópolis. Tesis de Ingeniería Geológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Medellín. 213 p.
- Hincapié, V. & Martínez, J. 1985. Geología estructural de la cuenca del sinclinal de Amagá entre la vereda Palomos y Angelópolis. Tesis Ingeniería Geológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Medellín. 207p.
- Maya, M. & González, H. 1995. Unidades Litodémicas en la Cordillera Central de Colombia, Boletín Geológico. INGEOMINAS, 35 (2-3): 43-57. Bogotá.
- McCourt, W.J. 1984. The Geology of the Central Cordillera in the departments of Valle del Cauca, Quindío and NW Tolima (Sheets, 234, 261, 262, 280 y 300). INGEOMINAS-Misión Británica. Reporte No. 8. Cali.
- Mejía, M., Álvarez, E., González, H. 1983a. Mapa Geológico Preliminar de la Plancha 130 (Santa Fe de Antioquia). Escala 1:100000. INGEOMINAS. Bogotá.
- Mejía, M., Álvarez, E. y González, H. 1983b. Mapa Geológico Preliminar de la Plancha 146 (Medellín Occidental). Escala 1:100000. INGEOMINAS. Bogotá.
- Mejía, M. 1984. Geología y Geoquímica de la plancha 130 Santa Fe de Antioquia y 146 Medellín Occidental. INGEOMINAS. Informe 1950. 376 p. Medellín.
- Montoya, D. & Peláez, E. 1993. Ultramafitas y Rocas Relacionadas de Heliconia. Tesis Ingeniería Geológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Medellín. 223 p.
- Nivia, A., Marriner, G. & Kerr, A. 1996. El Complejo Quebradagrande una posible cuenca marginal intracratónica del Cretáceo Inferior en la Cordillera Central de los Andes Colombianos. Memorias VII Congreso Colombiano de Geología. Bogotá. p. 108-123.
- Pérez, G. 1967. Determinación de la edad absoluta de algunas rocas de Antioquia por métodos radioactivos. Revista Dyna. No. 84. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín.
- Restrepo, J.J. & Toussaint, J.F. 1974. Obducción cretácea en el Occidente Colombiano. Anales de la Facultad de Minas, Medellín. No. 58, p. 73-105.



- Restrepo, J.J. & Toussaint, J.F. 1975. Edades radiométricas de algunas rocas de Antioquia, Colombia. Publ. Esp. Geol. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. No. 6. p. 1-24.
- Restrepo, J.J. & Toussaint, J.F. 1976. Modelos orogénicos de tectónica de placas en los Andes Colombianos. Boletín Ciencias de la Tierra No. 1. Medellín. p. 1-49.
- Restrepo, J.J. & Toussaint, J.F. 1978. Ocurrencia del Precámbrica en las Cercanías de Medellín, Cordillera Central de Colombia. Pub. Esp. Geol. No. 12, Universidad Nacional de Colombia. Medellín. p. 45-56.
- Restrepo, J.J. 1986. Metamorfismo en el Sector Norte de la Cordillera Central de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Departamento Ciencias de la Tierra. Medellín. 276 p.
- Restrepo, J.J., Toussaint, J.F., González, H., Cordani, U., Kawashita, K., Linares, E. y Parica, C. 1991. Apreciaciones Geocronológicas Sobre el Occidente Colombiano. Memorias Simposio Sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico, Tomo I, Manizales. p. 1-22.
- Ríos, V. 2003. Caracterización Geoquímica del Stock de Amagá. Tesis Ingeniería Geológica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín. 124 p.
- Sánchez, L. 1991. Factores Tectónicos que intervinieron en la Configuración del a Cuenca Carbonífera de Amagá. Tesis Magíster Ciencia y Técnicas del Carbón. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín. 209 p.
- Stainforth, R. M. 1949. Work in comfort. The Micropaleontologist, Vol. 3, No. 2, 29 y 30.
- Toussaint, J.F. & Restrepo, J.J. 1978 Edad K/Ar de dos rocas básicas del flanco noroccidental de la Cordillera Central. Pub. Esp. Geol. No. 15, Facultad de Ciencias, Medellín. resumen 1 p.
- Toussaint, J.F. 1993. Evolución Geológica de Colombia. Tomo I, Precámbrico-Paleozoico. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. 229 p.
- Van Der Hammen, T. 1958. Climatic Periodicity and Evolution of South American Maestrichtian and Tertiary Floras. Boletín Geológico. INGEOMINAS. Vol. V, No. 2. p. 49 - 91. Bogotá.
- Villota, H. 1991. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Primera parte: Geomorfología de zonas montañosas, cocinadas y onduladas. INAC, 212 p. Bogotá.
- Vinasco, C.J. 2001. Utilizacáo  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  para o estudo de Reactivacoes tectonicas em Zonas de Cisalhamento Paradigma: O Falhamento de Romeral nos

Andes Centrais da Colombia. Disertacao de mestrado. Universidade de Sao Paulo, Instituto de Geociencias Sao Paulo, 85 p.

Vinasco, C.J., Cordani, U., González, H., Vasconcelos, P. & Liu, D. 2003. Tectonomagmatic Evolution of the Northern Part of the Central Cordillera of Colombia Using Ar-Ar and U-Pb SHRIMP Methodologies. Memorias IX Congreso Colombiano de Geología. Medellín. p. 57-58.

Vinasco, C.J., Cordani, U.G., González, H., Weber, M. y Pelaez C. 2006. Geochronological, isotopic, and geochemical data from Permo-Triassic granitic gneisses and granitoids of the Colombian Central Andes. Journal of South American Geology, 21, p. 355-371.

**ANEXO 1**

**MAPA GEOLÓGICO**

## **ANEXO 2**

### **MAPA DE ESTACIONES**

**ANEXO 3**

**PETROGRAFÍA**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 <p style="text-align: center;">Libertad y Orden</p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>		
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>				
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>				
<p><b>No IGM:</b> MGF P15  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF P15  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Ultramafta de Angelópolis  <b>Plancha:</b> 146-IV-C      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1150767      <b>Y:</b> 1165707  <b>Localidad:</b> Quebrada Santa Bárbara  <b>Municipio:</b> Angelópolis    <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>			
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca ígnea, masiva, compacta, de color gris oscuro, aunque el tamaño de grano es muy fino, en el corte que se le realizo para sección delgada se pueden observar cristales verdes al parecer de olivino y unos de mayor tamaño de color bronce, al parecer estos últimos son bastitas formadas a partir de piroxenos. En el mismo corte se pueden observar gran cantidad de venillas indicando por lo menos tres generaciones de ellas. La superficie de la roca se encuentra cubierta por serpentina estriada y meteoriza de color pardo claro.</p>				
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>				
<p><b>Textura:</b> Fanerítica en el rango grueso a medio, alotriomórfica.</p>				
<p><b>Otras texturas:</b> Mosaico. Desarrollo de texturas <i>mesh</i> incipientes.</p>			<p><b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.</p>	
<p><b>MINERALES</b></p>				
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p style="text-align: center;">%</p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p style="text-align: center;">%</p>	
Olivino	81	Serpentina	A partir de olivino	4
Clinopiroxeno	4		En bastitas	3
Ortopiroxeno	3		Venas	3
Espinela (picotita)	1	Opacos (magnetita)	1	
		Tremolita	traza	
		Brucita?	Traza	
		<b>Minerales recalculados</b>	%	
		<b>Olivino</b>	<b>92</b>	
		<b>Clinopiroxeno</b>	<b>4</b>	
<b>Minerales accesorios</b>		<b>Ortopiroxeno</b>	<b>3</b>	
<p><b>Clasificación 1:</b> Dunita</p>		<p><b>Según:</b> Streckeisen (1976)</p>		
<p><b>Clasificación 2:</b></p>		<p><b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)</p>		

### Descripción de Minerales

• **Olivino:** Cristales alotriomorfos en el rango grueso a medio, aproximadamente redondeados. El contacto entre cristales es sublobulado. Poseen alto relieve, con colores de interferencia hasta rojo hacia el límite entre el 2º y 3º orden, carácter óptico biáxico (+) y un ángulo 2V entre 85º y 90º aproximadamente. Poseen extinción ondulatoria. Presentan abundantes fracturas concoideas con serpentinización, posiblemente antigorita, produciendo algunas texturas tipo *mesh* incipientes.

• **Clinopiroxeno:** Cristales subidiomorfos a alotriomorfos, en el rango medio al grueso, con ángulo de extinción de aproximadamente 30º, con color de interferencia hasta rojo de 2º orden y carácter óptico biáxico (+). Presentan corona de reacción de color pardo, de hábito fibroso o pseudofibroso, con color de interferencia ligeramente anómalo. Algunas bastitas con opacos asociados podrían corresponder a estados más avanzados de alteración. Algunos se presentan como inclusiones en los ortopiroxenos.

• **Ortopiroxeno:** Cristales en el rango medio a grueso con extinción paralela, alotriomorfos, con embahiamientos, cristalizando intersticialmente entre los olivinos. Presentan baja birrefringencia, con colores de interferencia hasta rojo entre el 1º y 2º orden; y carácter óptico biáxico (-). Presentan una ligera pátina y corona de reacción parda, similar a la observada en los clinopiroxenos. Presentan inclusiones de clinopiroxenos y picotita, esta última dispuesta en finos rieles, produciendo una textura tipo *schiller*.

• **Espinela:** Cristales finogranulares, alotriomorfos a subidiomorfos, de color caramelo a pardo rojizo, aproximadamente equidimensionales de contornos subredondeados, algunos con borde de reacción de opacos.

### Alteración:

• **Serpentina:** Se presenta de tres formas:

1. En cristales finogranulares de hábito fibroso o pseudofibroso, largo lentos (serpentina  $\gamma$ ), como agregados de alteración de los olivinos, tratándose posiblemente de antigorita, definiendo texturas *mesh* incipientes, con celdas muy mal definidas. Se presentan también en agregados intercrecidos.
2. En agregados criptocristalinos en las bastitas producidas por la alteración de piroxenos.
3. Rellenando venas asociada a opacos, posiblemente magnetita.

• **Opacos:** Cristales alotriomorfos a subidiomorfos, en el rango medio a fino, con cortes aproximadamente equidimensionales, de contornos irregulares, usualmente en las venas de serpentina a manera de una fina línea central. Puede corresponder a magnetita.

• **Tremolita:** Se presenta en cristales incoloros a verde claro, subidiomorfos, de hábito columnar con color de interferencia hasta verde de 2º orden, como inclusiones en los ortopiroxenos, no siendo claro si se trata de una alteración o una fase hidratada primaria.

• **Brucita?:** Se observan agregados finogranulares con alta birrefringencia, en venas, asociados a serpentina y magnetita.

### Observaciones:

Se aprecian varias generaciones de venas, donde las más claras serían:

1. **Primera generación:** Venas paragránulares de serpentina.

2. **Segunda generación:** Venas transgranulares de serpentina + magnetita, aproximadamente anastomosadas.
3. **Tercera generación:** Venas transgranulares de serpentina + magnetita ± brucita, aproximadamente anastomosadas.



