

CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS MINERAS Y PLANTAS DE BENEFICIO EN EL MUNICIPIO DE MARMATO – CALDAS.

INFORME FINAL
CONTRATO No.31102017-0908



MEDIO AMBIENTE INGENIERÍA S.A.S



Diciembre de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1	<i>METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN</i>	5
1.1	Fase de recolección de información	6
1.2	Fase de campo	6
1.3	Fase de análisis e interpretación de resultados	7
1.4	Caracterización y diagnóstico	7
2	<i>ACTIVIDADES PRELIMINARES.</i>	8
3	<i>ACTIVIDADES DE CAMPO.</i>	12
3.1	Equipo de trabajo.	13
3.2	Capacitaciones al equipo de trabajo	14
4	<i>COMITÉS TÉCNICOS Y REUNIONES</i>	18
4.1	Desarrollo de Comités Técnicos.	18
4.2	Reuniones.	18
5	<i>INFORMACIÓN TÉCNICA RECOPIADA Y RESPONSABLES DE SU ENTREGA</i>	20
6	<i>RESULTADOS DEL PROCESO DE CARACTERIZACION Y DIAGNÓSTICO DE UPM y PB.</i>	21
6.1	Unidades Productivas Mineras subterráneas caracterizadas.	21
6.2	Unidades Productivas Mineras a cielo abierto y mixtas caracterizadas.	23
6.2.1	<i>Reporte de la minería a cielo abierto desarrollada en Marmato.</i>	24
6.2.2	<i>Características relevantes de la minería desarrollada en Marmato.</i>	29
6.3	Plantas de Beneficio caracterizadas.	31
6.3.1	Características relevantes de las Plantas de Beneficio que operan en Marmato.	34
6.3.2	Características relevantes de los molinos de “Guacha” que operan en Marmato.	39
6.4	Títulos mineros caracterizados en los cuales no se desarrolla actividad minera	40
7	<i>RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO</i>	42
7.1	Unidades Productivas Mineras.	42
7.2	Plantas de Beneficio.	45
8	<i>OPERACIONES MINERAS SUSCEPTIBLES DE FORMALIZACIÓN</i>	46

9	DIAGNÓSTICO DE LOS ASPECTOS MINEROS DEL MUNICIPIO DE MARMATO	52
9.1	Características generales de la minería desarrollada en el municipio de Marmato	56
9.2	Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST	57
9.3	Diagnóstico geológico	58
9.4	Diagnóstico ambiental	60
9.5	Diagnóstico social	64
9.7	Aspectos Culturales	72
10	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
11	BIBLIOGRAFÍA	86

Índice de tablas

Tabla 1. Equipo de trabajo	13
Tabla 2. Información técnica recopilada y su origen	20
Tabla 3. Lista de UPM subterráneas caracterizadas	21
Tabla 4. Lista UPM de minería a cielo abierto y mixtas caracterizadas	23
Tabla 5. Lista de Plantas de Beneficio caracterizadas	31
Tabla 6. Lista de títulos mineros caracterizados sin actividad minera	40
Tabla 7. Compilado UPM caracterizadas	42
Tabla 8. Compilado UPM con figura jurídica	42
Tabla 9. Compilado UPM sin figura jurídica y que presentan actividad minera	43
Tabla 10. Análisis estadístico por UPM	44
Tabla 11. Compilado PB caracterizadas	45
Tabla 12. Localización de las UPM sin figura jurídica en los títulos mineros vigentes	46
Tabla 13. Resumen del sistema operacional minero 100 UPM caracterizadas	56
Tabla 14. Instituciones educativas de Marmato	66
Tabla 15. Índice de Pobreza Multidimensional-IPM del municipio de Marmato	67
Tabla 16. Población en condición de desplazamiento forzado Marmato	68

Índice de mapas

Mapa 1 Zona de Marmato donde se desarrolla minería a cielo abierto	24
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Formato de caracterización suministrado por el Ministerio de Minas y Energía para Unidades Productivas Mineras.....	12
Figura 2. Formato de caracterización suministrado por Corpocaldas para Plantas de Beneficio.	13
Figura 3. Ejemplo de Acta de Visita de Caracterización realizado el día 18 de noviembre de 2017.	17
Figura 4. Flujograma plantas de beneficio.	36
Figura 5. Flujograma molino de guacha.	39

Índice de fotografías

Fotografía 1. Reunión para instalar Comité Técnico del 10 de noviembre de 2017.	10
Fotografía 2. Capacitación en el aplicativo de recogida de información realizada por el Ministerio de Minas y Energía.	11
Fotografía 3. Equipo de Trabajo y capacitaciones en la actividad y en el manejo del Aplicativo.	14
Fotografía 4. Equipo de Trabajo con el supervisor del Proyecto.	15
Fotografía 5. Fase de campo: Ejecución de la Caracterización y Diagnóstico.	16
Fotografía 6. Evidencias de reuniones.....	19
Fotografía 7. Método de acumulación de agua utilizada para el proceso.	25
Fotografía 8. Canal por donde baja el agua con el material suelto.	26
Fotografía 9. Cribas fabricadas en madera para separar el material muy grueso, tamaño bloque.	27
Fotografía 10. Canalones utilizados para hacer pasar el material fino y tamaño graba sobre las mallas metálicas y obtener el oro libre.	28
Fotografía 11. Lavado a chorro del material que no fue arrastrado por la “bomba de agua”.	28
Fotografía 12. Disposición de material estéril en las laderas sector Cien Pesos.....	30
Fotografía 13. Labores mineras subterráneas características de la zona, mina La Mano de Dios sector El Cidral.....	31
Fotografía 14. Proceso de Beneficio Molino El Puente. Marmato.....	37

CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS MINERAS Y PLANTAS DE BENEFICIO EN EL MUNICIPIO DE MARMATO – CALDAS.

INFORME FINAL CONTRATO No. 31102017-0908

OBJETO DEL CONTRATO: *“Caracterizar y diagnosticar todas las operaciones mineras incluyendo las plantas de beneficio que se encuentran desarrollando su actividad en el municipio de Marmato-Departamento de Caldas, el cual brinde un diagnóstico claro que permita implementar acciones de formalización por parte de las autoridades competentes teniendo en cuenta los aspectos legales, técnicos, financieros, económicos, sociales y otros.”*

CONTRATISTA: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

PERIODO: noviembre 22 de 2017 – diciembre 13 de 2017.

1 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Con el fin de obtener la información necesaria para establecer la caracterización y diagnóstico de las Operaciones Mineras de Marmato y de las Plantas de Beneficio existentes en su jurisdicción, se realizará la recolección de información en tres fases:

- ✓ Recolección de información secundaria.
- ✓ Trabajo de campo y levantamiento de información primaria.
- ✓ Fase de análisis e interpretación de resultados.

Previamente a las fases de recolección de información secundaria y del trabajo de campo se concibió y ejecutó una estrategia de socialización – información del proyecto, con el fin de divulgarlo, promover sus objetivos y alcances.

Esta actividad se planeó contando con la colaboración de una Profesional en Comunicación Social y de una Trabajadora Social.

Dentro de la estrategia de socialización se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Reunión previa del Equipo Social con el Director del Proyecto y el Coordinador para profundizar en los fundamentos del proyecto y preparar su ejecución; exponer las características relevantes de la población objetivo y con base en ellas en rutar las estrategias.
- ✓ Determinación de los actores relevantes.
- ✓ Investigación de los medios y formas de comunicación utilizados en Marmato.
- ✓ Selección de los medios de convocatoria a utilizar.
Desarrollo de reunión – taller de socialización en Marmato con la participación de los actores relevantes y la presentación del proyecto conjuntamente con sus fundamentos jurídicos y técnicos. La reunión se desarrolló el día 10 de noviembre de 2017 en las instalaciones del Estadero Cerro de Oro, localizado en el casco urbano de Marmato y para ello se implementó una estrategia de información y comunicación acorde con la población de Marmato.
- ✓ Presentación de la distribución de áreas para el levantamiento de la información, con base en el trabajo realizado y los avances en la obtención de nueva información.
- ✓ Agenda de visitas si es posible.

1.1 Fase de recolección de información

En dicha etapa se realiza la recolección de toda la información secundaria existente del municipio de Marmato, la cual es obtenida de Corpocaldas, Alcaldía Municipal de Marmato, Instituciones Nacionales como la Agencia Nacional de Minería, el Ministerio de Minas y Energía, la UPME en la Gobernación de Caldas.

1.2 Fase de campo

En esta etapa se efectúa la obtención de información directamente en el área del proyecto (información primaria), aplicando el instrumento de colecta de información.

La fase de campo se desarrollará una vez surtida la socialización del proyecto, a partir de la cual se podrán agendar las citas correspondientes con los operadores mineros y de plantas de beneficio.

La recolección de información se iniciará el día 14 de noviembre de 2017.

1.3 Fase de análisis e interpretación de resultados

En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información secundaria obtenida (fase de recolección y análisis de información) y de la información primaria obtenida en la fase de campo.

Tanto la información primaria como la secundaria serán organizadas, tabuladas y analizadas estadísticamente, de manera que se establezca el estado actual de las operaciones mineras y de las plantas de beneficio (caracterización y diagnóstico).

Para el análisis de los resultados se utilizarán métodos estadísticos multi variado y el análisis multi variados, herramientas estadísticas que estudian el comportamiento de tres (3) o más variables al mismo tiempo, las cuales se usan principalmente para buscar las variables menos representativas para eliminarlas, simplificando así los modelos estadísticos y facilitando comprender la relación entre grupos de variables. Se usarán además la regresión lineal y el análisis discriminante.

1.4 Caracterización y diagnóstico

Sobre la base del análisis estadístico de los resultados del proceso, se elaborarán la caracterización y el diagnóstico de las Unidades Productoras Mineras, de las plantas de beneficio y de la población minera asociada y darán los lineamientos orientados a su formalización. Adicionalmente se estructurará una base SIG con la información obtenida en campo, compatible con el programa ARCGIS.

2 ACTIVIDADES PRELIMINARES.

El contratista desarrolló las siguientes actividades preliminares:

- ✓ Reunión con funcionarios de Corpocaldas y la Unidad de Minas de la Gobernación de Caldas, con el fin de definir los lineamientos a tener en cuenta para la caracterización y diagnóstico de los molinos. Se definió como formato de captura de información el concebido para la caracterización desarrollada en el año 2015, realizándole algunas modificaciones por parte de la Autoridad Ambiental.
- ✓ Revisión y análisis del aplicativo en Excel suministrado por el Ministerio de Minas para la captura de información.
- ✓ Diseño y puesta en marcha de la campaña de socialización, sensibilización, información del Proyecto, sus objetivos, alcances y fundamento a la Población Minera del municipio de Marmato utilizando:
 - Bases de datos propias y de la Gobernación de Caldas.
 - Medios de información local: Emisoras Olímpica estéreo, Brisa F.M y la Parabólica.
 - Recursos tecnológicos: Internet, telefonía celular y fija.
 - Invitaciones personalizadas
 - Avisos publicados en Marmato
 - Difusión a través de líderes y funcionarios del contratista.

Para la realización de la campaña se contó con una (1) profesional del área de Comunicación Social, la especialista María Angélica Quintero C.

- ✓ Convocatoria a presentación y socialización del proyecto de caracterización y diagnóstico de las Unidades Productivas Mineras de Marmato y de los Molinos, en el estadero Cerro de Oro localizado en Marmato. (Anexo 1. Correos electrónicos donde se evidencian los envíos de las invitaciones de socialización y audios informativos en las estaciones de Radio Olímpica y Brisa FM).
- ✓ Desarrollo del encuentro para la socialización del Proyecto el cual se realizó el día 10 de noviembre y contó con la participación de la Gobernación de Caldas y la Alcaldía de Marmato y de aproximadamente 20 Mineros y propietarios de molinos, los cuales recibieron la información específica del proceso y a los cuales se absolvieron dudas e inquietudes relacionadas con el mismo. (Anexo 2. Registro Fotográfico y Registro de Asistencia de socialización).

Fotografía 1. Socialización del Proyecto



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

- ✓ Medio Ambiente Ingeniería S.A.S elaboró el Plan de Caracterización para el diagnóstico de las Operaciones Mineras que se encuentran desarrollando su actividad en el municipio de Marmato, el cual fue presentado al Supervisor.
- ✓ El contratista además elaboró el Plan de Trabajo y el Cronograma de Actividades (Anexo 3), los cuales le fueron entregados al Supervisor y representante del Comité Técnico el día 10 de noviembre y que se ejecutan a cabalidad.
- ✓ La Unidad de Minas coordinó la realización del primer Comité Técnico del Proyecto, el cual fue convocado para el día 10 de noviembre de 2017, sin embargo, aunque no fue posible su realización, se dio por instalado en reunión celebrada con el supervisor, el contratista y la Jefe de la Unidad de Minas Dra. Paula Andrea López G.

Fotografía 1. Reunión para instalar Comité Técnico del 10 de noviembre de 2017.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

- ✓ El Comité Técnico está conformado por representantes de las siguientes entidades:
 - Ministerio de Minas y Energía.
 - Agencia Nacional de Minería.
 - Gobernación de Caldas - Secretaría de Gobierno.
 - Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS
 - El Contratista Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

- ✓ Previamente a las actividades de campo se decidió por la Supervisión y la Unidad de Minas de la Gobernación de Caldas, acoger el aplicativo y metodología del Ministerio de Minas y Energía para la captura de información, requiriéndose para ello la capacitación del personal técnico del contratista, actividad desarrollada el día 10 de noviembre de 2017 en las instalaciones de la Gobernación y a cargo de funcionarios del Ministerio de Minas y Energía.

Fotografía 2. Capacitación en el aplicativo de recogida de información realizada por el Ministerio de Minas y Energía.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

- ✓ Una vez surtida la capacitación por el Ministerio de Minas y Energía, el contratista cumplió esta fase del proceso y dedicó los días 11 y 12 de noviembre para afianzar conocimientos y reforzar la técnica de captura de información, utilizando elementos técnicos (Tabletas).

Finalmente, las actividades de pre-campo concluyeron el día 13 de noviembre de 2017 e iniciaron las de campo.

3 ACTIVIDADES DE CAMPO.

Las actividades de campo se iniciaron el día 14 de noviembre de 2017 siguiendo directrices de Supervisión y Jefe de la Unidad de Minas de la Gobernación; se inició en el Llano con previo recorrido de reconocimiento y verificación de la existencia de plantas de beneficio no caracterizadas y de otras instalaciones en los dos últimos años.

Se han elaborado y utilizado dos (2) formularios para las UPM, diferenciándose las que tienen figura jurídica de las que no la tienen y el de las plantas de beneficio.

Figura 1. Formato de caracterización suministrado por el Ministerio de Minas y Energía para Unidades Productivas Mineras.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																	Código:	1
2																	Version:	1
3	DIRECCIÓN DE FORMALIZACIÓN MINERA Formato para el levantamiento de campo																Fecha:	31/10/2018
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10	ASPECTOS GENERALES																	
11	INFORMACIÓN DE UBICACIÓN																	
12																		
13																		
14																		
15	País			Colombia			Departamento			Caldas			Municipio			Marmato		
16																		
17																		
18	Vereda			Periodicidad de la UPM			Tiempo de periodicidad mes											
19																		
20																		
21	Coordenadas			X (Este)			Altitud (msnm)											
22				Y (Norte)														
23																		
24																		
25																		
26	INFORMACIÓN GENERAL DE LA UPM																	
27																		
28																		
29																		
30	ID UPM			Nombre de la UPM			Placa o Expediente											
31																		
32																		
33	Área Título Minero (Ha)			Área de Explotación (Ha)			Vías de acceso a la UPM			Carretera pavimentada								
34																		
35																		
36	¿Paga Servidumbre Minera?			Figura Jurídica			Licencia de Exploración											
37																		
38																		
39	Mineral Otorgado			ANTRACITAS														
40																		
41																		

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

Figura 2. Formato de caracterización suministrado por Corpocaldas para Plantas de Beneficio.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2										1. Día:	Mes:	Año: 2017	
3													
4													
5										2. Encuesta No. _____			
6													
7										CARACTERIZACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LAS PLANTAS DE BENEFICIO QUE SE ENCUENTRAN DESARROLLANDO SU ACTIVIDAD EN EL MUNICIPIO DE MARMATO, DEPARTAMENTO DE CALDAS.			
8													
9										A. ASPECTOS GENERALES			
10										3. Nombre de la Unidad Productiva:			
11										4. NIT:			
12										5. Área del entable: _____ M2.			
13										6. Coordenadas: X (Este) : _____ Y(Norte): _____			
14										7. Sector de Ubicación: Residencial: _____ Recreativo: _____ Comercial: _____ Institucional: _____ Rural: _____ (Según EOT)			
15										8. Distancia desde la cabecera: _____ Horas / _____ Km			
16										9. Departamento:			
17										10. Municipio:			
18										11. Vereda:			
19										12. Sector:			
20										13. Dirección de correspondencia:			
21										14. Representante Legal:			
22										15. Cédula Representante Legal:			
23										16. Correo electrónico:			
24										17. Teléfono y/o Fax:			
25										18. Datos del encuestado: Nombre:			
26											Cargo:		
27											Teléfono:		
28										19. Tiempo que lleva de creado el entable:			
29										20. ¿A que Asociación pertenece?			
30													
31										B. INFORMACIÓN SOCIOECONOMICA Y ORGANIZACIONAL			
32										21. Forma de pago a los empleados: Por producción: _____ Semanal: _____ Mensual: _____			
33										22. La Unidad de beneficio vendela(s): _____ Fuente(s): _____ Comercio(s): _____ Particular: _____			

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

3.1 Equipo de trabajo.

El equipo de trabajo se estructuró con base en los requerimientos del proceso de la siguiente manera:

Tabla 1. Equipo de trabajo

Nombres y Apellidos	Profesión
Norbey Castro Gil	Ingeniero Civil
Jairo Pineda Agudelo	Estadístico
Gilbey García Ortiz	Geólogo
María Fernanda Montoya Ospina	Abogada
Wilmar de Jesús Rave Quintero	Topógrafo
Juan Camilo Álvarez Rincón	Geólogo
Jorge Alberto Coronado Sarmiento	Ingeniero Químico
Leonardo Arias Villamil	Economista

Nombres y Apellidos	Profesión
Ángela Vanessa Gómez Quintero	Trabajadora Social
María Angélica Quintero Castro	Comunicadora social
María Alejandra Salazar Salas	Tecnóloga en Gestión de Recursos Naturales
Oliden Hernández González	Técnico en Minería Subterránea
Luz Adriana Vásquez Quintana	Tecnóloga en Gestión de Recursos Naturales
Juan Sebastián López Londoño	Tecnólogo en Control Ambiental

3.2 Capacitaciones al equipo de trabajo

El equipo de trabajo básico que desarrollará las actividades de campo de recogida y procesamiento de la información recibió capacitaciones desarrolladas por funcionarios del Ministerio de Minas y Energía en el manejo del aplicativo concebido para la caracterización y diagnóstico de las Unidades Productivas Mineras y Plantas de Beneficio que operan en Marmato, las cuales replicó en el resto del equipo, de tal manera que se tenga unicidad de criterios.

