

**RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO  
AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO DE  
ANTIOQUIA.**



**JENNY ALARCON SANTAMARIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2008**



RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO  
AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO  
DE ANTIOQUIA.

---

**RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO  
AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO DEPARTAMENTO DE  
ANTIOQUIA.**

**JENNY ALARCON SANTAMARIA**

**Proyecto de Grado para optar el titulo de Geólogo  
Proyecto modalidad Práctica Empresarial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2008**





RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO  
AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO  
DE ANTIOQUIA.

---

**RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO  
AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO DEPARTAMENTO DE  
ANTIOQUIA.**

**JENNY ALARCON SANTAMARIA**

**Proyecto de Grado para optar el titulo de Geólogo  
Proyecto Modulo Practica Empresarial**

**Director  
JESUS HERNANDO MENDOZA  
Geólogo MSc  
Profesor Titular**

**Tutor  
RAFAEL GUILLERMO SILVA SILVA,  
Geólogo  
Gerente General  
Eldorado Mineral Associates Ltd.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO-QUIMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGIA  
BUCARAMANGA  
2008**





RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO  
AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO  
DE ANTIOQUIA.

---

## DEDICATORIA

A mis Padres, *Diana y Nelson*

Mis Hermanos, *Fawer y Giovanni*

A mi Sobrino, *Alejandro*

A mi Tiolina, *Martha*

A toda mi Familia, *Nonitos, Tios, Primos, Cuñadas.*



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, el principal motor y creador de mi vida.

A mis Padres, con sus sabios consejos permitieron que esta etapa fuera realidad.

A mis Hermanos, quienes siempre estuvieron ahí para soportarme.

A mi Tiolina, por animarme y quererme como si fuera su hija.

A mis Abuelos, Tíos, Primos y toda mi familia, por tan buenos momentos de dicha, diversión, tristeza y alegría que he vivido durante mi vida.

A mis Amigos y Compañeros, sin ellos la vida universitaria no se habría gozado al cien por ciento y no hubiéramos podido recordar momentos inolvidables en las salidas de campo.

A Rafael Silva, Gerente de Eldorado Mineral, ya que sin él no hubiera llevado a cabo esta experiencia en mi pregrado, aprendiendo así todas las competitividades de un Geólogo.

Al Director del proyecto y evaluadores, con sus sabias correcciones me permitieron a culminar el proyecto de grado.

A mi compañera de proyecto, Deisy, por ser participe del trabajo y esfuerzo para alcanzar nuestro grado.

Y a todas aquellas personas, quienes conocí durante mi vida universitaria y mi práctica empresarial, que con sus sabios consejos, un granito de arena me permitieron ser mejor persona, mejor empleada y mujer.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>11</b>
<b>1.1 Objetivos</b>	<b>11</b>
<b>1.1.1 General</b>	
<b>1.1.2 Específicos</b>	
<b>1.2 Localización</b>	<b>13</b>
<b>1.3 Rasgos Topográficos</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Infraestructura</b>	<b>15</b>
<b>1.5 Drenaje</b>	<b>15</b>
<b>1.6 Clima y Vegetación</b>	<b>16</b>
<b>1.7 Usos del Suelo</b>	<b>16</b>
<b>1.8 Aspectos de Seguridad</b>	<b>16</b>
<b>1.9 Antecedentes</b>	<b>16</b>
<b>1.10 Justificación</b>	<b>17</b>
<b>1.11 Metodología</b>	<b>18</b>
<b>1.11.1 Muestreo de Roca</b>	
<b>1.11.2 Muestreo de Suelo</b>	
<b>1.11.3 Muestreo de Sedimentos</b>	
<b>1.11.4 Envío de Muestras</b>	
<b>2. GEOLOGIA REGIONAL</b>	<b>22</b>
<b>2.1 Rocas Sedimentarias</b>	<b>22</b>
<b>2.1.1 Grupo Cañasgordas</b>	

---

2.1.1.1 Formación Penderisco	
2.1.1.1.1 Miembro Nutibara	
2.1.1.1.2 Miembro Urrao	
2.1.2 Cuaternario	
2.2 Rocas Ígneas	25
2.2.1 Batolito de Mandé	
2.2.2 Plutones de monzodioritas – granodioritas	
2.2.3 Grupo Cañasgordas	
2.2.3.1 Formación Barroso	
2.3 Geología Estructural	26
2.3.1 Fallas	
2.3.1.1 Falla La Herradura	
2.3.1.2 Falla de San Ruperto	
2.3.1.3 Falla San Juan – Portachuelo	
2.3.1.4 Falla Tonusco	
3. GEOLOGIA LOCAL	28
3.1 Miembro Urrao	29
3.2 Miembro Nutibara	29
3.3 Rocas metamórficas de contacto	29
3.3.1 Skarn	
3.3.2 Cornubianitas piroxénicas	
3.4 Rocas Ígneas	32
3.4.1 Monzodiorita del Cerro	
3.5 Depósitos no Consolidados	34
3.6 Geología Estructural	34
4. TRABAJOS DE EXPLORACION	35
4.1 FASE I: Exploración Superficial	35
4.2 FASE II: Exploración Superficial, Nuevas Áreas	51
4.3 FASE III: Etapa Administrativa y manejo de Información	55

---

4.3.1	Formulario para la Declaración y Liquidación de Regalías	
4.3.2	Formato Básico Minero	
4.3.3	Programa de Trabajos e Inversiones, PTI	
4.4	FASE IV: Trabajos Correspondientes a la Readecuación y Limpieza de Sitios, Desmantelamiento y Montaje de Planta de Beneficio.	61
4.5	FASE V: Perforación Diamantina	66
4.5.1	Registro de Núcleo de Roca	
4.6	Otras Actividades realizadas durante el periodo de la práctica	80
5.	SOFTWARE MINERO “SURPAC VISION”	81
5.1	Base de Datos Geológicas	81
5.2	Modelamiento de Bloques	83
5.3	Diseño de Voladura en Tajo Abierto	84
5.3.1	Diseño de Voladuras	
5.3.2	Diseño de Pit	
5.4	Diseño de Anillos	86
5.5	Diseño de Minas Subterráneas	86
	CONCLUSIONES	89
	RECOMENDACIONES	94
	BIBLIOGRAFIA	96

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura.1</b> Localización El Cerro- Frontino, Antioquia	12
<b>Figura 2.</b> Columna estratigráfica, tomada de compendio de trabajos geológicos en el área El Cerro.	22
<b>Figura 3.</b> Geología Regional del Proyecto El Cerro, Contrato de Concesión 3921.	24
<b>Figura 4.</b> Geología Local del proyecto El Cerro, Áreas Propuestas, Contrato de Concesión 3921.	45
<b>Figura 5</b> Mapa de Túneles proyecto El Cerro.	46
<b>Figura 6</b> Mapa muestras de túneles durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro.	47
<b>Figura 7</b> Mapa muestras de Afloramiento, Suelo y Sedimento durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro	48
<b>Figura 8</b> Mapa de estructuras mineralizadas durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro.	49
<b>Figura 9</b> Mapa Áreas Propuestas y Muestras de Túnel, Afloramiento, Suelo y Sedimento durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro	50
<b>Figura 10.</b> Forma y manera de muestrear.	51
<b>Figura 11.</b> Mapa Muestreo La Coca parte Inferior, segunda fase de exploración, Proyecto El Cerro.	53
<b>Figura 12.</b> Mapa Muestreo Quita Sueño, segunda fase de exploración, Proyecto El Cerro.	54
<b>Figura 13.</b> Formulario Declaración y Liquidación de Regalías. Tomado de Ingeominas.	58
<b>Figura 14.</b> Formato Básico Minero, Semestral. Tomado de Ingeominas.	60

- Figura 15.** Diagrama de flujo Planta de Beneficio. **64**
- Figura 16.** Perfil de la Sección perforada del pozo TI-07-01. Principalmente compuesta por Diorita con algunas vetas con sulfuros promedios al 1%. **76**
- Figura 17.** Perfil de la Sección perforada del pozo TI-07-02. Principalmente compuesta por Diorita, sulfuros promedios menor al 1%. **77**
- Figura 18.** Perfil de la Sección perforada del pozo MA-07-01. Compuesta por Skarn y Diorita, presencia de sulfuros del 1%. Al 5% en el skarn y menor al 1% en la diorita. **78**

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Muestras tomadas en la fase de Exploración Superficial.	<b>36</b>
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas y datos estructurales de las principales venas en los túneles muestreados.	<b>43</b>
<b>Tabla 3.</b> Resumen de túneles visitados y venas principales, fase de Exploración Superficial, Nuevas Áreas.	<b>52</b>
<b>Tabla 4.</b> Descripción de los huecos perforados.	<b>79</b>
<b>Tabla 5.</b> Campos obligatorios en una tabla collar.	<b>82</b>
<b>Tabla 6.</b> Campos obligatorios en una tabla survey.	<b>83</b>

## LISTA DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Panorámica tomada desde el sector La Loaiza de la ubicación de aeropuerto y La Base Militar La Antorcha.	13
<b>Imagen 2.</b> Secuencia estratificada y laminada de roca cuarzosa ligeramente calcárea. Sulfuros Diseminados y concentrados a lo largo de la laminación. Mineralización selectiva según Composición del protolito original. Zona de Skarn. Localidad: Cruzada Oscar Darío Arango. FR-315	30
<b>Imagen 3.</b> Melanodiorita de grano medio ligeramente silicificada. Obsérvese el Contacto inferior ondulado y neto con el Skarn. El contacto superior con formación de nódulo y de cristalización de granate con el Skarn. Localidad: Cruzada Oscar Darío Arango FR-314.	31
<b>Imagen 4.</b> Muestra de Melanodiorita. Diaclasa con relleno de cuarzo y mineralización de molibdenita sobre la superficie de la diaclasa. Localidad: Túnel Los Pobres. FR-027.	32
<b>Imagen 5.</b> Diorita, aumento de Cuarzo, Plagioclasa y Hornblenda, contenido bajo de biotita. Corresponde al túnel Toribio, muestra FR-101.	33
<b>Imagen 6.</b> Vena de Cuarzo con Pirrotina y Calcopirita entre la Diorita. Muestra tomada del Túnel La Cuadrazón, FR.178.	33
<b>Imagen 7.</b> Diorita biotítica con venas de cuarzo del Túnel Las Hebras, Muestra FR-283.	34
<b>Imagen 8.</b> Vena de Cuarzo, presencia de Calcopirita y Pirrotina entre la diorita. Muestra Túnel La Cuadrazón, FR-196.	37
<b>Imagen 9.</b> Skarn de Granate, Diópsido. Bandeamiento subparalelo discontinuo. Se aprecia microdique y silo de Piroxenita cruzando y siguiendo la laminación entre capas de la roca, F-350.	38
<b>Imagen 10.</b> Secuencia de capas amalgamadas internamente en láminas. Skarn de Diópsido, Granate. Los sulfuros se concentran en láminas de color pardo rosado, FR-349.	38
<b>Imagen 11.</b> Espejos de Fricción con desarrollo de zonas de Rouge, asociados a las falla San Diego. Movimiento principalmente en sentido vertical. Localidad: filón Las Hebras, FR-281.	39
<b>Imagen 12.</b> Skarn de la Loaiza en un sistema de diaclasas que cruza transversalmente el bandeamiento composicional de la roca.	40
<b>Imagen 13.</b> Presencia de Oro Libre en venillas de Calcita y en el skarn. Muestra FR-141, La Loaiza.	41
<b>Imagen 14.</b> Presencia de oro entre las estructuras y en contacto con los máficos. La Loaiza	41
<b>Imagen 15</b> Panorámica con Localización de los Principales Túneles y Afloramientos mineralizados en el Área de El Cerro.	44

---

<b>Imagen 16</b> Arreglos y adecuación de la planta de beneficio.	<b>63</b>
<b>Imagen 17.</b> Transporte y descargue de la maquinaria en el municipio de Frontino y el proyecto.	<b>63</b>
<b>Imagen 18.</b> Montaje de la maquinaria en la planta de Beneficio, Proyecto El Cerro.	<b>65</b>
<b>Imagen 19.</b> Arreglos, adecuación de caminos y Plataforma de perforación.	<b>67</b>
<b>Imagen 20.</b> Transporte de maquinaria y adecuación de insumos en plataforma.	<b>68</b>
<b>Imagen 21.</b> Preparación y localización de la maquina y fundición de bases Para la estabilidad.	<b>69</b>
<b>Imagen 22.</b> Preparación de las piscinas para la sedimentación de lodos.	<b>70</b>
<b>Imagen 23.</b> Inicio de perforación en la plataforma.	<b>71</b>
<b>Imagen 24.</b> Características generales de las cajas; marcado, colocación del testigo sobre la caja, tacos con profundidad avanzada. Las cajas se marcan con el número del pozo de perforación y la secuencia del número de caja y el testigo en la caja debe colocarse de 1 a 1', 1' a 2 y de 2 a 3.	<b>72</b>
<b>Imagen 25.</b> Mesa donde se lleva acabo el Registro de Núcleo de Roca.	<b>73</b>
<b>Imagen 26.</b> Elementos necesarios y forma para cortar los testigos.	<b>75</b>
<b>Imagen 27.</b> Modelamiento de pozos de perforación, vertical e inclinado.	<b>83</b>
<b>Imagen 28.</b> Modelos de bloques restringidos por topografía (DTM).	<b>84</b>
<b>Imagen 29.</b> Izq., rampa circular. Der. Rampa a todo corte.	<b>85</b>
<b>Imagen 30.</b> Modelos 3D de trabajos de minería subterránea.	<b>86</b>
<b>Imagen 31.</b> Diseño de Galerías de Minería Subterránea.	<b>88</b>

---

## ABSTRACT

**TITLE: RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. \***

**AUTHOR: ALARCON SANTAMARIA JENNY \*\***

**KEY WORDS: El Cerro, Oro, Monzodiorita Piroxénica, Diorita, Skarn, Piroxenitas, Cornubianitas, Sulfuros.**

The Contract of Concession 3921, denominated The Cerro Project is located in the Western Cordillera, municipality of Frontino, 153 km. to the Northwest of Medellín, in the Department of Antioquia, Colombia. Their approximate coordinates are Longitude West: 76° 18' 23" and North Latitude: 6° 47' 55". The Contract of Concession has an area of 495 ha and in her the deposits of Gold are associated a body of igneous rock of compositions monzodiorite piroxenic and a sedimentary basin and Vulcano – Sedimentary affected by metamorphism of contact of the plutonic body. The mineralization that characterizes the area, consists mainly of quartz-calcite veins with gold and sulfides housed in a stock of monzodiorite piroxenic, diorita and marginal phases of sedimentary piroxene developing in the contact a hornfels aureole and small masses of Skarn. The veins are located in the piroxenites, dioritas and the hornfels.

The superficial exploration of the area, was carried in several field phases and office, they stand out the superficial exploration, being characterized by the address E-W of the structures mineralized in the veins of Quartz and Calcite with the presence of Au, Pyrrhotite, Chalcopyrite and the dissemination of Cu-W-Au in masses of Skarn with garnet and diopside; and the Diamond Drill Hole, allowed to find that the main rock is diorita with some variations composicionales to Diorita Biotite, Diorita Piroxenic, Granodiorite and Skarn, with an average of disseminated sulfides of 1% as Pyrrhotite and Chalcopyrite mainly.

The Cerro, it could be a deposit of great interest, since it is a location of auriferous type and it presents favorable conditions for a location of the group of the platinum; for it should be followed it with the exploration phase with the Diamond Drill Hole, helping to determine with bigger clarity and extension the geometry of the ore.

---

\* Modalidad: Practica Empresarial

\*\* Facultad de Ingeniería Físico – Químicas, Escuela de Geología, Director: Jesús Hernando Mendoza, Geólogo MSc, Profesor Titular

## RESUMEN

**TITULO: RECONOCIMIENTO Y EXPLORACION PRELIMINAR DEL PROSPECTO AURIFERO EL CERRO, MUNICIPIO DE FRONTINO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. \***

**AUTOR: ALARCON SANTAMARIA JENNY \*\***

**PALABRAS CLAVES: El Cerro, Oro, Monzodiorita Piroxénica, Diorita, Skarn, Piroxenitas, Cornubianitas, Sulfuros.**

El Contrato de Concesión 3921, denominado Proyecto El Cerro está localizado en la Cordillera Occidental, municipio de Frontino, 153 km. al Noroeste de Medellín, en el Departamento de Antioquia, Colombia. Sus coordenadas aproximadas son Longitud Oeste: 76° 18' 23" y Latitud Norte: 6° 47' 55". El Contrato de Concesión tiene un área de 495 ha y en ella los depósitos de Oro se encuentran asociados a un cuerpo de roca ígnea de composición monzodiorita piroxénica y a una secuencia sedimentaria y Vulcano-Sedimentaria afectada por metamorfismo de contacto del cuerpo plutónico. La mineralización que caracteriza el área, consta principalmente de vetas de cuarzo-calcita con oro y sulfuros alojadas en un stock de monzodiorita piroxénica, diorita y fases marginales de piroxeno sedimentario desarrollando en el contacto una aureola de cornubianitas (hornfels) y pequeñas masas de Skarn. Las vetas se encuentran localizadas en las piroxenitas, dioritas y las cornubianitas.

La exploración superficial del área, se realizó en varias fases de campo y oficina, se destacan la exploración superficial, caracterizándose por la dirección E-W de las estructuras mineralizadas en las vetas de Cuarzo y Calcita con la presencia de Au, Pirrotina, Calcopirita y la diseminación de Cu-W-Au en masas de Skarn con granate y diópsido; y la Perforación Diamantina, la cual permitió encontrar que la roca principal es diorita con algunas variaciones composicionales a Diorita Biotítica, Diorita Piroxénica, Granodiorita y Skarn, con un promedio de sulfuros diseminados del 1% como Pirrotina y Calcopirita principalmente.

El Cerro, podría ser un depósito de gran interés, ya que es un yacimiento de tipo aurífero y presenta condiciones favorables para un yacimiento del grupo del platino; para ello se debe seguir con la fase de exploración con perforación diamantina, ayudando a determinar con mayor claridad y extensión la geometría del yacimiento.

\* Modalidad: Práctica Empresarial

\*\* Facultad de Ingeniería Físico – Químicas, Escuela de Geología, Director: Jesús Hernando Mendoza, Geólogo MSc, Profesor Titular

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 OBJETIVOS

#### 1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer, determinar, elaborar, describir y caracterizar geológica y administrativamente las actividades y procesos necesarios que permitan el completo desarrollo del proyecto.

#### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer y caracterizar geológicamente las unidades presentes en el Proyecto El Cerro, por medio de fases de exploración como muestreos superficiales.
2. Administrar la información geológica que se genere de los títulos mineros, Contrato de Concesión 3921 y Licencia de Exploración 2584 correspondiente al Proyecto El Cerro.
3. Implementar software y programas comercialmente disponibles: Microsoft Office, Autocad, Canvas, SIG, Map Source, Corel Draw; los cuales permitirán la elaboración de informes, mapas e imágenes que complementaran los diferentes documentos que serán presentados ante jefes directos y autoridades mineras, acordes a unos términos de referencia.
4. Automatizar labores antes, durante y después de la fase de Campo, como lo es, la preparación de los elementos necesarios para las salidas y envíos de muestras al laboratorio para el respectivo análisis, generando así, para cada actividad un manual de procedimientos.
5. Crear, desarrollar e implementar bases de datos, para organizar la información geológica y administrativa de los títulos mineros.

6. Conocer, realizar y gestionar documentación requerida ante instituciones privadas y del estado que permitan tramitar y declarar las actividades legales del proyecto.

7. Generar un manual de funciones y procedimientos básicos para las labores administrativas en general; como lo son la legalización de gastos, archivo y digitalización de documentos, tramites básicos de oficina, etc.

8. Participar en una etapa de Aprendizaje de los diferentes módulos del Software Minero Surpac Vision, para, posteriormente, aplicar dichos conocimientos, en la generación del modelamiento del terreno, túneles y muestreo realizado en el proyecto.

9. Administrar la página Web [www.eldoradominas.com](http://www.eldoradominas.com) almacenando toda la información generada durante el proyecto en la misma, con el fin, de facilitar el acceso a los resultados e informes desde cualquier lugar.

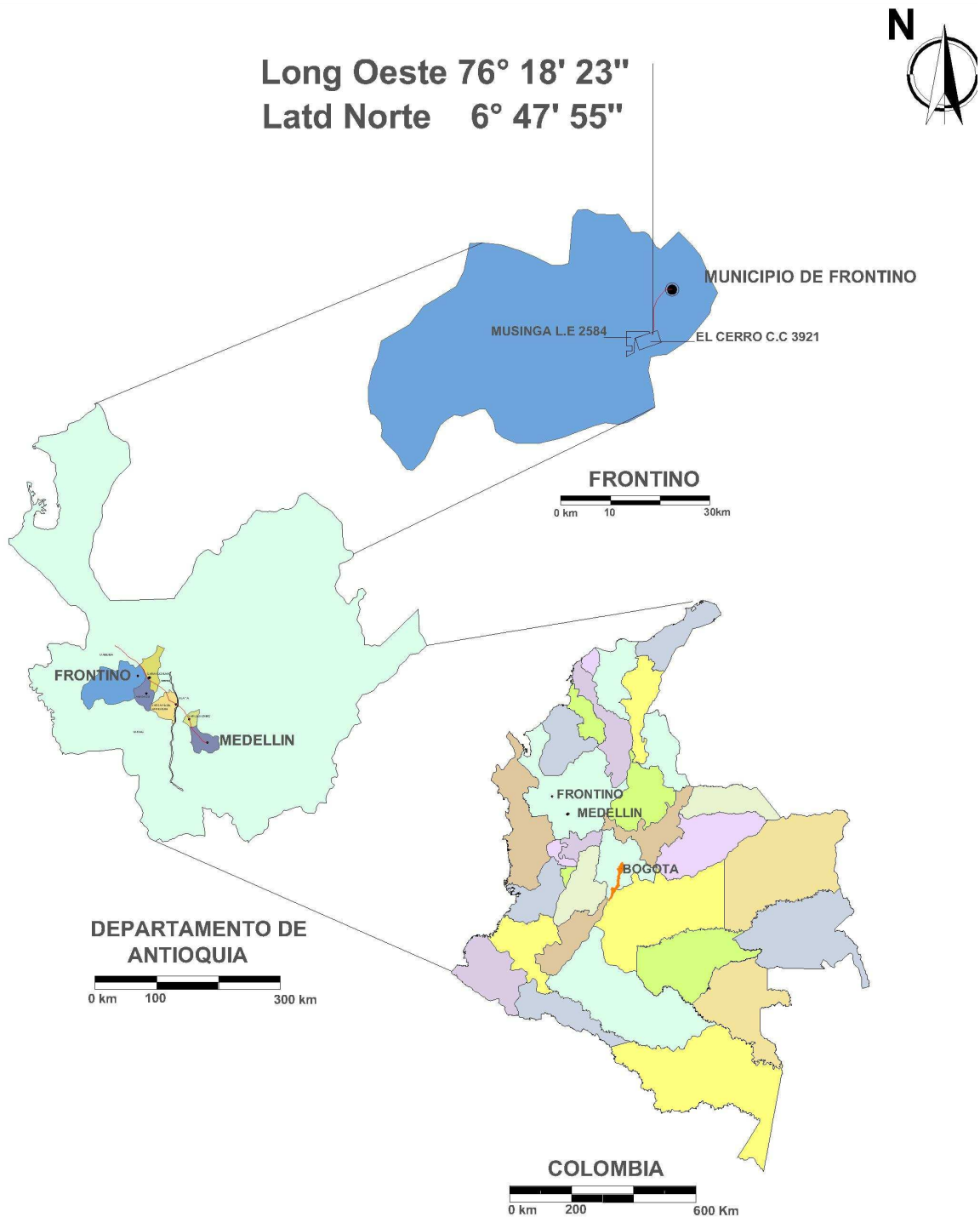
## ***1.2 Localización***

Proyecto El Cerro, se encuentra ubicado a 9 Km al SW del municipio de Frontino en el Departamento de Antioquia (Figura 1). El área de estudio hace parte de la región septentrional del flanco oriental de la Cordillera Occidental de Colombia y se encuentra dentro de la Plancha 129 II A, escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC.

