

# TERRENOS, COMPLEJOS Y PROVINCIAS EN LA CORDILLERA CENTRAL DE COLOMBIA

(Terrains, complexes and provinces in the central cordillera of Colombia)

Jorge Julián Restrepo\*, Oswaldo Ordóñez-Carmona\*, Uwe Martens\*\*, Ana María Correa\*\*\*

\*Universidad Nacional de Colombia, Sede de Medellín, jjrestrepa@fastmail.fm

\*\*Stanford University, \*\*\*Mineros S.A.

(Recibido el 16 de junio de 2009 y aceptado el 20 de agosto de 2009)

## Resumen:

La Cordillera Central de Colombia está compuesta por varios terrenos tectonoestratigráficos que no han sido aún bien reconocidos. Al este de la Falla San Jerónimo se encuentran terrenos continentales como los terrenos Chibcha, Tahamí, Panzenú (Puquí) y Anacona (Caldas), mientras que entre los sistemas de Falla de Romeral y de Cauca se encuentran los terrenos Quebradagrande, Amagá-Sinifaná, Heliconia y Arquía, predominantemente de carácter oceánico.

El terreno Chibcha incluye un basamento grenvilliano con sedimentos del Paleozoico Inferior, que sufrieron un leve metamorfismo, mientras que el metamorfismo del terreno Tahamí parece ser Pérmico muy tardío a Triásico, evidenciando que se formó en la margen paleopacífica de Pangea, como parte del orógeno de Terra Australis, más bien que en la zona de colisión continental.

El terreno Panzenú sufrió un metamorfismo Carbonífero, anterior al del Tahamí. El terreno Anacona presenta edades de metamorfismo Devónicas y no fue afectado por el metamorfismo Triásico, indicando que aún no se había amalgamado al terreno Tahamí durante la orogenia Triásica.

Un conjunto de delgadas franjas alóctonas parece haberse amalgamado después del Cretáceo Medio al Tahamí, y está constituido de oriente a occidente por las rocas del Complejo Quebradagrande, las Metasedimentitas de Sinifaná y el Stock de Amagá (terreno Amagá-Sinifaná), las rocas ofiolíticas de Heliconia y las rocas metamórficas del Complejo Arquía. Todas ellas se encuentran localizadas entre los sistemas de fallas Cauca y Romeral.

**Palabras clave:** cordillera central, terrenos

## Abstract:

The Central Cordillera of Colombia consists of several tectonostratigraphic terrains that have not been fully recognized yet. To the east of San Jerónimo Fault are found the Chibcha, Tahamí, Panzenú (Puquí) and Anacona (Caldas) terrains with continental basement, and between the Romeral and the Cauca fault systems the Quebradagrande, Amagá-Sinifaná, Heliconia and Arquía terranes, mostly oceanic, are found.

The Chibcha terrain is formed by a Grenvillian basement covered by Lower Paleozoic sediments that suffered a slight metamorphism, while in the Tahamí the metamorphism is Late Permian to Triassic, indicating that it was formed within the collision zone of Pangea but rather in the Paleopacific margin of Pangea as part of the Terra Australis Orogen.

The metamorphism in the Panzenú Terrain is somewhat older, Carboniferous. The Anacona Terrain presents Devonian metamorphism and was not affected by the Triassic metamorphism that affected the Tahamí, indicating that it had not been amalgamated yet during the Triassic orogeny.

A number of narrow belts of allocthonous rocks were accreted after Mid-Cretaceous times to the Tahamí Terrane which are from east to west: the Quebradagrande Complex, the Sinifaná low-grade metasedimentary rocks and the Amagá Granite (Amagá-Sinifaná Terrane), the ophiolitic rocks of Heliconia and the Arquía Complex. All of them are located between the systems of faults Cauca and Romeral.

**Key words:** central cordillera, terrains

## 1. INTRODUCCIÓN

Se han planteado varios modelos de terrenos tectonoestratigráficos para el territorio colombiano, que coinciden en muchos aspectos, especialmente en la definición de los terrenos mayores, pero difieren en algunos detalles, especialmente en los límites de los terrenos y en la nomenclatura.

El análisis de datos geocronológicos y el estudio de mapas geológicos permiten plantear la presencia de algunos terrenos menores en la zona entre el terreno Tahamí y el terreno Calima, en el flanco occidental de la Cordillera Central geográfica.

La existencia de esos terrenos tiene algunas implicaciones sobre las provincias definidas en el mapa geológico de Colombia (Gómez *et al.*, 2007), así como sobre los complejos definidos por Maya y González (1995).

## 2. ANTECEDENTES

Algunos de los modelos de terrenos que se han presentado para Colombia son los de Etayo *et al.* (1986), Restrepo y Toussaint (1988), Moreno-Sánchez y Pardo-Trujillo (2002) y Cediél *et al.*, (2003). En ellos, la zona localizada entre el basamento metamórfico expuesto en la Cordillera Central (p. ej., Complejo Cajamarca) y las rocas de afinidad oceánica al occidente del sistema de fallas de Romeral (p. ej. Fm. Barroso) han recibido interpretaciones contrastantes.

Así, Etayo *et al.* (1986) definen en esa zona el terreno Cauca-Romeral, y Cediél *et al.* (2003) el Terreno Romeral. Por su parte Toussaint y Restrepo (1988) consideraron que en esa zona se presentan rocas que corresponden al cabalgamiento de ofiolitas del terreno Cuna, sobre las metamórficas del Terreno Tahamí. Como se verá a continuación, en esa zona se pueden presentar cuatro o cinco terrenos diferentes.