<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 Libertad y Orden	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<b>No IGM:</b> MGF P21B <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF P21B <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Ultramafita de Angelópolis <b>Plancha:</b> 146-III-D <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1150346 <b>Y:</b> 1166578 <b>Localidad:</b> Vía Angelópolis-El Cedro <b>Municipio:</b> Angelópolis <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca ígnea, masiva, compacta, de color negro y tamaño de grano fino. En el corte que se realizó para sección delgada se pueden diferenciar dos minerales, uno de color pardo y otro de color verde, el cuál se origina como producto de alteración del pardo o viceversa. Estos minerales se encuentran muy fracturados y rodeados por venillas. La roca se encuentra cortada por venas que indican como mínimo dos generaciones. La superficie de la roca esta parcialmente cubierta de serpentina y patinas de color violeta que se encuentran estriadas			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<b>Textura:</b> Fanerítica, en el rango grueso a medio, alotriomórfica.			
<b>Otras texturas:</b> Desarrollo de texturas <i>mesh</i> incipientes.		<b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.	
<b>MINERALES</b>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
Olivino	60	Serpentina	15
Ortopiroxeno	18	Opacos (magnetita)	2
Clinopiroxeno	2	Agregado pardo fibroso	1
Espinela (picotita)	2	Actinolita – tremolita	traza
		Carbonatos	traza
		<b>Minerales recalculados</b>	<b>%</b>
		<b>Olivino</b>	<b>79</b>
		<b>Clinopiroxeno</b>	<b>2</b>
<b>Minerales accesorios</b>		<b>Ortopiroxeno</b>	<b>19</b>
<b>Clasificación 1:</b> Harzburgita		<b>Según:</b> Streckeisen (1976)	
<b>Clasificación 2:</b>		<b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)	
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Olivino:</b> Cristales alotriomorfos, mediogranulares, aproximadamente redondeados. El contacto entre cristales es sublobulado. Poseen alto relieve, con colores de interferencia hasta amarillo del 2° orden, carácter óptico biáxico (+) y un ángulo 2V de aproximadamente 80°. Presentan abundantes</li> </ul>			

fracturas concoideas con serpentinización, posiblemente antigorita, produciendo algunas texturas tipo *mesh* incipientes.

- **Ortopiroxeno:** Cristales en el rango medio a grueso con extinción paralela, subidiomorfos. Presentan baja birrefringencia, con colores de interferencia hasta rojo entre el 1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> orden. Presentan una ligera pátina y corona de reacción parda a incolora, de hábito fibroso, posiblemente anfíbol. Presentan inclusiones de picotita. Se encuentran parcial a totalmente alterados a serpentina (bastita).

- **Clinopiroxeno:** Cristales subidiomorfos a alotriomorfos, en el rango medio, con ángulo de extinción de aproximadamente 40°, con color de interferencia hasta azul de 2<sup>o</sup> orden. Algunas bastitas con opacos asociados podrían corresponder a la alteración de éstos.


- **Espinela:** Cristales finos a mediogranulares, alcanzando hasta 1 mm de longitud; alotriomorfos a subidiomorfos, de color caramelo a pardo rojizo, aproximadamente equidimensionales de contornos subredondeados, algunos con borde de reacción de opacos.

#### Alteración:

- **Serpentina:** Se presenta de tres formas:
  1. En cristales finogranulares de hábito fibroso o pseudofibroso, largo lentos (serpentina  $\gamma$ ), como agregados de alteración de los olivinos, tratándose posiblemente de antigorita, definiendo texturas *mesh* incipientes, con celdas muy mal definidas. Se presentan también en agregados finogranulares intercrecidos.
  2. En agregados criptocristalinos en las bastitas producidas por la alteración de piroxenos, con o sin opacos asociados y algunas texturas reliquias como inclusiones tipo schiller.
  3. Rellenando venas asociada a opacos, posiblemente magnetita.
- **Opacos:** Cristales alotriomorfos a subidiomorfos, en el rango medio a fino, con cortes aproximadamente equidimensionales, de contornos irregulares, usualmente en las venas de serpentina a manera de una fina línea central o delineando el contorno de los olivinos. Puede corresponder a magnetita. Algunas coronas alrededor de picotita podrían corresponder a cromita.
- **Agregado pardo fibroso:** Relativamente abundante como alteración de los piroxenos.
- **Actinolita - tremolita:** Se presenta en cristales incoloros a verde claro, subidiomorfos, con algunos cortes rómbicos, como inclusiones en los ortopiroxenos, no siendo claro si se trata de una alteración o una fase hidratada primaria.
- **Carbonatos:** Como relleno de venillas.

#### Observaciones:

Se aprecian varias generaciones de venas irregulares, anastomosadas, algunas bandeadas, formadas por apertura y relleno sucesivo de la vena (*crack-sealing*). Se encuentran rellenas de serpentina masiva, con algunos minerales no identificados, de alto relieve, incoloros a ligeramente pardos, con baja birrefringencia, con colores de interferencia hasta blanco del primer orden, con corona de opacos.

<b>INGEOMINAS</b> <b>SERVICIO GEOLÓGICO</b>	 Libertad y Orden	<b>UNIVERSIDAD          NACIONAL DE          COLOMBIA</b>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A          LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS          ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<b>No IGM:</b> MGF 26 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 26 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Ultramafta de Angelópolis <b>Plancha:</b> 146-III-D <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1149102 <b>Y:</b> 1169453 <b>Localidad:</b> Quebrada las Ánimas <b>Municipio:</b> Angelópolis <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color grisácea, masiva, compacta, y de tamaño de grano muy fino. En la roca se pueden diferenciar al parecer dos minerales, uno de color oscuro y otro de color blanco, aunque dentro del mineral blanco se puede diferenciar al parecer otro mineral de color beige de tamaño mas fino, al parecer de forma tabular. En la superficie de la roca se puede observar una cubierta de serpentina y un mineral acicular que no reacciona con HCl. La superficie de la roca meteoriza de color gris claro y se encuentra estriada.			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<b>Textura:</b> Fanerítica, medio a finogranular, alotriomórfica, intensamente alterada.			
<b>Otras texturas:</b> Venillas rellenas de epidota.		<b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.	
<b>MINERALES</b>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
Clinopiroxeno	40	Clorita	10
Ortopiroxeno	22	Saussurita	5
Anfibol (hornblenda ± actinolita-tremolita)	20	Epidota	Traza
Opacos	3		
		<b>Minerales recalculados</b>	<b>%</b>
		<b>Clinopiroxeno</b>	<b>49</b>
		<b>Ortopiroxeno</b>	<b>27</b>
<b>Minerales accesorios</b>		<b>Anfibol</b>	<b>24</b>
<b>Clasificación 1:</b> Piroxenita hornbléndica	<b>Según:</b> Streckeisen (1976)		
<b>Clasificación 2:</b>	<b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)		
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Clinopiroxeno:</b> Cristales subidiomorfos a alotriomorfos, de color verde pálido, en el rango medio, con ángulo de extinción de aproximadamente 30°, con carácter óptico biáxico (+). Presenta alteración parcial a anfíbol.</li> </ul>			

• **Ortopiroxeno:** Cristales en el rango medio con extinción paralela, subidiomorfos a alotriomorfos, con embahiamientos. Presentan baja birrefringencia, con colores de interferencia grises del 1<sup>er</sup> orden. Se encuentran parcial a totalmente alterados a agregados pseudomorfos de clorita.

• **Anfíbol (hornblenda):** En cristales y agregados de hábito fibroso, con fórmula de pleocroismo X= amarillo claro y Y≈Z= pardo claro. Alcanzan color de interferencia hasta azul de 2<sup>o</sup> orden, siendo más frecuentes los del 1<sup>er</sup> orden. Algunos se observan muy pálidos, por lo que podrían estarse alterando a actinolita-tremolita e incluso a clorita.

• **Opacos:** Cristales finos a mediogranulares, alcanzando hasta 0.3 mm de longitud; alotriomorfos a subidiomorfos, aproximadamente equidimensionales de contornos subredondeados. Se presentan comúnmente como inclusiones en los piroxenos y anfíboles.

**Alteración:**

• **Clorita:** Como alteración de piroxenos (posiblemente ortopiroxenos) en agregados pseudomorfos y de forma incipiente de los anfíboles.

• **Saussurita:** Agregados finogranulares de alto relieve al parecer como alteración de anfíboles.

• **Epidota:** En cristales alotriomorfos, con alto relieve y baja birrefringencia, como relleno de venillas.

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 35  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 35  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Metasedimentitas de Sinifaná  <b>Plancha:</b> 146-IV-C      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1150281      <b>Y:</b> 1168909  <b>Localidad:</b> Quebrada las Ánimas  <b>Municipio:</b> Angelópolis      <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color verde oscuro y tamaño de grano muy fino, los únicos minerales que se pueden observar en la roca son unos cristales de pirita que alcanzan a medir hasta 1,5 cm, y unas cavidades que al parecer fueron reemplazadas por sílice. En el corte que se le realizó a la roca se puede observar una generación de venillas de color blanco. La superficie de la roca meteoriza de color pardo y permite observar una foliación insipiente.</p>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<p><b>Textura:</b> Porfídoclástica, con aproximadamente un 40% de porfídoclastos finogranulares de epidota y en menor proporción plagioclasa, en matriz aún más fina, con clorita y algunas esfenas en láminas irregulares definiendo la foliación milonítica, de forma envolvente alrededor de los porfídoclastos.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b></p>			
<b>MINERALES</b>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
<b>Porfídoclastos</b>		Clorita (venas)	15
Epidota	35	Actinolita-tremolita	Traza
Plagioclasa	5	Calcita	Traza
<b>Matriz</b>		<b>Minerales accesorios</b>	
Agregado finogranular	40	Opacos	
Esfena	5		
<b>Clasificación</b>		<b>Protolito</b>	
<b>Mesomilonita</b>		Básico alterado (hidrotermalizado)	
<b>Facies de metamorfismo:</b> Esquisto verde?			
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Epidota:</b> Se presentan como porfídoclastos en cristales alotriomorfos aproximadamente equidimensionales, finogranulares, de color verde a amarillo, con color de interferencia hasta amarillo de 2º orden.</li> </ul>			

- **Plagioclasa:** Se presentan como porfidoclastos en cristales finogranulares, subidiomorfos a alotriomorfos, de contornos irregulares, con maclas polisintéticas y longitudinales tipo carlsbald.
- **Agregado finogranular:** Corresponde a la matriz finogranular producto de la recristalización dinámica, donde no se logran diferenciar minerales particulares.
- **Esfena:** En agregados amorfos finogranulares, dispuestos en laminas paralelas a la foliación milonítica, ligeramente sinuosas.
- **Opacos:** En cristales alotriomorfos en el rango fino, con brillo metálico dorado, de intensa a mediana intensidad, en agregados amorfos dispuestos de forma aproximadamente paralela a la foliación.

