

**FACTORES TECTONICOS QUE
INTERVINIERON EN LA
CONFIGURACION DE LA CUENCA
CARBONIFERA DE AMAGA**

07
REPARACION

DEDICATORY

A mi madre y familia

Por todos los momentos de mi vida

Luis Hernán Sánchez Arredondo

Ingeniero Geólogo

Trabajo de Tesis presentado como
requisito parcial para optar el título
de Magister en Ciencia y Técnica del
Carbón, especialidad Geología.

Universidad Nacional de Colombia

Seccional Medellín

Facultad Nacional de Minas

Postgrado Ciencia y Técnica del Carbón

Medellín, 1991

DEDICATORIA

A mi madre Ana Sofia;

Forjadora de mi bienestar profesional.

".....Ningún vestigio de un comienzo
.....Ni una esperanza de un fin".

James Hutton (1795)

AGRADECIMIENTOS

Estoy altamente agradecido con el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad de Caldas y con el Instituto Colombiano del Petróleo por el apoyo económico brindado para esta investigación.

El Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras brindó apoyo en la preparación de las secciones delgadas y pulidas. Igualmente el Centro Nacional del Carbón permitió el uso de su microscopio de investigación con fotómetro.

En particular con el Ingeniero Carlos Guzmán con quien se realizó parte del trabajo de campo, por su invaluable colaboración y sugerencias con respecto a todos los temas aquí tratados, en algunos de los cuales somos coautores, ya que esta investigación hace parte de un macroproyecto que hemos presentado al ICP.

A Ana María Vélez Quintero quien preparó los dibujos y a Kenneth Roy Cabrera quien editó el texto.



TABLA DE CONTENIDO

	pág
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Localización	2
1.3. Topografía	4
1.4. <u>Hidrología</u>	4
1.5. Clima	5
1.6. Vegetación	6
1.7. Población	6
1.8. Trabajos anteriores	6
1.9. Método de trabajo	9
1.9.1. Fotogeología	9

1.9.2.	Cartografía	10
1.9.3.	Muestreo	11
2. ESTRATIGRAFIA		14
2.1.	Basamento de la cuenca.	15
2.1.1.	Formación de Pizarras Arcillosas (FPA)	15
2.1.2.	Complejo Ofiolítico del Cauca (COC)	19
2.1.3.	Grupo Arquía (GA) y Formación de los Esquistos Verdes de Sabaletas (FEVS)	26
2.1.4.	Granito de Amagá (GDA)	34
2.1.5.	Diorita de Heliconia (DH), Gabro de Leoncito (GL).	40
2.2.	Formación Amagá	41
2.2.1.	Revisión de literatura	42
2.2.2.	Discusión	50
2.2.2.1.	Nombre	53
2.2.2.2.	Rango	54
2.2.2.3.	Estratotipos	55
2.2.2.4.	Localidad tipo	55
2.2.2.5.	Aspectos regionales	56
2.2.2.6.	Génesis	56
2.2.2.7.	Correlación	57
2.2.2.8.	Edad	58
2.2.3.	Sedimentitas del Alto de Nicanor	60
2.2.3.1.	Introducción	60
2.2.3.2.	Descripción de los sedimentos	62
2.2.3.3.	Interpretación preliminar	65

2.2.3.4.	Correlación estratigráfica	68
2.2.3.5.	Relación de la Cuenca del Alto de Nicanor con la Cuenca de Amagá	69
2.2.4.	Otras cuencas	69
2.3.	Formación Combia	70
2.4.	Conglomerados de Ebóji	72
2.5.	Derrumbes y depósitos hidrodinámicos recientes	73
3. TECTONICA		76
3.1	Deformación estructural durante Paleozoico	77
3.1.1.	Formación de pizarras arcillosas	77
3.1.2.	Actividad paleozoica del sistema de Fallas Cauca-Romeral	77
3.1.2.1.	Introducción	79
3.1.2.2.	Gneises intrusivos paleozoicos	83
3.1.2.3.	Características estructurales	83
3.1.2.4.	Edad	86
3.1.2.5.	Discusión	87
3.2.	Deformaciones estructurales durante el Mesozoico	88
3.2.1.	Deformación dúctil	88
3.2.1.1.	Complejo ígneo básico-ultrabásico de Heliconia	88
3.2.1.2.	Grupo Arquía	91
3.2.1.3.	Formación Quebradagrande	93
3.2.2.	Deformación frágil	99
3.2.2.1.	Características geométricas del SFCR	101
3.2.2.1.1.	Formas	101

3.2.2.1.2. Desplazamiento	105
3.2.2.2. Evidencias de desplazamiento de rumbo de SFCR.	107
3.2.2.2.1. Estrias Subhorizontales.	107
3.2.2.2.2. Cuencas "Pull apart" y "Push-up block".	116
4. ANALISIS DE VITRINOIDES EN CARBONES APLICADO AL ESTUDIO ESTRUCTURAL	165
4.1. Contexto General	165
4.2. Petrografía.	172
4.3. Deformación tectónica según análisis de reflectancia en vitrinita.	175
4.4. Discusión	179
5. PROPUESTA DE CLASIFICACION TECTONICA	184
5.1. Introducción.	184
5.2. Origen tectónico de la cuenca Amagá.	185
5.3. Secuencia Depositacional	191
5.4. Modificación Tectónica.	194
5.5. Clasificación tectónica.	197
6. RESULTADOS DE ESTE TRABAJO	198
7. REFERENCIAS CITADAS	202

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Mapa de localización de la cuenca Amagá-Heliconia.	3
Figura 2. Gráfico pluviométrico de la región de Amagá.	7
Figura 3. Muestra LH-21 Meta-arenita Arcósica	17
Figura 4. Expresión geomorfológica falla amagá	18
Figura 5. Muestra de mano LH 20.	24
Figura 6. Muestra LH-20b. Esquisto Sericítico	25
Figura 7. Muestra LH 20. Antigorita y Diópsido	25
Figura 8. Modelo hipotético del posible origen del grupo Arquía.	32
Figura 9. Autolitos de diorita en granito	36
Figura 10. Corte geológico quebrada Honda.	44
Figura 11. Columna estratigráfica del miembro inferior de la Formación Amagá. Según González (1980).	48
Figura 12. Columna estratigráfica del miembro medio de la Formación Amagá. Según González (1980).	49
Figura 13. Columna estratigráfica del miembro superior de la Formación Amagá. Según González (1980).	50
Figura 14. Columna estratigráfica de la Formación Amagá. Según Delsahut y Tejada (1982).	52
Figura 15. Localización de la cuenca Alto de Nicanor	61
Figura 16. Conglomerados Alto de Nicanor	63
Figura 17. Columna estratigráfica. Alto de Nicanor.	64

Figura 18. Suelos exhumados del Alto de Nicanor	66
Figura 19. Vertiente occidental de la zona urbana de Amagá	74
Figura 20. Flujo de lodo y arena aluvial. Taparral (Angelópolis)	75
Figura 21. Foliación lepidoblástica en meta-arenita	78
Figura 22. Dislocaciones no sigmoidales "en-échelon".	80
Figura 23. Modelos de dilatación en venas de cuarzo.	81
Figura 24. Mapa geológico regional.	85 (1)
Figura 25. Esquistosidad en muestra LH-13	90
Figura 26. Deformación dúctil del grupo Arquía.	92
Figura 27. Esquistosidad de fractura sedimentos "Formación Quebradagrande"	94
Figura 28. Contacto tectónico entre unidades litológicas de la Formación Quebradagrande	95
Figura 29. Detalle de la Figura 28	96
Figura 30. Corte estructural sobre las rocas básicas de la quebrada Sinifaná. (Formación Quebradagrande).	98
Figura 31. Mapa Geo-estructural regional del Noroccidente Colombiano.	103 (5)
Figura 32. Diagrama Polar en planos estriados	115
Figura 33. Modelo en arcilla de fallas de rumbo con desplazamiento derecho. (Tomado de Wilcox etros, 1973).	117
Figura 34. Formación de cuencas de tracción pilares de compresión durante un fallamiento de rumbo.	119
Figura 35. Elipsoide de deformación estructural aplicado a fallas de rumbo dextral.	120
Figura 36. Algunos tipos de cuencas de tracción.	122
Figura 37. Grabens romboedrales asociados con fallas de dirección.	124

Figura 38. Cuencas de tracción compuestas.	125
Figura 39. Estrias horizontales en plano de diorita	129
Figura 40. Diagrama polar de patrón de fracturamiento en diorita.	130
Figura 41. Análisis de fracturas asociados con falla Amagá.	131
Figura 42. Direcciones de esfuerzos, falla Amagá.	133
Figura 43. Diques de rodingita en serpentinita, carretera Heliconia-La Cañada.	134
Figura 44. Microplegamiento en diorita.	136
Figura 45. Configuración romboédrica en posible estructura en "push-up block" del CIBUH.	137
Figura 46. Serpentinitas de Ituango.	140
Figura 47. Mapa estructural de la cuenca Amagá-Angelópolis.	142
Figura 48. Cabalgamiento de serpentinita sobre sedimentos.	144
Figura 49. Estrias horizontales en plano vertical se serpentinita	146
Figura 50. Filonita en diorita bandeada	147
Figura 51. Estructura "pinch and swell" en diorita	148
Figura 52. Ejes de pliegues relacionados con fallas de rumbo.	151
Figura 53. Cortes estructurales en la cuenca de Amagá.	153
Figura 54. Geología estructural de la mina Hullera Colombiana.	155
Figura 55. Mapa estructural de la cuenca sedimentaria de Filadelfia.	160
Figura 56. Columna estratigráfica de la cuenca de Filadelfia.	162
Figura 57. Campo de esfuerzos relacionados con el poder reflector en vitrinita.	171

Figura 58. Mediciones de reflectancia en una capa plegada.	173
Figura 59. Elipsoides de deformación en Vitrinita, la mina Excabón.	177
Figura 60. Orientación de R máx en la mina Excabón.	180
Figura 61. Modelos de tectónica de placas aplicado a la conformación del SFCR.	190
Figura 62. Modelo hipotético de evolución estructural de la cuenca Amagá.	193
Figura 63. Posible evolución de la depresión de Amagá según Toussaint. (1978).	196

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Analisis químico muestra UN 278.	22
Tabla 2. Fallamientos de Amagá y zonas aledañas.	108
Tabla 3. Planos de falla estriados sobre la Diorita de Pueblito del CIBUH.	112
Tabla 4. Planos de falla estriados en espilitas de la Formación Quebradagrande.	113
Tabla 5. Valores de reflectancia medidas y calculadas para la mina Excabón.	169
Tabla 6. Valores de reflectancia medidos en carbones de la Cuenca Hullera Amagá-Angelópolis.	174

RESUMEN

Se presenta en esta investigación un análisis estructural del posible origen de la cuenca hullera de Amagá, ubicada al Suroccidente de Medellín. Esta cuenca polihistórica es considerada de carácter intramontañoso asociada a zonas de convergencia de placas y generada en un ambiente de tipo LL-fbd.

Se propone que los límites de esta cuenca, falla Amagá y falla de Piedecuesta, son una paleosutura esencialmente de rumbo conformada por varios segmentos a los cuales están asociados importantes cabalgamientos, esto sugiere que las cuencas relacionadas con SFCR (Sistema de Fallas Cauca-Romeral) son compatibles con un modelo de cuencas "pull apart" rellenas con sedimentos provenientes de bloques tectónicos en "push-up block".

El estudio del elipsoide de la deformación a partir de indicatrices de reflectancia en vitrinita permitió considerar que durante el proceso de carbonificación de la materia orgánica los esfuerzos tectónicos han operado con orientación constante, donde se observa una pequeña

diferencia entre la dirección de ejes de pliegues y de reflectancia máxima que pueden estar reflejando como mínimo dos movimientos superpuestos de tipo dextral en el área; uno cuando se creó la cuenca y el otro cuando esta fue deformada.

La historia estructural durante el proceso de carbonificación ha proporcionado modelos congruentes con el estilo tectónico que se plantea.

ABSTRACT

Here, it is presented the results of a research about the structural origin of the Amaga basin located at the Southwestern of Medellin. This basin is considered like an intermountain type associated with a convergent margin inside an LL-fbd environment.

Amaga and Pidecuesta faults are respectively the west and the east borders of this basin. This faults correspond to a wrench thrust faults paleosuture consisting of several segments with individual thrust faults. This result support that similar sediment blocks found associated with the SFCR (Romeral and Cauca fault system) correspond to sedimentary sequences originated from sediments coming from push-up blocks according to the pull apart basin model.

Stress analysis studies realized on vitrinites and using reflectance methods were useful to define the structural history during coalification and confirmed this tectonic model.

1. INTRODUCCION

En el extremo Occidental del Departamento de Antioquia afloran rocas sedimentarias de ambiente fluvial depositadas en cuencas de tamaño variable. La primera columna estratigráfica publicada de estas rocas fué presentada por Posada (1913) quien las agrupó con el nombre de Formación Carbonifera de Amagá (FCA).

Cartográficamente la FCA está controlada por el Sistema de Fallas Cauca-Romeral (SFCR) que en la actualidad marca el limite entre la Cordillera Occidental con rocas formadas en ambiente de naturaleza oceánica y la Cordillera Central; cuyo basamento corresponde a rocas graníticas y metamórficas.

Grandes cantidades de carbón han sido producidas por la FCA considerada como máximo del limite Cretaceo-Terciario hasta el Mioceno inferior.

1.1. Objetivos

El objetivo primordial de esta investigación fue la de estudiar el origen tectónico de la cuenca de Amagá,

enfocado su análisis hacia la importancia que ha tenido el Sistema de Fallas Cauca-Romeral en su configuración y su relación con la depositación de los sedimentos carboníferos.