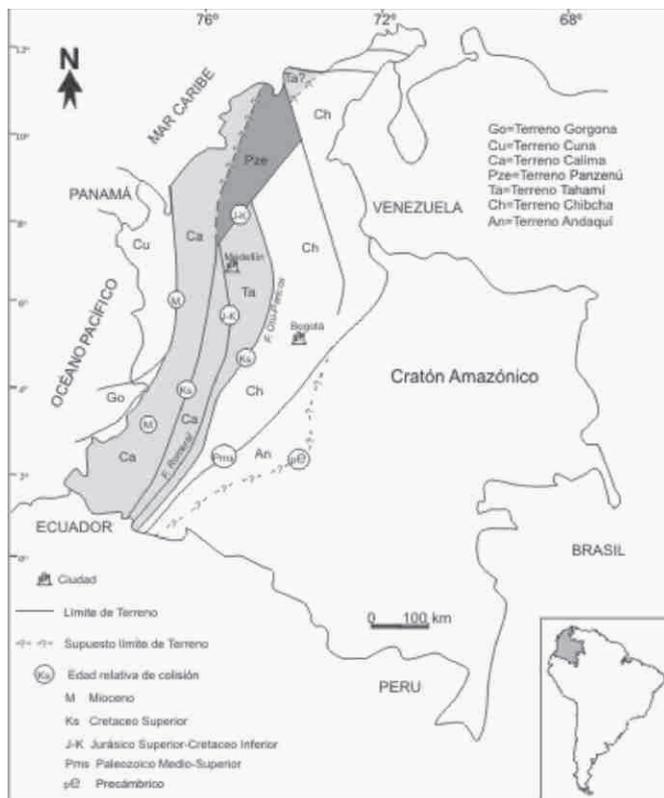


Figura 1. Mapa general de terrenos en Colombia, modificado de Restrepo y Toussaint, 1988.

### 3. MARCO GEOLÓGICO

En la Cordillera Central geográfica se pueden reconocer varios terrenos. Los dos más extensos, utilizando la nomenclatura de Restrepo y Toussaint (1988), son el Terreno Chibcha, que ocupa sectores como la Serranía de San Lucas y buena parte del flanco oriental de la Cordillera Central, en el departamento del Tolima, y el Terreno Tahamí, que conforma el núcleo de la Cordillera Central en su parte norte; más hacia el sur, el terreno se vuelve más estrecho, y al momento no es claro si se prolonga de forma continua o discontinua hacia la parte sur del país y de Ecuador.

En la tabla 1 se presentan las edades isotópicas más relevantes de rocas del flanco occidental del Terreno Chibcha, y en la tabla 2 las del Terreno Tahamí. En el Terreno Chibcha, sector de la Cordillera Central, las edades son pocas, pero correlacionables con el evento Grenville obtenido en otros sectores de ese terreno (Cordani *et al.*, 2005, Ordóñez-Carmona *et al.*, 2006).

Tabla 1. Edades radiométricas en la parte occidental del Terreno Chibcha

Unidad	Método	Edad	Referencia
Gneis milonítico de El Vapor	Isócrona Rb-Sr Roca total	894 ± 36 Ma	Ordóñez-Carmona <i>et al.</i> , 1999
Anfibolita de El Hígado	Ar-Ar hornblenda	911 ± 2 Ma	Restrepo-Pace <i>et al.</i> , 1997
Anfibolita de Tierra Adentro	K-Ar hornblenda	1360 ± 270 Ma	Vesga y Barrero, 1978

Otras evidencias geológicas indican que un evento metamórfico post-ordoviciano afectó a rocas sedimentarias depositadas sobre el basamento

precámbrico, como es el caso de las bien conocidas rocas de La Cristalina (Feininger *et al.*, 1972), aunque éste no ha sido datado isotópicamente.

De otro lado, las dataciones recientes obtenidas en rocas del Terreno Tahamí (Ver tabla 2) muestran que el metamorfismo de dichas rocas ocurrió en el Triásico, más bien que en el Pérmico, como se pensaba anteriormente. En algunas de las dataciones U-Pb, y ante la ausencia de imágenes de catodoluminiscencia, hemos reinterpretado tentativamente algunas de las edades publicadas por Vinasco *et al.* (2006), en particular la del Gneis de Abejorral, para hacerlas más consecuentes con la historia geológica, considerando aquí como edades de metamorfismo a aquellas edades consideradas en ese trabajo como de magmatismo. De particular importancia para datar el metamorfismo, se tiene la edad de 240 ± 10 Ma, U-Pb SHRIMP, obtenida en el leucosoma de la migmatita del Alto de Las Palmas, ya que en este caso se está datando el momento del metamorfismo de alto grado que formó las migmatitas. En el caso de las edades Ar-Ar cercanas a 230 Ma, es claro que reflejan el enfriamiento después del metamorfismo.

Tabla 2. Edades radiométricas de metamorfismo en el Terreno Tahamí

Unidad	Método	Edad	Referencia
Migmatita de Las Palmas	U-Pb Círcón	240 ± 10 Ma*	Ordóñez, 2000
* Edad recalculada para este trabajo, edad reportada inicialmente: 223 Ma			
Gneis de Abejorral	U-Pb Círcón	250 Ma**	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
** Reportada como edad de intrusión con edad de metamorfismo reportada de 274 Ma. Reinterpretada aquí como edad de metamorfismo ante ausencia de imágenes de catodoluminiscencia.			
Gneis de Palmitas	U-Pb Círcón	250 Ma***	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
*** Reportada como edad de intrusión por autores citados			
Gneis de Río Verde	U-Pb Círcón	290-302 Ma	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Gneis de Samaná	U-Pb Círcón	245 Ma***	Ibáñez-Mejía <i>et al.</i> , 2008
Anfibolita de El Retiro	Ar-Ar hornblenda	230 Ma	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Gneis de Abejorral	Ar-Ar biotita	230 ± 0,2 Ma	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Gneis de Manizales	Ar-Ar biotita	230 ± 0,5 Ma	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Anfibolita de Padua	Ar-Ar hornblenda	243 ± 4 Ma	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Granulita El Retiro	Isócrona Sm-Nd Roca total-granate	226 ± 17 Ma	Ordóñez <i>et al.</i> , 200*
Granulita El Retiro	K-Ar	251 ± 21 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 1991
Gneis de Pescadero	Isócrona Rb-Sr R.T.	253 ± 10 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 1991
Esquisto de Ancón	Isócrona Rb-Sr R.T.	226 ± 4 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 1991