**Alteraciones:**

- **Clorita:** Se presenta en venillas transversales a la foliación de hasta 0,15 mm, con la clorita orientada perpendicularmente a las paredes de la venas, en agregados y cristales finogranulares, con colores de interferencia del 1<sup>er</sup> orden anómalos. Algunas se encuentran definiendo la foliación milonítica e incluso plegadas.
- **Actinolita-tremolita:** Se observan algunos cristales finogranulares de hábito columnar, de relieve moderado contrastando con la clorita, con color de interferencia hasta azul de 2º orden, algunas incluso dispersas en la roca según la foliación milonítica.
- **Calcita:** Agregados finos, amorfos, dispuestos aleatoriamente, con bajo relieve y birrefringencia característica.

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>			
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>					
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>					
<p><b>No IGM:</b> MGF 43  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 43  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Esquistos de Sabaletas  <b>Plancha:</b> 146-III-D      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1145304      <b>Y:</b> 1170269  <b>Localidad:</b> Quebrada las Ánimas  <b>Municipio:</b> Angelópolis      <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>				
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color verde, afanítica, con pequeños cristales de un mineral blanco distribuido a manera de puntos. En el corte que se le realizó a la roca para sección delgada se puede observar una textura similar a la textura <i>augen</i>, en la cual una serie de venillas de color blanco envuelven un material de color verde y tamaño de grano afanítico. La superficie de la roca se encuentra foliada y meteoriza de color pardo oscuro.</p>					
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>					
<p><b>Textura:</b> Milonítica. Se trata de una roca ígnea originalmente compuesta por aproximadamente un 65% de anfíbol y un 35% de plagioclasa, con abundantes venas hidrotermales deformadas en el dominio dúctil, las cuales rodean fragmentos de roca aproximadamente lenticulares.</p>					
<p><b>Otras texturas:</b> Venas reliquia rellenas de epidota.</p>					
<b>MINERALES</b>					
<b>Minerales principales</b>		<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>		<b>%</b>
<b>Porfidoclastos</b>			Epidota (a partir de plagioclasa)		10
Fragmentos de roca	Anfíbol	32	Carbonatos		1
	Plagioclasa	7	Moscovita		Traza
<b>Matriz</b>			<b>Minerales accesorios</b>		
Epidota		34	Opacos		
Cuarzo		5	Apatito		
Esfena		7			
Clorita		4			
<b>Clasificación</b>			<b>Protolito</b>		
<b>Mesomilonita (metabasalto)</b>			Basalto (alterado hidrotermalmente)		
<b>Facies de metamorfismo:</b> Esquisto verde?					
<b>Descripción de Minerales</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Litoclastos:</b> Se tratan de fragmentos de rocas ígneas afaníticas, compuestos principalmente por anfíbol y plagioclasa, en algunos puntos imbricados definiendo una textura tipo traquitoide: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Anfíbol (actinolita-tremolita):</b> Se encuentran en cristales de hábito decusado a fibroso, finogranulares, con unos pocos hacia el rango medio, de coloración verde pálido, con color</li> </ol> </li> </ul>					

de interferencia hasta verde del 2° orden.

**2. Plagioclasa:** Se observa concentrada en ciertas bandas en cristales alotriomorfos, con algunas maclas polisintéticas con máximo ángulo de extinción de 20°, ubicándola en el límite entre **andesina** y **oligoclasa (An30)**. Se observan algunos cristales zonados, con alteración a saussurita hacia el centro de los cristales.

- **Epidota:** Se presentan en cristales alotriomorfos, finogranulares con unos cuantos hacia el rango medio, aproximadamente equidimensionales a prismáticos, con color de interferencia del 1<sup>er</sup> orden, en tonalidades gris azulado anómalo. Se presenta en venas asociada a cuarzo y clorita, y en menor proporción como alteración de las plagioclasas.

- **Cuarzo:** Se encuentran en cristales de contactos poligonales, en venas, asociados a epidota; con moscovita y apatito como inclusiones. En menor proporción se aprecian cristales alotriomorfos, de contactos irregulares, con extinción ondulatoria y formación de subgranos.

- **Esfena:** Relativamente abundante, en agregados amorfos, dispuestos en pequeñas bandas o láminas irregulares.

- **Clorita:** En agregados decusados con color de interferencia café anómalo, en cavidades dentro de las venas.

- **Moscovita:** Cristales finogranulares como inclusiones en los cuarzos, con bajo relieve, color de interferencia hasta azul de 2° orden y extinción ojo de pájaro característica.

#### **Alteraciones:**

- **Carbonatos:** Se observan algunos cristales alotriomorfos, finogranulares, dispersos aleatoriamente.

#### **Observaciones:**

Se presentan varias venas intensamente deformadas, produciendo pliegues y *boudinage* incipiente. Estas venas rodean fragmentos de roca, definiendo una textura aproximadamente milonítica.



<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 <p style="text-align: center;">Libertad y Orden</p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 66  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 66  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Diorita de Pueblito  <b>Plancha:</b> 146-III-D      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1147904      <b>Y:</b> 1168391  <b>Localidad:</b> Vereda Cieneguita  <b>Municipio:</b> Angelópolis    <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca ígnea, masiva, compacta, fanerítica de grano medio a grueso, IC=35, color gris claro moteada a blanco. La roca esta compuesta por anfíbol, feldespato, mineral de color negro, cuarzo; el anfíbol es de color verde claro, tanto el anfíbol como el feldespato se encuentran orientados. La superficie de meteorización de la roca exhibe un color pardo claro y presenta en pequeña cantidad un mineral brillante que posiblemente sea moscovita. Mineralogía: Anfíbol (45%), Feldespato (35%), Mineral negro (10%), Cuarzo (9%), Moscovita (1%)</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Xenomórfica, inequigranular Presenta una gneisoidad incipiente, con un bandeo irregular apreciable a contraluz.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b> Coronas de reacción de hornblenda alrededor de piroxeno y de actinolita-tremolita alrededor de la hornblenda.</p>	<p><b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.</p>		
<p><b>MINERALES</b></p>			
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>
<p>Plagioclasa (saussuritizada)</p>	<p>42</p>	<p>Actinolita-tremolita</p>	<p>10</p>
<p>Clinopiroxeno</p>	<p>27</p>	<p>Saussurita</p>	<p>?</p>
<p>Hornblenda</p>	<p>16</p>	<p>Clorita</p>	<p>4</p>
<p>Opacos</p>	<p>1</p>	<p>Cuarzo (venas)</p>	<p>accesorio</p>
		<p><b>QAP recalculado</b></p>	<p><b>%</b></p>
		<p><b>Q</b></p>	<p>-</p>
<p><b>Minerales accesorios</b></p>		<p><b>A</b></p>	<p>-</p>
<p>Apatito</p>	<p><b>P</b></p>		<p><b>100</b></p>
<p><b>Clasificación 1:</b> Diorita hornbléndica</p>		<p><b>Según:</b> Streckeisen (1976)</p>	
<p><b>Clasificación 2:</b></p>		<p><b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)</p>	
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plagioclasa:</b> Plagioclasa completamente saussuritizada por lo que no es posible medir las maclas ni observar otras características que permitan determinar su composición.</li> </ul>			

- **Hornblenda:** Se presentan en cristales alotriomorfos, con fórmula de pleocroísmo X= amarillo claro, Y = Z = pardo rojizo, con color de interferencia hasta azul de 2º orden, localmente decusados y con contactos poligonales, frecuentemente con embahamientos y algunos con corona de anfíbol verde claro a incoloro tipo actinolita-tremolita. En algunos es posible apreciar clinopiroxenos relictos, con maclas longitudinales, macla heredada por los anfíboles resultantes en la corona.

- **Clinopiroxeno:** En cristales subidiomorfos a alotriomorfos, con ángulos de extinción en los cortes prismáticos de aproximadamente 40º, parcialmente alterados a clorita y anfíbol, resaltando sus clivajes.

- **Opacos:** En cristales alotriomorfos finogranulares ligeramente parduzcos en luz conosópica.

**Alteración:**

- **Actinolita-tremolita:** Cristales de color verde muy pálido, subidiomorfos, con cortes columnares de bajo ángulo de extinción, con colores de interferencia hasta verde de 2º orden, tratándose posiblemente de actinolita-tremolita.

- **Saussurita:** Agregados finogranulares de alto relieve como alteración de las plagioclasas, impartiendoles un aspecto nublado.

- **Clorita:** Como alteración de los piroxenos.

- **Cuarzo:** Rellenando venillas irregulares asociado a plagioclasa.

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 77B <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 77B <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Complejo Quebradagrande <b>Plancha:</b> 146-IV-C      <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1153410      <b>Y:</b> 1167538 <b>Localidad:</b> Vía Angelópolis Caldas <b>Municipio:</b> Angelópolis      <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color verde, violeta y rosado claro. El tamaño de grano es muy fino. La roca esta compuesta por una serie de laminas y capas muy delgadas intercaladas de color verde, violeta y un color rosado en menor cantidad. En el corte que se le realizó para sección delgada se puede observar una textura a manera de flujo entre ellos, además de cavidades, las cuales estuvieron ocupadas por un material preexistente. Es común que la roca parta siguiendo estos planos de estratificación.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Se trata de una roca sedimentaria con efectos dinámicos incipientes (protomilonita); como venas plegadas y bioclastos deformados. Preserva texturas reliquia como bandas, láminas y venas. El bandeo es definido por mayor o menor abundancia de clastos, así como por la presencia o no de hematita.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b> Venas reliquia rellenas de cuarzo, epidota y prehnita.</p>			
<p><b>MINERALES</b></p>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
<b>Porfidoclastos</b>		Cuarzo (venas)	traza
Cuarzo	7	Epidota (venas)	traza
Bioclastos	2	Prehnita (venas)	traza
<b>Matriz</b>		<b>Minerales accesorios</b>	
Agregado limo-arcilloso	73		
Moscovita	10		
Hematita	5		
Opacos	3		
<b>Clasificación</b>		<b>Protolito</b>	
<b>Protomilonita (metasedimentita)</b>		Limolita con bioclastos	
<b>Facies de metamorfismo:</b> Esquisto verde?			

### Descripción de Minerales

- **Bioclastos:** Se tratan de fragmentos de conchas, algunas completas, en el rango fino a medio, alcanzando hasta 0.5 mm de longitud, reemplazadas por cuarzo finogranular, con opacos y material finogranular hacia el centro. Presentan deformaciones, adquiriendo formas elongadas en forma de corbatín e incluso pliegues.
- **Cuarzo:** Se encuentra en fragmentos aproximadamente equidimensionales, subredondeados a angulosos, comúnmente policristalino.
- **Agregado limo-arcilloso:** Corresponde a la matriz sedimentaria reliquia, finogranular, donde no se logran diferenciar minerales particulares.
- **Moscovita:** Cristales finogranulares hacia el rango medio, alotriomorfos, con bajo relieve, color de interferencia hasta azul de 2º orden y extinción ojo de pájaro característica.
- **Hematita:** Relativamente abundante como alteración parcial de algunos opacos y en bandas a manera de cementante, impartiéndoles tonalidades rojizas.
- **Opacos:** En cristales alotriomorfos en el rango fino, en cristales aproximadamente equidimensionales a columnares y en agregados amorfos dispuestos de forma aproximadamente paralela a la foliación, definiendo en parte el bandeo de la roca.