Fotografía 3. Equipo de Trabajo y capacitaciones en la actividad y en el manejo del Aplicativo.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

Fotografía 4. Equipo de Trabajo con el supervisor del Proyecto.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

Para obtener la información con fines de caracterización y diagnóstico se utiliza el aplicativo proporcionado por el Ministerio de Minas y Energía. Para el efecto se utilizan tabletas con las especificaciones técnicas necesarias.

Cada Unidad Productiva Minera o Molino censado tiene asignado un ID. Una vez terminado el proceso de recolección de la información se marca con el número asignado para posteriormente ser objeto de georreferenciación.

Fotografía 5. Fase de campo: Ejecución de la Caracterización y Diagnóstico.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

Figura 3. Ejemplo de Acta de Visita de Caracterización realizado el día 18 de noviembre de 2017.

Formato: C-AV		ACTA VISITA DE CARACTERIZACIÓN "Política Minera Nacional"			Página 1 de 1												
Nombre UPM: El Refugio		Figura Jurídica: Licencia de Explotación		Título minero: 058-98M													
Vereda:		Municipio: Marmato		Departamento: Caldas													
Nombre Propietario UPM: Eduardo Rotavisk		CC ó NIT: 4445.612		N° tel.: 3122783738													
Nombre de quien atiende la visita: Eduardo Rotavisk		Cargo: Administrador/Propietario		N° tel.: 3122783738													
Estado UPM	Activa	Inactiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Intermitente	Abandonada												
ID-UPM				Fecha	18 / 11 / 2017												
<p style="text-align: center;">ESPACIO CÓDIGO DE BARRAS</p> <p style="text-align: center;">COL/CAL-MAR-0053</p>				PROTOCOLO DE VISITA (Diligenciado por quien atiende la visita)													
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>ACTIVIDAD</th> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Presentación equipo de profesionales</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Explicación generalidades Política Minera Nacional</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diligenciamiento completo de formatos</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aclaración de inquietudes</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ACTIVIDAD	SI	NO	Presentación equipo de profesionales	<input checked="" type="checkbox"/>		Explicación generalidades Política Minera Nacional	<input checked="" type="checkbox"/>		Diligenciamiento completo de formatos	<input checked="" type="checkbox"/>
ACTIVIDAD	SI	NO															
Presentación equipo de profesionales	<input checked="" type="checkbox"/>																
Explicación generalidades Política Minera Nacional	<input checked="" type="checkbox"/>																
Diligenciamiento completo de formatos	<input checked="" type="checkbox"/>																
Aclaración de inquietudes	<input checked="" type="checkbox"/>																
OBSERVACIONES:																	
Firma quien atiende la visita: <i>Eduardo Rotavisk</i> CC: 4445.612 Teléfono: 3122783738																	
N°	Nombre Per. Caracterización	Aspecto	CC	MP o TP	Firma												
1	Juan Camilo Alvarez R.	General y Técnico	16.075.033	3042 CP6	<i>Juan Camilo Alvarez R.</i>												
2	Vanessa Gomez	Social	1053.747.022	200891004-1	<i>Vanessa Gomez</i>												
3	Jorge Coronado	Ambiental	1019207804	20225	<i>Jorge Coronado</i>												
4																	

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

4 COMITÉS TÉCNICOS Y REUNIONES

4.1 Desarrollo de Comités Técnicos.

No se realizaron Comités Técnicos

4.2 Reuniones.

Tema 1: Formato para caracterización UPM y PB Marmato.
Resolución Injusticias

Fecha: 03 de noviembre de 2017

Asistentes: Contratista – Grupo profesionales

Compromisos:

- ✓ Depuración formatos
- ✓ Elaboración acta

Tema 2: Capacitación en el manejo del aplicativo UPM- PB

Fecha: 07 de noviembre de 2017

Asistentes: Contratista – Grupo profesionales

Compromisos:

No se hicieron compromisos

Tema 3: Socialización caracterización y diagnóstico UPM y PB

Fecha: 10 de noviembre de 2017

Asistentes: Contratista – Representante Gobernación de Caldas-Comunidad de Marmato

Compromisos:

Socialización de resultados de la caracterización y diagnóstico

Tema 4: Conclusión actividades de campo, análisis de resultados y aspectos relevantes.

Fecha: 22 de diciembre de 2017

Asistentes: Contratista – Grupo profesionales

Compromisos:

Aportes por profesion con destino al perfil minero del municipio de Marmato

Tema 5: Revisión de los documentos entregables del contrato, asignación de tareas y responsabilidades, revisión de los documentos elaborados a la fecha y complementación de los mismos, pautas para la elaboración de trabajos.

Fecha: 26 de diciembre de 2017.

Asistentes: Contratista – Grupo de trabajo

Compromisos:

No se generaron compromisos

Tema 6: Revisión de los avances del contrato y de los documentos entregables del mismo.

Fecha: 29 de diciembre de 2017.

Asistentes: Contratista – Grupo de trabajo- Supervisor contrato

Compromisos:

No se generaron compromisos

Fotografía 6. Evidencias de reuniones



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

5 INFORMACIÓN TÉCNICA RECOPIADA Y RESPONSABLES DE SU ENTREGA

A continuación, se relaciona la información técnica recopilada y su origen. Esta información se integró en las fichas individuales de caracterización de las UPM

Tabla 2. Información técnica recopilada y su origen

DESCRIPCIÓN INFORMACIÓN	ORIGEN
Ministerio de Minas y Energía	Formatos de caracterización UPM
Agencia Nacional de Minería	Expedientes mineros Archivos Shape File
Corpocaldas	Información ambiental con destino a caracterización relacionada con licencias ambientales y PMA aprobados en trámite de las UPM DE Marmato. Mapa de riesgos del municipio de Marmato Información relacionada con los molinos existentes en Marmato y los trámites de permisos ambientales y concesiones. Formatos de caracterización PB.

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

6 RESULTADOS DEL PROCESO DE CARACTERIZACION Y DIAGNÓSTICO DE UPM y PB.

6.1 Unidades Productivas Mineras subterráneas caracterizadas.

Tabla 3. Lista de UPM subterráneas caracterizadas

No.	CÓDIGO UPM	Nombre	Título Minero	Tipo de Minería
1	COL/CAL-MAR 0001	La Zorra	Sin figura jurídica	Subterránea
2	COL/CAL-MAR 0002	La Chinchiliana	Sin figura jurídica	Subterránea
3	COL/CAL-MAR 0003	Marmato 2	Sin figura jurídica	Subterránea
4	COL/CAL-MAR 0004	Marmato 3	Sin figura jurídica	Subterránea
5	COL/CAL-MAR 0005	Marmato 4	Sin figura jurídica	Subterránea
6	COL/CAL-MAR 0006	Los Angelitos	Sin figura jurídica	Subterránea
7	COL/CAL-MAR 0007	San José	Sin figura jurídica	Subterránea
8	COL/CAL-MAR 0008	San Antonio	Sin figura jurídica	Subterránea
9	COL/CAL-MAR 0009	El Helecho	Sin figura jurídica	Subterránea
10	COL/CAL-MAR 0010	Marmato 19	Sin figura jurídica	Subterránea
11	COL/CAL-MAR 0011	Los Baños	Sin figura jurídica	Subterránea
12	COL/CAL-MAR 0012	Marmato 25	Sin figura jurídica	Subterránea
13	COL/CAL-MAR 0013	La Sebastiana	Sin figura jurídica	Subterránea
14	COL/CAL-MAR 0014	Los Nogales	Sin figura jurídica	Subterránea
15	COL/CAL-MAR 0015	Marmato 27	Sin figura jurídica	Subterránea
16	COL/CAL-MAR 0016	La Caturra	Sin figura jurídica	Subterránea
17	COL/CAL-MAR 0017	El Mamoncillo	Sin figura jurídica	Subterránea
18	COL/CAL-MAR 0018	San Jorge	Sin figura jurídica	Subterránea
19	COL/CAL-MAR 0019	Los Limos	Sin figura jurídica	Subterránea
20	COL/CAL-MAR 0020	Marmato 28	Sin figura jurídica	Subterránea
21	COL/CAL-MAR 0021	Marmato 29	Sin figura jurídica	Subterránea
22	COL/CAL-MAR 0022	Marmato 30	Sin figura jurídica	Subterránea
23	COL/CAL-MAR 0023	Marmato 31	Sin figura jurídica	Subterránea
24	COL/CAL-MAR 0024	Marmato 32	Sin figura jurídica	Subterránea
25	COL/CAL-MAR 0025	Marmato 33	Sin figura jurídica	Subterránea
26	COL/CAL-MAR 0029	El Retorno	DMC-01	Subterránea
27	COL/CAL-MAR 0030	La Abundancia	Sin figura jurídica	Subterránea
28	COL/CAL-MAR 0031	La Mano de Dios	Sin figura jurídica	Subterránea
29	COL/CAL-MAR 0033	San Francisco	Sin figura jurídica	Subterránea
30	COL/CAL-MAR 0034	Marmato 38	Sin figura jurídica	Subterránea
31	COL/CAL-MAR 0035	Marmato 39	Sin figura jurídica	Subterránea
32	COL/CAL-MAR 0036	Marmato 40	Sin figura jurídica	Subterránea
33	COL/CAL-MAR 0039	La Horqueta 2	Sin figura jurídica	Subterránea
34	COL/CAL-MAR 0040	La Horqueta 3	Sin figura jurídica	Subterránea

No.	CÓDIGO UPM	Nombre	Título Minero	Tipo de Minería
35	COL/CAL-MAR 0044	Marmato 51	Sin figura jurídica	Subterránea
36	COL/CAL-MAR 0047	El Picacho 2	Sin figura jurídica	Subterránea
37	COL/CAL-MAR 0048	El Picacho	Sin figura jurídica	Subterránea
38	COL/CAL-MAR 0049	Los Mangos 2	Sin figura jurídica	Subterránea
39	COL/CAL-MAR 0050	La Soledad	Sin figura jurídica	Subterránea
40	COL/CAL-MAR 0051	El Encanto	Sin figura jurídica	Subterránea
41	COL/CAL-MAR 0052	Marmato 1	068-98M	Subterránea
42	COL/CAL-MAR 0053	El Refugio	058-98M	Subterránea
43	COL/CAL-MAR 0054	Moraga	159-98M	Subterránea
44	COL/CAL-MAR 0055	Marmato 5	Sin figura jurídica	Subterránea
45	COL/CAL-MAR 0056	La Anzareña	Sin figura jurídica	Subterránea
46	COL/CAL-MAR 0057	La García	163-98M	Subterránea
47	COL/CAL-MAR 0058	La Roland 2	123-98M	Subterránea
48	COL/CAL-MAR 0059	La Plazoleta	Sin figura jurídica	Subterránea
49	COL/CAL-MAR 0060	Marmato 6	Sin figura jurídica	Subterránea
50	COL/CAL-MAR 0061	Marmato 7	Sin figura jurídica	Subterránea
51	COL/CAL-MAR 0062	Marmato 8	Sin figura jurídica	Subterránea
52	COL/CAL-MAR 0063	Marmato 9	Sin figura jurídica	Subterránea
53	COL/CAL-MAR 0064	Marmato 10	Sin figura jurídica	Subterránea
54	COL/CAL-MAR 0065	Marmato 11	Sin figura jurídica	Subterránea
55	COL/CAL-MAR 0066	Marmato 12	Sin figura jurídica	Subterránea
56	COL/CAL-MAR 0067	Marmato 13	Sin figura jurídica	Subterránea
57	COL/CAL-MAR 0068	Marmato 14	Sin figura jurídica	Subterránea
58	COL/CAL-MAR 0069	Marmato 15	Sin figura jurídica	Subterránea
59	COL/CAL-MAR 0070	Marmato 16	Sin figura jurídica	Subterránea
60	COL/CAL-MAR 0071	Marmato 17	Sin figura jurídica	Subterránea
61	COL/CAL-MAR 0072	Marmato 18	Sin figura jurídica	Subterránea
62	COL/CAL-MAR 0073	La Caqueteña	Sin figura jurídica	Subterránea
63	COL/CAL-MAR 0074	Marmato 20	Sin figura jurídica	Subterránea
64	COL/CAL-MAR 0075	La Conejera	Sin figura jurídica	Subterránea
65	COL/CAL-MAR 0076	Marmato 21	Sin figura jurídica	Subterránea
66	COL/CAL-MAR 0077	Marmato 22	Sin figura jurídica	Subterránea
67	COL/CAL-MAR 0078	Marmato 23	Sin figura jurídica	Subterránea
68	COL/CAL-MAR 0079	Marmato 24	Sin figura jurídica	Subterránea
69	COL/CAL-MAR 0080	Marmato 26	Sin figura jurídica	Subterránea
70	COL/CAL-MAR 0081	Canelo	Sin figura jurídica	Subterránea
71	COL/CAL-MAR 0082	Marmato 35	Sin figura jurídica	Subterránea
72	COL/CAL-MAR 0083	Marmato 37	Sin figura jurídica	Subterránea
73	COL/CAL-MAR 0084	La Maruja	014-98M	Subterránea
74	COL/CAL-MAR 0085	El Ceibo	164-98M	Subterránea
75	COL/CAL-MAR 0086	La Peña	164-98M	Subterránea

No.	CÓDIGO UPM	Nombre	Título Minero	Tipo de Minería
76	COL/CAL-MAR 0087	La Mariela	164-98M	Subterránea
77	COL/CAL-MAR 0088	Marmato 41	Sin figura jurídica	Subterránea
78	COL/CAL-MAR 0089	Marmato 42	Sin figura jurídica	Subterránea
79	COL/CAL-MAR 0090	Marmato 43	Sin figura jurídica	Subterránea
80	COL/CAL-MAR 0091	Marmato 44	Sin figura jurídica	Subterránea
81	COL/CAL-MAR 0093	La Horqueta 1	Sin figura jurídica	Subterránea
82	COL/CAL-MAR 0094	Marmato 48	Sin figura jurídica	Subterránea
83	COL/CAL-MAR 0095	El Cofre	Sin figura jurídica	Subterránea
84	COL/CAL-MAR 0098	Marmato 56	Sin figura jurídica	Subterránea
85	COL/CAL-MAR 0099	Marmato 57	Sin figura jurídica	Subterránea
86	COL/CAL-MAR 0100	Marmato 58	Sin figura jurídica	Subterránea

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

6.2 Unidades Productivas Mineras a cielo abierto y mixtas caracterizadas.

Tabla 4. Lista UPM de minería a cielo abierto y mixtas caracterizadas

No.	CÓDIGO UPM	Nombre	Título Minero	Tipo de Minería
1	COL/CAL-MAR 0026	El Progreso	Sin figura jurídica	Cielo abierto
2	COL/CAL-MAR 0027	Marmato 34	Sin figura jurídica	Cielo abierto
3	COL/CAL-MAR 0028	Marmato 36	Sin figura jurídica	Cielo abierto
4	COL/CAL-MAR 0037	Marmato 46	Sin figura jurídica	Cielo abierto
5	COL/CAL-MAR 0038	Marmato 47	Sin figura jurídica	Cielo abierto
6	COL/CAL-MAR 0041	El Tierrero	Sin figura jurídica	Cielo abierto
7	COL/CAL-MAR 0042	Marmato 49	Sin figura jurídica	Cielo abierto
8	COL/CAL-MAR 0043	Marmato 50	Sin figura jurídica	Cielo abierto
9	COL/CAL-MAR 0045	Marmato 52	Sin figura jurídica	Cielo abierto
10	COL/CAL-MAR 0046	Marmato 53	Sin figura jurídica	Cielo abierto
11	COL/CAL-MAR 0092	Marmato 45	Sin figura jurídica	Cielo abierto
12	COL/CAL-MAR 0097	Marmato 55	Sin figura jurídica	Cielo abierto
13	COL/CAL-MAR 0032	Gonzaga	Sin figura jurídica	Mixto
14	COL/CAL-MAR 0096	Marmato 54	Sin figura jurídica	Mixto

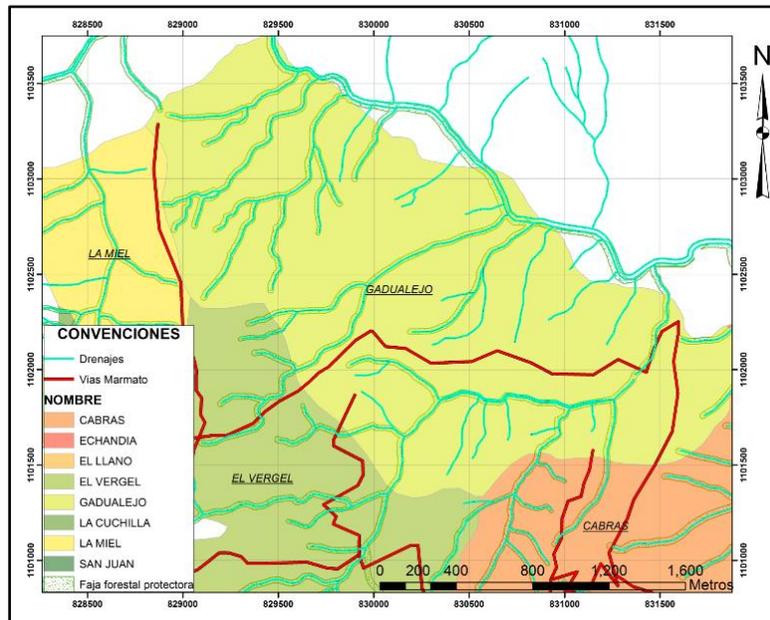
Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

6.2.1 Reporte de la minería a cielo abierto desarrollada en Marmato.

A partir del trabajo realizado por el equipo interdisciplinario, en el marco del contrato 31102017-0908 celebrado entre la firma consultora Medio Ambiente Ingeniería S.A.S y la Gobernación de Caldas, con el fin de caracterizar y diagnosticar las Operaciones Mineras del municipio de Marmato, se pudo identificar labores mineras subterráneas y a cielo abierto.

En el municipio de Marmato las labores mineras son totalmente de tipo subterránea es común observar actividades extractivas de este tipo en la mayoría de los sectores, desde la zona aledaña a la cabecera municipal hasta sectores como La Llorona y Guayabales que se encuentran hacia la parte norte del municipio. La minería a cielo abierto se realiza en menor proporción y está limitada exclusivamente a la parte nor-este del municipio en el sector conocido como El Salto ubicado en límites con el departamento de Antioquia en inmediaciones del río Arquía.