En términos de rocas alóctonas, se debe también mencionar, para el flanco occidental del Terreno Tahamí, el emplazamiento de la Ofiolita de Aburrá (Correa y Martens, 2000), formada en el Triásico (Restrepo *et al.*, 2007), posiblemente como un arco de islas incipiente y una cuenca transarco y obducida sobre el Tahamí, probablemente hace alrededor de 150 Ma (Restrepo, 2008)

### 4. METODOLOGÍA

Algunas dataciones recientes Ar-Ar (Restrepo *et al.*, 2008) permiten cuestionar la pertenencia de las rocas del municipio de Caldas al terreno Tahamí. También un análisis de los mapas disponibles de las rocas entre los terrenos Tahamí y Calima lleva a concluir que en esa zona

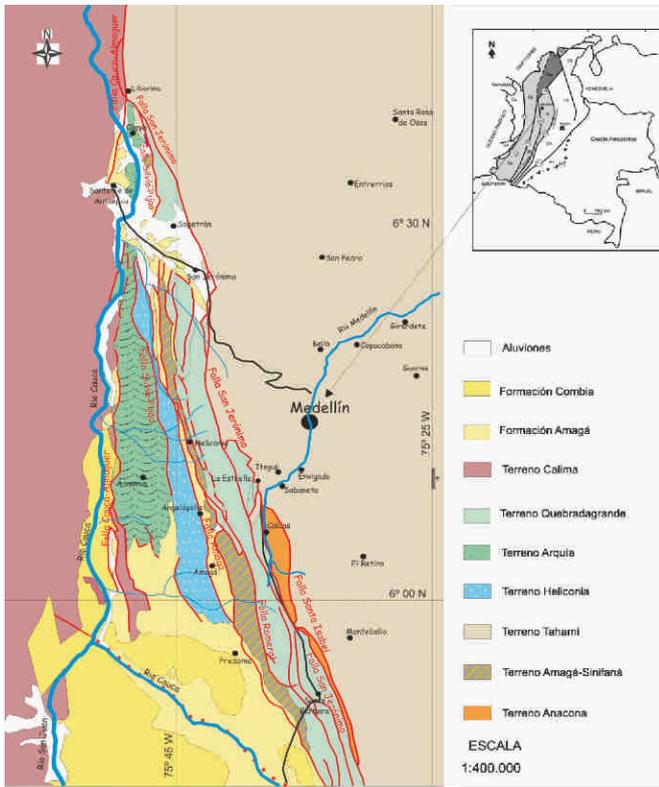


Figura 2. Mapa del occidente de la parte norte de la Cordillera Central, modificado de Gómez *et al.*, 2007

hay al menos tres fajas que parecen alóctonas entre sí y con relación a los terrenos mencionados, como sugieren Vinasco *et al.*, (com. escrita, 2008)

### 5. RESULTADOS OBTENIDOS

Las rocas del municipio de Caldas han arrojado las edades más antiguas del metamorfismo al occidente de la falla Otú (Ver tabla 2), lo que se constituyó en una de las razones principales para definir el Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central (Restrepo y Toussaint, 1984). La edad de metamorfismo es Devónica (Ver tabla 3), aunque la edad de formación del granito que formó el gneis y de las rocas básicas que formaron las anfibolitas debe ser anterior, bien sea del Paleozoico Temprano o del Precámbrico. Recientemente, se dató por Ar-Ar la hornblenda de una anfibolita de Caldas, obteniéndose un espectro complejo en el que las edades más jóvenes son de 360 Ma. Con dicha edad, se concluye que estas rocas no estaban dentro del terreno Tahamí al momento de la orogenia triásica discutida anteriormente, tratándose entonces de un terreno alóctono (Restrepo *et al.*, 2008). En este caso, las rocas de Caldas deben formar parte de un terreno diferente, para el cual se propone el nombre de Anacona, nombre de una de las tribus que vivieron en la parte sur del Valle de Aburrá. Dicho terreno está separado del Tahamí, al oriente, por la Falla Santa Isabel (Patiño y Noreña, 1984) y del complejo Quebradagrande, al occidente, por la Falla San Jerónimo. Este terreno se puede seguir hacia el sur, por unos 60 km,

y es posible que fragmentos de este terreno se encuentren en otras partes de la Cordillera Central.

Tabla 3. Edades radiométricas en el Terreno Anacona

Unidad	Método	Edad	Referencia
Gneis de La Miel	Isócrona Rb-Sr Roca total	388 ± 12 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 1991
Anfibolita de Caldas	K-Ar hornblenda	254 ± 8 a 319 ± 48 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 1991
Gneis de La Miel	K-Ar biotita	331 ± 28 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 1991
Gneis de la Miel	U-Pb circones	380 ± 8,4 y 410 ± 9,6	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Gneis de La Miel	Ar-Ar biotita	345 Ma	Vinasco <i>et al.</i> , 2006
Anfibolita de Caldas	Ar-Ar hornblenda	360 ± 2,2 a 597 ± 5,3 Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 2008

Otro bloque que tiene características de terreno independiente es el Complejo de Puquí. Allí, la edad del Gneis de Puquí, por isócrona Rb-Sr en roca total, es de 306 ± 11 Ma (Ordóñez-Carmona y Pimentel, 2002), lo que muestra un proceso metamórfico independiente al del Tahamí; dichos autores propusieron para este bloque el nombre de Terreno Panzenú. De todas maneras, teniendo en cuenta el método usado y los datos geoquímicos de dichos autores, no se pueden descartar eventos más antiguos para este bloque.

