

# GEOLOGÍA DE LOS MÁRMOLES DE LA CONCESIÓN MINERA RIOCLARO DE SUMICOL S.A.

*Jorge Iván Tobón<sup>1</sup>, Edier Vicente Aristizábal<sup>1</sup> e Iván Dario Arango<sup>2</sup>*

*1. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente, Facultad de Minas,*

*Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*

*2. Sumicol S.A.*

*jitobon@unalmed.edu.co*

Recibido para evaluación: 19 de Marzo de 2003 / Aceptación: 06 de Noviembre de 2003 / Recibida versión final: ----- de Noviembre de 2003

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado dentro de los límites de la Concesión Minera Río Claro de SUMICOL S.A., en un área de 9 km<sup>2</sup>, localizada al Sureste del Departamento de Antioquia en el flanco oriental de la Cordillera Central.

Como resultado de las observaciones de campo, los análisis petrográficos, geoquímicos, estructurales y litológicos realizados por los autores se propone el siguiente modelo geológico: Los mármoles de la Concesión Río Claro, considerados de edad Paleozoica, se originaron por deposición primaria bajo un ambiente transicional, precipitándose hacia el oriente de la cuenca minerales ricos en calcio con bajos aportes continentales, a diferencia de la margen occidental, donde debido a variaciones temporales y fisiográficas de la paleocuenca se originaron intercalaciones de cuerpos calcáreos, dolomíticos y cuarcíticos. Estos materiales posteriormente fueron afectados por eventos tectometamórficos durante el Paleozoico y por el Sistema de Fallas Palestina en el Cretáceo, desplazando los mármoles de alta pureza, localizados inicialmente al oriente, hacia el suroeste por medio de la traza principal de la falla. Se destacan como principales evidencias el alto contenido de óxido de calcio y la notable diferencia composicional entre los materiales calcáreos limitados por la zona de falla Palestina dentro del área de estudio, en los cuales al sur de dicha estructura los mármoles presentan características de alta pureza con contenidos de CaCO<sub>3</sub> superiores al 98% y de óxidos inferiores al 0.52%, cuando de acuerdo con el modelo geológico regional este material debería estar en la parte oriental de la franja de mármol.

**PALABRAS CLAVES:** Mármoles, Río Claro, Cordillera Central, Falla Palestina.

## ABSTRACT

This work was made inside the boundaries of the Rio Claro Mining Concession of SUMICOL S.A., in an area of 9km<sup>2</sup>, located at the Southeast of the Antioquia Department in the eastern flank of the Central Cordillera.

As result of the field observations and petrographic, geochemical, structural and lithologies analyzes made by the authors, we propose the follow geological model: The marbles of the Rioclaro Mining Concession, which are considered to be Paleozoic, were formed by primary deposition under a transitional environment. In the east part of the basin rich minerals in calcium with low continental contribution were deposited, while in the west part, due to temporaries and physiographic variations of the paleobasin, intercalations of calcareous, dolomitic and quarzitic bodies were formed. These materials were subsequently affected by tectometamorphic events during the Paleozoic and by the Palestina's fault system in the Cretaceous, moving the highly pure marbles, initially located on the east, to the southwest by the principal trace of Palestina's fault. The principal evidences are the large amount of calcium oxide and the compositional difference between the calcareous materials limited by the Palestina's fault inside the study area. In the south of such an structure there were found highly pure marbles with amounts of CaCO<sub>3</sub> above 98% and oxides below 0.52%, while according to the regional geological model these materials should be on the east side of the marble body.

**KEYWORDS:** Marbles, Río Claro, Cordillera Central, Palestina's Fault.

## 1. Introducción

Suministros de Colombia S.A., SUMICOL, en la Concesión Río Claro lleva a cabo la explotación a cielo abierto de un cuerpo de mármol para su posterior beneficio y utilización en la industria cerámica. Debido a las necesidades actuales de la empresa y la importancia de los minerales industriales en el desarrollo del país se formuló un proyecto de investigación que permitiera la caracterización geológica, estructural, geomorfológica, petrográfica y geoquímica de los cuerpos calcáreos presentes en el área de la concesión minera que condujera a un mejor entendimiento del depósito en aras de facilitar la prospección de nuevos materiales y de una explotación más eficiente del yacimiento. Este documento hace parte de los resultados obtenidos durante su ejecución.

