

2015

PRESENTACION CONTRATO EGU-103 SAN LUIS – QUIPAMA-BOYACÁ



GILDARDO BAUTISTA ROJAS

CONTRATO DE CONCESION EGU 103

01/01/2015

INTRODUCCIÓN

La Esmeralda de Colombia es la joya más preciada a nivel mundial, aunque su ubicación es algo incierta, existen determinados parámetros que permiten dar una luz a la ubicación del yacimiento. Generalmente las mineralizaciones se encuentran en vetas, que no permiten realizar cálculos exactos para el desarrollo de un único planeamiento minero y económico, entonces se debe plantear diversas alternativas que abarquen los posibles cambios, que se puedan presentar durante la explotación, dadas las condiciones de irregularidad de la mineralización. Sin embargo para lograr el desarrollo sostenible de la explotación, la realización de un adecuado estudio de exploración geológica del área, es lo que permite realmente un éxito en la extracción de la preciada joya.

El presente informe hace parte de una somera exploración geológica del área, permite dilucidar, que tan importante es la exploración geológica, recolección y análisis en el laboratorio de muestras macroscópicas; dicho análisis está encaminado a determinar aquella muestra que pueda dar indicios más precisos de cuál es la mineralización más prometedora a la hora de realizar un planeamiento minero conveniente para el avance de una explotación técnica y racional.

El resultado del análisis mineralógico de muestras macroscópicas y microscópicas en sección delgada, da una idea de cuál de los puntos de extracción de las muestras obtenidas en campo, presentan la mejor mineralización, es decir cuál de ellas presenta Plagioclasa Sódica (Albita) mineral indicador de la presencia de esmeraldas.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✚ Realizar un análisis macroscópico y microscópico en muestras obtenidas en campo en diferentes puntos geográficos como complemento a la exploración geológica del área de estudio.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Recopilar, muestras de mano en la zona de estudio, para determinar la eficacia del contrato de concesión minero CGU-141.
- ✚ Analizar y describir muestras macroscópicas en el laboratorio para determinar la mineralogía presente en ellos.
- ✚ Analizar y describir muestras en sección delgada para determinar las características generales de los minerales presentes en la muestra.
- ✚ Determinar el potencial de concentraciones de albita (esmeraldas) dentro del área del contrato de concesión.
- ✚ Mostrar las labores mineras adelantadas en el área de estudio.

1. METODOLOGÍA

Para desarrollar a cabalidad el presente estudio se planteó el siguiente plan de actividades.

1.1 ESQUEMA METODOLÓGICO

-  Recorrido y exploración geológica – topográfica del área de estudio.
-  Recolección de muestras de mano, con su respectiva ubicación geográfica.
-  Análisis petrográfico de las muestras en laboratorio.
-  Desarrollo y presentación del informe final.

1.2 DESARROLLO METODOLÓGICO

- **Recorrido y exploración geológica – topográfica del área de estudio:** Para el buen desarrollo del estudio, fue necesario un recorrido por el área de estudio, para obtener de primera mano la información de las condiciones topográficas, geológicas y litológicas imperantes en el sector.
- **Recolección de muestras de mano:** En dicho recorrido se tomaron muestras de mano, las cuales revisten importancia por sus características mineralógicas analizadas preliminarmente, cada una de ellas se describió y estableció las coordenadas de su ubicación con la ayuda de un navegador (GPS).
- **Análisis petrográfico de las muestras en el laboratorio:** Allí se establece principalmente cuales son los componentes mineralógicos de la muestra, tanto macroscópicamente como microscópica.
- **Desarrollo y presentación del informe final:** Este incluye información de la exploración geológica y los análisis de laboratorio realizados.

2. GENERALIDADES

2.1 INFORMACIÓN GENERAL

2.1.1 Localización

El municipio de Quípama está ubicado en la cordillera Oriental de los Andes Colombianos, a 204 Km. al Occidente de la capital (Tunja) del Departamento de Boyacá. Hidrográficamente hace parte de la cuenca del Río Minero afluente del Río Magdalena. Limita al norte con el Municipio de Otanche, al Oriente con el Municipio de Muzo, al Occidente con el Municipio de la Victoria y por el Sur con los Municipios de Muzo y la Victoria. Geográficamente se localiza a 5 grados, 32 minutos de latitud Norte y 74 grados, 11 minutos de longitud Este del meridiano de Greenwich. La extensión territorial comprende aproximadamente 18300 hectáreas de las cuales 250 se consideran como urbanas. (Ver Figura 1).

El área de estudio se encuentra ubicada en la vereda San Luis. Referenciada por la Plancha 189-II-D del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). El recorrido establecido se encuentra demarcado por las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas del recorrido.

MUESTRA	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		X	Y
1	Vía San Luis	1106000.000	983000.000
2	Quebrada – Amarilla	1105300.000	983100.000
3	Antena Comcel	1105120.000	983810.000
4	Boca Mina Beraka	1104830.000	982820.000
5	Boca 2	1104320.000	982800.000
6	Boca 3	1105470.000	985300.000

Fuente: Datos de Estudio

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio

2.1.2. Vías De Acceso

El acceso a la vereda San Luis se realiza a lo largo de dos diferentes vías: Una que parte desde Bogotá vía Chiquinquirá - Muzo – El Mango se extiende por 230 Km.; El otro acceso lo ofrece el carreteable que parte de Bogotá vía Pacho - Quípama – El Mango en una longitud de 153 Km. Para llegar al área de estudio se realiza un recorrido aproximado de 1 Km. Atravesando vegetación propia del sector. Ver Foto 1.



Foto 1. Camino empleado para el acceso al área de estudio

2.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE FÍSICO

A continuación se realiza una breve descripción de los factores más relevantes del ambiente físico.

2.2.1 Topografía.

Pendientes acentuadas de (80% - 170%) con cambios bruscos de altura que pasan de 1000 m aproximadamente en el campamento y los 500 m.s.n.m. en la confluencia de la Caca, con la Quebrada Itoco. Las fuertes pendientes constituyen un limitante serio en el aprovechamiento de las tierras con fines de producción.

2.2.2. Geomorfología

Las rocas aflorantes se encuentran afectadas por procesos denudativos naturales y antrópicos. La zona de estudio corresponde a una serie de cadenas montañosas (ver foto 2) con pendientes que varían desde abruptas hasta muy suaves que integran en parte varios sectores de explotación. Además de los procesos erosivos actuantes como la erosión hídrica superficial, también se presentan áreas con problemas de socavación debido a la acción de la Quebrada La Caco sobre algunas formaciones que se alteran fácilmente debido a su composición litológica.

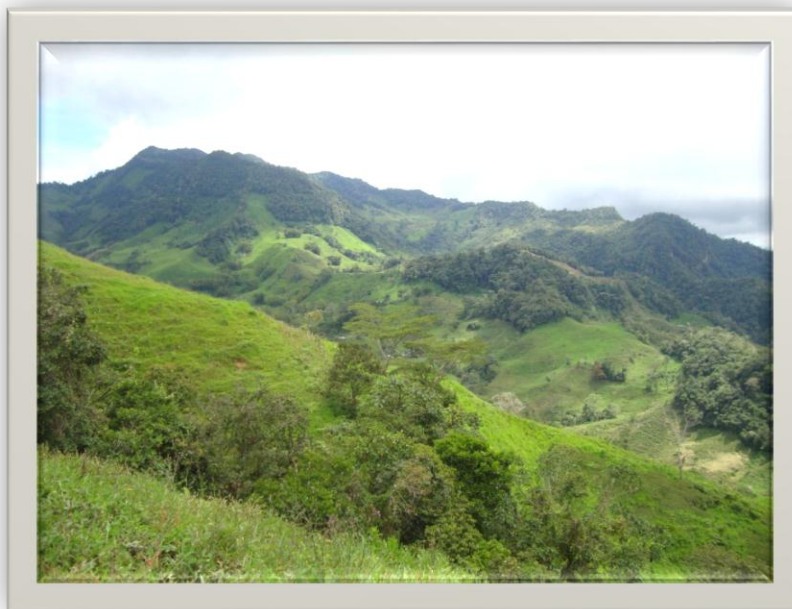


Foto 2. Características geomorfológicas del área.

2.2.3 Clima.

El municipio de Quípama presenta un clima variado en razón a las diferentes altitudes de los accidentes orográficos y a la variación de la precipitación. La región se encuentra con una temperatura media que oscila entre los 18° y 23° grados centígrados. Los meses de mayor temperatura son Septiembre, Agosto, Julio, Junio, Mayo y Marzo. Las Precipitaciones son entre 1000 y 2000 mm, con temporadas de lluvia y sol propias de la zona Ecuatorial, siendo los meses de Julio y Octubre los de mayor precipitación.

2.2.4 Hidrografía.

En el municipio de Quípama la red Hídrica es muy rica, existen aproximadamente 222 cursos de agua de distinto orden, con una longitud de 235 Km.