A latitud 6° N, hacia el occidente del terreno Anacona, se encuentran varias fajas que por sus características cumplen con la definición de terrenos. Entre las fallas de los sistemas Romeral y Cauca se encuentran 3 ó 4 terrenos y, al oeste del sistema de fallas del Cauca a esta latitud, se encuentra un pedazo del Terreno Calima dentro de la Cordillera Central geográfica, así como sucede con el Amaime, más al sur.

Separado de los terrenos Tahamí y Anacona por la falla San Jerónimo, se encuentra el Complejo Quebradagrande, de edad Cretácea, considerado como Terreno Quebradagrande (Kennan y Pindell, com. escrita, 2007). Una característica de este complejo es que los contactos con las rocas vecinas están determinados por grandes fallas del Sistema Romeral: la Falla de San Jerónimo, al oriente, y la Falla Silvia-Pijao, al occidente.

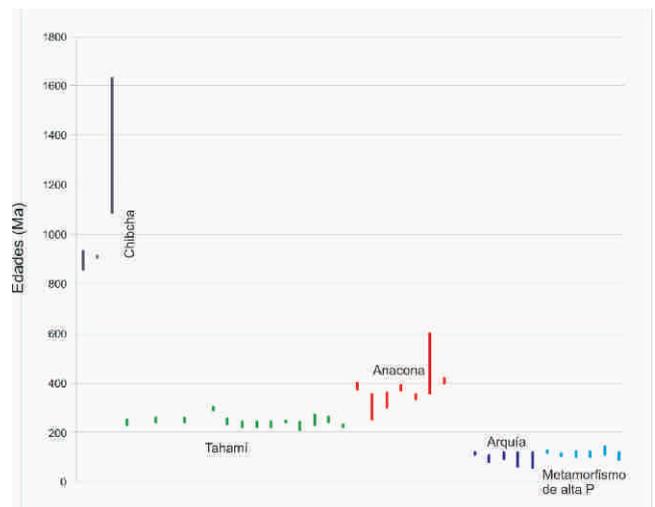


Figura 3. Compilación de edades radiométricas en la Cordillera Central.

Algunos autores han postulado un origen para esta unidad como cuenca transarco *in situ*, entre lo que sería el Terreno Tahamí y el Complejo Arquía (Nivia *et al.*, 2006). Sin embargo, la ausencia dentro de esas dos unidades de los diques básicos que se deberían haber formado al comenzar el emplazamiento de las rocas mantélicas durante la formación de la cuenca hace más probable que la unidad no se haya formado *in situ* sino que sea alóctona (Restrepo *et al.*, 2009; Kennan y Pindell, 2009). Por dichas razones, las rocas del Complejo Quebradagrande parecen corresponder a un presunto terreno independiente de características oceánicas. El hecho de que su edad paleontológica sea del Hauteriviano Medio al Albiano Inferior (González, 1980) indica que dicho terreno fue acrecionado después del Albiano, al igual que todos los terrenos situados al occidente de él.

En la mayor parte del país, al occidente del Complejo Quebradagrande, incluyendo la zona entre Ibagué y Armenia, en donde se definieron esos complejos, se sitúa el Complejo Arquía. Sin embargo, a latitud 6° N, entre estos dos complejos, aparecen unas rocas diferentes constituidas por las Metasedimentitas de Sinifaná, de edad Paleozoica (González, 1980) en las cuales está intruído el Stock Granítico Triásico de Amagá (Vinasco *et al.*, 2006); esta zona ha sido considerada como un posible bloque alóctono por Moreno-Sánchez y Pardo-Trujillo (2002) y Vinasco *et al.* (com. escrita, 2008). En la cartografía original de Grosse (1926), dichas rocas están separadas de las de Quebradagrande por la Falla Romeral *sensu strictu* y de las rocas del Complejo Ofiolítico de Heliconia, al occidente (Montoya y Peláez, 1993), por la Falla Amagá. El bloque que comprende las rocas de Sinifaná cumple con las condiciones para ser un presunto terreno, ya que no tiene una historia común con las rocas adyacentes, y está separado de ellas por fallas. Para él se propone el nombre de Terreno Amagá-Sinifaná. Más al sur, cuerpos como el Stock de Cambumbia, de edad Triásica (Vinasco, 2001) podrían pertenecer al terreno. Este bloque parece tener un basamento continental.

En la latitud 6° N, entre el terreno Amagá-Sinifaná y el Complejo Arquía, aparece el Complejo Ofiolítico de Heliconia, aunque más al sur no parece continuarse dicha unidad. De un anfíbol se obtuvo una edad Triásica (Vinasco, 2001), pero tratándose de una datación Ar-Ar, no es claro qué representa dicha edad, pues podría corresponder al evento magmático o a un evento metamórfico sobrepuesto. Igualmente, no se conoce con precisión la relación de este cuerpo con las rocas adyacentes. En algunos sitios, el contacto es fallado, pero -como en parte está cubierto por sedimentos cenozoicos de la Formación Amagá-, las relaciones no se conocen con precisión. Si fueran contactos totalmente tectónicos, podría tratarse de un terreno independiente, como lo consideran Vinasco *et al.* (com. escrita, 2008), o de una obducción de ofiolitas sobre el Terreno Amagá-Sinifaná.

