

**CARACTERIZACION LITOLOGICA-ESTRUCTURAL Y MINERA PARA LA
VIABILIZACION DE UN PROYECTO MINERO SOSTENIBLE EN LA
CONCESION KK6-08031 SECTOR BOQUERÓN MUNICIPIO DE MARMATO
DEPARTAMENTO DE CALDAS**

GERSON MENDOZA AFANADOR



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2017

**CARACTERIZACION LITOLOGICA-ESTRUCTURAL Y MINERA PARA LA
VIABILIZACION DE UN PROYECTO MINERO SOSTENIBLE EN LA
CONCESION KK6-08031 SECTOR BOQUERÓN MUNICIPIO DE MARMATO
DEPARTAMENTO DE CALDAS**

GERSON MENDOZA AFANADOR

**Trabajo de grado presentado para optar por el título de
GEÓLOGO**

Director:

PhD. LUIS CARLOS MANTILLA FIGUEROA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-QUIMICAS
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2017

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres por ser mi mayor baluarte durante todo este proceso.

A ti Claudia, por tu incondicionalidad y compañía.

A Santi.

A mis amigos Silvia, Yineth, Danny y Ricardo.

Al Profesor Luis Carlos Mantilla por sus enseñanzas.

“Más vale tarde que cientos volando”

Roberto Gómez Bolaños

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se hubiera podido realizar sin la colaboración del Geólogo Alejandro Murillo Arias, quien gracias a su disposición gestionó y facilitó el convenio mediante el cual se ejecuta este trabajo de grado.

Mi total gratitud al Doctor Luis Carlos Mantilla Figueroa, quien no solo en calidad de director de este proyecto sino durante el desarrollo de mi formación de pregrado, sirvió como modelo a seguir de profesional ético y comprometido con la investigación en geociencias.

Un agradecimiento especial a mi amigo Juan Pablo Loaiza Zapata, quien colaboró en la consecución de este proyecto.

A los profesores de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, quienes me formaron como profesional y marcaron con sus enseñanzas mi pregrado.

A mi familia especialmente a mis padres quienes con su esfuerzo y sacrificio lograron que hoy pueda culminar esta etapa de mi vida.

Especial agradecimiento a mi esposa Claudia por su compañía y colaboración en todos los momentos de mi formación y de mi vida en general.

Una mención muy especial al ingeniero Jaime Londoño Restrepo por sus enseñanzas y colaboración.

Finalmente, a mis amigos y compañeros de carrera quienes de una u otra forma participaron de mi vida universitaria especialmente, Silvia García, Yineth Morales, Ricardo Eslava y Danny Fabian Pinto.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. ANTECEDENTES.....	19
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL	21
3.1 FASE DE COMPILACIÓN.....	22
3.2 FASE DE CAMPO	22
3.3 FASE DE REDACCIÓN DE INFORME FINAL.....	23
4. GENERALIDADES	24
4.1 GEOGRAFÍA FÍSICA	24
4.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE TRABAJO.....	24
4.3 VIAS DE ACCESO.....	25
4.4 GEOMORFOLOGÍA.....	26
4.5 CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL.....	28
4.6 DEPÓSITOS DE MARMATO Y ECHANDIA.....	28
5. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	36

5.1 SECTOR CENTRO OCCIDENTAL.....	36
5.2 SECTOR NORORIENTAL	39
5.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	41
6. MINERALIZACIÓN Y ALTERACIÓN	44
6.1 ZONA CENTRO OCCIDENTAL.....	44
6.2 ZONA ORIENTAL	47
6.2.1 Estructuras y Trenes de mineralización	48
7. ACTIVIDAD MINERA DENTRO DE LA LICENCIA	51
8. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SUBTERRANEA.....	52
9. PROYECCCIÓN DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS.....	54
10. EVALUACIÓN MINERA PRELIMINAR	56
11. CONCLUSIONES	58
12. RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61
ANEXOS	63

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cronograma de actividades propuesto en el plan de trabajo de grado...	21
Figura 2. Ubicación departamental y local de la zona de trabajo y las vías de acceso por las que se accede a la licencia.....	25
Figura 3. Vías de acceso al título KK6-08031.....	26
Figura 4. Izq, vía principal Manizales-Supía-Medellin. Der, Carreteable Supía-San Juan	26
Figura 5. Izq, Vista panorámica N-S de la parte Occidental del título desde las minas Tacón: Colinas escarpadas y disectadas por drenajes NW. Der, vista panorámica desde la finca Los Cortez del corregimiento de San Juan: Protuberancias rocosas y colinas alargadas rodeando la altiplanicie de San Juan.....	27
Figura 6. Izq, Vista panorámica del cerro Tacón desde San Francisco, carreteable Caramanta-Supía. Der, Vista panorámica de la cuenca del río Supía y de la misma población, sector cabuyal alto.	27
Figura 7. Mapa geológico regional modifica de GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PLANCHA 186 RIOSUCIO., MEDELLIN, 1982.	34
Figura 8. Leyenda del mapa geológico regional modificado de GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PLANCHA 186 RIOSUCIO., MEDELLIN, 1982.	35

Figura 9. División de la litología local centro-Occidental y nororiental en el título KK6-08031	36
Figura 10. Andesita porfirítica, carreteable El coco-San Juan.	37
Figura 11. Areniscas limosas, carreteable La esperanza-La pava.....	38
Figura 12. Esquisto grafitoso albergando mineralización conforme a su foliación. Sector Zaparrillo-Maturín	38
Figura 13. Pórfido dacítico con alteración clorítica débil, trazas de pirita y magnet.....	39
Figura 14. Pórfido dacítico con pirita diseminada con pirita diseminada.....	40
Figura 15. Mapa geológico título KK6-08031 (Elaborado según el mapa a mano alzada realizado por el informe del año 2010 por el geólogo Rene Lugo)...	43
Figura 16. Arriba, veta frente mina La cruzada Maturin (1 m de espesor con sulfuros masivos pirita + esfalerita + pirrotina, dispuesta N40W/67SW) con respaldos de andesita porfirítica silicificada con pirita diseminada y venillas de pirita y cuarzo. Abajo, veta mina El Derrumbe, veta oxidada con alteración argílica y boxworks de pirita de 2 metros de espesor dispuesta N30W/75SW con respaldos de roca porfirítica oxidada con venillas de FeOx	45
Figura 17. Mineral de mena extraído en una mina informal inactiva, se presenta; pirita + esfalerita + gohetita y óxidos de hierro.....	46
Figura 18. Veta con sulfuros masivos (pirita + pirrotina + calcopirita), cuarzo y carbonatos, Mina Zuleta, Sector Tacón. Estructura N50W/65SW 0.25 metros de espesor.	47
Figura 19. Medición estructural de mineralización	48

Figura 20. Mineralización con rumbo E-W a la entrada de un socavón	49
Figura 21. Socavón desarrollado cortando cuerpos de roca metamórficas de textura esquistosa.....	50
Figura 22. Montaje de beneficio inactivo, vereda zaparrillo	51
Figura 23. Mapa de bocaminas y socavones cartografiados.	52
Figura 24. Cartografía geológica subterránea de los socavones del sector central de la licencia.	53
Figura 25. Mapa de proyección de estructuras mineralizadas las cuales se dibujan en color rojo. Fuente, elaboración propia.	54
Figura 26. Panorámica con la interpretación de algunas estructuras en superficie. Fuente, elaboración propia.	55

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Grupos de trabajo de explotación minera en la región de Marmato para el año 1988.....	29
Tabla 2. Diagrama de paragénesis mineral propuesto por WENER TUFAR.	32
Tabla 3. Evaluación minera preliminar de la licencia KK6-08031	56

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SUBTERRANEA	64
ANEXO B. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SUBTERRANEA (Ubicación de bocaminas)	65
ANEXO C. MAPA GEOLÓGICO DE LA LICENCIA KK6-08031	66
ANEXO D. PROYECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE LA LICENCIA KK6-08031	67
ANEXO E. LEYENDA GEOLÓGICA DE LA LICENCIA KK6-08031	68
ANEXO F. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DE LA LICENCIA KK6-08031	69

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACION LITOLÓGICA-ESTRUCTURAL Y MINERA PARA LA VIABILIZACION DE UN PROYECTO MINERO SOSTENIBLE EN LA CONCESION KK6-08031 SECTOR BOQUERÓN MUNICIPIO DE MARMATO DEPARTAMENTO DE CALDAS*

AUTOR: GERSON MENDOZA AFANADOR**

PALABRAS CLAVES: Caracterización minera, epitermal, porfirítica

DESCRIPCIÓN:

El presente documento contiene la descripción de las actividades realizadas durante la práctica empresarial en la licencia minera KK6-08031, operada por la empresa CALDAS MINERALS S.A.S, quien mediante convenio celebrado con la Universidad Industrial de Santander acordó realizar una evaluación de las condiciones geológicas y minera de dicha licencia. Resultado de la caracterización se identificaron dos sistemas tipo veta de estilo de mineralización epitermal de oro y plata con direcciones 300° - 315° de azimut de rumbo y buzamiento subvertical encajadas en rocas ígneas de textura porfirítica y esquistos grafitosos. La caracterización se realizó con base en levantamientos geológicos de superficie y cartografía subterránea. Se presentan de manera detallada como anexos los mapas de la geología regional y local de la licencia, también la proyección geométrica de las estructuras mineralizadas y los mapas de cartografía subterránea tomada al interior de los socavones informales que han operado dentro de la licencia. En cuanto a la evaluación de tipo minera se proponen varias posibles zonas para iniciar un proyecto minero de baja escala, toda vez que se advierte a finalizar la etapa de práctica no se contaba con toda la información necesaria para poder determinar con precisión el sitio de intervención su dirección y longitud aproximadas. De la misma manera se analizó el potencial preliminar de algunas zonas dentro de la licencia que debido a sus características estratigráficas, litológicas y topográficas se podría adelantar explotación de materiales de uso industrial y agregados. Al finalizar la práctica se propone dar inicio a las actividades de planteamiento del plan de trabajos y obras y estudio de impacto ambiental, requisitos sin los cuales no se podrá dar inicio a fases de trabajo minero más avanzadas.

* Proyecto de grado

** Facultad de ingenierías fisicoquímicas, Escuela de Geología, Director PhD Luis Carlos Mantilla Figueroa

ABSTRACT

TITLE: LITHOLOGICAL-STRUCTURAL AND MINING CHARACTERIZATION FOR A SUSTAINABLE MINING PROJECT VIABILITY IN KK6-08031 CONCESSION, BOQUERON SECTOR, MARMATO'S MUNICIPALITY AT CALDAS DEPARTMENT*

AUTHOR: GERSON MENDOZA AFANADOR**

KEYWORDS: characterization mining, epithermal, porphyritic

DESCRIPTION:

This document describes the performed activities during internship in mining license KK6-08031 executed by Caldas Minerals SAS whose by agreement with Uis agreed to perform an evaluation of geological and mining conditions of such license.

As a result, this characterization has been detected two Gold and Silver epithermal mineralization vein type systems with 300-3-5 azimuth strike and subvertical dip fitted into igneous rocks with porphyritic texture and graphite schists. are presented in a detailed way as annexes maps of regional and local geology of the license, also the geometric projection of the mineralized structures and maps of underground mapping taken to the inside of the informal mines that have operated within the license.

This characterization was based on surface geological survey and underground mapping. The mining evaluation proposes a number of possible zones to start a low scale mining project, however, approaching the internship ending there was not enough information to determine the direction and the approximated size of the intervention site. In the same manner discussed the preliminary potential of some areas within the license that is could overtake exploitation of industrial use and aggregate materials due to its topographic, lithological and stratigraphic characteristics. Finished the internship it proposes to begin the planning activities to make a work plan and environmental impact assessment which are required to start the advanced mining operations.

* Project of grade.

** Faculty of Physicochemical Engineerings, School of Geology, Director: PhD Luis Carlos Mantilla Figueroa.

INTRODUCCIÓN

La industria minera de metales preciosos en Colombia ha tenido un comportamiento fluctuante durante la última década, las condiciones de los precios internacionales de los metales, el marco legal minero-energético en el país y las condiciones propias de cada proyecto han mantenido este sector expectante ante una posible activación más contundente de la economía la cual podrá brindar más garantías para la ejecución de proyectos mineros.