Mapa 1 Zona de Marmato donde se desarrolla minería a cielo abierto



Fuente: Archivo digital entregado por la Gobernación de Caldas

La minería a cielo abierto se caracteriza por explotar un yacimiento isométrico, donde el relieve del terreno original es montañoso, y se extrae solo la parte superficial, donde la roca se encuentra fuertemente oxidada, además el yacimiento es inclinado, ya que tiene una pendiente general de 40°, el sistema de explotación que utilizan no sigue un patrón técnico ni tienen un método de arranque definido, ya que cada minero explota los frentes de diferente forma según sus conocimientos y extraen el material

de forma manual sin ayuda de maquinaria y en algunas partes utilizan voladura cuando encuentran roca fresca.

Para el proceso de beneficio se utiliza en primera instancia un lavado hidráulico, con agua que es acumulada en una especie de represa en la parte alta del frente de trabajo con un volumen variable según la capacidad y requerimientos de la unidad productiva, para uno de los frentes de trabajo encontrados en el sector, la capacidad de la represa es aproximadamente 50 m³ de agua.

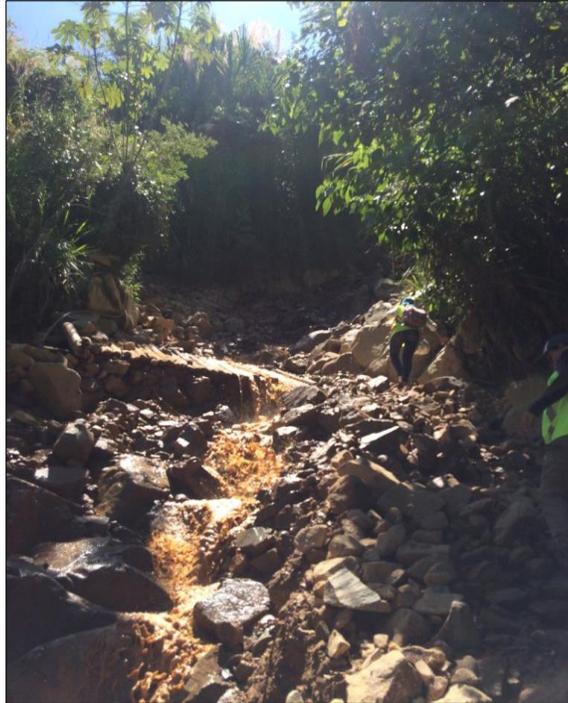
Fotografía 7. Método de acumulación de agua utilizada para el proceso.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

El canalón el cual tiene aproximadamente 3 metros de ancho es utilizado para acumular el material desprendido, después de tener disponible este material, se libera el agua acumulada en la represa “bomba de agua” la cual baja por gravedad arrastrando todo el material disponible.

Fotografía 8. Canal por donde baja el agua con el material suelto.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

El material disponible se hace pasar inicialmente por unas cribas elaboradas con madera donde se separa el material de tamaño bloques y deja pasar el material de tamaño grava y finos.

Fotografía 9. Cribas fabricadas en madera para separar el material muy grueso, tamaño bloque.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S.

Estos materiales de tamaño grava y fino pasan por unos canalones posicionados en la parte inferior del frente de trabajo. Estos canalones están fabricados para desviar parte del cauce que baja con el material suelto, esta pasa por unas mallas metálicas donde es acumulado el oro libre, el resto del material grueso es posteriormente procesado en las plantas de beneficio ubicadas en el sector.

Fotografía 10. Canalones utilizados para hacer pasar el material fino y tamaño graba sobre las mallas metálicas y obtener el oro libre.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

Parte de material que no es arrastrado por la “bomba de agua” es lavado a chorro.

Fotografía 11. Lavado a chorro del material que no fue arrastrado por la “bomba de agua”.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

Como conclusión, este tipo de minería y método extractivo utilizado no cumple con las condiciones técnicas mínimas para tener un mayor aprovechamiento de los recursos y obtener un mayor porcentaje de recuperación, ya que la mayor parte del mineral de interés no es atrapado en las mallas y continúa su curso hacia el río Arquía.

En cuanto a los impactos ambientales, en el componente suelo son evidentes los procesos de erosión, deforestación y desestabilización del terreno a causa de la minería a cielo abierto, se pudo observar como esta actividad está deteriorando y consumiendo las montañas de la zona y parte de su capa vegetal. Igualmente en el componente agua uno de los problemas mas visibles es el alto requerimiento de caudal por parte de esta actividad, se pudo observar que el caudal captado probablemente es muchísimo mayor al que el cuerpo de agua puede soportar, por otro lado el vertimiento generado por las “bombas de agua” no tiene ningún tipo de tratamiento y es enviado directamente a un cuerpo de agua en la zona baja del cañón, este vertimiento al ser un volumen elevado de agua y evidentemente con alta turbiedad puede afectar las propiedades del cuerpo de agua receptor.

6.2.2 Características relevantes de la minería desarrollada en Marmato.

La minería en el municipio de Marmato-Caldas lleva casi 500 años con una constante explotación, claro está, que los métodos de extracción han cambiado con los años. Dentro del contexto minero en el municipio de Marmato Caldas, se pueden destacar algunos factores relevantes, tales como:

- ✓ La mayoría de la minería es subterránea.
- ✓ Hay presencia de minería a cielo abierto
- ✓ El manejo del material estéril en la minería subterránea es inadecuado en la mayoría de las minas, ya que lo depositan de manera indiscriminada ladera debajo de la montaña, lo que causa sobre carga del suelo y movimientos en masa.
- ✓ No se utiliza mercurio en el proceso de beneficio.
- ✓ Las minas no cuentan con estudios técnicos.
- ✓ Los mineros no cuentan con medidas de seguridad.
- ✓ Los explosivos los adquieren de manera ilegal por falta de permisos.
- ✓ La mayoría de mineros no se encuentran afiliados a riegos laborales, salud y pensiones.
- ✓ El agua que se encuentra en las minas se extrae por gravedad y se vierte de manera indiscriminada ladera abajo.

Cabe notar que, se evidenció un porcentaje alto de UPM derrumbadas y abandonadas en la presente caracterización. En lo que se refiere a las minas derrumbadas, dentro

de las causas por las cuales se presenta dicho fenómeno, se señala la falta de estudios técnicos que guíen la explotación de manera ordenada y que definan el sistema de sostenimiento más adecuado, además, de que gracias al mal manejo de estériles que se presenta de manera general en las UPM de Marmato, se ocasionan movimientos en masa que terminan por cubrir las bocaminas. El abandono de las minas se atribuye a los bajos tenores de oro que hacen que no sea rentable continuar con la explotación y a la falta permisos para la compra de explosivos.

Fotografía 12. Disposición de material estéril en las laderas sector Cien Pesos.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

Fotografía 13. Labores mineras subterráneas características de la zona, mina La Mano de Dios sector El Cidral.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

6.3 Plantas de Beneficio caracterizadas.

Tabla 5. Lista de Plantas de Beneficio caracterizadas

N°	NOMBRE MOLINO	PROPIETARIO / REP LEGAL	ÁREA/SECTOR LOCALIZACIÓN	PROCESOS				BENEFICIO	
				TRITURACIÓN	MOLIENDA	CONCENTRACION	FUNDICION	AMALGAMACIÓN	CIANURACIÓN
1	Los Baños	Cristian C. Bañol	60 m2/Vereda Cabras	x	x	x	NO		x
2	La Caqueteña	Luis B. Restrepo	50 m2/Vereda Cabras	x	x	x	NO		x
3	El Cedro	Juan C. castro V	416 m2/ Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
4	El Limón	William A. Castro	300 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
5	La Esperanza	Arbey García	320 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x

N°	NOMBRE MOLINO	PROPIETARIO / REP LEGAL	ÁREA/SECTOR LOCALIZACIÓN	PROCESOS				BENEFICIO	
				TRITURACIÓN	MOLIENDA	CONCENTRACION	FUNDICION	AMALGAMACIÓN	CIANURACIÓN
6	El Zarco PB	Giovanni De J. Suaza S.	60 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
7	Los Cauchos	Luz D. Henao	100 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
8	Cien Pesos	Julián M. Guevara M.	400 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
9	Don Severo	Fredy A. Castro M.	140 m2/Vereda Cabras	x	x	x	NO		x
10	Dos Quebradas	Luis H. Castro R.	120 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
11	El 200	Daniel Gutiérrez A.	180 m2/Vereda Cascabel	x	x	x	NO		x
12	Kabod	Juan C. Londoño C.	1200 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
13	La Gloria	Víctor H. Moreno	60 m2/Vereda Guayabales	x	x	x	NO		x
14	La Peña	Sonia M. García O.	300 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
15	La Roca	Julio A. Vargas O.	400 m2/Vereda Cabras	x	x	x	SI		x
16	La Y	Juan M. Gil C.	320 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
17	Las Tinas	Lucila García M.	144 m2/Vereda Cascabel	x	x	x	SI		x
18	Los Cocos	Cesar O. Parra A.	200 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
19	Los Mangos 2	Jorge Montoya M.	300 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
20	Los Sarros	Rubén López D.	150 m2/Vereda Cabras	x	x	x	NO		x
21	Minerales EL Proceso	Carlos Lopera	300 m2/Vereda Montecarlos	x	x	x	NO		x
22	Pantano	Román O. Chavarriaga	250 m2/Vereda EL Llano	x	x	x	NO		x
23	San Francisco	William A. Vargas C.	250 m2/Vereda EL Llano	x	x	x	NO		x
24	Shaday	Cristian C. Bolaños O.	400 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
25	El Puente	Carlos M. Castro M.	500 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
26	Salome 2	Wilver Montoya M.	300 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x

N°	NOMBRE MOLINO	PROPIETARIO / REP LEGAL	ÁREA/SECTOR LOCALIZACIÓN	PROCESOS				BENEFICIO	
				TRITURACIÓN	MOLIENDA	CONCENTRACION	FUNDICION	AMALGAMACIÓN	CIANURACIÓN
27	Salome	Wilver Montoya M.	120 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
28	Azucena	German Rojas G.	Vereda Guayabales	x	x	x	NO		X
29	El Diamante	Francisco A. Castro	320 m2/Vereda Guayabales	x	x	x	NO		x
30	San Martin	Karol J. Valencia O.	300 m2/Vereda El Llano	X	X	x	SI		x
31	La Loma 1		80 m2/Vereda La Loma	x	x	x	NA		
32	La Loma 2		130 m2/Vereda La Loma	x	x		NA		
33	El Faraón	Jeisieden Muñoz G.	250 m2/Vereda Cabras	x	x	x	NO		x
34	Los Cuncios	Ferney D. Ramírez	80 m2/Vereda Patacón	x	x	x	NO		x
35	El Progreso	Sebastián Ortiz M.	300 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
36	Guaimaral	León D. López O.	160 m2/Vereda Guadalejo		x	x	NO		x
37	José	José E. García	100 m2/Vereda La Loma	x	x	x	NO		x
38	La Peña	Sergio Gonzales A.	150 m2/Vereda La Cidreira	x	x	x	NO		x
39	La Mariela	Jorge J. Buriticá	200 m2/Vereda La Loma	x	x	x	NO		x
40	San Francisco	José E. García	150 m2/Vereda La Loma	x	x	x	NO		x
41	El Cofre	Gustavo	400 m2/Vereda Guadalejo	x	x	x	NO		x
42	El Pital		50 m2/Vereda Guadalejo	x	x	x	NO		
43	El Reversadero	Ramiro A. Álvarez	150 m2/Vereda El Llano	x	x	x	NO		x
44	San Francisco	Álvaro Montoya	200 m2/Vereda Guadalejo	x	x	x	NO		x
45	La Cuchilla	Wiston de J. López G.	70 m2/Vereda La Cuchilla	x	x	x	NO		
46	Los Mangos 3	José A. Tabima	400 m2/Vereda El Llano	x	x	x	SI		x
47	Devany	Devany Ortiz	150 m2/Vereda El Llano		x	x	NO		x

N°	NOMBRE MOLINO	PROPIETARIO / REP LEGAL	ÁREA/SECTOR LOCALIZACIÓN	PROCESOS				BENEFICIO	
				TRITURACIÓN	MOLIENDA	CONCENTRACION	FUNDICION	AMALGAMACIÓN	CIANURACIÓN
48	El Mango	Elmer G. Ortiz	120 m2/Vereda El Llano		x	x	N O		x
49	El Salto 3	NS	Vereda Las Cabras	x	x		N A		
50	Moraga	NR	150 m2/Vereda El Llano	x	x	x	N O		
51	El Salto 1	NS	60 m2/Vereda La Loma	x	x		N A		
52	El Salto 2	NS	60m2/Vereda La Loma	x	x	x	N A		
53	Molino sin información	NR							

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

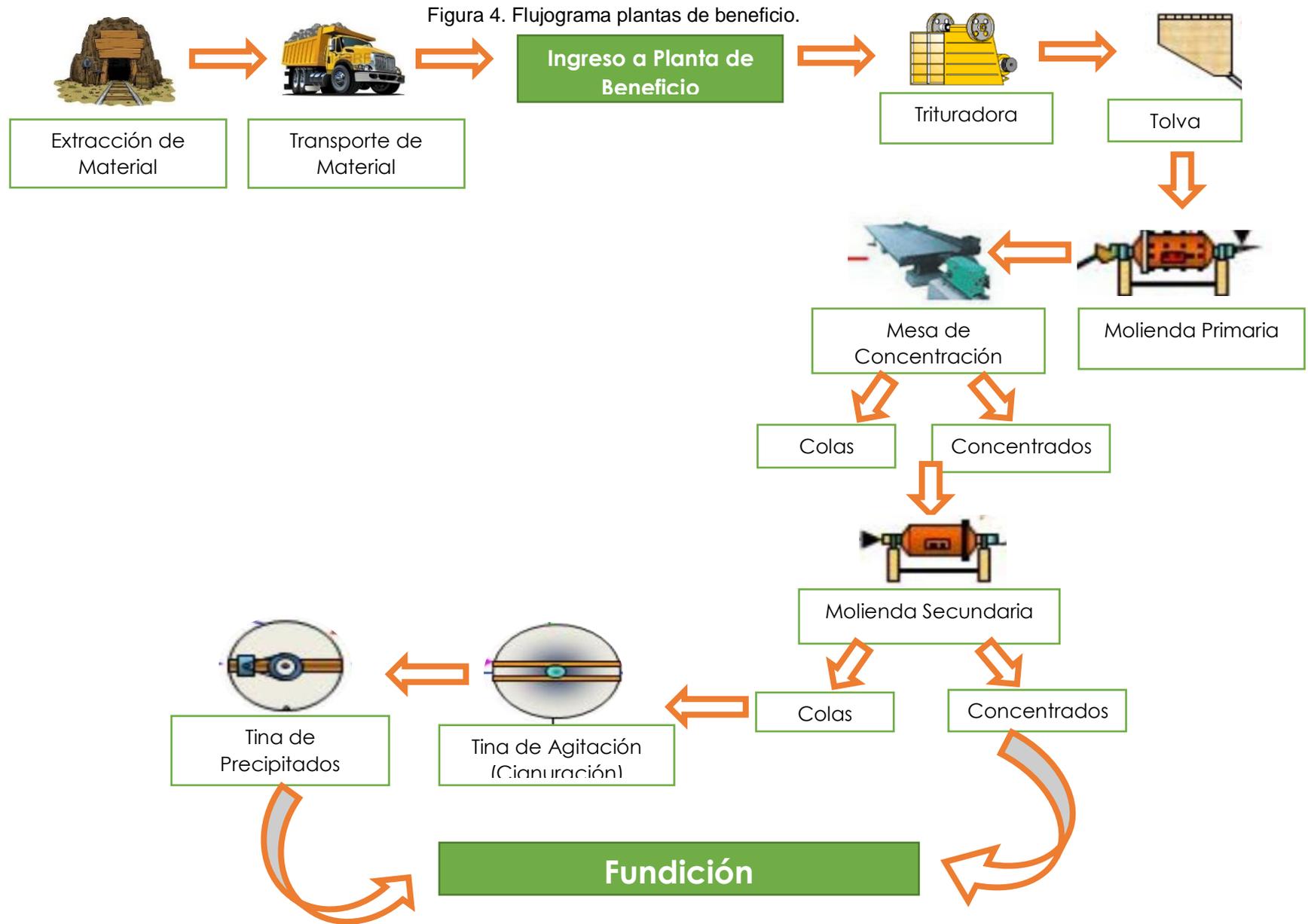
6.3.1 Características relevantes de las Plantas de Beneficio que operan en Marmato.

- ✓ Recepción del material en las tolvas del molino o en las áreas asignadas.
- ✓ Paso del material por la trituradora; el diámetro de entrada debe de estar aproximadamente entre 20 cm y 30 cm para finalmente obtener un diámetro de partículas entre 5 cm y 7 cm.
- ✓ El material obtenido después de la trituración es llevado a un molino de bolas el cual puede ser continuo o por lotes, dependiendo de la disponibilidad de material. El material obtenido se encuentra clasificado aproximadamente en malla 150, es decir un diámetro de partícula aproximado de 0.104 mm. Este material es llevado a una poceta y utilizando agua como medio de transporte es trasladado por tuberías de PVC hacia la mesa concentradora.
- ✓ Una vez se ha molido el material se continua con el proceso de separación de las partes que contienen oro en un equipo de separación gravimétrico, llamado mesa alemana o mesa de concentración, la cual por lo general presenta dimensiones de 4 m de largo y 1 m de ancho; así mismo un grado (1°) de inclinación longitudinal y dos grados (2°) de inclinación transversal.

Técnicamente el ángulo de la inclinación del equipo se debe especificar según análisis previo de las diversas variables como la granulometría y la densidad del material a tratar, parámetros que por lo general no se tienen definidos en las plantas de beneficio del municipio. En el proceso de concentración gravimétrica se obtiene dos corrientes de productos diferentes, la corriente de concentrados (el material más fino) y la corriente de colas (material más grueso).

- ✓ Los concentrados obtenidos en este proceso de enriquecimiento son llevados a una molienda secundaria que puede ser de operación continua o por lotes. La mayoría de las plantas de beneficio en el municipio cuentan con molinos de operación por lotes y una minoría con molinos de operación continua, los cuales son utilizados dependiendo de la cantidad de material disponible para beneficiar. Al llevar a cabo esta remolienda el material resultante es de aproximadamente malla 200, con un diámetro de partícula aproximado de 0.074 mm.
- ✓ Este material se pasa nuevamente por la mesa alemana donde la línea de concentrados es lavada manualmente en bateas y luego llevada a fundición, mientras que la línea de colas se mezcla con las colas provenientes del primer proceso de concentración y son llevados a un tercer proceso de molienda.
- ✓ Después de esta molienda final se pasa el material de nuevo por la mesa de concentración, donde el material obtenido es llevado a un proceso de extracción llamado cianuración, el cual es realizado en un tanque de lixiviación con agitación con el fin de que el cianuro disuelva el oro presente en el complejo mineral; comúnmente este proceso toma aproximadamente 10 horas, pero en algunos molinos se realiza un perfil analítico de concentración de cianuro por medio de titulación con el fin de determinar el tiempo necesario para esta etapa.