La zona de estudio se encuentra en la unidad fisiográfica denominada Valle del Río Claro, perteneciente a la cuenca del Magdalena, localizada en el extremo sureste del Departamento de Antioquia en jurisdicción de los municipios de Sonsón, San Francisco, San Luis y Puerto Triunfo, a 160Km de Medellín, en el flanco oriental de la Cordillera Central, y comunicada a través de la autopista Medellín – Bogotá con el norte y centro del país (Figura 1). El área, aproximadamente de 9 Km<sup>2</sup>, se encuentra en las planchas topográficas 168-II-C1 y 168-II-C3, escala 1:10.000, de CORNARE. Corresponde al piso cálido muy húmedo con temperatura promedio de 24°C y precipitaciones medias entre 4.000 mm y 5.000 mm anuales.

Regionalmente el área de estudio se caracteriza por la presencia de rocas metamórficas cuyas edades y origen han sido discutidas ampliamente por numerosos autores, sobresalen los estudios de Feininger y otros (1972) el cual las denomina como "Rocas Metamórficas de la Cordillera Central", posteriormente Toussaint y Restrepo (1982) basados en isócronas Rb/Sr determinan al menos dos eventos tectometamórficos sufridos por estas rocas durante el Paleozoico denominándolas "Complejo Polimetamórfico de la Cordillera Central". Finalmente Ingeominas (1988), gracias al estudio geológico detallado realizado por Cossio y Viana (1986), determinan que el trayecto comprendido desde el río Samaná hasta Doradal corresponde a la sección de referencia del Complejo Cajamarca.

## 2. GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente las rocas calcáreas de la región son caracterizadas como un paisaje tipo "*kegelkarst*" (Hernández y Vélez, 1988), debido a que predominan los kegels (colinas o cerros pepinos), cubiertos por una vegetación alta y espesa de bosques muy húmedos (Figura 2).