Más al sur, a latitud 4° N, en donde fueron definidos los complejos por Maya y González (1995), en el contacto occidental del complejo Quebradagrande, se encuentra directamente el Complejo Arquía, localizado entre las fallas Silvia-Pijao, al oriente, y Cauca-Almaguer, al occidente, y los terrenos Amagá-Sinifaná y Heliconia parecen estar ausentes. A latitud 6° N, al occidente de las ofiolitas de Heliconia, afloran los Esquistos de Sabaletas, que podrían pertenecer al Complejo Arquía, ya que allí se han obtenido edades cretáceas entre 127 y 107 Ma (Restrepo *et al.*, 1991; Vinasco, 2001), aunque Vinasco *et al.* (com. escrita, 2008) reportan una edad U-Pb en circones de  $71,9 \pm 1,1$  Ma. Sin embargo, en esta zona no se define el tipo bórico de media a alta presión que se encuentra en el Complejo Arquía, por lo que se debe manejar con precaución dicha correlación. Una alternativa sería que tuvieran relación con los Esquistos de Santa Marta, que también han sido datados como cretáceos (McDonald *et al.*, 1971). Entre las rocas de Arquía y las de Santa Marta hay una cierta semejanza en su posición estructural, por lo que podría tratarse de una franja discontinua acrecionada en la margen más occidental de la Cordillera Central y de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Las rocas metamórficas del Complejo Arquía han dado, por varios métodos, edades exclusivamente Cretáceas (Ver tabla 4). Recientemente, en una hornblenda de una anfíbolita de la zona tipo, en la margen del río Cauca, frente a Marmato, se realizó una datación Ar-Ar (Restrepo *et al.*, 2008). Sin embargo, no se obtuvo un *plateau*, indicando una historia térmica compleja en la cual llama la atención que las edades más antiguas obtenidas de los intervalos de extracción del argón están entre 127 y 111 Ma, semejantes a las de otros métodos, obteniéndose en dos intervalos también edades más jóvenes de 58 y 63 Ma. En principio, se considera que las edades más antiguas corresponderían al evento metamórfico, mientras que las edades cercanas a 60 Ma podrían reflejar el evento colisional del Complejo Arquía, que habría acrecionado finalmente estas rocas contra el borde suramericano. Este bloque ha sido denominado Terreno Arquía (Kennan y Pindell, com. escrita, 2007).

Algunos autores (McCourt *et al.*, 1984; Nivia *et al.*, 2006, Gómez *et al.*, 2007) han considerado que las rocas del complejo Arquía son más antiguas, paleozoicas o aún neoproterozoicas. La base para dicha consideración

Tabla 4. Edades radiométricas de metamorfismo del Complejo Arquía

Unidad	Método	Edad	Referencia
Anfibolita del Grupo Arquía	K-Ar hornblenda	$113 \pm 5$ Ma	Restrepo y Toussaint, 1975
Esquisto Bugalagrande	Grupo Isócrona Rb-Sr Roca Total	$123 \pm 12$ Ma	McCourt <i>et al.</i> , 1984
Anfibolitas del Complejo Rosario	K-Ar hornblenda	$94 \pm 12$ a $115 \pm 3$ Ma	McCourt <i>et al.</i> , 1984
Metabasitas Complejo Bolo Azul	K-Ar hornblenda	$62 \pm 2$ a $116 \pm 3$ Ma	McCourt <i>et al.</i> , 1984
Anfibolita del Grupo Arquía	Ar-Ar hornblenda	$62 \pm 1$ a $127 \pm 1,7$ Ma	Restrepo <i>et al.</i> , 2008

parece basarse principalmente en el resultado de una isócrona Rb-Sr, roca total del Batolito de Santa Bárbara presente en la Cordillera Central, al oriente de La Florida, Valle (latitud 4° N), y que intruye a las rocas del Complejo Cajamarca y a las del Complejo Arquía. De dicho cuerpo se obtuvo una isócrona de  $211 \pm 51$  Ma (Mc Court *et al.*, 1984). Sin embargo, hay que anotar que los cocientes isotópicos obtenidos fluctúan entre rangos muy pequeños, de 0,161 a 0,375 en  $87\text{Rb}/86\text{Sr}$ , y de 0,70520 a 0,70593 en  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ , por lo que podrían reflejar otros fenómenos, tales como la asimilación de rocas encajantes, en cuyo caso las rocas no tendrían los mismos valores iniciales de  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ , invalidando el concepto de isócrona, o bien que son rocas muy jóvenes, razón por la cual la generación de material radiogénico es poca. Además, si se recalcula la edad del cuerpo con el método Isoplot 3 de Ludwig (2003) tomando los 18 puntos reportados, se obtiene una edad de  $119 \pm 110$  Ma, lo que muestra la fragilidad de los datos (Restrepo *et al.*, 2009). Adicionalmente, las demás dataciones del cuerpo por otros métodos han dado edades cretáceas tardías o paleógenas (Mc Court *et al.*, 1984; Restrepo-Pace, 1995). Se requieren dataciones de este cuerpo por otros métodos para poder precisar su edad. De todos modos, el hecho de que la conjunción de las muy importantes Fallas San Jerónimo y Silvia-Pijao corte el cuerpo, prácticamente sin desplazarlo, según el mapa de Gómez *et al.*, (2007), apoya una edad joven para el cuerpo.

Argumentos adicionales que se mencionan para asignar una edad Precretácea para el complejo (Nivia *et al.*, 2006) se basan en considerar que rocas de edades triásicas, pero que no tienen una relación directa y comprobada con el Complejo Arquía, como el Stock de Amagá, indicarían que el complejo es Precretáceo. Como se discutió arriba, estas rocas parecen corresponder a otro terreno y, por lo tanto, no se pueden utilizar para definir la edad del Arquía.