Utilizando el poder reflector en vitrinoides, en los carbones del área, estudiar las condiciones anisotrópicas de reflectancia para establecer la naturaleza de los esfuerzos operantes durante el proceso de carbonificación.

Este trabajo también incluye una introducción a la discusión de las condiciones petrogenéticas y léxico-estratigráficos de las unidades litológicas del basamento preterciario en el área.

1.2. Localización

La región base para el desarrollo de esta investigación está ubicada entre las latitudes 5'55' y 6'15' al Occidente de Medellín, siendo la cuenca Amagá-Heliconia el área de trabajo (Fig. 1).

Geológicamente el área está ubicada en las planchas 2 y 3 del trabajo del Doctor Emil Grosse (1926), cuya cartografía ha sido considerada como excelente por los geólogos de la región.

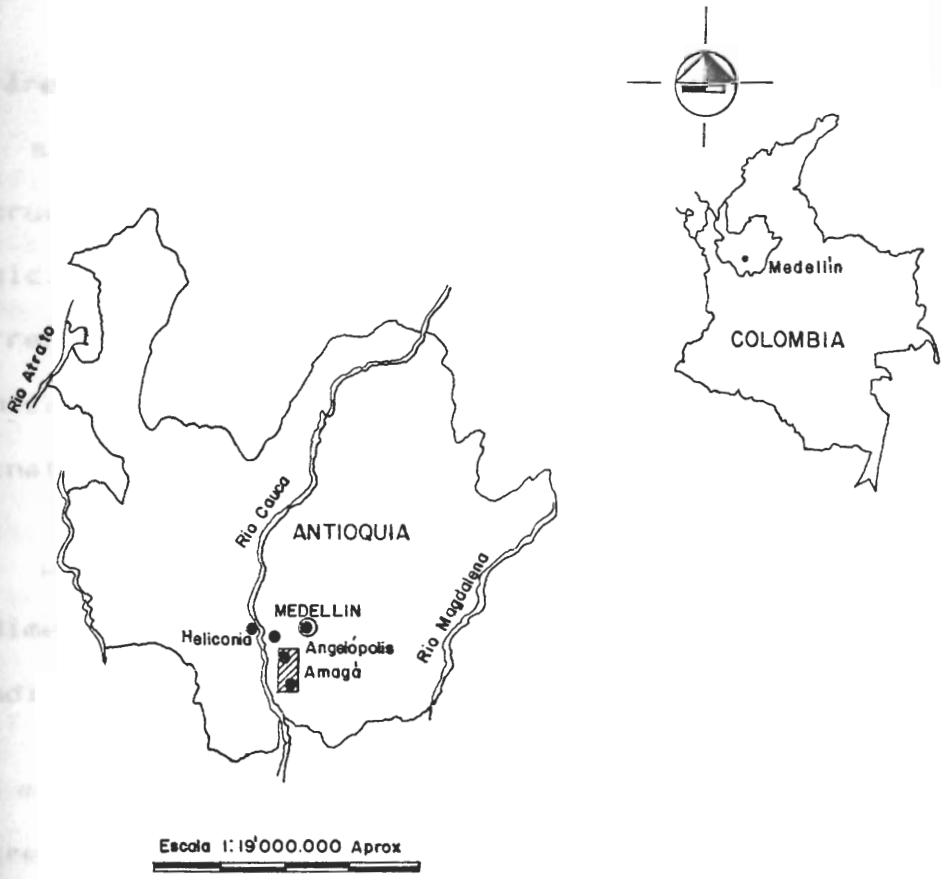


FIGURA DE LOCALIZACION

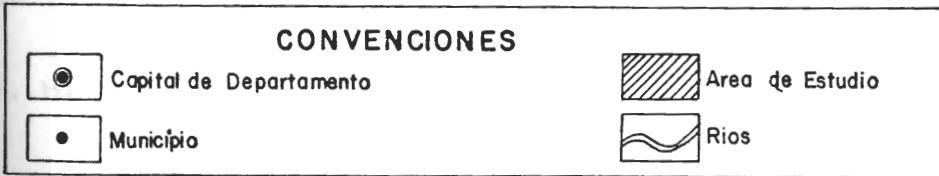


FIG I.

1.3. Topografía

El área presenta una topografía montañosa, característica de su geomorfología impuesta por las condiciones estructurales y litológicas. Los cuerpos rocosos en posición de pilares tectónicos generan pendientes del terreno superiores al 30% provocando una erosión intensa, son característicos de este tipo de relieve los cuerpos de naturaleza ignea y metamórfica.

El perfil topográfico asociado con las rocas sedimentarias del área es típico, por presentar pendientes suavemente inclinadas.

Las máximas alturas del área bajo estudio alcanzan rangos entre 2.000 y 2.200 m.s.n.m (Alto de Piedra Pelona, Cerro Tusa, Cerro El Corcovado).

La geomorfología del Cuaternario está representada por valles en forma de V, movimientos de masa y flujos de lodo aluvial.

1.4. Hidrología

La cuenca hidrográfica del río Amagá y la quebrada Sinifaná representan los principales drenajes que recorren el área de estudio en el sentido Este-Oeste.

El río Amagá en el 80% de su recorrido genera valles en forma de V que representan una intensa erosión de tipo lineal. Vierten a él sus aguas las quebradas La Clara, Novillo, La Horcana, La Paja, y Matasano. Tanto estos afluentes, como pequeños caños y subafluentes definen un drenaje subparalelo representativo para esta cuenca.

La Cuenca de la quebrada Sinifaná nace en las estribaciones del Cerro Piedra Verde alineada con un segmento de la falla Romeral de dirección aproximadamente Norte-Sur; lugar donde toma el nombre de quebrada Locá. A través de su recorrido se observan valles estrechos profundos y zonas explayadas de aluviones con material rocoso para mezclas y agregados que utiliza la industria de la construcción. El tipo de drenaje de esta cuenca es subparalelo y localmente dendrítico.

Tanto la cuenca del río Amagá, como la de la quebrada Sinifaná vierten sus aguas al río Cauca quien atraviesa la región al Occidente de la zona investigada.

1.5. Clima

La forma de vida bosque húmedo subtropical (bh-st) y bosque muy húmedo subtropical (bmh-st) caracterizan en la actualidad la zona de estudio. Esta biozona tiene un rango de temperatura entre 18 y 24°C con un promedio anual en lluvias entre 1.000 y 4.000 mm por año, con

2.265 horas anuales de brillo solar y una humedad relativa del 75%. (fig. 2)

1.6. Vegetación

La vegetación está conformada por intensos cultivos de café (46%) y en menor orden de importancia la caña de azúcar, plátano, maíz, yuca, frijol y árboles frutales (54%). Los terrenos dedicados al pastoreo también ocupan un lugar importante, sobresaliendo pastos tipo fuinea y yaragua uribe.

La vegetación de origen primario ha desaparecido en su totalidad de la región.

1.7. Población

Gran parte de los habitantes están ubicados en las cabeceras de los Municipios de Amagá, Angelópolis, Fredonia, y Heliconia, ninguno de estos llegando a superar en número los 40.000 habitantes.

1.8. Trabajos anteriores

La zona donde están ubicadas las rocas del Terciario Hullero en Antioquia ha sido estudiada por varios Geólogos desde principios de siglo, cabe destacar Ospina (1911), Posada (1913), Grosse (1926), Scheibe (1919).

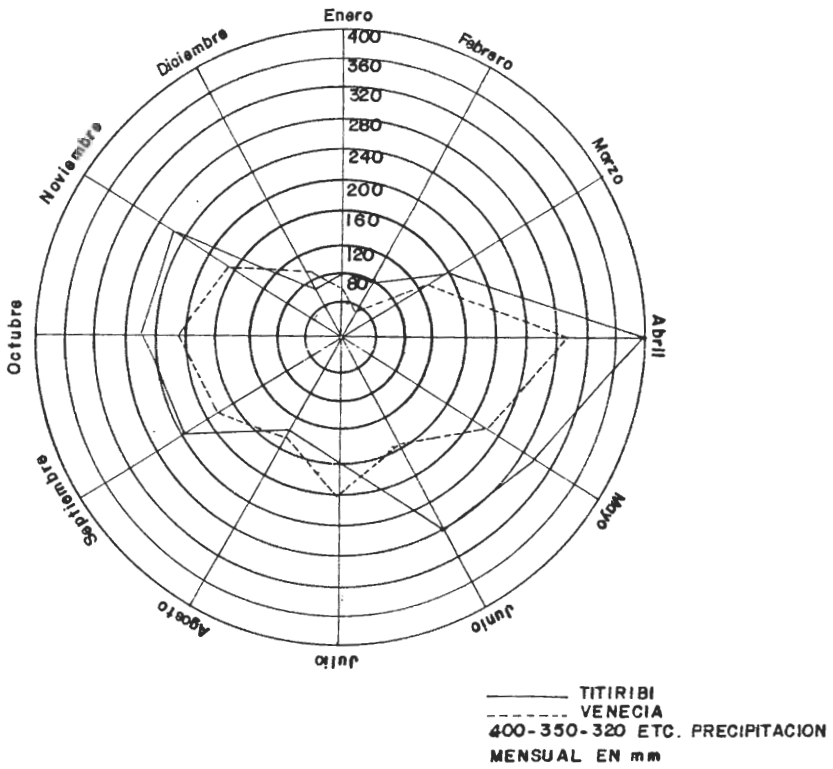


FIG.2 Gráfico pluviométrico de la región con datos
 suministrados por el Himat en sus estaciones de
 Titiribi, Venecia.

Las Facultades de Minas, Ciencias y el INGEOMINAS de Medellín, han adelantado investigaciones de tipo científico en el área a partir de la década de los setenta. Se debe mencionar el interés científico demostrado por los profesores Jean Francois Toussaint y Jorge Julian Restrepo, quienes llevan más de 15 años trabajando con el estudio de la evolución tectónica y geocronológica del Noroccidente Colombiano. Varias tesis de grado de la carrera Ingeniería de Geología han contribuido al conocimiento científico regional: Bedoya y Salazar (1980) elaboraron un levantamiento gravimétrico sobre el corte de carretera Amagá-Bolombolo. Martínez y Ruiz (1984) identificaron ocho fases tectónicas superpuestas sobre el corte Medellín-Bolombolo. Campuzano (1977), Guzmán y Sierra (1984) por análisis de sedimentación reconocen el carácter fluvial para los sedimentos del Terciario Hullero. Escobar y Rozo (1984) confirmaron con estudios de Palinología la edad Eoterciaria de la "Formación Amagá", tal como la definió González (1980).

Otros trabajos de interés en la zona han sido publicados por Pons (1984, Palinología), MacDonald (1980, Geofísica), Escobar y Alzate (1986, Geotecnia), Giraldo y Toro (1985, Petrología), Hincapié y Martínez (1985,

Geología Estructural), Page y James (1981, Geomorfología), Cline y otros (1981, Neotectónica).

1.9. Método de trabajo

1.9.1. Fotogeología

El estudio estructural se inicio con base en la fotointerpretación de fotografías aéreas convencionales a escala 1:50.000 y 1:20.000 aproximadamente. Se elaboró un mapa de alineamientos con el fin de investigar la relación estructural mutua con cada una de las unidades geológicas afectadas. Generalmente los alineamientos de falla fueron previamente cartografiados por Grosse (1926).

En el campo se investigaron varios segmentos de falla, se observaron sus principales rasgos geomorfológicos, tratando de averiguar en todo momento la relación geológica con las litologías características del basamento de las rocas sedimentarias Eoterciarias.

Fueron muchos los sitios visitados, pero pocos los afloramientos de interés estructural encontrados lo cual obligó a la búsqueda de localidades complementarias en cortes por fuera de la cuenca hullera de Amagá. Se hizo ideal fortalecer la información obtenida realizando varias excavaciones subterráneas en zonas falladas, pero

su costo económico no permitió considerar esta posibilidad. Adicionalmente se levantaron algunas columnas estratigráficas en compañía del Ingeniero Carlos Guzmán, quien paralelamente realizó una investigación sobre el ambiente de sedimentación terciaria en Amagá.

1.9.2. Cartografía

La base cartográfica para esta investigación fueron las planchas geológicas 2 y 3 de Emil Grosse (1926) y Botero (1963) a escala 1:50.000. Complementariamente representaron gran utilidad las planchas de González y otros (1980), Hall y otros (1972); en escala 1:100.000, algunos trabajos de mapeo geológico inéditos de la Universidad Nacional Medellín con base topográfica 1:25.000.

Con este conocimiento previo se programaron los recorridos por cortes de camino, quebradas y carreteras, lo cual permitió, no solo confirmar el levantamiento del Doctor Grosse en la zona, sino ubicar los afloramientos de mejor interés tectónico.

Los principales cortes realizados en la zona fueron los siguientes:

- Quebrada Amagá entre la localidad de Piedecuesta y la intersección de la quebrada La Paja (Afluente) con la carretera Caldas-Amagá.

- Quebrada de las Animas, Norte de Angelópolis. ✓
- Quebrada Quebradita Noroccidente de la localidad La Ferrería, Amagá.
- Quebrada Cajones, afluente de la quebrada Sinifaná.
- Carretera La Tolva-Fredonia.
- Carretera Salinas-Bolombolo.
- Carretera Angelópolis-El Cedro.
- Carretera Titiribi-Armenia.
- Varios recorridos por cortes de camino sobre los alrededores de Sabaletas, entre La Albania y Bolombolo.
- Por el camino que de Angelópolis conduce a Pueblito, pasando por la Hacienda de los Palacios.
- Por el camino viejo que del Alto de Nicanor conduce a la población de Caldas.
- Carretera Medellín-Heliconia-quebrada Guaca.