La zona de estudio pertenece a la subcuenca del Río Minero, siendo la corriente dominante del área la subcuenca secundaria Quebrada Desaguadero con 2.303,750 hectáreas, con tributarios permanentes todo el año como la quebrada las Pavas, Quebrada la Caco y quebrada Ramal que excavan vertientes en forma de ve (V) con flancos abruptos y estrechos y con caídas que alcanzan varias decenas de metros.

La Quebrada Itoco forma parte del límite geográfico entre los municipios de Quípama y Muzo, la presencia del relieve escarpado de Macanal, hace que las corrientes descendan desde esta área para finalmente dejar sus aguas a este importante drenaje. Dicha corriente fluye de manera consecuente con la posición estructural de las rocas allí presentes, dando lugar a cauces profundos por efecto de socavación vertical. La totalidad del curso de la corriente se encuentra conformada por secuencias de lutitas de la formación la Paja.

Hacia la parte media de la microcuenca se origina una excesiva sedimentación en su cauce, debido principalmente a la explotación de esmeraldas; entre los afluentes que a ella llegan se encuentra la quebrada el (Ver foto 3), que atraviesa el área de estudio en sentido W – E, se caracteriza por ser una corriente con características torrenciales, lo cual se observa a todo lo largo de su recorrido donde se pueden observar el material que arrastra desde la parte alta y que son depositados en las partes relativamente planas.

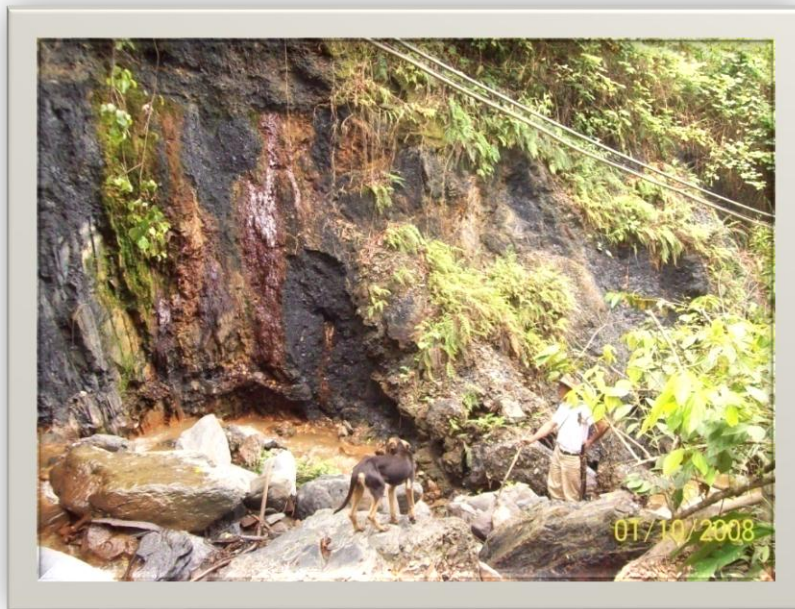


Foto 3. Características topográficas de la quebrada La Caco

2.3 GEOLOGÍA

En la vereda San Luis afloran rocas de edades Cretácico y Cuaternario. Siendo las más frecuentes y las que cubren la mayor área las rocas sedimentarias cretáceas.

2.3.1 Estratigrafía

La estratigrafía se refiere a la agrupación de los diferentes tipos de roca en unidades litológicas que pueden ubicarse dentro de la escala de tiempo geológico. A continuación se efectúa la descripción y clasificación de rocas o conjunto de rocas que por sus características texturales, composicionales y ambiente de formación, se definen como pertenecientes a las denominadas rocas sedimentarias, ordenadas de acuerdo a su distribución en el tiempo geológico, (de la más antigua a la más reciente). Ver Figura 2.

Mesozoico

Las rocas mesozoicas, especialmente Cretácicas ocurren en la mayor parte del territorio de Quípama. Las unidades litológicas de este periodo son esencialmente de carácter sedimentario.

Formación Paja (Kip)

El nombre fue dado por Wheeler, O. C. (inédito), según Morales et al (1958)¹. En el área de San Luis la parte inferior y media de la secuencia sedimentaria, está representado por lutitas negras micáceas, con nódulos arenosos, ligeramente calcáreos, limolitas arenosas, con algunos niveles de areniscas arcillosas y ocasionales estratos de calizas en capas gruesas. La parte superior está compuesta por una alternancia de areniscas arcillosas y cuarzosas y lutitas negras con concreciones. (Ver foto 4).

Depósitos de esmeraldas se extraen en el municipio, exclusivamente de venas de calcita blanca de 4 cm de espesor que cortan arcillolitas negras carbonosas bien estratificadas ricas en piritita, pertenecientes a la Formación Paja, la cual fue depositada en un ambiente marino somero durante el Cretácico Inferior.

Formación Simití (Kis)

Según Morales et. al (1958), los autores de esta formación fueron los geólogos de Intercol (1953)², quienes describieron una secuencia de shales blandos laminados, carbonáceos de color gris a negro. En el área de

¹ Wheeler, O. C. (inédito), según Morales et al (1958).

² Morales et. al (1958), geólogos de Intercol (1953),

Quípama, está constituida por una secuencia sedimentaria de lutitas negras moscovíticas a veces piritosas, con intercalaciones de areniscas arcillosas, de grano medio a fino y capas delgadas de calizas.



Foto 4. Lutitas negras micáceas de la formación Paja (Kip)

Formación Areniscas de Chiquinquirá (Kichi)

Ulloa y Rodríguez (1979)³ establecieron este nombre para designar los estratos arenosos lutíticos que afloran en la carretera Sutamarchán - Chiquinquirá. La Formación Areniscas de Chiquinquirá en el área de Quípama, consta de areniscas cuarzosas de matriz arcillosa, con laminillas de moscovita, de grano fino a medio, grises oscuras a negras, estratificadas en capas muy gruesas de 1 a 2 metros de espesor, con algunos niveles de estratificación media en espesores que varían entre 10 y 20 cms. Estos niveles arenosos están separados por lutitas y limolitas, micáceas, grises oscuras a negras.

Las areniscas de esta formación están compuestas por cuarzo de granos subredondeados y subangulares, como en microcristales que hacen parte del cemento; le siguen en proporción los porcentajes de fragmentos en rocas, principalmente arcillolitas y chert y en menor cantidad micas y feldespatos. Basado en estas características, las areniscas se clasifican como litoarenitas.

Grupo La Palma (Kipa)

³ Ulloa y Rodríguez (1979)

Ulloa y Rodríguez (1994)⁴ proponen el término Grupo La Palma, para representar una secuencia estratigráfica que aflora al NW de Quípama debido a que las formaciones Paja y Simití presentan un cambio lateral de facies, por lo que no se pueden individualizar litológicamente, de manera que la sedimentación sea uniformizada, haciéndose imposible trazar contactos entre unidades litoestratigráficas. Constituido por limolitas, lutitas y arcillolitas grises claras a negras, moscovíticas, con intercalaciones de estratos delgados de areniscas arcillosas, de grano fino, verde oscuras, en capas gruesas hasta de 0.5 m de espesor y esporádicas capas delgadas de arcillolitas calcáreas. El espesor total se estima entre 1200 y 1400 m.

Cuaternario



En la vereda San Luis se pueden diferenciar varios tipos de depósitos cuaternarios, entre los que sobresalen depósitos aluviales y coluviones como depósitos de deslizamientos.

Parte de los materiales provenientes de la erosión de la Cordillera Oriental se han acumulado en cuencas intermontanas, las cuales han surtido una complicada evolución morfológica a partir del terciario tardío y durante el cuaternario.

Depósitos aluviales (Qal)

En la zona oriental del municipio, están asociados con los márgenes de los ríos como el Minero con sus mayores tributarios, las quebradas la Amarilla, Itoco, La Caco, entre otras. Se componen principalmente de arenas, gravas de cuarzo dentro de una matriz areno-arcillosa. (Ver foto 5).

⁴ Ulloa y Rodríguez (1994)

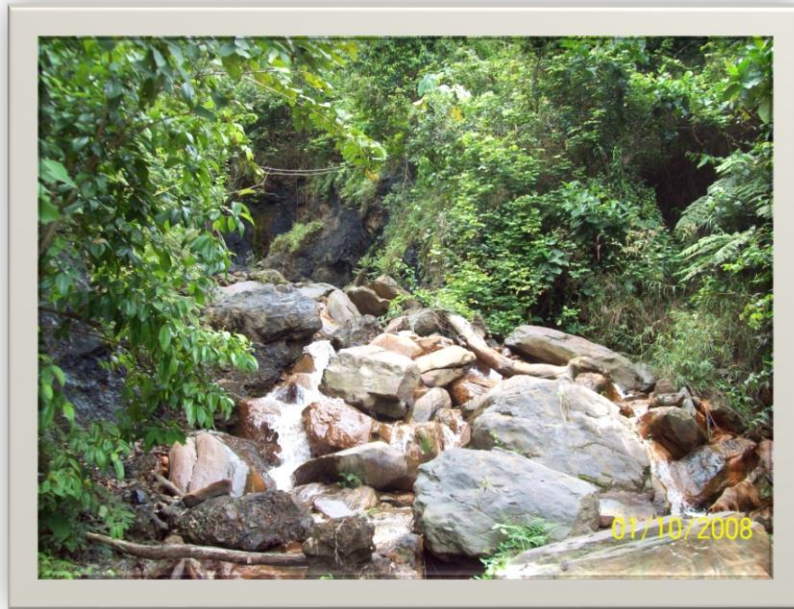


Foto 5. Depósitos aluviales de la quebrada Amarilla.