En el proceso de agitación se obtienen lodos que son llevados a una tina de precipitación, donde se adiciona zinc para extraer el oro, finalmente este es llevado a fundición.



Proceso de Beneficio en El Molino “El Puente”, Sector La Ermita, Municipio de Marmato, Caldas

Fotografía 14. Proceso de Beneficio Molino El Puente. Marmato.



Acopio del material.



Trituración del material



Molienda del material en molino de bolas continuo.



Poceta de acopio de material molido.



Separación del material molido por densidades en la mesa concentradora.



Remolienda de colas en molino de bolas continuo.



Remolienda de concentrados en molino de bolas cerrado.



Separación del material remolido por densidades en la mesa concentradora.



Tinas de lixiviación por agitación.



Tinas de precipitación.



Material precipitado.

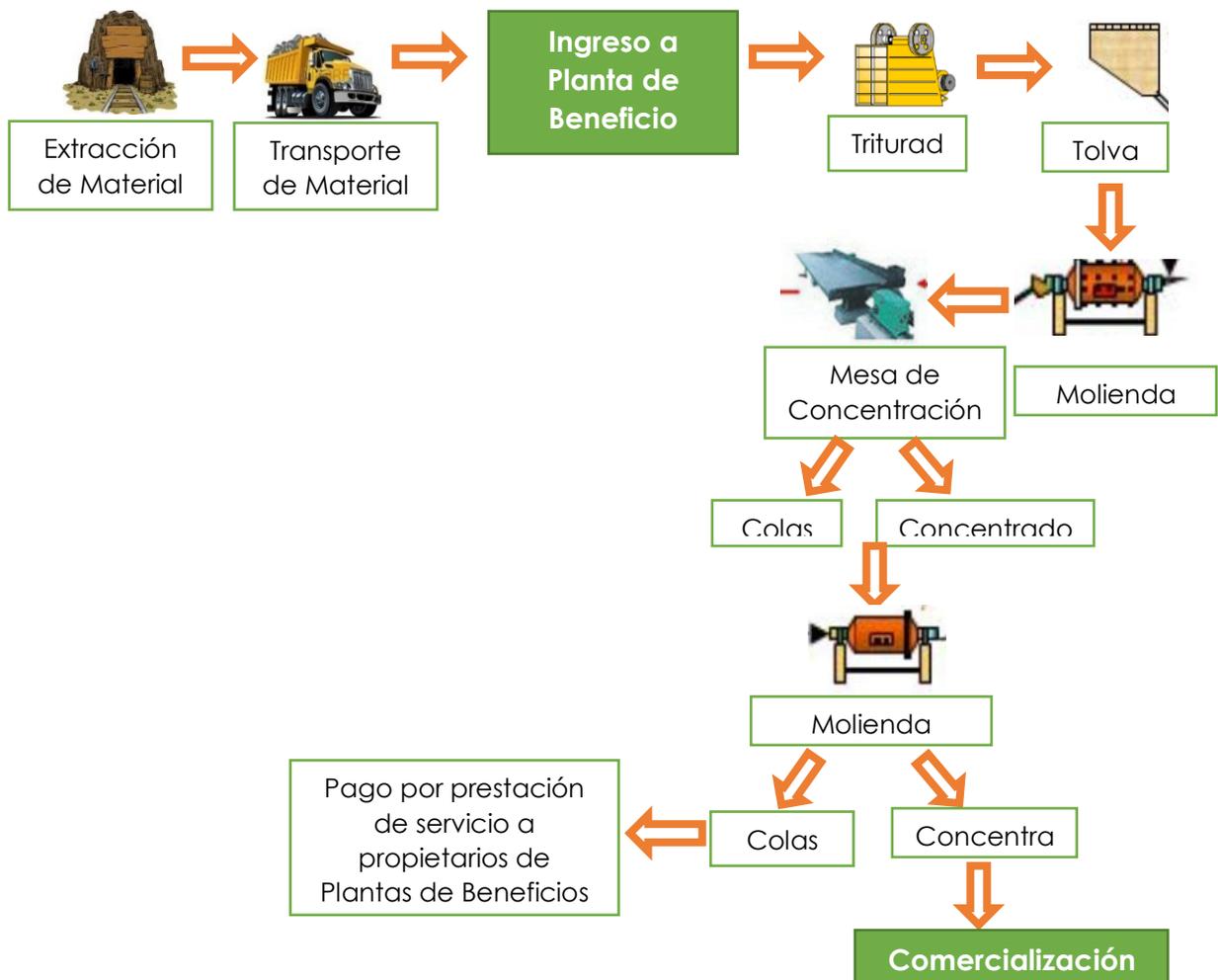


Fundición de oro.

6.3.2 Características relevantes de los molinos de “Guacha” que operan en Marmato.

Se encontró el mismo funcionamiento en cuando al proceso del material. Lo único que se diferencia respecto al beneficio es que los guacheros al no tener molino propio solo pueden hacer tres procedimientos que son: trituración, molida y remolida el cual se especifica en el diagrama 2, el sobrante de las arenas le quedan al propietario del molino donde procede a hacer los procesos de re-contra molida y cianuración en pago a la prestación del servicio.

Figura 5. Flujograma molino de guacha.



Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

6.4 Títulos mineros caracterizados en los cuales no se desarrolla actividad minera

Tabla 6. Lista de títulos mineros caracterizados sin actividad minera

No	PLACA	MUNICIPIO	NOMBRE TITULAR	MODALIDAD	COMENTARIO
1	JHQ-08541	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
2	ICQ-081027X	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
3	GK2-16201X	Marmato	Luis Fernando Garcia Garcia\Rafael Leonidas Velasquez Garcia\Gabriel Ramirez Medina\Fernando Canaval Sanchez\Jose Ruben Tapasco Diaz\Edgar Omar Gonzalez Arteaga\Carlos Alber	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
4	JHQ-08471	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
5	KI7-08051	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
6	ICQ-081026X	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
7	810-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera, zona de cultivos (café)
8	835-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera

No	PLACA	MUNICIPIO	NOMBRE TITULAR	MODALIDAD	COMENTARIO
9	828-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera, zona de bosques típicos de la zona.
10	833-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
11	827-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera
12	811-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera, zona de pastoreo, franja forestal protegida sobre la cuenca alta de la Quebrada Chaburquí
13	IEG-09091	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera dentro del título
14	834-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera dentro del título, se observa franja forestal protegida sobre la Quebrada Cascabel.
15	809-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera dentro del título
16	825-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera dentro del título
17	690-17	Marmato	Minerales Andinos de Occidente s.a.	Contrato de Concesion	No se evidencia actividad minera, zona de pastoreo, cultivos y vegetación típica de la zona.

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

7 RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Los resultados obtenidos con el objeto contractual se resumen de la siguiente manera:

7.1 Unidades Productivas Mineras.

Tabla 7. Compilado UPM caracterizadas

Municipio	Estado Jurídico de la UPM		Estado UPM con Figura Jurídica			Estado UPM sin Figura Jurídica			Total UPM Caracterizadas	Estado de Títulos Caracterizados		Total Títulos Caracterizados	Total UPM con Molino asociado
	UPM con Figura Jurídica	UPM sin Figura Jurídica	UPM Activas	UPM Inactivas	UPM Abandonadas	UPM Activas	UPM Inactivas	UPM Abandonadas		Títulos con UPM	Títulos sin UPM		
Marmato	10	90	4	3	3	27	20	43	100	24	17	41	11

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

Tabla 8. Compilado UPM con figura jurídica

N°	Nombre UPM	Expediente	Estado de la UPM	Tiene PMA o Licencia Ambiental	Tiene PTO/PTI
1	El Refugio	058-98M	Activa	No	No
2	Moraga	159-98M	Activa	No	No
3	La Maruja	014-98M	Activa	Si	No
4	La Mariela	164-98M	Activa	No	No
5	El Retorno	DMC-01	Inactiva	No	No
6	Marmato 1	068-98M	Inactiva	No	No
7	La Peña	164-98M	Inactiva	No	No
8	La García	163-98M	Abandonada	No	No
9	La Roland 2	123-98M	Abandonada	No	No
10	El Ceibo	164-98M	Abandonada	No	No

Tabla 9. Compilado UPM sin figura jurídica y que presentan actividad minera

N°	Nombre UPM	Se Ubica en Faja Forestal Protectora	Tipo de Riesgo	Sobre que título se encuentra	Figura estratégica
1	La Chinchiliana	No	Bajo	CHG-081; 172-98M	Mediación
2	Los Angelitos	No	Bajo	051-98M	Mediación
3	San José	No	Alto Mitigable	CHG-081; 156-98M; 166-98M; 065-98M	Mediación
4	San Antonio	No	Alto Mitigable	CHG-081; 156-98M; 166-98M; 065-98M	Mediación
5	El Helecho	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
6	Los Baños	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
7	La Sebastiana	No	Bajo	007-85M	Mediación
8	Los Nogales	No	Bajo	007-85M	Mediación
9	Marmato 27	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
10	El Progreso	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
11	Marmato 36	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
12	La Mano de Dios	Si	Bajo	094-98M	Reconversión Laboral
13	Gonzaga	No	Bajo	Área no titulada	Regularización Minera
14	San Francisco	No	Bajo	Área no titulada	Regularización Minera
15	Marmato 47	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
16	La Orqueta 3	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
17	Marmato 49	No	Bajo	072-98M; 074-98M; 135-98M; 136-98M; 143-98M	Mediación
18	La Anzareña	No	Bajo	CHG-081	Mediación
19	La Caqueteña	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
20	La Conejera	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
21	Canelo	No	Bajo	067-98M	Mediación
22	Marmato 45	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
23	La Orqueta 1	No	Bajo	Ninguno	Regularización Minera
24	El Cofre	Si	Bajo	Ninguno	Reconversión Laboral

N°	Nombre UPM	Se Ubica en Faja Forestal Protectora	Tipo de Riesgo	Sobre que título se encuentra	Figura estratégica
25	Marmato 54	No	Bajo	072-98M; 074-98M; 135-98M; 136-98M; 143-98M	Mediación
26	Marmato 55	No	Bajo	072-98M; 074-98M; 135-98M; 136-98M; 143-98M	Mediación
27	Marmato 57	No	Bajo	Área no titulada	Regularización Minera

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

Tabla 10. Análisis estadístico por UPM

Unidades de análisis	Porcentaje por UPM
UPM con figura jurídica	10%
UPM sin figura jurídica	90%
UPM activas	31%
UPM inactivas	23%
UPM abandonadas	46%
UPM con RUCOM	0%
UPM sin RUCOM	100%
UPM con PTO	0%
UPM sin PTO	100%
UPM sin licencia ambiental	99%
UPM con licencia ambiental	1%
UPM sin molino asociado	89%
UPM con molino asociado	11%
UPM activas asociadas a molinos	6%
UPM inactivas asociadas a molinos	2%
UPM abandonadas asociadas a molinos	3%
Moda de trabajadores	Entre 2 y 3

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

7.2 Plantas de Beneficio.

Tabla 11. Compilado PB caracterizadas

Municipio	Total PB Caracterizadas	Clasificación por tipo de procesos		Número de PB con fundición	Número de PB sin fundición	Total PB asociados a UPM	Total PB no asociados a UPM
		PB con cianuración	PB sin cianuración				
Marmato	53	31	22	15	38	13	40

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

8 OPERACIONES MINERAS SUSCEPTIBLES DE FORMALIZACIÓN

Teniendo en cuenta el trabajo ejecutado de levantamiento de información y localización realizada sobre las minas existentes en el Municipio de Marmato (CALDAS), se procedió a elaborar un completo filtrado sobre las bocaminas presentes en cada Título Minero otorgado; para este fin se trabajó con las UPM a través del siguiente procedimiento.

1. Se revisó la Información suministrada por la Agencia Nacional de Minería (ANM) sobre los Títulos Vigentes y su respectiva localización en el municipio; esta información fue entregada en medio digital en formato *SHAPE FILE*, para ser trabajada en el Programa de Sistema de Información Geográfica ArcGis.
2. Se revisó la Información suministrada por la Agencia Nacional de Minería (ANM), sobre las Cotas de los títulos mineros existentes en el municipio de Marmato; esta información se entregó en formato Excel.
NOTA: No todos los títulos entregados poseen información sobre cota inferior y cota superior.
3. Se realizó la localización en campo de las bocaminas presentes en el territorio de Marmato, obteniéndose la coordenada de localización y la respectiva altura de cada Mina.

Una vez obtenida y recolectada toda esta información se procedió a ingresarla al Programa del Sistema de Información Geográfica ArcGis, teniendo en cuenta que toda quedara georreferenciada en el mismo origen y sistema de Coordenadas.

Con la información suministrada por la ANM y la levantada en campo por Medio Ambiente Ingeniería S.A.S se realizó una filtración sobre cada título minero, al cual se le conocía cota inferior y cota superior, comparando con las bocaminas que se levantaron en la misma localización y a la misma altura, obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 12. Localización de las UPM sin figura jurídica en los títulos mineros vigentes

CHG-081	
Cota Inferior	1,363.00
Cota Superior	1,500.00
Bocaminas	La Zorra
	La Chinchiliana
	San José

CHG-081	
	San Antonio
	La Anzareña
	La Roland 2
	La Plazoleta
156-98M	
Cota Inferior	1,482.00
Cota Superior	1,502.00
Bocaminas	San José
	San Antonio
065-98M	
Cota Inferior	1,482.00
Cota Superior	1,502.00
Bocaminas	San José
	San Antonio
051-98M	
Cota Inferior	1,512.00
Cota Superior	1,530.00
Bocaminas	Los Angelitos
141-98M	
Cota Inferior	1,420.00
Cota Superior	1,440.00
Bocamina	La Plazoleta
166-98M	
Cota Inferior	1,483.00
Cota Superior	1,502.00
Bocaminas	San José
	San Antonio
140-98M	
Cota Inferior	1,420.00
Cota Superior	1,440.00
Bocaminas	La Plazoleta
125-98M	
Cota Inferior	1,523.00
Cota Superior	1,535.00
Bocaminas	Los Angelitos
072-98M	
MARMATO 49	
MARMATO 51	

CHG-081
MARMATO 52
MARMATO 53
MARMATO 54
MARMATO 55
074-98M
MARMATO 49
MARMATO 51
MARMATO 52
MARMATO 53
MARMATO 54
MARMATO 55
135-98M
MARMATO 49
MARMATO 51
MARMATO 52
MARMATO 53
MARMATO 54
MARMATO 55
136-98M
MARMATO 49
MARMATO 51
MARMATO 52
MARMATO 53
MARMATO 54
MARMATO 55
143-98M
MARMATO 49
MARMATO 51
MARMATO 52
MARMATO 53
MARMATO 54
MARMATO 55
159-98
MORAGA
039-98M
SAN ANTONIO
068-98M
EL REFUGIO

CHG-081
MARMATO 1
172-98M
MARMATO 4
MARMATO 1
EL REFUGIO
LA CHINCHILIANA
LA ZORRA
058-98M
MARMATO 1
EL REFUGIO
069-98M
LA PLAZOLETA
173-98M
MARMATO 4
MARMATO 1
EL REFUGIO
LA ZORRA
123-98M
LA GARCIA
LA ROLAND 2
IEG-09091
LA ABUNDANCIA
DMC-01
EL RETORNO
163-98M
LA GARCIA
007-85M
MARMATO 25
LOS NOGALES
LA SEBASTIANA
164-98M
EL CEIBO
LA PEÑA
LA MARIELA

Fuente: Elaboración propia

Nota 1: Algunas Bocaminas se encuentran localizadas en uno o más títulos; esto ocurre debido a que varios títulos pueden poseer las mismas cotas inferior y superior, ocurriendo una superposición en algún lugar del polígono.

Nota 2: Algunas Bocaminas se denominan Marmato 1,2,3.... debido a que se levantó información sobre coordenadas, cota, aspectos generales y aspectos ambientales, por cuanto no fue posible obtener más información por que no existía quien la brindara; sin embargo, en este trabajo se localizaron dentro de cada título para tener conocimiento y dejar constancia de su existencia.

Con esta información se entrega además en formato digital, la tabla en Excel a través de la cual se realizó el proceso de filtrado y análisis de cada uno de los títulos y las bocaminas levantadas.

La información filtrada permitió depurar las UPM sin título minero localizadas al interior de un título vigente, sobre las cuales son procedentes según la Política de Formalización, acciones de mediación.

Analizada la información obtenida en campo de las Unidades Productivas Mineras sin figura jurídica activas (27 en total) y las bases de datos obtenidas a través de la Gobernación de Caldas, se encontraron las siguientes situaciones:

1. Superposición de Título Minero:

- ✓ Título 072-98M, superpuesto con los Títulos 074-98M, 135-98M, 136-98M y 143-98M, situación presentada en las Unidades Productivas Mineras Marmato 49, Marmato 54 y Marmato 55.
- ✓ Título CHG-081 superpuesto con los Títulos 156-98M, 166-98M y 065-98M, situación presentada para las Unidades Productivas Mineras San José y San Antonio.
- ✓ Título CHG-081 superpuesto con el Título 172-98M, situación presentada para la Unidad Productiva Minera La Chinchiliana.

2. Unidades Productivas Mineras activas que no se localizan dentro del área de un Título Minero, aunque sí sobre solicitudes; es el caso de las Unidades Productivas Mineras El Cofre, El Helecho, El Progreso, La Conejera, La Orqueta 1, La Orqueta 3, La Caqueteña, Los Baños, Marmato 27, Marmato 36, Marmato 45 y Marmato 47.

3. Unidades Productivas Mineras localizadas dentro del área de un Título Minero Terminado (018-90M). Esta situación se presenta para Unidades Productivas Mineras inactivas, sin figura jurídica: Marmato 33, Marmato 38, Marmato 39 y Marmato 40.

4. Unidades Productivas Mineras localizadas dentro del área de un Título Minero Terminado (018-90M). Esta situación se presenta para las Unidades Productivas Mineras activas, sin figura jurídica Gonzaga, Marmato 57 y San Francisco.
5. Se identificaron dos (2) Títulos Mineros superpuestos por cota y por área: 156-98M y 065-98M cuyas cotas superpuestas son: superior 1502 m e inferior 1482 m.

Con base en estas situaciones, se recomienda a la Agencia Nacional de Minería y el Ministerio de Minas tomar las decisiones coherentes con la Política de Formalización Minera.

En el documento “Perfil Minero Municipal de Marmato” se presenta una descripción detallada del plan de acción en base a las 5 figuras estratégicas formuladas para la formalización minera.

9 DIAGNÓSTICO DE LOS ASPECTOS MINEROS DEL MUNICIPIO DE MARMATO

La minería de socavón es la más recurrente en el Distrito Minero de Marmato; la perforación de los socavones causa acumulación de escombros, contaminación de aguas y suelos, y desestabilización de las laderas y en algunos casos la acumulación de estériles conduce al taponamiento de cauces.