1.9.3. Muestreo

Sobre cada afloramiento considerado de interés para este estudio se tomaron datos estructurales, especialmente los relacionados a planos de fallamiento. Varias medidas de espejos de falla fueron tomadas sobre algunas unidades

litológicas, teniendo cuidado de que las medidas no correspondieran a estrias superpuestas.

En la mayoría de los casos fué difícil la toma de datos estructurales con base en el estudio macroscópico de afloramientos, por lo que se acudió a la toma de muestras orientadas para examen microscópico.

Igualmente la toma de muestras de carbón se llevó a cabo lo más rigurosamente posible tratando de evitar contaminación y pulverización que influyera en la orientación de las mismas para su posterior análisis en pulidos. Se realizaron dos tipos de muestreo, en zonas de fallas y en área de pliegues; con el fin de determinar la relación que existe entre los campos de esfuerzos que originan estas estructuras y las propiedades vectoriales de los índices de reflectancia.

Las muestras previamente orientadas en el campo, de 20 cm de longitud aproximadamente, se llevaron al laboratorio donde se impregnaron con resina con el fin de darles consistencia.

Los pulidos de carbones para posterior análisis al microscopio fueron preparados por el técnico Carlos Ceballos adscrito al Centro del Carbón de la Facultad de Minas.

La reflectancia del carbón se midió con un microscopio de luz reflejada equipado de un fotómetro sensible. Las lecturas se tomaron principalmente sobre Teloccoligitas ya que era el maceral de la vitrinita más común; se omitió la corpcocolinita para efectuar medidas; porque según lo anotado por Levine y Davis (1964) este maceral produce valores anómalos de reflectancia.

En cada punto de medida se midieron las reflectancias mínimas y máximas ortogonales, teniendo presente el voltaje de salida que se observa en el fotómetro.

Para tomar mediciones confiables se hicieron lecturas cada 180 grados para promediar los valores de R_{\max} y R_{\min} observados en cada corte. De esta manera se efectuaron cincuenta registros para cada sección. Los resultados obtenidos en este estudio tienen un elevado grado de confiabilidad ya que están asociados con desviaciones estandar bajas; por ejemplo, en cercanías a fallas geológicas (Mina Escarbón) la desviación típica de R_{\max} dio 0.02%, este mismo parámetro en la orientación de los ejes fue máximo de 8 grados, lo cual se considera suficientemente exacto para esta investigación.

2. ESTRATIGRAFIA

En la región de Amagá se distinguen las siguientes unidades litoestratigráficas; que hasta el presente han sido definidas informalmente: Formación de arcillas pizarrosas (Grosse, 1926) representadas por metasedimentitas de edad predevónica.

Formación Quebradagrande (FQ), (Botero, 1963) de origen volcano-sedimentarios y edad cretácea temprana. La FQ y las rocas ígneas básicas y ultrabásicas del Occidente de Angelópolis han estado agrupadas dentro del Complejo Ofiolítico del Cauca, pero esta definición se puede considerar poco probable en el área.

El grupo Arquia está representado en la zona por esquistos verdes y negros intercalados y se postula en esta investigación que su metamorfismo fué producido en una zona de subducción.

Los cuerpos intrusivos tipo Granito de Amagá considerados Geocronológicamente del Triásico, podrían ser Eoterciarios, mientras que las Dioritas tipo Heliconia son post-Aptiano-Albiano.

En la terminología de Toussaint y Restrepo (1989) la Formación de Pizarras Arcillosas y el Granito de Amagá pertenecerían al terreno Tahamí, y el Grupo Arquía, La Fm. Quebradagrande y las rocas ígneas básicas y ultrabásicas corresponderían al Terreno Calima.

La Formación Carbonífera de Amagá (FCA) está compuesta por sedimentos continentales y se depositó posiblemente desde el Eoceno hasta el Mioceno inferior.

La Formación Combia de litología volcano-sedimentaria continental se generó en el Mioceno Superior y reposa discordantemente sobre FCA.

Durante el Cuaternario se han estado formando flujos de lodo, flujos de tierra, depósitos aluviales y deslizamientos.

2.1. Basamento de la cuenca.

2.1.1. Formación de Pizarras Arcillosas (FPA)

Grosse (1926) dió el nombre de FPA en el área de Amagá-Heliconia a varias franjas metamórficas de dirección NS-NW que afloran entre las fallas Amagá, Romeral, Ebéjico y el Uvito.

Petrográficamente son pizarras y cuarcitas localmente esquistosas, arcosas, grawacas y lentes de caliza. Las

pizarras son meta-limolitas, meta-lodolitas, meta-arenitas (fig. 3), algunas de las cuales provienen de arcillas negras bituminosas y grafitosas.

Las cuarcitas pueden ser grises, blancas (esquistosas) y lidíticas.

En general, al microscopio se observan pocos rasgos metamórficos y más bien predominan las texturas reliquias de sus protolitos sedimentarios.

El metamorfismo térmico sobreimpuesto produce efectos de recristalización en las cercanías de los intrusivos tipo Amagá, con la formación de cornubianas de las facies Albita-Epidota (Muestras UN 7759,7763), Horblenda (muestra UN 4225) y piroxeno (muestra UN 7755) (Giraldo y Toro, 1985).

En los alrededores del contacto con la Harzburgita de Angelópolis (Complejo Igneo Básico-Ultrabásico de Heliconia (CIBUH) según este trabajo; complejo ofiolítico del Cauca de Restrepo y Toussaint, 1974) la roca adquiere aspecto micacítico con la formación de porfidoblastos de Diópsido.

Cuando las rocas están próximas a fallas (fig. 4) geológicas se forman texturas cataclásticas con desarrollo de filonitas.

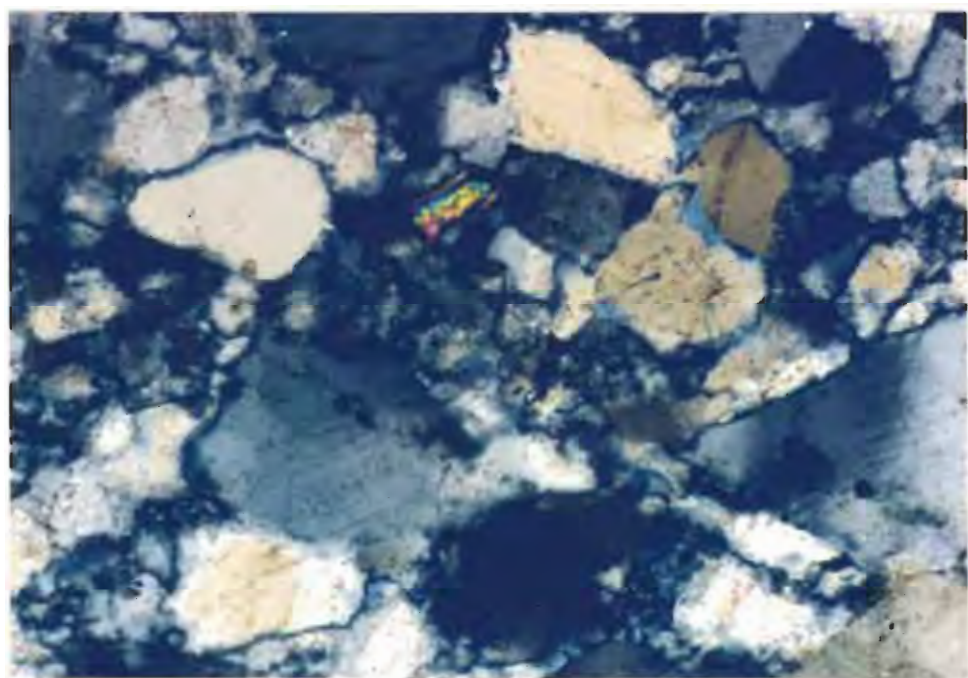


Figura 3. Muestra LH-21, Camino Morro Plancho-
Angelópolis. Meta-arenita Arcósica. Cuarzo y
Feldespato subangulares y subredondeados en una
matriz arenosa.



Figura 4. Expresión geomorfológica falla Amagá, del contacto entre Hanzburgita serpentinizada y metasedimentos pelíticos.

Según Botero (1963) FPA pertenecería al grupo Ayurá-Montebello, pero Restrepo (1986) recomienda abolir el uso de esta jerarquía y utilizar en su reemplazo el de Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central (CPCC) para referirse a todo el núcleo metamórfico.

Debe conservarse el nombre dado por Grosse (1926) de "Formación de pizarras arcillosas", ya que permite reconocer esta unidad litoestratigráfica y diferenciarla de las demás rocas metamórficas del CPCC.

El mapa geológico de Antioquia (Kassem y otros, 1979) correlaciona la FPA con los metasedimentos de la Cristalina que contienen graptolites Ordovicianos. Además al Noroccidente de Medellín afloran Ortoneises, como el de Palmitas, a los cuales se les ha asignado una edad Devónica y han intruido litologías de la FPA (Escobar y Márquez, 1990).

2.1.2. Complejo Ofiolítico del Cauca (COC)

Se conoce en el Noroccidente colombiano como Complejo Ofiolítico del Cauca (COC) a un conjunto de rocas básicas y ultrabásicas asociadas con sedimentos de tipo pelágico (Restrepo y Toussaint, 1974).

La serie intrusiva del COC estaría representada en parte por Dioritas, Gabros y Harzburgitas que _{floran} por todo

el extremo Occidental de la cuenca Amagá-Heliconia. La serie extrusiva estaría conformada por las rocas volcánicas básicas (Espilitas, Basaltos y Diabasas de la Formación Quebradagrande (FQ) de Botero, 1963) y los sedimentos profundos tipo Chert, arcillolitas y areniscas representarían la parte pelágica, estos últimos también pertenecientes a FQ.

En la actualidad se conocen dos tipos de gabros (Toussaint, 1978); unos relacionados a la serie intrusiva y otros a la serie extrusiva, siendo importante considerar que en la región que se estudia no hay una relación directa entre ambas series.

Las edades radiométricas y paleontológicas separan la serie intrusiva de la extrusiva; por ejemplo la serie intrusiva ha sido considerada del límite Jurásico Medio-Tardío mientras que la extrusiva intercalada con los sedimentos pelágicos es de edad Aptiana-Albiana.

La base para Restrepo y Toussaint (1974) agrupar este conjunto de rocas dentro de esta unidad litoestratigráfica ha sido el supuesto comagmatismo entre las rocas básicas y ultrabásicas y su probable carácter ofiolítico, pero esta hipótesis es algo discutible en la actualidad, ya que Muñoz (1985) estudió la petroquímica de las rocas

básicas de la FQ y concluyó que son toleitas formadas en arcos de islas.

De la región del Norte de Amagá (Vereda el Cedro) Grosse (1926) reporta un tenor de SiO_2 en muestra de diorita no alterada de 53.5%, que no es característico de toleitas generadas en zonas de rift o dorsales oceánicas; aunque para algunas muestras de la dorsal del Pacífico Este se han reportado valores altos (58-59%) que podrían representar las etapas finales de un volcanismo toleítico abisal. Por otra parte, la Facultad Nacional de Minas (Durán, 1937) practicó un análisis químico a la muestra UN. 278 (Tabla 1), localizada entre Amagá y Albania, que según el rango de composición de las series toleíticas de Miyashiro (1975) estaría en un ambiente de arco de isla o isla oceánica.

Toussaint (1978) ha considerado una nueva hipótesis que rechazaría la idea comagmática, suponiendo que la Harzburgita, las Dioritas y los Gabros del Occidente de Angelópolis fueron formadas en un rift en el Jurásico y las rocas básicas extrusivas se desarrollaron en un arco de islas in-situ para luego ser cabalgadas conjuntamente con las anteriores en el Cretáceo.

El concepto de que la serie intrusiva se formó en un antiguo rift podría carecer de importancia si se

TABLA 1. ANALISIS QUIMICO DE LA MUESTRA UN. 278
 (Segun Duran, 1937).

Componentes buscados	Proporciones ponderables	Proporciones moleculares	Propor. moleculares centecimales
SiO ₂	64. 71	1. 0780	70. 67
TiO ₂	0. 05	0. 0006	0. 03
Al ₂ O ₃	20. 03	0. 1963	12. 93
Fe ₂ O ₃	2. 08	-----	-----
FeO	-----	0. 0427	2. 79
MgO	0. 80	0. 0200	1. 31
CaO	4. 40	0. 0848	5. 55
Na ₂ O	5. 21	0. 0838	5. 49
K ₂ O	1. 78	0. 0189	1. 23
H ₂ O	0. 40	-----	-----
P ₂ O ₅	-----	-----	-----
	100. 36	1. 5251	100. 00

considera que Grosse (1926) cartografió una aureola de contacto producida por la Harzburgita de Angelópolis sobre los metasedimentos de la Formación de Pizarras Arcillosas supuestamente autóctonas de edad pre-devónica. Aunque no se ha podido comprobar con exactitud este metamorfismo, porque en si la textura térmica ha sido borrada por cataclasis sobreimpuesta, en general el aspecto micacítico de los metasedimentos si es muy notorio hacia las cercanías del cuerpo ultrabásico (Fig.5, 6 y 7).

La muestra de la figura 5 y 6 fué tomada muy próxima a este contacto controlado por la falla Amagá, destacándose la presencia de antigorita formada según crisotilo, también hay cristales euhedrales de diópsido (Fig. 7). Existen muchos ejemplos en el mundo donde la antigorita se ha formado de crisotilo pero en zonas de aureolas térmicas acompañadas con metamorfismo dinámico (Deer y otros, 1985).

El diópsido podría ser de metamorfismo de contacto si se considera formado por la presencia de calcio en los sedimentos originales.