El trabajo de exploración minera dentro de la licencia KK6-08031 se ha planificado con la intención de realizar una compilación focalizada de la información litológica, mineralógica y estructural, con el ánimo de definir una cartografía de estructuras que permita iniciar una intervención minera de baja escala, teniendo en cuenta que en el distrito Minero de Marmato (Caldas) ha existido un registro histórico por varios siglos de explotación de recursos minerales y que a la fecha continúa el potencial geológico minero con varios millones de Onzas en recursos geológicos ya demostrados p ej el proyecto minero que adelanta Gran Colombia Gold cuya licencia es adyacente a la que en este proyecto se propone intervenir, además en la zona ha habido y hay minería informal activa, lo que presume condiciones favorables para la construcción de un túnel exploratorio y de desarrollo que en buena parte financie los costos operativos sobre la licencia bajo la condición de una explotación anticipada contemplada en el código de minas (ley 685 de la república). La cartografía geológica de superficie y subterránea definida como primordial actividad dentro de la licencia y focalizada en el sector de la vereda boquerón permitirá, definir la correlación y extensión aproximada en el rumbo de las estructuras vetiformes de las que se tiene evidencia, a su vez, definir los tipos de alteraciones hidrotermales que estén asociadas con la mineralización, con el fin de dar una interpretación preliminar del modelo descriptivo y genético del tipo de

depósito ubicado en el área de estudio y/o su comparación con los modelos genéticos ya elaborados.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

A partir del levantamiento de la cartografía geológica dentro de la licencia KK6-08031, generar un modelo geológico aproximado preliminar que permita una intervención minera de baja escala, en un tiempo no mayor a un año.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aprovechando la información previa de la zona con la que se cuenta, realizar una validación de los datos que contribuya con la agilización del proyecto.
- Establecer una correlación entre las estructuras mineralizadas de manera que se pueda construir una proyección de las mismas dentro de licencia.
- Definir las características geométricas y estructurales de las vetas que permitan valorar algunas opciones de labores mineras.
- Generar un inventario minero de bocaminas dentro de la licencia.
- Formular un diagnóstico geológico – minero de la licencia que permita determinar la prefactibilidad de intervención con labores mineras de baja escala.

2. ANTECEDENTES

Uno de los principales atractivos que tiene la zona donde se encuentra adjudicada la licencia, es su proximidad con el distrito minero de Marmato, donde compañías como Gran Colombia Gold Corporation y Mineros S.A (antes Mineros Nacionales S.A) han logrado establecer operaciones mineras de exploración y explotación con reservas probadas que lo escalafonan como de clase mundial.

Con anterioridad las diferentes compañías que han estado interesadas en la licencia han contratado con varios consultores estudios de evaluación de carácter preliminar con el fin de conocer las características geológicas generales de la licencia y establecer cuáles son las posibles zonas más prospectivas. Con base en lo anterior durante el transcurso de la práctica se tuvo acceso a los siguientes documentos.

- Informe Preliminar Villa Mora 2010. Realizado por Geólogo Sénior MSC.ING. RENÉ F. LUGO PRIMELLES.
- Reporte de muestreo Realizado por la Empresa Crown Gold Corp. en el año 2013 a cargo del Geólogo Scott Franco PGeo.
- Reporte visita de evaluación y reconocimiento Titulo KK6-0803, Realizado por la empresa Grupo de Bullet S.A.S en el año 2014 a cargo del Geólogo Leonardo Valencia
- INFORME COMPILATORIO TITULO MINERO KK6-08031 (Marmato y Supia, Caldas) 2015. Realizado por Geóloga Carolina Osorio Bonilla

De manera general estos documentos permitieron conformar un marco de referencia en el que se establecen las condiciones geológicas y prospectivas con las que la licencia cuenta. Por lo tanto, se define geológicamente la licencia como una zona de intrusión de rocas porfíricas encajadas en cuerpos ígneos, sedimentarios de edad terciaria y en algunas zonas rocas metamórficas cuyos procesos de emplazamiento e interacción de fluidos producen un sistema vetiforme y de brechas de origen hidrotermal que es el responsable de la presencia de concentraciones de oro y plata económicamente importantes dentro de la licencia.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

El presente trabajo está definido y programado partiendo de la necesidad que tiene la empresa CALDAS MINERALS S.A.S de establecer las relaciones geométricas y de continuidad de las estructuras vetiformes que se han identificado en estudios previos y que se sabe atraviesan el área de concesión. A continuación, se ilustran las actividades que se realizaron durante la práctica.

Figura 1. Cronograma de actividades propuesto en el plan de trabajo de grado.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PRACTICA EMPRESARIAL																															
Actividad	MES 1 (Abril) 2016																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	
Revisión bibliográfica																															
Cartografía geológica y minera																															
Elaboración de Informe																															
Actividad	MES 2 (Mayo) 2016																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M
Proyección de estructuras																															
Modelo inicial de mineralización																															
Elaboración de Informe																															
Actividad	MES 3 (Junio) 2016																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	
Diagnostico Minero																															
Evaluación de factibilidad de mina a pequeña escala																															
Elaboración de Informe																															
Actividad	MES 4 (Julio) 2016																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Elaboración de Informe final																															
Revisión informe final																															
Tramites administrativos para graduación																															

3.1 FASE DE COMPILACIÓN

Se realizó la revisión de los archivos, mapas, informes y demás tipos de documentos con los que cuenta la empresa, concernientes con el estado actual de la licencia. Se acudió a las diferentes fuentes de información geológica como la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander (UIS), del Servicio Geológico Colombiano (en su versión virtual) y repositorios virtuales de revistas de interés geológico como el “Boletín de Geología” de la UIS y “Geología Colombiana” de la Universidad Nacional de Colombia UNAL. También se consultaron artículos de revistas especializadas como el “ECONOMIC GEOLOGY” de la Society of Economic Geologists con el ánimo de contextualizar el posible modelo genético del depósito y establecer una relación con los rasgos observados en campo. Por último, se revisaron las publicaciones de informes “NI 43-101 technical report” de la compañía GRAN COLOMBIA GOLD CORPORATION, para establecer las correlaciones litológicas entre las dos licencias y la posible continuidad de algunas estructuras o patrones de mineralización.

Toda esta información pasó por un proceso de validación bajo la supervisión del gerente de exploraciones y director de la práctica.

3.2 FASE DE CAMPO

Durante esta etapa de la práctica se ejecutaron las actividades de cartografía geológica y estructural, caracterización de litologías, identificación de estructuras mineralizadas, mineralogía de la mena, proyección de estructuras, modelo descriptivo de la mineralización, con base en la información colectada en los levantamientos de superficie y túneles a los que hubo la posibilidad de ingresar.

Como segundo bloque de ésta fase y apoyados en la información colectada y procesada se procedió con la evaluación de la factibilidad minera de pequeña escala.

3.3 FASE DE REDACCIÓN DE INFORME FINAL

Consiste en la compilación mediante un informe detallado de las actividades, interpretaciones y resultados de los datos obtenidos durante la ejecución de la práctica. Este informe sirve como documento final del proyecto de grado y será presentado para su evaluación ante los calificadores que la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, designe para éste fin.

4. GENERALIDADES

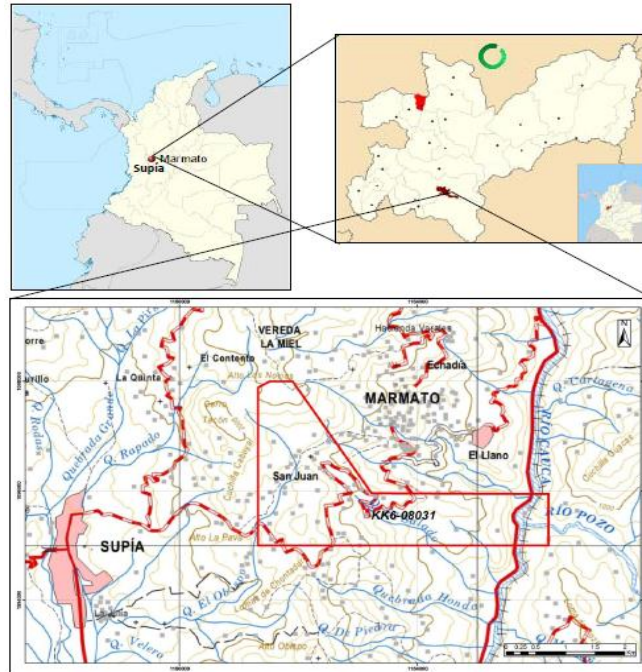
4.1 GEOGRAFÍA FÍSICA

Marmato está localizado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental y en la vertiente Occidental del río Cauca. Se encuentra topográficamente en el occidente del relieve conocido como el macizo de los mellizos. Sus coordenadas son 5°28'31"N - 75°35'57"O. Está ubicado a una altura de 1310 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 90,4 kilómetros de Manizales. Tiene una extensión de 44 kilómetros cuadrados y posee una temperatura promedio de 23 grados centígrados. Su nombre es una derivación del vocablo marmaja, nombre que recibe una roca de color amarillo llamada pirita, un mineral rico en hierro que los aborígenes procesaban con piedras de moler. Debido a su topografía arisca que no permite delinear calles simétricas, algunas de las viviendas fueron levantadas sobre muros de piedra o tapias pisonadas. Sobre el cerro se observan las entradas a los socavones de las minas, como expresión de su riqueza aurífera.

4.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DE TRABAJO

La licencia está ubicada en el departamento de Caldas, en jurisdicción de los municipios de Supía y Marmato, a ella se accede por carretera pavimentada desde la ciudad de Manizales y posteriormente un carreteable destapado desde el casco urbano de Supía.

Figura 2. Ubicación departamental y local de la zona de trabajo y las vías de acceso por las que se accede a la licencia.

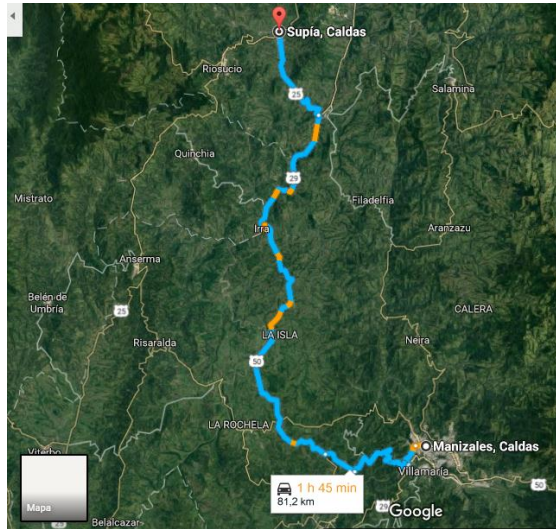


4.3 VIAS DE ACCESO

A la zona se accede por vía pavimentada por los municipios de Marmato y Supia a una distancia entre 90Km y 77Km respectivamente con relación a la ciudad de Manizales. De igual forma ambos municipios se localizan a menos de 122 Km de Medellín.

El ingreso específico al título se hace por las carreteras despastadas Supia-San Juan, Marmato-San Juan, Supia-Boquerón y Supia-Tacón por tramos de no más de 10 Km de recorrido entre Supia y el Corregimiento de San Juan.

Figura 3. Vías de acceso al título KK6-08031.



Fuente: Google Maps. Sitio web Google Corporation.

Figura 4. Izq, vía principal Manizales-Supía-Medellin. Der, Carreteable Supía-San Juan



4.4 GEOMORFOLOGÍA

La zona es montañosa con elevaciones entre 680 m.s.n.m y los 2065 m.s.n.m. La parte “plana” se localizada en el sector noreste título, adyacente a las riveras del Rio Cauca, el resto del área corresponde a cerros de alta pendiente que resaltan sobre el paisaje a manera de protuberancias rocosas (entre los 2100 y 1600 m.s.n.m) y a colinas alargadas con desarrollo de escarpes disectadas por las

quebradas Aguas Claras, Zaparrillo, El Obispo y El Salado (tributarios del Río Cauca).

Figura 5. Izq, Vista panorámica N-S de la parte Occidental del título desde las minas Tacón: Colinas escarpadas y disectadas por drenajes NW. Der, vista panorámica desde la finca Los Cortez del corregimiento de San Juan: Protuberancias rocosas y colinas alargadas rodeando la altiplanicie de San Juan.



Figura 6. Izq, Vista panorámica del cerro Tacón desde San Francisco, carreteable Caramanta-Supía. Der, Vista panorámica de la cuenca del río Supía y de la misma población, sector cabuyal alto.



4.5 CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL

A continuación, se toman apartes del trabajo realizado por el INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA INGEOMINAS *GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PLANCHA 186 RIOSUCIO.*, Medellín, 1982.

4.6 DEPÓSITOS DE MARMATO Y ECHANDIA

En los pórfidos andesíticos y dacíticos que afloran en las áreas circunvecinas al corregimiento de Marmato y Echandia se presentan varias mineralizaciones filonianas, con estructura de filones paralelos (predominantemente), filones de red en estoverca y filones ramificados.

Los filones presentan espesores variables (de 0.20 – 3.0 m), la dirección controlada tectónicamente, varía entre N 65 W y N 45 W. sus buzamientos son generalmente verticales. Su continuidad vertical es considerable y para algunos se conoce en más de 200 metros.

Los filones presentan espesores variables (de 0.20 – 3.0 m), la dirección controlada tectónicamente, varía entre N 65 W Y N 45 W. Sus buzamientos son generalmente verticales. Su continuidad vertical es considerable y para algunos se conoce en más de 200 metros.

Según Botero y Zuluaga (1980), los minerales metálicos en el interior de las vetas principales se presentan en venas e hilillos (pirita y esfalerita) o diseminados en la roca brechada (pirita, galena, arsenopirita, pirargirita, y asociada galena y blendas). Calcita y cuarzo son los minerales que aparecen como ganga y en ocasiones cuarzo bipiramidal.