#### Alteraciones:

#### Observaciones:

Se presentan varias venas dispuestas de forma paralela a subparalela, rellenas de materiales heterogéneos como:

- **Cuarzo:** Se presenta como relleno de venas en cristales finogranulares, alotriomorfos, con extinción fuertemente ondulatoria y formación de subgranos de contactos suturados. Algunos presentan inclusiones de minerales de hábito capilar y relieve moderado.
- **Epidota:** Se presentan en cristales alotriomorfos, finogranulares, aproximadamente equidimensionales y prismáticos con fracturas transversales, de color verde a amarillo, con color de interferencia del 1<sup>er</sup> orden, en tonalidades gris azulado y amarillo anómalo, y algunos del 2º.
- **Prehnita:** En agregados finogranulares de hábito fibroso a pseudofibroso, de coloración amarillo a verdoso, y colores de interferencia del primer orden anómalos.

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 <p style="text-align: center;">Libertad y Orden</p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>			
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>					
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>					
<p><b>No IGM:</b> MGF 80  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 80  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Complejo Quebradagrande  <b>Plancha:</b> 146-IV-C      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1154159      <b>Y:</b> 1167482  <b>Localidad:</b> Vía Angelópolis Caldas  <b>Municipio:</b> Angelópolis      <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>				
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color verde y textura fanerítica. La matriz es de color verde y dentro de ella se pueden observar los siguientes minerales: uno de color blanco que se presenta principalmente redondeado, se observa también un mineral de color verde que por la forma parece ser un piroxeno y por último fragmentos de roca de color violeta con un mineral dentro de ellos. La superficie de la roca meteoriza de color pardo. La roca tiende a presentar meteorización esferoidal.</p>					
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>					
<p><b>Textura:</b> Piroclástica.</p>					
<p><b>Otras texturas:</b> Porfídica y amigdaloides en los fragmentos de roca.</p>			<p><b>Cristalinidad:</b></p>		
<p><b>MINERALES</b></p>					
<p style="text-align: center;"><b>Constituyentes principales</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>
<p>Matriz (vidrio cloritizado)</p>		<p style="text-align: center;">5</p>	<p style="text-align: center;">Clorita</p>	<p>Fragmentos de roca</p>	<p style="text-align: center;">15</p>
<p>Fragmentos líticos</p>		<p style="text-align: center;">64</p>		<p>vidrio</p>	<p style="text-align: center;">5</p>
<p>Fragmentos de minerales</p>	<p>Ortopiroxeno</p>	<p style="text-align: center;">15</p>	<p>Prehnita-pumpellyita</p>		<p style="text-align: center;">4</p>
	<p>Cuarzo</p>	<p style="text-align: center;">7</p>	<p>Epidota</p>		<p style="text-align: center;">2</p>
	<p>Clinopiroxeno</p>	<p style="text-align: center;">1</p>	<p>Hematita</p>		<p style="text-align: center;">traza</p>
<p><b>Minerales accesorios</b></p>					
<p>Opacos</p>					
<p><b>Clasificación 1:</b> Toba lítica</p>				<p><b>Según:</b></p>	
<p><b>Clasificación 2:</b></p>				<p><b>Según:</b></p>	
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>					
<p>• <b>Matriz:</b> Agregado finogranular compuesto principalmente por vidrio alterado a clorita. Se observa cuarzo pseudofibroso (calcedonia) definiendo texturas corona alrededor de otros minerales como el piroxeno, en algunos puntos en agregados zonados con clorita hacia el centro.</p>					

- **Fragmentos de minerales:** Se encuentran tres principales y uno accesorio:
  1. **Ortopiroxenos:** Fragmentos subidiomorfos, intensamente fracturados, con extinción paralela. Presentan baja birrefringencia, exhibiendo colores de interferencia hasta amarillo del 1<sup>er</sup> orden y carácter óptico biáxico (+). Algunos poseen zonación oscilatoria. En las fracturas se altera a un mineral incoloro, posiblemente un filosilicato.
  2. **Cuarzo:** Fragmentos finogranulares y alotriomorfos, algunos como inclusiones en el vidrio de la matriz. También se observa rellanando pequeñas fracturas en los fragmentos de roca.
  3. **Clinopiroxenos:** Cristales alotriomorfos, mediogranulares, incoloros a verde muy pálido, con ángulo de extinción de aproximadamente 35° y color de interferencia hasta azul de 2° orden, tratándose posiblemente de **augita**.
  4. **Opacos:** Se encuentran de manera accesorio en algunos fragmentos de roca, finogranulares y alotriomorfos, con alteración parcial a hematita.
  
- **Fragmentos líticos:** Se tratan de rocas con texturas porfídicas y amigdaloides, con fenocristales intensamente alterados a prehnita-pumpellyita, con algunos contornos subidiomorfos equidimensionales y prismáticos, tratándose posiblemente de piroxenos (se observó al menos un relicto de clinopiroxeno). La alteración a epidota dificulta la identificación del resto de los componentes, reconociéndose algunos cristales columnares de plagioclasa. Se observan amígdulas rellenas de calcedonia, en algunos puntos recristalizada, con extinción ondulatoria y contactos poligonales.

#### **Alteración:**

- **Clorita:** Agregados finogranulares decusados, con colores de interferencia azul y violeta anómalos. Se presentan como alteración en los fragmentos de roca y de la matriz vítrea.
  
- **Prehnita-pumpellyita:** Constituyendo agregados pseudomorfos posiblemente a partir de piroxenos, con parches de coloración verde amarillento y color de interferencia gris azulado anómalo, correspondientes a la **pumpellyita**, y parches incoloros de relieve moderado, algunos radiales, con color de interferencia hasta azul de 2° orden, correspondientes a la **prehnita**.
  
- **Epidota:** En cortes subidiomorfos aproximadamente prismáticos, con colores de interferencia del 1<sup>er</sup> orden en tonos azules y amarillos anómalos.
  
- **Hematita:** Como alteración parcial de opacos.

#### **Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 Libertad y Orden	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<b>No IGM:</b> MGF 83 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 83 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Monzogranito de Amagá <b>Plancha:</b> 146-IV-C <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1153331 <b>Y:</b> 1166435 <b>Localidad:</b> Quebrada la Clara <b>Municipio:</b> Angelópolis <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca ígnea, masiva, compacta, fanerítica de grano grueso, IC = 40, la roca esta compuesta por anfíbol, piroxeno, cuarzo, feldespato. Los cristales de feldespato son los más grandes y en cortes paralelos al eje c estos alcanzan a medir hasta 1.2cm. La superficie de la roca parte de forma irregular y meteoriza de color pardo claro. Mineralogía: Anfíbol(15%), Piroxeno(25%), Feldespato(45%), Cuarzo(15%).			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<b>Textura:</b> Fanerítica, de grano grueso, inequigranular.			
<b>Otras texturas:</b> Poikilitica, con oiocristales de anfíbol y cadacristales de plagioclasa y en menor proporción biotita.			<b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.
<b>MINERALES</b>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
Plagioclasa	39	Anfíbol fibroso (actinolita-tremolita)	7
Clinopiroxeno	20		
Anfíbol	15		
Cuarzo	10	<b>QAP recalculado</b>	<b>%</b>
Biotita	5	<b>Q</b>	<b>20</b>
Opacos	3	<b>A</b>	-
Apatito	1	<b>P</b>	<b>80</b>
<b>Minerales accesorios</b>			
Zircón			
<b>Clasificación 1:</b> Límite tonalita/cuarzodiorita		<b>Según:</b> Streckeisen (1976)	
<b>Clasificación 2:</b>		<b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)	
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plagioclasa:</b> Se encuentra en cristales en el rango grueso a medio, subidiomorfos a alotriomorfos, intensamente alterados a saussurita, impartiendoles un aspecto nublado.</li> <li>• <b>Clinopiroxeno:</b> Cristales en el rango medio a grueso, subidiomorfos a alotriomorfos, fracturados, con ángulo de extinción de 40° y carácter óptico biáxico (+). Presentan corona de</li> </ul>			

reacción de anfíbol. Puede tratarse de un piroxeno tipo augita.

- **Anfíbol:** En cristales subidiomorfos frecuentemente prismáticos, incoloros a verde pálido, con maclas polisintéticas. Definen coronas alrededor de los piroxenos, de contactos bastante irregulares, interdigitados. Se alteran parcialmente a anfíbol fibroso incoloro a verde claro, posiblemente actinolita-tremolita.

- **Cuarzo:** Se presenta en cristales alotriomorfos, gruesogranulares, cristalizando de manera intersticial y definiendo texturas poikiliticas con inclusiones de plagioclasa y biotita en menor proporción.

- **Biotita:** Los cristales son en su mayoría subhedrales, de hábito tabular, con inclusiones de opacos y zircones, los cuales generan halos pleocroicos.

- **Opacos:** Cristales mediogranulares, algunos aproximadamente tabulares, con embahamientos y esqueléticos. En algunas partes como inclusiones en las biotitas y en los piroxenos. Presentan bajo brillo en luz reflejada.

- **Apatito:** Cristales idiomorfos, finos a mediogranulares, como inclusiones en los cuarzos.



**Alteración:**

- **Anfíbol fibroso (actinolita-tremolita):** como alteración parcial de los anfíboles.

**Observaciones:**

Sección gruesa.



<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 <p style="text-align: center;">Libertad y Orden</p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 91  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 91  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Diorita de Pueblito  <b>Plancha:</b> 146-III-B      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1145596      <b>Y:</b> 1179192  <b>Localidad:</b> Quebrada La Sucia  <b>Municipio:</b> Heliconia      <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> roca compacta, masiva, de grano muy fino, de color gris oscuro. Presenta unos fenocristales oscuros que le dan un aspecto de textura porfídica a la roca. Tiene venas de color gris claro, en superficie la roca presenta lineaciones.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Fanerítica, alotriomórfica, inequigranular, medio a finogranular.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b> Venillas rellenas de carbonatos.</p>	<p><b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.</p>		
<p><b>MINERALES</b></p>			
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>
<p>Plagioclasa (alterada)</p>	<p>55</p>	<p>Clorita</p>	<p>5</p>
<p>Anfíbol (actinolita-tremolita)</p>	<p>40</p>	<p>Saussurita ± sericita</p>	<p>-</p>
<p>Esfena</p>	<p>2</p>	<p>Calcita (venillas)</p>	<p>acesoria</p>
<p>Opacos</p>	<p>1</p>	<p><b>QAP recalculado</b></p>	<p><b>%</b></p>
<p><b>Minerales accesorios</b></p>		<p><b>Q</b></p>	<p>-</p>
<p>Piroxeno (relictos)</p>	<p><b>A</b></p>		<p>-</p>
<p>Apatito</p>	<p><b>P</b></p>		<p><b>100</b></p>
<p>Zircón</p>			
<p><b>Clasificación 1:</b> Diorita/gabro</p>		<p><b>Según: Streckeisen (1976)</b></p>	
<p><b>Clasificación 2:</b></p>		<p><b>Según: modificada de Streckeisen (1976)</b></p>	
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plagioclasa:</b> Se encuentra en cristales alotriomorfos, mediogranulares, intensamente alterados a saussurita y en menor proporción sericita.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anfíbol (actinolita-tremolita):</b> Se presentan en cristales subidiomorfos a alotriomorfos, en el rango medio a fino, incoloros, de hábito tabular con bordes fibrosos, parcialmente alterados a clorita.</li> </ul>			

• **Esfena:** En cristales individuales subidiomorfos, o en agregados orientados según el clivaje reliquia de un mineral preexistente, posiblemente biotita.