No se puede descartar la presencia de diópsido a partir de un proceso de rodingitización del ultramáfico originado por la introducción de Hidróxido de Calcio,

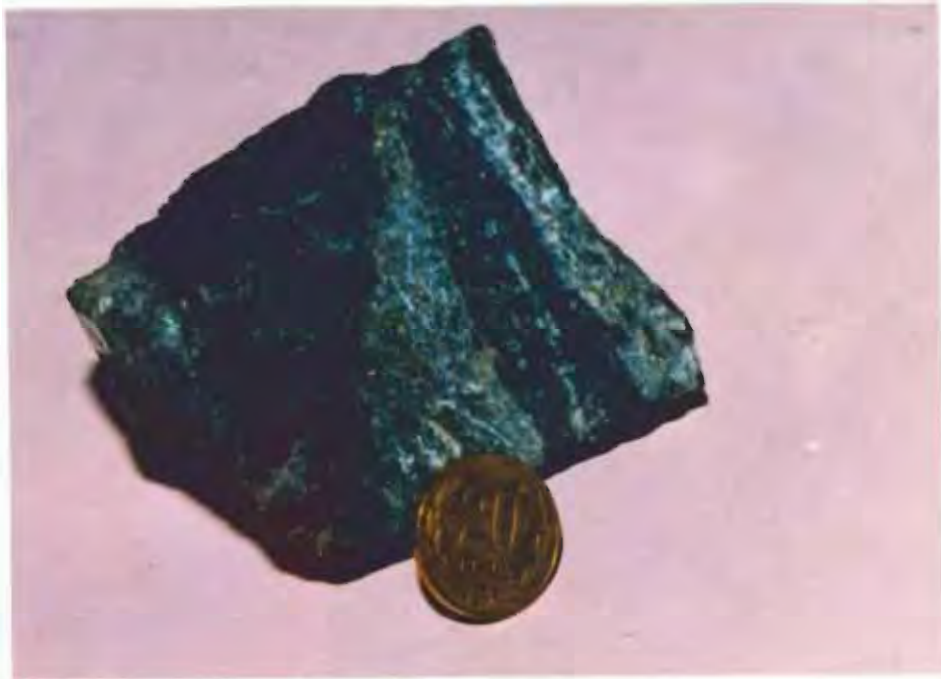


Figura 5. Muestra LH 20. Localizada en Morro Plancho al Oeste de Angelópolis. Bandas oscuras de Hanzburgitas y verdes claros esquistados. Sección delgada en Figura 7.

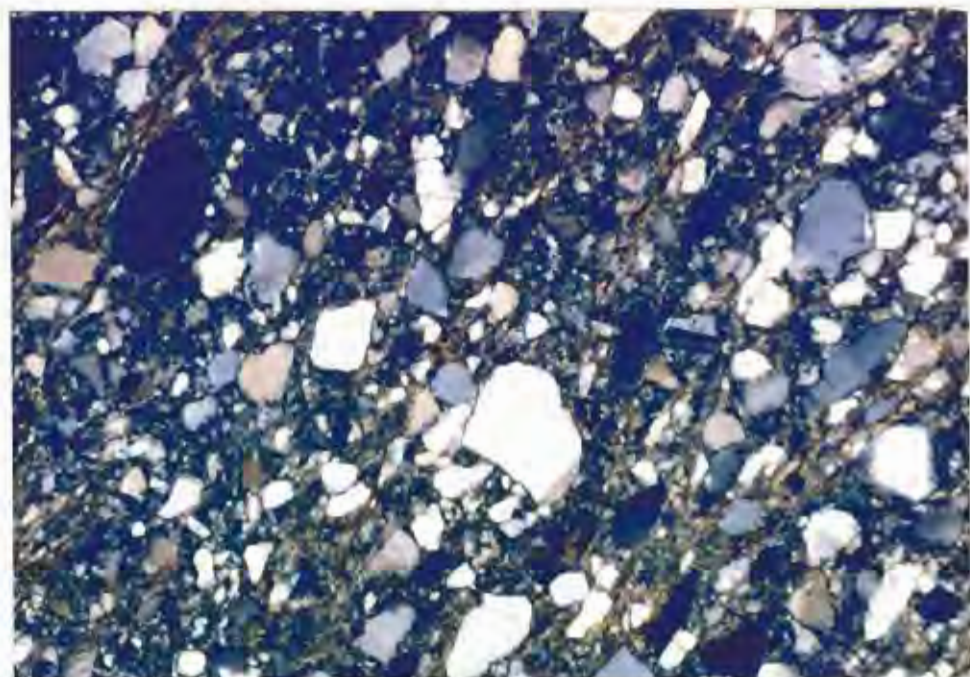


Figura 6. Muestra LH-20b. Falda Este de Morro Plancho, en cercanías al contacto en Harzburgita. Esquisto sericítico. Nótese el aspecto micácico.

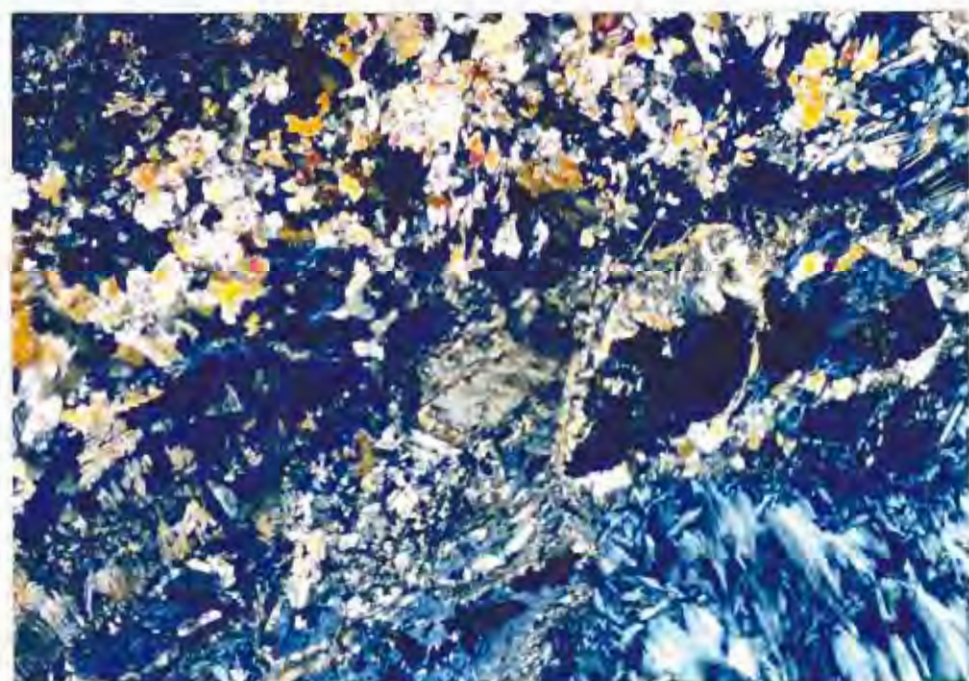


Figura 7. Muestra LH 20. Antigorita según olivino y diópsido. Ambos minerales pueden estar relacionados a aureolas térmicas acompañadas de cizallamiento. La roca Harzburgítica en estado fresco está compuesta por olivino y bronzita.

pero para Schurch y Espinosa (1982) las rodingitas de Angelópolis y Heliconia pertenecen a un caso extremadamente raro de rocas ultrabásicas donde se haya dado este proceso.

Por otra parte el concepto de ofiolitas es difícil de aplicar en la zona de Amagá-Heliconia, siendo preferible relacionar las rocas intrusivas en mención como complejo igneo básico ultrabásico de Heliconia (CIBUH), sin que se descarte su incorporación al continente por medio de cabalgamientos genéticamente relacionados a fallas de rumbo.

2.1.3. Grupo Arquía (GA) y Formación de los Esquistos Verdes de Sabaletas (FEVS)-

Las rocas metamórficas localizadas en el extremo más Occidental de la Cordillera Central están representadas por una secuencia de anfibolitas granatíferas, esquistos verdes, esquistos neisicos cuarzo-biotíticos, esquistos glaucofánicos, granulitas y eclogitas. Este conjunto de rocas considerado por varios autores como de edad cretácea inferior, se encuentra localizado en un paleolímite de placas (Restrepo y Toussaint, 1975).

La secuencia de rocas metamórficas representada por serpentinitas, anfibolitas granatíferas, esquistos verdes, esquistos cuarzo-moscovíticos con grafito y

anfibolitas saussuríticas, que afloran entre la Pintada y Supia ha sido estudiada por varios autores y representan el Grupo Arquía de Restrepo y Toussaint (1974) y los Esquistos Anfibólicos del río Cauca de González (1980). Este último autor considera prolongable esta secuencia desde San José de la Montaña (Norte de Antioquia), donde aparecen esquistos con cianita, hasta la Dépresión del Quindío en el Sur, con la presencia de granulitas.

Recientemente Sánchez y Parra (1984) cartografiaron en el área Arquía-Chirapotó (límites Antioquia-Caldas), una unidad de esquistos neísicos biotíticos, que contienen andalucita, cordierita, y corindón. Las observaciones de campo y de laboratorio indican que esta unidad está genéticamente relacionada en el espacio y tiempo con el GA. Este grupo redefinido se puede conformar por una secuencia de esquistos verdes anfibólicos, anfibolitas granatíferas, esquistos cuarzo moscovíticos con grafito y esquistos neísicos cuarzo biotíticos. Arias y Caballero (1978) hacen mención de esta última litología definiéndola como cornubianas producidas por la intrusión de rocas hipoabisales durante el Terciario. Esta idea ha sido apoyada por Restrepo (1986).

La petrología de este grupo hace pensar que varias de estas unidades fueron metamorfoseadas cerca del contacto con peridotitas, que pudieron haber sido las rocas

generadoras del calor. El origen de este grupo es interpretado como el resultado de una secuencia de eventos en una zona de subducción, que ocurrió por el arrastre de materiales de la corteza oceánica produciéndose rocas metamórficas de grado medio y bajo. González (1980) apoyaría una teoría subduccionista.

Otra hipótesis postula que las serpentinitas del río Arquía están genéticamente asociada con la secuencia metamórfica mediante el emplazamiento del complejo ofiolítico por obducción (Restrepo y Toussaint, 1975); Arias y Caballero (1978).

"Formación de los esquistos verdes" fue el nombre litoestratigráfico dado por Grosse (1926) a una secuencia de esquistos verdes y negros intercalados con cuarcitas, esquistos sercíticos, esquistos actinolíticos y anfibolitas albiticas con granate que afloran en los cortes Albania-Bolombolo, río Amagá, Pueblito-Armenia y quebrada Sinifaná.

El GA y la FEVS han sido datadas radiométricamente en potasio-argón reportandosen resultados muy similares.

Restrepo y Toussaint (1975) obtienen una edad de 110 M.a (K/Ar) para el grupo Arquía, basados en una muestra de anfibolita granatífera. También, Toussaint y otros (1978) reportaron una datación radiométrica de 127 M.a (K/Ar) en

un esquistos verde localizado en la carretera Amagá-Bolombolo. Restrepo (1986) publicó un valor de 105 M.a (K/Ar) para un metagabro de Armenia Mantequilla. Estas edades podrían carecer de interés ya que Restrepo y Toussaint (1982) indican varios metamorfismos superpuestos en la Cordillera Central y, Martínez y Ruiz (1984) describen tres fases tectónicas afectando las rocas de la Formación de Esquistos Verdes. Algunos autores cuestionan estas dataciones basados en un fuerte calentamiento que sufrió la región del Cauca durante el Cenozoico y consideran estas edades anómalamente más jóvenes. Para Ospina (1911) este conjunto de rocas puede ser Paleozoico Tardío Jura-Triásico. Según Grosse (1926) corresponderían a la estratigrafía del Precámbrico Inferior. Las rocas de la FEVS pueden ser correlacionables con las del GA, ya que petrográficamente son muy parecidas y podrían corresponder a la prolongación Norte de esta unidad (González, 1980). En este trabajo se apoya esta idea y se propone seguir denominando "Formación Chirapotó (FCh)" a las anfibolitas granatíferas, anfibolitas Saussuríticas y esquistos neísicos cuarzo biotíticos y "Formación de Esquistos Verdes de Sabaletas (FEVS)" a los esquistos verdes y cuarzo moscovíticos con grafito, que afloran en la región de Arquía y Norte de Bolombolo.

Las anfibolitas y esquistos neisicos cuarzo biotíticos son considerados dentro de las facies anfibolita almandino y anfibolita-epidota en su parte de alta temperatura; o sea entre 700 y 800 °C.

Los esquistos verdes y cuarzo moscovíticos con grafito se ubican dentro de las facies esquistos verdes de bajo grado (Arias y Caballero, 1978).

Las condiciones de presión han sido consideradas debido a la presencia de granate almandino en las anfibolitas granatíferas y de cloritoide en los esquistos cuarzo moscovíticos con grafito, representándose así un metamorfismo de media a alta presión. (Restrepo y Toussaint, 1974).

Las observaciones de campo y petrológicas indican que las anfibolitas asociadas con los esquistos neisicos cuarzo biotíticos representan una aureola térmica relacionada con un cuerpo ultramáfico. El metamorfismo ocurrió en una zona donde la parte de más bajo grado de la aureola dio origen a los esquistos verdes y esquistos cuarzo moscovíticos con grafito.

Las condiciones de presión y temperatura que prevalecieron durante el metamorfismo, deducidas de la paragénesis mineral de estas rocas, son compatibles con una zona de subducción.

Los protolitos indicativos de estas rocas (rocas básicas y pelíticas) evidencian la presencia de una corteza oceánica (Arias y Caballero, 1978).