El municipio de Frontino se encuentra aproximadamente a 153 Km al NW de la ciudad de Medellín por la carretera principal que comunica con el Urabá Antioqueño. Aunque no hay vuelos regulares, el área de El Cerro, también se puede llegar por vía aérea, ya que allí existe una pista de aterrizaje, a 30 minutos del casco urbano de Frontino. (Imagen 1).



**Imagen 1. Ubicación del Aeropuerto y La Base Militar La Antorcha, tomada desde el Proyecto El Cerro, Sector La Loaiza.**



**Figura 1. Localización El Cerro- Frontino, Antioquia**

### ***1.3 Rasgos topográficos.***

La zona se caracteriza por un relieve fuerte, de topografía abrupta con diferencias de altura entre los 1800 msnm y 3000 msnm., en algunas partes con pendientes superiores al 100%.

### ***1.4 Infraestructura.***

El municipio de Frontino dispone de muy buenas condiciones locativas y de logística tales como:

- Vías de acceso en condiciones desde aceptables a muy buenas.
- Servicios de agua, luz, alcantarillado, gas (propano).
- Servicio de telefonía celular Comcel con cobertura en toda el área y Movistar y Tigo en la población de Frontino.
- 2 centros de salud
- 4 hoteles.
- 25 escuelas y colegios
- 3 bancos.

La vereda de El Cerro, área de ubicación del proyecto, cuenta con carretera destapada que comunica con los sitios de El Hoyo y Chaquiro y hacia las poblaciones de Frontino y Abriaquí.

Dispone principalmente de:

- Agua apta para el consumo humano y un servicio de alcantarillado
- Luz proporcionada por torres
- Gas a manera de cilindro y telefonía fija y celular con operador Comcel.
- 1 escuela que ofrece de primero a quinto de primaria entre semana y bachillerato fines de semana
- 3 tiendas
- 2 escenarios deportivos

### ***1.5 Drenaje.***

A nivel regional los ríos principales y sus tributarios desembocan en la cuenca del Río Atrato, de las corrientes de agua que drenan la región se destacan, los siguientes ríos: Cañasgordas, Herradura, Penderisco, Chaquenodá, Carauta, Murri y el río Sucio. En el área del proyecto el drenaje es radial confluyendo hacia una corriente principal que sigue una dirección SW-NE. En las veredas el Cerro y el Hoyo se encuentran las Quebradas de: El Carmen, San Diego, Las Animas, San Pedro, y la Trocha, que confluyen en el río El Cerro, el cual desemboca en el río Sucio.

### ***1.6 Clima y Vegetación.***

La temperatura varía entre 12°C y 18°C. La pluviosidad media es de 2744.7 mm. /año, presentándose los mayores índices de pluviosidad en Mayo, Agosto y Octubre. La vegetación corresponde a un bosque muy húmedo subtropical. El bosque primario está representado por algunas partes con mayor densidad de vegetación, dentro de la vegetación secundaria y se hace más predominante en las partes más altas del Cerro.

### ***1.7 Usos del suelo.***

En agricultura se destacan los cultivos de caña de azúcar, el café y el maíz, la ganadería para lechería. En la zona de El Cerro, la topografía del terreno no favorece el establecimiento de cultivos, y la principal actividad de los pobladores está en la minería.

### ***1.8 Aspectos de Seguridad.***

La Base Militar La Antorcha se encuentra ubicada a 2 Km del proyecto y a unos 7 Km de Frontino. Así mismo en el perímetro urbano de Frontino existe una Base Militar y una Estación de Policía.

### ***1.9 Antecedentes***

Hacia el año 1530 Francisco César y Juan de Badillo exploraron el río Atrato aguas arriba hasta la desembocadura del Río Sucio, dándose cuenta que el oro encontrado en las riveras de éstos ríos provenía de las montañas que conforman las partes altas en el Páramo de Frontino. En 1775 se registró una intensa actividad minera (aluvial y subterránea) en los municipios de Buriticá, Frontino y Brumita. En 1812 José Escobar descubre el filón principal de la mina El Cerro, quien la explotó y luego cedió sus derechos a Manuel Díaz, quien a su vez la cedió a una Sociedad antioqueña, quien la titula y explota hasta 1852. En 1852 la compañía inglesa Frontino and Bolivia Gold Mines con domicilio en Londres adquiere los derechos mineros de explotación hasta 1933, cuando la compañía se divide y queda con los nombres de The Carmen Valley Limited y La Gold Mines y se traslada a Segovia.

Desde entonces la mina ha sido trabajada intermitentemente por varios propietarios alcanzando un gran desarrollo en la década de 1930-1940; época en la que The Carmen Valley Limited enfocó sus actividades mineras en el filón Las Hebras del Cerro, hasta cuando las labores se suspendieron debido al

comienzo de la segunda guerra mundial. En 1970 el área fue reclamada por L. Gómez y R. Vélez. En 1976 ellos venden sus derechos a L. Moreno y F. Zabala, quienes a su vez vendieron sus derechos a la Sociedad Minera del Occidente Antioqueño y en 1979 la venden a la Cía. Agrominera El Cerro Ltda., en 1991 ésta cambia su razón social a Agrominera El Cerro, quien controla 1800 ha de la propiedad original y mantuvo su operación minera en el filón Las Hebras.

## 1.10 JUSTIFICACION

Esta práctica comprende de una serie de actividades, administrativas, geológicas tanto de campo como de oficina, cuyo principal objetivo es conocer todas las actividades presentes en un proyecto minero como lo es la exploración y explotación de una mina.

Como todo proyecto, ha sido basado desde la creación de una base de datos para recopilar toda la información encontrada, pasar por un reconocimiento y fase de muestreo del área para saber y conocer la geología presente; sin dejar a un lado los avances y fases exploratorias que permitan lograr que un proyecto presente todas las características necesarias para explotar un mineral con gran salida comercial.

Un proyecto no solo es realizar una fase de exploración superficial, ni un muestreo específico de una zona; es una recopilación de actividades como un análisis financiero, la socialización con la comunidad, elaboración de informes preliminares y trámites legales que conlleven a un proyecto a ser un prospecto a futuro de una zona potencial para seguir realizando exploración, pero además convertirse en una zona que posea todas las formas y los mejores procesos para explotar el yacimiento encontrado.

Todas las labores realizadas se basaron en la aplicación de bases de datos, ya que estos permiten que la información no solo sea digital, si no que sea reutilizable para otros programas con el fin de almacenar toda los datos obtenidos y que son de mucha importancia para un proyecto; además de permitir y crear un manual de metodologías para sistematizar los procesos que se realizan dentro de un proyecto.

Hoy en día, la tecnología nos ha permitido crecer rápidamente y sobre todo nos ha facilitado la recolección de información, ya que esta se puede registrar y complementar y renovar. Es por ello que durante la práctica el manejo del computador, de los programas básicos y el conocimiento de nuevos programas como lo es Surpac Vision, permite que la planificación, dibujo y creación de todas las actividades realizadas, logren crear una mejor contribución geológica y minera para cualquier proyecto.

Todas estas funciones podrán leerlas en este informe ya que contiene a detalle las actividades realizadas durante las fases de oficina y campo como lo son diligenciar documentos ante las entidades gubernamentales mineras, las características y elementos necesarios para un montaje de una planta de explotación, como funciona y la importancia del proceso de perforación para prever a futuro nuestro yacimiento.

**\*Nota:** dentro de la modalidad practica empresarial se firmo una cláusula de confidencialidad en la cual no se revelara a ningún tercero información confidencial relacionada con los proyectos y asuntos que maneje **ELDORADO MINERAL ASSOCIATES LTD.**, en la oficina o ajeno a ella, se entenderá por información confidencial cualquier información periodística, social, técnica, financiera, comercial, estratégica, geológica y cualquier otra relacionada con el objeto del desarrollo del presente contrato de servicios.

## 1.11 METODOLOGIA

Esta práctica fue realizada por medio de seis fases, las cuales fueron divididas en labores de campo y oficina; las cuales se complementaron, buscando optimizar los procesos llevados a cabo durante el proyecto, y son las siguientes:

FASE I: Exploración Superficial.

FASE II: Exploración Superficial, Nuevas Áreas.

FASE III: Etapa Administrativa y Manejo de Información.

FASE IV: Trabajos Correspondientes a la Readecuación y Limpieza de Sitios, Desmantelamiento y Montaje de Planta de Beneficio.

FASE V: Perforación Diamantina

FASE VI: Otras Actividades durante el Período de la Práctica.

Durante estas seis fases, tres fases de campo, muy importantes, ya que por medio de ellas se logro caracterizar la geología de la zona, todo esto por medio de un muestreo seleccionando tres medios: muestreo de roca, muestreo de suelo y muestreo de sedimento. Las cuales son metodologías necesarias para así realizar la caracterización geológica del proyecto, las cuales nos ayudaron a alcanzar con los objetivos propuestos.

**1.11.1 Muestreo de Roca.** Se colectan en afloramientos superficiales y túneles. Para este muestreo, se establecieron tres tipos de muestreo: de canal, de panel y en chips. Para decidir cual es el tipo de muestreo depende de las

características de la estructura mineralizada y de la distribución de la mineralización.

Una muestra es de *canal*, si se quiere cortar varias estructuras; esta muestra tendrá como dimensiones el mismo ancho (no mayor de 0.10 m) y la longitud de acuerdo a las estructuras que quiera cortar transversalmente. La dirección de muestreo es perpendicular a la estructura o vena.

Una muestra es de *panel*, si la vena o filón mantiene el espesor y la continuidad en sentido lateral, allí se observará la naturaleza del contacto veta – roca encajante y la diseminación de sulfuros de la veta sobre la roca caja. Esta muestra tendrá como dimensión importante un ancho el cual será la longitud muestreada.

Una muestra es de *chip*, si se quiere recolectar una muestra de roca abarcando bastante espacio y de varias partes de la pared de roca.

Para la recolección o almacenamiento de la muestra es necesario tener un procedimiento básico:

- a) tener una bolsa debidamente marcada con el número de muestra con su respectiva cuerda de nylon para cerrarla con doble nudo ciego.
- b) La roca muestreada debe pasar directamente de la pared de roca a la bolsa
- c) Tan pronto sea sellada debe llegar o pasar al respectivo saco para el envío al laboratorio.

**1.11.2 Muestreo de Suelo.** Se debe conocer el perfil edáfico de la zona, por lo que se perforan dos huecos de prueba para poder reconocerlo. Es así que para seleccionar el área para muestrear se debe tener en cuenta la geología de las posibles líneas de muestreo, verificando que no existan trabajos anteriores de minería. Para la toma se limpia el área a muestrear de maleza y la cobertura vegetal, se diseña la línea base y dirección y se radian líneas perpendiculares a esta a una distancia semejante, creando así una malla de muestreo. Los huecos se perforan con pala draga hasta encontrar el horizonte de interés.

Las muestras de Suelo se empacan en bolsa de papel Kraft, especial para material húmedo; ya que este no permite que pierda las propiedades.

**1.11.3 Muestreo de Sedimentos.** Para este muestreo se deben tener en cuenta las fuentes contaminantes. Esta muestra se colecta en las quebradas que aparentemente no estén contaminadas y ubicadas hacia la parte media y alta de la cuenca. De igual forma que las muestras de suelo, se empacan en bolsa de

papel kraft, la cual conserva la humedad y se cierra con cuerda de nylon con doble nudo ciego.

**1.11.4 Envío de Muestras.** Durante el proyecto, se llevo a cabo varias veces el envío de muestras al laboratorio. Es por esto que se ha vuelto un método parametrizado para todas las ocasiones en que se necesitan tener análisis del laboratorio. Como nombraba anteriormente después de ser cerradas con cuerda de nylon a doble nudo ciego, se prepara para guardarlas, trasportarlas y el debido seguimiento de las muestras al laboratorio.

Todas las muestras para ser enviadas al laboratorio deben seguir un procedimiento básico, el cual se convirtió en un manual para el envío de muestras:

1. Tener todas las muestras organizadas en una secuencia numérica y en orden.
2. Marcar los respectivos sacos necesarios con el nombre, dirección del laboratorio con marcador indeleble y con letra muy clara. (Todo esto para que camino al laboratorio, no se borre la dirección y así pueda llegar al lugar indicado).
3. Cada saco debe contener un formulario del laboratorio donde se especifica el tipo de análisis, la cantidad de muestras y un permiso de importación; esto para que cumpla todas las reglas para salir del país.
4. Tener un formato digital donde se describa el número de muestra y el saco en el que se encuentra respectivamente para el envío. Esto para llevar un control y buen manejo del empaque en el saco y la no pérdida de muestras.
5. Ser llevadas a la empresa transportadora de confianza, quien las pesará y empacará en cajas para el respectivo envío.

El laboratorio seleccionado para realizar los diferentes análisis es ACME ANALITICAL LABORATORIES LTD.

ACME LABORATORIE, se encuentra ubicado en la ciudad de Vancouver, Canadá. El análisis realizado a las muestras es denominado: **GROUP 1F-MS-15gr – 53 elements**. Este tipo de análisis pertenece al grupo realizado a muestra de roca y muestra de núcleo perforado, la cual consiste en realizar el análisis a 15 gr. de muestra a baja y muy bajas digestiones de Agua Regia para el análisis en suelos, sedimentos y rocas. Grandes cantidades (15 a 30 gr.) dan un análisis más representativo de los elementos analizados (ejemplo Au). La solubilidad del Au en las muestras puede ser restringida en refracción y

gráficamente. Este análisis permite obtener los resultados de porcentaje o ppm (partes por millón) de 53 elementos presentes en la muestras, entre ellos los más importantes Au, Ag, Cu, Zn, Pt, Mo entre otros.

Durante un proyecto minero, se conoce que el dato más importante y de principal conocimiento, por el cual se logra identificar un yacimiento, en este caso de oro, es el tenor, es por medio de él, que permite conocer la proyección de las reservas de un yacimiento. Por lo cual, al recibir los datos desde laboratorio, estos llegan en ppm o porcentajes, ya de allí, se logra identificar que el Oro, al llegar en ppm se convierte en gr./ton, generando así el valor correspondiente para la muestra en tenor de Au, para así realizar el cálculo de reservas del mineral en el yacimiento.

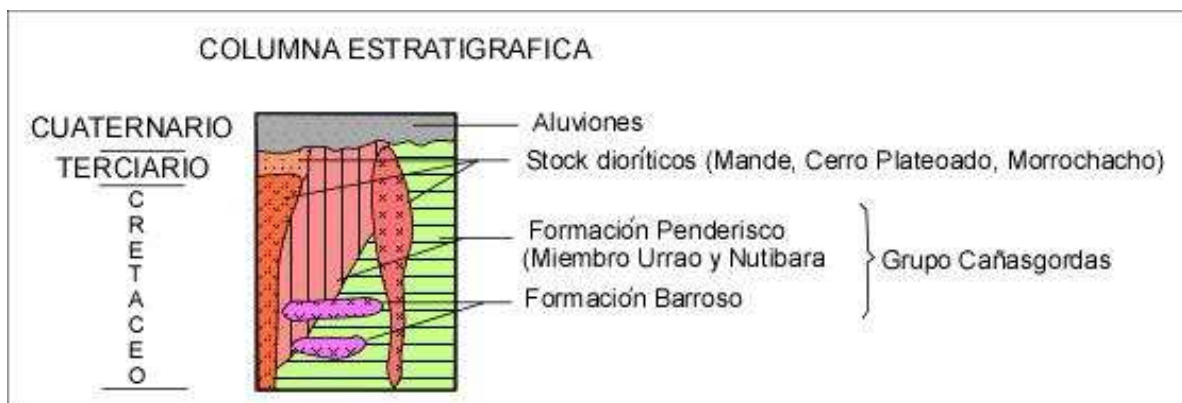
La metodología, de muestreo y envío de muestras son muy importantes ya que siempre se llevarán a cabo durante el proyecto.

El Proyecto El Cerro, ha estado involucrado con muchas personas como Ing. De Minas, Ing. Mecánicos, Contador, y muchos más; pero especialmente el gestor y quien dio vida a este proyecto el Gerente General de Eldorado Mineral, el Geólogo Rafael Guillermo Silva, quien siempre ha impulsado la exploración y la inversión, promoviendo las fases y las actividades, con el fin de sacar adelante este proyecto.

El nombre del proyecto, nació de los antecedentes históricos que posee la actividad minera en el municipio donde se encuentra ubicado. (Ver Antecedentes).

## 2. GEOLOGIA REGIONAL

El área de estudio pertenece geológicamente al dominio oceánico del Pacífico, específicamente al Terreno Cañasgordas. Las rocas del basamento se consideran de edad Cretácica y han sido asignadas al Grupo Cañasgordas, conformado por las Formaciones Barroso compuesta de flujos de lavas basálticas oceánicas y la Formación Penderisco de sedimentitas con intercalaciones basálticas, diabasas y espilitas (Figura 2). De igual forma se consideran de edad cretácico y terciaria los stock dioríticos (Mande, Cerro Plateado, Morrogacho), (Figura 3).



**Figura 2. Columna estratigráfica, tomada de compendio de trabajos geológicos en el área El Cerro.**

Estas unidades han sido cruzadas por cuerpos plutónicos de edad Paleógena y Neógena, entre los cuales se destacan:

- a) al Oeste el Batolito de Mandé, al cual se encuentran asociados pequeños cuerpos hipoabisales de pórfidos andesíticos y dacíticos.
- b) al Sur de Frontino y a lo largo de una franja con dirección aproximada N-S una serie de stocks de composición diorítica, monzodiorítica con facies piroxénicas ricas en biotita y hornblenda. Dichos stocks afectaron la secuencia sedimentaria Cretácica, desarrollando aureolas de contacto, transformando el protolito sedimentario en rocas de cornubiana (hornfels) con biotita y piroxeno y en algunos sitios en skarn y en cuarcitas.

### 2.1 Rocas Sedimentarias

#### 2.1.1 Grupo Cañasgordas

### **2.1.1.1 Formación Penderisco**

#### **2.1.1.1.1 Miembro Nutibara**

Consiste de una secuencia de capas delgadas de caliza pelágica con interposiciones de 2-30 cm. de chert negro. Hacia el techo aparecen interposiciones de lutitas y grawacas (turbidíticas).

Las calizas se componen de calcita, cuarzo, material arcilloso fino y a veces pirita. El chert se compone mineralógicamente de cuarzo, calcita, materia carbonosa y óxidos de Hierro. (ZULUAGA & HOYOS, 1978).

La microfauna que se ha encontrado, en general esta mal preservada o reemplazada por calcita y sílice lo cual dificulta su identificación. Se le ha asignado una edad Cretáceo tardío – Terciario temprano.

Los sedimentos presentan silos de roca volcánica y localmente lutitas, limolitas y grawacas de secuencias turbidíticas. Es una roca afanítica que al romperla da una fractura concoidea, de color claro a gris oscuro, con numerosas venillas irregulares de calcita y pirita finalmente diseminada (ALVAREZ & GONZALES, 1978).

#### **2.1.1.1.2 Miembro Urrao**

La litología esta compuesta por grawacas, arcillolitas y limolitas, localmente con bancos de conglomerados polimícticos con cantos de rocas volcánicas, cuarzo, arenitas, basalto porfídico, brechas y aglomerados; sus facies, indican que se trata de un deposito de turbiditas proximales (SCHMIDT et al, 1992).

El miembro Urrao está constituido por sedimentos plegados y fallados.

Se le ha asignado una edad Cretácea tardía.

### **2.1.2 Cuaternario**

Los depósitos cuaternarios se componen de lodos, arcillas y grawacas con niveles de materia orgánica, gravas y guijarros, los cuales tienen diferentes formas, son compactos o sueltos, bien o mal estratificados.

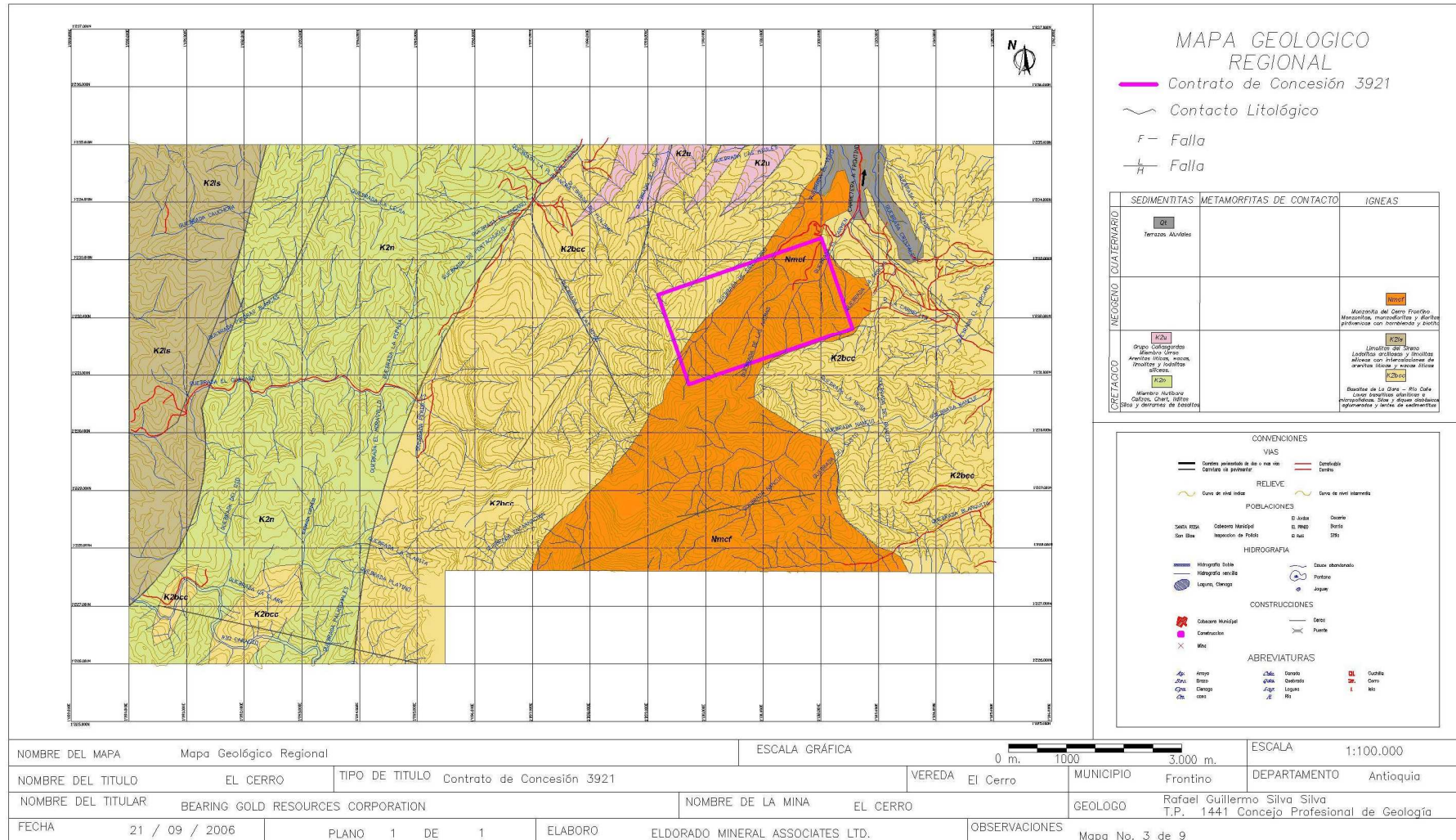


Figura 3. Geología Regional del proyecto El Cerro, Contrato de Concesión 3921.