• **Opacos:** como alteración de las esfenas, posiblemente leucoxeno.

**Alteración:**

• **Saussurita ± sericita:** Como alteración intensa de las plagioclasas.

• **Clorita:** Como alteración de los anfíboles y posiblemente de biotitas preexistentes.

• **Calcita:** Rellenando pequeñas venillas que cortan la roca en diferentes direcciones.

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 93 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 93 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Esquistos de Sabaletas <b>Plancha:</b> 146-III-B      <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1145562      <b>Y:</b> 1179155 <b>Localidad:</b> Quebrada La Sucia <b>Municipio:</b> Heliconia      <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color gris y tamaño de grano muy fino, la roca esta compuesta por un mineral claro y otro oscuro, los cuales definen la foliación de la roca. En el corte que se le realizó para sección delgada se pueden observar pequeños pliegues y minerales claros alineados. En los bordes de la roca se pueden observar mejor los planos que definen la esquistosidad de la roca. La superficie de la roca meteoriza de color grisáceo.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Bando composicional entre bandas de cuarzo y bandas irregulares de clorita y carbonatos. También se observa un ligero bandeo textural definido por ligeros cambios en los tamaños del cuarzo.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b></p>			
<p><b>MINERALES</b></p>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
Cuarzo	70		
Carbonatos	14	<b>Minerales accesorios</b>	
Clorita	10	Turmalina	
Opacos	3		
Plagioclasa	2		
Feldespatos potásico	1		
<b>Clasificación</b>	<b>Protolito</b>		
<b>Cuarcita con carbonatos y clorita</b>	Arenisca carbonatada		
<p><b>Facies de metamorfismo:</b> Esquisto verde?</p>			
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuarzo:</b> Se encuentra en cristales alotriomorfos, aproximadamente equidimensionales, subredondeados a angulosos, con fuerte extinción ondulatoria y formación de subgranos de contactos suturados a poligonales.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Carbonatos:</b> Se encuentra en cristales alotriomorfos, principalmente finos con unos pocos hacia el rango medio, se concentra en franjas alargadas junto con el cuarzo, estas franjas se</li> </ul>			

encuentran separadas por minerales opacos. También se encuentra en venillas irregulares que cortan la orientación de la roca. Presenta maclas.

- **Clorita:** los cristales son en su mayoría de habito acicular definiendo la foliación de la roca, otros son irregulares.
- **Opacos:** Se observan de dos tipos:
  1. En cristales alotriomorfos a subidiomorfos, en el rango fino, en cristales aproximadamente equidimensionales a columnares, con intenso brillo dorado en luz reflejada, tratándose posiblemente de sulfuros.
  2. Cristales muy finos, alotriomorfos, dispuestos en agregados amorfos de forma aproximadamente paralela a la foliación, definiendo en parte el bandeo o laminación de la roca.
- **Plagioclasa:** los cristales son subidiomorfos, de hábito tabular, con algunas maclas polisintéticas.
- **Feldespato potásico:** Se encuentra en cristales redondeados, rodeados por la foliación, algunos poikilíticos.
- **Turmalina:** Se encuentra como mineral accesorio en granos subredondeados, zonados, de color naranja hacia el centro y verde hacia los bordes.

**Alteraciones:**

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 <p style="text-align: center;">Libertad y Orden</p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 106 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 106 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Monzogranito de Amagá <b>Plancha:</b> 146-III-B      <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1148291      <b>Y:</b> 1178370 <b>Localidad:</b> Quebrada Matasano <b>Municipio:</b> Heliconia      <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca holocristalina, masiva, compacta, fanerítica, de grano grueso y de color blanco moteada a gris oscuro. La roca se encuentra compuesta por feldespato, cuarzo, biotita, anfíbol y un mineral de color verde. El mineral verde al parecer se forma a partir de los feldespatos. La superficie de la roca se encuentra meteorizada en tonalidades pardas tenues.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Fanerítica, porfídica y seriada; con aproximadamente un 30% de fenocristales gruesos (<math>\geq 1\text{cm}</math>) de plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo en matriz cristalina mediogranular de igual composición con biotita y granate accesorio.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b> Poikilítica, con oiocristales de feldespato potásico y cuarzo; y cadacristales de plagioclasa y en menor proporción biotita.</p>			<p><b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.</p>
<p><b>MINERALES</b></p>			
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p><b>%</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p><b>%</b></p>
<p><b>Matriz</b></p>		<p>Clorita + sericita</p>	<p>4</p>
<p>Plagioclasa</p>	<p>20</p>		
<p>Cuarzo</p>	<p>22</p>		
<p>Biotita</p>	<p>18</p>		
<p>Feldespato potásico</p>	<p>9</p>		
<p><b>Fenocristales</b></p>		<p><b>QAP recalculado</b></p>	<p><b>%</b></p>
<p>Plagioclasa</p>	<p>15</p>	<p><b>Q</b></p>	<p><b>36</b></p>
<p>Feldespato potásico</p>	<p>6</p>	<p><b>A</b></p>	<p><b>19</b></p>
<p>Cuarzo</p>	<p>6</p>	<p><b>P</b></p>	<p><b>45</b></p>
<p><b>Minerales accesorios</b></p>			
<p>Granate</p>			
<p>Opacos</p>			
<p>Apatito</p>			
<p>Zircón</p>			
<p><b>Clasificación 1:</b> Granodiorita</p>		<p><b>Según:</b> Streckeisen (1976)</p>	
<p><b>Clasificación 2:</b></p>		<p><b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)</p>	

## Descripción de Minerales

- **Plagioclasa:** Se encuentra en cristales en el rango grueso a medio, subidiomorfos a idiomorfos. Presentan maclas polisintéticas y maclas longitudinales tipo carlsbald. Presentan alteraciones incipientes a sericita y minerales arcillosos que le imparten un aspecto nublado.
- **Cuarzo:** Se presenta en cristales subidiomorfos, algunos grueso granulares a manera de fenocristales, con una fuerte extinción ondulatoria, llegándose a formar subgranos mediogranulares de contactos interdigitados irregulares, aproximadamente suturados. Se observan algunas aristas cristalinas bien desarrolladas en algunos cristales.
- **Feldespato potásico:** Se encuentra en cristales subhedrales a anhedrales. Definen texturas poikiliticas al incluir cristales de plagioclasa. Presentan texturas de desmezcla tipo pertitas. Exhiben zonación oscilatoria con formación de subgranos locales o por sectores. Localmente define texturas micrográficas y granofiricas al intercrecer con cuarzo cuneiforme o vermicular. Por lo general en los contactos entre feldespato potásico y plagioclasa se forma cuarzo finogranular.
- **Biotita:** Los cristales son en su mayoría subhedrales y euhedrales, de hábito tabular, algunos presentando un aspecto fibroso, debido a que se están alterando parcialmente a clorita. Presentan numerosas inclusiones de opacos, así como de plagioclasa, cuarzo, apatito y zircones, los cuales generan halos pleocroicos. Algunos cristales se observan plegados.
- **Granate:** Presentan un reemplazamiento parcial por sericita y clorita, de forma penetrativa a través de las fracturas del mineral, lo que le imparte una textura esquelética, quedando solamente relictos finogranulares aislados en el agregado pseudomorfo.
- **Opacos:** En cristales finogranulares, alotriomorfos, aproximadamente equidimensionales, dispersos en la roca, así como asociados a las biotitas.

### Alteración:

- **Clorita + sericita:** Se observan agregados de clorita y sericita de forma penetrativa a través de las fracturas del granate, definiendo texturas esqueléticas. También se presenta clorita como alteración parcial de las biotitas.

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 Libertad y Orden	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>			
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>					
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>					
<b>No IGM:</b> MGF 128 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 128 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Complejo Quebradagrande <b>Plancha:</b> 146-III-B <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1154633 <b>Y:</b> 1177273 <b>Localidad:</b> Via Heliconia-Medellín, La Cabaña <b>Municipio:</b> Heliconia <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>				
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca compacta, de color verde, con textura porfídica. Los fenocristales son de cuarzo, feldespato y anfíbol posiblemente, de un tamaño medio, la matriz es afanítica y se encuentra en menor proporción respecto a los fenocristales. Presenta venillas de color verde claro las cuales se encuentran en disposición paralela.					
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>					
<b>Textura:</b> Porfídica, con fenocristales mediogranulares de plagioclasa y clinopiroxeno, en matriz finogranular con abundante vidrio y amígdulas rellenas de clorita, cuarzo y prehnita.					
<b>Otras texturas:</b> Localmente glomeroporfídica.		<b>Cristalinidad:</b> Hipohialina.			
<b>MINERALES</b>					
<b>Minerales principales</b>		<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>		<b>%</b>
<b>Matriz</b>			Saussurita ± esfena		7
Vidrio		26	Epidota (venas)		2
Amígdulas	Clorita	8	Prehnita (venas)		2
	Cuarzo	2	Pumpellyita (venas)		traza
	Prehnita	2	Clorita (piroxenos)		traza
<b>Fenocristales</b>			<b>QAP recalculado</b>		<b>%</b>
Clinopiroxeno		20	<b>Q</b>		-
Plagioclasa		30	<b>A</b>		-
<b>Minerales accesorios</b>			<b>P</b>		<b>100</b>
Opacos					
<b>Clasificación 1:</b> Pórfido basáltico			<b>Según:</b> Streckeisen (1976)		
<b>Clasificación 2:</b> Pórfido basáltico con augita			<b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)		
<b>Descripción de Minerales</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Matriz:</b> Compuesta principalmente por vidrio con amígdulas rellenas de clorita, cuarzo y prehnita.</li> <li>• <b>Clinopiroxeno:</b> Cristales subidiomorfos a alotriomorfos, en el rango medio, de color verde</li> </ul>					

pálido, con colores de interferencia hasta azul de 2° orden predominando sin embargo los cortes con color de interferencia gris. Presentan un ángulo de extinción de aproximadamente 40°, con carácter óptico biáxico (+). Exhiben maclas polisintéticas y de intercrecimiento. Presenta alteración parcial a prehnita, epidota y clorita. Podrían corresponder a **augita**.

- **Plagioclasa:** Cristales alotriomorfos intensamente alterados a saussurita y epidota.