Un punto que queda por definir es la pertenencia o no de incluir en el Complejo Arquía a las metamórfitas de alta presión, como las de Pijao-Barragán y Jambaló. Aunque Maya y González (1995) las discuten en el aparte del Complejo Arquía, no las incluyen explícitamente en él y, según González (com. oral, 2009), ellos no consideraron que las rocas de alta presión pertenecieran al Arquía. De acuerdo con esto, y dentro de un concepto de megaunidades en la Cordillera Central, habría que pensar que hay uno o dos bloques de rocas de alta presión a los cuales se debe nombrar. De acuerdo con dataciones Ar-Ar encontradas en fengitas de esquistos azules (Ver tabla 5), Bustamante (2008) encuentra dos grupos de edades. Mientras que las de la parte norte, Pijao y Barragán, dan edades cercanas a 120 Ma, similares a las de Arquía, las de Jambaló dan edades entre 54 y 83 Ma, que coinciden con dos de los intervalos de calentamiento de la muestra de Arquía, datada por Ar-Ar, mencionada arriba. De todos

Tabla 5. Edades radiométricas de metamorfismo de alta presión

Unidad	Método	Edad	Referencia
Metamorfitas de Alta P Barragán	K-Ar hornblenda	$117 \pm 6$ a $125 \pm 10$ Ma	McCourt <i>et al.</i> , 1984
Metamorfitas de alto grado Pijao	K-Ar hornblenda	$110 \pm 3$ Ma	McCourt <i>et al.</i> , 1984
Eclogita de Pijao	K-Ar hornblenda	$110 \pm 10$ Ma	Toussaint y Restrepo, 1978
Esquisto de glaucófana de Barragán	Ar-Ar fengita	$119,4 \pm 3,8$ a $120,8 \pm 0,3$ Ma	Bustamante, 2008
Esquisto glaucofánico de Jambaló	K-Ar fengita	$125 \pm 15$ Ma	Orrego <i>et al.</i> , 1980
Esquisto glaucofánico de Jambaló	K-Ar anfíbol	$104 \pm 14$ Ma	De Souza <i>et al.</i> , 1984
Esquisto glaucofánico de Jambaló	Ar-Ar fengita	$54,5 \pm 1,6$ a $83,1 \pm 10,6$ Ma	Bustamante, 2008

modos, tratándose de datación de fengitas es el enfriamiento consiguiente a la y no la formación del metamorfismo de alta presión

## 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de los resultados anteriores lleva a plantear que realmente el basamento de la Cordillera Central es más complejo de lo indicado inicialmente por Restrepo y Toussaint (1988). Además de los terrenos Chibcha (Precámbrico) y Tahamí (con metamorfismo Triásico), existe la posibilidad de que haya otros terrenos como los de Anacona, Panzenú, Amagá-Sinifaná, Heliconia, Arquía y Quebradagrande. Por el momento, no se conoce con precisión el sitio en donde se formaron dichos terrenos ni cómo llegaron a su emplazamiento actual, aunque para el caso de los terrenos Tahamí, Quebradagrande y Arquía, Kennan y Pindell (com. escrita, 2007 y 2009) indican una procedencia desde el sur, en Ecuador o norte de Perú, y un emplazamiento causado por el movimiento hacia el NE de la placa Caribe.

Si estas apreciaciones fueran ciertas, la división en provincias que han hecho Gómez *et al.* (2007) no tendría mucha justificación. La unión de los que aquí se denominan terrenos Chibcha, Tahamí, Anacona y Panzenú en una sola provincia continental mesoproterozoica no tendría sustento ni geocronológico, ni evolutivo. Más bien debe mirarse a la Cordillera Central, al occidente de Otú-Palestina-Pericos, como un mosaico de bloques Fanerozoicos.

Igualmente, el incluir los terrenos Amagá-Sinifaná y Arquía en una sola provincia de edad Proterozoica (?) tampoco tiene sustento. Es claro que parte del Amagá-Sinifaná indudablemente es Paleozoico, mientras que hasta la fecha, para el Arquía, todo parece indicar un metamorfismo Cretáceo.

De otro lado, el hecho de que en el Terreno Tahamí las edades confiables de metamorfismo sean Triásicas arroja importantes consecuencias para el momento y el sitio del metamorfismo. En algunos modelos (Vinasco *et al.*, 2006, Cardona *et al.*, 2006) el terreno Tahamí se

considera formado por la colisión entre Norte y Sur América durante la orogenia Allegheniana, Carbonífera a Pérmica, y en una posición al NE de la actual, entre Venezuela y la Florida. Sin embargo, las edades triásicas de metamorfismo se deben interpretar como debidas a una orogenia posterior a la que formó a Pangea. Si esto es válido, las rocas del terreno Tahamí se habrían formado en una orogenia del margen continental de Pangea durante el Triásico, tal vez junto con rocas situadas hoy en día en Ecuador y Perú, como proponen Cardona *et al.*, (2008), haciendo estos terrenos parte del orógeno de Terra Australis (Cawood, 2005) de la margen paleopacífica.

En cuanto a los complejos, es un hecho que las megaunidades o complejos definidos inicialmente por Maya y González (1995) se han convertido en unos paradigmas en la geología colombiana, aunque tal vez requieran de algunos ajustes y adiciones. Sin el desarrollo tan extenso, como los anteriores unidades, se podría considerar la presencia de los complejos siguientes: Puquí, en el terreno Panzenú; Caldas, en el terreno Anacona, y Sinifaná, en el Amagá-Sinifaná, así como las de Pijao-Barragán y Jambaló, para las rocas de alta presión.