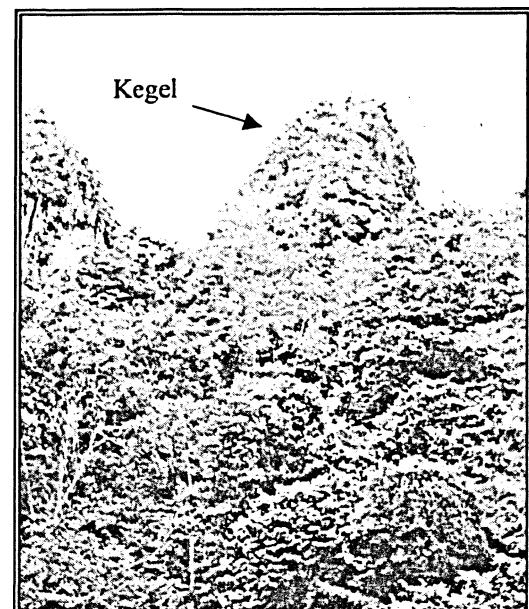
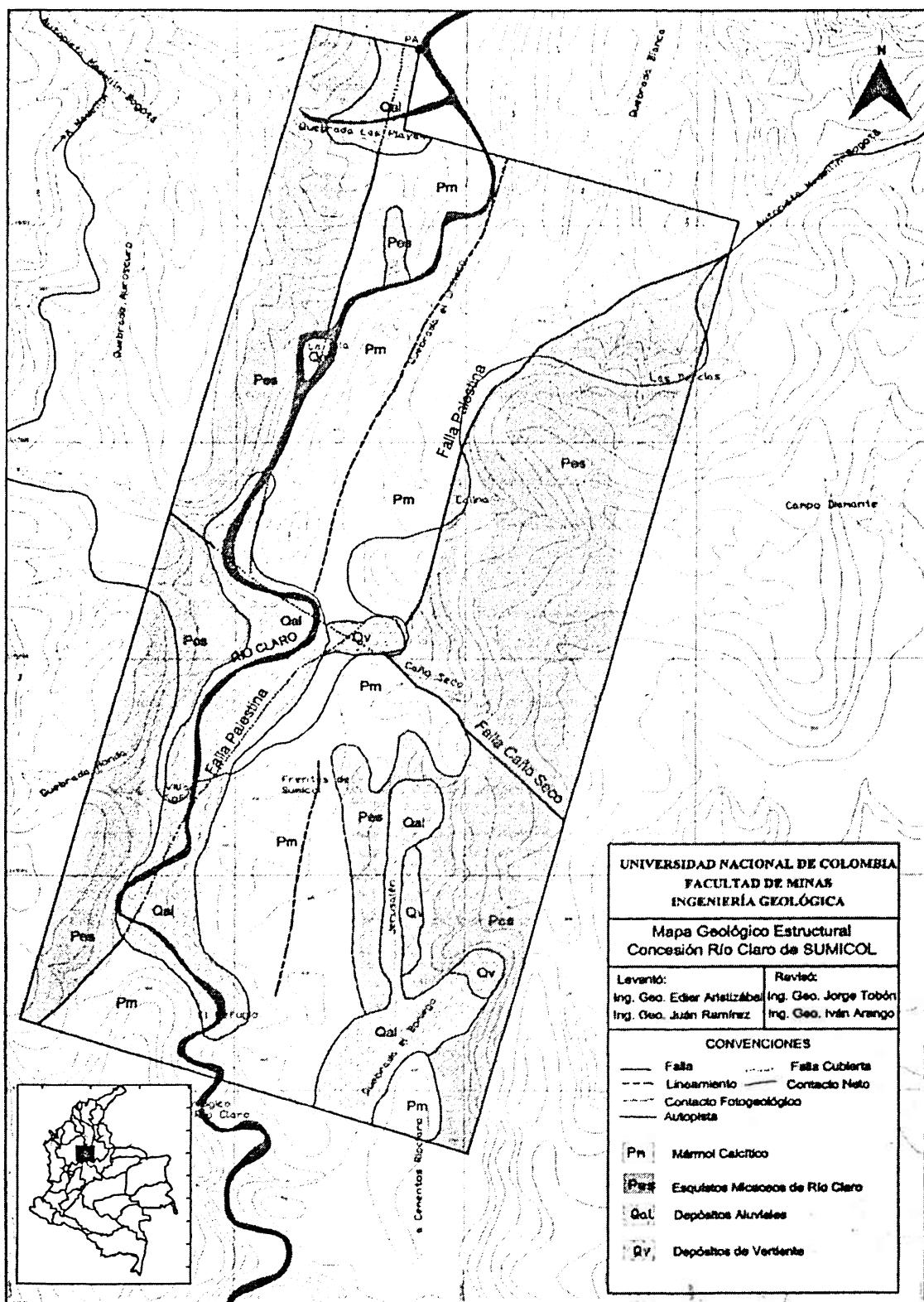


FIGURA 2.  
Kegels, colinas o cerros pepinos



Localmente los mármoles de Río Claro se diferenciaron en un conjunto de subunidades relacionadas genéticamente de la siguiente manera.

**Subunidad de cerros irregulares.** Presenta colinas irregulares con filos anchos y serpenteados y alturas menores a 300 m.s.n.m. Los valles formados son relativamente amplios, con pendientes suaves, menores de 20°. La vegetación arbustiva es escasa, predominando rastrojos altos.

**Subunidad de cerros bajos.** Son cerros bajos y aislados en forma cónica y alturas que alcanzan los 300 m.s.n.m. con pendientes moderadas a fuertes entre 20° y 40° de forma convexa y vegetación espesa.

**Subunidad de cerros altos.** Son cerros de rocas calcáreas que presentan una base común y que alcanzan los 450 m.s.n.m. de altura, con filos largos y sinuosos al norte e irregulares al sur. Presenta vertientes fuertes con abundante vegetación y cortes verticales formados en roca con la presencia de enormes estalactitas.

La dirección de esta unidad se encuentra controlada por las estructuras dominantes en la región N-S.

### 3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Regionalmente el rasgo estructural más importante lo constituyen las grandes fallas de rumbo ubicadas entre el Batolito Antioqueño y el Valle del Río Magdalena, caracterizadas por presentar buena expresión topográfica especialmente cañones rectos profundos en forma de "V", de dirección general entre N20°E y N20°W, denominadas por Feininger (1970) como Sistema de Fallas Plaestina, donde se destacan las fallas de Palestina, Cocorná Sur, El Mulato y Jetudo, genéticamente relacionadas y contemporáneas, tanto de movimientos sinistrales como dextrales.