2.3.2 Geología Estructural

El sector se encuentra localizado en la parte occidental del departamento de Boyacá y en la parte Central de la Cordillera oriental. La cordillera en esta región presenta una dirección regional N-E.

El territorio presenta un estilo estructural de tipo compresivo, en dirección N30°E, lo cual dio lugar al alto grado de deformación de las rocas de edad Cretáceo Inferior, delimitando el municipio entre 2 lineamientos estructurales importantes como son las fallas de cabalgamiento del Río Chinche y del Río Minero, las cuales tienen vergencia al occidente y controlan su curso, y son inherentes a drenajes de tipo angulado.

La vereda San Luis como tal es cortada por un lineamiento paralelo a la quebrada La Caco y a los anteriores elementos estructurales observados, lo cual permite diferenciar dos (2) provincias geológicas, con características estratigráficas y estructurales diferentes.

Provincia geológica Norte: Se encuentra localizada en la parte norte del departamento, limitada al occidente por la Falla del río Chirche y al este con un sistema de fallas de cabalgamiento del río Caco; se presenta como principal estructura un pliegue amplio y simétrico de tipo Sinclinorio, donde el núcleo se encuentra

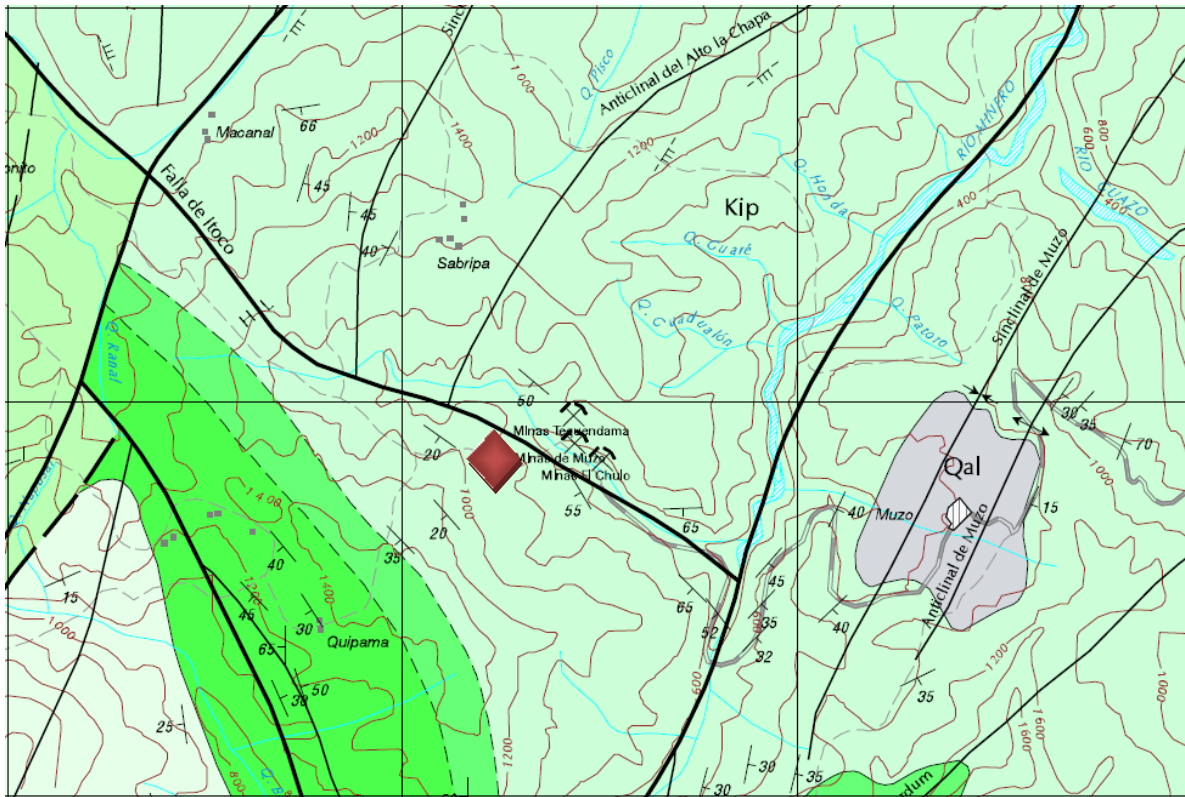
constituido por rocas de la Formación Areniscas de Chiquinquirá (Kichi). Dicho pliegue Sinclinario se encuentra truncado en el flanco occidental por la falla del Río Chirche.

Provincia geológica Sur: Se encuentra localizada en la parte sur del municipio, limitado al occidente por la Falla del río Caco y al este un sistema de fallas de cabalgamiento en el río Minero. Esta provincia la conforman rocas sedimentarias, de las formaciones Paja (Kip), Simití (Kis) y Areniscas de Chiquinquirá (Kichi).

Pliegues

Sinclinal de Coscuez. Con un eje cartografiado en la vereda Itoco Sur (al norte del área) que discurre en dirección NE-SW, deflectando en su extremo sur hacia el sur; esta inferido a partir de los escasos datos obtenidos sobre una extensa zona cubierta; el cual se hace evidente en la quebrada Chaponcito en la vereda Itoco Norte.

Anticlinal del Alto La Chapa. Se caracteriza por presentar una dirección NE-SW presente en la vereda Itoco Norte se encuentran microplegadas y fracturadas localmente y con un eje cartografiado al Este del área de estudio, deflectando en su extremo norte hacia el E; dicha estructura prácticamente desaparece al entrar en contacto con la falla de Itoco al sur.



	Cuaternario Aluvial (Qal)	Se componen principalmente de arenas, gravas de cuarzo dentro de una matriz areno-arcillosa.
	Grupo la Palma (Kipa)	Secuencia de capas de lutitas, limolitas y arcillolitas grises claras a negras, moscovíticas, con intercalaciones de estratos delgados de areniscas arcillosas de grano fino, verdes oscuras, en capas delgadas de arcillolitas calcáreas.
	Areniscas de Chiquinquirá (Kichi)	Areniscas cuarzosas, de grano fino a medio, grises oscuras a negras, en capas medias a muy gruesas, con intercalaciones de lutitas y limolitas grises a oscuras.
	Formación Simití (Kis)	Secuencia de lutitas negras, moscovíticas, a veces piritosas, con intercalaciones de areniscas arcillosas, de grano fino a medio, gris – amarillento y capas delgadas de caliza.
	Formación Paja (Kip)	En la parte inferior y media, lutitas negras micáceas, con nódulos arenosos, ligeramente calcáreos, limolitas arenosas, niveles de areniscas arcillosas y ocasionales estratos de caliza en capas gruesas. La parte superior está compuesta por una alternancia de areniscas arcillosas, cuarzosas y lutitas negras, con concreciones.
	Área de Estudio	

Fuente: Plancha 189 – La Palma - INGEOMINAS

Figura 2. Geología regional.

Fallas

Fallas Transversales. En la parte central de la vereda San Luis existe un grupo de lineamientos dispuestos paralelamente entre sí y transversalmente al rumbo de la estratificación, al eje del pliegue y al sistema de

Ingenieros
Freddy Hernando Briceño Castro, Harvey de J. Nope Gómez
Especialistas en Geotecnia
 Cel 3118011503-3114421380 harveynope@hotmail.com, fhbriceno@yahoo.com
 Carrera 69N # 64D-59

fallas longitudinales, que corren por los lechos de las quebradas Golondrinas, Ramal e Amarilla (dispuestas en una dirección E-W).

Direcciones rectilíneas del drenaje asociadas con los lineamientos, desplazamientos en las unidades hacia el Oeste en distancias variables entre 10 m., a 100 m.; dislocaciones en los estratos que producen discontinuidades litológicas poniendo en contacto entre sí a las unidades de Arcillolita silícea, Arenisca Arcillosa, Limolita Silícea y entre el nivel de Limolitas Carbonosas con las limolitas silíceas, además de trituración en la roca y paredes verticales determina que los lineamientos de Las Golondrinas, Ramal e Itoco conforman un sistema de fallas transversales de tipo oblicuo con gran componente transcurrentes y que serán denominados como fallas La Golondrinas, Ramal e Itoco.

Falla de Itoco. Es una falla de rumbo que se extiende transversalmente a la estratificación y a las fallas longitudinales, y se dispone con dirección E-W a N45°W paralelamente al curso de la quebrada Itoco de la cual deriva su nombre, produciendo desplazamientos hacia el oeste en distancias variables a las unidades litológicas presentes.