Cuando se usa dinamita para liberar los minerales confinados, la onda explosiva origina descompresión de la roca y causa fragmentación o agrietamiento de grandes volúmenes de la misma; el sistema comienza a ser dinámico y es continuo después de la explosión. A partir de las grietas se generan desprendimientos acelerados debido a la infiltración de las aguas, el crecimiento de vegetación y los cambios bruscos de temperatura que dan origen a caída constante de fragmentos de roca.

✓ Método de Explotación.

Los sistemas de explotación siguen siendo tan rudimentarios como en el siglo XVI. Las perforaciones se hacen con taladros manuales, el transporte del material hasta la bocamina se sigue haciendo en coches empujados por hombres. En la zona alta del municipio se realiza aún la explotación minera por técnicas manuales, mientras que, en la zona baja, la empresa Mineros Nacionales, es más tecnificada.

El principal método de explotación que se emplea en el municipio de Marmato es subterráneo; el yacimiento aurífero se opera en dos zonas: la zona alta es explotada por pequeños mineros de la región y se encuentra delimitada por las quebradas Cascabel desde su nacimiento y Pantanos desde la vereda Echandía.

Según MINERALCO (1994) allí se presentan 3 subclases de minería: A pequeña escala, la cual produce un promedio de 300 toneladas/mes, con un sistema de explotación definido el cual generalmente es en galerías y tambores paralelos; el arranque de material se hace por medio de voladura y compresor, el transporte se hace a través de coches en carrileras, carretas y breques y se almacena en tolvas y el beneficio es realizado en plantas de beneficios incluyendo la cianuración.

La minería artesanal se caracteriza por explotar en promedio 50 toneladas/mes sin un método definido y por medio de voladura y arranque manual; el transporte del material es realizado través de coches en carrileras, carretas y breques y es almacenado en tolvas, el beneficio del material es realizado de forma manual, gravimétrica o en molinos donde no necesariamente realizan cianuración.

Por último, se tiene la minería de subsistencia, en la cual se explota un promedio de 25 toneladas/mes y solo se aprovecha el material meteorizado conocido como anchadura, la cual es transportada en coches, carretas y por medio manual, cuyo beneficio es solo por procesos gravimétricos y manuales.

La zona baja se ubica en el sector de la vía que conduce desde El Llano hasta la cabecera municipal, entre la quebrada Cascabel y Pantanos; esta zona es operada por la empresa Mineros Nacionales S.A. desde 1993, la cual explota un promedio de 200 toneladas/día, utilizando el método de tambores paralelos con cámaras de almacenamiento temporal, utilizando explosivos, perforaciones y compresores como método de arranque; el materia es cargado con palas mecánicas, transportado en vehículos por carrileras y almacenado en tolvas de cemento, además el beneficio es realizado en la planta de beneficio propia de la empresa utilizando agitación, cianuración y fundición (Mineros Nacionales, 1994).

La minería a cielo abierto se realiza en menor proporción y está limitada exclusivamente a la parte nor-este del municipio en el sector conocido como El Salto ubicado en límites con el departamento de Antioquia en inmediaciones del río Arquía. Este método se caracteriza por explotar un yacimiento isométrico, donde el relieve del terreno original es montañoso y se extrae solo la parte superficial, donde la roca se encuentra fuertemente oxidada; además el yacimiento es inclinado presentando una pendiente general de 40°. El sistema de explotación que utilizan no sigue un patrón técnico ni tienen un método de arranque definido, ya que cada minero explota los frentes de diferente forma según sus conocimientos y extraen el material de forma manual sin ayuda de maquinaria y en algunas partes utilizan voladura cuando encuentran roca fresca. Para el proceso de beneficio se utiliza en primera instancia un lavado hidráulico, con agua que es acumulada en una represa de aproximadamente 50 M³ en la parte alta del canalón, el cual tiene aproximadamente 3 metros de ancho y es utilizado para acumular el material desprendido; después de tener disponible todo el material, se libera el agua acumulada en la represa o “bomba de agua” la cual baja por gravedad, arrastrando todo el material disponible hasta hacerlo pasar inicialmente por una especie de criba elaborada con madera, donde se separa el material de tamaño bloques y deja pasar el material de tamaño grava y finos; estos materiales de tamaño grava y fino pasan por unos canalones posicionados en la parte inferior del frente de trabajo. Estos canalones están fabricados para desviar parte del cauce que baja con el material suelto, esta pasa por unas mallas metálicas donde es acumulado el oro libre, el resto del material grueso es posteriormente procesado en las plantas de beneficio ubicadas en el sector.

Parte de material que no es arrastrado por la “bomba de agua” es lavado a chorro.

✓ **Sistema de Sostenimiento:**

En las minas del municipio de Marmato se evidenciaron cuatro (4) sistemas de sostenimiento: Puerta alemana, media puerta, cuadros y natural. El material que es utilizado en mayor proporción es la madera, principalmente de tipo siete cueros, aunque también se presenta sostenimiento con concreto, al menos en la puerta de entrada de la mina.

El sistema de sostenimiento que se presenta en la mayoría de las minas es la puerta alemana, tanto con capiz sencillo como doble, seguido por el sostenimiento natural, el cual se presenta en los sectores aledaños a la cabecera municipal, donde la presencia de minas es reducida y por ende la competencia de la roca es mayor por menor actividad minera; la media puerta y los cuadros son utilizados en menor medida.

En la mayoría de las minas también es utilizado el forro de madera o atizado como es conocido en el léxico minero, tanto en paredes como en techos; además el entibado dentro de los túneles es realizado solo en los puntos donde sea necesario, bien sea donde la roca se encuentre muy diaclasada o meteorizada, aunque también se presentan casos donde la entibación se presenta en toda la mina con separaciones promedio de 0,8 a 1,5 metros.

✓ **Circuito de Ventilación.**

El principal método de ventilación que se presenta en las minas del municipio de Marmato es natural, ayudado por “respiraderos” que son pequeñas cavidades que comunican los túneles con la superficie ayudando a que circule el aire; este tipo de sistema de ventilación se presenta mayoritariamente en minas artesanales. En la minería a pequeña escala el circuito de ventilación es asistido por compresores de aire que surten el túnel.

✓ **Maquinaria y Equipos:**

Las tecnologías aplicadas en el beneficio mineral en la denominada Zona Alta de Marmato han evolucionado a partir de un esquema tecnológico obsoleto, de molienda en molinos de piones y cianuración por percolación, basado en las tecnologías de la minería aurífera mundial aplicadas en el siglo antepasado, hacia la molienda en molinos de bolas, con procesos de cianuración por agitación y recuperación de valores por el sistema Merrill Crowe, durante las dos últimas décadas.

En la zona baja el método de explotación minera es el de almacenamiento temporal. La mina está tecnificada, cuenta con energía eléctrica, túneles amplios y sistemas de

transporte en vagonetas. Posee una planta de beneficio grande y tecnificada con capacidad hasta de 200 ton/día. El proceso incluye flotación (en la que se pierde hasta el 10% de oro), separación gravimétrica en ciclones, cianuración por agitación, precipitación por zinc en vacío (proceso Merrill Crowe) y fundición en horno.

Mediante el uso de tecnologías de fácil acceso y bajo costo, como las mesas de concentración, el molino de bolas y el molino remolador, en Marmato se ha logrado eliminar el mercurio como concentrador dentro del proceso de recuperación del oro.

Los pequeños mineros de Marmato son testigos de la forma como operan los procesos de asimilación tecnológica; ésta minería ha pasado del molino de piones al de bolas, de la mesa de concentración a los tanques de cianuración por agitación, transiciones que dan cuenta de los beneficios que se desprenden con la innovación.

La poca capacidad técnica, la falta de intercambios tecnológicos y la baja condición financiera de los pequeños empresarios, son factores importantes a la hora de hacer innovaciones, mas aún cuando el margen de ganancia de esta minería está determinado por la empobrecida riqueza del mineral que oscila entre 7, 62 y 13,37 gramos por tonelada de oro, en contraste con los elevados costos del beneficio.

Si bien es difícil dar el salto hacia las nuevas tecnologías, en Marmato se está asumiendo a la velocidad que el proceso minero y el cambio cultural lo permite.

✓ **Infraestructura**

La minería que se presenta en el municipio de Marmato es artesanal y local, lo que quiere decir que es trabajada por los propios habitantes del pueblo; esto conlleva a que la infraestructura de las minas sea básica debido a que no tienen la necesidad de generar espacios de mayor desarrollo.

Durante la segunda fase de la caracterización y diagnóstico de las unidades mineras en el municipio de Marmato se evidenció que la mayoría de las unidades productivas mineras cuentan solo con el túnel, rieles, coches o carretas para transportar el material, algunas dentro de su infraestructura cuentan también con breques y tolvas, pocas minas cuentan con baterías sanitarias y polvorin, los cuales en su mayoría no tienen medidas de seguridad apropiadas y en ninguna unidad se encuentran oficinas, campamento, enfermería, patios, taller, planta de manejo de agua, vestier y lockers. Cabe aclarar que existen minas en Marmato con mayor desarrollo en infraestructura, pero fueron caracterizadas en el año 2015, por esto no se tienen en cuenta en el presente informe.

Tabla 13. Resumen del sistema operacional minero 100 UPM caracterizadas

Sistema operacional	Circuito de ventilación adecuado	Mantenimiento de equipos	Maquinaria y equipos	Adecuado sistema de sostenimiento	Método de explotación	Red de conexión eléctrica	Adecuada infraestructura
SI CUMPLE	14 (12)*	2	2	37 (12)*	2	2	2
NO CUMPLE	86	98	98	63	98	98	98

* Minería a cielo abierto

Fuente: Medio Ambiente Ingeniería S.A.S

9.1 Características generales de la minería desarrollada en el municipio de Marmato

En Marmato se desarrolla mayoritariamente una minería artesanal y de pequeña escala –MAPE-. Son explotaciones mineras pequeñas, algunas con plantas de beneficio propias y otras que dependen de terceros para poder beneficiar.

Si bien las condiciones tecnológicas de estos procesos son precarias, en muchas zonas del país ha adquirido un cierto nivel de desarrollo técnico. La pequeña minería subterránea en su sistema de explotación emplea taladros, martillos manuales e hidráulicos y compresores portátiles. El sistema de transporte se caracteriza por coches de tracción humana, carretillas de mano y cables aéreos; es menos frecuente pero se usan las vagonetas movidas con electricidad.

La explotación tiene dos momentos: el arranque o descuñe y el transporte del material.

El beneficio de los metales preciosos se hace a través de la trituración del material para reducir de tamaño del mineral, mediante una molienda primaria en la que se inicia la concentración de los metales preciosos por métodos gravimétricos, dando paso a una segunda molienda en la que se logra un tamaño de material indicado para ser sometido a extracción por cianuración.

El acceso a tecnologías apropiadas es limitado en vista de que no se han implementado mecanismos con los cuales el pequeño minero pueda hacerse a

tecnologías apropiadas y adaptadas a las necesidades de su actividad. No hay procesos de formación (formales e informales) que permitan al pequeño minero adquirir competencias técnicas en las diferentes operaciones, lo que incide en el ordenamiento minero actual.

No existen programas de exploración minera lo que ha obligado al pequeño minero a desarrollar una minería desordenada, incidiendo en los altos costos medio ambientales.

No existe capacidad económica del pequeño minero para desarrollar cambios a nivel tecnológico con los cuales asumir tecnologías de punta, sin embargo es posible pensar en promocionar procesos tecnológicos propios a bajo costo.

9.2 Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo SG-SST

De acuerdo con la Ley 1562 de 2012 y el decreto 1886 de 2015 como instrumentos legales y normativos para la promoción de la seguridad y salud en el trabajo y la prevención de los riesgos laborales, para evitar accidentes de trabajo y enfermedades laborales, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud constituye una serie de estrategias, reglamentos y procedimientos que deben adoptarse e implementarse en las Unidades de Trabajo.

Frente a ello, se obtuvieron una serie de elementos de análisis, los cuales se presentan a continuación:

✓ Unidades Productoras Mineras UPM:

Las Minas Inactivas no contaban con la respectiva señalización y unas pocas contaban con bloqueo de ingreso. En lo que se refiere al reglamento de seguridad minera, se encontró que los mineros no cuentan con conocimiento frente al reglamento de seguridad e higiene, reflejado en inexistencia de planes, estrategias y comités de trabajo.

Al indagar por las causas frente a los débiles procesos en materia de seguridad en el trabajo, se encontró que las UPM no han participado en procesos de capacitación frente al tema, y aunque, en algunos casos develan la importancia del tema, manifiestan poca oferta institucional para generar procesos formativos. Así mismo, se identificó que no se cuenta con control por parte de las Autoridades Competentes.

✓ **Plantas de Beneficio PB:**

Los Molinos o Plantas de Beneficio cuentan en su mayoría con señalización de tipo informativo, restrictivo y preventivo. En cuanto a los elementos de protección personal en su mayoría, se registró el uso de guantes, mascarilla, botas y tapa oídos.

Aunque un porcentaje alto de las PB no cuentan con reglamento interno, se evidenció que constantemente son capacitados en temas como comunicación de riesgos, acciones de emergencia, prevención de incendios, seguridad general, primeros auxilios, ruido y seguridad eléctrica, por entidades como la Administración Municipal y el Cuerpo de Bomberos.

Un porcentaje bajo de los trabajadores de Plantas de Beneficio no se encuentran afiliados a seguridad social, ni a riesgos laborales según la categoría que corresponde para la actividad minera.

9.3 Diagnóstico geológico

El municipio de Marmato se localiza en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de Colombia donde se presentan litologías ígneas, metamórficas, sedimentarias y volcanosedimentarias. El depósito vetiforme o filoniano de oro que se presenta en el municipio se encuentra hospedado en un cuerpo ígneo hipoabisal que toma el nombre Stock de Marmato de edad Mioceno (González, Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina)., 1980); esta unidad está compuesta por pórfidos dacíticos, los cuales albergan la mayoría de la mineralización y por pórfidos andesíticos rodeando (González, 1976)

La mineralización que predomina en el depósito y a la que se asocia el oro corresponde a sulfuros como pirita, esfalerita rica en hierro o marmatita, y en menor medida calcopirita, pirrotina y galena (Mora & Cuellar, 1982). Estructuralmente las vetas del depósito se presentan en 3 sistemas: el primer sistema presenta tendencia en rumbo N 40-60 W y buzamiento hacia el NE, además de ser las que contienen los mayores tenores, el segundo sistema presenta vetas con tendencia en rumbo de N 10-20 W y buzamiento hacia el SW y el tercer sistema presenta tendencia en rumbo de N 40-60 E y buzamiento hacia el SE (Cuervo & Lamus, 2006).

Como litología metamórfica se presentan rocas que se asocian al Complejo Arquía como esquistos grafitosos, micáceos de edad Paleozoica y anfibolitas y serpentinitas de edad Cretácico inferior; estas rocas encuentran intruidas por los cuerpos hipoabisales del Stock de Marmato (Restrepo & Toussaint, 1975).

Como unidad sedimentaria se presenta el miembro superior de la Formación Amaga el cual se le asigna como edad Oligoceno Superior – Mioceno Inferior, está compuesta por sedimentos continentales como areniscas bien cementadas de color crema y arcillolitas de color ocre, cuya relación con los pórfidos es intrusiva (GROSSE, 1926) (González, 1980)

La Formación Combia está compuesta por material piroclástico, aglomerados, brechas y tobas con algunos flujos de lavas básica y hacia el techo rocas volcanoclásticas, cuya edad es Mioceno Superior – Plioceno y la relación con los pórfidos es intrusiva (González, 1976).

Por último, se tienen depósitos cuaternarios, representados por aluviones formados por producto del arrastre de materiales provenientes de la minería y que reposan sobre los lechos de las quebradas Pantanos, Canelón de La Iglesia y Cascabel, lo cual incentiva la actividad de barequeo y cenizas volcánicas que recubren en gran parte el suelo.

✓ **Geología estructural**

El municipio de Marmato se ve afectado por tres fallas principales, estas son: Falla Chaburquí, Falla El Volante y Falla El Llano. Geomorfológicamente estas estructuras se ven reflejadas en el curso recto que siguen algunas quebradas y en el fuerte diaclasamiento que se presenta en el macizo rocoso en general.

La falla Chaburquí controla el cauce de la quebrada San Jorge y alinea el Cerro El Burro y el Cerro Tacón, además presenta bajos ángulos de buzamiento con tendencia al SE. Por el contrario, la falla El Volante presenta altos ángulos de buzamiento con tendencia al NE y controla el cauce de la quebrada Cascabel. La falla El Llano corta el pórfido dacítico del Stock de Marmato y la Formación Amaga y presenta buzamientos de bajo grado con tendencia al NW (Corpocaldas, 2012)

✓ **Riesgos**

▪ **Riesgos por fenómenos naturales**

En el municipio de Marmato se tienen identificados riesgos por deslizamientos, los cuales se han visto incrementados por las fuertes temporadas invernales. Estas zonas de riesgo corresponden a las Veredas La Miel (sector La Laguna) y Vereda El Vergel en donde se han presentado deslizamientos que obligaron a la reubicación de varias viviendas. En el sector de La Garrucha, se presenta riesgo por deslizamiento asociado a la socavación que genera el Río Cauca en este sector, en donde se requiere la reubicación de varias viviendas. En la vereda La Loma o Cabras, sector conocido como El Salto, se presenta un riesgo por deslizamiento asociado a una explotación a cielo abierto, en la cual se utiliza el método de presión hidráulica para la extracción de oro, lo cual ha contribuido a la inestabilidad del terreno en este sector.

Se debe mencionar además el riesgo existente ante la ocurrencia de flujos de escombros sobre la quebrada Pantanos en el sector de Cascajero (vereda El Llano),

pues el manejo inadecuado de los estériles arrojándolos de manera indiscriminada sobre este drenaje favorece la formación de una posible avalancha. De igual forma se tiene este tipo de riesgos en las zonas de influencia de las quebradas Canalón de la Iglesia y Cascabel, que afectarían la infraestructura urbana.

- **Riesgo por caídas de bloques**

Otro tipo de riesgo que se tiene identificado en el municipio de Marmato es el que tiene que ver con la frecuente caída de bloques de gran tamaño en el sector de la vía troncal hacia Medellín (sector oriental del municipio), zona que se caracteriza por la presencia de laderas de fuerte y prolongada pendiente que dan lugar a la formación de taludes de gran inclinación, en los cuales es común el desprendimiento y caída de rocas sobre la vía, principalmente cuando se tienen fuertes precipitaciones. Estos bloques amenazan la población que transita sobre la vía y ocasionalmente obstruyen el tráfico.