De otro lado, la reciente definición del Complejo El Retiro (Rodríguez *et al.*, 2005, 2008) no parece justificarse, ya que supone que las rocas de bajo grado serían del Complejo Cajamarca, y las de alto grado de Medellín y El Retiro serían del Complejo El Retiro. En nuestra opinión, una división en complejos no se debe basar sólo en el grado metamórfico, y más cuando parece haber una secuencia continua y gradual entre las rocas de bajo y alto grado (Montes y Restrepo, 2003)

## 7. CONCLUSIONES

Presuntamente, en la Cordillera Central, de oriente a occidente, se encuentran los siguientes terrenos tectonoestratigráficos: Chibcha, Tahamí, Anacona, Quebradagrande, Amagá-Sinifaná, Heliconia (?), Arquía y Calima y, adicionalmente, en la parte norte, aparece el terreno Panzenú. Algunos de estos terrenos justifican el uso de megaunidades como complejos, entre los cuales estarían los de Caldas, Sinifaná, Pijao-Barragán y Jambaló. De otro lado, no se encuentra justificación para la existencia del Complejo El Retiro.

La distribución y edad de los terrenos no apoya el uso de una provincia mesoproterozoica para incluir la mayor parte de las cordilleras Oriental y Central. Igualmente, la provincia Neoproterozoica(?) de Arquía parece haber incluido rocas de al menos dos terrenos, con orígenes muy diferentes. El Complejo Arquía, redefinido, parece tener un metamorfismo de edad Cretácea, mientras que eventos ígneos o metamórficos premesozoicos, a la fecha no se han podido demostrar para estas rocas.

## 8. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es el resultado de las investigaciones adelantadas por el grupo GEMMA, de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

## 9. REFERENCIAS

- Bustamante, A. (2008) Geobarometría, geoquímica, geocronología e evolução tectônica das rochas de fácies xisto azul nas áreas de Jambaló (Cauca) e Barragán (Valle del Cauca), Colômbia. Tesis de doctorado, Instituto de Geociências, Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil, 179 p.
- Cawood, P. A. (2005). Terra Australis Orogen: Rodinia breakup and development of the Pacific and Iapetus margins of Gondwana during the Neoproterozoic and Paleozoic. *The Journal of Geology*, Vol. 117, pp. 285-305
- Cardona, A.; Cordani, U. G., and MacDonald, W. D. (2006). Tectonic correlations of pre-mesozoic crust from the northern termination of the Colombian Andes, Caribbean region. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 21(4), pp 337-354
- Cardona, A.; Cordani, U. G., and Nutran, A. P. (2008). U-Pb SHRIMP zircon, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology and Nd isotopes from granitoid rocks of the Illescas Massif, Peru: a southern extension of a fragmented Late Paleozoic orogen?. VI South American Symposium on Isotope Geology, Proceedings, Abstracts p. 78, Bariloche, Argentina
- Cediel, F.; Shaw, R. P., and Cáceres, C. (2003). Tectonic assembly of the northern Andean block. En Bartolini, C.; Buffler, R.T., and Blickwede, J. (Eds.) *The Circum-Gulf of Mexico and Caribbean: Hydrocarbon habitats, basin formation and plate tectonics*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 79, pp. 815-848.
- Cordani, U. G.; Cardona, A.; Jimenez, D. M.; Liu, D., and Nutran, A. P. (2005). Geochronology of Proterozoic basement inliers from the Colombian Andes: tectonic history of remnants from a fragmented Grenville belt. *Geological Society, Special Publication 246*, pp. 329-46, Londres.
- Correa, A. M. y Martens, U. (2000). Caracterización geológica de las anfibolitas de los alrededores de Medellín. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas. Medellín, pp 1-363
- Etayo, F. *et al.* (1986). Mapa de terrenos geológicos de Colombia. *Publicación Geológica Especial*. Ingeominas. 14 (I): pp. 1-235. Bogotá
- Feininger T.; Barrero D., y Castro N. (1972). Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (sub-zona II-B). *Boletín Geológico, Ingeominas, Bogotá*. Vol. 20 (2): pp. 1-173.
- Gómez, J. *et al.* (2007). Mapa Geológico de Colombia, escala 1:2.800.000, Ingeominas, 2a edición, Bogotá