#### **Alteración:**

- **Saussurita ± esfena:** Agregados finogranulares de alto relieve y color pardo, al parecer como alteración de plagioclasas y piroxenos.

- **Epidota + prehnita + pumpellyita:** Se observan cristales de epidota alotriomorfos, con alto relieve y colores de interferencia hasta azul de 2° orden, como relleno de venas, en especial hacia el contacto con la roca caja. Hacia el centro de las venas estas se hallan compuestas por agregados fibrosos heterogéneos, al parecer prehnita-pumpellyita.

- **Clorita:** Se presenta localmente como alteración de los piroxenos, así como en venas y venillas. Presentan color de interferencia azul anómalo y blanco.

#### **Observaciones:**

- **Amígdulas:** Se trata de vesículas amorfas, irregulares, zonadas, con borde externo (en contacto con la roca caja) compuesto por prehnita en agregados oolíticos, y hacia el centro clorita o cuarzo, este último por lo general criptocristalino, en ciertos puntos con fuerte extinción ondulatoria y formación de subgranos.



<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 154 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 154 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Metasedimentitas de Sinifaná <b>Plancha:</b> 146-IV-A      <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b>      <b>Y:</b> <b>Localidad:</b> Quebrada la Sucia <b>Municipio:</b> Heliconia      <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color gris y tamaño de grano muy fino, la roca esta cortada por una gran cantidad de venas y venillas de cuarzo, además de acumulaciones sin forma definida del mismo. Algunas venas de cuarzo se pueden observar deformadas. La superficie de la roca permite observar levemente una foliación en la roca. Las superficies se encuentran relativamente frescas.</p>			
<p><b>Análisis microscópico</b></p>			
<p><b>Homegeneidad de la roca:</b></p>	<p><b>Calibrado:</b> Relativamente bueno</p>		
<p><b>% de granos del armazón:</b></p>	<p><b>Redondez promedio:</b> Bastante angulosos</p>		
<p><b>% de la matriz:</b></p>	<p><b>Esfericidad promedio:</b> Aproximadamente equidimensionales</p>		
<p><b>Tamaño de grano promedio y rango:</b></p>	<p><b>Contacto entre granos:</b></p>		
<p><b>Grava (%):</b></p>	<p><b>Minerales</b></p>		
<p>Tamaño promedio:</p>	<p><b>Minerales principales</b></p>	<p><b>%</b></p>	
<p>Redondez:</p>	<p>Cuarzo</p>	<p>85</p>	
<p>Esfericidad:</p>	<p>Plagioclasa</p>	<p>3</p>	
<p><b>Arena (%): 90</b></p>	<p>Feldespato potásico</p>	<p>1</p>	
<p>Tamaño promedio:</p>	<p>Turmalina</p>	<p>1</p>	
<p>Redondez:</p>	<p>Biotita</p>	<p>1</p>	
<p>Esfericidad:</p>	<p>Opacos</p>	<p>1</p>	
<p><b>Lodo (%): 10</b></p>	<p>Carbonatos</p>	<p>1</p>	
<p>Tamaño promedio: entre 0,2 y 0,15 mm</p>	<p>Moscovita</p>	<p>Traza</p>	
<p>Redondez:</p>	<p>Zircón</p>	<p>Traza</p>	
<p>Esfericidad:</p>	<p><b>Minerales de Alteración</b></p>	<p><b>%</b></p>	
<p></p>	<p>Clorita</p>	<p>Traza</p>	
<p></p>	<p><b>Tipo de matriz</b></p>	<p><b>%</b></p>	
<p></p>	<p>Muy fina de composición silícea</p>	<p>10</p>	
<p></p>	<p><b>Clasificación 1:</b> Sub-arkosa      <b>Según:</b> Folk (1974)</p>		
<p><b>Clasificación 2:</b></p>	<p><b>Según:</b></p>		

### Estructuras

Se trata de una roca silicoclástica tamaño arena compuesta principalmente por cuarzo y minerales como plagioclasa y feldespato potásico, además de algunos filosilicatos y minerales accesorios como zircón y turmalina. Presenta un ligero bandeo textural marcado por pequeñas diferencias en el tamaño de los cristales. Se observan algunos lentes de carbonatos, así como láminas definidas por la concentración de opacos y filosilicatos.

### Descripción de Minerales

- **Cuarzo:** Se encuentra en cristales alotriomorfos, fino a mediogranulares, angulosos, con fuerte extinción ondulatoria.
- **Plagioclasa:** En cristales alotriomorfos a subidiomorfos, en cortes tabulares con algunas maclas polisintéticas.
- **Feldespato potásico:** En cortes prismáticos aproximadamente redondeados, con texturas de desmezcla tipo pertitas.
- **Turmalina:** Se encuentra en granos subidiomorfos, subredondeados, con algunos cortes triangulares convexos, zonados, de color naranja hacia el centro y verde oliva a caramelo hacia los bordes, con colores de interferencia del 2º orden.
- **Biotita:** Cristales finogranulares parcialmente alterados a clorita.
- **Opacos:** Cristales finogranulares, alotriomorfos, dispersos aleatoriamente o definiendo la laminación de la roca.
- **Calcita:** Se encuentra en lentes irregulares rodeados por filosilicatos como moscovita y clorita y cuarzo finogranular.

### Alteraciones:

- **Clorita:** Como alteración parcial de biotitas preexistentes.

### Observaciones

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 Libertad y Orden	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<b>No IGM:</b> MGF 214 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 214 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Diorita de Heliconia <b>Plancha:</b> 146-III-B <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1145618 <b>Y:</b> 1170970 <b>Localidad:</b> Quebrada Sabaletas <b>Municipio:</b> Heliconia <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color verde masiva, compacta y tamaño de grano muy fino. Los pocos cristales que se pueden observar son unos de color blanco tabulares al parecer dentro de una matriz de color verde. La superficie de la roca presenta una cubierta de color blanco que al parecer reacciona de forma muy lenta ante el HCl. Algunas de sus superficies se encuentran estriadas.			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<b>Textura:</b> Entre fanerítica y afanítica, alotriomorfa a hipidiomorfa, inequigranular.			
<b>Otras texturas:</b> Localmente esférulítica.		<b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.	
<b>MINERALES</b>			
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p style="text-align: center;">%</p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p style="text-align: center;">%</p>
Anfibol	40	Epidota	21
Plagioclasa	30	Clorita	3
Esfena	2	Carbonatos	1
Opacos	3	<b>QAP recalculado</b>	<b>%</b>
		<b>Q</b>	-
		<b>A</b>	-
<b>Minerales accesorios</b>		<b>P</b>	<b>100</b>
<b>Clasificación 1:</b> Microdiorita		<b>Según:</b> Streckeisen (1976)	
<b>Clasificación 2:</b>		<b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)	
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anfibol (actinolita-tremolita):</b> Los cristales son subidiomorfos a alotriomorfos, de hábito columnar, de coloración verde pálido. Presentan alteración a epidota y clorita, esta última se observa actuando desde el centro del cristal. Normalmente tiene un aspecto astilloso a fibroso en las puntas. Algunos cristales presentan extinción ondulatoria. Podrían corresponder a <b>actinolita-tremolita</b>, sin embargo algunos relictos pardos sugieren que esta se formaría retrógradamente a partir de <b>hornblenda</b>.</li> </ul>			

• **Plagioclasa:** Cristales alotriomorfos a subidiomorfos, con pocas maclas polisintéticas y además poco aptas para clasificación. Parte de la epidota presente podría corresponder a alteraciones de plagioclasas.

• **Esfena:** Cristales finogranulares, alotriomorfos a subidiomorfos, de color pardo y muy alta birrefringencia.

• **Opacos:** Se presentan en cristales finos a mediogranulares, alotriomorfos a subidiomorfos, con algunos cortes cuadrados de intenso brillo dorado en luz reflejada, los cuales pueden corresponder a pirita u otros sulfuros.

**Alteración:**

• **Epidota:** Se observan cristales de epidota de coloración verde a amarillo, alotriomorfos a subidiomorfos, equidimensionales a prismáticos, con alto relieve y colores de interferencia hasta verde de 2º orden. Corresponden a alteración tanto de anfíboles como de plagioclasas.

• **Clorita:** Se presenta localmente, en cristales alotriomorfos o en agregados masivos con color de interferencia azul anómalo, como alteración de los anfíboles.

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 215 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 215 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Esquistos de Sabaletas <b>Plancha:</b> 146-III-B      <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1170973      <b>Y:</b> 1145618 <b>Localidad:</b> Quebrada La Horcona <b>Municipio:</b> Heliconia      <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca compacta, foliada, de color negro, bandeada, de grano fino. El bandeamiento es composicional, las bandas son negras y verdosas, el espesor de estas varia desde tamaños milimétricos hasta de mas de 4 cm. Presenta lentes alargados y deformados de cuarzo al igual que pliegues pequeños indicando una deformación dúctil en la roca.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Bando composicional entre bandas de cuarzo y bandas irregulares de filosilicatos como sericita, moscovita y biotita; además de grafito. Estos definen una foliación irregular, dado el predominio del cuarzo. Se presenta también un bandeo textural por ligeras variaciones en el tamaño de los cristales de cuarzo en las distintas bandas.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b> Fragmento con crenulación local, discordante respecto a la foliación envolvente.</p>			
<p><b>MINERALES</b></p>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
Cuarzo	60	Clorita	3
Sericita + moscovita	20	Hematita	2
Biotita	10	<b>Minerales accesorios</b>	
Opacos (grafito?)	5	Turmalina	
		Zircón	
		Plagioclasa	
<b>Clasificación</b>		<b>Protolito</b>	
<b>Esquisto cuarzo micáceo con grafito</b>		Pelítico	
<b>Facies de metamorfismo:</b> Esquisto verde (zona de biotita)?			
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>			
<p>• <b>Cuarzo:</b> Se encuentra en cristales alotriomorfos, finogranulares, aproximadamente equidimensionales, de contactos irregulares. Presenta ligeras variaciones en el tamaño de grano definiendo un bandeo textural, presentando los más gruesos contactos poligonales.</p>			

- **Sericita + moscovita:** Se presentan en agregados localmente decusados, lenticulares, definiendo la foliación de la roca, con algunos cristales finogranulares de moscovita.
- **Biotita:** En agregados localmente decusados asociados a las bandas de filosilicatos, definiendo la foliación de la roca. Se encuentra parcialmente alterada a clorita.
- **Opacos:** Se observan principalmente asociados a las bandas de filosilicatos, solo algunos dispersos en las bandas de cuarzo, en cristales muy finos, alotriomorfos, dispuestos en agregados de forma aproximadamente paralela a la foliación, definiendo en parte el bandeo o laminación de la roca. Podrían corresponder a grafito.

**Alteraciones:**

- **Clorita:** Los cristales se presentan en su mayoría definiendo la foliación de la roca, otros son irregulares, en general como alteración de las biotitas.
- **Hematita:** Como pátina de alteración, en los planos de foliación y siguiendo fisuras.