Fallas Inversas. En la parte Oeste y Noreste de las bocaminas presentes en el área de estudio existen unos lineamientos locales paralelos importantes, dispuestos de forma paralela a la falla de Itoco y al rumbo de la estratificación; corresponden a la falla Los Helechos y La Culebra con un rumbo aproximado N20°W y buzando hacia el SW. Dichas fallas se extienden transversalmente a los ejes del Sinclinal de Coscuez y el Anticlinal del Alto La Chapa. (Dispuestos en una dirección SW - NE).

3. RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN MINERA

3.1. LABORES DE INVESTIGACION

Dadas las características geológicas del área de estudio, se realizó un recorrido en el cual se tomaron seis (6) muestras representativas para realizarles el respectivo análisis mineralógico; las coordenadas de los sitios de muestreo se encuentran relacionadas en la tabla 2 y figura 3:

Tabla 2. Coordenadas de los sitios de muestreo.

MUESTRA	UBICACIÓN	COORDENADAS	
		X	Y
1	Vía San Luis	1106000.000	983000.000
2	Quebrada – Amarilla	1105300.000	983100.000
3	Antena Comcel	1105120.000	983810.000
4	Boca Mina Beraka	1104830.000	982820.000
5	Boca 2	1104320.000	982800.000
6	Boca 3	1105470.000	985300.000

Fuente. Datos del estudio

Este recorrido, se realizo principalmente por quebrada La Amarilla, ya que atraviesa la formación Paja, en la en aquellos sitios de interés, es decir, donde se presentan las principales mineralizaciones.

3.1.1. Geología De Superficie:

Para el reconocimiento de la geología de superficie se procedió a recorrer el área de interés con la finalidad de obtener datos estructurales, estratigráficos y litológicos, a fin de ubicar las fallas y estructuras que se encuentran allí presentes.

✗ **Cartografía geológica detallada:** El área comprende la formación Paja del cretáceo inferior.

✗ **Trabajos exploratorios:** Para los trabajos exploratorios se procedió a ubicar las posibles venas donde se presume hay indicios más o menos certeros de la mineralización de esmeraldas; a todo lo largo de las Quebradas La Amarilla, Q. El manantial.

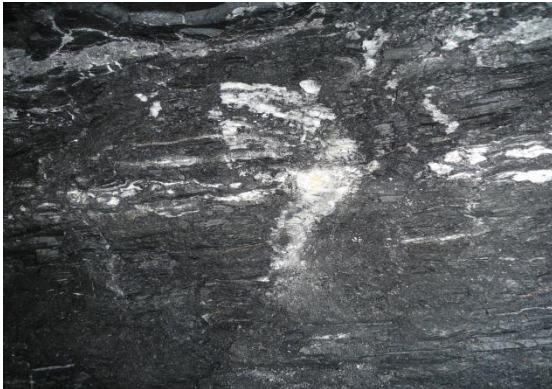
Figura 3. Localización de los puntos de muestreo Bocamina 2 ,

Se muestra la infraestructura y los avances de las labores mineras subterráneas adelantadas con los fallamientos y mineralizaciones bien definidas y los mantos productivos localizados.



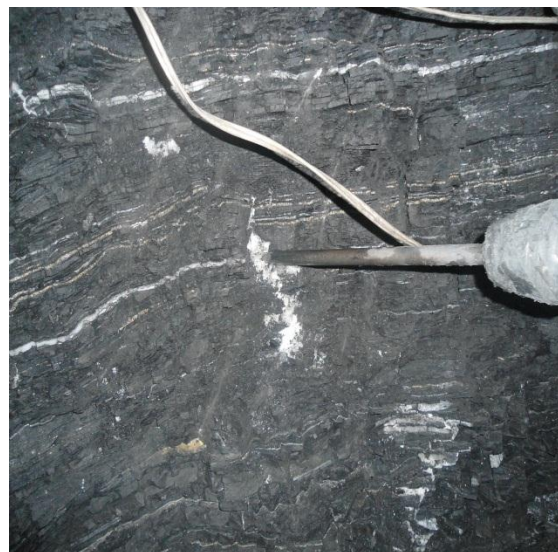
Bocamina Beraka

Se cuenta con instalaciones y exploraciones subterráneas con zonas de lutitas carbonosas mineralizadas y con mineralizaciones asociadas definidas.



Bocamina 1

Este trabajo se realizó con el fin de explorar las mineralizaciones que afloran en superficie y determinar los rumbos de los fallamientos.



Zona Localizada en Las torres de Comcel.

Con las perforaciones realizadas para la antena a 6 mts de profundidad se localizaron betas de albitas con mineralizaciones asociadas a la esmeralda.



3.1.2. Geología Del Subsuelo

✖ **Túneles o galerías exploratorias:** Se aprovecho que en el lugar existen túneles exploratorios, llamados Beraka, bocamina 2, bocamina 3, que corresponden a dos túneles más o menos paralelos que tienen una longitud aproximada de 45 y 38 metros respectivamente, presentan un rumbo aproximado de S25°W, separados entre sí aproximadamente 20 m, los cuales se encuentran sobre la margen derecha de la quebrada Amarilla, otro túnel exploratorio denominado bocamina 2 el cual se encuentra en la margen izquierda de la misma quebrada aguas debajo de los túneles anteriormente descritos a una distancia aproximada de 16 m, tiene una longitud de 4 m, tiene un rumbo de N25°E; aguas debajo de la quebrada y en una longitud aproximada de 60 m, se encuentra otro túnel denominado bocamina 3 con una longitud de 15 m y un rumbo de S25°E, en la margen derecha de la quebrada. Ver figura 3.

Tabla 3. Coordenadas de Ubicación de las bocaminas

BOCA MINA	COORDENADAS	
	X	Y
Boca Mina Beraka	1104830.000	982820.000
Boca 2	1104320.000	982800.000
Boca 3	1105470.000	985300.000
Antena comcel	1105120.000	983810.000

Fuente: Datos de Estudio

3.2. TIPO DE MINERAL

3.2.1. Calidad de los esmeraldas

La mineralización ha aparecido en vetas angostas y con un material de muy buena calidad en cristal (berilo), pero muy bajo color (morrallas).

3.2.2. Clasificación de las esmeraldas

Como minerales que son en su mayor parte, las gemas suelen clasificarse según criterios mineralógicos, siguiendo la clasificación química por aniones, propuesta por Dana en el siglo XIX y modificada a mediados del siglo XX por diversos autores (Strunz, Povarennikh, etc.).

Con criterio amplio, puede decirse que no existe clase mineral que no tenga una cumplida representación de minerales de aplicación gemológica. Además, a los minerales comúnmente estudiados hay que añadir, al menos, tres grandes grupos de sustancias, que si bien no pueden considerarse minerales, sí tienen representación en el mundo de las gemas. Tales son las sustancias de origen orgánico, las rocas y los materiales artificiales. Los materiales sintéticos, por su parte, si bien desde un punto de vista estricto no son minerales, pueden asimilarse a éstos, al tener su misma composición. (Ver Tabla 4).

Por último, El berilo es un mineral bastante común, de origen generalmente pegmatítico, asociado a rocas graníticas. El metal berilio, de bajo radio iónico, se concentra en los fluidos residuales y forma minerales diversos (berilo, fenaquita, berilonita, etc.) que se asocian espacial y genéticamente a pegmatitas. Sin embargo, pueden establecerse diferencias entre las distintas variedades, sobre todo en lo que respecta a la esmeralda.

La esmeralda es la variedad de berilo que debe su color principalmente al Cr^{3+} , aunque el vanadio y el hierro férrico influyen considerablemente en su color. El cromo, a diferencia del berilio, normalmente se encuentra en rocas ultrabásicas y básicas, por lo que la coincidencia de berilio y cromo es realmente excepcional. De ahí la rareza de las esmeraldas. Para que se forme un yacimiento de esmeraldas es necesaria la presencia de rocas o fluidos que contengan berilio con otros que porten cromo. Los yacimientos de esmeraldas más ricos del mundo, los de Muzo, Chivor, Gachalá, Coscuez y Peñas Blancas (Colombia) tienen un origen hidrotermal y se encuentran en arcillas negras bituminosas intercaladas con calizas, que constituyen la roca encajante.