Según los mismos autores las rocas sedimentarias terciarias también son localmente receptoras de la mineralización. Álvarez y Arias (1978), reportan que en la región de Echandia, parte de algunas venas se encuentran encajadas en un techo pendiente de esquistos cuarzo sericiticos, los cuales ocasionalmente muestran venas de cuarzo con ligera piritización.

En la carretera La Pintada – Supia entre la quebrada Vequedo y el río Arquia hay una zona de intensa oxidación donde toda la roca aparece cubierta por una pátina de limonita, de color pardo rojizo en diversas tonalidades y con manchas de malaquita, tanto en los pórfidos como en los esquistos anfibólicos.

Álvarez y Arias (1978) dividen el sistema filoniano de Marmato en tres grupos:

Norte, Central y sur, Botero y Suluaga (1988), agrupan algunos de los trabajos en explotación respecto a los filones en la siguiente forma:

Tabla 1. Grupos de trabajo de explotación minera en la región de Marmato para el año 1988.

Grupo Norte	Grupo Central	Grupo sur
San Pedro	La Grandina	Caparrosal
Villonza	El Cuatro	Patacón
Los Dolores	La Eva	La Gallinaza
Cubana	Tesorito	El Torno
Cubanita	Esperancita	La Ventura
La Mona	La Esperanza	
La Mancha	La Paerquera	
Santa Inés	La Estrada	
La Calle		

Fuente: INGEOMINAS

Dichos trabajos se localizan en la parte alta de Marmato, estando su explotación a cargo de arrendatarios. En la Parte más baja se localizan las minas más ricas y

sanas (La Palma, Maruja y Zancudero), las cuales no se explotan en la actualidad y tienen el carácter de reserva nacional.

- Alteración y zonación

Una de las características principales de los cuernos porfiríticos en esta área es la alteración que presentan. Los afloramientos aparecen cubiertos por una costra, de espesor variable, de óxidos de hierro de color amarillo o pardo amarillento por oxidación de los sulfuros contenidos originalmente en la roca, cuando ésta es rica en ellos. Cuando es pobre en minerales de hierro o cuando estos han sido lixiviados, la roca toma un color gris claro a blanco debido a la abundancia de minerales claros como calcita, serícita y cuarzo que reemplaza los minerales oscuros en la roca. El tipo de alteración más corriente es la propilítica caracterizada por la ocurrencia de clorita, calcita y ocasionalmente epidota. La clorita se presenta tanto en agregados o en láminas como producto de alteración de la hornblenda. La calcita se encuentra como producto de alteración de plagioclasa y asociada a clorita reemplazando hornblenda. En la zona de Marmato se encuentran abundantes venas y fracturas rellenas con calcita. Epidota solo se encuentra esporádicamente en la zona de Marmato relleno de fracturas y asociada a plagioclasa posiblemente como, producto de su saussuritización. La alteración sericitica está caracterizada por la presencia de sericita, pirita y cuarzo. No muestra un zonamiento normal y solo aparece localmente en la zona de Marmato.

La sericita se presenta como producto de alteración de la plagioclasa tanto en los fenocristales como en la matriz, en agregados finos y como relleno de microfisuras en plagioclasa y cuarzo. La pirita ocurre diseminada y relleno de fisuras. En la zona de Marmato, pirita reemplaza clorita proveniente de hornblenda y forma coronas alrededor de granos de magnetita o la reemplaza a lo largo de fracturas. La alteración potásica, está caracterizada por el conjunto moscovita-biotita feldespato potásico o dos de estas fases. El feldespato potásico secundario se encuentra en venas o

parches irregulares en plagioclasa. Biotita en nidos, probablemente de origen hidrotermal, se encuentra asociada a magnetita en el área de Marmato donde además, cerca los filones se observan efectos de silicificación. Botero y Zuluaga (1930), opinan que este tipo de alteración no se presenta en el área de Marmato y concluyen que en todo caso, la alteración hidrotermal que afecta a la roca encajante no muestra zonación alguna con respecto a los filones.

Según Andy Chakrabarti (comunicación verbal), existe una concentración de Au y Ag en las mineralizaciones localizadas en los niveles más altos de los filones y un incremento gradual hacia profundidad de Cu, Pb y Zn como se puede comprobar en las mineralizaciones de las minas Doscientos, Caparrosal y los Políticos. Según el mismo geólogo el plomo y el cinc son más abundantes en las mineralizaciones más altas y el cobre en las inferiores.

- Génesis y tipo de depósito

Botero y Zuluaga (1930), basados en las siguientes observaciones de campo y del análisis de secciones pulidas y de inclusiones fluidas efectuadas por el profesor WERNER TUFAR sugieren al siguiente diagrama de paragénesis.

Tabla 2. Diagrama de paragénesis mineral propuesto por WENER TUFAR.

	350 °c		300 °c		200 °c		100 °c		
	ETAPA TEMPRANA		ETAPA PRINCIPAL				ETAPA TARDÍA		
CUARZO									
CALCITA									
ARSENOPIRITA									
PIRROTINA									
PIRITA									
ESFALERITA									
GALENA									
CALCOPIRITA									
ORO									
TETRAHEDRITA									
PIRARGIRITA									
			PROPILIZACIÓN						
					SILICIFICACIÓN				

Fuente: modificada de INGEOMINAS

“En Marmato el oro aparece en forma de partículas finas presentes hacia la periferia de los sulfuros, o relleno de grietas encontradas en dichos minerales. Oro nativo y galena se encuentran bordeando granos de esfalerita que contienen calcopirita en exsolución. Se visualizó movilización de galena relleno de fracturas en granos de esfalerita.

En su mayor parte el oro fue transportado por las mismas soluciones SO hidrotermales que depositaron la segunda generación de sulfuros, lo cual se evidenció en la interrelación esfalerita-calcopirita en exsolución y galena bordeando pirita. Tetraedrita intercrecida con galena y blenda se encontró relleno de microfisuras en esfalerita. Texturas de remplazamiento en granos de arsenopirita y pirrotina presentan a estos minerales como típicamente – tempranos.

Las investigaciones de inclusiones fluidas sugieren que la etapa principal de depositación de los sulfuros metálicos más temprano tuvo lugar entre los 270 y 220° C, tetraedrita y perargirita se formaron durante el período tardío de la depositación. Durante la etapa principal de la mineralización ocurrió una intensa propilitización en

la roca de caja, así como una leve piritización. Localmente, la silificación puede convertirse en la alteración dominante e indudablemente constituye la alteración pre dominante durante la etapa tardía”.

Botero y Zuluaga (1930), basados en el tipo de roca encajante, en las características de los filones, en los orígenes de las fracturas, en las estructuras que forman los minerales estériles, en el tipo de alteración predominante (propilítica) y la zonación vertical observada en los filones concluyeron que el yacimiento polimetálico de Marmato es del tipo epitermal.

Figura 7. Mapa geológico regional modifica de GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PLANCHA 186 RIOSUCIO., MEDELLIN, 1982.

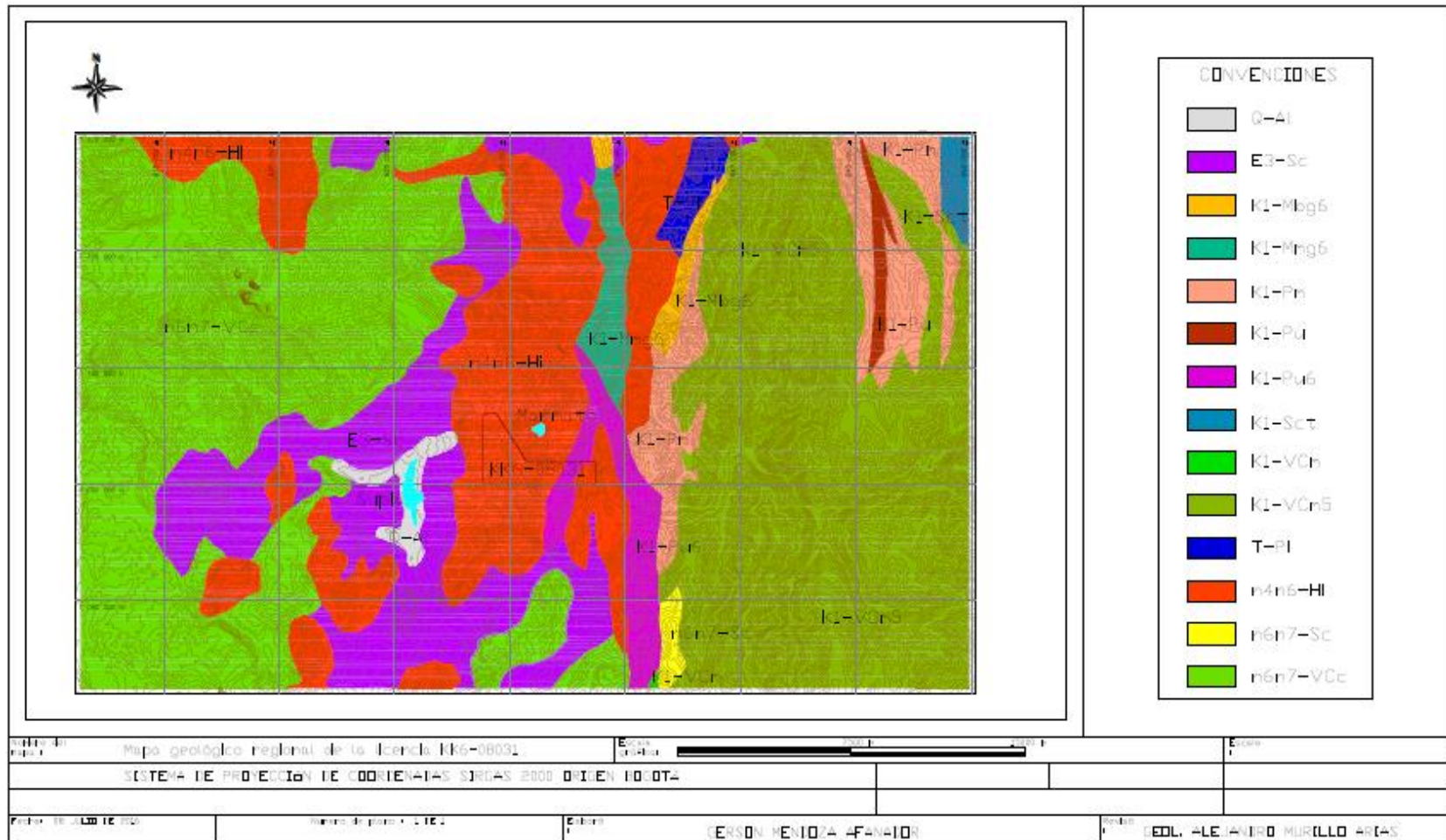
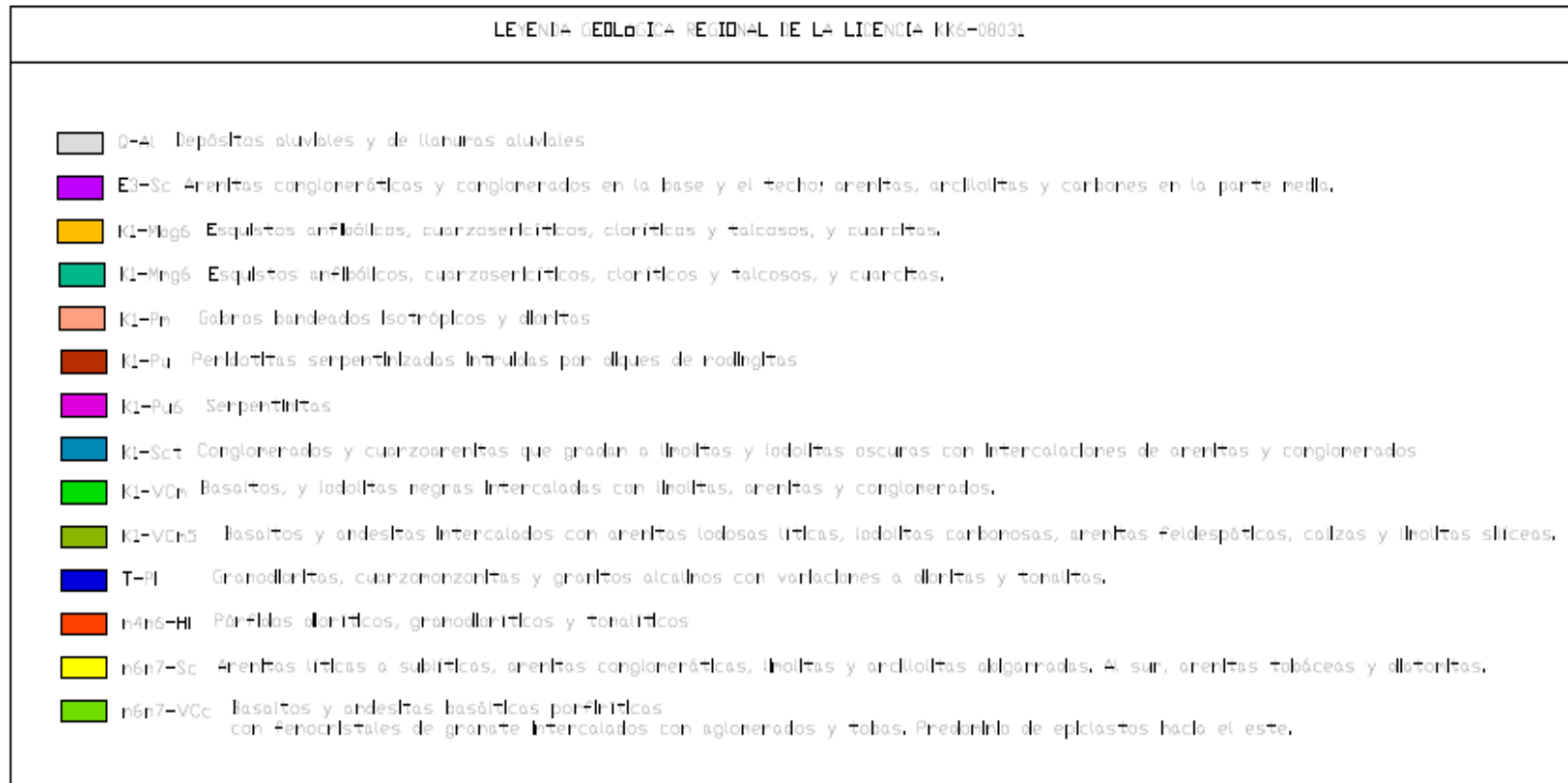