**Observaciones:**

La roca presenta efectos dinámicos sobreimpuestos (polimetamorfismo), encontrándose un fragmento de esquistos foliado y crenulado de forma transversal respecto a la foliación envolvente. Podrían tratarse por lo menos de dos metamorfismos regionales superpuestos o un metamorfismo dinámico (ultramilonita) sobreimpuesto a un regional.

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 270  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 270  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Metasedimentitas de Sinifaná  <b>Plancha:</b> 146-III-B      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>            <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1149494                <b>Y:</b> 1172524  <b>Localidad:</b> Quebrada La Horcona  <b>Municipio:</b> Heliconia      <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca compacta, masiva, de grano fino a medio, de color verde oscuro. Tiene unos fenocristales de color verde claro, posiblemente de anfíbol, que le dan cierta textura porfídica a la roca. Presenta mineralizaciones de sulfuros que se encuentran en forma diseminada.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Fanerítica, subhidiomorfa a alotriomorfa, mediogranular.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b></p>		<p><b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.</p>	
<p><b>MINERALES</b></p>			
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>
<p>Plagioclasa</p>	<p style="text-align: center;">60</p>	<p>Clorita (a partir de anfíbol)</p>	<p style="text-align: center;">26</p>
<p>Anfíbol (pseudomorfos)</p>	<p style="text-align: center;">26</p>	<p>Saussurita + epidota</p>	<p style="text-align: center;">3</p>
<p>Clinopiroxeno</p>	<p style="text-align: center;">5</p>	<p style="text-align: center;"><b>QAP recalculado</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>
<p>Esfena</p>	<p style="text-align: center;">4</p>	<p style="text-align: center;"><b>Q</b></p>	<p style="text-align: center;">-</p>
<p>Opacos</p>	<p style="text-align: center;">2</p>	<p style="text-align: center;"><b>A</b></p>	<p style="text-align: center;">-</p>
<p style="text-align: center;"><b>Minerales accesorios</b></p>		<p style="text-align: center;"><b>P</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>100</b></p>
<p>Apatito</p>			
<p><b>Clasificación 1:</b> Diorita</p>		<p><b>Según:</b> Streckeisen (1976)</p>	
<p><b>Clasificación 2:</b></p>		<p><b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)</p>	
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plagioclasa:</b> Se encuentra en cristales en el rango medio, subidiomorfos a alotriomorfos, predominando los cortes prismáticos, decusados. Exhiben maclas polisintéticas y longitudinales, en general poco aptas para clasificación. El máximo ángulo de extinción de las maclas polisintéticas medido es de 16°, clasificándola como <b>andesina (An 31)</b>.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anfíbol (pseudomorfos):</b> Agregados pseudomorfos subidiomorfos, frecuentemente prismáticos, algunos intersticiales. Se encuentran compuestos por clorita y en menor proporción</li> </ul>			

saussurita y epidota.

- **Clinopiroxeno:** Cristales en el rango medio a fino, alotriomorfos a subidiomorfos, algunos esqueléticos, contrastando por su alto relieve, con ángulo de extinción de 40° y color de interferencia hasta verde del 2° orden. Puede tratarse de un piroxeno tipo augita.
- **Esfena:** Relativamente abundante, en el rango fino a medio, alotriomorfos, con unos pocos subidiomorfos.
- **Opacos:** Cristales y agregados mediogranulares, alotriomorfos, de contornos irregulares, comúnmente como inclusiones en los otros minerales, especialmente en los anfíboles.
- **Apatito:** Cristales subidiomorfos, finogranulares.

**Alteración:**

- **Clorita ± saussurita ± epidota:** como alteración total de los anfíboles, en agregados pseudomorfos que conservan los contornos subidiomorfos. La clorita presenta su color verde manzana característico y un color de interferencia azul lavanda anómalo. La saussurita por su parte le imparte un aspecto nublado, en parches, con unos pocos cristales finogranulares de epidota identificables.

**Observaciones:**



<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 Libertad y Orden	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<b>No IGM:</b> MGF 281 <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 281 <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Diorita de Heliconia <b>Plancha:</b> 146-IV-A <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1151741 <b>Y:</b> 1172589 <b>Localidad:</b> Quebrada La Horcona <b>Municipio:</b> Límite de Mpios <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color gris claro y textura porfídica, la matriz es de color gris claro y tamaño de grano muy fino. En la matriz se pueden observar cristales de color blanco, redondeados y alargados. En la superficie de la roca se pueden observar estrías en dirección paralela a la dirección de estiramiento de un mineral de color verde al parecer producto de alteración del mineral blanco. La superficie de la roca meteoriza de color blanco y presenta parcialmente patinas blancas al parecer de sílice.			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<b>Textura:</b> Porfídica, con fenocristales mediogranulares de plagioclasa y cuarzo $\beta$ , en matriz cristalina finogranular. La roca presenta efectos cataclásticos, con desarrollo de fracturas aproximadamente concoideas, lenticulares, con minerales fracturados y relleno de epidota principalmente.			
<b>Otras texturas:</b> Intercrecimientos granofíricos.		<b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.	
<b>MINERALES</b>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
<b>Fenocristales</b>		Epidota + saussurita	
Plagioclasa		Prehnita-pumpellyita	
Cuarzo $\beta$		Clorita	
<b>Matriz</b>		Cuarzo (venas)	
Plagioclasa		Sericita	
Feldespato potásico		<b>QAP recalculado</b>	
Cuarzo		<b>Q</b>	
Opacos		<b>A</b>	
		<b>P</b>	
<b>Minerales accesorios</b>			
<b>Clasificación 1:</b> Andesita porfídica		<b>Según: Streckeisen (1976)</b>	
<b>Clasificación 2:</b>		<b>Según: modificada de Streckeisen (1976)</b>	

### Descripción de Minerales

- **Plagioclasa:** Se presenta en dos poblaciones:
  1. **Fenocristales:** Cristales en el rango medio, subidiomorfos, algunos con efectos cataclásticos. Presentan alteraciones a sericita, saussurita y minerales arcillosos. Se observan pocas maclas polisintéticas y algunas longitudinales.
  2. **Matriz:** Cristales alotriomorfos, con intercrecimientos mirmequíticos y granofíricos, dificultándose su diferenciación con el feldespato potásico.
- **Cuarzo:** Se presenta en dos poblaciones:
  1. **Fenocristales:** Cuarzo  $\beta$ . Se encuentra al menos un fenocristal subidiomorfo, en el rango medio, alcanzando hasta 1 mm; de contornos bastante irregulares, con embahiamientos, de hábito bipiramidal. Tiene una fuerte extinción ondulatoria.
  2. **Matriz:** Cristales finogranulares alotriomorfos, comúnmente vermicular a cuneiforme, definiendo intercrecimientos micrográficos y granofíricos, algunos con texturas aproximadamente esferulíticas a variolíticas.
- **Feldespato potásico:** Se presenta en cristales finogranulares, alotriomorfos, definiendo intercrecimientos con cuarzo alrededor de plagioclasa del tipo granofírico.
- **Opacos:** Se presentan en cristales finogranulares, alotriomorfos, aproximadamente equidimensionales, diseminados por toda la roca.

#### Alteración:

- **Epidota + saussurita:** En cristales medio a finogranulares, alotriomorfos, con color de interferencia hasta verde del 2º orden y del 1º orden anómalos. Algunos se observan zonados. Otros lucen un ligero pleocroismo de pardo a rosa. Algunos presentan hábito flabeliforme. Otros forman agregados pseudomorfos aproximadamente equidimensionales. Estos en particular podrían provenir de la alteración de un ferromagnesiano, además de la alteración de las plagioclasas. Se presentan también como relleno de venas.
- **Prehnita-pumpellyita:** Agregados de hábito fibroso, en venas y en agregados asociados a epidota y clorita.
- **Clorita:** Se presenta principalmente como relleno de venas.
- **Cuarzo:** Como relleno de venas amorfas, finogranular, con extinción ondulatoria y desarrollo de contactos poligonales incipientes.
- **Sericita:** En los agregados de alteración de las plagioclasas.

#### Observaciones:

Para el recálculo del QAP no se reintegró la epidota en la plagioclasa dado que no había seguridad de su proveniencia. Sin embargo, asumiendo el caso extremo en el cuál la epidota correspondería exclusivamente a la alteración de la plagioclasa, la clasificación de la roca se mantiene en el campo de las cuarzo-monzodioritas, y por equivalencia seguiría siendo una andesita.

La sección se encuentra gruesa.

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 301C  <b>Fecha del análisis:</b>  <b>Número de campo:</b> MGF 301C  <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares.  <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre  <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Ultramafitas de Angelópolis  <b>Plancha:</b> 146-III-B      <b>Escala:</b> 1:25.000  <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá  <b>X:</b> 1148563      <b>Y:</b> 1175402  <b>Localidad:</b> Quebrada Sabaletas  <b>Municipio:</b> Heliconia    <b>Departamento:</b> Antioquia  <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca compacta, granular, de color verde, de grano medio a grueso. El color verde es dado por un mineral que se observa en cristales tabulares y alargados. Presenta muchas venillas claras, que parecen presentar una leve orientación. Presenta una especie de cúmulo de color verde café que no se puede diferenciar bien que es. Algunos cristales blancos (cuarzo) se observan alargados y parecen tener también cierta orientación, lo que esta indicando que la roca puede tener una deformación dúctil. La mineralogía de la rocas es cuarzo y plagioclasa.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Cataclástica, con fragmentos medio a grueso granulares, de contornos entre subangulosos y subredondeados, en matriz cataclástica fina con abundantes opacos y hematita.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b></p>			
<p><b>MINERALES</b></p>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
Cuarzo	40	Clorita ± pumpellyita	8
Plagioclasa	35	Vidrio?	7
Biotita	4	Saussurita + sericita	2
Opacos	3	Carbonatos	1
		Hematita	Traza
<b>Minerales accesorios</b>			
Zircón			
<b>Clasificación</b>		<b>Protolito</b>	
<b>Cataclasita (pseudotaquilita?)</b>		Tonalítico	
<p><b>Facies de metamorfismo:</b></p>			
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuarzo:</b> Se encuentra en cristales o clastos alotriomorfos a subidiomorfos, con extinción ondulatoria. Algunos cristales se presentan fracturados en dos o más partes. Los cristales pequeños son producto de la deformación en el dominio frágil. Esto se evidencia en los contornos de los</li> </ul>			

cristales, los cuales pasan de redondeados a subangulosos y angulosos, algunos incluso alargados. Presentan venas de clorita y carbonatos. Tanto los cristales de cuarzo como los de plagioclasa se encuentran rodeados por brecha fina

- **Plagioclasa:** Se presenta en cristales alotriomorfos a subidiomorfos, de hábito tabular. Tiene maclas polisintéticas, las cuales presentan deformación. Al igual que el cuarzo presenta venas de clorita y de carbonato. Se observan microfracturas que desplazan los cristales. Algunos de los cristales presentan una alteración parcial a saussurita y sericita.

- **Biotita:** En cristales individuales y en agregados localmente decusados. Se encuentra parcialmente alterada a clorita.