## ***2.2 Rocas Ígneas***

### ***Terciario***

En la porción N de la cordillera Occidental, el plutonismo granitoide tiene exclusivamente edades del Terciario

En la región dentro de la cual está la zona de estudio, los cuerpos plutónicos más representativos son el batolito de Mandé y un grupo de stocks monzodioríticos piroxénicos.

#### ***2.2.1 Batolito de Mandé:***

Es el cuerpo plutónico de mayor tamaño, se localiza en el flanco occidental de la cordillera Occidental, bordea el valle del río Atrato, tiene unos 200 Km. De largo y un ancho de aproximadamente 25 Km. Está compuesto por cuarzdiorita hornbléndica y granodioritas con variaciones texturales a pórfidos cuarzdioríticos con mineralización de Cobre. En su extremo meridional intruye rocas volcánicas en ambos contactos, produciendo rocas cornubianitas.

En el contacto oeste y en zonas próximas al mismo, varias fallas de rumbo representadas en el cuarzo, la más importante es la Falla de Murindó N30W, con la cual se relacionan las mineralizaciones de pórfidos cupríferos de Acandí, Murindó y Pantanos-Pegadorcito. El Sistema tectónico de la Falla de Murindó posiblemente post-Oligoceno, es afectado por fallas genéricamente relacionadas, de poca longitud y de dirección N 60° E.

#### ***2.2.2 Plutones de monzodioritas granodioritas:***

En la Cordillera Occidental, principalmente ubicados en la zona axial de la cordillera, afloran los stocks del cerro de Frontino, Morrogacho y Páramo de Frontino o de Urrao y otros cuerpos menores. Tienen formas diversas y de tamaño pequeño, entre 1-40 Km<sup>2</sup>. Las rocas sedimentarias y volcánicas encajantes presentan un metamorfismo regional de muy bajo grado (Facies zeolitas a prehnita-pumpellita) y los granitoides originan aureolas de contacto con rocas de cornubianitas biotíticas.

Con excepción de Morrogacho de composición gabroide, los demás plutones son similares petrográficamente, compuestos por monzodioritas y monzodioritas piroxénicas, que los diferencian de los demás plutones conocidos en la cordillera.

Otro rasgo que particulariza este grupo de granitoides es la ocurrencia de filones auríferos y de sulfuros de metales básicos, especialmente en las zonas periféricas coincidiendo con las fases básicas para el Stock del Páramo de Frontino, se le asigna una edad de 11 m.a.

### *Cretaceo*

#### **2.2.3 GRUPO CAÑASGORDAS**

##### **2.2.3.1 Formación Barroso:**

Se ha definido la Formación Barroso como la parte basal del Grupo Cañasgordas, constituida por un complejo volcánico lávico y piroclástico. Localmente con sedimentitos intercaladas. Este complejo está compuesto por diabasas de textura hipidiomórfica, holocristalina y microcristalina; basaltos toleíticos pobres en potasio y en menor proporción espilitas con intercalaciones de lavas almohadilladas, tobas, brechas y aglomerados. Se le asigna una edad Cretácico Superior (SCHMIDT et al, 1992).

Tectónicamente está limitado al norte por la Falla de Dabeiba-Cañasgordas, al oeste por el sistemas de fracturas del río Atrato, al este por el sistema de fallas del río Cauca y al sur por la Falla Garrapatas.

### ***2.3 Geología Estructural***

En el sistema central de la cordillera Occidental predominan generalmente un estilo tectónico con direcciones Norte-Sur y este-oeste, que corresponden al eje de la cordillera y con direcciones noroeste-sureste y noreste-suroeste; se delimitaron en parte fallas de carácter regional, el buzamiento de las fallas es bien inclinado hasta vertical.

#### **2.3.1 Fallas**

En el campo aparecen dos familias de fallas: con orientación general N-S, las cuales están representadas por las Fallas La Herradura, San Ruperto, San Juan-Portachuelo, Encarnación y Río Verde. Y con orientación N 45-60° W; Fallas Cañasgordas, Abriaquí, y Carauta. La Falla la Herradura aparece interrumpida por el stock del Páramo de Frontino y al norte termina con la Falla de Cañasgordas o de Tonusco o Falla Guasabra; son diferenciables en el área a través de facetas, escarpes y lineamientos asociados a drenajes, aunque no se conoce con claridad la edad del sistema de fallamiento; ambas direcciones se interceptan mutuamente, insinuándose que la dirección NW corta y desplaza la NS (ZULUAGA & HOYOS, 1978).

**2.3.1.1 Falla La Herradura:**

La Falla esta interrumpida por el intrusivo del Páramo de Frontino en el cual no se encontró ningún efecto tectónico, siendo posiblemente posterior a su origen, su cartografía se ha registrado 85 Km. Con dirección NE. (JARAMILLO & ESTRADA, 1988)

**2.3.1.2 Falla de San Ruperto:**

Esta falla sufre una interrupción al chocar contra las rocas del páramo de Frontino, se ha cartografiado 37 Km. Con dirección norte-sur (JARAMILLO & ESTRADA, 1988)

**2.3.1.3 Falla San Juan – Portachuelo:**

Afecta rocas sedimentarias del Miembro Nutibara, se ha considerado su edad como Post-terciario Temprano (ALVAREZ & GONZALEZ, 1978).

**2.3.1.4 Falla Tonusco:**

Afecta tanto rocas del Grupo Cañasgordas como las rocas ígneas del Terciario (ALVAREZ & GONZALEZ, 1978).

### 3. GEOLOGIA LOCAL

La génesis y características del cuerpo intrusivo han generado algunas implicaciones cuando se quiere considerar la potencialidad mineralógica del yacimiento. A nivel de litología es importante señalar la diferencia composicional que se presenta de un sector a otro. Este aspecto, de alguna manera influencia la conformación del yacimiento. Es desde allí, cuando la comparación de las diferentes variaciones composicionales, ayuda a generar una descripción a detalle de las diferentes características que correlacionan con las litologías presentes en el área.

En el área de EL CERRO afloran arcillolitas y limonitas, localmente interestratificadas con chert y caliza, pertenecientes al Miembro Urrao de La Formación Penderisco. Parte sedimentaria del Grupo Cañasgordas.

Se identifica una litología correspondiente a cornubianas piroxénicas, de textura afanítica y bandeamiento mineralógico de color verde, gris y blanco. El Skarn, se manifiesta como un paisaje cárstico, debido a la disolución del componente calcáreo. La roca tiene en general textura afanítica, en las aproximaciones con el intrusivo ha tenido lugar el desarrollo de una gama de minerales típicos de un Endoskarn.

A nivel de 2.400 m.s.n.m., las cuarcitas son masivas, textura afanítica, presenta sulfuros diseminados y la mineralogía consiste de cuarzo, sulfuros, anfíbol, apatito, circón, esfena, epidota y óxidos de Fe (ALZATE et al. 1990).

La mineralización más común es vetiforme, la cual se presenta como un conjunto de venas delgadas paralelas entre sí, las cuales a veces se entrecruzan. Al interior de cada veta suelen presentarse venas a manera de estructuras en rosario tanto en la dirección como en el buzamiento.

En las vetas, la mineralización se presenta en forma diseminada, en microvenillas (stringers), venillas y venas, como agregados de cristales agrupados (clusters), como granos en fracturas abiertas y en algunos sitios como concentraciones masivas de sulfuros a manera de bandas de 0.5 a 1 cm. de espesor; el espesor de la veta puede variar desde menos de un centímetro hasta unos 80 cm. En las zonas de skarn, la mineralización aparece diseminada como granos de sulfuros aislados, mineralización masiva de sulfuros de grano muy fino, bandas paralelas de diferente coloración con mineralización de sulfuros en forma diseminada y masiva, sulfuros en stringers

y venillas transversales al bandeamiento y oro libre sobre una superficie de diaclasa rellena con calcita.

### ***3.1 Miembro Urrao (k2u)***

Consta de una secuencia de sedimentos tipo flysch, de edad Cretácico superior. Litológicamente está constituido por arcillolitas y limolitas con grawacas intercaladas, localmente bancos lenticulares de conglomerados polimícticos con cantos de rocas volcánicas y chert. Las rocas del miembro Urrao, en el área afloran hacia la parte oriental. El contacto entre los dos miembros a veces es transicional y acompañado de cambio de facies. (Figura 4)

### ***3.2 Miembro Nutibara: (k2n)***

Consiste de una sucesión rítmica de bancos delgados de caliza y chert negro con abundantes microfósiles del Cretácico superior, hacia el tope intercalados con turbiditas finas. Se menciona la presencia de silos de rocas volcánicas. Se considera que las rocas que afloran hacia la parte occidental corresponden a éste miembro.

### ***3.3 Rocas metamórficas de contacto***

En el sector del Cerro están representadas por zonas de skarn y por cornubianitas piroxénicas y biotíticas.

***3.3.1 Skarn (Nscf):*** corresponden a la parte más cercana a un cuerpo intrusivo, y presenta una asociación de minerales típicos del skarn: diópsido, granates, calcita, actinolita, tremolita, escapolita, scheelita y wollastonita.



**Imagen 2. Secuencia estratificada y laminada de roca cuarzosa ligeramente calcárea. Sulfuros Diseminados y concentrados a lo largo de la laminación. Mineralización selectiva según Composición del protolito original. Zona de Skarn. Localidad: Cruzada Oscar Darío Arango. FR-315**

Las masas de skarn aparentemente más cercana al intrusivo, presentan bandeamiento de color verde, gris pardo y blanco. Se encontraron en los sitios La Loaiza, La Coca, El Machongal y la Cruzada de Oscar Darío Arango (Imagen 2 e Imagen 3).



**Imagen 3. Melanodiorita de grano medio ligeramente silicificada. Obsérvese el Contacto inferior ondulado y neto con el Skarn. El contacto superior con formación de nódulo y de cristalización de granate con el Skarn. Localidad: Cruzada Oscar Darío Arango FR-314**

La mineralización de sulfuros y Au se presenta en forma diseminada y masiva. El oro puede presentarse en estado libre como relleno de diaclasas tal y como se observó en el sitio La Loaiza asociado a los sulfuros como se observó en El Machongal.

***3.3.2 Cornubianitas Piroxénicas (Ncpl):*** corresponden a rocas de la periferia del proyecto y en ellas se reconocen las estructuras del protolito original. Según la composición del protolito son los cambios que se producen en la roca para su transformación en cornubiana.

Al interior del Stock se encuentran rocas de cornubianitas piroxénicas y masas irregulares de roca de skarn. Las cornubianitas piroxénicas afloran por la carretera que conduce hacia El Hoyo y hacia El Cerro, presentan bandas de color verde, gris pardo y blanco, y una textura afanítica, expuestas en los afloramientos del camino del Túnel Los Pulgarines hacia la Finca La Tormenta.

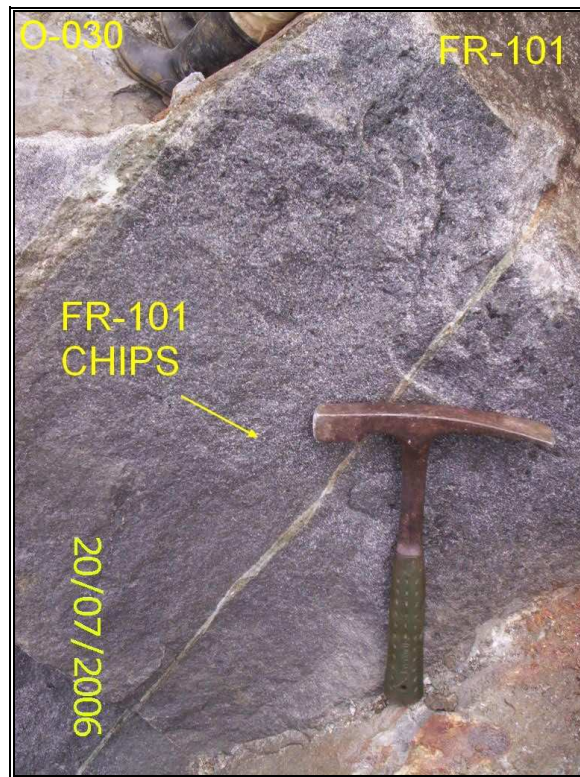
### ***3.4 Rocas Ígneas.***

***3.4.1 Monzodiorita del Cerro (Nmdf):*** En el área predominan las facies básicas a ultrabásicas representadas por piroxenitas, piroxenitas pegmatíticas y melanodioritas (imagen 4). Hacia la parte central y alta de El Cerro, aparecen dioritas y monzodioritas de grano fino a medio. En general las rocas básicas son muy oscuras con alto contenido de ferromagnesianos y menor proporción de plagioclasa. Texturalmente son de grano fino a medio.



**Imagen 4. Muestra de Melanodiorita. Diaclasa con relleno de cuarzo y mineralización de molibdenita sobre la superficie de la diaclasa. Localidad: Túnel Los Pobres. FR-027**

La diorita (imagen 5) se presenta como diques de espesor variable, color gris oscuro con moteado claro y abundante plagioclasa. Las monzodioritas son rocas claras de grano fino a medio, predomina la plagioclasa acompañada de hornblenda. Los contactos entre las rocas básicas son gradacionales (Imagen 6 e Imagen 7)



**Imagen 5. Diorita, aumento de Cuarzo, Plagioclasa y Hornblenda, contenido bajo de biotita. Corresponde al túnel Toribio, muestra FR-101.**



**Imagen 6. Vena de Cuarzo con Pirrotina y Calcopirita entre la Diorita. Muestra tomada del Túnel La Cuadrazón, FR.178.**

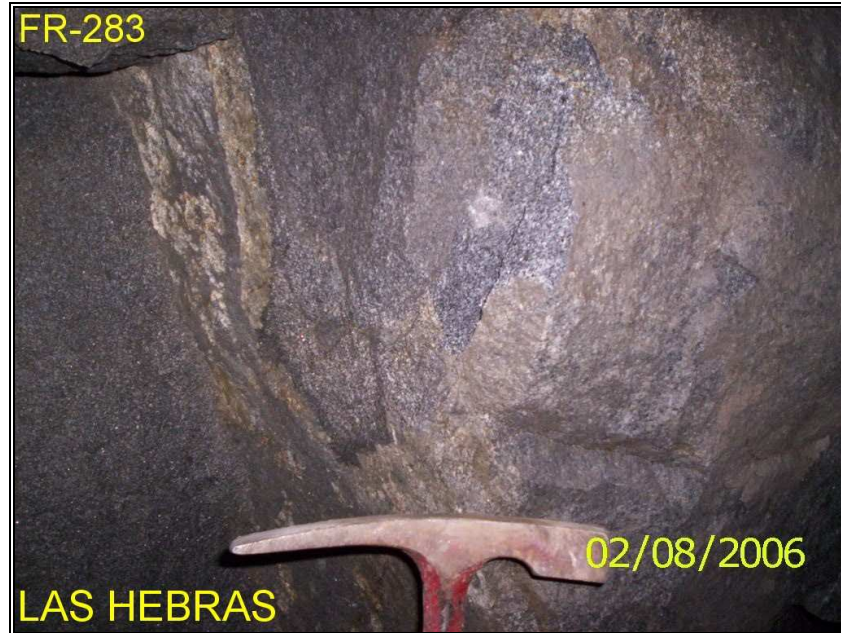


Imagen 7. Diorita biotitica con venas de cuarzo del Túnel Las Hebras, Muestra FR-283

### *3.5. Depósitos no Consolidados*

En sectores fuera del área de trabajo se han reconocido evidencias que indicarían dos edades de glaciación con depósitos de morrenas. La sedimentación reciente ha formado depósitos superficiales no consolidados, terrazas aluviales orientadas aproximadamente S-N. Se identifican tres niveles de terrazas, el más alto a 1800 msnm en el área de Chaquiro, el intermedio en la pista de aterrizaje y el bajo en las terrazas de Frontino.

### *3.6 Geología Estructural*

En la cartografía del área de El Cerro, se presenta el trazo de las fallas de la Quebrada San Diego, de la quebrada Las Animas, Falla de la mina La Palma, Falla de la Quebrada San Pedro y la Falla de Abriaquí. En éste trabajo se confirman la Falla San Diego, la de la Quebrada San Pedro, expuesta en los túneles El Hoyo, Norte Palacios y El Gurupero.

## 4. TRABAJOS DE EXPLORACION

### 4.1 FASE I: EXPLORACION SUPERFICIAL

En esta primera fase, el principal objetivo fue realizar una exploración superficial. Para ello se efectuó una recopilación bibliográfica sobre la geología de la zona. Con esta información se resumió y se realizó una base de datos para guardar las características principales y con las cuales una muestra de roca, de túnel, de suelo y de sedimento permita tener una descripción completa.

Esta base de datos recopilada en formatos para campo, contienen la información necesaria como datos estructurales, tipo de muestreo, sulfuros presentes, minerales observados, etc.; es por ello que a continuación se describe una parte de ellos:

*Formato Generalidades*, este formato contiene datos de quienes realizan el trabajo, la infraestructura de la zona como los servicios públicos con los que cuenta, además de describir las vías de comunicación, los medios de transporte y construcciones existentes en el área, como lo son centros de salud, hoteles, bancos, etc. Todas estas características ayudan a que un proyecto sea más viable en el futuro.

*Formato Muestras de Túnel*, este formato recopila datos como nombre del túnel, tipo de muestra (roca o vena); azimut y buzamiento de la vena; en cual de las paredes fue tomada la muestra; tipo de muestreo (canal, panel o chip); azimut del muestreo; foto del túnel, foto de la muestra; clase de roca, color; los minerales presentes; tipo de alteración hidrotermal, su intensidad (alta, media o baja); sulfuros presentes en la roca, tipo o clase de estructura, tamaño de grano del sulfuro; óxidos presentes en la roca con iguales preguntas que los sulfuros y como datos estructurales se toman de las diaclasas el azimut y buzamiento y si también se observan zonas de falla.

*Formato Muestras de Afloramiento*, este formato de igual manera que el formato muestra de túnel, describe todas las características ya descritas, también las dimensiones del afloramiento y la descripción o nombre del lugar muestreado.

*Formato Muestras de Suelo*, los aspectos a considerar: horizonte muestreado; color del horizonte; la profundidad; espesor; la composición de la muestra, si esta contiene materia orgánica, fragmentos de roca, si es arena, limo, arcilla;

la pendiente del terreno donde se esta realizando el muestreo; si el suelo está húmedo o seco y si se observa vegetación.

*Formato Muestras de Sedimento*, datos por tomar: caudal, si el flujo es bajo – moderado – alto; las condiciones climáticas en los últimos 5 días, o sea, si se había presentado lluvia; el ph del agua; el porcentaje del material transportado; una pendiente aproximada.

Además de estos formatos y dada la naturaleza del trabajo se desarrollaron los siguientes formatos:

*Formato Levantamiento de Túnel*, contiene los datos tomados del levantamiento topográfico del túnel, a cinta métrica y brújula; incluye: longitud medida, azimut, altura, ancho del túnel, pendiente.

*Formato envío de muestras*, para relacionar los diferentes tipos de muestras y numerar el saco donde será guardada la muestra que se envía para análisis.

Esta fase, de exploración superficial permite recorrer y realizar el reconocimiento geológico del sector, recorriendo la mayor cantidad de túneles y afloramientos, con un total de 449 muestras tomadas. (Tabla 1).

MUESTRAS DE ROCA		MUESTRAS DE SUELO Y SEDIMENTO	
TOTAL MUESTRAS DE AFLORAMIENTO	TOTAL MUESTRAS DE TUNELES	TOTAL MUESTRAS DE SUELO	TOTAL MUESTRAS SED. ACTIVO
42	318	85	4
TOTAL MUESTRAS DE ROCA	369	TOTAL MUESTRAS DE SUELO Y SEDIMENTO	89
<b>TOTAL MUESTRAS</b>		<b>449</b>	

**Tabla 1. Muestras tomadas en la Fase de Exploración Superficial**

De los túneles reconocidos y levantados se destacan: La Cuadrazón, Las Hebras, La Coca y El Hoyo. En estos y otros túneles, se reconocieron más de 100 estructuras mineralizadas, las cuales generalmente tienen una orientación E – W. Los túneles La Cuadrazón (Imagen 8) y El Hoyo son los mejores exponentes de las mineralizaciones dado que cortan muchas estructuras. El espesor de las Vetas varía aproximadamente 5 centímetros hasta los 0.4 metros; son vetas continuas a discontinuas, alcanzando longitudes de hasta 150 metros. En el túnel Las Hebras (Imagen 11) se explotó una veta con más de 150 metros de longitud. Superficialmente se determinaron otras zonas interesantes como El Machongal, La Loaiza y El Tierrero, en donde se presenta un bandeamiento de color verde, gris pardo y blanco (Imagen 9 y 10), continúa, la mineralización de sulfuros es en forma diseminada y masiva. El oro puede

presentarse en estado libre como relleno de diaclasas, como en la Loaiza y asociado a los sulfuros como en El Machongal. En afloramientos como el de La Loaiza, de espesores de hasta 6 metros se encontró una roca silicificada con diaclasas rellenas de calcita y oro visible y también cerca de allí una roca bandeada de color azul verdoso con apariencia silicificada. En El Machongal se encontró una zona de unos 8 metros rica en Calcopirita y Pirrotita, con vetillas de esos sulfuros de hasta 2 cm. de espesor.