9.4 Diagnóstico ambiental

Desde una perspectiva general, las actividades antrópicas asociadas a la minería en Marmato, han venido esbozando a lo largo de los años, una serie de problemáticas ambientales que se han intensificado por la implementación de técnicas de producción ineficientes, desconocimiento de los procesos de explotación y beneficio, escasa verificación por parte de entidades ambientales, etc. El presente documento recopila las generalidades ambientales presentadas en aspectos fundamentales como: manejo de estériles, calidad de aire, calidad de agua, manejo de insumos, manejo de residuos, afectaciones al paisaje entre otros, siendo abordados desde un ángulo técnico a partir del trabajo realizado en campo y de la revisión de fuentes secundarias.

- ✓ **Manejo de Estériles.**

Para la disposición final de estériles se implementa la metodología de vertido libre en donde la inclinación del talud depende directamente del ángulo de reposo y granulometría de los estériles.

No se registraron situaciones en las cuales se implemente el uso de escombreras previamente diseñadas; como generalidad la disposición de estériles se realiza de manera improvisada, sin considerar las afectaciones que estos pueden generar en la zona. En la mayoría de casos, dichos estériles son arrojados a pocos metros de la bocamina y dada las condiciones del terreno; estos ruedan cuesta abajo, siendo susceptibles al arrastre y realizando alteraciones geomorfológicas que contribuyen a

un aumento en el riesgo de derrumbes, además los cambios geomórficos realizan modificaciones en el régimen de escorrentía superficial que conlleva al desvío y contaminación de cuerpos de agua.

Se evidenció que las afectaciones se ven incrementadas en sectores de auge minero como “Cien Pesos”, en donde existe una mayor concentración de minas por unidad de área.

Por su parte, se presentaron casos aislados en los cuales los estériles fueron utilizados como insumo para el método de explotación por corte y relleno, en el cual son utilizados para dar soporte estructural en la mina, mitigando el impacto ambiental en la zona circundante a la bocamina.

✓ **Material Particulado.**

El material particulado producido por la actividad minera se genera principalmente durante las fases de voladura, transporte de estériles, transporte de material de beneficio y uso de vías sin asfalto. El material particulado comúnmente conocido como polvo, se presenta en tamaños de partícula que van desde 1µm hasta 1000µm (micrómetros) y presentan una composición química variable dependiendo del tipo de mineral trabajado; dadas las condiciones de densidad y tamaño de partícula, parte del material se suspende y el restante se deposita sobre la zona de influencia.

El polvo suspendido afecta la calidad del aire generando molestias a las personas en la zona de afectación y dependiendo del nivel de inmisión se puede generar enfermedades como silicosis o asbestosis.

El material particulado depositado genera detrimento de la infraestructura y la maquinaria; al depositarse sobre la superficie foliar (hojas) de las plantas afecta directamente los procesos de intercambio gaseoso y la captación de luz solar lo que perturba los procesos fotosintéticos.

Adicionalmente, se observó que no existen programas de mitigación para la producción de material particulado además el estado de las vías y las condiciones climatológicas favorecen la problemática. Así mismo se identificó que en muchos casos los trabajadores no conocen las consecuencias de la inhalación de sólidos suspendidos y no cumplen con las condiciones mínimas de seguridad como el uso de tapabocas.

Por otra parte, dada la cercanía de las minas con la cabecera municipal, el estado de las vías y el transporte de mineral de las minas a los molinos, la problemática del material particulado se traslada de la zona minera a la zona urbana.

✓ **Insumos.**

▪ **Derivados del petróleo.**

Insumos como gasolina, A.C.P.M, aceites, grasas, etc. son principalmente utilizados en el transporte y beneficio de mineral.

Se observó que no es común el uso de motores de combustión dentro de los procesos de explotación y beneficio minero, con lo cual la implementación de insumos derivados del petróleo es relegado principalmente a vehículos de carga y transporte de minerales. De lo anterior es posible concluir que no existe un impacto ambiental considerable por el uso de derivados del petróleo y su disposición final.

✓ **Explosivos.**

Según la información suministrada en la caracterización, existen dos tipos principales de explosivos utilizados en la extracción de mineral; estos son el Indugel y el ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil). La principal afectación ambiental generada por el uso de explosivos proviene de los gases generados por la combustión de los mismos; la metodología que implementan para afrontar dicha problemática consiste en la ventilación de la mina posterior a la detonación de dichos explosivos, la cual se realiza, por lo general, de manera natural sin el uso de equipos de ventilación.

▪ **Productos químicos básicos.**

Los productos químicos básicos son insumos consumidos en grandes cantidades y de bajo costo por unidad de masa. Se observó que los productos químicos básicos utilizados en el proceso de beneficio son el cianuro de sodio y el zinc en viruta, siendo el cianuro de sodio el que mayor afectación ambiental presenta.

El cianuro de sodio es una sal sódica de fácil ionización utilizada en el proceso de beneficio, específicamente en la etapa de cianuración, en donde, el cianuro de sodio genera un complejo con el oro extrayéndolo del complejo mineral, según (Logsdon, 2001):

El cianuro es uno de los pocos reactivos químicos que disuelven el oro en agua. Es una sustancia química industrial común que se consigue fácilmente a un precio razonablemente bajo. Por razones técnicas y económicas, el cianuro ha sido utilizado en la extracción de metales desde 1887 y actualmente se le utiliza y maneja en forma segura en la recuperación de oro en todo el mundo. Las operaciones mineras para la extracción de oro utilizan soluciones muy diluidas de cianuro de sodio, típicamente entre 0.01% y 0.05% de cianuro (100 a 500 partes por millón). (p. V)

Se observó que, por el bajo nivel de tecnificación en los molinos de beneficio, no existen metodologías para el adecuado manejo de este insumo, así mismo, no se presentaron sistemas de recuperación o neutralización; con base en lo anterior se pudo evidenciar, por la tonalidad azul característica, que existe contaminación por cianuro en los suelos y aguas en las zonas circundantes a los molinos.

A pesar de esto el impacto ambiental puede considerarse de baja escala ya que el cianuro es un contaminante no persistente, (Logsdon, 2001) dice:

Una de las principales preocupaciones para la salud y el ambiente relacionados con los químicos sintéticos es que no se descomponen rápidamente y, por lo tanto, pueden acumularse en la cadena alimenticia. Sin embargo, el cianuro se transforma en otras sustancias químicas menos tóxicas mediante procesos físicos, químicos y biológicos naturales. Dado que el cianuro se oxida cuando es expuesto al aire o a otros oxidantes, se descompone y no persiste. Aunque es un veneno mortal cuando es ingerido en una dosis suficientemente elevada, no causa problemas crónicos en la salud o en el ambiente cuando está presente en concentraciones bajas. (P. V)

Es importante mencionar que los niveles de toxicidad son susceptibles a los niveles de aireación en la disposición final de compuestos cianurados, por lo que de acumularse en lugares de baja ventilación tendrán un proceso de transformación lento.

✓ **Tratamiento de aguas residuales y manejo de residuos.**

En la gran mayoría de los casos las aguas residuales domésticas se mezclan indiscriminadamente con las aguas residuales de los procesos mineros y luego son vertidas en las vaguadas o cauces próximos sin tratamiento previo alguno.

Por otra parte, la mayor parte de UPM y molinos de beneficio no presentan licencias ambientales ni realizan aportes de tasa retributiva por contaminación. Se observó que algunos molinos aledaños realizan reutilización de aguas de proceso provenientes de molinos localizados en la parte superior de la ladera.

Los residuos sólidos diferentes a los estériles son dispuestos inadecuadamente en las proximidades de la bocamina. La gran mayoría de UPM y PB no realizan una gestión adecuada de los residuos sólidos y no se realizan procesos de separación en la fuente. Para las minas y molinos cercanos a la cabecera municipal existe la posibilidad de acopio de basuras por medio de vehículo compactador.

Por otro lado, los lodos provenientes de los procesos de beneficio de oro son arrojados sin tratamiento previo al suelo, ocasionando pérdida de sus propiedades fisicoquímicas.

✓ **Punto Ecológico.**

No se observó la implementación de puntos ecológicos en las UPM, por el contrario, en gran parte de las PB se observaron puntos ecológicos correctamente implementados y señalizados, aunque la disposición final no se realiza de manera adecuada.

✓ **Ruido.**

La contaminación auditiva para la zona de influencia minera proviene de diversas fuentes y es un componente de vital importancia en las condiciones de seguridad en el trabajo ya que la exposición a ruidos fuertes durante largos periodos conlleva a problemas auditivos y psicológicos.

Las principales fuentes de ruido se encuentran en las zonas de beneficio, por el uso de equipos de compresión, molinos de bolas y mesas concentradoras; dichos equipos no se encuentran en zonas especiales con las condiciones de aislamiento acústico adecuado, además, en muy pocos casos se evidenció el uso de implementos de protección auditiva.

✓ **Contaminación visual:**

El mayor problema que se presenta tiene que ver con la falta de prácticas de producción limpia en los molinos ya que la disposición de residuos sólidos generados no es la correcta, se puede observar el flujo de escombros y la disposición de mineral en costales en lugares no aptos afectando el paisaje y aumentando el riesgo de la comunidad que transita por el espacio público.

Las condiciones de las vías no asfaltadas bajo ciertas condiciones climáticas afectan directamente al paisaje; en condiciones de verano el material particulado es elevado por el tránsito de vehículos de carga, el polvo volatilizado se mueve hasta el centro urbano y se deposita en las viviendas y negocios generando detrimento del paisaje y de las condiciones de vida cotidiana. Por otra parte, en condiciones de invierno, se generan lodazales que vuelven algunas vías principales intransitables para los peatones.

9.5 Diagnóstico social

El municipio de Marmato tradicional e históricamente ha desarrollado la minería como actividad económica principal. Sin embargo, es importante señalar que dicha actividad ha trascendido los aspectos económicos, convirtiéndose en una expresión social y cultural del territorio. Como prueba de ello, se señala que su escudo, bandera,

himno, tradiciones, festividades, prácticas culturales y sociales configuran la identidad del municipio y la región.

Con el fin de identificar las condiciones sociales y culturales características del municipio de Marmato, se llevó a cabo un ejercicio de recolección de información de fuentes secundarias y se realizaron visitas para la obtención de información de fuentes primarias, las cuales se referencian a continuación.

- Fuentes primarias: Visitas a las Unidades Productoras Mineras UPM, trabajo de campo y observación, charlas informales con pobladores de la región e Instituciones como Administración Municipal, entre otros.
- Fuentes secundarias: Revisión de información secundaria como Esquema de Ordenamiento Territorial, Plan de Ordenación y Manejo –POMCA- de la Cuenca Hidrográfica del Río Opirama, río Supía y otros aferentes directos al Cauca, Plan de Acción Inmediato-PAI- para el municipio de Marmato, Agenda Ambiental del municipio de Marmato, Plan de Desarrollo municipal 2016-2019, entre otros.

✓ **Características poblacionales**

Según el Censo 2005, el municipio de Marmato cuenta con una población total de 8.782, de los cuales 1.140 corresponden a la cabecera municipal y 7.642 al resto de población.

Del total de la población de Marmato el 51,8% son hombres y el 48,2% mujeres.

✓ **Comunidades étnicas**

Continuando con la información censal, el 56,3% de la población residente en Marmato se auto reconoce como Negro, mulato, afrocolombiano o afro descendiente; el 17% de la población hace parte de la Parcialidad indígena Cartama.

✓ **Institucionalidad**

En materia de Instituciones, el municipio de Marmato cuenta con la Administración Municipal, el Concejo Municipal conformado por 9 honorables concejales, el Hospital San Antonio ubicado en El Llano y cuenta con 17 escuelas de enseñanza primaria, dos urbanas y quince rurales, tres establecimientos de secundaria, un Instituto Agropecuario, un Colegio Agrícola y La Escuela de Minas, entidad de educación superior.

✓ **Viviendas**

De acuerdo con la información obtenida en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, el 95,1% de las viviendas de Marmato son casas (DANE, 2005). El material predominante de las viviendas es adobe y en menor proporción se evidencian algunas casas en bahareque.

✓ **Servicios Públicos**

Los servicios públicos (agua, electricidad, acueducto, alcantarillado, disposición de residuos sólidos, teléfono y gas) son fundamentales y desempeñan un papel esencial en el desarrollo económico y social, así como en las condiciones de calidad de vida. En el municipio de Marmato el 96.5% de la población cuenta con el servicio de energía, 60% con alcantarillado, 62,4 acueducto, 17,7 telefonía y no se cuenta con gas natural.

✓ **Educación**

El municipio cuenta en total con 5 instituciones educativas y once sedes de estas en total.

Tabla 14. Instituciones educativas de Marmato

Nombre	Carácter	Sector
Institución Educativa Rafael Pombo	Pública	Vereda La Cuchilla
Institución Educativa Cabras	Pública	Vereda Cabras
Institución Educativa El Llano	Pública	Vereda El Llano
Institución Educativa General Ramón Marín	Pública	Corregimiento de San Juan
Institución Educativa Marmato	Pública	Marmato- Cabecera municipal

Fuente: Construcción propia a partir de información del municipio de Marmato

✓ **Problemáticas sociales**

Dentro de las problemáticas sociales identificadas se encuentran la explotación sexual, el alcoholismo y el consumo de sustancias psicoactivas (marihuana en mayor proporción). Frente a ello, no se hallaron acciones que se implementen desde las

UPM para reducir o mitigar dichas problemáticas; por el contrario, se percibe una tendencia a normalizar dichas prácticas.

Es importante señalar que, no se registró presencia de grupos armados al margen de la ley.

✓ **Pobreza multidimensional**

El Índice de Pobreza Multidimensional-IPM del municipio de Marmato Caldas es del 64.4% por encima del promedio departamental que es del 46%, el cual caracteriza por la deficiencia en las siguientes dimensiones:

Tabla 15. Índice de Pobreza Multidimensional-IPM del municipio de Marmato

ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL	Departamento	Municipio
Bajo logro educativo	65.5%	82.3%
Analfabetismo	15.6%	17.3%
Inasistencia escolar	7.8%	9.8%
Rezago escolar	270.0%	28.7%
Barreras de acceso a servicios para cuidado de la primera infancia	12.8%	21.8%
Trabajo infantil	4.2%	7.1%
Alta tasa de dependencia económica	40.3%	42.2%
Empleo informal	85.6%	89.2%
Sin aseguramiento en salud	29.2%	42.5%
Barreras de acceso a servicios de salud	6.1%	9.7%
Sin acceso a fuente de agua mejorada	13.3%	41.1%
Inadecuada eliminación de excretas	6.1%	31.3%
Pisos inadecuados	1.3%	8.2%
Paredes inadecuadas	5.3%	3.7%
Hacinamiento	11.5%	15.4%
IPM	46.1%	64.4%

Fuente: Plan de desarrollo Marmato 2016-2019

✓ **Población víctima**

Las 298 personas víctimas de desplazamiento corresponden a 114 núcleo familias; varios de estos núcleos tienen conformación de familias con personas que no son reconocidas por el Estado como víctimas. De esta población hay identificadas 8 personas con discapacidad, 4 personas afro descendientes y 23 indígenas.

Tabla 16. Población en condición de desplazamiento forzado Marmato

CARACTERIZACIÓN POR EDAD	TOTAL	FEMENINO	MASCULINO
0-5	24	10	14
06- 12	53	28	25
13- 17	44	23	21
18- 26	54	33	21
27- 60	112	60	52
61 y más	11	3	8
TOTAL	298	157	141

Fuente: Plan de desarrollo Marmato 2016-2019

✓ **Organización y participación**

En el municipio de Marmato se registraron 18 Juntas de Acción Comunal en las veredas de La Miel, La Cuchilla, El Vergel, La Portada, La Torre, Cabras, Guadualejo, La Loma, Echandía, Boquerón, San Juan, Republicana, El Llano, El Tejar, Jiménez, Sector Centro, Manzanilla y Concharí. Adicionalmente, se registró la Cooperativa de Mineros de Marmato, Asociación de Joyeros de Marmato, Empresas asociativas mineras y la Escuela Minera de Marmato.

En lo que se refiere a Instancias de Participación se identificaron las siguientes:

- Consejo Territorial de Planeación
- Consejo Consultivo de Ordenamiento
- Consejo Municipal de Paz
- Consejo Municipal de Política Social
- Consejo Municipal de Desarrollo Rural
- Consejo Comunidades Negras
- Consejo Consultivo de Planificación de Territorios Indígenas
- Juntas Administradoras Locales
- Consejo Municipal de Cultura
- Consejo Municipal de Juventud
- Consejo Municipal Ambiental

✓ **Aspectos sociales de la minería**

La minería se posiciona en el municipio de Marmato como la principal actividad económica pero también alrededor de dicha actividad se configuran y construyen signos identitarios que se reflejan en las condiciones sociales y culturales de los mineros y del municipio en general.

A partir del trabajo realizado en el marco del contrato 31102017-0908 entre la Gobernación de Caldas y la firma consultora Medio Ambiente Ingeniería S.A.S S.A.S con el fin de caracterizar y diagnosticar las Operaciones Mineras del municipio de Marmato, se identificaron aspectos sociales y culturales que dan cuenta de los medios y formas de vida, el nivel de relacionamiento con organizaciones comunitarias, principales problemáticas sociales, abordaje del enfoque de género en la minería, aportes de la minería en espacios recreativos, educativos y de salud, entre otros. A continuación, se describen los elementos encontrados dentro del contexto social:

✓ **Comunidad minera**

Con el fin de identificar las características de la comunidad minera, se llevaron a cabo visitas a las Unidades Productoras Mineras, teniendo como referente el formato diseñado por el Ministerio de Minas. Adicionalmente, se llevó a cabo un ejercicio de observación para la identificación de los aspectos relevantes.

Dentro de este contexto, se encontró que en la comunidad minera se cuenta con presencia de población que se auto reconoce como afro descendientes e indígenas. Al indagar por los lugares de procedencia, se encontraron oriundos de la región o de municipios cercanos como Supía y Riosucio, y otros foráneos provenientes del departamento de Antioquia.

Por su parte, se identificó que la población asentada dentro del área de influencia de las UPM, cuentan con acceso al servicio de electricidad, el cual es prestado por la Central Hidroeléctrica de Caldas CHEC. En lo que se refiere al servicio de Agua, en la zona rural se cuenta con Juntas de Acueducto Veredal y en la zona urbana el servicio es prestado por EMPOCALDAS S.A E.S.P.

Así mismo, en lo referente al acceso a la educación, en el municipio de Marmato se cuenta en total con 5 instituciones educativas y once sedes de estas en total. Por su parte el acceso a la educación superior debe realizarse en ciudades como Manizales, Pereira o Medellín y en municipios cercanos como La Pintada y Riosucio; lo anterior se refleja en que los índices de educación superior no superan el 0,6% (Marmato, 2016) de la población.

De manera general, las UPM no cuentan con infraestructura y acceso a los servicios de salud, puesto que el Hospital más cercano se localiza en La Vereda El Llano, el cual dista a 6 Kilómetros de la cabecera municipal.