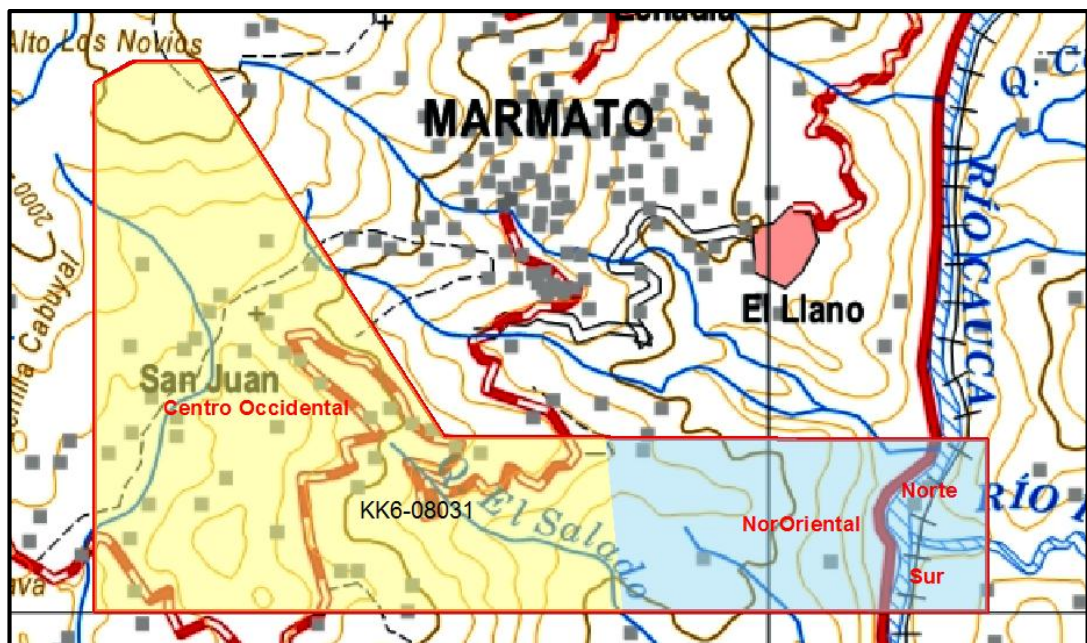
Figura 8. Leyenda del mapa geológico regional modificado de GEOLOGÍA Y GEOQUÍMICA DE LA PLANCHA 186 RIOSUCIO., MEDELLIN, 1982.



5. GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con la información geológica de estudios previos y las observaciones y caracterizaciones que se realizaron durante la práctica, es conveniente dividir la zona de concesión en dos sectores (en términos geológicos) ya que las condiciones y rasgos observados así lo ameritan. De manera que se abordará la descripción de la siguiente manera:

Figura 9. División de la litología local centro-Occidental y nororiental en el título KK6-08031



5.1 SECTOR CENTRO OCCIDENTAL

En el sector Centro Occidental dominan rocas hipoabisales de textura porfírica de composiciones mineralógicas que varían entre andesitas y dacitas correlacionables

con el Stock de Marmato, suprayacidas en algunos sectores por secuencias sedimentarias detríticas (lodolitas, areniscas y conglomerados arenosos) correlacionables con la Formación Amaga, de igual manera por rocas volcánicas afaníticas entre andesitas, andesitas basálticas, dacitas y en menor proporción de composición intermedia y secuencias volcanosedimentarias (tobas andesíticas y tobas de lapilli con líticos) asociados a la Formación Combia. Finalmente, cuñas de esquistos grafitosos correlacionables con el Complejo Arquía afloran en el carreteable Boquerón – Maturín y en los caminos entre las minas La Cruzada y Zaparrillo, justo en la parte más nororiental del título.

Figura 10. Andesita porfirítica, carreteable El coco-San Juan.

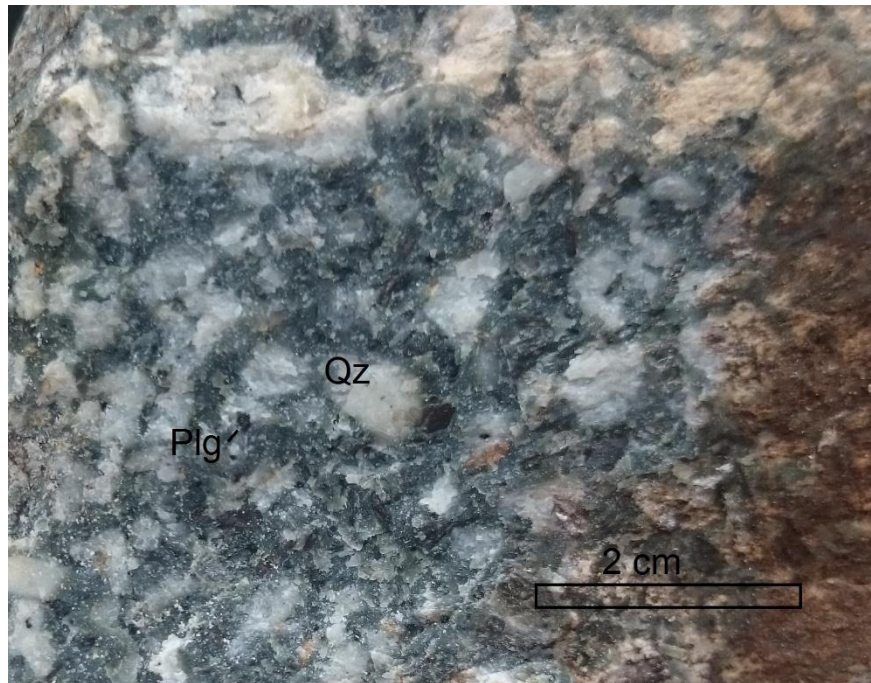
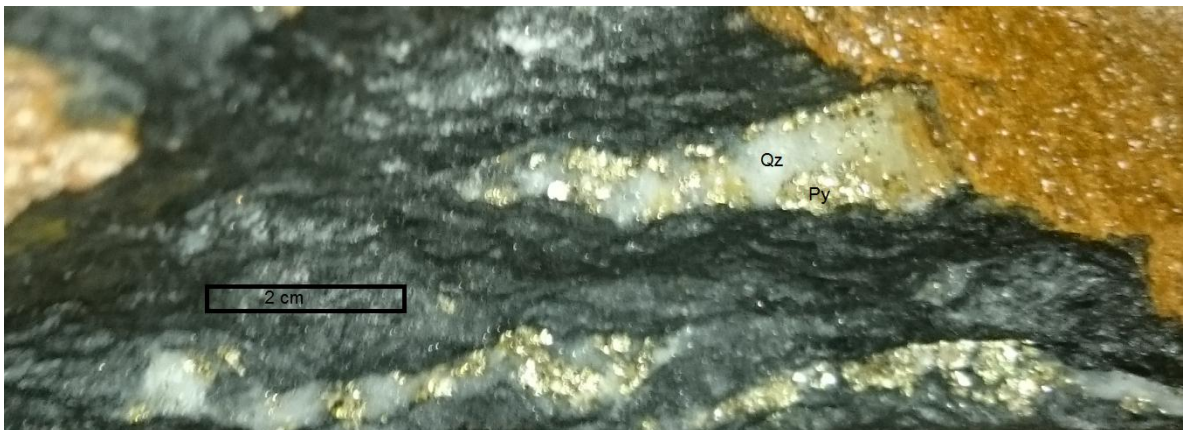


Figura 11. Areniscas limosas, carreteable La esperanza-La pava



Figura 12. Esquisto grafitoso albergando mineralización conforme a su foliación. Sector Zaparrillo-Maturín



Se debe resaltar que es en esta zona donde se realizó casi la totalidad de las actividades de índole geológica y con base en la información colectada en éste sector es que se realiza el diagnostico geológico minero.

5.2 SECTOR NORORIENTAL

La zona Nororiental geológicamente fue dividida en 2 subsectores de acuerdo al informe reportado en agosto del 2010 por el geólogo Rene Lugo: Norte y Sur separados por el Rio Pozo, aunque gran parte de estos sectores se encuentran por fuera del título.

El subsector Sur en su mayoría está cubierto por secuencias toleíticas de la Formación Barroso, constituida por basaltos, hialobasaltos, diabasas y tobas básicas. Gran parte de estas rocas se encuentran estériles con alteraciones propias del metamorfismo regional. Ocasionalmente se detectaron pequeños afloramientos de pórfidos dacítico y andesíticos.

El 50% del área del subsector Norte presenta una amplia manifestación de pórfidos félsicos con una composición que va desde intermedia-acida (andesíticas-dacíticos) con textura hipocristalina desde pórfidos dacíticos con abundante cuarzo hasta pórfidos granodioríticos.

Figura 13. Pórfido dacítico con alteración clorítica débil, trazas de pirita y magnetita.

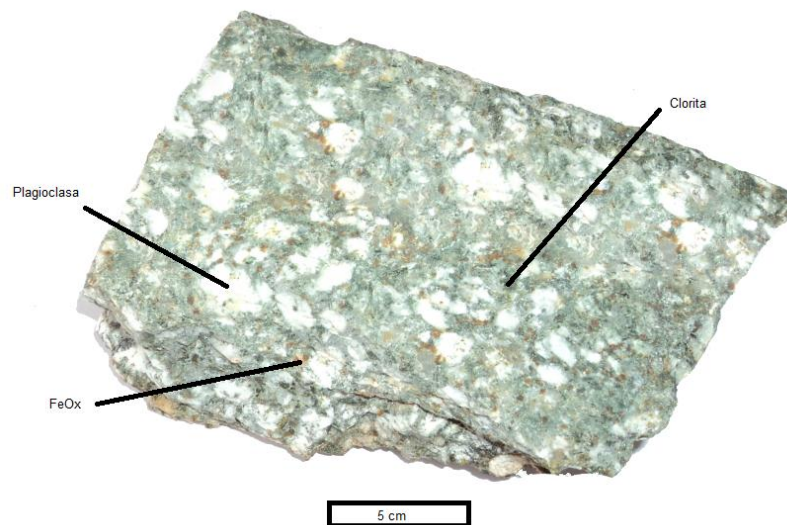
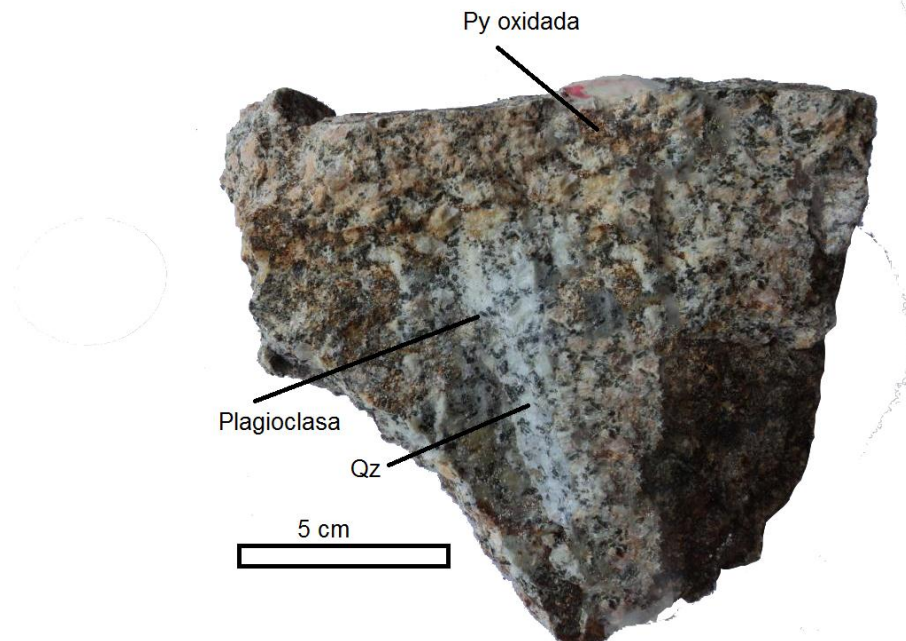


Figura 14. Pórfido dacítico con pirita diseminada con pirita diseminada



Dentro del área existen varias zonas más puntuales que de igual forma hacen parte de la litología, como lo son las riveras del río Cauca donde se localiza la presencia de un pequeño bloque de rocas metamórficas correlacionables posiblemente con el Complejo Arquía, conformado por gneises y esquistos sercíticos y cloríticos de color verde claro donde se presente una venilla de pirita (10-20%) sin aparente continuidad, suprayacidas en algunas zonas por sedimentos recientes (Qal). El otro sector denominado la República los afloramientos hacen parte de los cuerpos hipoabisales terciarios (Pórfidos dacíticos-granodioríticos) con algunas manifestaciones de alteración argílica que intruyen a las secuencias cretácicas de la Formación Barroso, en el área la Formación Barroso se desarrolla generalmente en pequeñas manifestaciones de las rocas tipo basaltos, hialobasaltos y dacitas sin alteraciones ni mineralizaciones.