Tabla 4. Clasificación Mineralógica de las Gemas

GRUPOS O SUBGRUPOS MINERALÓGICOS	PRINCIPALES GEMAS
ELEMENTOS NATIVOS	Diamante
SULFUROS	Pirita, esfalerita
ÓXIDOS	Corindón (rubí y zafiro), hematites, espinela, rutilo, casiterita, crisoberilo
HALUROS	Fluorita
CARBONATOS	Calcita, smithsonita, rodocrosita, aragonito, malaquita, azurita
SULFATOS	Y eso (alabastro)
FOSFATOS	Apatito, amblygonita, lazulita, wavelita, turquesa
BORATOS	Sinhalita
NESOSILICATOS	Olivino, granates (almandino, piropo, espesartina, uvarovita, grosularia, andradita), fenaquita, circón, andalucita, sillimanita, cianita, topacio, estauroлита, datolita, esfena
SOROSILICATOS	Zoisita, clinozoisita, epidota, idocrasa
CICLOSILICATOS	Axinita, berilo (esmeralda, aguamarina, morganita, heliodoro), cordierita, turmalina (verdelita, indigolita, rubelita, acroíta)

INOSILICATOS	Piroxenos (enstatita, diópsido, jadeíta, espodumena), rodonita, anfíboles (hornblenda, nefrita)
FILOSILICATOS	Talco, serpentina, crisocola, prehnita
TECTOSILICATOS	Cuarzo (cristal de roca, amatista, rosado, ahumado, citrino, lechoso, ojo de tigre, rutilado, turmalinado, calcedonia, cornalina, heliotropo, crisoprasa, sardo, ágata, ónice, etc.), ópalo, xilópalo, feldespatos (ortoclasa, sanidina, albita, oligoclasa, labradorita, microclina, amazonita), feldespatoídes (sodalita, lazurita, petalita), escapolitas
MATERIALES ORGÁNICOS	Ámbar, coral, azabache, perlas, nácar, concha de tortuga, marfil, hueso
PRODUCTOS ARTIFICIALES	Vidrios, plásticos, etc
ROCAS Y MATERIALES METEORÍTICOS	Obsidiana, unakita, tectitas (moldavita, etc.)

Fuente: www.uned.es/cristamine/min_desc/grupos/feldespatoídes/feldespatoídes_gr.htm

3.2.3. Cálculo de Reservas

El cálculo de reservas según las condiciones irregulares de la mineralización en las vetas buscadas, se asumió, como un porcentaje promedio de explotación. Es muy usado para conocer la cantidad de esmeralda producida se evaluó la cantidad de esmeralda vendida en el mercado. (Ver Tabla 5). La producción de esmeraldas es un dato estimativo pues las condiciones irregulares del yacimiento no permiten un cálculo exacto, por lo tanto:

Tabla 5. Producción Estimativa de Explotación

MINERAL AÑOS	ESMERALDAS (KILATES)
1	3000
2	3500
3	4500
4	5000
5	5500

Fuente : Datos de Estudio

4. PETROGRAFIA

La petrografía, trata de la descripción y las características de las rocas determinadas por el análisis microscópico con luz polarizada. Aquí se evalúan los cambios ocurridos de forma espontánea en las masas de roca cuando el magma se solidifica, cuando rocas sólidas se funden total o parcialmente, o cuando los sedimentos experimentan transformaciones químicas o físicas. Es importante denotar que para el presente estudio lo que nos compete son los procesos del intercambio de iones entre minerales de rocas sólidas y de




fases fluidas migratorias (procesos metasomáticos o diagenéticos) y de los procesos de sedimentación, que incluyen la meteorización, el transporte y el depósito.

La mineralización de esmeraldas en la región, se encuentra influenciada por un marcado control tectónico, estructural y litológico en donde el sistema de fallas predominante del área, sirvió de ruta para la migración de los fluidos mineralizantes hidrotermales, produciendo una interacción fluido – roca encajante, en donde se generaron procesos de alteración metasomática, con enriquecimiento de sodio y calcio.

Se identificaron procesos de piritización de la roca encajante (lutitas negras), albitización y brechificación. A continuación se describe cada uno de estos procesos independientes de la precipitación de los minerales que estos originan en los espacios de las discontinuidades de la roca encajante.

4.1 PIRITIZACION DE LAS LUTITAS

Las lutitas negras son muy ricas en pirita (marmaja), la cual se presenta en las siguientes formas:

-  Nódulos
-  Diseminada en la roca
-  En las laminas ligeramente discordantes sobre la estratificación, indicando la existencia de un episodio de metasomatismo piritizante que ha afectado toda la formación.

4.2 ALBITIZACION DE LAS LUTITAS

En este sector se destaca un tipo de roca albitizada y calcitizada (lutitas grises) bandeada, discontinua con micropliegues, lo que indica un episodio de circulación de fluidos ricos en sodio (Na) y calcio (Ca); como resultado, las rocas (excepto las lutitas grises silíceas) presentan fenómenos de alteración hidrotermal, en donde las rocas son afectadas por un metasomatismo alcalino, marcado por el desarrollo de albita, calcita y pirita.

Las calizas magnesianas y las lutitas carbonosas calcáreas son siempre afectadas por este metasomatismo, pues no se observan lutitas carbonosas calcáreas “originales”, sin calcita o albita. Los fluidos que son responsables de esta alteración hidrotermal, son ricos en sodio, calcio y azufre. La cristalización de esmeraldas es una consecuencia de esta alteración hidrotermal porque el metasomatismo permite la concentración de berilo (que estaría antes en la lutita) dentro del fluido residual. Inicialmente, los fluidos utilizan los planos de apertura que son los cabalgamientos, después en la roca el metasomatismo se

desarrollar por un sistema de venillas (a menudo, paralelo a la estratificación) donde a partir de los fluidos cristaliza la albita, la calcita y la pirita. Entonces las rocas cambian en composición química y de aspecto. En efecto, este fenómeno se ve muy claro en las lutitas carbonosas calcáreas, en donde la roca negra al principio, se vuelve blanca con fajas gises de calcita y fajas blancas de albita, se observan también algunas fajas de pirita. Esta roca albitizada y calcitizada se llama caolín (ver foto 6) nunca está ubicado lejos de los planos de cabalgamiento, que sirven como zonas de alimentación de fluidos.

4.3 NIVELES BRECHADOS

Contiene trozos de lutitas negras, a veces lutitas albitizadas, en una matriz de carbonatos y pirita. Los trozos son angulares, a veces deformados. En algunos sectores se dispone pseudoparalelos a la estratificación.

En el área de estudio se identificaron brechas de tipo hidráulico y tectónico

4.3.1 Brecha Tectónica

Se forma a lo largo de los cabalgamientos y tiene la particularidad de estar cementada por minerales hidrotermales. Las brechas tectónicas son producidas por fallamiento, plegamiento y otras fuerzas tectónicas. Se les denomina brecha de trituración⁵.



Foto 6. Caolín, ubicado en el corte Beraka

⁵ WALTER T, Huang. Petrología 1ª edición en español, Utea, 1968. Pags 283, 284

Ingenieros

Freddy Hernando Briceño Castro, Harvey de J. Nope Gómez

Especialistas en Geotecnia

Cel 3118011503-3114421380 harveynope@hotmail.com, fhbriceno@yahoo.com

Carrera 69N # 64D-59

Se presentan fragmentos negros de lutita carbonosa calcárea y sílicea, así como fragmentos blancos de lutita hidrotermalizada (caolín). Esos fragmentos, con tamaños entre 1 y 40 cm, son replegados y fracturados; muestran un movimiento de rotación y traslación que indican un claro transporte de estos fragmentos. Estas brechas están cementadas parcialmente, el cemento se compone de los mismos minerales de la paragénesis hidrotermal a saber: albita, calcita y pirita. Se puede encontrar también dolomita. Ver foto 7.

4.3.2 Brecha Hidraulica

Se trata de un tipo de brecha con fragmentos angulares y que no muestran algún movimiento, se observa que bajo la acción de los fluidos la roca se fractura completamente. Una red de venillas se inyecta dentro de la roca cortándola en compartimientos. Este tipo de fracturamiento no es homogéneo; el espesor y el tamaño de las venillas varían mucho. Es fácil observar cavidades de fisuración hidráulica, la calcita romboédrica, la pirita así como la esmeralda se forma en este sistema de venillas y cavidades. Se trata de la principal trampa para la mineralización de esmeralda. Ver foto 8 y 9.