**Imagen 8. Vena de Cuarzo, presencia de Calcopirita y Pirrotina entre la diorita. Muestra Túnel La Cuadrazón, FR-196.**



**Imagen 9. Skarn de Granate, Diópsido. Bandeamiento subparalelo discontinuo. Se aprecia microdique y silo de Piroxenita cruzando y siguiendo la laminación entre capas de la roca. FR -350**



**Imagen 10. Secuencia de capas amalgamadas internamente en láminas. Skarn de Diópsido, Granate. Los sulfuros se concentran en láminas de color pardo rosado. FR-349**



**Imagen 11. Espejos de Fricción con desarrollo de zonas de Gouge, asociados a la falla San Diego. Movimiento Principalmente en sentido vertical. Localidad: Filón Las Hebras. FR-281.**

Con base en el trabajo de Eldorado Mineral Associates (2006) la geología en el Cerro está representada en las unidades ya descritas en la geología local:

- Miembro Urrao (k2u)
- Miembro Nutibara (k2n)
- Skarn (Nscf)
- Cornubianitas piroxénicas (Ncpf)
- Monzodioritas del Cerro (Nmdf)
- Depósitos no Consolidados (Qt)

Destacándose el skarn, presenta un bandeamiento de color verde, gris pardo y blanco. Encontrado en los sitios La Loaiza (Imagen 12, 13 y 14), La Coca y El Machongal.

Destacando así la mineralización de sulfuros y Au, lo cuales se presenta en forma diseminada y masiva. El oro puede presentarse en estado libre como

relleno de diaclasas tal y como se observó en el sitio La Loaiza y asociado a los sulfuros como se observó en EL Machongal.

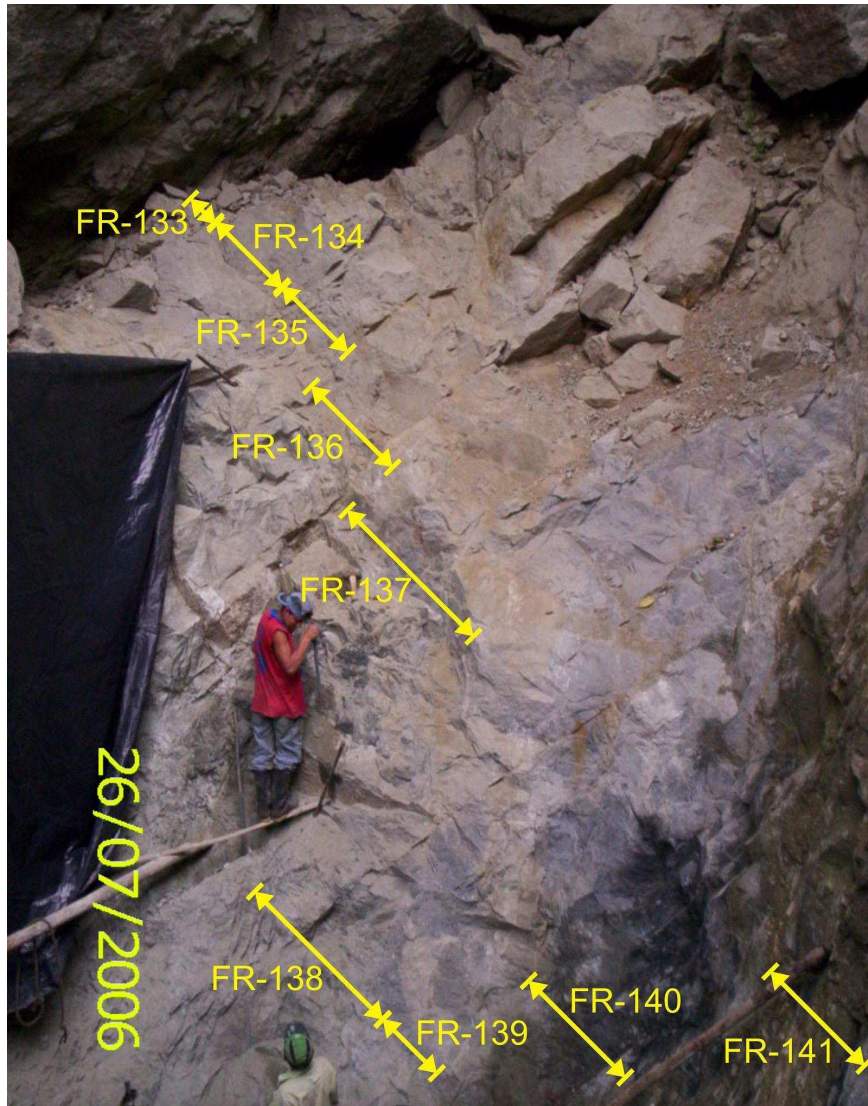
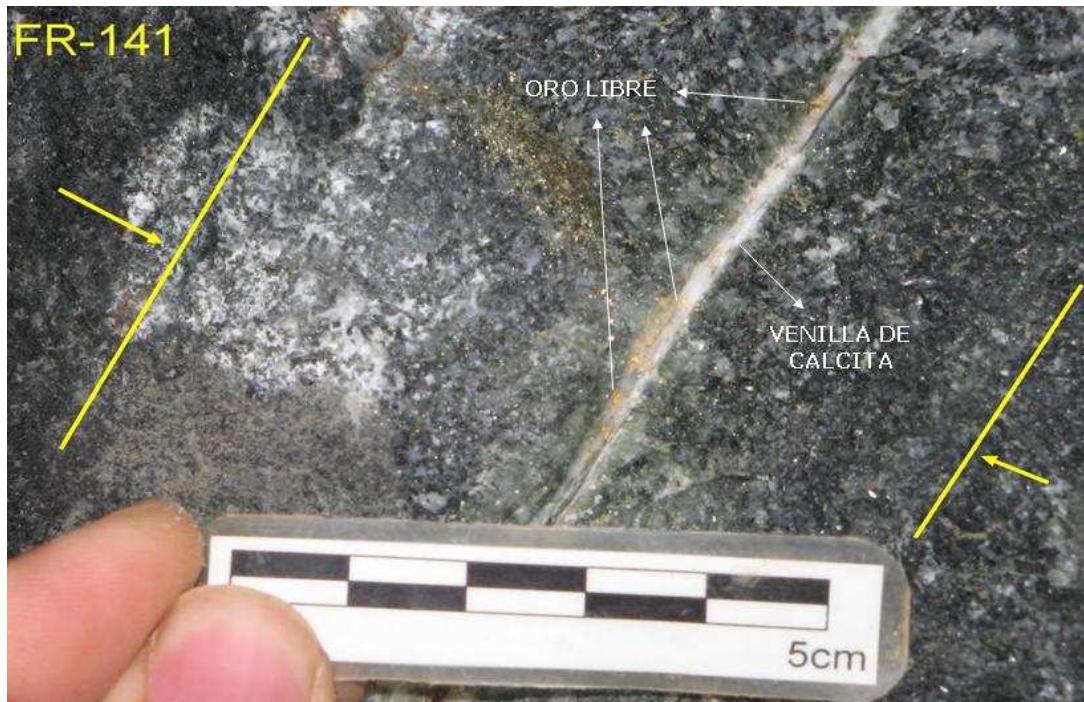


Imagen 12. Skarn de la Loaiza en un sistema de diaclasas que cruza transversalmente el bandeamiento composicional de la roca.



**Imagen 13. Presencia de Oro Libre en venillas de Calcita y en el skarn. Muestra FR-141, La Loaiza.**



**Imagen 14. Presencia de oro entre las estructuras y en contacto con los máficos. La Loaiza**

Esta fase de exploración superficial, fue así el primer paso para llevar a cabo el proyecto minero, El Cerro. Por medio del cual, se resumen en una tabla con las coordenadas y la dirección de las principales venas muestreadas en los túneles (Tabla 2); además, se logro dividir el área en una zonas, las cuales nos ayudaran a identificar con mayor rapidez un sitio para futuros muestreos o trabajos (Imagen 15).

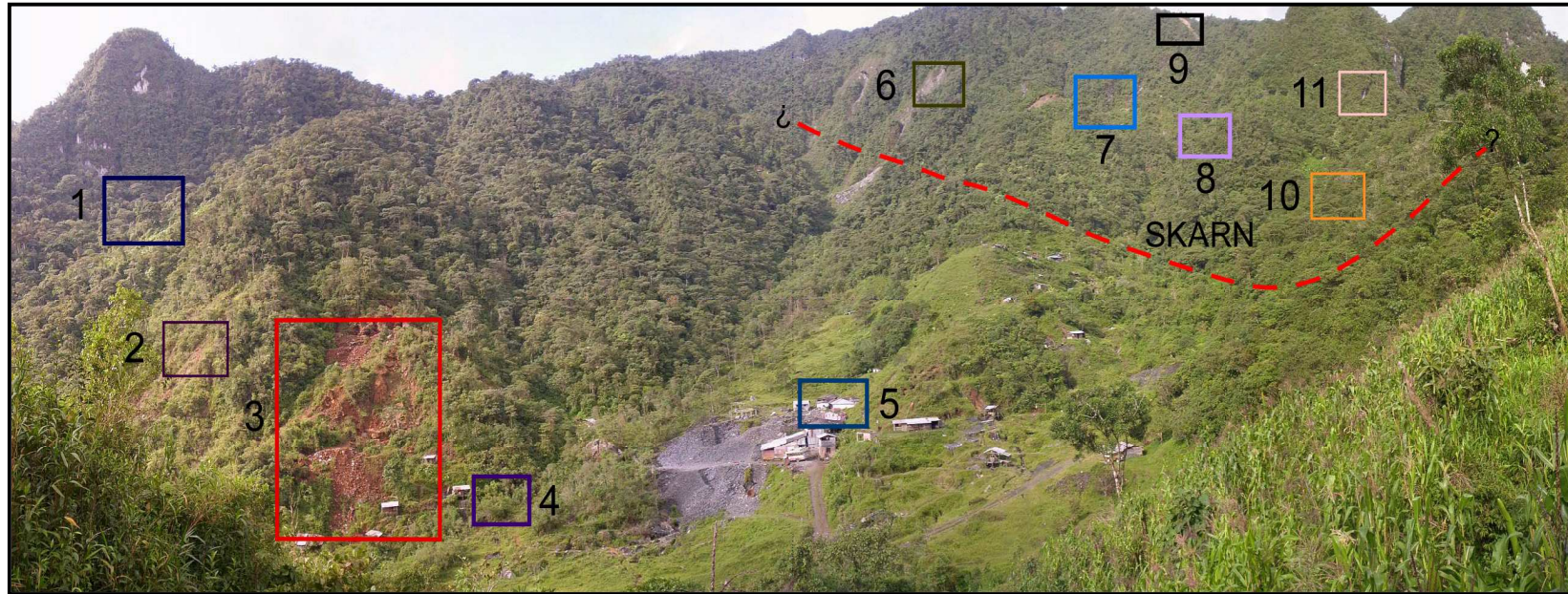
Todos estos datos, condensados en los siguientes mapas finales:

- Figura 4 Geología Local del proyecto El Cerro, Áreas Propuestas, Contrato de Concesión 3921.
- Figura 5 Mapa de Túneles proyecto El Cerro.
- Figura 6 Mapa muestras de túneles durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro.
- Figura 7 Mapa muestras de Afloramiento, Suelo y Sedimento durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro
- Figura 8 Mapa de estructuras mineralizadas durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro
- Figura 9 Mapa Áreas Propuestas y Muestras de Túnel, Afloramiento, Suelo y Sedimento durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro.

Fue así, por medio del trabajo, la fase de exploración y los resultados obtenidos por Eldorado Mineral Associates (2006), permitieron participar en la II Feria Internacional Minera, 2006; la cual se llevo a cabo a finales del mes de septiembre del mismo año. Allí se logró ofrecer los servicios de consultorio y servicios que ELDORADO ofrece a las entidades.

Nombre del Túnel	COORDENADAS			No. De muestras	Vena principal	
	NORTE	ESTE	ELEVACION		Azimut	Buzamiento
Norte Palacios	1,101,684	1,232,679	2,095	19	276	85 S
El Pantano	1,101,466	1,232,600	2,121	2	280	80 S
El Carmen Parte 2	1,101,308	1,232,367	2,033	7	290	35 S
Los Pobres	1,101,185	1,232,348	2,095	3	290	62 S
El Leoncito	1,101,211	1,232,316	2,108	3	290	45 S
La Coca	1,101,172	1,232,460	2,237	10	60	80 E
Los Huevitos	1,101,165	1,232,286	2,199	2	110	45 S
Las Animas	1,101,114	1,232,595	2,184	3	275	52 W
Buenos Aires	1,101,981	1,232,373	2,055	8	270	85 S
La García	1,101,780	1,232,446	2,141	4	285	80 S
El Salto	1,101,627	1,232,173	2,159	2	280	55 S
La Cascada	1,101,655	1,232,195	2,184	3	275	90
T-024	1,101,703	1,232,111	2,208	1	245	80 S
Los Toribios	1,101,235	1,232,027	2,306	6	285	85 S
Carlos Londoño	1,101,563	1,232,175	2,231	1	290	35 S
Cristales	1,101,831	1,232,731	2,023	3	240	73 S
Los Osorio	1,101,341	1,232,911	2,089	5	250	85 S
T-056	1,101,423	1,232,730	2,160	1	325	55 E
La Rompida	1,101,318	1,232,852	2,064	3	280	55 S
Los Villa	1,101,283	1,232,896	2,047	9	280	85 S
Alfonso Osorio II	1,101,265	1,232,979	2,022	4	280	85 S
La Bedoya	1,101,082	1,232,193	2,276	4	110	73 S
T-063	1,101,204	1,232,433	2,211	1	285	75 S
La Cuadrazón	1,101,651	1,232,539	2,120	100	100	45 S
Las Hebras	1,101,476	1,232,453	2,096	48	285	44 S
Los Pulgarines	1,101,340	1,232,991	2,045	11	260	60 S
Cruzada Oscar Darío Arango	1,101,040	1,232,890	2,024	32		
El Gurupero	1,101,184	1,232,918	1,988	11	270	75 S
Clavada Weymar Zapata	1,101,088	1,232,188	2,305	1	280	40 S

**Tabla 2. Coordenadas y Datos estructurales de las principales venas en los Túneles muestreados.**



- |          |                    |            |                        |
|----------|--------------------|------------|------------------------|
| <b>1</b> | TUNEL BUENOS AIRES | <b>7</b>   | AFLORAMIENTO LA LOAIZA |
| <b>2</b> | TUNEL LA GARCIA    | <b>8</b>   | AFLORAMIENTO MACHONGAL |
| <b>3</b> | EL TIERRERO        | <b>9</b>   | MINA LA PALMA          |
| <b>4</b> | TUNEL LA CUADRAZON | <b>10</b>  | TUNEL LA COCA          |
| <b>5</b> | TUNEL LAS HEBRAS   | <b>11</b>  | QUITASUEÑO             |
| <b>6</b> | TORIBIO            | <b>---</b> | SKARN                  |

Imagen 15 Panorámica con Localización de los Principales Túneles y Afloramientos mineralizados en el Área de El Cerro





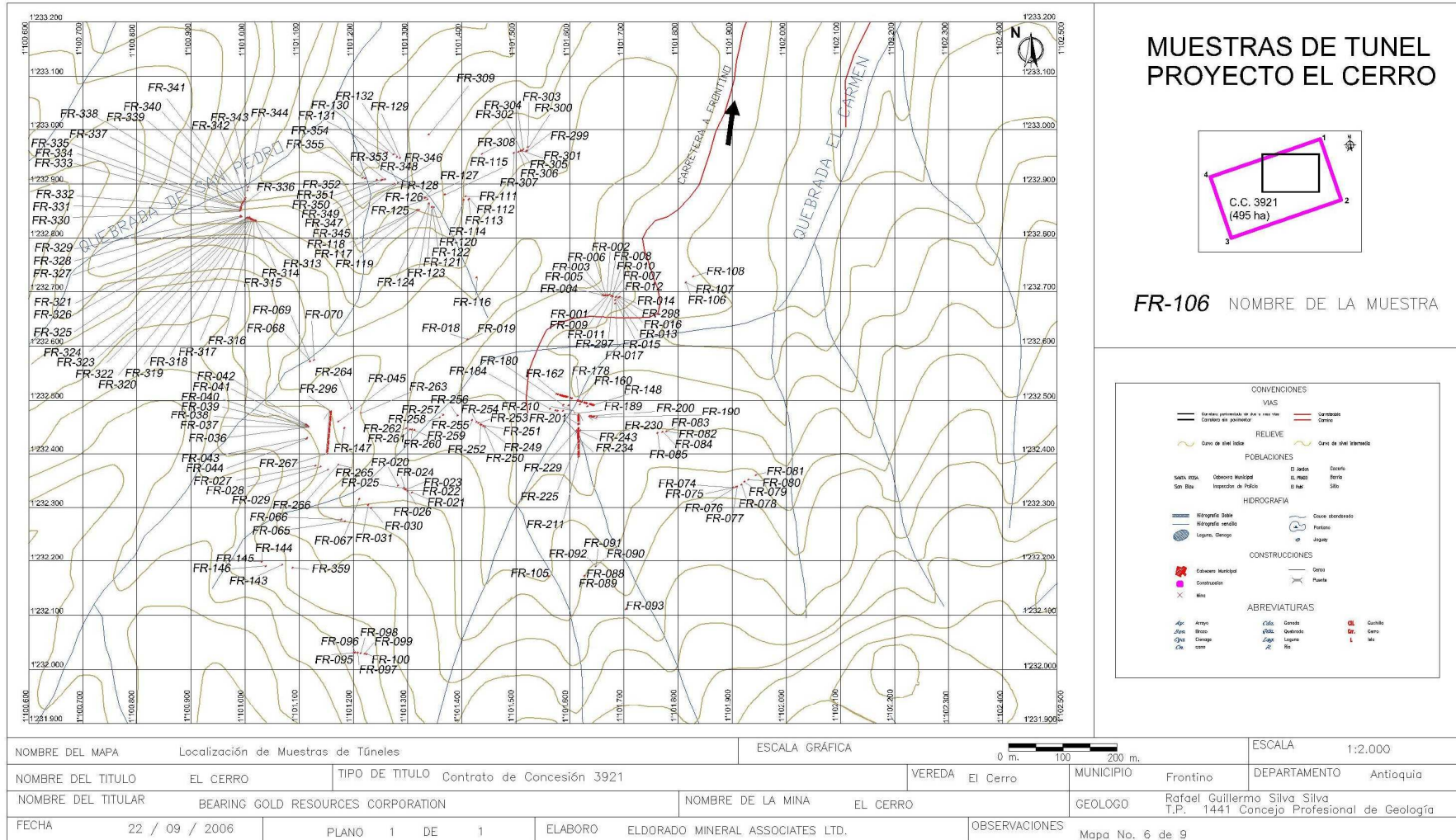


Figura 6 Mapa muestras de túneles durante la primera fase de exploración, Proyecto El Cerro.







#### **4.2 FASE II: EXPLORACION SUPERFICIAL, NUEVAS ÁREAS**

Para la segunda fase, se requería realizar un muestreo más detallado en otras zonas donde no se tuviera ni muestreo y mucho menos información.

De aquí nace la idea de muestrear otros lugares, la primera muestra en un túnel cercano a la Loaiza, el segundo localizado en un túnel anteriormente muestreado La Coca, pero que en la fase anterior no se logro muestrear la parte inferior debido a problemas de agua y el tercer lugar, es un sitio al cual no se había logrado llegar, Quita Sueño. (Tabla 3)

El primer muestreo de esta fase fue en el Túnel La Coca parte inferior. Para ellos se necesitó una motobomba que ayudara y permitiera tener acceso al túnel. El muestreo realizado, como lo decía en la metodología fue tomando teniendo en cuenta las estructuras mineralizadas.

Como todo muestreo, el sitio debe estar lo más limpio posible además que la roca se encuentre bien expuesta para el muestreo; para ello fue necesario utilizar tacos de dinamita, con el fin de que la roca expuesta fuera la mejor.



La forma y manera de muestrear fue por medio de una cortadora, la cual realizó un canal de 10 cm. (líneas amarillas) cortando perpendicularmente las estructuras (líneas blancas) y marcando con aerosol los extremos de la sección a muestrear. (Figura 10)

**Figura 10. Forma y manera de muestrear**

El primer túnel muestreado en la segunda fase, Toribio, el cual sigue una vena cuya dirección  $278 / 82^{\circ}S$ , la mineralización de sulfuro, Calcopirita y Pirrotina (5%) en forma diseminada en una roca bandeada de color verde y gris pardo, siendo correlacionada con el bandeamiento presente y característico del skarn en La Loaiza y La Coca. La estructura mineralizada sigue el patrón de dirección E-W.

La Coca parte inferior, se recolectaron 15 muestras en Canal, las cuales mostraban las mismas características que se observaban en la parte superior;

una secuencia aproximada de 6 metros de longitud, las estructuras muestreadas tienen una dirección 275 / 55°N cuya mineralización de sulfuros, Calcopirita y Pirrotina (5%) en forma diseminada en una roca bandeada de color verde y gris pardo, correlacionable con el bandeamiento presente en la parte superior de La Coca y La Loaiza, característico del skarn. Las estructuras mineralizadas siguen el patrón de dirección E-W. (Figura 11).

El otro túnel muestreado fue Quita Sueño, el cual presenta varias direcciones en sus estructuras mineralizadas, 295 / 80°E, 295 / 75°E, 84 / 81°S, 102 / 79°S, 230 / 74°S, cuyas mineralización de sulfuros, Calcopirita y Pirrotina variando entre 5 – 10% y Bornita 3%, en forma diseminada, masiva y en stringers en una roca bandeada de color verde y gris pardo, correlacionada con La Coca y La Loaiza, concluyendo así que se encontraba sobre el skarn. Recolectando 57 muestras en Canal, y cuya dirección sigue el patrón E – W con algunas inclinaciones. (Figura 12).

Nombre del Túnel	COORDENADAS BOCAMINA		No. De muestra	Vena principal	
	NORTE	ESTE		Azimut	Buzamiento
Toribio	1,101,095	1,232,082	FR-361	278	82 S
La Coca Inferior	1,101,160	1,232,431	FR-362 - FR-376	275°	55°N
Quita Sueño	1,101,102	1,232,402	FR-377	295	80°E
			FR-378 - FR-397	295°	75°E
			FR-398 - FR-401	84°	81°S
			FR-402 - FR-414	102°	79°S
			FR-415 - FR-433	230°	74°S

**Tabla 3. Resumen de túneles visitados y venas principales muestreados, fase de Exploración Superficial, Nuevas Áreas.**

Esta segunda fase, se logró recolectar 73 muestras en 3 túneles, encontrando en los tres, la característica litológica que presentan las estructuras mineralizadas en una roca bandeada de color verde y gris pardo, cuyas mineralizaciones de sulfuros son Calcopirita y Pirrotina diseminadas en la roca. Realizando las correlaciones, con el trabajo realizado por Eldorado Mineral Associates (2006) en la primera fase de exploración; encontramos que este muestreo se realizó sobre el skarn, cuyo patrón estructural se sigue manteniendo, dirección E – W, con algunas inclinaciones.