Para la traza principal del sistema, denominada Palestina, Feininger y otros (1972), determinan un desplazamiento lateral derecho y le asigna una edad al movimiento de Post Albiano-Aptiano.

Posteriormente Cossio y Viana (1986) teniendo en cuenta factores como los plegamientos métricos a kilométricos al este del Río Claro, la tendencia general del buzamiento hacia el este en ambos lados de la falla, y los desplazamientos laterales que no permitan la secuencia metamórfica, proponen la presencia de un sinclinal regional donde el mármol ocuparía la parte central de la estructura.

Localmente, afectando los Mármoles de Río Claro se cartografiaron las siguientes estructuras (Figura 1):

**Zona de Falla Palestina.** Esta falla corta diagonalmente la unidad de mármoles, con un movimiento dextral aparente en la zona de 3 km, el cual afecta intensamente dichas rocas. La principal estructura cartografiada perteneciente a este sistema y se puede apreciar bien en la Quebrada La Mulata, donde se observa la roca triturada con material arcilloso, brechas de mármol y lisos de falla, con planos N20°E.

Es considerada en este estudio como el ramal principal de la falla Palestina, a la cual Feininger (1970) le asigna un movimiento dextral, comprobado en el presente estudio por datos petrográficos y geoquímicos de elementos mayores.

Al noroccidente de la zona se presenta una falla satélite del Sistema Palestina, con tendencia NE y sin desplazamiento aparente asociado, marcando el contacto fallado entre los Esquistos Cuarzo-Micáceos y Mármoles de Río Claro.

**Falla Caño Seco.** Corta la parte central del área con una tendencia aproximada E-W, y movimiento aparente dextral, que desplaza la traza principal del Sistemas de Fallas Palestina aproximadamente 200 m.

## 4. LITOLOGÍA

Localmente en la zona afloran los Esquistos Cuarzo – Micáceos del Río Claro (Cossio y Viana, 1986) como respaldo, hacia ambos flancos, de los cuerpos calcáreos (Figura 1). Caracterizados como de grano medio, brillo sedoso, untuosos e intensamente meteorizados; con bandas milimétricas de cuarzo intercaladas con biotita y moscovita. Generalmente presentan textura polifásica marcada por una segunda foliación paralela a los ejes de los micropliegues. En sección delgada estos esquistos presentan textura foliada lepidoblástica y minerales accesorios como clorita, pirita, circón, trazas de ilmenita y materia carbonosa asociada a la biotita.

Se cartografiaron además un pequeño cuerpo pegmatítico intruyendo la unidad de mármoles, y amplios depósitos aluviales formados por el Río Claro con diferentes niveles de terrazas que en algunos sectores alcanzan los 400 m de extensión (Figura 1).

Con una área aproximada de 5km<sup>2</sup>, los Mármoles de Río Claro representan el cuerpo de mayor extensión e importancia en la Concesión, presentándose en forma alargada con dirección N-S, lo cual también es característico a escala regional

Las principales estructuras observadas, al nivel de afloramiento, en la unidad de mármoles son bandas, pliegues y diaclasas. Las bandas se refieren a variaciones en el tamaño de grano, color y aumento de sílice, con intercalaciones de cuarzo y materia orgánica, que alcanzan los 3 m. Los pliegues son de orden decimétrico hasta métrico marcados por las intercalaciones de cuarcitas las cuales sobresalen por disolución del mármol.

Se observan diferentes familias de discontinuidades tipo diaclasas muy abiertas (>16mm), sin relleno, persistencia media (3-10m) y rugosidad planar modificadas por procesos de disolución que actúan intensamente sobre dichos discontinuidades. Con tendencia dominantes E-W/subverticales, N30°W/45°NE, N60°E/85°S.

En muestra de mano se diferencian dos clases de mármol, limitados por la traza principal del Sistema Palestina y caracterizados de la siguiente manera: los mármoles al norte de la falla son de color gris a gris oscuro, con tamaño de grano medio a grueso, leve orientación, texturalmente heterogéneos y localmente brillo adamantino, mientras que al sur de la falla son de color gris claro a blanco, grano fino a criptocristalino, texturalmente muy homogéneos y brillo vítreo a lustre.