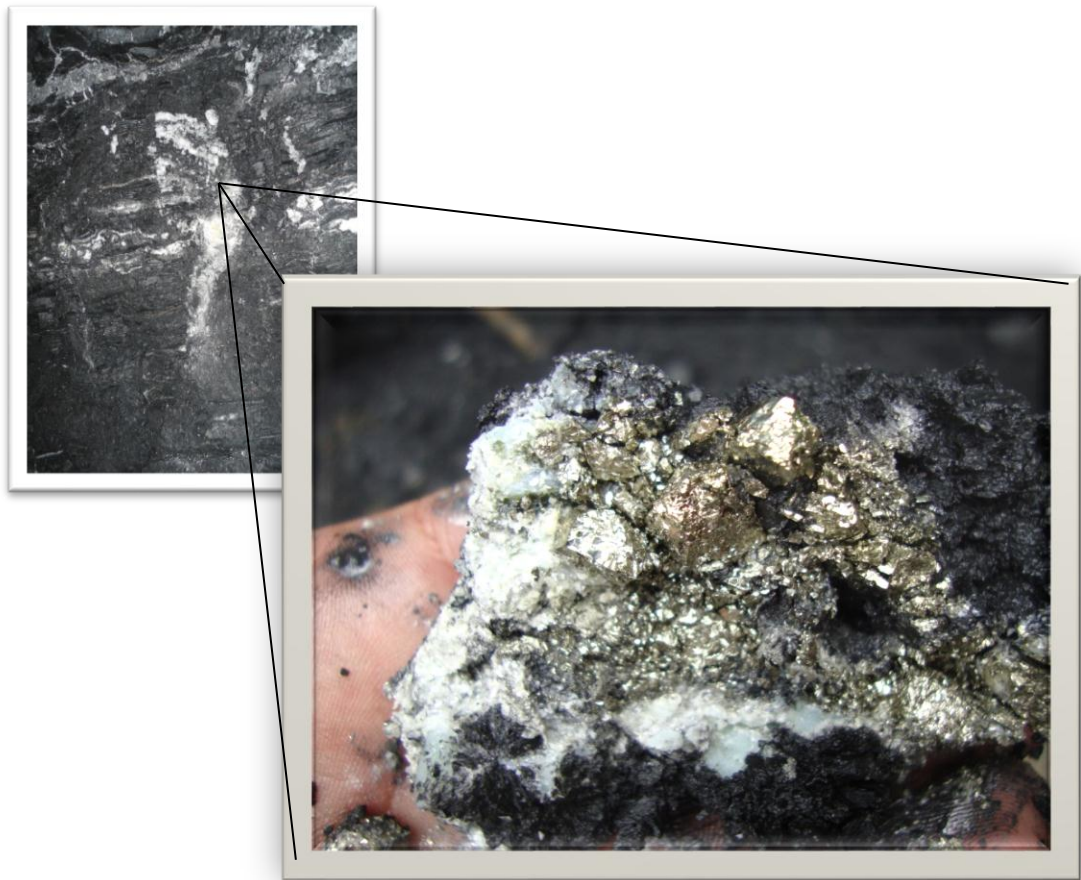


Foto 7. Ejemplo claro de las betas productivas ubicada en túnel Beraka



Foto 8. Mineralización típica encontrada en las Boca Minas 1 y 2.

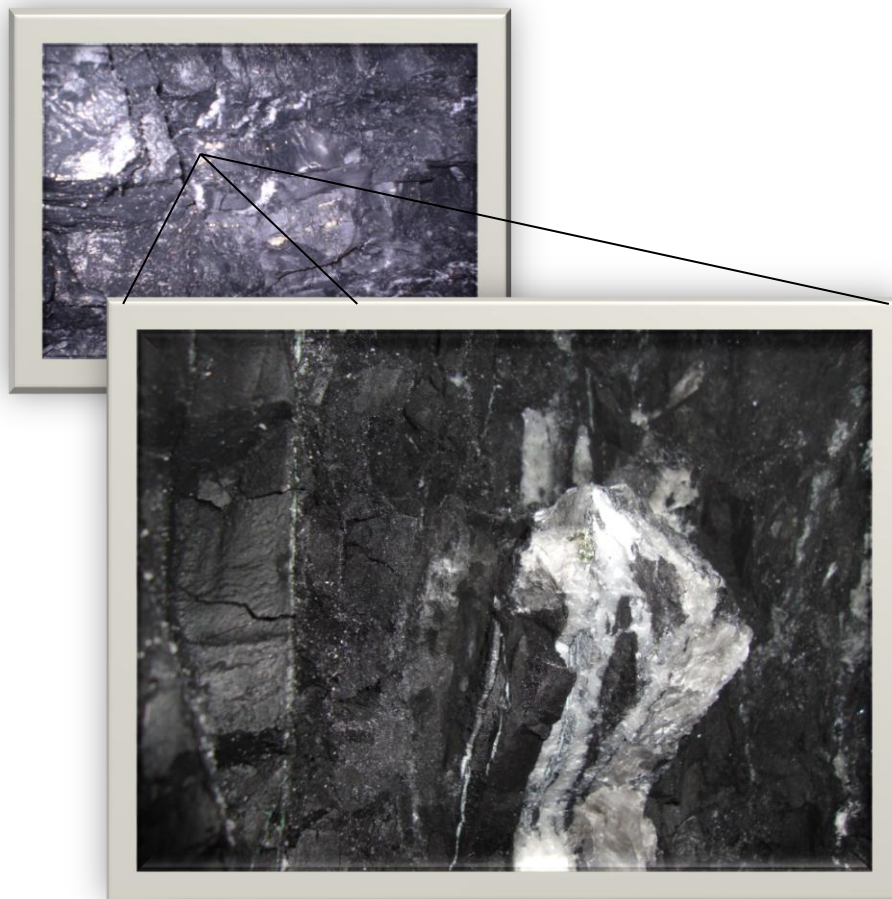


Foto 9. Mineralización encontrada en la Boca Mina El Arranque. Muestra 6.

En esta forma la brecha se desarrolla donde la presión de los fluidos es fuerte en lugares como los ejes de los pliegues, donde la presión fluida es superior a la presión sólida.

4.4 DESCRIPCIÓN MINERALOGIA DE LAS MUESTRAS

La esmeraldas se presentan en vetas, venas y venillas de carbonatos rellenando fracturas, fisuras y brechas hidráulicas. Estas vetas presentan una asociación compleja de varios minerales, los cuales se originan a partir de soluciones hidrotermales en varios periodos de formación. La asociación mineralógica de la esmeralda colombiana se caracteriza por los depósitos de berilo de baja temperatura de 280° C y presiones de 2 Kilo bares. Las mineralizaciones están relacionadas con vetas de calcita, zonas de brecha en falla o cerca de estas.

4.5 IDENTIFICACION MINERALOGICA. VENAS Y BRECHAS

La mineralización de esmeraldas presenta un control tectónico estructural y litológico, caracterizado por intenso fracturamiento y brechamiento. Se localiza hacia el techo de la unidad lutitas carbonosas calcáreas.

La evolución de estructuras mineralizadas establece dos posibilidades de orientación preferencial para el emplazamiento de las mineralizaciones; las vetas mineralizadas, con direcciones N 40°-50°W y N 10°-20° E, corresponden a fracturas paralelas a la dirección del esfuerzo máximo realizado N 18° ± 10° E, el cual, a su vez, sería también responsable de las fracturas de tensión (relajación) mineralizadas con dirección N 50°-80° E.

Este sistema de vetas es el segundo emplazamiento para la mineralización de la esmeralda. Es difícil de caracterizar el tipo de génesis para cada veta, pero es posible indicar dos grupos; uno paralelo a la estratificación y otro que la corta.

Las vetas paralelas a la estratificación; están rellenas principalmente por calcita o piritita – fibrosa. Frecuentemente al nivel de las paredes de estas vetas se desarrollan micas verdes (como moscovita enriquecida en vanadio y cromo), dentro de las vetas rellenas únicamente por la calcita fibrosa y moscovita

nunca se encuentran esmeraldas. Otro sistema de vetas que se generaron dentro de la lutita calcárea carbonosa presenta disposición paralela a la estratificación, formando drusas que, en algunas ocasiones, alojan excelentes ejemplares de esmeraldas.

Se identificaron tres sistemas de venas y brechas en el área.

✚ El primer sistema presenta dos tipos de venas y brechas de forma irregular, con espesores variables menores a 40 cm.

- Venas de calcitas romboédricas con pirita en forma dodecaédrica, octaédrica y cubica.
- Venas calcáreas irregulares, constituidas por calcita variedad granizo (ver foto 10), calcita acicular escalenoédrica, calcita romboédrica, calcita fibrosa, pirita cubica, octaédrica y dodecaédrica, marcasita, albita, fluorita, parisita, cuarzo, pirofilita y esmeralda. No siempre se encuentra la asociación mineralógica completa, así como tampoco la presencia de esmeralda la controla esta paragénesis.

La roca encajante para estos dos tipos de venas la constituye las lutitas calcáreas carbonosas. Se presenta claramente cizallada y brechada indicando un marcado control tectónico; se puede catalogar la mineralización como vetas de relleno.



Foto 10. Calcita variedad granizo, encontrada en el corte Beraka

- El segundo sistema de venas ocurre dentro de las unidades estratigráficas supra yacentes estériles. Se trata de vetas de cuarzos y feldespato, con un espesor que pasa a veces 1 m. El cuarzo se presenta hialino – lechoso; el feldespato se halla casi siempre caolinitizado en asociación con pirita masiva, moscovita, alófana, marcasita y pirofilita. Ver foto 11.

La disposición de estas venas y brechas varía de acuerdo con el diaclasamiento local.

- El tercer sistema de venas y brechas, con espesor mayor a 1 m, está compuesto por siderita alófana, cuarzo hialino, calcopirita, malaquita y azurita. La roca encajante la constituye la unidad de lutita carbonosa. Ver foto 12.