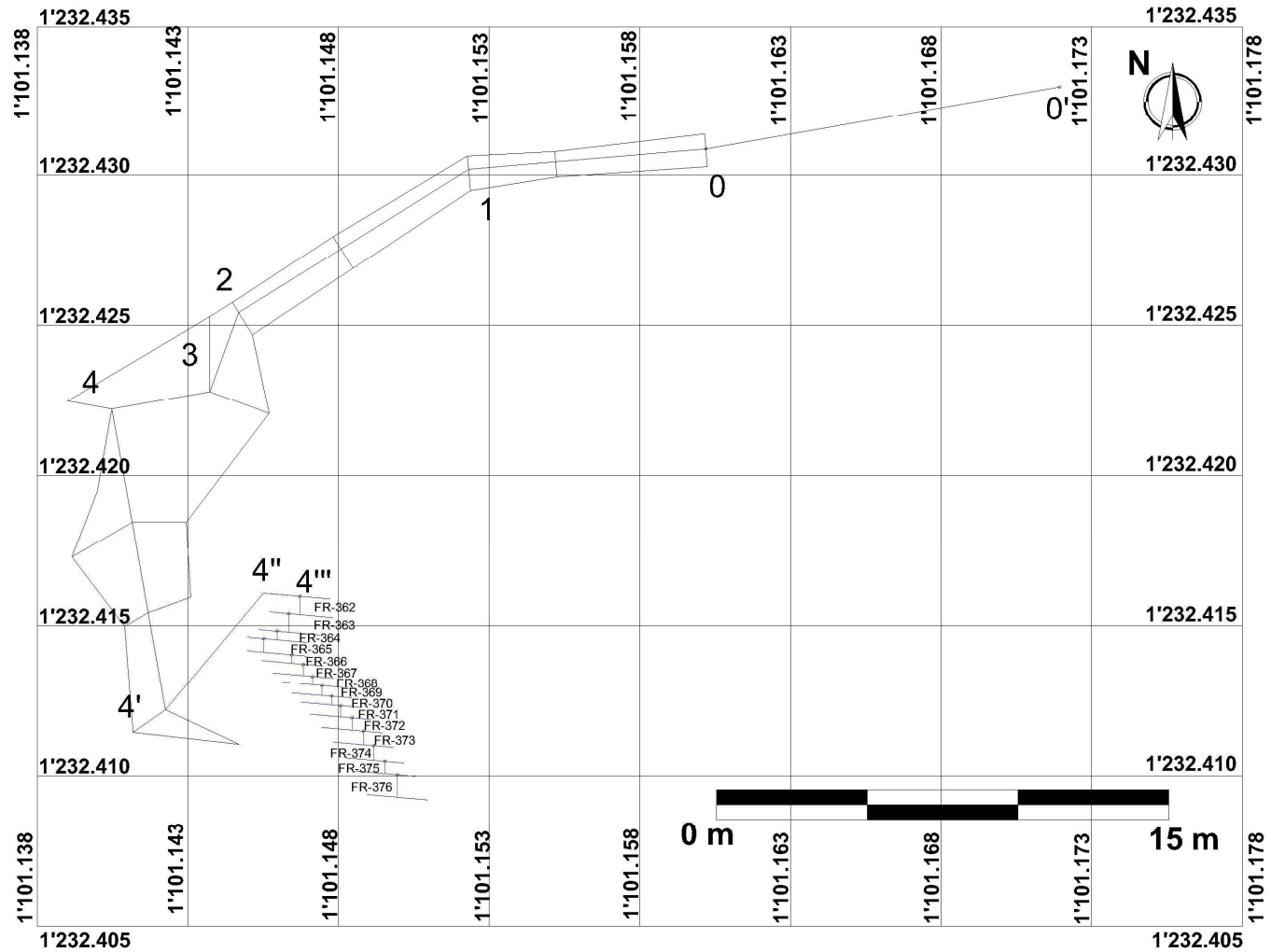


Figura 11. Mapa Muestreo La Coca parte Inferior, segunda fase de exploración, Proyecto El Cerro.

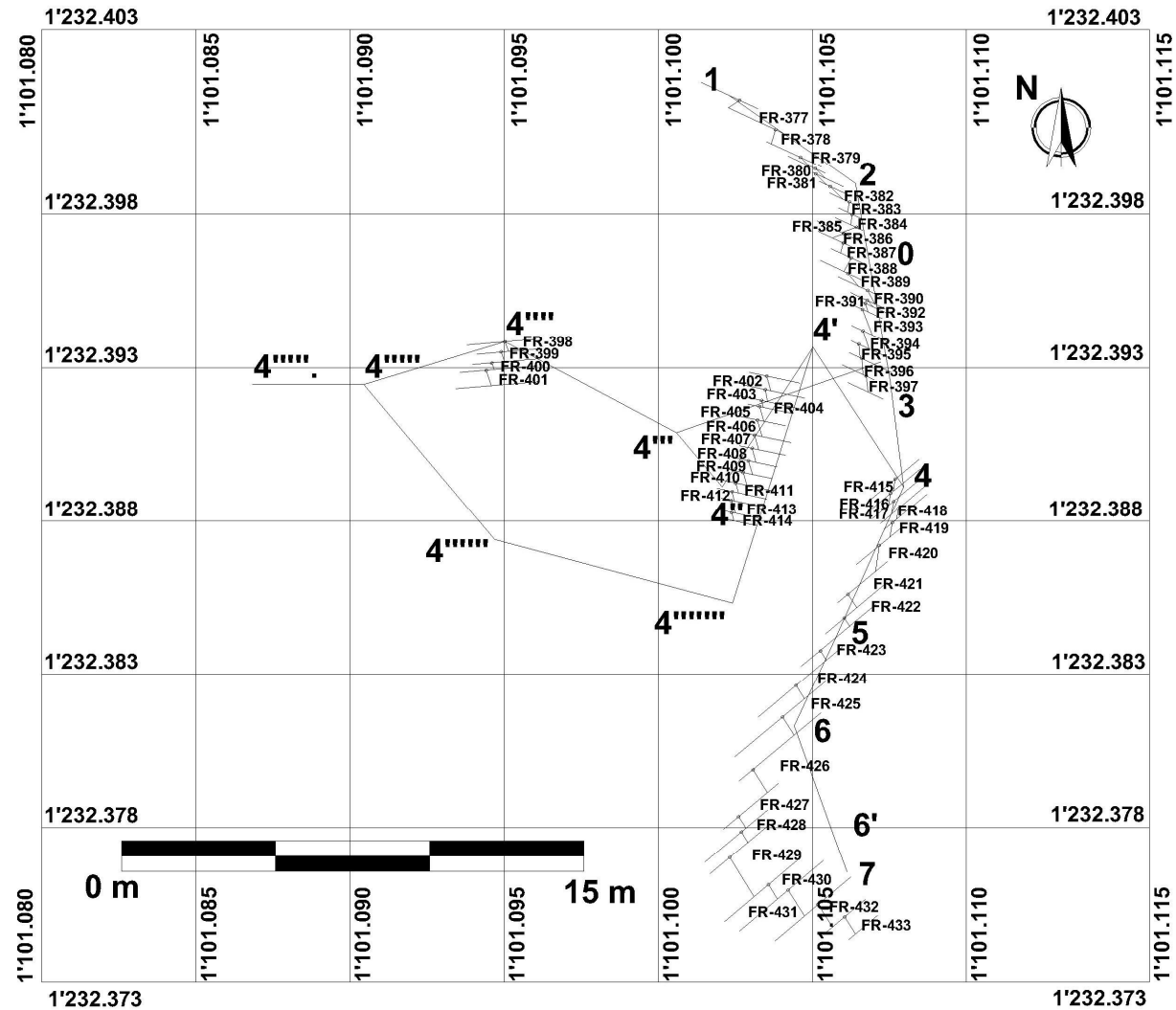


Figura 12. Mapa Muestreo Quita Sueño, segunda fase de exploración, Proyecto El Cerro

### ***4.3 FASE III: ETAPA ADMINISTRATIVA Y MANEJO DE INFORMACION***

Durante la tercera fase, se llevó a cabo el manejo y realización de documentos, cuyo principal objetivo era elaborar los documentos entregando los conceptos y herramientas de gestión a las autoridades mineras, lograr así la interacción con la industria cuya meta es el desarrollo local.

Los tres documentos que se presentaron ante la autoridad minera, definen en gran medida el avance del proyecto.

1. ***Diagnostico de las Actividades Mineras Existentes Proyecto El Cerro, C.C 3921 Municipio de Frontino, Departamento de Antioquia.***, Este documento describe las actividades realizadas hasta el mes de Diciembre de 2006 de forma cronológica, definiendo detalladamente las fases de campo realizadas en Junio, estas actividades cuyo fin era planear un programa de exploración superficial la cual tuviera cobertura completa del área para así definir el potencial geológico de la misma.
2. ***Diseño y Planeamiento Minero Complementario al Programa de Trabajos y Obras (PTO) del Contrato de Concesión 3921 Municipio de Frontino, Departamento de Antioquia.***, El diseño y planeación minera que presenta este documento permite complementar el Programa de Trabajos y Obras, el cual se puede establecer el volumen de mineral para alimentar la planta de beneficio, este documento fue aprobado por la autoridad minera.
3. ***Programa de Salud Ocupacional Proyecto Minero El Cerro Municipio de Frontino, Departamento de Antioquia.***, el programa de salud ocupacional permite definir el servicio de salud y bienestar que ofrece el municipio de Frontino, definiendo y dejando en conocimiento los procedimientos y la organización general en pro de los beneficios de los trabajadores y la empresa.

Los informes, anteriormente mencionados, se encuentran mejor explicados en el informe que presenta Deisy Molano. Durante esta fase, se logró llevar a cabo muchas actividades de gran importancia como presentar ante las autoridades mineras otros documentos como la liquidación de regalías, el Formato Básico Minero y Programa de Trabajos e Inversiones.

#### 4.3.1 Formulario para Declaración y Liquidación de Regalías

El Formulario para la Liquidación de Regalías, permite ante la autoridad minera conocer a qué lugar corresponde la extracción del oro que se vende ante el Banco de la Republica, además permite registrar y beneficiar al municipio del cual provienen estas regalías.

El Formulario para la Declaración y Liquidación de Regalías, es un documento cuyo periodo a declarar es trimestral, por lo tanto al año deben presentarse cuatro formularios ante la autoridad minera.

Los datos que se necesitan para diligenciar este formulario son:

- *Datos del Declarante*, como nombre o razón social, NET o cédula, dirección; todos los datos importantes del declarante.
- *Datos del Mineral*, aquí se describe cual es el mineral al que declara las regalías y la presentación del mineral.
- *Datos de la Mina*, se especifica el lugar y sitio donde se ubica la mina y de igual manera, el tipo de titulo minero y su respectivo número.
- *Período Declarado*, se marca con una equis el periodo declarado con los respectivos meses y el año declarado.
- *Liquidación de la Regalía*, aquí se escribe la cantidad declarada, el precio base de liquidación y valor total de la liquidación.
- *Destino del Mineral*, los datos básicos de la persona natural o jurídica a quien se le suministró el mineral.
- Firma del Declarante

Para este formato, se requieren los datos y los registros contables, a los que corresponden la venta del mineral al Banco, por medio de ellos, se tiene en cuenta las cantidades vendidas, el precio al cual se vendió. Todo esto para realizar la respectiva liquidación de la regalía.

Se escribe el mineral, **ORO**, en este caso, seguido se debe sumar todo el oro vendido y escribirlo en la casilla de *Cantidad*, en *Unidad* se escribe **gr.** esta corresponde la unidad de peso del mineral, en *Precio Base de Liquidación* se escribe el precio al cual se liquidó la venta, en *Unidad* se escribe la unidad correspondiente al precio de liquidación sobre la unidad del mineral, en este caso **\$/gr.**, en *Regalía (%)* se escribe 0.04 y por ultimo se liquida el valor total que corresponde a multiplicar la cantidad de mineral por el precio base de

liquidación por el porcentaje de liquidación de la regalía; ese valor corresponderá al valor total a pagar (Figura 13).

Este formato tiene como objetivo principal, mantener al día la declaración de recaudo de regalías ante las autoridades mineras, además, este documento es de vital importancia, para un título minero, ya que cuando el título presenta explotación del mineral, este debe recaudarse para así dividir las ganancias al municipio, al departamento y al país. El diligenciamiento del formato, presenta los datos principales tanto del declarante, como la liquidación de la regalía; no es muy difícil para diligenciar, los ítems son entendibles, el inconveniente encontrado es cuando se realiza el recaudo de las regalías, no todos los meses se realiza venta del oro, a veces pueden pasar hasta 4 meses sin vender un gramo, debido al precio en el mercado.

El Proyecto El Cerro, aunque se encuentra en exploración por parte de Eldorado, si presenta desde hace tiempo atrás, explotación de oro, por medio manual. Y es responsabilidad del poseedor del Título Minero, declarar ante la autoridad minera, las regalías que se obtienen del Contrato de Concesión 3921.

**FORMULARIO PARA DECLARACIÓN DE PRODUCCIÓN Y LIQUIDACIÓN DE REGALÍAS, COMPENSACIONES Y DEMÁS CONTRAPRESTACIONES POR EXPLOTACIÓN DE MINERALES**

**Datos del Declarante**

Apellidos y nombres o Razón Social		C.C. <input type="checkbox"/> NIT <input type="checkbox"/>
		No.
Municipio, Departamento	Dirección	Teléfono E-mail

**Datos del Mineral.** (Indicar el nombre del mineral. En el caso de metales preciosos o concentrados polimetálicos, indicar la presentación según se trate de: concentrado, amalgama, cianurado o metal, etc.)

Mineral	Presentación del mineral
---------	--------------------------

**Datos de la Mina o unidad de producción**

Nombre de la mina		Vereda
Municipio	Departamento	Título minero
		Tipo No.

**Contraprestación o concepto**

Regalías  Compensaciones  Canon Esmeraldas  Canon superficial  Impuesto  Otra

**Periodo Declarado**

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Año
Trimestre	1			2			3			4			200__

**Liquidación de la regalía**

Mineral	Cantidad (C)	Unidad	Precio Base de Liquidación (P)	Unidad	Regalía (%) (R)	Vlr Total = C x P x R
						Deducciones por retención
						Otros valores
						<b>TOTAL A PAGAR</b>

**Destino del Mineral** (Nombre de las personas naturales y/o jurídicas a las cuales se les suministró el mineral)

Nombre	Domicilio	Municipio	Cantidad
1.			
2.			
3.			

**Firma del Declarante**

Firma	Fecha
-------	-------

**Espacio para uso exclusivo de la entidad liquidadora, recaudadora o autoridad minera según sea el caso**

La Entidad \_\_\_\_\_ en la fecha  Día  Mes  Año  certifica que ha recibido el presente formulario acompañado del recibo de pago No. \_\_\_\_\_ de fecha  Día  Mes  Año  en la cuenta número \_\_\_\_\_ del Banco \_\_\_\_\_ por un valor de \$ \_\_\_\_\_ en cheque  efectivo

Nombre funcionario autorizado \_\_\_\_\_ Firma funcionario autorizado \_\_\_\_\_

**Figura 13. Formulario Declaración y Liquidación de Regalías. Tomado de Ingeominas**

#### 4.3.2 Formato Básico Minero

El Formato Básico Minero (FBM), es una herramienta instituida por la Autoridad Minera, como instrumento único de captura de información estadística minera relacionada con los títulos mineros vigentes.

El diligenciamiento y la fecha de presentación del formato, está dado por sus dos formularios, el semestre y el anual.

Algunos datos e información necesaria para diligenciar el formato, son:

*Identificación*, es aquí donde se escriben los datos tanto del título minero, como datos generales del titular.

*Producción y Ventas*, nombre del mineral, cantidad, precio y lugar donde fue vendido, si fue a nivel nacional y en que industria.

*Programa de Trabajo*, aquí se describe las actividades realizadas durante el periodo declarado, como son los turnos, las horas trabajadas y suspensión de actividades.

*Seguridad Industrial*, teniendo en cuenta la suspensión de actividades, los accidentes de trabajo, calculando así el costo de daños ocasionados.

*Responsable de diligenciamiento*, persona responsable de suministrar la información diligenciada.

En el formato que se presenta anual, se agregan datos como los aspectos técnicos de inversión en todas las actividades, ya sea de exploración, construcción y montaje; entre otras también las reservas, empleo y seguridad social de los empleados (Figura 14).

El diligenciamiento de este formato, presenta algunas complicaciones, el espacio que presenta para escribir los datos es muy pequeño, pero el más importante la sección donde se declara la producción y ventas, en donde se identifica el sector al cual van dirigidas las ventas, en muchas ocasiones el mineral no va directamente a alguna de esas industrias. Para ello, sería bueno, que Ingeominas, quien es la autoridad encargada, realice un manual con ejemplos claros para el correcto diligenciamiento.

 República de Colombia <b>Ministerio de Minas y Energía</b> Minería y Petróleo	<b>Formato Básico Minero</b> <b>I - Semestre</b>	La información suministrada debe corresponder al periodo minero - quinquenio del año inmediatamente anterior y debe ser referenciada por un Ingeniero de Minas o Geólogo.																																																																
Este reporte debe ser diligenciado para cada título minero. Si tiene alguna duda en el diligenciamiento de este Formato, consulte el Instructivo.		Año: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>																																																																
<b>DELEGATORIEDAD Y VERACIDAD DE LA INFORMACIÓN:</b> El profesionista minero tiene la obligación de suministrar la información técnica y económica requerida en este formato, de conformidad con los artículos 80, 100, 339, 340 de la Ley 685 de 2001 y Art. 10 del Dto. 1993 de 2002. Para todos los efectos legales la información suministrada se entiende dada bajo la gravedad del juramento.		<b>CONFIDENCIALIDAD:</b> La información suministrada por el titular minero en este formato, será estrictamente confidencial y sólo se publicará en forma consolidada, de conformidad con el art. 83 de la Ley 685 de 2001 y art. 11 del Decreto 1993 de 2002.																																																																
Número del Título Minero: _____ Tipo de Título: _____ Ej: ( Contrato de Concesión, Permiso, Licencia de Explotación, Registro Minero de Cartera, Reconocimiento Propiedad Privada, etc) Mineral(es) otorgado(s): _____																																																																		
<b>A. IDENTIFICACION</b>																																																																		
<b>A.1 TITULO MINERO</b> 1. Número del Título Minero: _____ 2. Tipo de Título: _____ 3. Mineral (es) Otorgado(s): _____	<b>A.2 TITULAR MINERO</b> 1. Nombre: _____ 2. Dirección: _____ 3. Departamento: _____ 4. Municipio: _____ 5. C.C o NIT: _____ 6. Teléfono / Celular: _____ 7. Fax: _____ 8. E-mail: _____																																																																	
<b>B. PRODUCCION Y VENTAS</b> Diligencie el siguiente cuadro con la información para el título durante el año. Si sus ventas fueron realizadas en el mercado nacional diligencie lo correspondiente a ventas nacionales.																																																																		
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NOMBRE DEL MINERAL</th> <th rowspan="2">PRODUCTO</th> <th rowspan="2">UNIDADES (9)</th> <th rowspan="2">Cantidad</th> <th rowspan="2">Precio Ventas \$/ unidad (10)</th> <th colspan="4">VENTAS NACIONALES SEGUN ACTIVIDAD ECONOMICA CONSUMIDORA (7)</th> </tr> <tr> <th>a. Sector</th> <th>b. Cantos</th> <th>c. Sector</th> <th>d. Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">PRINCIPAL</td> <td>En Bruto (4)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Beneficiado (5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">OTRO (6)</td> <td>En Bruto (4)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Beneficiado (5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">OTRO (6)</td> <td>En Bruto (4)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Beneficiado (5)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOMBRE DEL MINERAL	PRODUCTO	UNIDADES (9)	Cantidad	Precio Ventas \$/ unidad (10)	VENTAS NACIONALES SEGUN ACTIVIDAD ECONOMICA CONSUMIDORA (7)				a. Sector	b. Cantos	c. Sector	d. Cantidad	PRINCIPAL	En Bruto (4)								Beneficiado (5)								OTRO (6)	En Bruto (4)								Beneficiado (5)								OTRO (6)	En Bruto (4)								Beneficiado (5)							
NOMBRE DEL MINERAL	PRODUCTO	UNIDADES (9)						Cantidad	Precio Ventas \$/ unidad (10)	VENTAS NACIONALES SEGUN ACTIVIDAD ECONOMICA CONSUMIDORA (7)																																																								
			a. Sector	b. Cantos	c. Sector	d. Cantidad																																																												
PRINCIPAL	En Bruto (4)																																																																	
	Beneficiado (5)																																																																	
OTRO (6)	En Bruto (4)																																																																	
	Beneficiado (5)																																																																	
OTRO (6)	En Bruto (4)																																																																	
	Beneficiado (5)																																																																	
<small>(4) Material que no ha sufrido ningún proceso de beneficio; constituido por material tal como sale de la mina, ej. Carbón, caliza, arena, etc.          (5) Material que es sometido a procesos de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares, para su posterior utilización o transformación.          (6) Material que resulta de operaciones fisicoquímicas o metalúrgicas a que es sometido el mineral en bruto o beneficiado.          (7) En estas casillas identifique el Sector o Subsector industrial al que van dirigidas las ventas de mineral y la cantidad correspondiente, los cuales están descritos así: 1. Industria Química; 2. Industria del Cemento; 3. Industria Biotecnológica; 4. Industria del Papel; 5. Industria Textil; 6. Industria del Vidrio; 7. Industria Cerámica; 8. Generación Eléctrica; 9. Construcción; 10. No sabe. Ej: 5 (oro, meta), 500 (cantos).          (8) Mineral diferente al principal, que puede encontrarse en tipo ímbrico, asociado, como subproducto o suelto que se adiciona al contrato.          (9) Unidades Gramos (gr), Libras (lb), Quintales (q), Toneladas Métricas base seca (tm), Metros Cúbicos (m<sup>3</sup>), Onzas Troy (ozt).          (10) Corresponden al "Precio en Bocanera" para mineral en bruto y al precio para el mineral beneficiado y transformado. Se entiende por "Precio en Bocanera" el valor de explotación en boca o borde de mina o pozo según corresponda (Art. 16 Ley 756 de 2002).       </small>																																																																		
<b>C. PROGRAMACION DEL TRABAJO</b>																																																																		
1. Marque el número de turnos por día: a) Uno <input type="checkbox"/> b. Dos <input type="checkbox"/> o Tres <input type="checkbox"/> 2. Escriba el número de horas por turno: _____ horas 3. Escriba el número de días trabajados en el semestre: _____ días 4. Escriba el número de hombres por turno: _____ hombres 5. Calcule el número de horas trabajadas en el semestre: _____ horas (1 x 2 x 3) 6. Calcule el número de horas-hombre trabajadas en el semestre: _____ horas (4 x 5) 7. Si hubo suspensión de actividades durante el semestre, indique su duración: _____ días. Marque con una "X" la causa de dicha suspensión: _____ días.		Suspensión de actividades: a. Ordenada por la autoridad minera: <input type="checkbox"/> b. Ordenada por la autoridad ambiental: <input type="checkbox"/> c. Orden público en la zona del área: <input type="checkbox"/> d. Accidente minero: <input type="checkbox"/> e. huelga del contrato minero: <input type="checkbox"/> f. Incapacidad médica del titular: <input type="checkbox"/> g. Condiciones del mercado: <input type="checkbox"/> h. Disolución de la persona jurídica: <input type="checkbox"/> i. Carencia de mano de obra: <input type="checkbox"/> j. Otra, ¿cual?: _____																																																																
<b>D. SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>																																																																		
1. Escriba el número de accidentes de trabajo que hubo en el semestre: _____ accidentes 2. Escriba el número de cuasi-accidentes que hubo en el semestre: _____ cuasi-accidentes 3. Escriba el número de días perdidos por: a. Lesiones: _____ días b. Fatalidades: _____ días 4. Calcule el Índice de Frecuencia (IF): $IF = \frac{\text{No. accidentes en el semestre} \times 100.000^{(1)}}{\text{No. horas trabajadas en el semestre (C5)}}$ 5. Calcule el Índice de Severidad (IS): $IS = \frac{\text{No. días perdidos en el semestre} \times 180.000}{\text{No. horas trabajadas en el semestre (C5)}}$ 6. Escriba el costo de los daños a la propiedad por accidentes: _____ \$																																																																		
<small>(1) Este valor se obtiene de multiplicar 100 trabajadores/ Turno por 5 horas/día/ Turno por 5 días/semana por 20 semanas/semestre.       </small>																																																																		
<b>E. RESPONSABLE DEL DILIGENCIAMIENTO</b>																																																																		
<b>E.1 Fecha de Diligenciamiento</b> 1. Día: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> 2. Mes: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> 3. Año: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>	<b>E.3 Persona a quien dirigirse para consultas</b> 1. Nombre: _____ 2. Cargo: _____ 3. Teléfono: _____ 4. Fax: _____ 5. E-mail: _____	<b>E.4 Para uso exclusivo de la Autoridad Minera</b> 1. Ciudad: _____ 2. Día: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> 3. Mes: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> 4. Año: <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>																																																																
<b>E.2 Persona responsable por la información suministrada</b> 1. Nombre: _____ 2. C.C. _____ 3. Firma: _____	<b>E.5 Funcionario que Revisó la Información del FEM</b> 1. Nombre: _____ 2. Firma: _____ 3. Cargo: _____ 4. Entidad: _____																																																																	

Figura 14. Formato Básico Minero, Semestral. Tomado de Ingeominas

### **4.3.3 Programa de Trabajos e Inversiones, PTI**

El PTI, es el Programa de Trabajos e Inversiones; este informe se presenta el resultado de los trabajos de exploración que fue posible adelantar sobre el área de la Licencia de Exploración 2584, con el ánimo de seguir desarrollando trabajos de exploración, los cuales permitirán obtener un mejor grado de conocimiento del yacimiento minero, propendiendo aprovechar el recurso geológico.