## 5. PETROGRAFÍA

En sección delgada los mármoles están compuestos por calcita, cuarzo, biotita, moscovita, clorita, anfíboles, pirita y trazas de opacos. La textura general es granoblástica con evidencias de metamorfismo dinámico como cristales elongados, textura mortero y maclas dobladas, sobreimpuesto al metamorfismo regional que dio lugar a estas rocas, donde las deformaciones dúctiles predominan sobre las frágiles, por lo que se denominaron petrográficamente mármoles miloníticos (Figura 3).

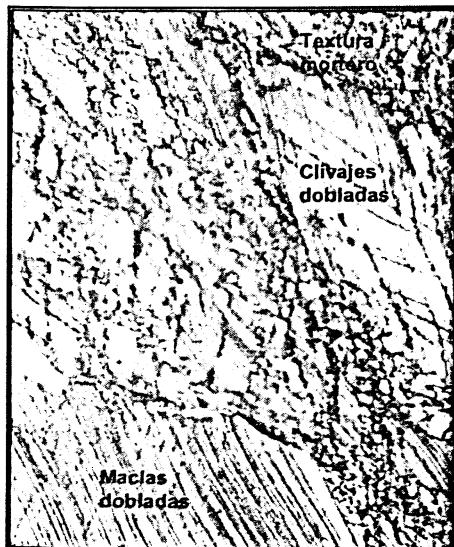


FIGURA 3.  
Mármol milonítico en sección delgada. MJE 60 sin NX. 32X.

La calcita se presenta en cristales xenoblásticos con maclas polisintéticas y clivaje romboédrico, el cuarzo aparece en bandas lenticulares y matriz calcárea remobilizada, la moscovita y clorita es retrograda según biotita, en forma de cristales tabulares subidioblásticos de color verde pálido.

## 6. GEOQUÍMICA

Los análisis geoquímicos de elementos mayores se realizaron en los laboratorios químicos de Sumicol S.A., con el equipo de Fluorescencia de Rayos X Philips PW-2400, donde se determinaron contenidos de  $MgO$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , para un total de 34 muestras, seleccionadas luego de un muestreo sistemático que cubrió toda el área de la Concesión.

Los resultados generales obtenidos caracterizan los materiales como un mármol calcáreo de alta pureza con bajos contenidos de magnesio, hierro y alúmina, y valores altos de sílice al noroccidente. Sin embargo, en la distribución de los valores se diferencian claramente dos tendencias geoquímicas, limitadas estructuralmente por el Sistema de Falla Palestina, denominadas fisiográficamente en este trabajo como Bloque Norte y Bloque Sur de acuerdo a su posición geográfica con respecto a la falla.

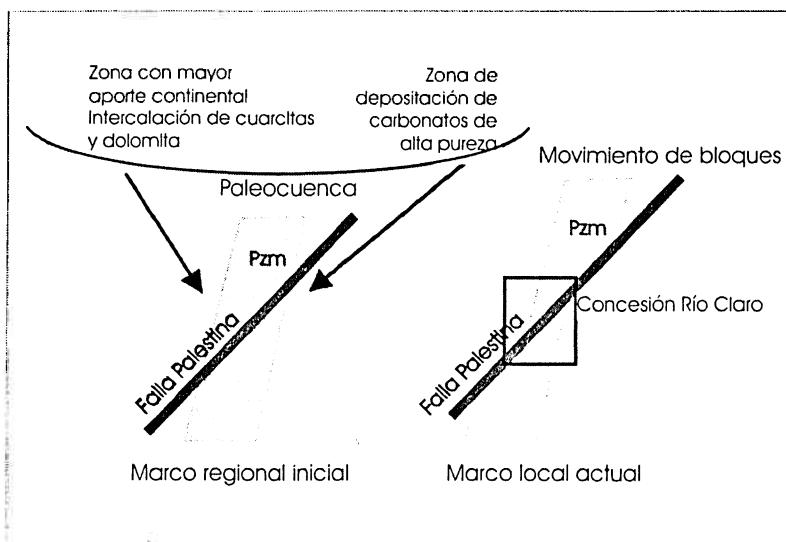
El Bloque Norte presenta altos contenidos de  $CaCO_3$  con promedios de 90.06% que corresponden a 50.06% de  $CaO$ , valores relativamente altos de magnesio entre 7.5 – 0.32% con promedio de 1.55%, la sílice se encuentra alrededor de 5.78% y el óxido de hierro de 0.05%.