La presencia de cloritoide en este tipo de rocas arcillosas indica metamorfismo dinámico, acompañado de la generación de filosilicatos y el arreglo textural presente de flujo ondulante. Confirma que se trata de una roca con fuerte deformación dinámica acompañada de recristalización en zonas de fuerte brechamiento; las venas son delgadas y mineralógicamente constituidas por feldespato muy alterado.



Foto 11. Vetos de cuarzo y feldespato, que atraviesan la unidad estratigráfica



Foto 12. Se observa la lutita carbonosa, como roca encajante, perteneciente al tercer sistema.

4.6 PETROLOGIA

Es importante tener en cuenta la mineralogía del área ya que de estos depende el objetivo primordial que tiene el presente estudio, vale la pena mencionar que de estudios anteriores y de la experiencia en lo referente a la minería de las esmeraldas se ha encontrado hasta el momento que dichas mineralizaciones en esta región están controladas geológicamente por lugares donde se encuentren rocas pertenecientes a la formación Paja, donde se dan las condiciones litológicas estructurales entre dichas rocas y fallas de cabalgamiento que corten estas unidades, así como una asociación de minerales (calcita, albita, cuarzo, pirita principalmente) a las esmeraldas presentes en vetas o en brechas. (Ver Figura 5 Mapa Geológico Local y Figura 6 Columna Estratigráfica Local).

4.6.1 Minerales

Los minerales más representativos pertenecientes a esta formación que fueron encontrados en el área del proyecto son:

Ingenieros
Freddy Hernando Briceño Castro, Harvey de J. Nope Gómez
Especialistas en Geotecnia
Cel 3118011503-3114421380 harveynope@hotmail.com, fhbriceno@yahoo.com
Carrera 69N # 64D-59

- ✘ Cuarzo (SiO_2). Se presentan cristales euhedrales y subhedrales de forma característica prismática hexagonal en tamaños menores a 1 cm., se encuentra principalmente en vetas dentro de las limolitas y lutitas carbonosas asociado con minerales como albita, calcita y pirita a veces incoloro, transparente, blanco y negro (variedad cuarzo ahumado) debido a inclusiones de carbono.
- ✘ Calcita (CaCO_3). Al igual que el cuarzo se encuentra con mayor frecuencia en el nivel de limolitas carbonosas y en menor cantidad en forma de venas en las limolitas silíceas se presenta en sus tres hábitos romboédrico, escalenoédrico y en prismas cortos rellenando cavidades de las diaclasas. En cuanto a su tamaño se presentan desde pequeños cristales en masas granulares hasta cristales bien formados menores a 1 cm. de diámetro, de color blanco y en algunas ocasiones con tonalidades rosadas, se encuentran junto con pirita la mayoría de las veces en venas y vetas en las limolitas silíceas donde esta está incluida dentro de la calcita, y en el nivel de limolitas carbonosas se encuentra además con cuarzo, caolín (albita), calcopirita, yeso y azufre.
- ✘ Dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Se encuentran cristales de color blanco, pardo y rojizos en venas y vetas que alcanzan a tener un 1 m de espesor como se observa en la columna estratigráfica, se presentan cristales romboédricos a veces alargados y maclados de exfoliación perfecta, se diferencia de la calcita por su mayor dureza y poca efervescencia al ácido clorhídrico.

Figura 4. Mapa Geológico Local.

*Ingenieros
Freddy Hernando Briceño Castro, Harvey de J. Nope Gómez
Especialistas en Geotecnia
Cel 3118011503-3114421380 harveynope@hotmail.com, fhbriceno@yahoo.com
Carrera 69N # 64D-59*

Figura 5. Columna Estratigráfica Local.

- ✘ Albita. Es el mineral más abundante de todos los que se presentan dentro de la unidad de limolitas carbonosas calcáreas, se encuentran pocos cristales de forma tabular maclados muy pequeños y no reconocibles a simple vista, más frecuentemente se encuentra alterada a caolín donde le da tonalidades más claras a la roca encajante, e incluye minerales como cuarzo, calcita, pirita, azufre principalmente.

Este mineral o su alteración (caolín) es el más importante desde el punto de vista económico, ya que se halla formando bolsas dentro de las fracturas de las rocas o en brechas que además de incluir los minerales mencionados anteriormente es en este donde se han encontrado cristales de esmeralda.

- ✘ Pirita (FeS_2). Se presenta en pequeños cristales la mayoría de las veces no reconocibles a simple vista, color amarillo latón a rojizo donde está alterada a óxido de hierro, en maclas con cristales subhedrales a euhedrales cuando se presentan las limolitas carbonosas donde además su tamaño alcanza a tener unos 3 mm de diámetro, se encuentra como mineral autógeno dentro de la roca, en venas y vetas y algunas veces diseminada o presentando alguna orientación mostrando entonces una especie de laminación.

- ✘ Calcita Variedad Granizo: Son cristales vítreos y transparentes de formas variadas, se encuentran en ciertas fracturas o espacio dejados por los procesos de plegamiento y fallamiento que afectan las rocas encajantes.

Se presentan en forma de drusas de granizo; los cristales son euhedrales, romboédricos, escalenoédricos y prismas. Por la disposición de las drusas su brillo vítreo, la diversidad y belleza de hábitos se puede considerar como piedras semipreciosas.

- ✘ Pirofilita ($\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$). Mineral presente en algunas vetas dentro de las limolitas silíceas y las carbonosas, de color verde a blanco nacarado, tacto graso, de baja dureza, en agregados laminares dispuestos en hojas flexibles, presentando a veces tonalidades amarillentas debidas a los óxidos.
- ✘ Calcopirita (FeCuS_2). Se presenta en muy bajas cantidades en el nivel de limolitas carbonosas en cristales subhedrales de color amarillo latón acompañando a la pirita.

- ✘ Barita (BaSO_4). Se presenta raras veces en algunas venas junto con yeso y cristales no reconocibles a simple vista de color blanco con exfoliación perfecta y cristales tabulares y fibrosos.
- ✘ Azufre. Se presenta en bajas proporciones la mayoría de las veces como alteración de otros minerales donde recubre la roca en forma de pátinas de color verde amarillento y en pequeños cristales de color verde y olor característico en baja cantidad en la unidad de limolitas carbonosas calcáreas junto con cuarzo calcita y caolín.

4.6.2. Análisis Petrográfico

En la evaluación de este punto se efectuó en muestras aleatorias de la zona mineralizada. Este muestreo se realizó de los frentes de los túneles encontrados y en los yacimientos o afloramientos a cielo abierto, las cuales fueron etiquetadas y empacadas en bolsas plásticas que se llevaron posteriormente al laboratorio de petrografía de la U.P.T.C. (Seccional Sogamoso).

Allí se procedió a la identificación ocular de cada una de las muestras analizando principalmente minerales de roca y veta.

El análisis realizado a las muestras se presenta a continuación:

- ✚ La muestra 3, 5 y 6, tienen de composición mineralógica la Plagioclasa Sódica (Albita), que es un mineral indicador de la proximidad de mineralización de esmeraldas.
- ✚ Cada una de las muestras presentan características propias de las diferentes mineralizaciones y condiciones estructurales para la formación de la esmeralda.
- ✚ El Anexo 1. Muestra las trazas de concentración de la Albita, según las muestras recolectadas en campo; debe tenerse presente que es un indicador del sentido de la mineralización; pero es muy preliminar, ya que se necesitan de mas muestras y análisis petrográficos en sección delgada para establecer una dirección preferencial de manifestación de mineralizaciones. Según el análisis se puede establecer que de iniciarse labores de exploración los puntos más prometedores en su orden seria Muestra 3, 4, 5, 6 y 1, dadas las características y condiciones litológicas y mineralógicas allí establecidas.

5. CONCLUSIONES

- Geológica y Estratigráficamente, la totalidad del área de estudio se encuentra enmarcada en la Formación Paja (Kip), dentro del cual se definieron tres unidades litológicas predominantes definidas de base a techo como: Unidad de Arcillolitas, Unidad de Lutitas Negras Calcáreas Carbonosas y Unidad de Lutitas Silíceas.
- La tectónica regional influye en gran medida en la mineralización de esmeraldas ya que a través de las fracturas originadas durante los dos eventos tectónicos circularon los fluidos procedentes de la cuenca sedimentaria, lixiviaron la roca encajante (lutita negra calcárea carbonosa) y permitieron la acumulación y cristalización de este fluido.
- En el área de estudio se pudo verificar, que las mineralizaciones se encuentran asociadas a los diferentes tipos de origen hidrotermal para la formación de la esmeralda.
- La falla de Itoco genera un control estructural importante en esta área, ya que se presentan fallas de tipo transversal a la misma, lo que permite establecer que en alguna de ellas pueda estar asociada alguna mineralización. Como la falla encontrada en la mina Chelín, donde se tomo la muestra 4 para el respectivo análisis.
- No solamente la presencia de dichas características estructurales son suficientes para el proceso de mineralización, se haría necesario la existencia de niveles litoestratigráficos específicos de composición calcáreo carbonosa que sean afectados estructuralmente; mas sin embargo, a todo lo largo del recorrido de la quebrada El Aguardiente, se encuentran dichos niveles, que no solo corroboran la presencia de la mineralización sino que además permiten establecer que existe allí las condiciones favorables para su formación.
- A pesar que este trabajo no tiene enfoque geoquímico, las observaciones de campo llevan a pensar, que en las zonas mineralizadas o cerca de ellas se producen efectos de metasomatismo hidrotermal, evidente por la presencia de roca albitizada.