El metamorfismo de las anfibolitas y de los esquistos cuarzo biotíticos, puede ser explicado al iniciarse la deformación cuando la corteza oceánica ^{Manto} relativamente fría se metió debajo del manto de peridotita caliente, posteriormente pedazos de este material caliente fueron introducidos en la corteza oceánica dando origen a la secuencia de serpentinitas. (Figura 8).

El metamorfismo regional de los esquistos de bajo grado acompañados de rocas de media a alta presión, puede ser explicado también por el fenómeno de subducción, pero a más baja temperatura, en un plano de Benioff, donde ésta se redujo por la interposición de los materiales anteriormente subducidos. Esta hipótesis está de acuerdo bajo el punto de vista tectónico si se consideran los contactos fallados entre la secuencia de esquistos verdes y grafitosos de la FEVS con las unidades de la FCh.

Es importante anotar que en la región de Titiribí-Armenia Mantequilla no se han encontrado afloramientos de esquistos neisicos cuarzobiotíticos, ni se han cartografiado aureolas térmicas debido a las intrusiones andesíticas terciarias relacionados con la Formación

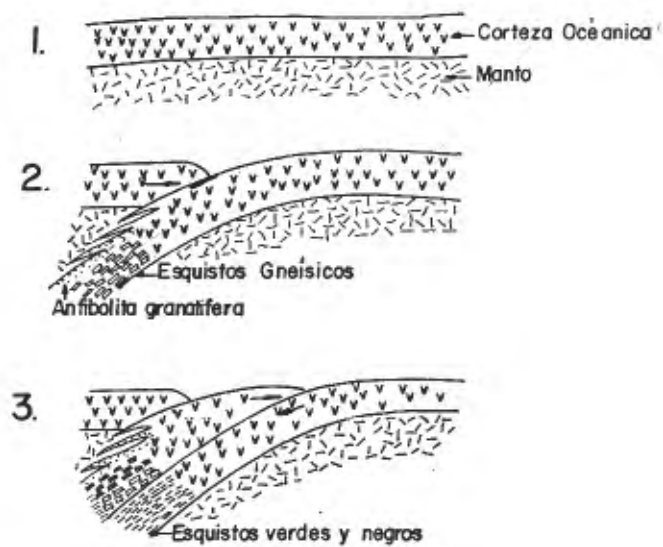


FIG 8. Modelo hipotético del posible origen de las rocas metamórficas del grupo Arquia.

Combia; tal como lo sugieren Arias y Caballero (1978) y Restrepo (1986) para la zona de La Pintada.

Al Sur, en el área de Jambaló (Cauca) Orrego y otros (1980) describen esquistos glaucofánicos, esquistos verdes y anfibolitas que consideran como el producto de un metamorfismo de alta presión y baja temperatura.

Méndez y Zapata (1985) hallan en el área de Barragán (Valle del Cauca) una secuencia de eclogitas y esquistos azules asociados a esquistos verdes y negros, los cuales son típicos de zonas de subducción en la región circunpácífica.

Restrepo (1986) indica que el grupo Arquía probablemente pueda correlacionarse con los Esquistos Verdes De Sabaletas, las anfibolitas granatíferas, eclogitas y esquistos azules de Pijao (Quindío) y anfibolitas granatíferas de Bugalagrande (Valle).

Puerta (1990) describe algunas rocas metamórficas de la región de Manizales, entre ellas, esquistos biotíticos y gneises. Estas rocas las correlaciona con los del GA, proponiendo además, que se incorpore la jerarquía de "Complejo Arquía" argumentando la posibilidad de un cinturón de media a alta presión en la zona del Cauca. Este autor también describe bloques ultramáficos con granates interpretados como "Xenolitos ultramáficos

premetamórficos" evolucionados hasta la asociación anfibolita-granate.

2.1.4. Granito de Amagá (GdA).

En el área de estudio, entre la quebrada Sinifaná (Sureste de Amagá) y la quebrada Porquera (Norte de Heliconia) aflora un conjunto de cuerpos graníticos relacionados con las rocas adyacentes por medio de contactos generalmente tectónicos, pero también de tipo intrusivo, ya que se desarrollan aureolas térmicas, que han sido estudiados por Grosse (1926), Fontalvo (1973), Martínez y Ruiz (1984), y Giraldo y Toro (1985).

Los contactos laterales siempre están definidos por fallas geológicas que le dan la configuración actual En-échelon al grupo de cuerpos.

Se han encontrado metamorfismo térmico en torno a estos granitos en los cortes de las quebradas La Clara, Sinifaná, Cajones (Suroeste de Pueblito), carretera Pueblito-Armenia Mantequilla (Veáse 2.1.1).

Esta serie de cuerpos están lateralmente discontinuos, presentan aproximadamente el mismo carácter litológico, posición estratigráfica y probablemente son de la misma edad, por lo tanto deben denominarse como una sola unidad, en este caso, "Granito de Amagá" porque en este

lugar está la localidad tipo con buenos afloramientos de sus principales características. La denominación de stock de Amagá debe abandonarse porque no es un término de la nomenclatura estratigráfica. !

Hacen parte del Granito de Amagá los cuerpos que afloran por la carretera Caldas-Amagá, quebradas La Clara, Las Animas, Ramirez, Horcona, Sabaletas, Porquera y Chunto.

La composición petrográfica es esencialmente de granito con forma lenticular. Hasta el presente se han reconocido dos facies (Fig. 9). La facies básica es de tamaño de grano fino, color gris oscura y textura porfirítica en plagioclasa. La facies ácida (granitos, cuarzomonzonita y granodiorita) es de grano grueso en los cuales el 70-80% es feldespato y cuarzo, la textura hipoabisal la definen ocasionalmente fenocristales de ortoclasa. Adicionalmente filones aplíticos de rumbo N20W/80-90NE controlan las masas de granito.

Según lo han establecido varios autores la edad del GdA puede traer serios problemas a la interpretación geológica regional.

Pérez (1967) sugiere el Carniano, (221±7, Triásico-Tardío)*, basado en una muestra de cuarzomonzonita colectada sobre la carretera Caldas-Amagá.

* A la terminación de este trabajo Restrepo y otros (1991) reportaron una isocrona Rb/Sr en 309±20 m.a.

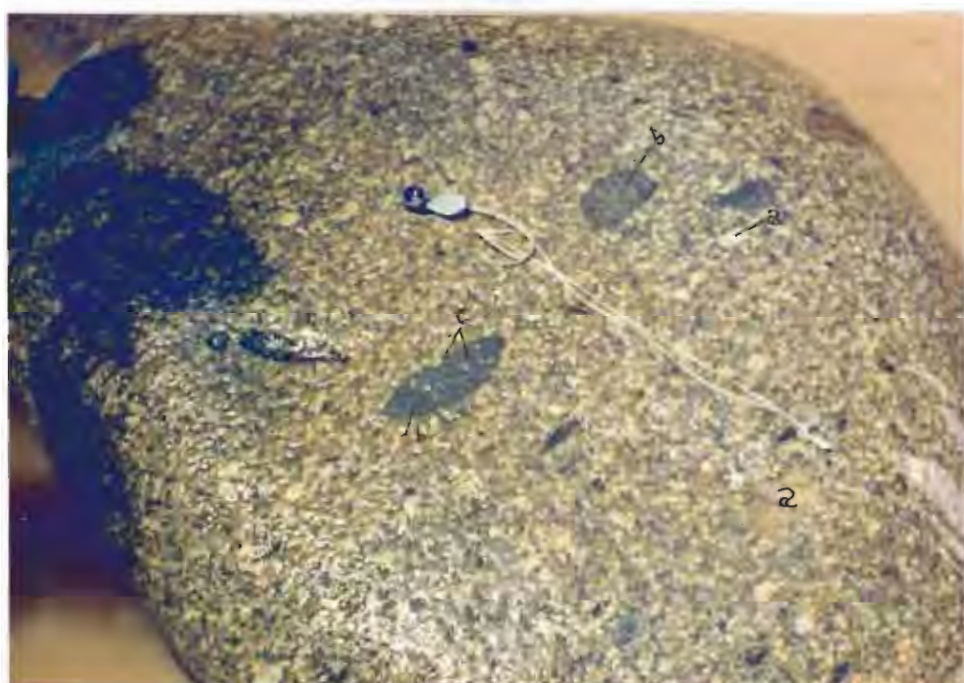


Figura 9. Rodado de granito (facies ácida) con autolitos de diorita (facies básica) indicando que la facies básica fue segregada por la ácida. Los fenocristales y de cuarzo y plagioclasa (a) pueden alcanzar tamaños de hasta 2 cm. Los autolitos (b) son de color oscuro y grano fino; se define textura porfirítica en plagioclasa (c)

Cerca a la desembocadura de la intersección de los ríos Amagá y Cauca afloran microbrechas de granodiorita que puede estar intruyendo la secuencia sedimentaria de FQ, estas son muy parecidas por su composición a la facies ácida del GdA, fueron cartografiadas por Grosse (1926) y visitadas recientemente por el autor en compañía del profesor Carlos Alberto Guzmán. Los afloramientos fueron observados por el camino que de Armenia Mantequilla conduce al Paso de los Pobres, son de mala calidad y no se tiene la certeza de que estén in-situ, pero se descarta la posibilidad de que se trate de un remanente aluvial.

De otro lado, en la quebrada Sinifaná, la plancha número 3 (Titiribí) de Emil Grosse presenta un dique de brecha granodiorítica de varios metros de espesor, que también intruye la parte sedimentaria de la Formación Quebradagrande.

El emplazamiento de estas granodioritas en rocas cretáceas de la FQ puede ser interpretada como si pertenecieran a la serie trondjenítica de un conjunto ofiolítico, pero en ninguno de los ejemplos del mundo trondjenitas alcanzan a intruir sedimentos de tipo pelágico en una columna de este tipo de ambiente (López, (1976)).

Para Grosse (1926) se trata de intrusiones pequeñas de granodioritas tipo GdA que están encajadas en sedimentos del Aptiano-Albiano.

El trabajo tectónico de Martínez y Ruiz (1980) apoya indirectamente una edad Eoterciaria para GdA, al considerar que las fases tectónicas de ambiente dúctil de edad Post-Triásicas que afectan las unidades litológicas del área no están presentes en estos cuerpos. Sin embargo estos autores prefieren una edad triásica al considerar un emplazamiento previo al Cretáceo en un nivel estructural superior.

Por otra parte la Diorita de Pueblito (163 M.a) (Restrepo y Toussaint, 1975) fué sometida durante su emplazamiento a deformaciones del nivel estructural inferior-medio. Esta fase tectónica que afectó la zona durante el Cretáceo inferior no está identificado en los granitos.

La FEVS también ha sido intruida por pórfidos dioríticos correlacionables con las facies ácida del GdA. En caso de que la datación radiométrica de GdA sea realista descartaría una edad Cretácea para las rocas metamórficas aflorantes en Armenia.

Una edad Eoterciaria para el GdA, refuerza en cierto modo las dataciones radiométricas del Grupo Arquía, siendo

preciso anotar que no se han cartografiado aureolas térmicas sobre las FEVS en el área.

Otra posibilidad es que los lentes graníticos que intruyen FQ y GA sean correlacionables con plutonitas tipo Stock de Cambumbia, Batolito de Sabanalarga o Plutón de Támesis, reportados en 112, 97 y 124 M.a. respectivamente (González y otros, 1978; Calle y otros, 1980; Toussaint J.F. y Restrepo J.J., 1981). También pueden estar relacionados con la diorita de Heliconia claramente intrusiva con la serie extrusiva de FQ.

González (1980) estudió varios cuerpos de stocks Adamelíticos al Sur de Antioquia y Norte de Caldas. Aunque los correlaciona principalmente por la edad radiométrica, presentan características diferentes al GdA. Petrográficamente tienen un promedio en composición mineralógica de granodiorita y cuarzomonzonítica (stock de la quebrada Liborina) y presentan en general efectos protoclasíticos menos comunes en GdA.

Por otra parte, la granodiorita que aflora en la quebrada El Buey fué considerada en inconformidad con la Formación Abejorral (FA, Sedimentaria, Cretácea, González; 1980), Pero un estudio reciente del proyecto Cretácico (Rodríguez y Rojas, 1985) apoyan un contacto estructural, representando la FA una pila tectónica de sedimentos

aloctonos incorporados por medio de fallas rumbo-
deslizantes.

2.1.5. Diorita de Heliconia (DH), Gabro de Leoncito (GL).

Afloran por la carretera Medellín-Heliconia y representan una franja alargada de dirección NNW-SSE, limitada por varios segmentos de fallas escalonadas.

Tres facies han sido reconocidas en este intrusivo: Normal con abundante cuarzo, Ácida y Básica con elevado proceso de uralitización y deformación tectónica con desarrollo de protomilonitas.

La DH se diferencia de la Diorita de Pueblito por su paragénesis petrogenética, no relacionada con el complejo Igneo Básico-Ultrabásico de Heliconia, y su elevado proceso de saussuritización.

Al Sur de la desembocadura de la quebrada Guaca sobre el río Cauca, Grosse estudió el cuerpo de Gabro de Leoncito que intruye espilitas de FQ. El principal fenómeno de este contacto es el elevado proceso de uralitización (augita pasa a Horblenda) de las espilitas.

También al Suroeste de Ebéjico la plancha geológica número 2 (Grosse, 1926) representa una aureola térmica de varios metros de espesor que sería generada por el emplazamiento de DH sobre pórfidos labradoríticos; se

presentan efectos de recristalización, la plagioclasa con inclusiones de sericita está parcialmente saussuritizada.

La Diorita de Sabanalarga de 97 M.a ha sido correlacionada con esta unidad (Mejía 1983) y Grosse (1926) apoya una edad Eoterciaria por su carácter intrusivo en las porfiritas Mesozoicas.