Es por ello que se consideró el inicio a pequeña escala de la explotación de oro, en el Túnel La Cuadrazón, la cual se incrementará a medida que las condiciones económicas del proyecto lo permitan.

Por medio de este documento se quiere unir el contrato de concesión 3921 y la licencia de exploración 2584, las cuales al pertenecer al mismo titular, permitirán realizar como fusión una actividad minera completa para el proyecto.

En este documento, los datos que se requieren son: datos básicos del interesado, informe final de exploración y delimitación de áreas, alinderación del área, coordenadas del área, para la fase de explotación y exploración, descripción detallada del mineral o minerales a explotar, descripción breve de la fase de exploración en la licencia, descripción geológica del yacimiento y las formas y proyecciones para realizar la explotación del mineral en la licencia.

### ***4.4 FASE IV: TRABAJOS CORRESPONDIENTES A LA READECUACIÓN Y LIMPIEZA DE SITIOS, DESMANTELAMIENTO Y MONTAJE DE PLANTA DE BENEFICIO***

Una planta de Beneficio, es el lugar indicado para realizar todo el proceso industrial para extraer de la roca el mineral de interés. Como todo proyecto minero, que pasa desde su adjudicación del área, la fase de exploración, sigue la fase de montaje para llegar a la fase de explotación.

Esta fase de montaje, ha consistido en ubicar en este caso, donde anteriormente se encontraba localizada la planta de beneficio del proyecto, teniendo en cuenta el inventario y maquinaria necesaria. De allí el transporte a la planta, como ensamblaje y funcionamiento de la misma para la extracción del mineral de interés.

Las labores ejecutadas para iniciar y completar el respectivo montaje son la adecuación del sitio donde será ubicada la maquinaria, ya que esta se

encontraba en condiciones precarias no aceptables para el montaje de una planta de beneficio, estas actividades como fueron la fundición de zapatas para la localización de los molinos de bolas, hasta la limpieza y fundición del piso para el debido transito del personal a cargo del manejo de la planta (Imagen 16).

El transporte de la maquinaria al sitio, se realizó teniendo como base el inventario de los elementos necesarios para el ensamblaje de la planta. Con tal cautela buscando el medio de transporte al proyecto. Las siguientes fotos muestra en una pequeña parte la manera como se realizó el transporte de la maquinaria hasta el sitio donde será ubicada la planta de beneficio, Imagen 17.



**Imagen 16 Arreglos y adecuación de la planta de beneficio**



**Imagen 17. Transporte y descargue de la maquinaria en el municipio de Frontino y el proyecto.**

Teniendo en cuenta las dimensiones y la cantidad de material a transportar hacia el municipio de Frontino que el medio de transporte más eficiente para ello fue un camión con planchón o cama baja; este transporte se realizó teniendo como base el inventario de la maquinaria. El montaje de la planta de beneficio en el proyecto, era tal, que genero gran expectativa en los habitantes del pueblo, generando así gran avance y relación entre la empresa y la población para el desarrollo del mismo. Para el avance y la descarga de la maquinaria en la planta; por espacio y por distancia, se logró descargar en la pista de aterrizaje, donde la movilización del camión permitió la fácil movilización con una grúa hasta el lugar de planta de beneficio.

Una Planta de Beneficio, esta comprendida en una serie de procedimientos los cuales generan la extracción del mineral generando productos útiles, valiosos y de gran interés. Esta serie de procedimientos en la explotación minera son: lavado, clasificación, homogenización, concentración, secado, moldeado y separación; los cuales se explican en el diagrama de flujo de la Figura 15. Teniendo en cuenta el diagrama de flujo de la planta que se prosiguió con la readecuación del lugar, para así poner en marcha la Planta (Imagen 18).

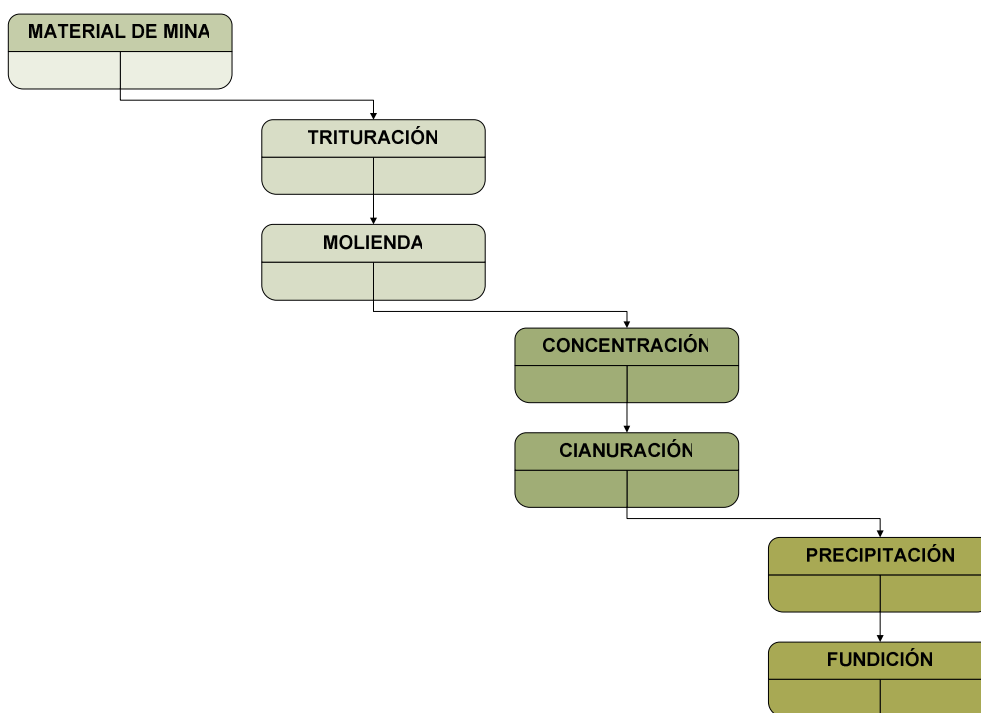


Figura 15. Diagrama de flujo Planta de Beneficio del Proyecto El Cerro



Imagen 18. Montaje de la maquinaria en la planta de Beneficio, Proyecto El Cerro

La manera como el material al ser extraído desde la mina hasta la planta debe pasar a ser triturado hasta un tamaño homogéneamente de fino a medio el cual pasará a molienda para así someterlo a concentración gravimétrica y al final recuperar el oro libre.

#### **4.5 Fase V: PERFORACION DIAMANTINA**

Otra fase importante durante un proyecto es la Perforación Diamantina, la cual permite caracterizar las diferentes estructuras mineralizadas del subsuelo. En la fase de perforación hay tres parámetros de gran importancia para el desarrollo y éxito, el primero: la perforación se realiza perpendicularmente al rumbo de la estructura mineralizada; el segundo: tener en cuenta la inclinación del taladro, ya que este evitará que la perforación se realice de forma subparalela a la topografía y se recolecten muestras no representativas que conllevarían a un error del potencial del recurso mineral; y por ultimo: la perforación debe evitar en un 100% penetrar túneles y cavidades.

Para dar inicio a la perforación se debe establecer el área donde será ubicada la plataforma de perforación, esta lleva consigo una serie de parámetros y condiciones iniciales como son tener en cuenta las estructuras presentes, aquellas muestreadas con anteriormente en la fase de exploración.

Como ya se tenía la exploración superficial de los túneles, se quiere conocer la distancia que recorren las estructuras mineralizadas sobre el túnel; para ello se proponen estaciones de perforación.

La perforación tiene varias etapas desde el análisis, montaje, perforación, desmonte y recuperación del lugar, todas ellas de igual importancia ya que contribuyen a futuro al avance del proyecto.

Para la perforación, se establece un área de aproximadamente de 8 X 12 m en donde se dispondrá la ubicación del equipo, además de ubicar las materias primas para la perforación como son lodos, aguas, combustibles, motobomba; este lugar se logra adecuar por medio del trabajo de obreros por medio de picas y palas. (Imagen 19).



**Imagen 19. Arreglos, adecuación de caminos y Plataforma de perforación**

Las plataformas pueden estar ubicadas en teoría en sitios de difícil acceso, pero de igual manera el análisis del geólogo permitirá la ubicación de la misma en un sitio de fácil acceso y que de igual manera se logre encontrar las estructuras mineralizadas que se buscan. Un ejemplo claro es la ubicación en teoría en un sitio y en campo esta plataforma puede estar ubicada en cercanías a la quebrada, donde el criterio del geólogo decidirá moverla y en que sentido para así mantener los primeros criterios a buscar (Imagen 19).

Para la plataforma se necesita tener un camino de fácil movilidad, ya que es por este, donde la máquina se permitirá llegar a la plataforma; este camino debe ser aproximadamente de 1.5 metros de ancho.

La máquina utilizada en el proyecto fue facilitada por medio de la empresa PERFOTEC LTDA, utilizando la máquina Long Year 38 (LY 38 P4), esta maquina posee unas patas deslizables que permiten el fácil movimiento sobre roca, madera, tierra, etc.; esta se mueve por medio de un motor el cual con ayuda de una polea recoge el cable y así permite una fácil movilidad (Imagen 20).

Ya teniendo la máquina en el sitio se debe dar dirección a la máquina de acuerdo al análisis de la dirección de las estructuras, es así que se funden las bases donde se colocará la maquina, estas se funden con cables que unidos a la maquinaria permitirán la estabilidad y la no movilidad de la maquina, sin que se pierda la dirección de la perforación, (Imagen 21).

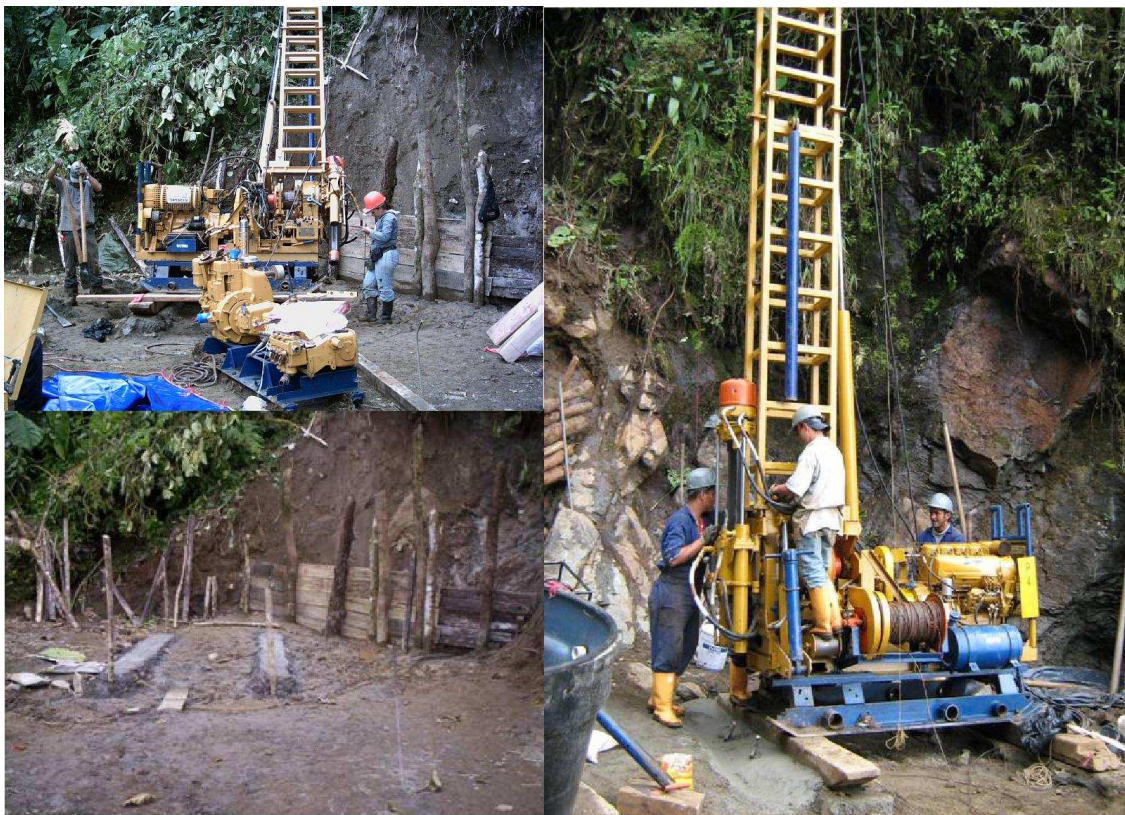


**Imagen 20. Transporte de maquinaria y adecuación de insumos en plataforma**

Como se mencionó anteriormente, el espacio suficiente en la plataforma se requiere para poder perforar, además de necesitarse unos pozos o piscinas para la depositación de lodos, ya que al perforar y la inyección del agua con la bentonita, suelta lodos o material, el cual se debe depositar en una piscina,

seguido por eliminación y bajo contenido químico para que permita volver esa agua a su cauce natural.

Es por esto, que para cada plataforma, es necesario construir como mínimo dos piscinas o pozos donde los lodos o material suelto lleguen, se depositen y luego por proceso químico natural y descompactación se depositen en el fondo permitiendo que el agua finalmente sea apta para consumo humano y así devolverla a su cauce natural. (Imagen 22).



**Imagen 21. Preparación y localización de la maquina y fundición de bases para la estabilidad.**



**Imagen 22. Preparación de las piscinas para la sedimentación de lodos.**

Es necesario tener un flujo de agua continuo el cual permitirá un lavado durante el corte de la roca. Además del agua, se utiliza bentonita la cual permite la dilución de aceites y químicos en el agua; todos estos fluidos viajan directamente a la piscina.

El proceso de perforación se inicia con una tubería de mayor diámetro, está será el primer revestimiento la cual se denomina HW alcanzando aproximadamente una profundidad de 5 a 7 metros dependiendo del material que se encuentre. Por medio de ella se logra tener las paredes de roca más estables para los siguientes diámetros de tubos con los cuales se va a perforar. El siguiente diámetro al que se reduce el hueco es HQ (65 mm) este revestimiento es de mucho cuidado porque es aquí donde las paredes de la roca pueden colapsar, para esto se puede cementar, fundir y cortar el cemento, logrando así estabilidad para que al finalizar el hueco, la tubería no se pierda debido a que el material y los lodos de la perforación puedan pegar la tubería a la pared de roca. La profundidad de perforación de HQ es de 75 metros, se reduce nuevamente a otro diámetro, NQ (60 mm) este es el de menor diámetro, tubería utilizado en el proyecto para alcanzar la profundidad programada. La primera propuesta para la profundidad perforada en todos los pozos es 350 metros, esta será modificada dependiendo de la mineralización que se encuentre en la roca y de la decisión del geólogo de seguir o parar. (Imagen 23).

Cuando se realiza la perforación, la roca perforada debe ser llevada con el mayor criterio de cuidado y responsabilidad. Este procedimiento es:

1. Introducir al hueco, el sistema de enganche que permite sacar la roca perforada durante el avance o corrida realizada por la máquina. Este enganche es regresado hasta la superficie por medio de una polea y motor, que lo maneja el maquinista encargado.
2. La caja debe estar debidamente marcada con la nomenclatura del pozo, y el número de caja de acuerdo a la continuidad de guardado. Se debe escribir con marcador indeleble y claro. (Imagen 24)
3. Pasar la roca perforada a la caja de almacenamiento. Tan pronto se tenga el tubo sobre una superficie, se procede a colocar una canaleta que no permite la perdida del material hacia la caja, si la roca es compacta se pasa directamente a la caja. La forma como sale del tubo es importante ya que esta posee un techo y una base y de tal manera el procedimiento se debe seguir para guardarla en la caja.  
La parte superior del hueco, es la primera que se debe colocar sobre la caja y debe proceder de izquierda a derecha, desde la parte superior a la inferior para colocarla sobre la caja. (Imagen 24)



**Imagen 23. Inicio de perforación en la plataforma.**

4. Por cada avance o corrida se coloca al final un taco donde se escribe con marcador el avance en números claros. (Imagen 24)
5. Tan pronto la caja se llena con el testigo, se debe sellar, en este caso se sello por primera vez con una cinta para cajas, debido al continuo trabajo de destapar las cajas para revisar la roca, por ello ahora se cierra por medio de tiras elásticas, que las sacamos de un neumático ya que este se puede volver a reutilizar. (Imagen 24)
6. Estas cajas deben pasar del turno de perforación al campamento donde se realizará el logeo por parte de los geólogos.

Estos procedimientos son los necesarios durante la fase de perforación, ya terminada la perforación se procede a sacar la tubería, a tapar el hueco con un taco de madera, el cual se deberá fundir como una especie de mojón para próximas ubicaciones por medio de levantamientos topográficos. De igual manera el sitio donde se encontraba la plataforma, debe tener una recuperación ambiental, de volverla a las condiciones como se encontró como primera vez.



**Imagen 24. Características generales de las cajas; marcado, colocación del testigo sobre la caja, tacos con profundidad avanzada. Las cajas se marcan con el número del pozo de perforación y la secuencia del número de caja y el testigo en la caja debe colocarse de 1 a 1', 1' a 2 y de 2 a 3.**

Durante la fase de perforación, otras de las etapas importantes es el logeo “testigos de perforación”, la cual explicaré a continuación.

1. Recibir las cajas
2. Revisar las cajas, que se encuentre los testigos, y las corridas respectivas al turno realizado.
3. Medir con metro, las distancias corridas y el testigo, para así conocer la perdida de la corrida.
4. Marcar en la parte superior de las divisiones, cada metro perforado.
5. Escribir al inicio y final de la caja, los metros alcanzados por la corrida.

Todo este procedimiento, se realiza en un lugar que permita la ubicación y la comodidad del manejo de las cajas para el completo análisis.

Este sitio, donde se ubican las cajas es una mesa, donde se ubican 9 cajas, de 3 por 3; de la parte izquierda de la parte superior a la inferior, y así por toda la mesa.

Es allí en la mesa, donde se procede a marcar o dividir las muestras. (Imagen 25). La consideración base para dividir la muestra, radica en el primer parámetro, debe ser 1 metro, algunas veces puede cambiar mayor o menor distancia, dependiendo de la estructuras mineralizadas o la homogeneidad de la roca, marcando así en la parte superior de las divisiones, el número de la muestra, acotándola hacia sus extremos por una flecha.



**Imagen 25. Mesa donde se lleva acabo el Registro de Núcleo de Roca.**

#### ***4.5.1 Registro de Núcleo de Roca***

Esta fase de Registro de Núcleo de Roca es otro de los pasos más importantes durante la perforación, ya que será por medio de ella que podremos visualizar el yacimiento, describiendo y reconociendo las estructuras y los sectores con mayores concentraciones de oro.

Para el Registro de Núcleo de Roca, se realizó un formato especial, donde se describen todas las características del testigo, como lo son las estructuras mineralizadas y la descripciones físicas como color, sulfuros, óxidos y todos los elementos bases para la descripción de una muestra de roca.

*Formato de Registro de Núcleo de Roca*, permite relacionar los datos del personal que laboró mientras la perforación, además se escribe el número de caja al que corresponde los metros perforados, corrida, longitud medida, porcentaje de perdida, número de muestra, longitud de la muestra, zonas de oxidación, de falla, tipo de roca encontrada, la alteración, sulfuros y óxidos presentes, hasta el número de la guía aérea correspondiente al envío de las muestras. Esta base de datos permite que todas las características tanto de logística como físicas, estén condensadas en un solo formato que permita conocer todo sin necesidad de estar recurriendo a varios archivos para tener la misma información.

Terminado el Registro de Núcleo de Roca, se debe tomar la respectiva foto, tanto de la caja completa como un acercamiento a la caja, para que sea ella, la foto, la que muestre todas características descritas en la base de datos. Estas fotos se toman desde un marco que se creo para tomar las fotos.

Seguido de la foto, se pasa la caja para el debido corte; el cual depende del diámetro del testigo. Si es HQ se corta a la mitad, y una de las mitades se corta nuevamente a la mitad; ese cuarto el que va a la bolsa de muestreo, el cual se envía al laboratorio. Si es NQ se corta solo a la mitad, esa mitad va a la bolsa de muestreo. Este corte debe ser cuidadoso, sin que se pierda los sulfuros o material importante para el muestreo. (Imagen 26)



**Imagen 26. Elementos necesarios y forma para cortar los testigos.**

Una vez realizado el corte, se debe empaquetar la muestra para el respectivo envío.

Desde el procedimiento de recibir las cajas, hasta el empaque de las muestras, son labores diarias, o sea, deben cumplirse todos los días sin ninguna excepción. Para tener registro de las cajas se firma diariamente un acta de labores de la perforación y de la cual el geólogo verifica y aprueba.

En el Proyecto El Cerro, se realizaron durante la fase de esta práctica tres perforaciones. La primera correspondiente al sector del Tierrero, túnel La Cuadración, plataforma 1, con una dirección de  $0^{\circ}$  y una inclinación de  $-45^{\circ}$ ; cuya perforación alcanzada fue 354 metros (Figura 16) . La segunda, se realizó en la misma plataforma 1, pero la dirección fue diferente de  $240^{\circ}$  con una inclinación de  $-45^{\circ}$ ; perforación alcanzada 385.7 metros (figura 17). La tercera plataforma corresponde al sector Machongal, plataforma 1, con una dirección de  $295^{\circ}$  y una inclinación de  $-45^{\circ}$ ; perforación alcanzada 376 metros (figura 18). (Tabla 4.)