✓ **Trabajo infantil en la actividad minera**

Aunque no se encontró un porcentaje alto de población infantil en las Unidades Productoras Mineras caracterizadas, se pudo evidenciar la presencia de niños y jóvenes en las Plantas de Beneficio. Frente a ello, el municipio de Marmato en su Plan

de Desarrollo 2016- 2019 cuenta con el subprograma de protección y garantía de derechos, cuyo objetivo es disminuir el índice de niños y niñas vinculados a las actividades laborales, entre ellas la minería.

✓ **Enfoque de género**

En lo que se refiere al enfoque de género, no se encontró presencia de mujeres que desarrollen actividades en las UPM, sin embargo, otras fuentes señalan que algunas de estas desarrollan actividades dedicadas a la chatarrería. Al indagar por otras actividades que desarrollan las mujeres, se encontró que un gran porcentaje de estas se dedican a las labores del hogar.

Adicionalmente se pudo identificar presencia de mujeres en las Plantas de Beneficio.

✓ **Creencias religiosas**

A partir del trabajo realizado se pudo identificar que, en el municipio de Marmato se cuenta con capillas de la iglesia católica en Echandía, La Miel, Cabras y La Cuchilla. De igual manera, se cuenta con cultos de adventistas, cuya sede se localiza en las veredas Guadualejo, El Vergel, La Portada, La Cuchilla, La Miel y Llano grande y el pentecostés cuentan con una sede en La Portada.

Dentro de este contexto, es importante señalar que la comunidad minera desarrolla prácticas religiosas como asistencia a los respectivos cultos, razón por la cual se encontró como generalidad que los días sábados y domingos no son destinados al trabajo minero.

✓ **Actividades económicas complementarias**

Aunque la minería es la actividad principal de los trabajadores de las UPM, en algunos sectores como Guadualejo, Echandía, La Cuchilla, El Salto, Cabras y San Juan se encontró desarrollo de actividades secundarias como la agricultura, basada principalmente en el cultivo de café.

✓ **Relacionamiento de las UPM con las comunidades aledañas**

En lo que se refiere al relacionamiento de las UPM con la comunidad aledaña, no se registra interacción con Juntas de Acción Comunal u otro tipo de organización comunitaria; lo anterior se refleja en que no se cuenta con apoyo de las Unidades Mineras al fortalecimiento de espacios comunitarios.

✓ **Incidencia de la actividad minera en los entornos familiares**

Dentro de las temáticas de interés para los aspectos sociales, se señala la importancia de conocer el nivel de incidencia de la minería en los entornos familiares. Al abordar dicha categoría de análisis se encontró que al ser una actividad que desarrollan exclusivamente los hombres, no es posible generar o fortalecer lazos familiares alrededor de ella. Así mismo, se identificó que, aunque es transmitida generación tras generación, la Institucionalidad ha trabajado en la tecnificación de la misma, sin embargo, el trabajo artesanal y empírico sigue predominando.

Por su parte, como producto de las prácticas heredadas del proceso colonizador, se reconoce la presencia y reproducción del patriarcado, conocido comúnmente como “*machismo*” como una expresión social común entre los marmateños. Desde la sociología, este fenómeno se explica cómo comportamientos de jerarquía o superioridad del género masculino sobre el femenino, así como la atribución de actividades de acuerdo con el género.

✓ **Organización y participación de la minería en espacios democráticos y políticos**

La construcción de espacios democráticos y políticos propende por la participación de quienes habitan en un territorio. A partir del anterior planteamiento, se considera que, la minería al posicionarse como principal actividad económica del municipio debe cumplir un papel fundamental en la democracia y la política, entendidos estos como la capacidad de una sociedad de incidir, transformar y direccionar procesos en función de su propio desarrollo. En este sentido, se encontró que los mineros de la zona no se encuentran asociados ni organizados, hecho que dificulta e impide la participación en espacios políticos y democráticos.

✓ **Articulación de la minería con instrumentos de planificación**

En el municipio de Marmato, se cuenta con una serie de instrumentos de planificación, siendo estos las estrategias, programas y proyectos para ordenar el territorio. Dentro de estos se encontraron los siguientes: Agenda Ambiental para el municipio de Marmato, Esquema de Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo Minero de Caldas, Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019, Plan de Ordenación y Manejo POMCA de la Cuenca del Río Opirama- Río Supía y otros directos al Cauca, Plan de Acción Inmediata de Marmato, entre otros.

No obstante a todos los instrumentos encontrados, no se encontró apropiación o articulación de los mineros al ordenamiento territorial, aspecto que debe ser considerado para el desarrollo de una minería social y ambientalmente sostenible.

Aspectos sociales de las Plantas de Beneficio

Una vez realizadas las visitas técnicas a un porcentaje de los Molinos o Plantas de Beneficio, en donde trituran y procesan todo el material que es extraído de las UPM tanto al interior de la montaña, como la que se practica a cielo abierto, son evidentes varios aspectos para destacar y tener en cuenta; entre ellos se encuentran la motivación de los marmateños por trabajar y conseguir dinero para su sustento, prueba de ello, es que muchos de ellos han salido adelante siendo constantes en su labor, empezando desde el trabajo en las Minas hasta poder conseguir una base económica estable que les permita construir su propio entable y por ende beneficiarse del material de mina, siendo este proceso más rentable.

Por otra parte, similar a la situación de las UPM, se evidenció que un porcentaje importante de los trabajadores de las Plantas de Beneficio destinan sus ingresos al consumo de sustancias psicoactivas durante la actividad laboral, al consumo de alcohol y explotación sexual.

Otro de los acontecimientos evidenciados es la intermitencia en el recurso agua destinado para el recurso humano, lo anterior causa preocupación ya que se pueden presentar situaciones de salud pública, tanto en la población oriunda como en los visitantes.

9.7 Aspectos Culturales

✓ Prácticas culturales alrededor de la actividad minera

El reconocimiento de las prácticas culturales alrededor de la minería se convierte en un aspecto de gran relevancia para la comprensión del sistema social y cultural de Marmato.

En el marco de las prácticas culturales, se sitúan las festividades, mitos, leyendas entre otros.

- **Festividades y actividades culturales:** En el municipio de Marmato se realizan celebraciones como las fiestas del Barequero en el Llano, Fiestas del Oro en zona urbana del Marmato o las en Honor a San Antonio de Padua Patrono de los mineros. También se tiene festividades motivadas por la comunidad como lo son las Fiestas de San Juan, las Fiestas del Plátano en la Inspección

de Policía La Miel, así como los homenajes a los campesinos del municipio (Marmato, 2016).

- Sitios de interés cultural: Las entidades culturales se reducen a la Casa de la Cultura Iván Cocherín y la Banda de Música adscrita al Instituto Oficial Marmato; también hacen presencia grupos de música y danza además de colectivos deportivos (Marmato, 2016).
- Mitos y leyendas: Se constituyen como una de las tradiciones más antiguas del territorio colombiano, puesto que, alrededor de estas se construyen y reconstruyen historias y sucesos que recrean situaciones reales o imaginadas por los pobladores. Marmato no es ajeno a este tipo de tradiciones, por el contrario, son comunes las historias de La Bruja y el Agua de Cascabel, ambas asociadas a la actividad minera.

✓ **Parcialidad Indígena Cartama**

Marmato hace parte de la cuenca media del río Cauca, una región poblada milenariamente por Quimbayas en la margen derecha, y en la margen izquierda por pueblos indígenas genéricamente conocidos como Ansermas (que comprenden a Tabuyos, Tachiguíes, Umbras, Guáticas, Quinchías, Turzagas, Cumbas, Pirzas, Sonsones, Supías, Cartamas y Moragas, entre otros), en íntima relación con el pueblo indígena Chamí, al occidente, en dirección al Chocó.

Marmato fue poblada por los indígenas Cartama y Moragas, los cuales en un siglo fueron exterminados.

Hacen parte de la parcialidad indígena de Cartama las comunidades de Cabras, Guayabales, Monterredondo, San Juan, Tacón, Boquerón, el Llano, la Cuchilla, Guayabito, Jiménez y Echandía, las cuales están agrupadas bajo la forma de cabildo. De acuerdo a la realización del estudio etnológico por parte del ministerio del interior, el Asentamiento de Cartama la integran 1584 personas agrupadas en 384 familias que se auto reconocen como indígenas y que habitan en las comunidades de Buena Vista (12), Boquerón (26), Cabras (9), Echandía (18), El Llano (19), Tejar (11), El Volante (11), Garrucha (4), Guayabito (47), Jiménez Alto (32), Jiménez Bajo (32), La Loma (2), La Miel (13), Limonar (3), Llano Grande (28), Monterredondo (38), Republicana (16), San Juan (51) y Tacón (12). (Corpocaldas, 2010)

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del trabajo realizado por el equipo interdisciplinario, en el marco del contrato 31102017-0908 celebrado entre la firma consultora Medio Ambiente Ingeniería S.A.S y la Gobernación de Caldas, con el fin de caracterizar y diagnosticar las Operaciones Mineras del municipio de Marmato, se han identificado elementos y aspectos de gran relevancia para el análisis de las condiciones generales, ambientales, técnicas, sociales, económicas y de seguridad en el trabajo de las Unidades Productivas Mineras UPM y Plantas de Beneficio PB del municipio de Marmato:

Aspectos técnicos y generales:

La minería en el municipio de Marmato es la actividad económica de mayor importancia y tradición; la explotación de oro se ha realizado durante cinco (5) siglos a pequeña escala y mayoritariamente de forma artesanal, con conocimiento empírico que ha pasado de generación en generación, lo que implica que la mayoría de los mineros no encuentran importante realizar estudios técnicos que dirijan la explotación. Claros ejemplos de esto se ven reflejados en casos donde por no tener controles topográficos en el avance de los túneles, van ascendiendo o descendiendo de manera incontrolada sin dejar machones de seguridad que protejan las minas de sufrir subsidencia o de cruzarse.

La falta de desarrollo técnico también se evidencia en minas que sufren graves problemas de estabilidad y que por falta de estudios geomecánicos no emplean el método correcto de sostenimiento en el lugar necesario. Además, la falta de medidas de seguridad es notoria, principalmente en las unidades productivas mineras, ya que en la mayoría solo utilizan casco y no tienen en cuenta el uso de guantes, tapabocas, botas con puntera de seguridad, señalización y medición de gases en los túneles. Por el contrario en el caso de las plantas de beneficio la mayoría se encuentran más desarrolladas en las medidas de seguridad, ya que cuentan con señalización y elementos de seguridad tales como pasamanos, barras de seguridad y pocetas de almacenamiento; además muchos de los encargados expresaron haber sido capacitados en temas relacionados con seguridad en el trabajo por entidades como bomberos y la Administración Municipal.

Desde los aspectos técnicos y generales, se recomienda ofrecer a los pequeños mineros de Marmato, incluyendo los mineros del sector norte del municipio, diferentes tipos de capacitaciones en temas técnico-mineros y técnico-ambientales, que los concientice de la importancia de implementar estudios. También se sugiere ofrecer asesoría técnica profesional tanto en minería subterránea como a cielo abierto en temas de exploración, muestreo y análisis de laboratorio, técnicas de explotación, extracción y beneficio, control del avance del túnel, sostenimiento de la mina y manejo adecuado de estériles, ya que ellos se encuentran en total disposición de recibir cualquier ayuda para mejorar sus condiciones de trabajo; además de prestarles la ayuda económica pertinente.

Durante el desarrollo de la caracterización fue evidente la desconfianza de los mineros hacia las instituciones con competencia en su actividad, razón por la cual es necesario trabajar en el fortalecimiento de las relaciones entre los actores mineros y los entes reguladores, para que los requerimientos que son exigidos por estas entidades sean vistos como una oportunidad de mejora y no como un obstáculo a sus labores.

Aspectos ambientales:

En cuanto a los aspectos ambientales se plantean dos (2) tipos de problemáticas: una está relacionada con el proceso de beneficio de mineral y otra se asocia a las labores de explotación en las bocaminas.

En cuanto al apartado de Aire (mencionado en el aplicativo) la principal problemática proviene del manejo del material particulado, el cual es generado en los sistemas de transporte de materia prima; en muchos casos el material seco es arrojado desde sitios elevados para ser almacenado en tolvas; dicha caída genera desprendimiento de material particulado que se suspende en muchos casos a nivel de la zona de trabajo.

No se observó el uso común de motores de combustión interna para los procesos de beneficio de material de mina, siendo fundamentalmente reemplazados por motores eléctricos, mitigando así la contaminación por fuentes puntuales. Se observó que existe contaminación por fuentes móviles principalmente por el uso de vehículos de combustión interna, comúnmente utilizados para el transporte y manejo del mineral. De igual manera no se observó el uso de motores de combustión en los procesos de extracción llevados a cabo en las minas.

Para el apartado de Agua se plantea que la principal problemática proviene del incorrecto tratamiento de las aguas contaminadas con cianuro; tampoco se realiza un correcto tratamiento primario a las aguas para disminuir los niveles de turbidez y color que son generados durante el beneficio.

Para la correcta implementación de un sistema de tratamiento es fundamental realizar un adecuado monitoreo de los caudales utilizados en los sistemas de beneficio, además de la recolección de todos los descoles provenientes de molinos aledaños, dado que los sistemas de tratamiento son planteados y ejecutados en función de ciertos rangos de caudales; con base en lo anterior una problemática implícita de los procesos radica en que no se realizan controles a los caudales de agua utilizados.

Otro problema es la mezcla de aguas provenientes del proceso de beneficio y las aguas residuales de los servicios sanitarios de algunos molinos, dado que el tratamiento para ambos tipos de aguas plantea diferentes etapas.

De acuerdo con las características de los métodos de extracción observados en la región, se plantea que la turbidez y las altas concentraciones de sales solubles y

óxidos minerales sean las principales problemáticas de las aguas provenientes de las minas.

Una de las características más comunes de los procesos de beneficio y explotación es la mala disposición de residuos sólidos y estériles ya que por lo general son desechados en la ladera, generando un enorme impacto en los suelos. Cabe resaltar que algunos de dichos residuos están contaminados con compuestos cianurados, los cuales generan esterilidad y una tonalidad azul en la tierra.

Un alto porcentaje de los mineros encuestados, tanto de UPM como de PB, se encuentran interesados en mejorar los métodos de operación; en algunos casos, reconocen la importancia de trabajar acatando la normativa ambiental, sin embargo, debido a la falta de acompañamiento institucional y de recursos propios, perciben el componente ambiental como un aspecto de difícil cumplimiento.

En cuanto al componente Biótico, las zonas aledañas a las plantas de beneficio, por lo general presentaron limitadas especies de flora, principalmente herbáceas y arbustos; en cuanto a las UPM, se observó mayor presencia de especies de flora, encontrando especies arbóreas de gran tamaño, helechos arbóreos, musgos y líquenes.

No se evidenció la presencia de especies de vertebrados o macro invertebrados en los cuerpos de agua aledaños a las zonas de beneficio.

La presencia de bio indicadores como artrópodos, ranas, musgos y perifiton indican que los cuerpos de agua, zonas riparias y las zonas aledañas a las bocaminas presentan condiciones ambientales sustentables.

Aspecto social:

En lo que se refiere específicamente al componente social, a continuación se referencian los elementos de análisis.

- ✓ La minería se ha posicionado como la principal actividad económica de Marmato, sin embargo, es importante señalar que dicha actividad ha trascendido los aspectos económicos, convirtiéndose en una expresión social y cultural del territorio; lo anterior se refleja en la configuración de signos identitarios como las festividades, himno, escudo, bandera, formas de interacción, comportamientos, prácticas y normas sociales.
- ✓ Las UPM no cuentan con personal calificado, sin embargo, el porcentaje de mano de obra no calificado oriundos de la región es alto, puesto que en su mayoría son trabajadores del municipio de Marmato o de municipios cercanos como Supía y Riosucio.

- ✓ De manera general, las UPM no cuentan con infraestructura y acceso a los servicios de salud, puesto que el Hospital más cercano se localiza en La Vereda El Llano, el cual dista a 6 Kilómetros de la cabecera municipal.
- ✓ Dentro de las problemáticas sociales identificadas por los mineros se encuentran la explotación sexual, el alcoholismo y el consumo de sustancias psicoactivas (marihuana en mayor proporción). Frente a ello, no se hallaron acciones que se implementen desde las UPM para reducir o mitigar dichas problemáticas; por el contrario, se percibe una tendencia a normalizar dichas prácticas. Caso similar ocurre con las Plantas de Beneficio, evidenciándose un alto consumo de marihuana durante el horario laboral.
- ✓ En el municipio de Marmato se registraron 18 Juntas de Acción Comunal en las veredas de La Miel, La Cuchilla, El Vergel, La Portada, La Torre, Cabras, Guadualejo, La Loma, Echandía, Boquerón, San Juan, Republicana, El Llano, El Tejar, Jiménez, Sector Centro, Manzanilla y Concharí, sin embargo, en lo que se refiere al relacionamiento de las UPM con la comunidad aledaña, no se registra interacción con Juntas de Acción Comunal u otro tipo de organización comunitaria; lo anterior, se refleja en que no se cuenta con apoyo de las Unidades Mineras al fortalecimiento de espacios comunitarios.
- ✓ Las UPM en su mayoría, no se encuentran asociadas. Dentro de las razones identificadas, se sitúa la falta de credibilidad frente a la asociatividad y la falta de conocimiento frente a sus beneficios.
- ✓ En lo que respecta al enfoque de género, no se percibe trabajo de mujeres en las UPM, ya que estas son dedicadas a labores del hogar y cuidado de los niños.
- ✓ Finalmente, se halló que la minería es la actividad principal de los trabajadores de las UPM, sin embargo, en algunos sectores como Guadualejo, Echandía, La Cuchilla, El Salto, Cabras y San Juan se encontró desarrollo de actividades secundarias como la agricultura, basada principalmente en el cultivo de café.

Dado lo anterior, se definieron las siguientes alternativas:

- ✓ Se considera de gran importancia la Asociatividad como alternativa que permita la organización, cooperación y competitividad, así como estrategia que facilite la implementación de procesos encaminados a la sensibilización y consolidación de una minería social y ambientalmente sostenible. Dentro de los aspectos que podrían potencializarse a través de las Asociaciones se encuentran el apoyo a la educación y espacios recreativos, aportes de la minería a la organización y participación comunitaria, generación de estrategias colectivas para la reducción o mitigación de problemáticas sociales

identificadas, participación en espacios políticos y democráticos y la inclusión de los derechos y deberes de las comunidades étnicas, entre otros.