Una hipótesis que se puede plantear es que el Gabro de Leoncito sea comagmático con la DH. El contenido labradorítico o más anortítico de la plagioclasa de la Diorita y la edad de estos cuerpos infiere rocas de la misma familia.

2.2. Formación Amagá

En el curso intensivo de Estratigrafía del postgrado Ciencia y Técnica del Carbón dictado por el Doctor Herman Duque Caro en Junio-Julio de 1986, se propuso como objetivo principal la revisión estratigráfica de algunas de las cuencas sedimentarias del Noroccidente Colombiano, ya que a la luz de los conocimientos estratigráficos modernos se presentan imprecisiones en la utilización de la nomenclatura.

Tratando de cumplir con este objetivo hicieron conmigo la revisión de la estratigrafía de la "Formación Amagá", los

profesores de Geología Bertha Inés Carmona y Carlos Alberto Guzmán adscritos al postgrado.

2.2.1. Revisión de literatura

Las rocas de la cuenca sedimentaria carbonífera de edad terciaria localizadas en El Departamento de Antioquia, al Occidente de Medellín y que han sido conocidas comúnmente dentro de la literatura geológica regional como Terciario Carbonífero de Antioquia, están representadas por una secuencia de rocas clásticas, conglomerados, areniscas y lodolitas con intercalaciones de mantos de carbón.

Dada la importancia económica del carbón, esta secuencia ha sido tema de interés de varios autores desde comienzos de este siglo.

Ospina (1911) en su trabajo "Reseña Geológica de Antioquia", considera las rocas de la secuencia como pertenecientes al Sistema Cretáceo de Colombia y se refiere a ellas como la Formación Cretácea Antioqueña o la zona Cretácea Occidental o Antioqueña.

Posada (1913), en sus notas sobre la Formación Carbonífera Amagá, se refiere a la secuencia sedimentaria como Cuenca Carbonífera de Amagá, y la limita geográficamente comprendida dentro del cuadrilátero formado por la quebrada Amagá al Sur, la quebrada La

Clara al Oeste, La Honda al Norte y el pie de la Cordillera Central de Antioquia al Oriente, calculando una extensión aproximada de 16 km².

Además dentro del trabajo denomina indistintamente a la secuencia Cuenca Hullera de Amagá o Terreno Carbonífero. Presenta un corte geológico (columna estratigráfica) formado por erosión de la quebrada La Honda (Ver fig. 10). Plantea una edad cretácea para los carbones de la cuenca basado en razones estratigráficas.

Restrepo (1919) en su trabajo "Apuntes sobre la Formación Carbonífera de Antioquia" se refiere a "El Carbonífero de Antioquia", advierte que el término carbonífero es empleado como calificativo del terreno que contiene las capas de carbón en Antioquia y no como designación geológica del terreno. Según el autor la edad en que debió formarse el carbonífero debió ser Cretáceo Superior o principio del Terciario.

"Geográficamente este depósito carbonífero que ocupa parte del subsuelo principia al Este de Turbo y con dirección al Sur e inclinándose al Este, se prolonga al Oeste de Magangué, atraviesa el río San Jorge y el río Man, continúa al Oeste de Cáceres y se prolonga al Sur de esta región donde desaparece para aparecer de nuevo en Antioquia, cerca al puente de Occidente sobre el río

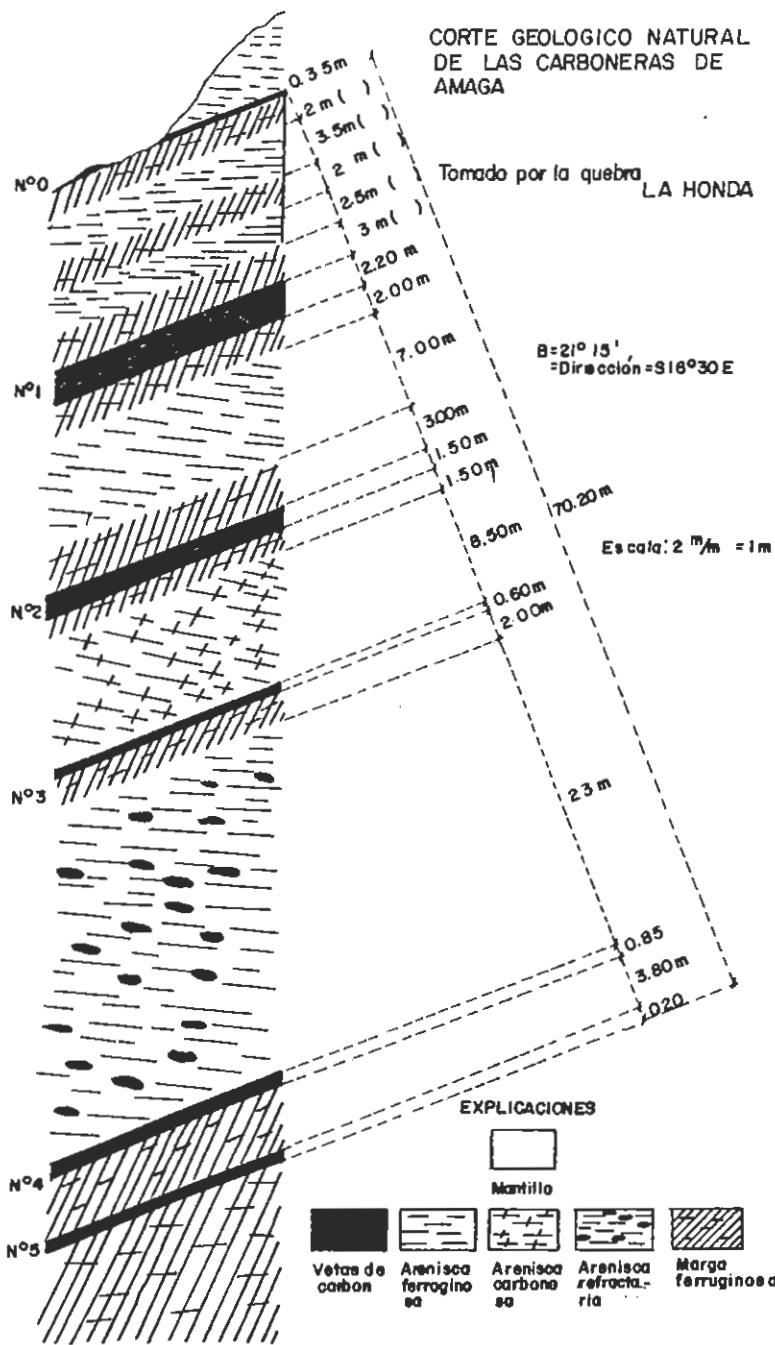


FIG 10: Corte geológico quebrada La Honda, Amagá

(Tomado de Juan de la Cruz Posada, 1913).

Cauca. Allí se ensancha y abarca las regiones de Córdoba, Sopetrán, San Jerónimo y luego se estrecha en Ebejico, vuelve a presentarse al Norte de Heliconia, atraviesa a Pueblito y se bifurca: Un ramal sigue hacia el Sur siempre con ligera desviación al Este, va a Angelópolis, atraviesa la Hoya de Amagá y sigue hasta la quebrada Sinifaná, cruza esta y sigue a Fredonia, Combia, Cerro Bravo pasando el río Poblano, hasta el camino de la Pintada, del río Poblano se continúa hacia el Sur de Támesis, Valparaiso, Marmato, Riosucio siempre al Sur, va a Filadelfia y Cali de donde probablemente continúa. El otro ramal parte de Pueblito con dirección al Sur pero inclinándose un poco al Oeste va a la quebrada La Horcona, pasa a Los Micos, Titiribí, Córdoba, Sabaletas, Venecia, sigue al Sur a Bolombolo, Pueblo Rico, Andes, Jardín y Riosucio y de allí se prolonga hacia el Sur. Este gran depósito carbonífero es interrumpido de cuando en cuando por rocas eruptivas o por la acción erosiva de las aguas".

Además en su trabajo presenta una descripción petrográfica de las rocas de El Carbonífero y de las Formaciones que la acompañan.

Scheibe (1919) en su informe sobre los resultados del trabajo de la Comisión Científica Nacional en Antioquia elabora un bosquejo general de la secuencia sedimentaria

refiriéndose a ella como Formación Carbonífera de Antioquia, denominación que utiliza consistentemente a lo largo del trabajo.

Grosse (1926) define como el Terciario Carbonífero de Antioquia al conjunto de estratos concordantes compuesto esencialmente por conglomerados, areniscas, arcillas pizarrosas, arcillas pizarrosas bituminosas y mantos de carbón dispuestos en una franja que se extiende de Norte a Sur en la zona Oeste del departamento de Antioquia.

Estas rocas las agrupa en pisos caracterizados por la presencia o ausencia de mantos de carbón explotables. El piso inferior con conglomerados, areniscas, arcillas pizarrosas y delgados mantos de carbón. El piso medio consta de areniscas, arcillas pizarrosas y mantos de carbón explotables. El piso superior representado por areniscas y arcillolitas sin mantos de carbón. Presenta columnas estratigráficas representativas de cada uno de los pisos. Como límite superior e inferior de la secuencia, propone como base la del conglomerado basal del piso inferior que reposa sobre el terreno fundamental representado por rocas cristalinas y los estratos de Combia respectivamente. Establece una edad Eoterciaria a Neoterciaria con base en los datos paleontológicos de Steinman.

Grosse plantea que esta misma "formación mantífera" aflora en el valle del río San Juan, en el del Cauca de Valdivia, en la región de los ríos Nechí, Tarazá, Man y San Jorge y cerca del Golfo de Urabá, hacia el Sur se continúa por los departamentos de Caldas y Valle.

Van der Hammen (1958), basado en el trabajo de Grosse (1926), estudia la palinología de la secuencia determinando una edad Oligoceno superior, Mioceno inferior y se refiere a ella con el nombre de Formación de Antioquia citando equivocadamente a Grosse (1926).

Correlaciona esta formación con la Formación Cauca Superior, el conjunto inferior correspondiente con el Miembro de Suárez, el conjunto medio al Miembro del Patía y el conjunto superior al Miembro Cinta de Piedra.

González (1980) utiliza el nombre de Formación Amagá (FA) considerando que las secciones tipo y las explotaciones de carbón que caracterizan uno de los miembros se encuentran en la localidad de Amagá. Este autor utilizando las descripciones de Grosse (1926) cambia la subdivisión propuesta en pisos por miembros, presentando además el levantamiento estratigráfico de las secciones tipo correspondientes para cada miembro, el Miembro Inferior y Medio en la quebrada Sinifaná y el Superior cerca de Fredonia (ver figs. 11, 12 y 13).

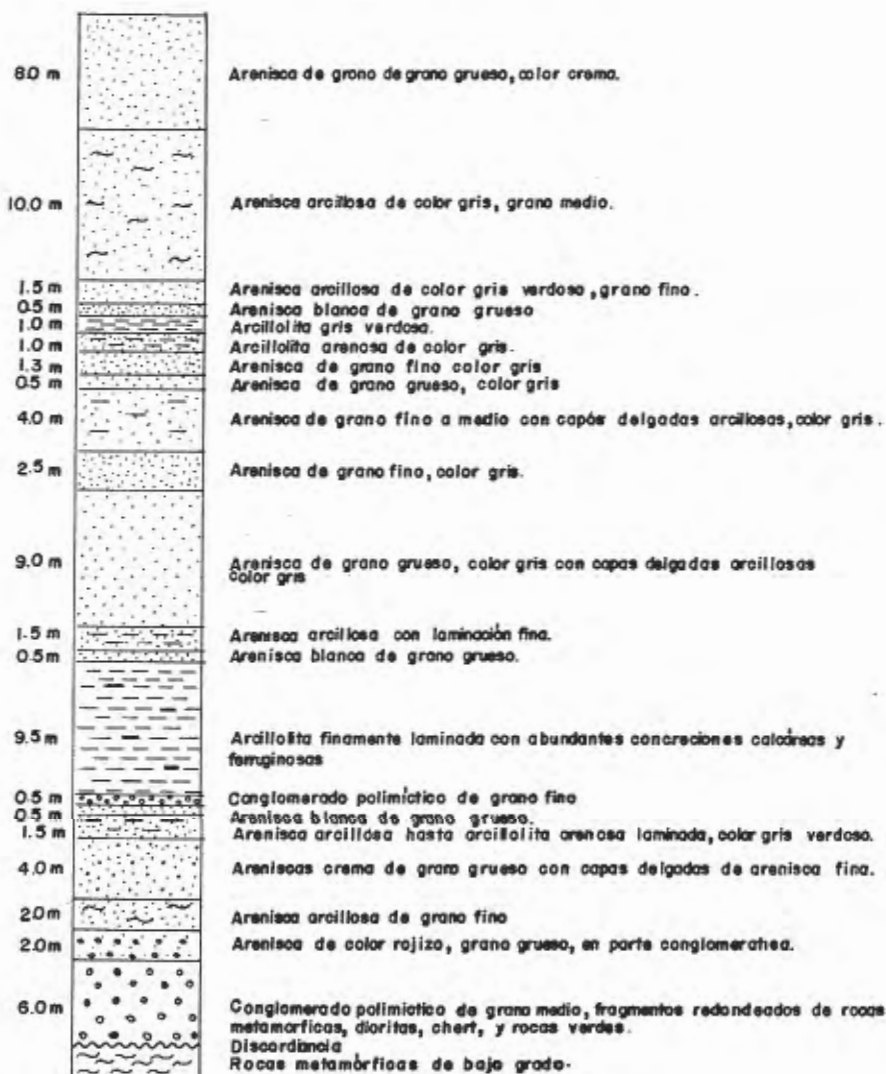


FIG. II COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA SECCION TIPO DEL MIEMBRO INFERIOR DE LA FORMACION AMAGA. LEVANTADA EN LA QUEBRADA SINIFAMA