- **Opacos:** En cristales muy finos, alotriomorfos a subidiomorfos, con cortes aproximadamente hexagonales, así como distribuidos en la matriz con alteración parcial a hematita.

#### **Alteraciones:**

- **Clorita ± pumpellyita:** Se encuentra de forma masiva y distribuida irregularmente a lo largo de las fracturas intergranulares dentro del cuarzo y en los contactos de los granos de cuarzo y plagioclasa, en general como alteración de las biotitas.

- **Vidrio?:** De fuerte coloración parda, isotrópico, como parte de la matriz de la roca donde se encuentran flotando los fragmentos redondeados y angulares de cuarzo y plagioclasa. En algunas partes se observa en venas. Podría tratarse de vidrio producido durante la brechación o incluso corresponder a pátinas de hematita.

- **Saussurita + sericita:** Como alteración parcial de las plagioclasas.

- **Carbonatos:** Al igual que la clorita se encuentra en las microfracturas de cuarzo y plagioclasa.

- **Hematita:** Como alteración parcial de los opacos.

#### **Observaciones:**

Sección delgada gruesa con cuarzoes exhibiendo colores de interferencia hasta verde de 2º orden ( $\approx 70\mu\text{m}$ ).

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>	 <p style="text-align: center;">Libertad y Orden</p>	<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b>			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b>			
<b>No IGM:</b> MGF 325B <b>Fecha del análisis:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 325B <b>Recolector y analizador:</b> F. Arredondo y G. Tabares. <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff	<b>Unidad litoestratigráfica:</b> Diorita de Heliconia <b>Plancha:</b> 146-IV-A <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b> <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1150325 <b>Y:</b> 1177451 <b>Localidad:</b> Quebrada la Sucia <b>Municipio:</b> Heliconia <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X <b>Sección delgada pulida:</b>		
<b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca de color gris verdoso y textura porfídica, la matriz es el principal componente de la roca, el tamaño de grano de la matriz es de muy fino a afanítica. Dentro de la matriz se pueden observar dos tipos de cristales; unos de color blanco que se presentan tanto redondeados como tabulares y otros incoloros que se presentan principalmente en forma de tabla y una cantidad mínima redondeados. La superficie de la roca meteoriza de color grisáceo. Algunos minerales al parecer están alterando a un mineral de color verde.			
<b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b>			
<b>Textura:</b> Porfídica. Fenocristales gruesogranulares de cuarzo $\beta$ y plagioclasa esquelética y piroxenos, en matriz finogranular.			
<b>Otras texturas:</b> Localmente traquítica en especial alrededor de los fenocristales.	<b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.		
<b>MINERALES</b>			
<b>Minerales principales</b>	<b>%</b>	<b>Minerales de alteración</b>	<b>%</b>
<b>Fenocristales</b>		Anfibol fibroso (actinolita-tremolita)	12
Cuarzo $\beta$	6	Epidota + saussurita	11
Plagioclasa	4	Clorita	4
Piroxeno (pseudomorfo)	5	Sericita	traza
<b>Matriz</b>		<b>QAP recalculado</b>	<b>%</b>
Plagioclasa	45	<b>Q</b>	<b>11</b>
Piroxeno	12	<b>A</b>	-
Opacos	1	<b>P</b>	<b>89</b>
<b>Minerales accesorios</b>			
<b>Clasificación 1:</b> Andesita porfídica		<b>Según:</b> Streckeisen (1976)	
<b>Clasificación 2:</b> Andesita porfídica piroxénica		<b>Según:</b> modificada de Streckeisen (1976)	
<b>Descripción de Minerales</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuarzo <math>\beta</math>:</b> Se encuentra en fenocristales subidiomorfos, en el rango grueso a medio, alcanzando hasta 4mm; de contornos bastante irregulares, con embahiamientos, de hábito</li> </ul>			

bipiramidal. Tiene una fuerte extinción ondulatoria y presenta inclusiones y bordes de reacción de clorita y anfíbol.

- **Plagioclasa:** Se presenta en dos poblaciones:
  3. **Fenocristales:** Cristales en el rango medio, subidiomorfos, algunos con texturas esqueléticas. Otros con algunos efectos cataclásticos, con formación de clorita en los intersticios. Presentan alteraciones a sericita y saussurita.
  4. **Matriz:** Cristales idiomorfos, con maclas polisintéticas, localmente imbricados rodeando fenocristales.
- **Piroxeno:** Se presenta en dos poblaciones:
  1. **Fenocristales:** Cristales alterados a agregados pseudomorfos compuestos por epidota, clorita, saussurita y anfíbol fibroso, algunos zonados, con clorita hacia el centro y anfíbol hacia los bordes. Algunos relictos incoloros presentan maclas polisintéticas, un ángulo de extinción de aproximadamente 40° y color de interferencia hasta verde de 2° orden.
  2. **Matriz:** Cristales finogranulares, aproximadamente equidimensionales.
- **Opacos:** Se presentan en cristales finogranulares, alotriomorfos, diseminados por toda la roca.

**Alteración:**

- **Anfíbol fibroso (actinolita-tremolita):** Los cristales son subidiomorfos a alotriomorfos, de hábito acicular a fibroso, de coloración verde pálido. En algunas partes se observa bordeando al cuarzo, generando una textura tipo corona. En otros puntos se encuentra entre fracturas en las plagioclasas. Presentan alteración a epidota y clorita. Podrían corresponder a **actinolita-tremolita**.
- **Epidota + saussurita:** En cristales finogranulares, alotriomorfos. Corresponden a alteración tanto de piroxenos y anfíboles como de plagioclasas.
- **Clorita:** Se presenta localmente, en cristales alotriomorfos con color de interferencia azul anómalo, en agregados como alteración de piroxenos y anfíboles.
- **Sericita:** En los agregados de alteración de las plagioclasas.

**Observaciones:**

<p style="text-align: center;"><b>INGEOMINAS</b> SERVICIO GEOLÓGICO</p>		<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA</b></p>	
<p><b>CARACTERIZACIÓN PETROGENÉTICA Y EDAD DE LAS ROCAS ASOCIADAS A LOS COMPLEJOS ARQUÍA Y QUEBRADAGRANDE E INTRUSIVOS Y EXTRUSIVOS ASOCIADOS A LA PLOCO</b></p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO PETROGRÁFICO</b></p>			
<p><b>No IGM:</b> MGF 326A <b>Fecha del análisis:</b> <b>Recolector:</b> <b>Número de campo:</b> MGF 326A <b>Analizador:</b> <b>Revisó:</b> Fabián Paniagua Aguirre <b>Supervisó:</b> Marion Weber Scharff</p>	<p><b>Unidad litoestratigráfica:</b> Gabro de Heliconia <b>Plancha:</b> 146-IV-A      <b>Escala:</b> 1:25.000 <b>Coordenadas:</b>      <b>Origen:</b> Datum Bogotá <b>X:</b> 1150380      <b>Y:</b> 1177529 <b>Localidad:</b> Quebrada la Sucia <b>Municipio:</b> Heliconia    <b>Departamento:</b> Antioquia <b>Sección delgada:</b> X      <b>Sección delgada pulida:</b></p>		
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA:</b> Roca compacta, masiva, de grano medio a grueso, de color negro con mota blancas. Presenta dos bandas, una más oscura que la otra. En donde predomina más el mineral oscuro (anfíbol), se presentan venas claras que se cortan entre si. La mineralogía la constituyen principalmente anfíbol y feldespato, este último tiene una leve coloración rosada.</p>			
<p><b>ANÁLISIS MICROSCÓPICO</b></p>			
<p><b>Textura:</b> Fanerítica, alotriomórfica, inequigranular, de grano medio a grueso.</p>			
<p><b>Otras texturas:</b> Poikilítica, con oiocristales de anfíbol y cadacristales de plagioclasa, piroxenos y opacos.</p>	<p><b>Cristalinidad:</b> Holocristalina.</p>		
<p><b>MINERALES</b></p>			
<p style="text-align: center;"><b>Minerales principales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Minerales de alteración</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>%</b></p>
<p>Anfíbol</p>	<p>48</p>	<p>Epidota</p>	<p>10</p>
<p>Plagioclasa</p>	<p>30</p>	<p>Saussurita + sericita + moscovita</p>	<p>4</p>
<p>Piroxeno (pseudomorfos)</p>	<p>2</p>	<p>Clorita + esfena</p>	<p>1</p>
<p>Cuarzo</p>	<p>5</p>	<p><b>QAP recalculado</b></p>	<p><b>%</b></p>
<p><b>Minerales accesorios</b></p>		<p><b>Q</b></p>	<p><b>14</b></p>
<p>Opacos</p>		<p><b>A</b></p>	<p>-</p>
<p>Apatito</p>		<p><b>P</b></p>	<p><b>86</b></p>
<p><b>Clasificación 1:</b> Cuarzodiorita</p>		<p><b>Según: Streckeisen (1976)</b></p>	
<p><b>Clasificación 2:</b></p>		<p><b>Según: modificada de Streckeisen (1976)</b></p>	
<p><b>Descripción de Minerales</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anfíbol:</b> Se encuentra en cristales alotriomorfos a subidiomorfos, de hábito tabular, con fórmula de pleocroismo X= amarillo, Y= verde parduzco y Z= verde azuloso. Algunos cristales se encuentran corroídos y otros presentan epidotización. Presenta inclusiones de plagioclasa saussuritizada, piroxenos (pseudomorfos), apatito y opacos; definiendo texturas poikilíticas.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Plagioclasa:</b> Se encuentra en cristales en el rango medio, subidiomorfos a alotriomorfos. Presentan algunas maclas polisintéticas y longitudinales, no muy abundantes, en general poco aptas</li> </ul>			

para clasificación. Se altera a saussurita, sericita y moscovita finogranular.

- **Clinopiroxeno (pseudomorfo):** Agregados pseudomorfos con clivaje reliquia, aproximadamente equidimensionales, intensamente alterados a saussurita, esfena y epidota, algunas veces definiendo texturas tipo corona. Se observan algunos como inclusiones en los anfíboles.

- **Cuarzo:** Cristales alotriomorfos, de contactos irregulares, algunos intersticiales. En general presentan extinción ondulatoria, llegando a formarse subgranos de contactos suturados.

- **Opacos:** Se observan unos pocos cristales mediogranulares, alotriomorfos, algunos prismáticos. Comúnmente como inclusiones en los otros minerales, especialmente en los anfíboles; así como en los agregados pseudomorfos de piroxeno y algunos dispersos.

- **Apatito:** Cristales subidiomorfos, finogranulares, como inclusiones e los anfíboles.

#### **Alteración:**

- **Epidota:** Cristales finos a mediogranulares, alotriomorfos. con colores de interferencia hacia el final del 1er orden, anómalos. Se presenta como alteración de los anfíboles, algunos concentrados hacia el centro de los cristales.

- **Saussurita ± sericita ± moscovita:** Como agregados de alteración de las plagioclasas.

- **Clorita + esfena:** como productos de alteración de posibles biotitas preexistentes, con la esfena remarcando el clivaje reliquia.

#### **Observaciones:**