El Bloque Sur se caracteriza por altos contenidos de  $CaCO_3$  con promedio de 98.9% que corresponden a 55.6% de  $CaO$ , y bajos en los demás óxidos:  $MgO$ : 0.41%,  $SiO_2$ : 0.24% y  $Fe_2O_3$ : 0.01%.

## 7. MODELO GEOLÓGICO DEL ÁREA

En el ámbito regional los geólogos de empresas como Cementos Rioclaro S.A., Sumicol S.A., Coloidales S.A. y Cementos del Nare, todos explotando la misma faja de mármol, han encontrado que los mármoles de más alta pureza se concentran en la parte oriental del cuerpo calcáreo y que los mármoles dolomíticos y silíceos están sobre la parte occidental del mismo. Tratando de explicar esto se plantea que los sedimentos que dieron origen a los mármoles del Río Claro corresponden a una secuencia calcárea originada por el levantamiento y erosión del basamento Precámbrico de la Cordillera Central, depositada posiblemente en el Paleozoico, tiempo en el cual hubo las condiciones óptimas para la precipitación de magnesio y calcio intercalados, con variaciones laterales importantes. Esta deposición al oriente se realizó bajo un paleoambiente más profundo y tranquilo con gran aporte de calcio, mientras que al occidente la paleocuenca era de forma irregular y menos profunda con un contribución mayor de sedimentos continentales que permitieron las intercalaciones con cuarcitas, y considerable cantidad de magnesio, que originó en algunos sectores de esta secuencia concentraciones explotables de dolomita.

Para explicar la presencia de mármoles de alta pureza en la parte suroeste de la zona de trabajo se tiene que recurrir a la geología estructural que dice que posterior a la deposición ocurrieron eventos tectometamórficos durante el intervalo Silúrico-Devónico, Cossío y Viana (1986), que originaron dos fases de deformación en los esquistos y mármoles. Durante el Cretáceo tuvo lugar la formación de grandes fallas de rumbo (Feininger 1970), particularmente la Falla Palestina cortando los mármoles y desplazando el Bloque Sur al suroccidente, sitio en el que actualmente se encuentra, anteriormente ubicado más al nororiente zona de deposición de calizas de alta pureza durante el Paleozoico. Finalmente Collins y otros (1981) encuentran evidencias de un desplazamiento cuaternario sinextral con buzamiento hacia el oeste que levantó el Bloque Sur aumentando la erosión del esquisto dejando al descubierto el mármol de forma irregular. En la Figura 4 se puede observar un esquema del modelo evolutivo del área.



**FIGURA 4.**  
Esquema del modelo geológico para el área de Río Claro.

Bajo el modelo geológico regional se pueden implantar criterios de prospección de mármoles dolomíticos y calcíticos de alta pureza, teniendo presente que al occidente se encuentran asociados valores relativamente bajos de óxido de calcio, altos de sílice y concentraciones dolomíticas locales especialmente asociadas con intercalaciones de cuarcita, pirita y wollastonita. Y al oriente, se encuentran mármoles de alta pureza, donde presentan bajos contenidos de sílice, hierro y magnesio.

El criterio de prospección planteado anteriormente, es solamente aplicable luego de un estudio estructural detallado que permita conocer las relaciones de campo locales y determinar los posibles movimientos de bloques calcáreos a través de las fallas de rumbo asociadas al Sistema Palestina, porque podría pasar como en el área de estudio donde la porción de mármol que debería estar en el oriente se encuentra en la parte sur de la Concesión.