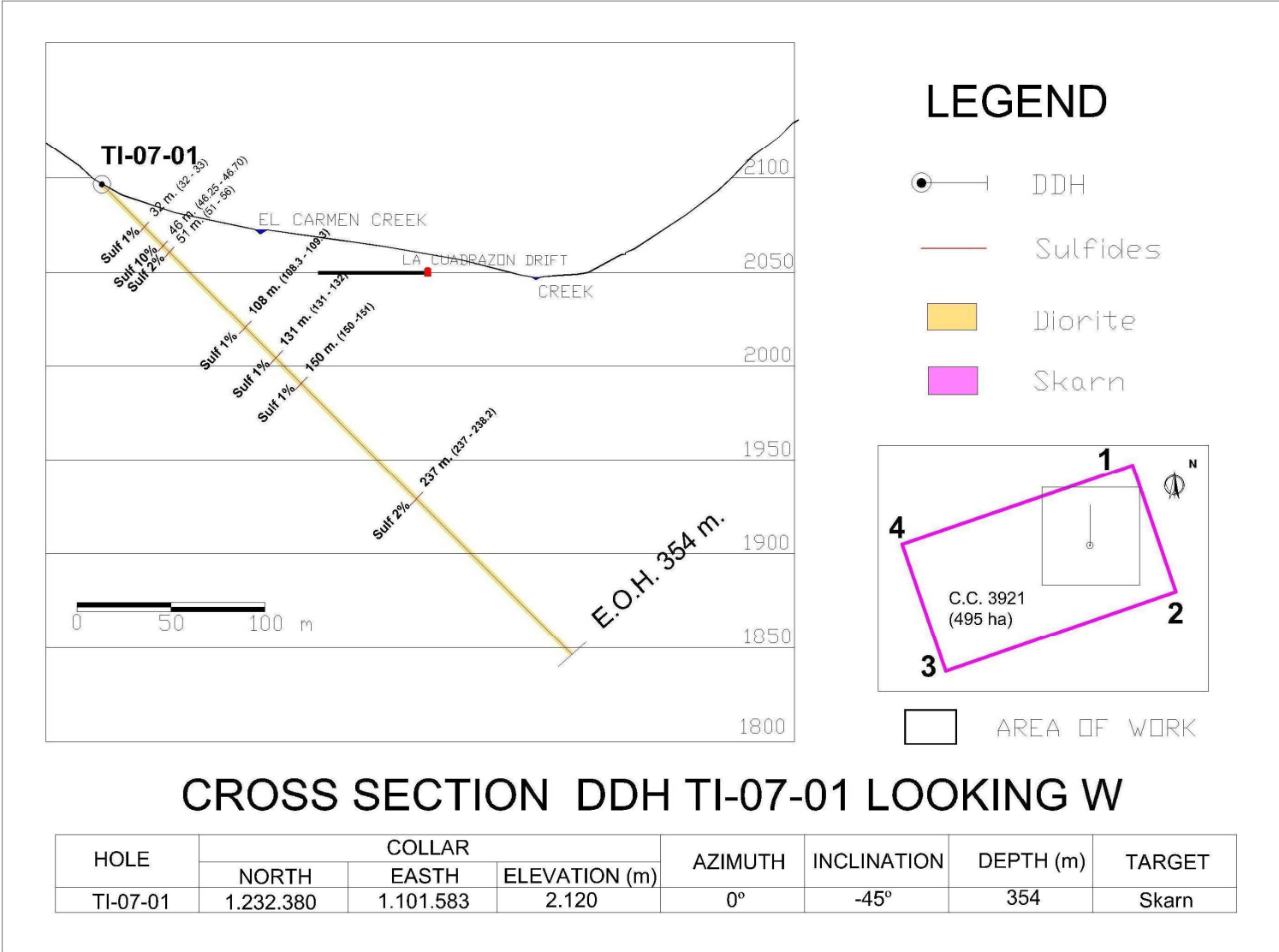
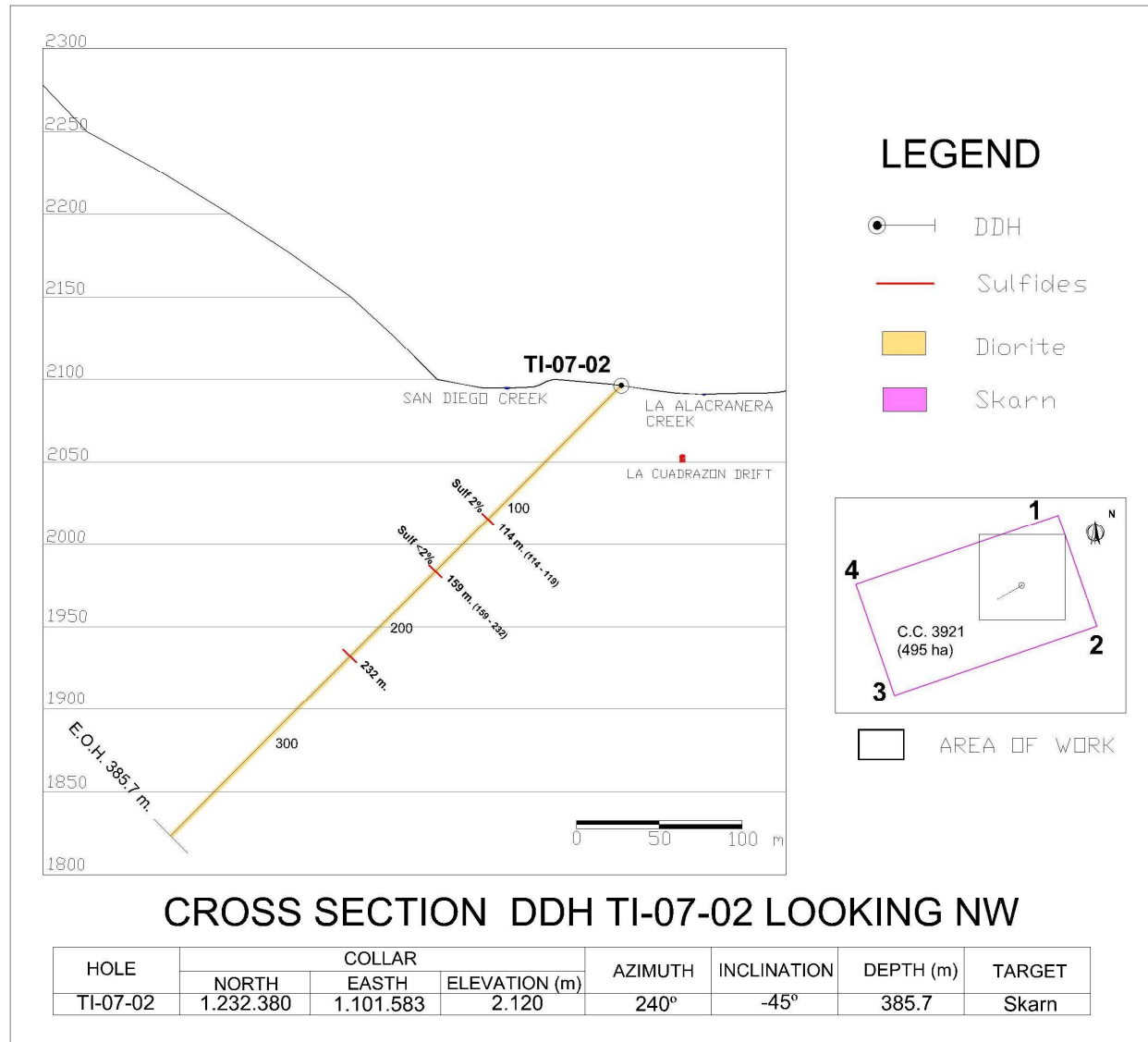
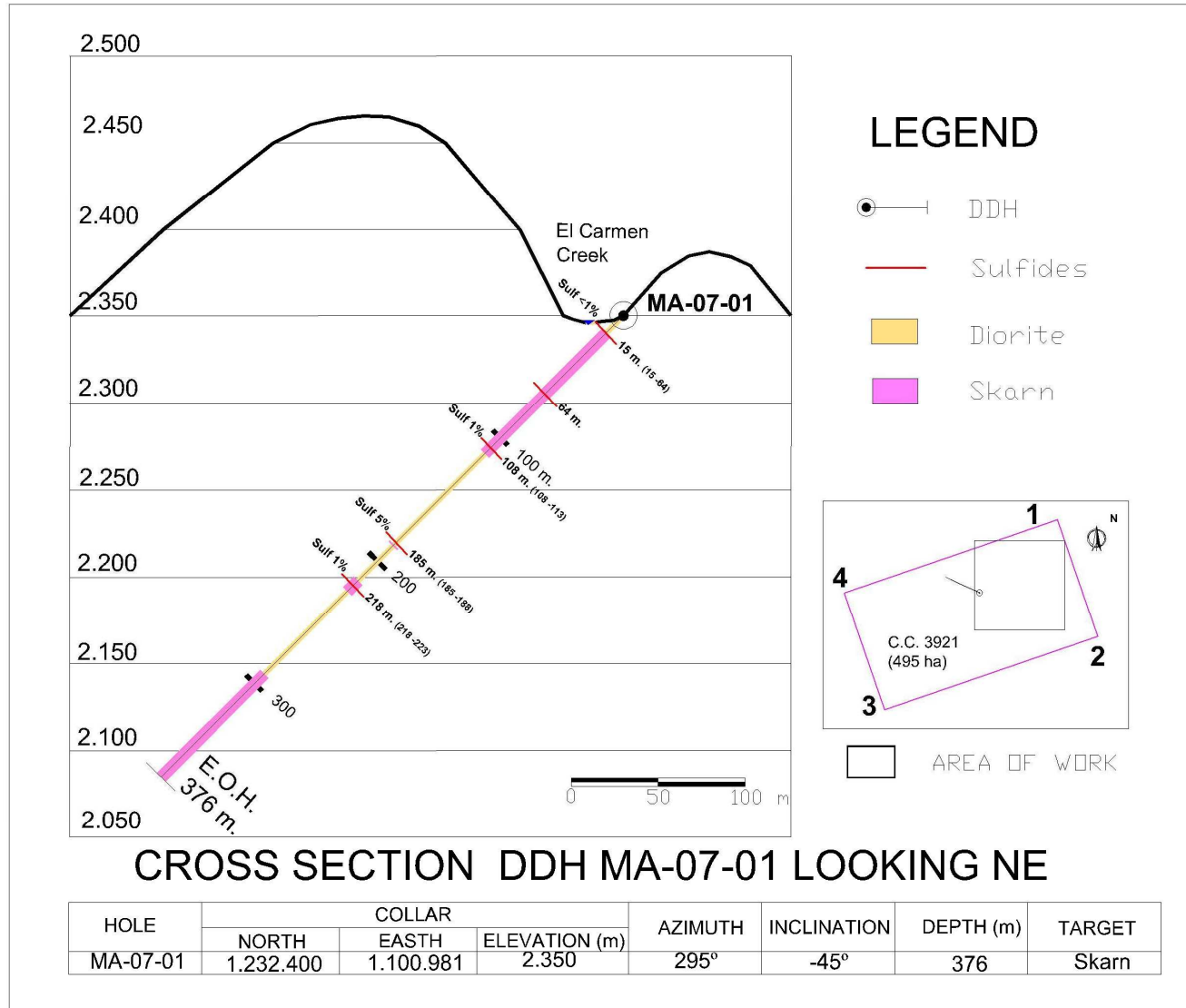


Figura 16. Perfil de la Sección perforada del pozo TI-07-01. Principalmente compuesta por Diorita con algunas vetas con sulfuros promedios al 1%.



**Figura 17. Perfil de la Sección perforada del pozo TI-07-02. Principalmente compuesta por Diorita, sulfuros promedios menor al 1%.**



**Figura 18. Perfil de la Sección perforada del pozo MA-07-01. Compuesta por Skarn y Diorita, presencia de sulfuros del 1%. Al 5% en el skarn y menor al 1% en la diorita.**

Hueco	Coordenadas del Huecos			Azimut (°)	Inclinación (°)	Profundidad (m)	Descripción
	Este	Norte	Elevación				
TI-07-01	1,101,489	1,232,384	2,120	0	-45	354	TI-07-01 se caracteriza principalmente por Diorita con algunas variaciones composicionales a Diorita Biotitica, Piroxénica y Granodiorita. Todo el hueco presenta un promedio de menos 1% de sulfuros diseminados en la roca pero posee unas bandas de sulfuros de 3 a 5 cms a los 32, 108, 131, 150 y 237 metros de profundidad.
TI-07-02	1,101,489	1,232,384	2,120	240	-45	385.7	TI-07-02 se caracteriza principalmente por Diorita con algunas variaciones composicionales a Diorita Biotitica, Piroxénica y Granodiorita. Todo el hueco presenta un promedio de menos 1% de sulfuros diseminados en la roca.
MA-07-01	1,100,890	1,232,400	2,350	295	-45	376	En este hueco se presentan dos tipos de roca, la primera es un Skarn el cual se encuentra desde la superficie hasta 112 m. y de 292 hasta el final del pozo a los 376 m. La Diorita se presenta entre 112 y 292 m. intruyendo el Skarn. Los sulfuros están en un rango de 2 a 5% en las zonas de contacto a los 112 m. y 292 m. de profundidad, además se presentan en otras dos zonas en concentraciones de 2 a 4% entre los 15 a 27 m. y 47 a 63 m. de profundidad; la mineralización en todo el Skarn es de promedio 1% y en la Diorita <1%

Tabla 4. Descripción de los huecos perforados

#### ***4.6 OTRAS ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE EL PERIODO DE LA PRÁCTICA.***

Todas las actividades mencionadas durante las seis fases, estuvieron vinculadas con el manejo de programas básicos, como Excel para la realización de los formatos utilizados; Word para la elaboración de cuentas de cobro, actas e informes presentados; Power Point para realizar las presentaciones entre otros.

El manejo principalmente del programa Autocad, el cual permitió digitalizar mapas, realizar los mapas correspondientes para los informes entregados ante las autoridades mineras como para los informes.

Canvas y Corel Draw, para el manejo de imágenes.

Sin dejar a un lado todo los tramites administrativos y de oficina que conlleva un proyecto, desde el envío de documentos por fax, manejo de correspondencia, legalización de gastos ocasionados durante las fases de campo ante el contador de la empresa, mantenimiento y cuidado de los equipos utilizados; radicación de documentos ante las entidades mineras, como autenticación de documentos ante la notaría; todas estas actividades contribuyen al crecimiento personal y laboral de cualquier trabajador sin la necesidad de que una persona especial las haga, todas las personas de nivel técnico, deben conocer los procedimientos básicos, logrando así la autonomía de trabajo independiente.

De igual manera se trabajaron los diferentes módulos del Software geológico minero Surpac Visión.

Para la administración de la página Web. [www.eldoradominas.com](http://www.eldoradominas.com); se genero gracias a la necesidad de mantener la documentación necesaria en red sin tener la necesidad de estar llevando consigo CDS con la información. Para ellos todo documento debía encontrarse en un formato digital cuyo peso no fuera superior a 5MB. Es aquí en la página Web donde se permite tener acceso exclusivo a la documentación procesada durante el periodo de practica, como los son los documentos diligenciados, informes, fotos, etc.

## 5. SOFTWARE SURPAC VISION.

Es un programa en tres dimensiones de diseño minero y geología usado en la industria minera, el software maneja los siguientes módulos:

Bases de datos geológicas, modelos de bloque, diseño de minas, diseño de voladuras y sólidos.

Este software emplea dos tipos de archivos, los String files (\*.str) y DTM files (\*.dtm).

Los archivos String son los datos básicos fundamentales de coordenadas. Estos contienen puntos y líneas que están ordenados e identificados por secuencias de números. Un Strings pueden contener múltiples segmentos, y además cada segmento puede contener múltiples puntos.

Cada punto en el segmento consiste en una coordenada 3D (X, Y, Z) y hasta 100 descripciones opcionales. Estas descripciones se almacenan en los campos de descripción nombrados D1, D2...D100

Los archivos DTM (modelo digital de terreno) son modelos de superficies. Se crean siempre a partir de los datos de los string. Las capacidades de editar datos de Surpac son similares en su mayoría a la de los sistemas Cad.

SURPAC permite importar y exportar datos hacia y desde fuentes externas. El formato más común para el intercambio de datos son el DXF files.

### 5.1 BASES DE DATOS GEOLOGICAS

El modulo de las bases de datos geológicas en Surpac es uno de los set de herramientas más importantes. Los archivos de los muestreos son el punto de inicio de cualquier proyecto minero y constituye la base en cada estudio de factibilidad y en la estimación de reservas mineras. Una base de datos geológica consiste en un número de tablas, cada una de las cuales contienen diferentes tipos de información. Cada tabla contiene un número de campos de información, tendrá varios registros los cuales a su vez posee más archivos con información. Surpac requiere 2 tablas obligatorias: collar y survey.

La información almacenada en la tabla collar (**Tabla 5**) describe la locación del collar de perforación o muestreo, la profundidad máxima, También se puede almacenar Información opcional del collar por cada perforación. Por ejemplo, fecha de perforación, nombre del proyecto. Los campos obligatorios en una tabla collar son:

- (identificación de perforación) nomenclatura
- Coordenadas x, y, z
- max\_depth (profundidad máxima)
- hole\_path (trayectoria de la perforación)

hole_id	hole_path	max_depth	x	y	z
RLD01	CURVED	172	4624.782	-5954.861	184.846
RLD02	CURVED	160	4655.101	-5949.98	184.712
RLD03	CURVED	154	4690.311	-5944.122	182.609
RLD04	CURVED	171	4734.322	-5950.956	178.967
RLD05	CURVED	171	4771.488	-5944.122	178.064
RLD06	CURVED	200	4768.554	-5901.165	181.183
RLD07	CURVED	143	4707.915	-5903.117	182.586
RLD08	CURVED	161	4664.882	-5898.236	188.252
RLD09	CURVED	142	4622.826	-5899.212	191.978
RLD10	CURVED	213	4580.77	-5901.165	193.136
RLD11	CURVED	213	4555.341	-5855.278	202.911
RLD12	CURVED	213	4591.529	-5851.373	200.486
RLD13	CURVED	161	4636.518	-5847.468	196.167
RLD14	CURVED	171	4675.64	-5852.349	191.391

**Tabla 5. Campos obligatorios en una tabla collar.**

La tabla survey (**Tabla 6**) entrega la información de desviación de las perforaciones usada para calcular la traza de las coordenadas. Los campos obligatorios incluyen, profundidad de la perforación a la cual la desviación fue tomada, el manto y azimut. Para un sondaje vertical, el cual no ha sido desviado, la profundidad podría ser la misma al campo “max\_depth” de la tabla collar, el dip de  $-90$  y el azimut  $0$ . (**Imagen 27**) Los campos  $y$ ,  $x$  y  $z$  son usados para almacenar las coordenadas calculadas de cada desviación. Campos opcionales para esta tabla pueden incluir otra información que se haya tomado a los puntos como por ejemplo desviación y orientación del centro. Los campos obligatorios en una tabla survey son:

- hole\_id
- depth
- dip
- azimuth

azimuth	depth	dip	hole id
90	172	-70	RL001
0	160	-90	RL002
272	154	-86	RL003
270	171	-70	RL004
270	171	-70	RL005
272	200	-74	RL006
270	143	-70	RL007
262	161	-70	RL008

Tabla 6. Campos obligatorios en una tabla survey

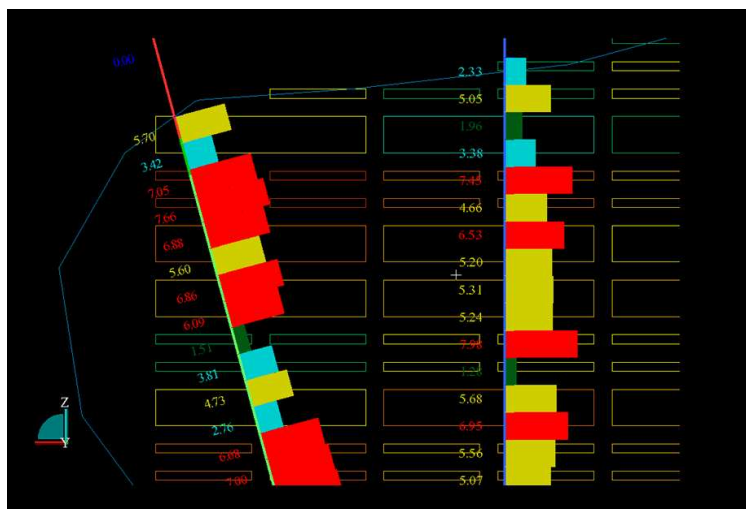


Imagen 27. Modelamiento de pozos de perforación, vertical e inclinado.

## 5.2 MODELAMIENTO DE BLOQUES

El modelo de bloques es una forma de base de datos referencial-espacial que proporciona un significado para modelar un cuerpo 3-D desde datos de puntos e intervalos como son los de una muestra de perforación o sondeo. Es un método de estimación de volumen, tonelaje, y ley media de un cuerpo 3-D desde escasos datos de perforación.

Registros en el Modelo de Bloques son relacionados a **bloques**. Estos son particiones cúbicas del espacio modelado y son creados en forma dinámica de acuerdo a las operaciones realizadas en el Modelo de Bloques.

### Restricciones

Todas las funciones del Modelo de Bloques serán desarrolladas con restricciones. Una restricción es una combinación de uno o más objetos espaciales en bloques seleccionados. Los objetos que pueden ser usados en las restricciones son planos, DTM's, sólidos, strings cerrados y valores de atributos del bloque. (Imagen 28).

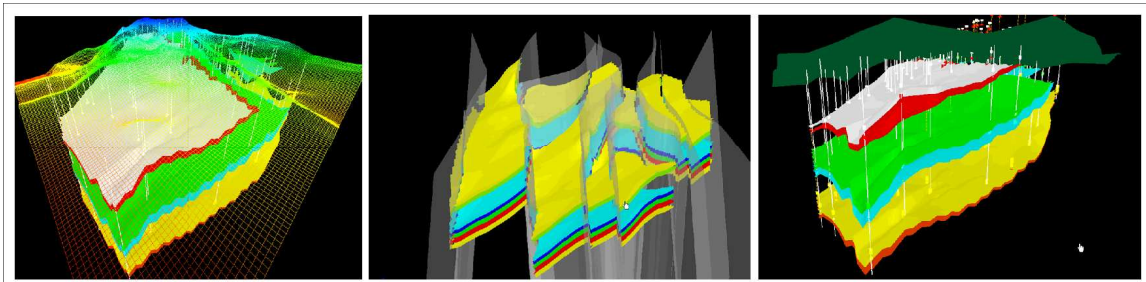


Imagen 28. Modelos de bloques restringidos por topografía (DTM).

## 5.3 DISEÑO DE VOLADURA EN TAJO ABIERTO

El módulo de diseño de voladura en tajo abierto en surpac consiste en varias herramientas específicas para el diseño, planificación, y reportes de varios tipos de voladuras que pueden ocurrir en una mina a cielo abierto.