5.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La concesión hace parte del distrito minero de Marmato-Echandía en el departamento de Caldas. Dicho distrito se encuentra ubicado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes de Colombia, se parado de la Cordillera central por el cañón del río Cauca (Cediel & Cáceres, 2000; Cediel et al., 2003).

El terreno fue acrecionado al margen continental a lo largo del sistema de fallas de romeral durante el aptiano, el cual ejerce un control estructural sobre el trazo del río cauca hoy día. Se caracteriza el comportamiento del sistema de fallas de romeral como dextral lo que supone que la acreción fue altamente oblicua desde el suroeste. Las rocas que conforman el encajante del stock porfirítico de Marmato corresponden con; metabasaltos, anfibolitas, serpentinitas, esquistos grafitosos, esquistos biotíticos, esquistos sericíticos y esquistos cloríticos denominados complejo Arquía (Calle et al., 1984; Duran et al., 2005).

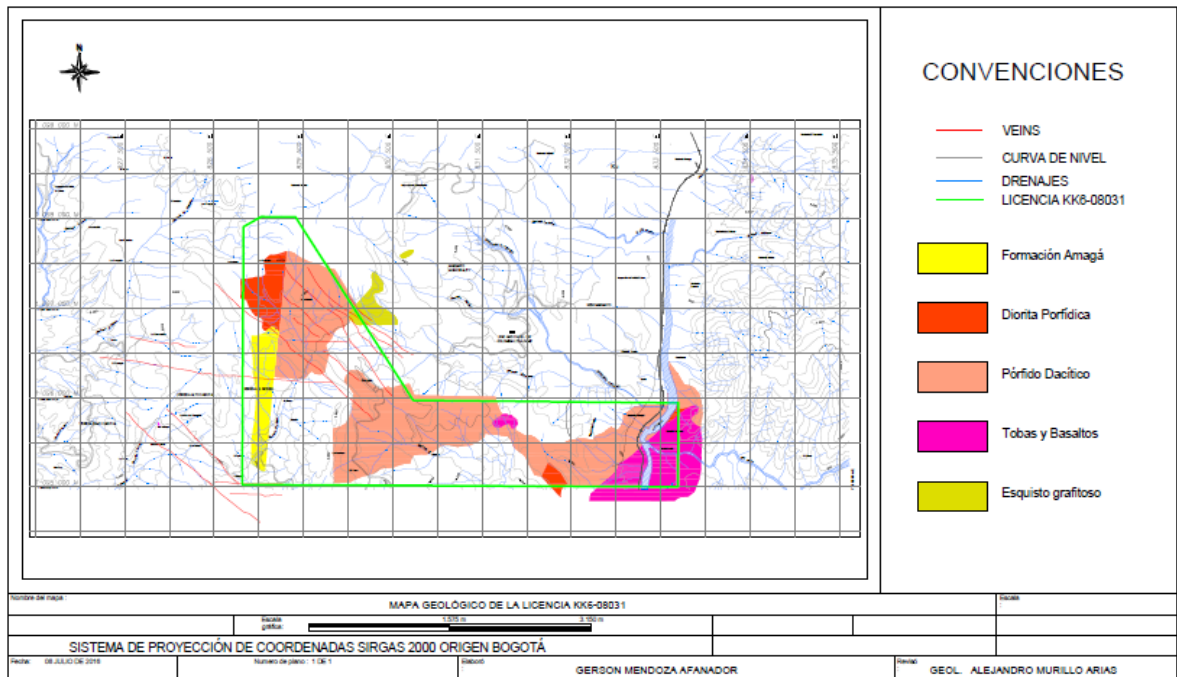
La zona de falla del sistema romeral está marcada por la deformación de rocas ofiolíticas, incluyendo esquistos con glaucofana en un melange tectónico. Esta región está definida como una zona de sutura de una antigua subducción. El terreno romeral está limitado al oeste por la falla del cauca. Actualmente los sistemas de fallas del Cauca-Romeral presentan movimientos laterales y retro desplazamientos (Cediel & Cáceres, 2000; Cediel et al., 2003). □

A partir del trabajo de reconocimiento geológico realizado por el geólogo René Lugo en el año 2010, se presenta una descripción del modelo estructural del área de concesión.

- El sector este del Río Cauca, que se encuentra deprimido, medianamente hundido en relación con el Oeste, quizás algo basculado al Norte.

- Sector Oeste del Río Cauca, evidentemente elevado en relación con el macrobloque del Este, quizás algo basculado al Sur.
- El macrobloque del Este aparece seccionado por la falla del Río Pozo, separando dos bloques: Norte y Sur. Sus interrelaciones marcan un hundimiento relativo del bloque Sur con respecto al bloque Norte, pero ambos están medianamente hundidos en relación con el macrobloque Oeste.
- De acuerdo con las observaciones presentadas, se puede establecer que el macrobloque oeste pudiera tener niveles diferenciados de erosión entre las zonas norteñas y sureñas, que de cierto modo pueden haber borrado, aún de forma parcial, parte de la columna mineralizada, presentando el ambiente porfídico en la superficie actual.
- El macrobloque del Este, refiriéndonos al bloque Norte del mismo, puede tener potencialmente una columna mineralizada más completa que al Oeste, en tanto el bloque sur, con apenas una mínima presencia de los pórfidos, aunque frescos en este sitio, tendría la principal opción de una columna mineral completa.

Figura 15. Mapa geológico título KK6-08031 (Elaborado según el mapa a mano alzada realizado por el informe del año 2010 por el geólogo Rene Lugo).



6. MINERALIZACIÓN Y ALTERACIÓN

De igual forma como se menciona en la geología del área de estudio, es dividida para identificar los tipos de mineralización y alteraciones, los cuales según sus rasgos exhibidos están ligados a un sistema de depósito tipo pórfido. Es importante mencionar que en ninguno de los reportes realizados con anterioridad ni durante el desarrollo de las actividades de práctica se identifica la localización de la alteración potásica ni la identificación de la magnetita en venilleo del sistema (venillas cuarzo-magnetita), ya que estas 2 características hacen parte de la fundamentación de un sistema Tipo Pórfido.

6.1 ZONA CENTRO OCCIDENTAL

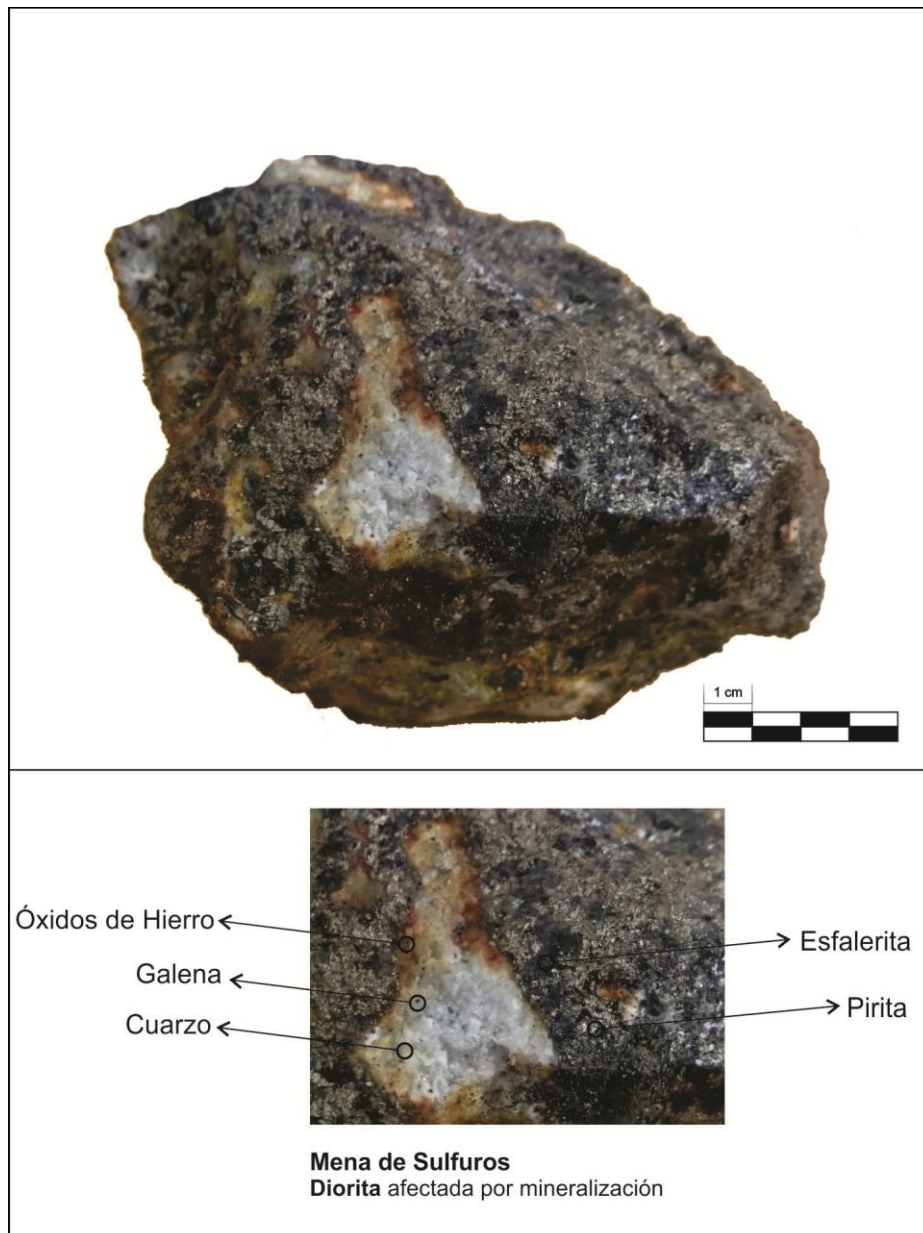
Esta área reviste el mayor interés por tener las mejores manifestaciones y valores geoquímicos para un sistema tipo pórfido acompañado en la parte superficial por un sistema epitermal con altos contenidos de Zn, Pb y Cu. En las minas durante la práctica, por comisiones anteriores y en los afloramientos de pórfidos tardíos (frescos, estériles, con o sin alteración propilítica), se observa principalmente una alteración argilíca intermedia seguida por una alteración cuarzo-sericitica, filica por sectores, alteración clorítica y alteración silíceas, las cuales en ocasiones pueden estar cubiertas por alteraciones supergenas. Entre el carretable San Juan-La Republica se identifican 3 cuerpos hipoabisales: andesitas porfíricas tardías, pórfido andesíticos con pirita diseminada ± venillas de pirita (tipo D) y/o cuarzo y pórfido andesíticos-horblendico con pirita fina diseminada.

Figura 16. Arriba, veta frente mina La cruzada Maturin (1 m de espesor con sulfuros masivos pirita + esfalerita + pirrotina, dispuesta N40W/67SW) con respaldos de andesita porfirítica silicificada con pirita diseminada y venillas de pirita y cuarzo. Abajo, veta mina El Derrumbe, veta oxidada con alteración argílica y boxworks de pirita de 2 metros de espesor dispuesta N30W/75SW con respaldos de roca porfirítica oxidada con venillas de FeOx.



Los estilos de mineralización según lo observado y basados en conceptos de expertos que con anterioridad han recorrido el área, corresponden a vetas cuarzosas con espesores que van desde milimétricos hasta no más de 2 metros de espesor con un promedio de 0.3 metros, constituidas por sulfuros masivos (pirita+esfalerita de 2 metros de espesor \pm pirrotina + óxidos de hierro), vetas arcillosas con sulfuros (pirita principalmente) y vetas de cuarzo con óxidos de hierro (goetita+jarosita). Adicionalmente se observaron brechas hidrotermales y cizallas.

Figura 177. Mineral de mena extraído en una mina informal inactiva, se presenta; pirita + esfalerita + gohetita y óxidos de hierro.



De acuerdo a las ideas mencionadas por el autor del informe en el año 2010(Rene Lugo) se considera que esta zona del título tiene un amplio potencial para la mineralización aurífera porfídica. Resaltando la presencia de venillas en stockworks

tipo A,B,M,Ch,Ch-M que caracteriza los sistemas porfídicos con densidades entre los 20-40venillas/metro aumentando en algunas áreas, la mineralización principal dada por la pirita acompañada de trazas de calcopirita y arsenopirita.