## 8. CONCLUSIONES

- Las rocas metamórficas calcáreas de la Concesión Río Claro, consideradas de edad Paleozoica, se originaron por deposición primaria de sedimentos bajo un ambiente transicional, precipitando al oriente de la cuenca minerales ricos en calcio con bajos aportes continentales y al occidente con diferentes variaciones temporales y fisiográficas de la paleocuenca, que originaron intercalaciones de cuerpos calcáreos, dolomíticos y cuarcíticos; que luego durante el Cretáceo, debido a la formación del Sistema de Fallas Palestina, son afectadas intensamente y origina el desplazamiento de los mármoles de alta pureza localizados al oriente, hacia el sureste por medio de la traza de falla principal de Palestina que cruza el área diagonalmente.
- Microscópicamente el mármol presenta evidencias de metamorfismo dinámico sobreimpuesto al metamorfismo regional, evidenciado en cristales de calcita elongados, con maclas deformadas y textura mortero sobre los bordes de los cristales, donde las deformaciones dúctiles predominan sobre las frágiles por lo que se denominaron petrográficamente mármoles miloníticos.
- Como criterios de prospección de mármoles dolomíticos y calcíticos de alta pureza se debe tener en cuenta que al occidente se encuentran asociados valores relativamente bajos de óxido de calcio, altos de sílice y concentraciones dolomíticas locales especialmente asociadas con intercalaciones de cuarcita, pirita y wollastonita. De igual manera la exploración de mármoles de alta pureza se debe realizar al oriente donde se encuentran las mejores calidades con bajos contenidos de sílice, hierro y magnesio.

- Los modelos geológicos siendo válidos en el ámbito regional pueden ser totalmente contrarios cuando se analizan áreas pequeñas, por eso al momento de diseñar campañas de prospección y exploración local o detallada se deben manejar éstos con sumo cuidado.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Castañeda, C. Estudio Geológico de los Mármoles y Rocas Afines Presentes en el Corregimiento el Prodigio, Municipio de San Luis, Departamento de Antioquia. T.D.G. Universidad Nacional. Medellín. 1998.
- Collins, D., Benalcazar, G., Page W. Quarternary Activity on the Palestina Fault Zone, Northwestern Colombia. Revista CIAF. Bogotá. 1981.
- Cossio, U., Viana, R. Geología de la Autopista Medellín Bogotá entre el Río Samaná Norte y Doradal. T.D.G. Universidad Nacional. Medellín. 1986.
- Feinninger, T. The Palestina Fault Colombia. Bulletin of the Geological Society of America, Colorado. Vol 81. 1970.
- Feininger, T. Barrero, G. y Castro, N. Geología de Parte de los Departamentos de Antioquia y Caldas, Subzona IIB. Boletín Geológico. Bogotá. Vol 20, No 2. 1972.
- Gonzales, H. Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina), Boletín Geológico, Vol 23, No 1. Bogotá. 1980.
- Hernández B. del S., Vélez H. Geomorfología de los Mármoles de Río Claro (Departamento de Antioquia). T.D.G. Universidad Nacional. Medellín. 1988.
- Hernandez, J., Jiménez, J. Geología y Aspectos Genéticos del Yacimiento Dolomítico de la Quebrada Pavas, Municipio de San Luis, Departamento de Antioquia. T.D.G. Universidad EAFIT. Medellín. 1989.
- INGEOMINAS. Simposio de la geología regional de la Cordillera Central. 1988.
- Kammer, A. La Falla de Palestina Sobre los Mármoles de Río Claro. Memorias Seminario Gerardo Botero A. 1987.
- Liebens, J. Estudio Geomorfológico del karst de Río Claro, Antioquia. Memorias del Seminario Gerardo Botero A. Medellín. 1987.
- Restrepo, J.J., Toussaint, J.F. Metamorfismo Superpuesto en la Cordillera Central de Colombia. V Congreso Latinoamericano de Geología. Buenos Aires. 1982.
- Rojas, C. Estudio Geológico y Evaluación de Reservas de la Concesión Río Claro. Informe Interno. SUMICOL. 1978.
- Toussaint, J.F., Restrepo J.J. Acresciones Sucesivas en Colombia: un nuevo modelo de evolución geológica. Memorias 5to Congreso Col. Geol. Bucaramanga. 1989.
- Toussaint, J.F., Restrepo, J.J., Cossio, U., Viana, R. Unidades litológicas de la Región Oriental del Megaterreno Central entre el Río Samaná y Doradal (Ant). Memorias Seminario Gerardo Botero. Medellín. 1987.