(Tomado de González 1980)

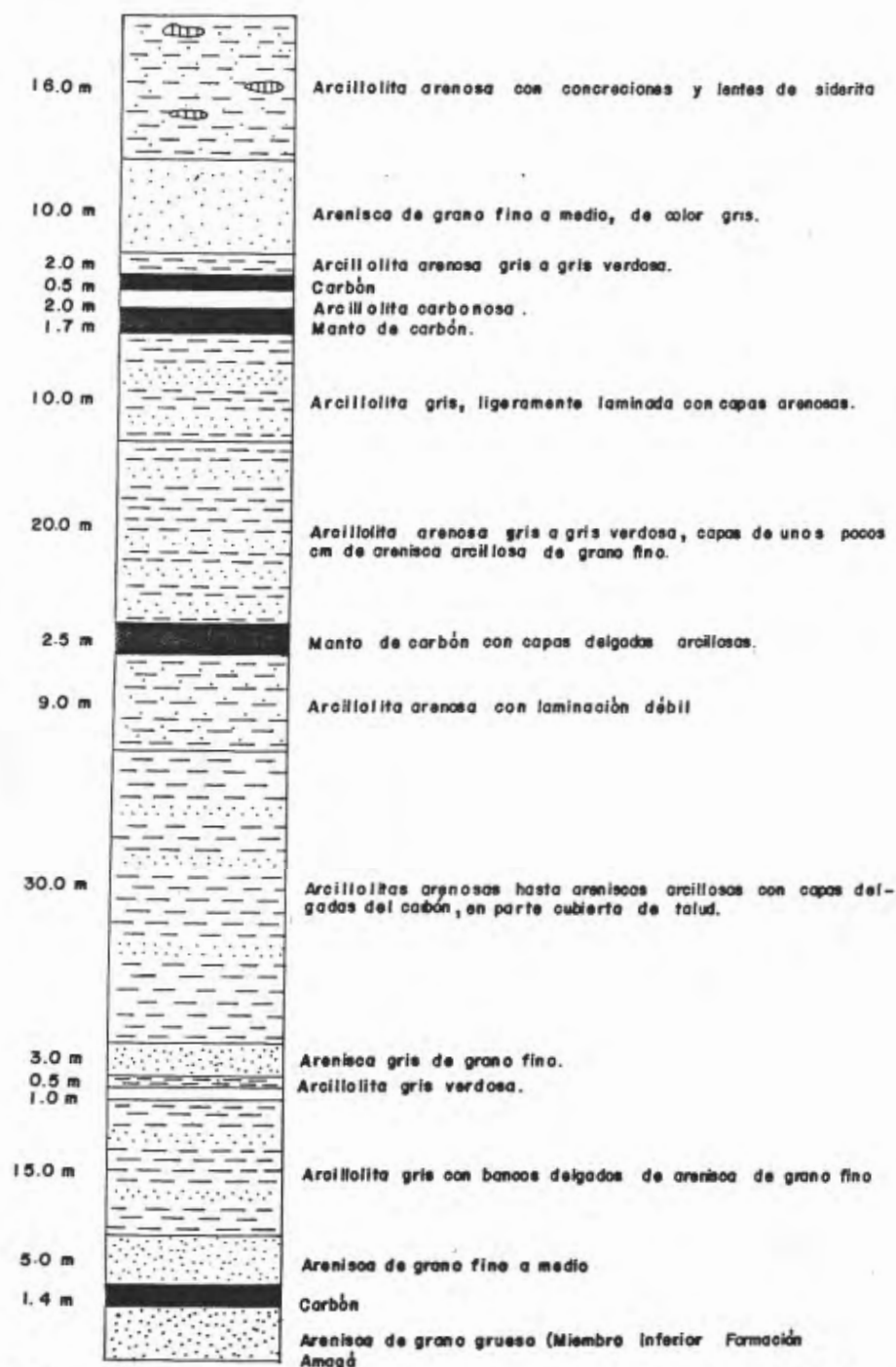


FIG. 12. COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SECCION TIPO DEL MIEMBRO MEDIO DE LA FORMACION AMAGA. LEVANTADA EN LA QUEBRADADA SINIFANA.

(Tomado de González, 1980)

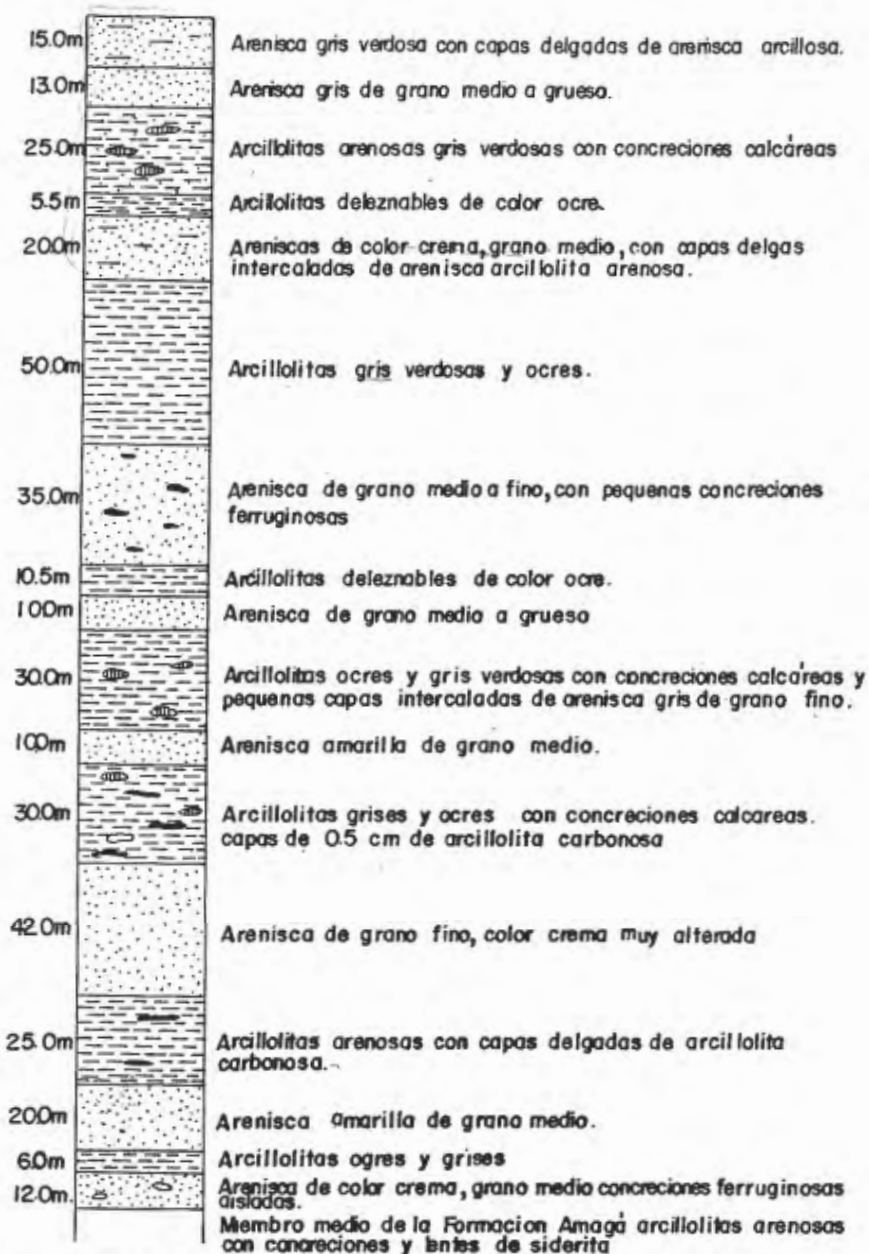


FIG 13. Columna Estratigrafica de la sección tipo del miembro superior de la formación Amagá Levantada en Fredonia

(Tomado de González, 1980)

Delsahut y Tejada (1983) redefinen la FA a partir de cuatro perforaciones y dos columnas estratigráficas (Sabaletas y Palomos).

Los mencionados autores proponen subdividir esta unidad litoestratigráficamente en dos miembros: Miembro Inferior y Miembro Superior teniendo en cuenta que no existen diferencias litológicas fundamentales entre el Miembro Inferior y el Miembro Superior de los geólogos anteriores. El Miembro Inferior está constituido por un conglomerado basal y alternancias de arcillolitas, areniscas y carbón hacia las partes media y superior, este Miembro a su vez lo subdividen informalmente en cinco conjuntos litológicos. El Miembro Superior está conformado esencialmente por areniscas y lutitas, sin carbones explotables. El límite entre estos dos miembros, según lo postulado en el estudio, corresponde a una posible disconformidad (ver Fig. 14).

Herrera y Mejía (1989), estudian las rocas del río Poblano donde afloran sedimentos de esta misma Formación. Proponen cambiar el nombre de Formación Amagá por Sistema de Amagá. Conformado este por dos unidades tectono-sedimentarias asimiladas a un ambiente de molasa.[?] De este modo plantean influencia marina para la deposición de la unidad superior o Miembro Superior de Delsahut y Tejada (1983).

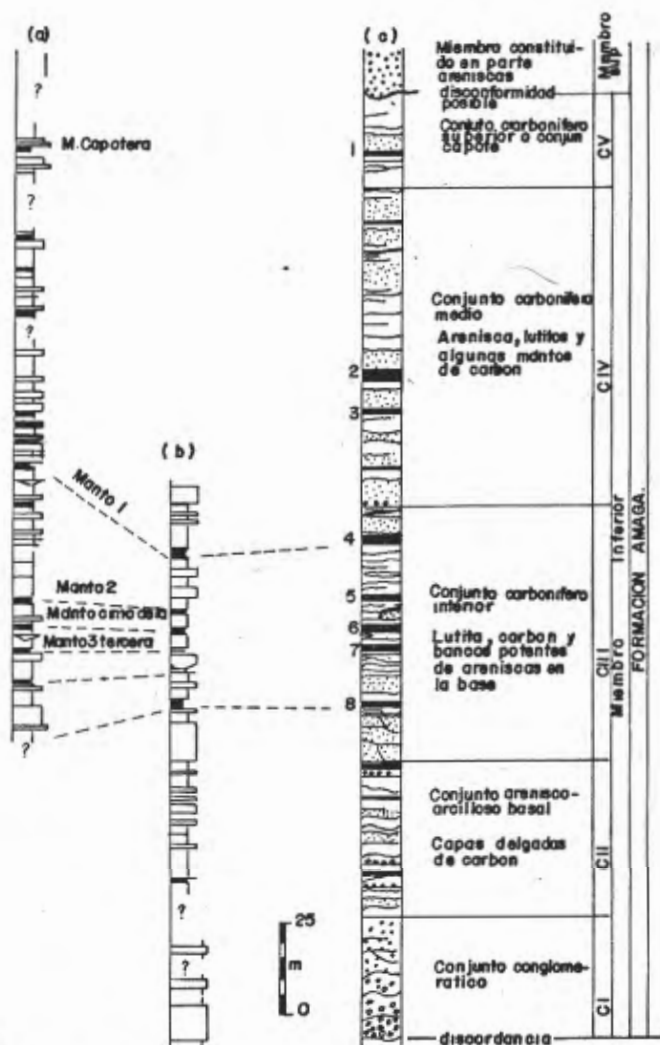


FIG.14 Secciones litológicas del miembro inferior de la Formación Amagá.

- a) Corte de Palomos (con la nomenclatura local de los mantos de carbon)
- b) corte de Sabaltes
- c) Corte generalizado del miembro inferior.

(Tomado de Delashut y Tejada, 1983.)

En cuanto a los Miembros (González, 1980), es el Miembro Guzmán (en preparación) con análisis de facies y de han sido mal nombrados y, como lo especifica la Guía, procesos de sedimentación propone de nuevo una se deben omitir los términos Peñitas, Medio y Norte de Titiribí quedando conformado por el conglomerado litológico. En el caso de los pisos, la división basal de la formación Miembro Sabaletas, con sección tipo hecha por Grubb (1926), no parte de un estudio entre La Albania y Bolombolo, con carbones, areniscas y cronoestratigráfico y, por tanto, debe abandonarse esta arcillolitas. Y Miembro Fredonia discordante con la separación en pisos ya que, como lo estipula la Guía, el Formación Combia, pero sin que se describa una sección término piso se restringe a unidades cronoestratigráfico.

gráfico.

2.2.2. Discusión

2.2.2.2. Rango

2.2.2.1. Nombre

El término formación se ajusta (debe ser la primera) en el Esta unidad sedimentaria ha recibido diferentes nombres (según se indica en el capítulo anterior). La Guía Estratigráfica establece que un nombre está bien definido si se conforma con el de un accidente geográfico local apropiado, combinado con el término que indica su rango o el tipo predominante de roca. De acuerdo con esto son formales: Formación Carbonífera de Amagá (Posada, 1913), Formación Carbonífera de Antioquia (Restrepo, 1919; Scheibe, 1919), Formación de Antioquia (Van der Hammen, 1958), Formación Amagá (González, 1980). Sin embargo es En la primera propuesta no se nota una diferencia. Posada (1913), quien primero emplea este término en el litológica marcada entre los denominados Miembro y cuerpo de su trabajo.

En cuanto a los Miembros (González, 1980), estos siempre han sido mal nombrados ya que como lo especifica la Guía se deben omitir los términos Inferior, Medio y Superior, para designar subdivisiones formales de una unidad litoestratigráfica. En el caso de los pisos, la división hecha por Grosse (1926), no parte de un estudio cronoestratigráfico y, por tanto, debe abandonarse esta separación en pisos ya que, como lo estipula la Guía, el término piso se restringe a unidades cronoestratigráficas.