Figura 18. Veta con sulfuros masivos (pirita + pirrotina + calcopirita), cuarzo y carbonatos, Mina Zuleta, Sector Tacón. Estructura N50W/65SW 0.25 metros de espesor.



6.2 ZONA ORIENTAL

La zona Oriental del título determinada dentro del reporte del año 2010 realizado por el geólogo Rene Lugo, resalta un área de gran interés, aunque en su mayoría por fuera del título minero. Él divide esta zona en subsectores Norte y Sur separados por el Rio Pozo. La zona Sur no presenta mayores características de interés, puntos esporádicos de venilleo compuesto por cuarzo y pirita. La parte Norte exhibe mejores manifestaciones, se localizan rocas con alteración potásica muy débil, y predominio de alteraciones filica y argilica intermedia, con una alta presencia de stockworks en los que se evidencian venillas tipo A,B,D,M,Ch y Ch-M, propias del sistema porfídico. La densidad del venilleo no es la más abundante (10-20 venillas/m) aunque en algunos sectores es mejor que en otros aumentando hasta 60 venillas/m.

6.2.1 Estructuras y Trenes de mineralización. En los informes compilados y las estructuras medidas durante el levantamiento cartográfico subterráneo se mencionan 3 sistemas estructurales principales NW, E-W y NS en el mismo orden de importancia, para la formación de diaclasas, venas, vetas y stockworks en las cuales se aloja la mineralización.

- Estructuras NW (Az 310-330 con buzamientos subverticales al SW), siendo este el de mayor impacto y de mayor interés para las mineralizaciones. La Empresa Grupo de Bullet para este patrón estructural incluye las vetas de las minas Santa Helena (Az 330/73SW), Zuleta-Tacón (Az 310/65SW), Zaparrillo (Az 300-310/88SW-NE) y La Cruzada (Az330/86SW), donde las estructuras principales marcar un rumbo y buzamiento siguiendo este tren estructural, las cuales son explotadas por los mineros para la extracción del oro y con el mayor potencial identificado hasta el momento.

Figura 19. Medición estructural de mineralización



- Estructuras E-W: caracterizadas de la misma manera que las anteriores para la Empresa Grupo de Bullet , son estructuras que varían entre los 80°-95°, son las segundas estructuras potenciales en el área, representados en las veta de los afloramiento Veta Cabuyal Bajo con un Az 100/89S (sector La Portada-La Carolina), veta de la mina Palo Santo (Az90/32S) y Mina La Santa (90/40s) caracterizadas por ser unas vetas arcillosas con pirita y óxidos de hierro con respaldos de lodolitas moderadamente silicificadas.

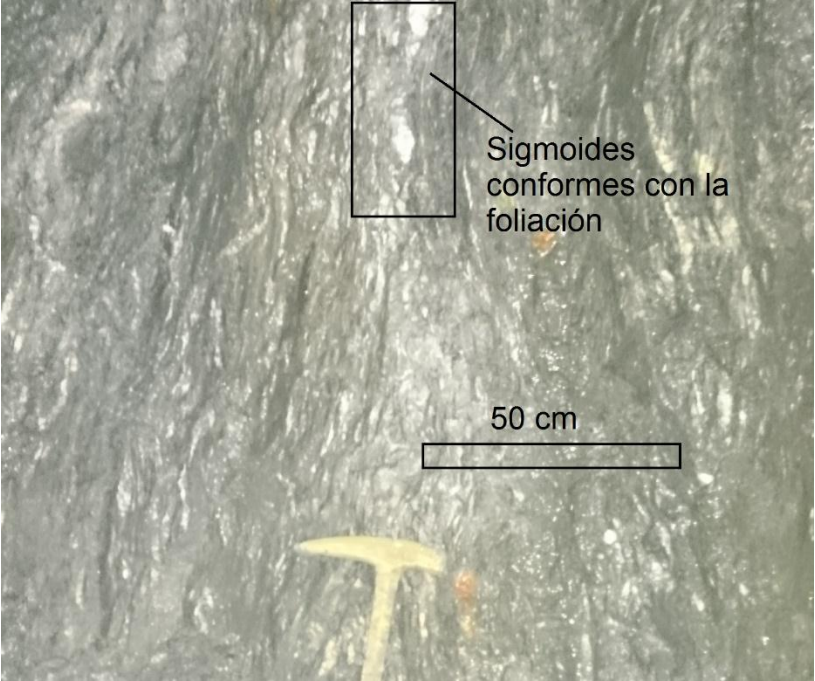
Figura 208. Mineralización con rumbo E-W a la entrada de un socavón



- Estructuras N-S: acompaña a los 2 sistemas dominantes NW y E-W, en forma de venillas dentro de los stockworks, afloran claramente en los afloramientos de Cabuyal bajo Az 180/65E y en el sector de Boquerón Alto, Finca de los Cortez.

La estratificación de las roca lodolitas, limonitas, areniscas y conglomeraticas presentan una disposición general NEE-SSW. Los esquistos Negros presentan un dominio estructural E-W direcciones 80°y azimuth entre los 45-75SE.

Figura 21. Socavón desarrollado cortando cuerpos de roca metamórficas de textura esquistosa.



7. ACTIVIDAD MINERA DENTRO DE LA LICENCIA

Durante el desarrollo de las actividades de exploración se realizó la visita a los diferentes socavones reportados dentro de la licencia y algunos montajes de beneficio operados por mineros empíricos de la región a quienes se les expresó el interés por ingresar con el fin de realizar una inspección técnica de los socavones, ante esta solicitud algunas personas rechazaron la propuesta de manera vehemente, otras solamente permitieron una inspección de las instalaciones de superficie y en otras se pudo realizar la inspección junto con el levantamiento de la cartografía geológica.

Figura 22. Montaje de beneficio inactivo, vereda zaparrillo



8. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SUBTERRANEA

De acuerdo con lo planteado en el plan de trabajo de la práctica empresarial se realizó una campaña de mapeo subterráneo de estructuras mineralizadas, como resultado se obtiene un mapa en el que se presentan los levantamientos topográficos de los socavones donde se permitió el ingreso, junto con el mapeo de las estructuras (venas y vetas), se reportan algunos datos estructurales como rumbos y buzamientos de las vetas, diaclasas y direcciones de foliación de rocas metamórficas que sirven como encajantes.

Vale la pena mencionar que la información presentada en este documento corresponde a la que, por motivos de confidencialidad y derechos de autoría, la compañía permite mostrar.

Figura 23. Mapa de bocaminas y socavones cartografiados.

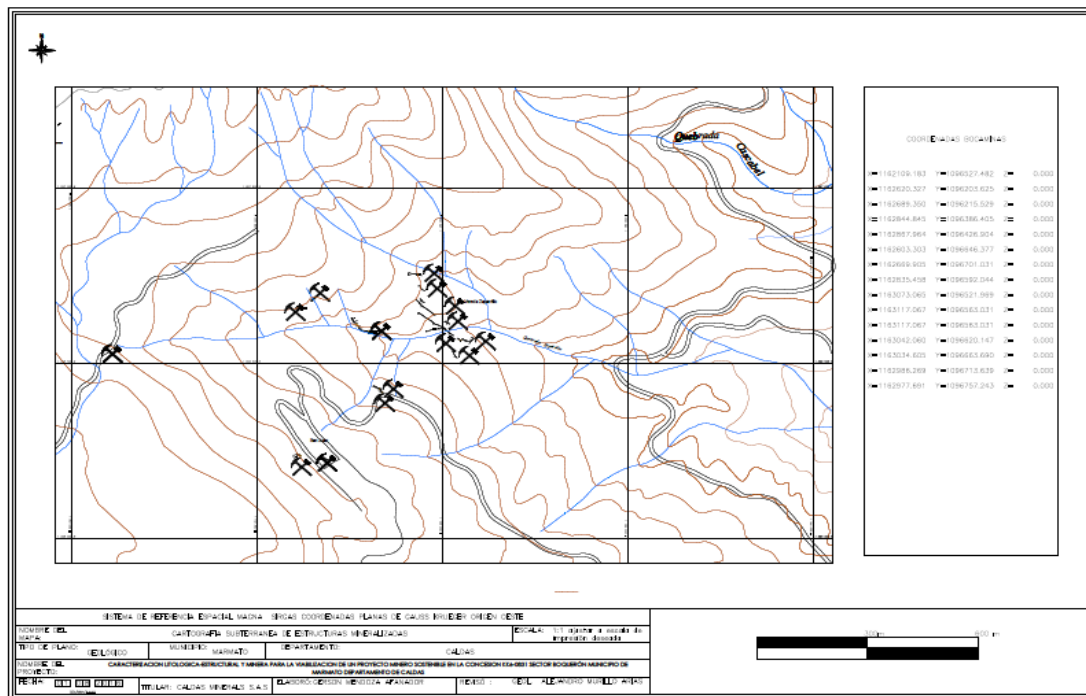
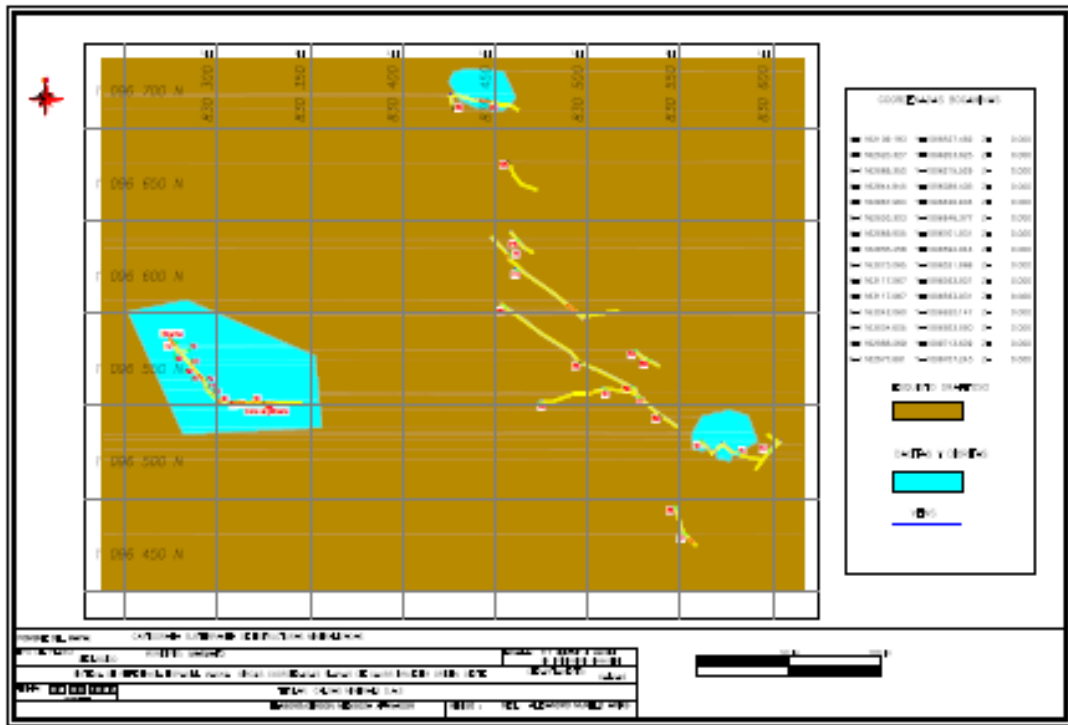


Figura 24. Cartografía geológica subterránea de los socavones del sector central de la licencia.



9. PROYECCIÓN DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS

Con base en la información disponible al inicio de la práctica y los datos colectados durante las campañas de cartografía geológica de superficie y subterránea se logra construir un mapa de proyección de estructuras mineralizadas, el cual, representa el posible trazo de las mismas a nivel de superficie, por tanto éste mapa se constituye como la principal guía de exploración con la cual se cuenta en hasta el momento dentro de la licencia, en este sentido debe ser sujeta a evaluación por parte de expertos y debe ser complementada con herramientas y técnicas de exploración más detalladas que ayuden a definir mejor su resolución y precisión.

Figura 25. Mapa de proyección de estructuras mineralizadas las cuales se dibujan en color rojo. Fuente, elaboración propia.