### 5.3.1 DISEÑOS DE VOLADURAS

**Voladuras Rectangulares:** Dos tipos de diagramas de disparo pueden ser creados: rectangular y en escalón.

**Voladura con Pre-corte:** Los tiros para las voladuras con precorte se perforan muy cerca el uno del otro formando un plano de fractura. Las voladuras con Pre-corte son usadas para quebrar la roca y formar ciertas características tales como una curva en la pared de un pit o una rampa.

### 5.3.2 DISEÑO DE PIT

El módulo de diseño pit usa los strings para crear un pit progresivamente, expandiendo y contrayendo patas y crestas. Los bancos son construidos expandiendo o contrayendo strings cerrados, tanto hacia arriba o hacia abajo dependiendo de donde se comienza el diseño y con la

altura de bancos que se requiera. El diseño de pit puede ser comenzado en la superficie y diseñado hacia la base, o desde la base hacia superficie. La forma de diseño depende de la disponibilidad de datos, los datos específicos involucrados, y los requerimientos del proyecto.

### Rampas

Al diseñar un pit, sea de arriba-abajo o abajo-arriba, usted puede elegir incluir una rampa. Las rampas son definidas por puntos a lo largo de su borde y por una gradiente. Las formas de las salidas de la rampa sobre las bermas pueden ser incluidas como parte del diseño de las rampas. Una vez que la rampa ha sido definida será automáticamente diseñada de acuerdo al progreso del diseño del pit (**Imagen 29**). Hay dos tipos de rampas:

**Rampas Circulares:** Rampas circulares, tanto a favor de las manecillas del reloj o contra las manecillas del reloj siguen el perímetro o pared del pit. Su sentido (a favor de las manecillas del reloj o contra las manecillas) depende del diseño del pit; Siendo desde la base hacia arriba o del tope hacia abajo. Rampas circulares pueden ser editadas, borradas e insertadas en cualquier momento durante el diseño del pit. Cambios de vueltas (Switchbacks) son utilizados para revertir la dirección en una rampa circular.

**Rampa a todo corte:** las rampas a todo corte no siguen el perímetro de la pared del pit. Por el contrario siguen una línea predefinida por el centro. El perímetro del pit entonces es reformado para acomodarse a los requerimientos de la rampa a todo corte.

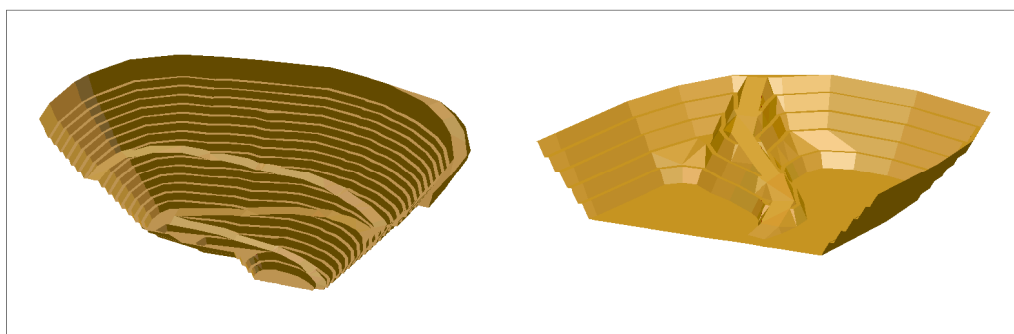


Imagen 29. Izq., rampa circular. Der. Rampa a todo corte.

## 5.4 DISEÑO DE ANILLOS

Los diseños de anillos son creados desde secciones de modelos 3D subterráneos originales. Básicamente, en Surpac una vez que los modelos 3D son construidos de caserones y trabajos mineros, estos modelos pueden ser cortados para crear secciones. Los anillos de disparo se diseñan en una sección a la vez. Los siguientes diagramas (**Imagen 30**) muestran ejemplos de modelos 3D de caserones y trabajos de minería subterránea creados en Surpac, y de secciones creadas desde modelos de sólidos 3D.

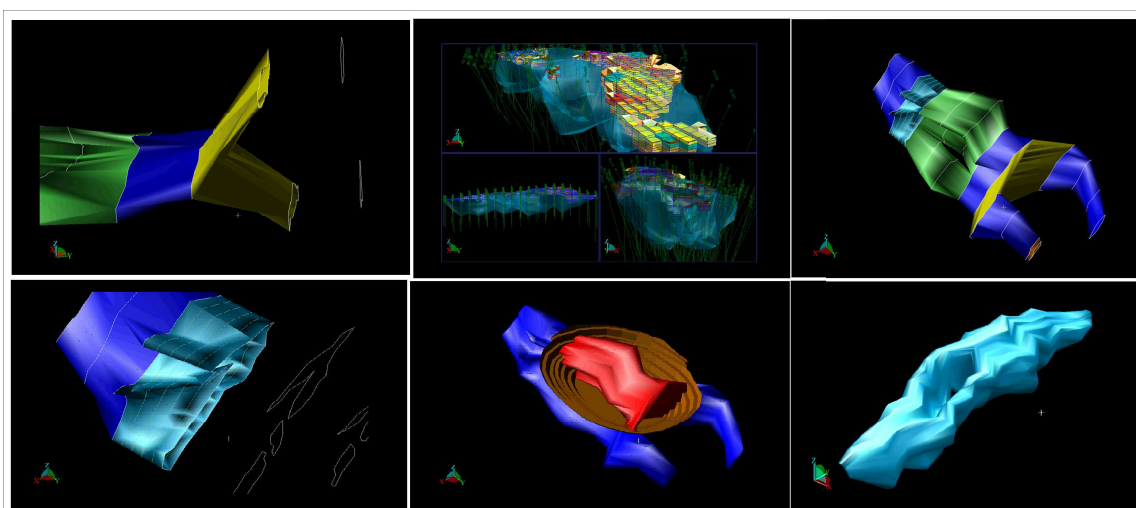


Imagen 30. Modelos 3D de trabajos de minería subterránea.

## 5.5 DISEÑO DE MINAS SUBTERRÁNEAS

Las galerías desarrolladas de la mina subterránea se pueden importar en surpac directamente del instrumento del levantamiento o a través de otro formato del archivo (lo más común dxf). una vez que los datos son importados en formato string en surpac, ellos se pueden manipular de la misma manera que otros datos string

### *SÓLIDOS*

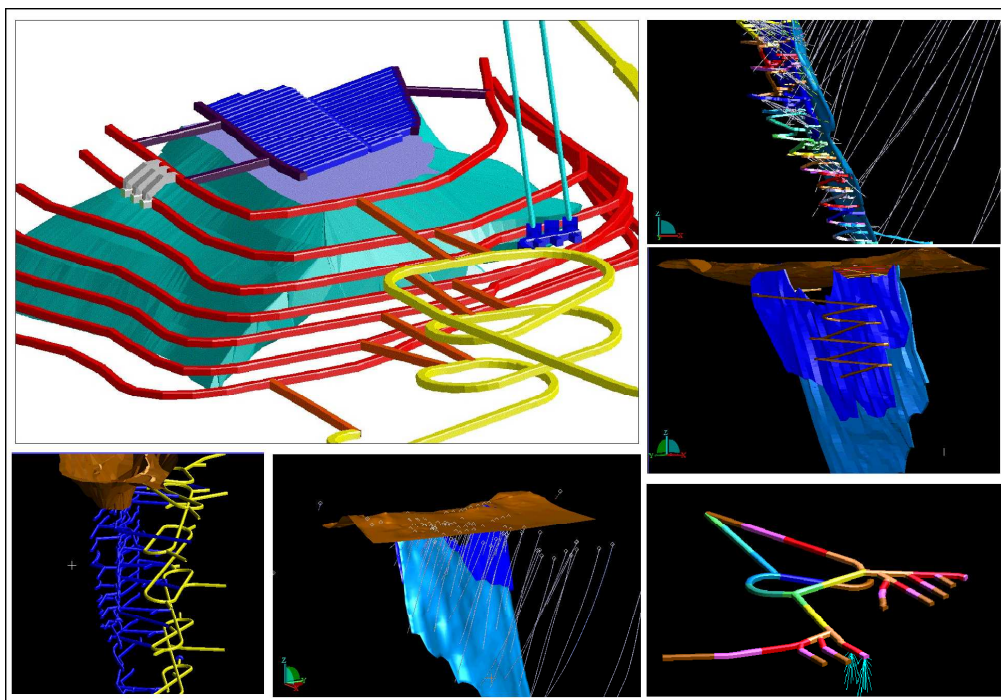
Los sólidos en Surpac son, en efecto, DTMs. Sin embargo, hay una diferencia fundamental que debe ser entendida. Los sólidos, en comparación con las superficies (DTM), son completamente incluidos y

tienen un volumen. Mientras que las superficies no tienen volúmenes sino solamente área. Los sólidos pueden ser construidos desde archivos Strings tales como el piso y la parte posterior de las galerías subterráneas (**Imagen 31**). Los sólidos se construyen para 3 propósitos básicos:

1. La visualización 3D
2. El cálculo del volumen
3. Cortar secciones

Una vez que se haya construido y haya estado cerrado completamente cualquier sólido, éste debe ser validado. Es decir, en la orden para que un sólido sea válido allí no debe ocurrir cualquiera de los siguientes puntos:

1. Intersección de la triangulación
2. triángulos duplicados
3. triángulos con bordes invalidados
4. triángulos con los bordes abiertos



**Imagen 31. Diseño de galerías de minería subterránea.**

Surpac Vision, ha sido de gran utilidad para el Proyecto El Cerro, ya que por medio él, se logro realizar:

- 1.** Localización del Proyecto El Cerro, por medio de bases de datos, origen Bogota.
- 2.** Incluir los detalles de vías, quebradas, curvas de nivel sobre el modelo en tres dimensiones.
- 3.** Localizar, dibujar y ubicar los títulos mineros, sobre el modelo digital.
- 4.** Localización de todas las muestras recolectadas sobre el modelo.
- 5.** Dibujar, modelar y ubicar los túneles reconocidos en la fase de exploración.

Teniendo en cuenta las características del software, se espera, por medio de los resultados obtenidos en las perforaciones, dibujar los pozos y así generar el modelo del yacimiento de oro en el Proyecto

## CONCLUSIONES

- ④ El área de El Cerro esta conformada por rocas ígneas básicas hasta Ultramáficas, los cuales intruyeron rocas sedimentarias. La intrusión origino un metamorfismo de contacto que dio lugar a la formación de cornubianas, zonas de skarn y una deformación mineralogica muy heterogénea. En este ambiente geológico se tienen condiciones propicias par alojar yacimientos de segregación magmática de metamorfismo de contacto e hidrotermales.
- ④ La Mineralización que caracteriza el área, consta principalmente de vetas de cuarzo – calcita con oro y sulfuros alojados en un stock de monzodiorita piroxénica, diorita y fases marginales de piroxeno sedimentario.
- ④ Las vetas mineralizadas se encuentran localizadas en las piroxenitas, dioritas y cornubianitas.
- ④ En los filones se presentan sulfuros diseminados y a veces concentrados asociados con minerales no metálicos, los altos valores de oro tienden a localizarse en los filones de menor espesor, en donde es característico la ausencia de calcita y la presencia de cuarzo amorfo; también se presentan buenos valores de oro donde hay concentraciones de sulfuros masivos.
- ④ En las vetas, la mineralización se presenta de forma diseminada, en microvenillas (stringers) venillas y venas, como agregados de cristales agrupados (clusters), como granos en fracturas abiertas y en algunos sitios como concentraciones masivas de sulfuros a manera de bandas de 0,5 a 1 cm. de espesor.
- ④ En las zonas del skarn, la mineralización aparece diseminada como grano de sulfuros aislados, mineralización masiva de sulfuros de grano muy fino, bandas paralelas de diferente coloración con mineralización de sulfuros en forma diseminada y masiva, sulfuros en stringers y venillas transversales al bandeamiento y oro libre sobre una superficie de diaclasas rellena con calcita.
- ④ Los tipos de mineralización presentes están representados en Vetas / Filones de Au – Cuarzo – Calcita y Calcopirita, Pirrotina, Esfalerita y

Galena que cortan fases marginales de piroxenita, en vetas que cruzan cornubianitas piroxénicas y en mineralización diseminada de Cu – W – Au en masas de Skarn con granate y diópsido.

- ④ Un yacimiento hidrotermal de condiciones hipotermales presenta como ventaja la proyección de operaciones mineras hacia profundidad.
- ④ La mineralización vetiforme es polimetálica encajada en una roca heterogénea, que va desde piroxenitas hasta dioritas, la cual ha sido fallada y cuya deformación se manifiesta en algunos de los minerales que conforman la mineralización.
- ④ La mineralización vetiforme corresponde a una zona de cizalla ya que presenta textura brechoide, esta condición hace que la veta no se asemeje a un plano sino a una superficie, la cual presenta sitios de expansión que de alguna forma influencia la depositación de los fluidos hidrotermales dentro del fracturamiento, por tal motivo, se ve afectado el sistema de extracción, ya que este maneja una disposición irregular. En razón a este hecho se explica en parte los cambios puntuales en la concentración de oro.
- ④ Se resalta que una gran proporción de los elementos metálicos importantes como lo son el oro, la plata, el molibdeno estarían alojados en la roca caja, en la mineralización vetiforme y en la zona de skarn, por lo tanto muestran una perspectiva muy interesante para la existencia de un depósito mineral y hace de este un lugar de gran interés metalogénico.
- ④ A nivel de estructuras geológicas se mencionan fallas normales que regulan el drenaje local del área de El Cerro, está, se ve afectada por la Falla San Diego, Falla San Pedro, Falla Las Ánimas y Falla Abriaquí.
- ④ En la primera fase de exploración superficial, como resultado de un reconocimiento de túneles y afloramientos se obtuvo un total de 449 muestras, reconociendo que las estructuras mineralizadas tienen una orientación E – W, con un espesor aproximado de 5 cm. a 0,4 m., en vetas continuas a discontinuas, alcanzando longitudes hasta 150 m.
- ④ En la segunda fase de exploración superficial: nuevas áreas, se recolectaron 73 muestras en 3 túneles, encontrando iguales características mineralógicas de las estructuras ya muestreadas en la primera fase; destacando la diseminación de Calcopirita y Pirrotina en el

Skarn, cuya orientación se mantiene en dirección E – W con algunas inclinaciones.

- ④ El Cerro, podría ser un yacimiento de gran interés económico para el grupo del platino, ya que la pirrotina al ser un mineral de alta temperatura presente en la roca básica, permite la generación de este yacimiento.
- ④ Proyecto El Cerro, presenta un yacimiento de tipo aurífero y condiciones favorables para un yacimiento del grupo del platino.
- ④ La exploración realizada en el avance de los túneles existentes en el proyecto, con son la toma de registros adecuados de muestras y descripción detallada de los mismos, aportan información que permitirá realizar una proyección del potencial minero, ya que es flexible directamente a la cantidad de información adquirida.
- ④ Es importante resaltar que un proyecto minero será exitoso en el momento en el que las etapas técnicas, laborales y sociales contribuyan a marcar la diferencia con otros proyectos mineros, en donde la formalidad brinda mayor seguridad para todas las etapas realizadas, facilitando que una pequeña minería se convierta en un proyecto de gran salida y envergadura.
- ④ Los procedimientos y metodologías utilizadas, (tipo de muestreo y envío de muestras) permitieron que los procesos se completaran sin dejar detalle alguno, asegurando así, la veracidad y confiabilidad de las tareas realizadas.
- ④ La creación y empleo de las diferentes bases de datos, facilitaron la recolección de la información geológica y administrativa durante las diferentes etapas, manifestando detalles importantes y permitiendo una fácil comunicación entre los hechos y los resultados.
- ④ Elaborar los diferentes documentos, concluye la disposición de una metodología, en base a manuales de seguimiento para su obtención, proporcionando la capacidad suficiente para la redacción de **PTI, PTO, DIAGNOSTICOS DE ETAPAS MINERAS, FORMATOS BASICOS MINEROS, FORMATOS DE REGALIAS, PROGRAMAS DE SALUD OCUPACIONAL, REQUISITOS RESPECTO AL CONTROL DE COMERCIO DE ARMAS, MUNICIONES Y EXPLOSIVOS** e informes de

**avance**, conocimientos que serán aplicados en el momento en el que otros proyectos los requieran.

- ④ De manera personal, el privilegio de participar en actividades de gran envergadura como lo fue, todo el procedimiento que conllevó al desmantelamiento y montaje de la maquinaria perteneciente a la planta de beneficio, adecuación de caminos y montaje de la maquinaria de perforación, participar de la logística que dichas labores produjeron y responsabilizarse directamente con cada una de los parámetros establecidos para completar un objetivo final.
- ④ El diligenciamiento de documentación y radicación, durante la fase administrativa, proporcionaron la experiencia suficiente para conocer la metodología necesaria y mantener dicha información a disposición en el momento en el que fuese requerida por el personal más cercano al proyecto.
- ④ La magnitud que genera el montaje de una planta de beneficio dentro de un proyecto minero, demuestra la importancia que existe respecto a la necesidad de una gran inversión para sacar adelante un proyecto de tal envergadura.
- ④ Los procedimientos implementados dentro del funcionamiento de una planta de beneficio, permiten conocer más a fondo todo el proceso y métodos de separación existentes, con el fin de obtener el mineral en una relación costos-beneficio.
- ④ El pozo TI-07-01 se caracterizó principalmente por presentar Diorita con algunas variaciones composicionales a Diorita Biotítica, Piroxénica y Granodiorita, promedio menor al 1 % de sulfuros diseminados en la roca, con unas bandas de sulfuros de 3 a 5 cm. a los 32, 108, 131, 150 y 237 m de profundidad.
- ④ El pozo TI-07-02 se caracterizó por presentar Diorita con algunas variaciones composicionales a Diorita Biotítica, Piroxénica y Granodiorita, promedio menor al 1 % de sulfuros diseminados en la roca.
- ④ El pozo MA-07-01 se caracterizó por presentar dos tipos de roca, el Skarn con concentraciones promedio de 1% de sulfuros y la Diorita menor al 1%.

- ④ El análisis preliminar de una plataforma de perforación permitió encontrar en los testigos, estructuras mineralizadas que se pretendían cortar, las cuales se correlacionaron con las estructuras muestreadas en la fase de exploración superficial, logrando así, justificar la existencia de una proyección a profundidad del yacimiento.
- ④ El manejo de la página Web, permitió adquirir conocimientos sobre la metodología empleada para anexar información en la plataforma, con el fin, de acceder a ella de forma directa, desde cualquier ciudad y sin la necesidad de terceros.
- ④ Participar en la etapa de Aprendizaje de los diferentes módulos del Software Minero Surpac Visión, proporcionaron el conocimiento necesario para iniciar la aplicación en situaciones reales, manejo de bases de datos para el modelamiento de bloques, diseño en 3D de túneles y minería subterránea, generación del modelamiento digital del terreno entre otros aspectos que maneja el software, de igual manera se aplicaron dichos conocimientos en la elaboración del modelo digital del terreno del proyecto, modelamiento de los túneles y las muestras de roca tomados durante la fase de exploración.

## RECOMENDACIONES

- ④ Gestionar y desarrollar un programa de exploración geológica que busque objetivos específicos y generales, con metodologías claras que conduzcan a metas precisas, dicho trabajo deberá contar con infraestructura y recursos propios, de tal manera que su ejecución no se vea afectada por imprevistos en las operaciones normales de la mina.
- ④ Implementar una labor de rutina geológica dentro de la mina, para lograr un equilibrio con el trabajo geológico a desarrollar en el contexto de bloques mineralizados, sin olvidar elementos de carácter regional y local, presentes a nivel superficial.
- ④ Continuar con la caracterización geológica de los sectores del área faltante por cubrir, para conocer en gran medida las condiciones del yacimiento y los beneficios que se logren proporcionar al proyecto.
- ④ Se recomienda realizar el bombeo de agua de niveles inferiores de algunos túneles, con el fin de efectuar nuevos muestreos y recuperar trabajos viejos.
- ④ Se recomienda realizar un estudio de fotografías aéreas con el fin de identificar rasgos y tendencias geológicas como litológicas (fracturas, fallas, diaclasas), lineamientos, drenajes etc.
- ④ Centrar el interés del yacimiento en áreas más reducidas y prometedoras, mediante prospección geoquímica, muestras de suelos y aforamientos con sus respectivos análisis químicos.
- ④ Realizar levantamiento cartográfico de zonas mineralizadas, escala 1:5000 con ejecución de programas de exploración: perforaciones, túneles (cruzadas, inclinadas, pozos y proyección de guías en las vetas de mejor perspectiva) cuyo principal propósito es confirmar las interpretaciones geológicas obtenidas anteriormente.
- ④ Continuar con una fase de elaboración de secciones pulidas y delgadas con el fin de aclarar ciertos aspectos geológicos básicos relacionados con la mineralización (niveles de deformación en la mineralización, Paragénesis entre otros)

- ④ Dentro del escenario minero es importante tener en cuenta que los socavones que se pretendan elaborar para futuras exploraciones pueden realizarse en su mayor parte sobre la roca intrusiva ya que presenta unas condiciones mecánicas muy buenas, teniendo como ventaja una mayor recuperación pero un incremento en los costos de perforación y voladura.
- ④ En el aspecto de beneficio mineral, se considera que es necesario que desde un principio se aplique nuevas técnicas en mejorar el conocimiento mineralurgico de tal forma que se generen otras alternativas de nuevos beneficios a los métodos gravimétricos.
- ④ De igual manera, se recomienda continuar brindando la oportunidad a los estudiantes de desarrollar una Practica Empresarial dentro del proyecto, con el fin de educar y capacitar en actividades afines que se presentaran mas adelante en la vida profesional.

## **BIBLIOGRAFIA**

BRIEF REPORT ON THE CARMEN VALLET MINES with special reference to the Las Hebras Lode/ George B. Hill / Medellin, Antioquia /1961

COMPENDIO DE TRABAJOS GEOLOGICOS REALIZADOS EN EL AREA DE EL CERRO FRONTINO (ANT) / Jorge Mario Roldan Cardona/ Medellín, junio de 1993

EL CERRO REPORT / L. Thorpe / 7 de febrero de 1997

MEMORIA EXPLICATIVA, GEOLOGÍA DE LAS PLANCHAS 129 CAÑASGORDAS Y 145 URRAO, Escala 1:100.000 / Humberto González, Ana Cristina Londoño / Bogotá, julio de 2003 / INGEOMINAS.

LOS MATES, AURIFEROUS PROJECT, SAN PEDRO, VALLE DEL CAUCA DEPARTMENT, BOGOTÁ 2006

MEMORIA EXPLICATIVA, MAPA GEOLÓGICO DEL DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA, Escala 1:250.000 / Álvaro Nivia Guevara / 2001 / INGEOMINAS.

RECONOCIMIENTO GENERAL DEL PROSPECTO DE Au, Ag, Cu, Pb, Zn. PROYECTO EL CERRO, C.C 3921 /MUNICIPIO FRONTINO, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA / ELDORADO MINERAL ASSOCIATES LTD / 2006.

Portal [www.ingeminas.gov.co](http://www.ingeminas.gov.co)