- González, H. (1980). Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina). Boletín Geológico, Ingeominas, Vol. 23 (1): pp 1-174, Bogotá
- Grosse E. (1926). El Terciario Carbonífero de Antioquia. D. Reimer, Berlín: pp 1-361
- Kennan, L. and Pindell, J. (2009). Dextral shear, terrane accretion and basin formation in the northern Andes: best explained by interaction with a Pacific-derived Caribbean Plate En: James, K.; Lorente, M. A., and Pindell, J. (eds) The geology and evolution of the region between North and South America, Geological Society of London, Special Publication (en prensa). [Versión digital preliminar en 2007] (com. escrita, 2007)
- Ludwig, K. R., 2003. Isoplot 3.00. Berkeley Geochronology Center, Special Publication N° 4, pp. 1-70, Berkeley, California.
- Maya, M. y González, H. (1995). Unidades litodémicas en la Cordillera Central de Colombia. Boletín Geológico, Ingeominas, Vol. 35(2-3), pp. 43-57, Bogotá
- Mc Court, W. J.; Aspden, J. A., and Brook, M. (1984). New geological and geochronological data from the colombian Andes: continental growth by multiple accretion. Journal Geological Society of London. Vol. 141, pp. 831-845. Londres
- Macdonald, W.; Doolan, B., and Cordani, U. (1971). Cretaceous-Early Tertiary metamorphic age values from the South Caribbean. Geological Society of America Bulletin. Vol. 82, pp. 1381-1388.
- Montes, L. F. y Restrepo, J. J. (2005). Relación entre las metamorfitas de alto y bajo grado en el sur del Valle de Aburrá, Antioquia. Bol. Ciencias de la Tierra, Univ. Nacional, Sede de Medellín, N. 17, pp. 9-18, Medellín
- Montoya, D. y Peláez, I. (1993). Ultramafitas y rocas relacionadas de Heliconia, Antioquia. Tesis de grado, Facultad de Minas, Universidad Nacional, Sede Medellín, pp 1-223, Medellín.
- Moreno-Sánchez, M. y Pardo-Trujillo, A. (2002). Historia geológica del Occidente Colombiano. Geo-Eco-Trop, Vol. 26 (2), pp.91-113
- Nivia, A.; Marriner, G. F.; Kerr, A. C., and Tarney, J. (2006). The Quebradagrande Complex: a Lower Cretaceous ensialic marginal basin in the Central Cordillera of the colombian Andes. Journal of South American Earth Sciences, Vol.21, pp. 423-436.
- Ordóñez-Carmona, O. (2001). Caracterização isotópica Rb-Sr e Sm-Nd dos principais eventos magmáticos nos Andes colombianos. Tesis Doctoral, Univ. de Brasilia, pp 1-177
- Ordóñez-Carmona, O. y Pimentel, M. M. (2002). Rb-Sr and Sm-Nd isotopic study of the Puquí complex, colombian Andes. Journal of the South American Earth Sciences Vol. 15, pp. 173-182
- Ordóñez-Carmona, O.; Pimentel, M. M., y Restrepo, J. J. (1999). Rocas grenvillianas en la región de Puerto Berrío, Antioquia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, Vol. 23 (87), pp 225-232
- Ordóñez-Carmona, O.; Restrepo, J. J., and Pimentel, M. M., (2006). Geochronological and isotopic review of pre-Devonian crustal basement of the colombian Andes. Journal of South American Earth Sciences Vol. 21, pp 372-382.
- Restrepo, J. J. (2008). Obducción y metamorfismo de ofiolitas triásicas en el flanco occidental del Terreno Tahamí, Cordillera Central de Colombia. Boletín de Ciencias de la Tierra Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, N° 22, pp. 49-100
- Restrepo, J. J. y Toussaint, J. F. (1976). Edades radiométricas de algunas rocas de Antioquia, Colombia. Publicación Especial Geología. Universidad Nacional de Colombia, Medellín N° 12: pp1-11
- Restrepo, J.J. y Toussaint, J. F. (1984). Unidades litológicas de los alrededores de Medellín. En: Primera Conferencia sobre Riesgos Geológicos del Valle de Aburrá. Memorias, pp. 1-26.
- Restrepo, J. J. and Toussaint, J. F. (1988). Terranes and continental accretion in the colombian Andes. Episodes, Vol. 7 (3), pp. 189-193.
- Restrepo, J. J.; Toussaint, J. F.; González, H.; Cordani, U.; Kawashita, K.; Linares, E., y Parica, C. (1991). Precisiones geocronológicas sobre el occidente colombiano. En: Simposio sobre magmatismo andino y su marco tectónico. Memorias, Tomo I., pp. 1-22, Manizales
- Restrepo, J. J.; Frantz, J. C.; Ordoñez-Carmona, O.; Correa, A. M.; Martens, U., y Chamale, F. (2007). Edad Triásica de formación de la Ofiolita de Aburrá, flanco occidental de la Cordillera Central. X Congreso Colombiano de Geología, Memorias. Bucaramanga.
- Restrepo, J. J.; Dunlap, W. J.; Martens, U.; Ordoñez-Carmona, O., and Correa, A. M. (2008). Ar-Ar ages of amphibolites from the Central Cordillera of Colombia and their implications for tectonostratigraphic terrane evolution in the northwestern Andes. VI South American Symposium on Isotope Geology. Proceedings. (CD), pp. 1-6. Bariloche, Argentina
- Restrepo, J. J.; Ordóñez-Carmona, O., and Moreno, M. (2009). A comment on "The Quebradagrande Complex: a Lower Cretaceous ensialic marginal basin in the Central Cordillera of the colombian Andes by Nivia *et al.* [Journal of South American Earth Sciences 21, 423-436]". Journal of South American Earth Sciences (en prensa)
- Restrepo-Pace, A. (1995). Late Precambrian to Early Mesozoic tectonic evolution of the colombian Andes, based on new geochronological, geochemical and isotopic data. Ph.D. Thesis, University of Arizona. pp. 195., Tucson, Arizona
- Restrepo-Pace, P. A.; Ruiz, J.; Gehrels, G., and Cosca, M. (1997). Geochronology and Nd isotopic data of Grenville-age rocks in the colombian Andes: new constraints for Late Proterozoic-Early Paleozoic

- paleocontinental reconstructions of the Americas. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 150, pp. 427-441.
- Rodríguez, G.; González, H., y Zapata, G. (2005). *Geología de la plancha 147*, Medellín Oriental, Departamento de Antioquia. Ingeominas. 303 p.
- Rodríguez, G.; González, H., y Zapata, G. (2008). Complejo El Retiro, Cordillera Central, Colombia. *Boletín Ciencias de la Tierra*, Universidad Nacional, Sede de Medellín. N° 22, pp. 101-121, Medellín
- Vinasco, C. J. (2001). A utilização da metodologia  $^{40}\text{Ar} - ^{39}\text{Ar}$  para o estudo de reativações tectônicas em zonas de cisalhamento. Tesis de maestría. Instituto de Geociências, Universidad de São Paulo, pp 1-85, São Paulo, Brasil
- Vinasco, C. J.; Cordani, U. G.; González, H.; Weber, M., and Peláez, C. (2006). Geochronological, isotopic, and geochemical data from Permo-Triassic granitic gneisses and granitoids of the Colombian Central Andes. *Journal of South American Earth Sciences*. Vol. 21 (4), pp. 355-371
- Vinasco, C. J.; Weber, M.; Giraldo, M. I.; García, D., y Cordani, U. G. (2008). Comunicación escrita como Presentación de Diapositivas (By Microsoft® Power Point®) "Margen Acreecionaria en la parte septentrional de la Cordillera Central de Colombia" En *Memorias VIII Semana Técnica de la Geología*, Medellín, Septiembre 2008 (CD).