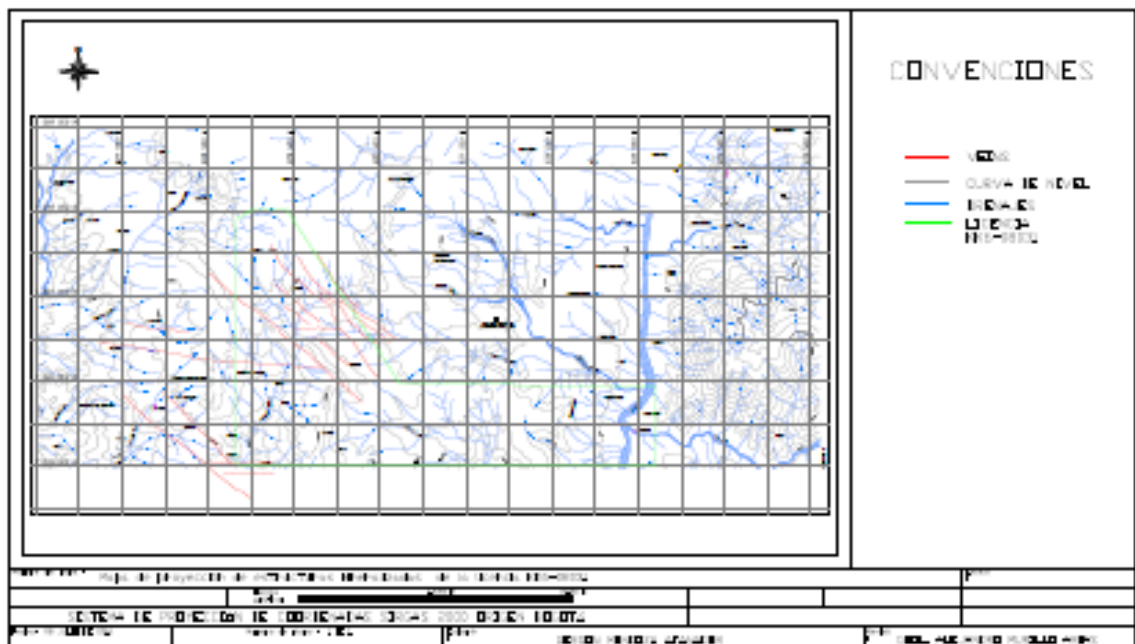


Figura 26. Panorámica con la interpretación de algunas estructuras en superficie.
Fuente, elaboración propia.



10. EVALUACIÓN MINERA PRELIMINAR

Como objetivo de la presente práctica se planteó que con base en el análisis de los datos e información geológica disponible y colectada y junto con el avance en cuanto a documentación y requerimientos minero ambientales se debía formular un diagnóstico minero de factibilidad, para la construcción y montaje de una mina de baja escala que tiene como objetivo complementar los trabajos exploratorios y dar desarrollo a una posible explotación que financie en buena medida la operación minera.

Debido a motivos ajenos al desarrollo de esta práctica limitaron la colección de datos y muestreos en varios sectores que con base en el criterio de la gerencia del proyecto son claves en el diagnóstico, por este motivo se presenta una *evaluación minera preliminar*, como resultado alternativo y que se corresponde con el grado de detalle y cobertura de exploración que se realizó durante la práctica y que sirve como base para el análisis de otros componentes de prefactibilidad como el económico y el jurídico.

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta mediante la siguiente tabla los resultados de la evaluación.

Tabla 3. Evaluación minera preliminar de la licencia KK6-08031

LICENCIA KK6-08031	ASPECTOS GEOLOGICOS	ASPECTOS MINEROS	ASPECTOS LEGALES
SECTOR CENTRO OCCIDENTAL	Se cuenta con un mapeo detallado de unidades lito estratigráficas, así como de cartografía geológica subterránea y proyección de	Es el sector donde se adelanta la mayor actividad de socavones ilegales, en el sector boquerón debido a las condiciones de infraestructura es	La zona de interés se encuentra en un 80% por dentro del área de concesión, se debe verificar una posible intrusión por parte de otras compañías con

LICENCIA KK6-08031	ASPECTOS GEOLOGICOS	ASPECTOS MINEROS	ASPECTOS LEGALES
	estructuras mineralizadas	donde se debería realizar el montaje provisional	desarrollos mineros subterráneos
SECTOR NORORIENTAL	En este sector hay un conocimiento general de las unidades litológicas que lo componen y una indentificación preliminar de rasgos asociados con un posible estilo de mineralización de tipo porfirítico 7	En el lecho del río cauca se desarrolla minería artesanal mediante el método de "cúbicos". Es potencial para la explotación de materiales de arrastre, teniendo en cuenta su estratégica proximidad con proyectos de ampliación de vías	Existe pleno cumplimiento con todas las obligaciones y requerimientos por parte de la autoridad minera y ambiental

11. CONCLUSIONES

De acuerdo con la evaluación geológico minera realizada durante la práctica se concluye que aún no se cuenta con la información suficiente para iniciar obras de montaje y construcción de una mina dentro de la licencia KK6-08031.

Se identifican estructuras mineralizadas de tipo mesotermal en superficie y subsuelo que son correlacionables con las descritas en trabajos anteriores y que constituyen la continuidad hacia el sur del sistema hidrotermal de oro plata de Marmato.

Geológicamente gran parte del área está conformada por rocas porfídicas terciarias, que varían desde pórfidos andesíticos-dacíticos, dioríticos y granodioríticos con altas concentraciones de sulfuros principalmente pirita diseminada ± venillas de pirita (tipo D) y/o cuarzo.

La mineralización se aloja dentro de un sistema tipo pórfido con estructuras mineralizadas vetiformes (conformado por vetas epitermales y Mesotermiales) y por mineralización diseminada posiblemente asociada a la presencia de pórfidos a profundidad. Esta clasificación del depósito es de gran importancia, pero se debe verificar la existencia de la alteración potásica y/o las venillas tipo M (pirita-magnetita) analizar los resultados geoquímicos, para poder ratificar la clasificación del depósito.

El potencial aurífero del título se puede dividir en dos zonas, la primera, al occidente donde prevalecen los estilos de mineralización mesotermal de tipo filoniano y una zona al nororiente donde se identifican estructuras asociadas con rasgos de tipo porfirítico.

Dentro de la licencia existen operaciones mineras de baja escala realizadas por mineros ilegales que explotan el yacimiento con métodos medianamente tecnificados.

12. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un levantamiento topográfico, muestreo y mapeo sistemático principalmente en los trabajos mineros con el fin de identificar el comportamiento a detalle de las estructuras principales y de esta forma generar un modelo geológico de la zona con fines a perforaciones.

Verificar el estado del título ante la autoridad minera teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones: PTO (Programa de trabajos y Obras), revisar prorrogas, FMB (Formatos básicos Mineros), Pago de Obligaciones.

Revisar los amparos administrativos por minería informal desarrollada dentro del título.

Adelantar campañas de exploración con el fin de ratificar y dar continuidad de las estructuras mineralizadas, orden de eventos de mineralización y/o pulsos para los diferentes cuerpos porfídicos, alteraciones y mineralizaciones mencionadas en el anterior informe, por medio de un muestreo de suelos, mapeo geológico a detalle y levantamiento geológico en los trabajos mineros etc.

Se recomienda tener presente las riveras del Rio Cauca para la extracción del material de arrastre, proyectándolo con fines económicos a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

CALLE, B., GONZÁLEZ, H., de la Pena, R., Escorce, E. & Durango, J., (1984), Mapa Geológico.

CATASTRO MINERO COLOMBIANO (CMC). Disponible en: www.cmc.gov.co

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 685. (Agosto 15, 2001). Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C. Gaceta Diario Oficial. Septiembre 08. Nro. 44.545. 2001. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9202>.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE - MINAS Y ENERGÍA. 2002. Guía Minero Ambiental para Explotación.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Unidad de Planeación Minero Energética – UPME. Guía Ambiental. Marco legal minero Colombiano. Disponible en: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/marco/marco.htm

COLOMBIA. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO - INGEOMINAS. Geología y Geoquímica de la Plancha 186. Riosucio. Medellín, 1982.

COLOMBIA. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO – INGEOMINAS. Preliminar. Plancha No. 186. Riosucio. Instituto Nacional de Investigación Geológica Minera, Informe 1878 (1980), 1 map at 1:100,000 scale.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC), 2008. Disponible en: www.igac.gov.co

PIRAJNO, F. Hydrothermal Mineral Deposits. New York: Springer-Verlag pp 166-169. 1992.

REVIEWS IN ECONOMIC GEOLOGY. Volume 13: JEFFREY HEDENQUIST and ANTONIO ARRIBAS and ELISEO GONZALES-URIEN., *Exploration for epithermal gold deposits* El Paso, TX: Society of Economic Geologists.

ROBB, L.J. Introduction to ore-forming processes / Laurence Robb. p. cm. includes bibliographical references and index. ISBN 0-632-06378-5 pp 117-126.

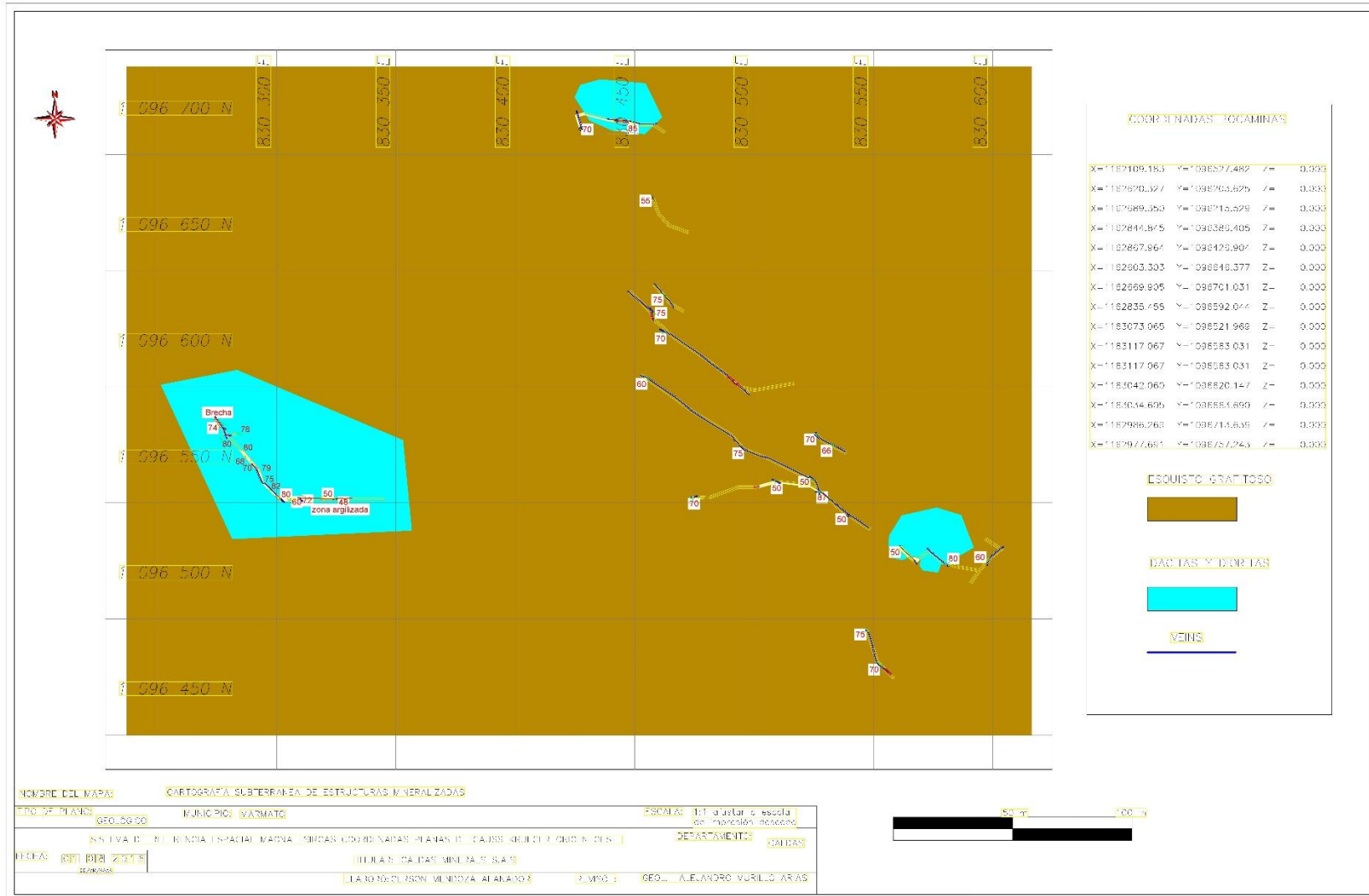
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO – S.G.C. Estado de la Cartografía Geológica Colombiana. Disponible en: http://srvags.sgc.gov.co/Flexviewer/Estado_Cartografia_Geologica/.

TECHNICAL REPORT COLOMBIA GOLDFIELDS Ltd., AND MEDORO RESOURCES Ltd., Marmato Project, Zona Alta Property, Department of Caldas, Republic of Colombia.”, Scott E. Wilson Consulting, Inc, October 14, 2009.