2.2.2.2. Rango

El término Formación se ajusta bien a lo planteado en el Código, ya que la unidad sedimentaria presenta cierta homogeneidad litológica y es cartografiable regionalmente; así, como por poseer un techo y una base definidos. En cuanto a la subdivisión en Miembros la situación es confusa, en tanto que algunos autores proponen una tridivisión (Grosse, 1926; Van der Hammen, 1958; González, 1980 Guzmán en preparación), otros plantean una división en dos Miembros (Delsahut y Tejada, 1983), Guzmán y Sierra (1984).

En la primera propuesta no se nota una diferencia litológica marcada entre los denominados Miembro Inferior

y Miembro Medio; en ambos casos no se presentan límites definidos entre los miembros.

2.2.2.3. Estratotipos

Hasta el presente ningún autor ha designado formalmente una sección tipo. Sin embargo, a través de estudios si se han encontrado columnas que se pueden considerar como sección tipo, tal el caso de trabajos llevados a cabo por Grosse (1926), González (1980), Delsahut y Tejada (1983).

Sólo un autor (González, 1980) ha mostrado secciones tipo para los tres Miembros; no obstante no se cumplen los requisitos establecidos por la Guía para definir un estratotipo, ya que este debe constituir un patrón para definir y reconocer una unidad; en el caso de la sección tipo para el Miembro Superior se nota la ausencia de carbón, en tanto que en la mayor parte de la Formación este elemento se encuentra presente, por otra parte los estratotipos de límite para cada Miembro se encuentran vagamente definidos.

2.2.2.4. Localidad tipo

Al igual que en el anterior numeral, no se ha designado formalmente una localidad tipo. No obstante, a partir de los trabajos realizados si se puede establecer una localidad tipo (p.e. Amagá).

los trabajos realizados si se puede establecer una localidad tipo (p.e. Amagá).

2.2.2.5. Aspectos regionales

En cuanto a la extensión geográfica también se presentan discrepancias ya que algunos autores (Restrepo, 1921; Grosse, 1926) extienden esta Formación desde Turbo hasta el Valle del Cauca en tanto que otros (Van der Hammen, 1958) la delimitan entre el Norte del Departamento de Caldas y el NW de Antioquia. Por el momento, dada la falta de estudios de correlación detallados, no se ha podido establecer con precisión los límites geográficos de la unidad. En cuanto a las investigaciones sobre variaciones regionales de espesor y de caracteres litoestratigráficos, estos aún son incipientes.

2.2.2.6. Génesis

En cuanto al origen de la Unidad se han hecho pocos estudios.

El carácter continental se planteó desde un principio dada la inexistencia de carbones (Grosse, 1926). Recientemente Campuzano (1977) establece que la Formación se originó en una red fluvial-aluvial alargada cercana al nivel del mar, con clima cálido y húmedo. Delsahut y Tejada (1983) plantean condiciones fluviales de baja

energía. Guzmán y Sierra (1984) levantan tres columnas detalladas entre Titiribi y la quebrada Sinifaná, estableciendo un ambiente fluvial meándrico en el que se tienen extensas cuencas de inundación donde se originan los carbones.

Otros autores plantean la intervención de ambientes marinos. Escobar y Rozo (1984) con base en datos palinológicos postulan condiciones de estuarios para la formación de los carbones. Igualmente Herrera y Mejía (1989) proponen una influencia marina para la depositación del "Miembro Superior". De todas maneras análisis paleontológicos en muestras colectadas en Amagá indican condiciones paleobotánicas en cuencas levantadas 800 m. s. n. m. (Pons, 1984).

2.2.2.7. Correlación

Inicialmente es Ospina (1911) quien correlaciona esta unidad con rocas sedimentarias marinas de edad cretácea (incluso de la Cordillera Oriental). Posteriormente es Van der Hammen (1958) quien con base en palinología correlaciona esta Formación con la Formación Cauca Superior; de igual manera, establece una correlación entre los tres Miembros de la "Formación de Antioquia" con otros tantos de la Formación Cauca Superior. Estos intentos por correlacionar la Unidad, por el momento,

carecen de una base sólida, ya que faltan estudios de carácter regional para establecer esto con exactitud.

2.2.2.8. Edad

Este es otro punto controvertible. Ospina (1911) define una edad Cretácica con base en correlaciones con otras rocas. Grosse (1926) establece una edad Eoterciaria a partir de datos paleontológicos remitidos por Steinman. Desde entonces se ha aceptado una edad terciaria; en lo que se presentan discrepancias es en cuanto a la época ya que según Van der Hammen (1960) está en el rango Oligoceno Superior-Mioceno Inferior, mientras Posada (1936) la considera Eocena con base en fósiles mal conservados; esta hipótesis es apoyada por Escobar y Roza (1984) a partir de palinología. Hace falta un estudio sistemático para definir una edad más cierta.

SE PROPONE:

1. En cuanto al nombre se debe dar prioridad al de Formación Carbonífera de Amagá (Posada, 1913), ya que es el primero formal dado en la literatura, aunque el término de González (1980) es el de mayor acogida, es preciso tener en cuenta que ningún autor ha propuesto y descrito debidamente esta unidad con el fin de dar un nombre formal.

2. La división en miembros, dado el poco estudio que se tiene sobre las variaciones laterales a nivel regional es algo aventurado de hacer. De ser posible la subdivisión, se deben dar nombres formales y evitar términos tales como Miembro Inferior, Miembro Medio, Miembro Superior como son los utilizados hasta el momento. Se hace necesario un trabajo sedimentológico con mayor detalle para establecer el modo de dividir la Formación.

3. Se hace necesario el establecimiento de una localidad tipo y de una sección tipo para la Formación. A partir de la información disponible, es factible definir formalmente ambos requisitos; lo que acontece en los estudios anteriores es que no ha existido en realidad una intención de efectuar estudios estratigráficos.

Para la Formación se debe plantear un estratotipo compuesto, constituido por los respectivos estratotipos de los miembros, ya que no existe una secuencia ideal que sea representativa de toda la unidad. Con el fin de tener una mayor coherencia en la nomenclatura se hace necesario definir estratotipos de límite entre los miembros.

4. Es imprescindible la realización de estudios a nivel regional con el fin de establecer las variaciones laterales de espesor y litoestratigráficas. Por otra

parte esto permitirá inferir la extensión geográfica de la unidad y sus correlaciones con otras formaciones.

5. El estudio paleobotánico, palinológico y paleontológico se hace indispensable para definir con mayor certeza la edad de la Formación y si es posible establecer subdivisiones cronoestratigráficas.

6. El levantamiento detallado de columnas estratigráficas es de primordial importancia para deducir la génesis de los sedimentos; esto servirá de igual forma para correlacionar esta Formación con otras unidades.

2.2.3. Sedimentitas del Alto de Nicanor

2.2.3.1. Introducción

En las cercanías de Amagá (Alto de Nicanor) (Fig. 15) aflora una secuencia sedimentaria conglomerática, que en la literatura geológica se ha considerado como parte integrante del "Piso Inferior del Terciario Carbonífero de Antioquia" de Grosse (1926). Después de esta referencia no se han aportado datos nuevos acerca de este conjunto de estratos, considerándose las siguientes anotaciones como parte de la investigación conjunta llevada a cabo con el profesor Carlos Guzmán ante el Centro de Investigaciones de la Universidad de Caldas,

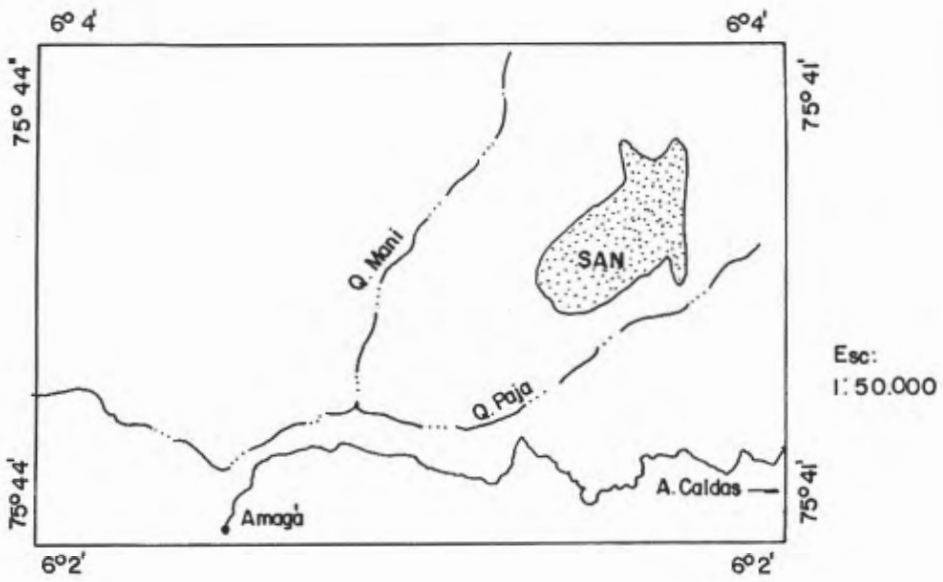


FIG 15. MAPA DE LOCALIZACION CUENCA ALTO DE NICANOR

SAN: Sedimentitas Alto de Nicanor

por lo tanto el propósito es el de presentar algunos apuntes al respecto.

2.2.3.2. Descripción de los sedimentos

En el Camino Viejo que de Amagá lleva a la población de Caldas, a unos 300 metros de la estación Nicanor se tiene un paquete de rocas sedimentarias cuyo contacto con el granito de Amagá representa una inconformidad estratigráfica.

La secuencia empieza en un paraconglomerado de aproximadamente 10 m. de espesor en el que se tienen lentes de conglomerados matriz-soportados cuyos clastos corresponden a cuarzo, cuarcita y fragmentos de roca metamórfica (esquistos negro y verde); se observa un decrecimiento en el tamaño de grano y algo de ordenamiento en el techo (Figura 16 y 17 Columna est.).

La facies anterior es suprayacida por un conjunto de cerca de 20 metros, compuesto por una alternancia de paraconglomerados, arenisca masiva y lutitas; los clastos están constituidos por cuarzo, cuarcita y algo de chert.

La tercera facies está definida por capas de ortoconglomerado intercalados con areniscas que poseen lentes conglomeráticas y en menor proporción lutitas. Los ortoconglomerados presentan una selección moderada y

COLECCIÓN ESTRATIGRAFICA GENERAL DE LOS
SEDIMENTOS DE NICANOR.

DESCRIPCION GENERAL

CONJUNTO de areniscas y arcillas, de
arenas, limos y arcillas, y
de silicatos de aluminio y hierro, de
granulometría variable, con
matriz de arcillas y limos, de
color gris y negro, con
cruzados y laminaciones paralelas
de color gris.
Hacia el norte, gradualmente, los
sedimentos
son más gruesos.



Conglomerados con matriz soportados por
clastos de cuarzo y esquistos verdes y
negros.

Figura 16. Conglomerados matriz soportados con
clastos de cuarzo, Cuarcita, esquistos verdes y
negros. Esta unidad está en inconformidad
estratigráfica con el Granito de Amagá (Loc. Alto de
Nicanor, Noreste de Amagá).

FIG. 16

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERAL DE LAS SEDIMENTITAS DEL A. NICANOR.

Esc aprox
(En metros)

DESCRIPCION GENERAL



Esc 1:1000

FIG 17

organización interna, las areniscas son lenticulares, exhiben estratificaciones y hacia la base muestran lentes conglomeráticas; los clastos son de cuarzo y chert.

La secuencia finaliza en unos 200 metros de una facies compuesta esencialmente por conglomerado arenoso, arenisca conglomerática y lutita intercalados. El conglomerado arenoso comunmente presenta gradación a arenisca conglomerática; la arenisca conglomerática presenta gradación a arenisca media o fina y exhibe estratificación cruzada y laminaciones paralelas; los clastos de esta litología corresponden a cuarzo y chert, el cual se hace muy abundante; las lutitas son de color gris y muestran en ocasiones costras coloformes de óxidos de hierro.

La unidad Terciaria se encuentra suprayacida por una secuencia de estratos de cerca de 10 metros en la que se tienen paraconglomerados que contienen clastos de cuarzo y arenisca; arenisca masiva y lutitas hacia la base; en el techo se encuentran suelos exhumados. (Fig. 18).

2.2.3.3. Interpretación preliminar

Las facies terciarias descritas anteriormente corresponden a ambientes netamente continentales. De forma tentativa se puede afirmar que la facies conglomerática corresponde a un Abánico Aluvial, parte



Figura 1B. Localidad. Alto de Nicanor. Suelos exhumados dentro de conglomerados fino arenoso. Los detritos son de cuarzo, arenisca masiva y lutitas.

proximal, en el que predominaron los procesos de flujos de escombros como se puede deducir de la falta de estratificación, mala selección y el porcentaje alto de matriz.

Para la facies paraconglomerado-arenisca masiva se infiere un ambiente de abanico aluvial, posiblemente parte media, producido por flujos de viscosidad intermedia, dado que se presentan estratos diferenciados de arenisca en los que se tiene gradación positiva. Un ambiente de abanico aluvial, zona distal, parece originar la facies de ortoconglomerado como se puede deducir de la selección moderada y la presencia de areniscas con estratificaciones; el poco espesor de las lutitas induce a pensar en corrientes trenzadas. Finalmente se instaure un régimen fluvial que origina la facies de Conglomerado Arenoso, el ambiente es probablemente de corrientes meándricas, debido a que las areniscas presentan gradaciones positivas, muestran estratificación cruzada y el espesor de lutitas es grande.

Al parecer después de la depositación terciaria ocurrió una reactivación de la cuenca que produjo la sedimentación de paraconglomerados y areniscas originadas posiblemente en pequeños abanicos aluviales.