➤ El área presenta las siguientes características:

- Presencia del nivel Lutíticos de facies calcáreo-carbonosas y estratificación fina.
- Existencia de zonas de brechas hidráulicas y tectónicas, con la presencia de vetas paralelas y transversales cortando la estratificación.
- Tectonismo de tipo distensivos con fracturamiento NE y NW dentro de un modelo compresivo regional.
- Estructuras sedimentarias primarias, laminación plano paralela.

Estas características hacen factible la mineralización de esmeraldas.

- La presencia de brechas y vetas dentro del nivel calcáreo carbonoso (Muestra 3), constituye una importante guía de mineralización, sin embargo no todas las vetas de calcita romboédrica y calcita variedad granizo que tienen paraisita presentan esmeralda.
 - La profundidad es un factor importante, ya que las mayores producciones se han localizado a profundidades que superan la cota del nivel superior de los túneles, por eso se hace necesario la realización de labores de exploración más profundas, realizando un muestreo, que permita establecer una continuidad en la mineralización o un incremento en el porcentaje de concentración de la Plagioclase Sódica (Albita) y así orientar las labores de explotación.
- El análisis petrográfico realizado, tanto macroscópicamente como microscópicamente permitieron identificar los minerales presentes en cada una de las muestras de roca del sector y correlacionarlos con la asociación mineralógica de la esmeralda, encontrando la ausencia de algunos minerales asociados a la misma y otros que se encuentran íntimamente relacionados como son calcita, dolomita, albita y cuarzo.
- El proceso de mineralización posiblemente está relacionado con la circulación de fluidos mineralizantes procedentes de la cuenca sedimentaria, que ascendieron a través de las fracturas originadas durante la orogenia andina lixiviando la roca encajante absorbiendo así los diferentes elementos químicos presentes en esta, para posteriormente cristalizar en esmeralda y sus minerales asociados.

- El anexo 1, permite establecer la concentración de albita en el área de estudio, se debe tener presente que dichas trazas corresponden a una información muy somera, ya que se necesitan de mas puntos de muestreo y análisis petrográficos macroscópicos y de sección delgada para establecer la mineralización allí presente y así orientar las labores de exploración y explotación, tendientes a encontrar el yacimiento.

- Se debe tener presente que este informe es apenas el comienzo de una serie de estudios que se deben realizar, en el área tendientes a determinar la mejor ubicación de la mineralización, así como el método y el diseño minero que permita una optima exploración y explotación del yacimiento.

6. RECOMENDACIONES

- ✚ Deben ser implementados trabajos de prospección petrográfica y geoquímica con sus respectivos muestreos de roca dentro de los túneles de exploración, que sirva para determinar las áreas anómalas y establecer modelos comparativos con los resultados de otras minas productoras, para así profundizar en los conocimientos sobre los yacimientos esmeraldíferos y otorgar mayor grado de certeza en su consecución.
- ✚ Es aconsejable un seguimiento periódico a los trabajos de exploración, desarrollo y preparación, con el objetivo de obtener suficiente información técnica para confirmar la orientación y en caso de ser necesario reorientación de las labores mineras para así lograr resultados positivos.
- ✚ Se recomienda la realización de análisis de laboratorio más detallados como Fluorescencia de rayos X, Isótopos estables y Microfourier para tener una mayor certeza geológica de la potencialidad de explotación del área.
- ✚ Aplicación de métodos geofísicos como sondeos eléctricos verticales (SEV) y sísmica para tener una mejor idea de la distribución y orientación preferencial de las fracturas y brechas.
- ✚ En la zona de estudio se detectaron tres fallamientos principales los cuales presentaron alta concentración de albitas, lo que nos da la seguridad de un foco esmeraldífero potente sin explorar. (Ver anexo de plano con sobre posición a los principales fallamientos geológicos.

BIBLIOGRAFIA

BEUS A.A. Some Geological and Geochemical features of the Muzo – Coscuez esmeralde Zone, Cordillera Oriental, Colombia, Informe de Ingeominas, 1972 N° 1.689, p.1 – 50, Santa fé de Bogotá.

BURGL,H. Situación Geológica de las Minas de Esmeraldas de Muzo Boyacá, Revista Académica Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1956 , p.378 – 388, santa fé de Bogotá.

GUERRERO, J.R., GARCIA, A. Cartografía Geológica y Prospección Geoquímica en la Mina de Esmeraldas “El Indio”, Muzo Boyacá. Tesis de Grado Universidad Nacional de Colombia, 1986, Santa fé de Bogotá.

GUERRERO, J.R. Estudio de Optimización de las Actividades de Explotación de las Minas de Coscuez Peñas Blancas y la Cuenca del Río Minero Informe Técnico Interno, Geoexplotaciones Mineras Ltda, 1994, Santa fé de Bogotá.

LEGUIZAMON VACCA, JUAN. Correlación Petrográfica entre las Minas de Esmeraldas de Muzo y Coscuez. Tesis de Grado Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 1998, Sogamoso Boyacá.

ROMERO ORDÓÑEZ, F. Mineralogía Inclusiones Fluidas E Génesis de Esmeralda de Chivor, Coscuez, Pacho, Yacopi. Colombia. Sao Pablo 1993.

INGEOMINAS. Boletín Geológico. Volumen 11 N°1. 1954.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1. METODOLOGÍA	3
1.1 ESQUEMA METODOLÓGICO	3
1.2 DESARROLLO METODOLÓGICO.....	3
2. GENERALIDADES	4
2.1 INFORMACIÓN GENERAL	4
2.1.1 Localización	4
2.1.2 Vías De Acceso	6
2.2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE FÍSICO	6
2.2.1 Topografía.	6
2.2.2 Geomorfología	7
2.2.3 Clima.....	7
2.2.4 Hidrografía.	7
2.3 GEOLOGÍA.....	9
3. RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN MINERA	16
3.1 LABORES DE INVESTIGACION.....	16
3.1.1 Geología De Superficie:.....	16
3.1.2 Geología Del Subsuelo	18
3.2. TIPO DE MINERAL.....	21
3.2.1 Calidad de los esmeraldas.....	21
3.2.2 Clasificación de las esmeraldas.....	21
3.2.3 Calculo de Reservas.....	23
4. PETROGRAFIA	23
4.1 PIRITIZACION DE LAS LUTITAS.....	24
4.2 ALBITIZACION DE LAS LUTITAS.....	24
4.3 NIVELES BRECHADOS	25
4.3.1 Brecha Tectónica	25
4.3.2 Brecha Hidraulica.....	26
4.4 DESCRIPCIÓN MINERALOGIA DE LAS MUESTRAS	28
4.5 IDENTIFICACION MINERALOGICA. VENAS Y BRECHAS.....	28
4.6 PETROLOGIA.....	31
4.6.1 Minerales	31
4.6.2. Análisis Petrográfico	36
5. CONCLUSIONES	44
6. RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFIA.....	48
ANEXOS	

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Camino empleado para el acceso al área de estudio.....	6
Foto 2. Características geomorfológicas del área.....	7
Foto 3. Características topográficas de la quebrada Aguardiente	8
Foto 4. Lutitas negras micáceas de la formación Paja (Kip).....	10
Foto 5. Depósitos aluviales de la quebrada Aguardiente.....	12
Foto 6. Caolín, ubicado cerca de la mina 1° de Mayo sobre la margen izquierda de la Quebrada Aguardiente	25
Foto 7. Ejemplo claro de las brechas tectónicas, ubicada cerca al campamento. Muestra 3.....	26
Foto 8. Mineralización típica encontrada en las Boca Minas del Corte Chelín. Muestra 4 y 5.	27
Foto 9. Mineralización encontrada en la Boca Mina El Arranque. Muestra 6.	28
Foto 10. Calcita variedad granizo, encontrada en el corte Chelín.	29
Foto 11. Vetas de cuarzo y feldespato, que atraviesan la unidad estratigráfica	30
Foto 12. Se observa la lutita carbonosa, como roca encajante, perteneciente al tercer sistema.	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.....	6
Figura 2. Geología regional.	14
Figura 3. Localización de los puntos de muestreo.....	17
Figura 4. Localización de los túneles exploratorios	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5. Mapa Geológico Local.	33
Figura 6. Columna Estratigráfica Local.	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del recorrido	4
Tabla 2. Coordenadas de los sitios de muestreo.....	16
Tabla 3. Coordenadas de Ubicación de las bocaminas.....	21
Tabla 4. Clasificación Mineralógica de las Gemas	22
Tabla 5. Producción Estimativa de Explotación.....	23

ANEXOS