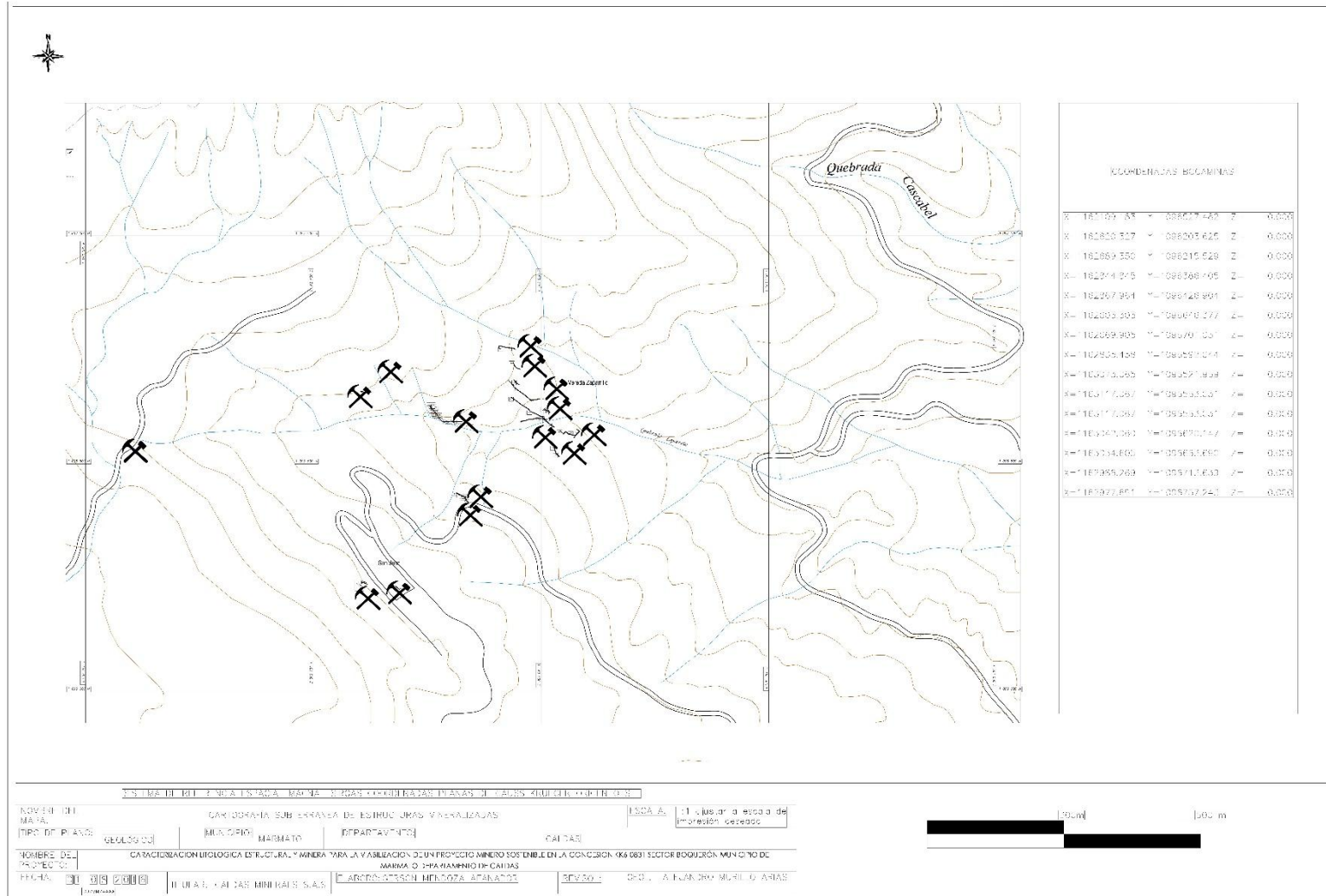
TECHNICAL REPORT NI43-101. Mineral Resource Estimate on the Marmatoproject, Colombia. 21 June 2012. Gran Colombia Gold Corp.

ANEXOS

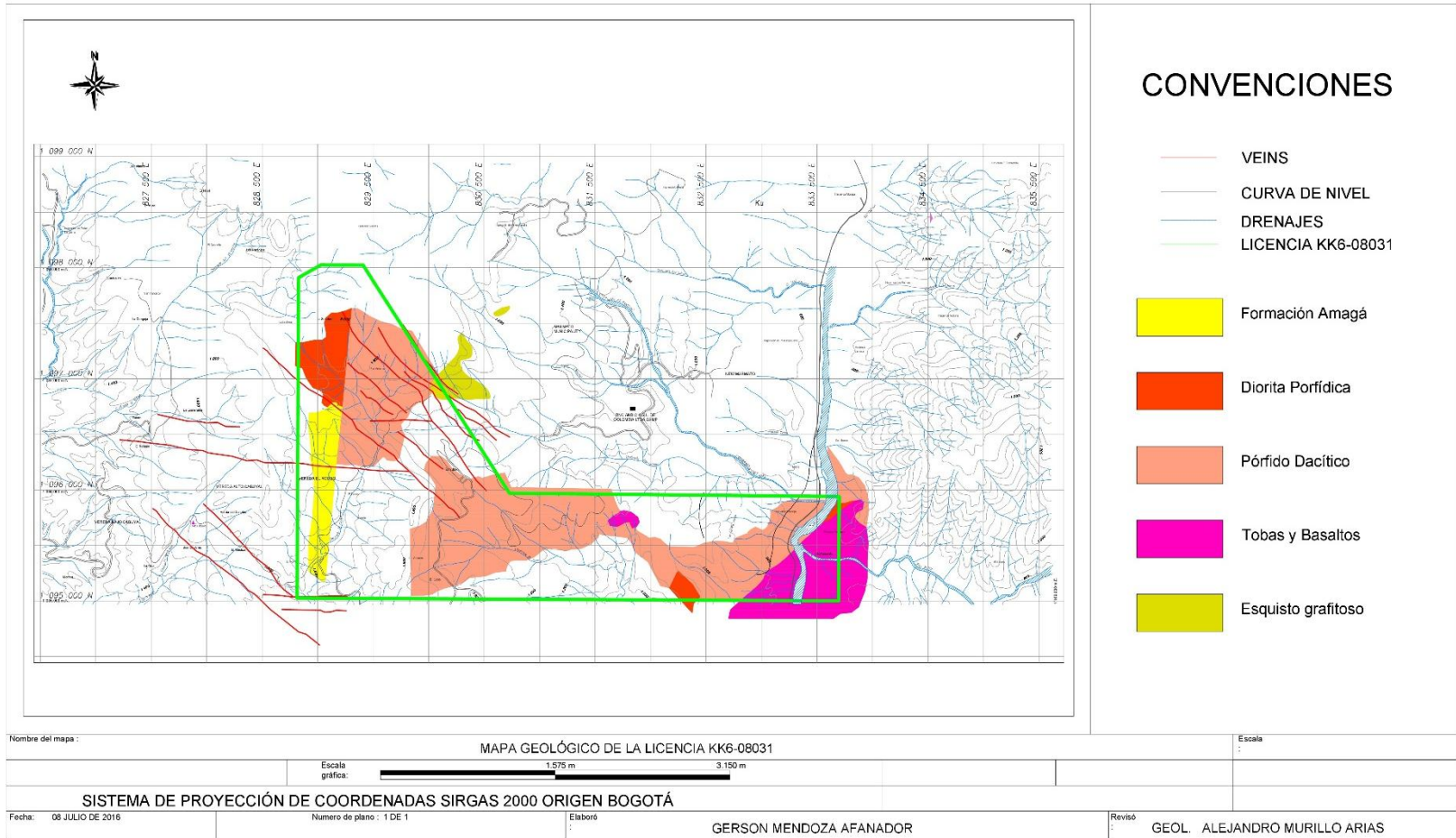
ANEXO A. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SUBTERRANEA



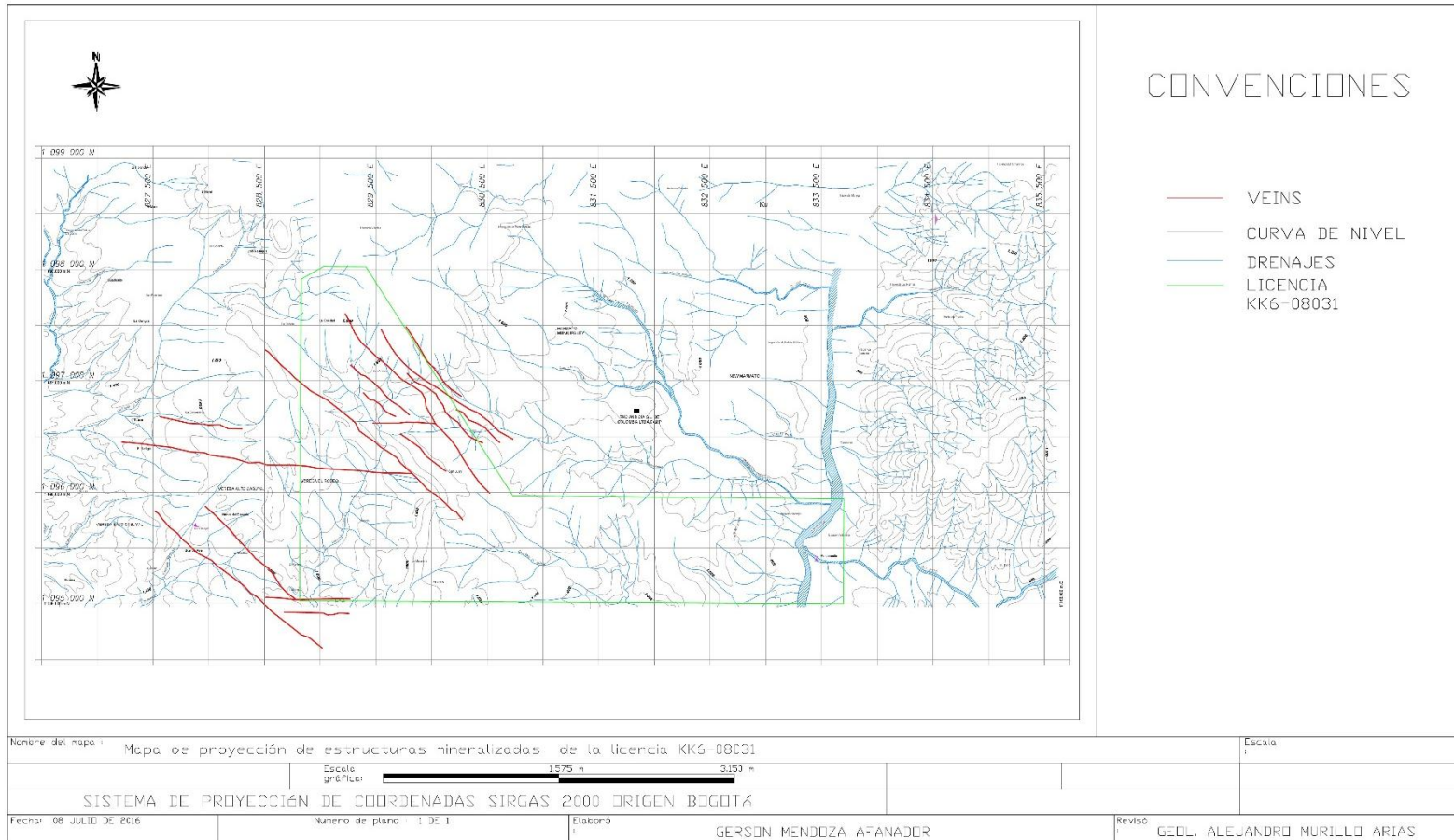
ANEXO B. CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA SUBTERRÁNEA (Ubicación de bocaminas)



ANEXO C. MAPA GEOLÓGICO DE LA LICENCIA KK6-08031

















ANEXO D. PROYECCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS MINERALIZADAS DE LA LICENCIA KK6-08031



ANEXO E. LEYENDA GEOLÓGICA DE LA LICENCIA KK6-08031

LEYENDA GEOLÓGICA REGIONAL DE LA LICENCIA KK6-08031

-  Q-A. Depósitos aluviales y de lagunas aluviales.
 -  E3-SL Arenitas conglomeráticas y conglomerados en la base y el techo; arenitas, arcillolitas y carbones en la parte media.
 -  K1-Mbg6 Escudras anfibólicas, cuarzosericíticas, cloríticas y talcosas, y cuarcitas.
 -  K1-Mg6 Escudras anfibólicas, cuarzosericíticas, cloríticas y talcosas, y cuarcitas.
 -  K1-Pr Carbonos bandeados isotrópicos y dioritas.
 -  K1-Pa Peridotitas serpentinizadas intrudidas por diques de basaltos.
 -  K1-Pu6 Serpentinitas.
 -  K1-Set Conglomerados y cuarzarenitas que gradan a arcillitas y lodolitas oscuras con intercalaciones de arenitas y conglomerados.
 -  K1-VQ6 Basaltos, y lodolitas negras intercaladas con limolitas, arenitas y conglomerados.
 -  K1-VQ5 Basaltos y andesitas intercalados con arenitas lodolitas líticas, lodolitas carbonosas, arenitas feldespáticas, calizas y arcillitas síliceas.
 -  T-Pi Granodioritas, cuarzodioritas y granitos alcalinos con variaciones a dioritas y tonalitas.
 -  n4n6-H Pánfidos dioríticos, granodioríticos y tonalíticos.
 -  n6n7-Sr Arenitas líticas a sodílicas, arenitas conglomeráticas, limolitas y arcillolitas abigarradas. Al sur, arenitas lodolíticas y diatomitas.
 -  n6n7-VQ6 Basaltos y andesitas basálticas porfiríticas con fenocristales de granate intercalados con conglomerados y lavas. Predominio de epiclastos hacia el este.
-

ANEXO F. MAPA GEOLÓGICO REGIONAL DE LA LICENCIA KK6-08031