- ✓ Teniendo en cuenta la problemática social identificada frente al trabajo infantil en las Plantas de Beneficio, se considera de vital importancia implementar programas y proyectos encaminados a la mitigación de dicha problemática. Frente a ello, la propuesta de intervención del presente proyecto se orienta en dos sentidos: el primero, obedece a la creación de una red de monitoreo y seguimiento frente a la presencia de trabajo infantil en las Plantas de Beneficio y Unidades Productoras Mineras. Dicha red, debe estar articulada por Autoridades Competentes como el Ministerio de Minas, Administración Municipal y el aporte de Entidades de carácter privado como la Compañía Gran Colombia Gold y Mineros Nacionales.

El segundo aspecto, se enfoca a la articulación de las estrategias considerando las metas y alcances de instrumentos de gran relevancia como los Objetivos del Desarrollo Sostenible –ODS-, los Planes de Desarrollo Nacional, Departamental y Municipal, el Plan Minero de Caldas, entre otros. Frente a los -ODS-, se realizó la respectiva revisión de los mismos encontrando lo siguiente:

Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- ✓ Desde los planteamientos de la ONU, el trabajo infantil es considerado como una de las formas donde se generan la desigualdad y pobreza. Dentro de este contexto 3 objetivos del Desarrollo Sostenible apuntan a la reducción y mitigación de dicha problemática.

ODS 4 Educación de Calidad: con este objetivo, se busca garantizar una educación con calidad a todos los niños y niñas, con el fin de brindar oportunidades para conseguir un trabajo digno cuando llegan a la edad adulta.

ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico: se trata de un objetivo fundamental para poner fin al trabajo infantil y para promover, en general, buenas condiciones y prácticas laborales decentes que velen por los derechos humanos, tales como sueldos dignos, jornadas justas y apoyo a actividades productivas sostenibles.

ODS 10, Reducción de desigualdades: tiene un papel protagonista en la lucha contra el trabajo infantil. Los niños que se ven obligados a trabajar se encuentran en una situación de desigualdad. (Naciones Unidas. 2015)

- ✓ Plan de Desarrollo Municipal 2016- 2019:
El Plan de Desarrollo como carta de navegación del municipio en el cuatrienio contempla acciones encaminadas a la mitigación y reducción de población infantil que desarrolla actividades mineras. Dentro de los Programas que se identificaron se encuentran el fortalecimiento del sector educativo como

estrategia complementaria para reducir el trabajo infantil, fortalecimiento de las estrategias transversales para reducir la tasa de deserción en todos los niveles escolares, fortalecimiento de los proyectos de vida de los adolescentes y jóvenes del municipio, con apoyo psicológico y orientación social, apoyo a la implementación de la jornada única para reducir los factores de riesgo y vulnerabilidad a los que se encuentran expuestos en su tiempo libre, la promoción de actividades lúdicas y deportivas como estrategia para el uso del tiempo libre, entre otros.

- ✓ Estrategia de socialización de resultados
Considerando la importancia del presente trabajo de diagnóstico de las Unidades Productoras Mineras del municipio de Marmato para los Entes Territoriales, Ministerio de Minas, Agencia Nacional Minera, Corporación Autónoma Regional de Caldas, mineros y comunidad en general, se requiere de una socialización de resultados en la cual se presenten los hallazgos del proceso.

Como estrategia para la socialización, se tiene lo siguiente:

Convocatorias:

- Se propone realizar la convocatoria a través de llamadas telefónicas utilizando la base de datos levantada en campo
- Uso de medios divulgativos como emisora Brisa FM y canal comunitario de Marmato.
- Ubicación de carteles informativos en sitios estratégicos como la Alcaldía, El Llano, El Atrio, Restaurante Punto Verde.
- Invitación a través de los líderes comunitarios y presidentes de las Juntas de Acción Comunal.
- Invitación a través de las Instituciones Educativas.
- Envío de correspondencia y oficios personalizados con lista de recepción.
- Convocatoria con mínimo 15 días de anticipación.

Días y lugares estratégicos:

- Con el fin de garantizar el mayor número de personas posibles, se identificó que, el sábado en horas de la tarde resulta estratégico para llevar a cabo la socialización de resultados.

Articulación con Entidades

- Para la convocatoria, se sugiere la articulación con Entidades como Ministerio de Minas, Agencia Nacional de Minería, Gobernación de Caldas, Corpocaldas y Administración Municipal.

Aspectos Económicos.

La tipología productiva más recurrente hallada fue la de mineros independientes con posesión y sin titulación que trabajan para si en condiciones de informalidad; en ellas se hizo evidente en cada una de las visitas a las UPM la ausencia total de herramientas empresariales que permitan calcular los costos medios y variables y aspectos tan importantes como el punto de equilibrio para hacer un simple cálculo de cuanto necesita cada minero a la semana para su subsistencia.

La segunda tipología productiva hallada es la de minero propietario de una mina, con o sin titulación o en proceso de titulación que trabaja para su subsistencia y que paga mano de obra en condiciones de informalidad. Igual que en la anterior tipología, hay ausencia total de herramientas empresariales y aspectos organizacionales que evidencien incipientemente características de empresa; la contratación al destajo es la norma, con las consecuentes falencias en los procesos de seguridad, higiene y salud en el trabajo de todas las personas que de allí derivan su sustento.

Estas dos tipologías predominantes no solo desconocen herramientas empresariales sino que también en los aspectos de mercado, se limitan a la venta del oro a intermediarios de la zona, pues la ausencia de título les impide su comercialización de forma directa y a precios de mercado. Todo esto nos lleva a concluir que posiblemente el bajo nivel de formación de los mineros y la economía de subsistencia, limitan el surgimiento de asociaciones que promuevan el emprendimiento, la asociatividad, la mayor productividad, la contabilización de las ganancias y pagos de regalías que trasladen el bienestar a toda la población.

Es conocido ampliamente que la mayoría del oro producido en Marmato se comercializa en Medellín y que el municipio y el departamento de Caldas dejan de percibir regalías por estas ventas. De esta manera no todo el oro producido en Marmato es registrado como tal en las estadísticas.

También se hace evidente en el municipio la transformación del sector con el montaje de un gran número de plantas de beneficio en los últimos tres (3) años, que puede ser iniciada por la segunda o tercera generación de mineros con más espíritu emprendedor y un mayor nivel de formación, junto con la llegada de empresarios con capital al municipio atraídos por las mayores ganancias que da el beneficio de material. Contrastando con lo anterior es evidente la disminución de la actividad extractiva minera por el derrumbe y el abandono de UPM, justificado por los mismos mineros entre otros factores, por las dificultades para desarrollar las labores ante las restricciones en la venta de explosivos legalmente comercializados, los cuales

alcanzan precios astronómicos en el mercado negro o son reemplazados por explosivos de fabricación artesanal o de contrabando, los cuales han generado numerosos accidentes.

Es más rentable y seguro para los mineros establecer entables de beneficio que gastar recursos en el restablecimiento de la operación de las UPM, cerradas por diferentes motivos. De esta manera es también evidente la falta de estímulos para el desarrollo de la minería artesanal y de pequeña escala desarrollada en Marmato.

Es importante que se adelanten procesos de formación de manera urgente, que lleven a la asociatividad, formación en emprendimiento, acceso al crédito, mejores técnicas de explotación minera y más amigable con el ambiente. La formación en economía solidaria permitiría la creación de asociaciones de mineros para lograr economías de escala y capacidad de negociación que beneficien a todos y ver al Estado como un aliado en su proceso de desarrollo como empresarios.

Aspectos Legales.

Dentro de las conclusiones generales, se obtuvo una información valiosa tomada en campo y recopilada de acuerdo con una detallada evaluación documental, conforme a los insumos aportados por la Agencia Nacional de Minería, evaluaciones que fueron de gran importancia para llegar a las siguientes conclusiones:

Se identificaron 90 Unidades Productivas sin figura jurídica (Título Minero, Solicitudes de Legalización, Subcontratos de Formalización).

Se identificaron 10 Unidades Productivas activas asociadas a títulos mineros.

Se recopiló información en campo de 53 Plantas de beneficio.

Dentro de la evaluación documental, se analizaron jurídicamente 41 títulos mineros; dentro de ellos 21 Contratos de Pequeña Minería en el área del aporte 1017 inscritos bajo el régimen del Decreto 2655 de 1988 y 20 Contratos de Concesión de la Ley 685 de 2001.

Ahora bien, solo uno de los títulos mineros cuenta con viabilidad ambiental; es el caso del Contrato de Pequeña Minería No. 014-89M, título al que la Corporación Autónoma Regional de Caldas le aprobó el Plan de Manejo Ambiental a través de la resolución No. 496 de 2001.

Actualmente es el único título activo en etapa de explotación que cuenta con permiso ambiental y es operado por Mineros Nacionales.

Dentro de las características más relevantes se encuentra que el 90% de los títulos revisados, pertenecen a la sociedad Minerales Andinos de Occidente, se encuentran inactivos y de acuerdo con las recientes visitas de fiscalización y de lo evidenciado en campo por los profesionales de Medio Ambiente Ingeniería S.A.S, la sociedad titular

no realiza actividades de exploración o explotación. A través de los diferentes autos la autoridad minera requirió viabilidad ambiental e instrumento técnico y Programa de Trabajos y Obras.

Después de analizar la información suministrada por la Autoridad Minera, solo el 44% de los títulos cuentan con viabilidad ambiental radicada en la Corporación de Caldas (CORPOCALDAS), bajo el radicado No. No. 2017-IE0001683 de agosto de 2017.

En el 80% de los títulos mineros de los cuales la sociedad Minerales Andinos de Occidente es titular, se llevan a cabo actividades de explotación sin autorización del titular minero, por personas indeterminadas y algunos se encuentran inactivos desde el año 2011 y 2013, con interposición de amparos administrativos los cuales se encuentran pendientes de resolver por las autoridades competentes; en algunos de los títulos mineros se ha requerido a la sociedad titular bajo causal de caducidad a causa de la inactividad minera.

Acorde con la Política de Formalización Minera, el artículo 2.2.5.4.1.1.3.1 Subsección 1.3

del Decreto No. 1073 de 2015 (Decreto Reglamentario Único del Sector Minero Energético), establece la posibilidad que el minero tradicional formalice la actividad minera a través de uno de los mecanismos denominado **MEDIACIÓN**, figura que consiste en que una una la solicitud de formalización de que trata esta sección presente superposición con un contrato de concesión, contrato en áreas de aporte o autorización temporal. La Autoridad Minera competente en coordinación con el Ministerio de Minas y Energía, y una vez evalúe el cumplimiento de los requisitos por parte del interesado, dentro del trámite de visita de viabilización o en una diligencia independiente, citará al titular minero y al minero tradicional y mediará entre las partes para que si lo considera el titular minero, se vincule al programa de formalización, y se logren acuerdos entre las partes para permitir que los mineros tradicionales puedan seguir explotando el área ubicada en un contrato de concesión minera. (Artículo 2.2.5.4.1.1.3.1 del Decreto atrás citado).

Dentro de las noventa (90) Unidades Productivas sin figura jurídica caracterizadas, doce

(12) de ellas se encuentran ubicadas dentro de títulos mineros de la sociedad Minerales Andinos de Occidente S.A. y otros, por lo tanto, son objeto de implementación de acciones de formalización por parte de las autoridades competentes, conforme a la normatividad vigente, desde los puntos de vista legal, técnico, financiero, económico, social, ambiental, y otros acordes con la Política de Formalización Minera.

En lo que tiene que ver con la figura de la MEDIACIÓN, como es el caso de las UPM la Maruja, La Chinchiliana, Los Angelitos, San José, San Antonio, La Anzareña, Canelo, Marmato 55, La Sebastiana, Los Nogales, Marmato 49 y Marmato 55, que se

encuentran realizando actividad minera dentro de los Contratos de Pequeña Minería No. 014-89M, CHG-081, 172-98M, 051-98M, 156-98M, 166-98M, 065-98M, 067-98M, 072-98M, 074-98M, 135-98M, 136-98M, 143-98M, 007-85M, contemplando dicha situación, se recomendó iniciar procesos de mediación, diálogo y negociación entre los titulares mineros y los mineros tradicionales, con intervención del Ministerio de Minas y Energía, en aras de formalizar la actividad que se viene desarrollando y suscribir posteriormente Subcontratos de Formalización Minera.

A continuación se relacionan las Unidades Productivas que son objeto de recomendación de implementación de la figura atrás descrita:

No.	Código	UPM	Figura Estratégica	Figura
1	COL/CAL-MAR 0084	La Maruja	Mediación	014-89M
2	COL/CAL-MAR 0002	La Chinchiliana	Mediación	CHG-081, 172-98M
3	COL/CAL-MAR 0006	Los Angelitos	Mediación	051-98M
4	COL/CAL-MAR 0007	San José	Mediación	CHG-081; 156-98M; 166-98M; 065-98M
5	COL/CAL-MAR 0008	San Antonio	Mediación	CHG-081; 156-98M; 166-98M; 065-98M
6	COL/CAL-MAR 0056	La Anzareña	Mediación	CHG-081
7	COL/CAL-MAR 0081	Canelo	Mediación	067-98M
8	COL/CAL-MAR 0097	Marmato 55	Mediación	072-98M; 074-98M; 135- 98M; 136-98M; 143-98M
9	COL/CAL-MAR 0013	La Sebastiana	Mediación	007-85M
10	COL/CAL-MAR 0014	Los Nogales	Mediación	007-85M
11	COL/CAL-MAR 0042	Marmato 49	Mediación	072-98M; 074-98M; 135- 98M; 136-98M; 143-98M
12	COL/CAL-MAR 0096	Marmato 54	Mediación	072-98M; 074-98M; 135- 98M; 136-98M; 143-98M

La gran dificultad que surgió de este análisis técnico y jurídico al sobreponer las coordenadas de las actividades sin figura jurídica con las coordenadas de los Contratos Mineros, es la superposición de varias de las minas objeto de formalización con varios títulos; esto obedece al sistema denominado “cotas” que en algunos casos presenta superposición con títulos que fueron otorgados en su momento por la Autoridad Minera bajo la misma área superficial y la misma cota de nivel.

Consecuentemente con la Política de Formalización Minera, se encontró el caso de las Minas: La Mano de Dios y El Cofre las cuales desarrollan actividad minera dentro de faja forestal protectora; y la mina Marmato 1 que desarrolla su actividad minera dentro de zona de riesgo no mitigable; conforme al artículo 2.2.5.4.1.1.5.1. del Decreto 1075 de 2015 y artículo 6° literal a) y del Decreto 480 de 2014, no son susceptibles de formalizar por encontrarse dentro de zonas excluíbles de la minería. Atendiendo lo anterior, se recomendó la reubicación de los trabajos mineros o la aplicación de la figura de la **RECONVERSIÓN LABORAL**. El Ministerio de Minas y

Energía, ha definido esta figura como un mecanismo de emprendimiento bajo la modalidad de encadenamientos productivos, diferentes a la minería, que permitan a una población tener una verdadera salida a la situación económica informal que llevan en la actualidad, en áreas donde no es posible llevar a cabo actividades mineras.

Algo que llamo la atención de la firma ejecutora del Contrato No. 3110217-0908 celebrado con la Gobernación del Departamento de Caldas, fue la posibilidad de constituir un **ARE (Área de Reserva Especial)**, en el área del histórico Contrato de Pequeña Minería No. 018-98M, el cual se encuentra terminado y des anotado en la Plataforma del Catastro Minero Colombiano, con la comunidad de las Unidades Productivas San Francisco, Gonzaga y Marmato 57. De igual manera, podrían ser objeto de inclusión dentro de un **ARE (Área de Reserva Especial)**, las UPM El Helecho, Los Baños, El Progreso, La Orqueta 1, La Orqueta 3, La Caqueteña, La Conejera, Marmato 27, Marmato 36, Marmato 45 y Marmato 47; las cuales se encuentran en áreas libres no tituladas.

Conforme a la Política Nacional para la Formalización de la Minería en Colombia, las reservas Especiales fueron instituidas para el sector minero, con el propósito de definir y poner en marcha proyectos mineros especiales enfocados a las comunidades mineras, con el fin de desarrollar actividades de “capacitación, fomento, transferencia de tecnología, manejo ambiental, estructuración, desarrollo del proyecto minero y desarrollo empresarial de los mineros informales ya legalizados, de las empresas de economía solidaria y de las asociaciones comunitarias de mineros que allí laboren; en la asesoría de alianzas estratégicas, consorcios o compañías con el sector privado para las actividades de exploración, explotación, beneficio, transporte, transformación y comercialización de los minerales existentes”

Dentro de los desarrollos comunitarios se promueve también la legalización y capacitación de empresarios mineros, de las asociaciones comunitarias y la asesoría en estudios técnicos, económicos y legales que fueren necesarios para la exploración, la racional explotación, el beneficio y el aprovechamiento de los recursos mineros.

Ahora bien, dieciocho (18) de los títulos mineros son candidatos para ingresar el programa de **REGULARIZACIÓN AMBIENTAL**, es el caso de los Contratos de Pequeña Minería No. 039-98M, 221, 058-98M, 068-98M, 069-98M, 123-98M, 163-98M, 159-98M, 072-98M, 074-98M, 135-98M, 136-98M, 143-98M, 172-98M, 173-98M, 147-98M, 007-85M y 174-98M, que cuentan con inicio de trámite ambiental radicado en la Corporación Autónoma de Caldas.

Para concluir, el presente contrato surge de la necesidad de dar respuesta a una serie de problemáticas que cotidianamente afrontan las diferentes órganos Estatales que se relacionan con el tema minero en el país y más específicamente en el municipio de Marmato, departamento de Caldas, respecto de la protección del orden económico, ambiental, técnico, legal y social Estatal, en contraste con los derechos fundamentales de los mineros informales, relativos al mínimo vital, el acceso a un sustento estable y el derecho al trabajo para lograr una vida digna.

En tal sentido, el interés del presente documento y de la recopilación de la información de los órganos Estatales, comunidades académicas y demás actores, resulta mayúsculo si se tiene en cuenta que su desarrollo podría ofrecer una alternativa de solución legislativa y de Formalización a la problemática minera que se presenta en el municipio de Marmato, que minimice los perjuicios que la ilegalidad del ejercicio de dicha actividad trae consigo en los aspectos económico, técnico, ambiental, social, legal entre otros.

Formalización PB:

En cuanto a las plantas de beneficio -PB- la formalización de la actividad productiva se relaciona con el trámite de concesiones de agua, permisos de vertimientos y de emisiones en aquellas unidades que realizan fundición.

De la caracterización y diagnóstico de las PB se obtuvo que el 100% de las mismas no cuentan con concesión de aguas, el 100% no tienen permiso de vertimientos y el 100% no han tramitado el permiso de emisiones.

A petición de las entidades interesadas en el presente informe se realiza una propuesta de las plantas de beneficio susceptibles a formalización; como lineamientos para el filtro de dichas plantas se implementaron los siguientes criterios:

- Plantas ubicadas fuera de Franjas Forestales Protectoras
- Plantas ubicadas fuera de Zonas de Riesgo Alto No Mitigable
- Plantas que cuentan con procesos completos de beneficio (Trituración, molienda, concentración, cianuración, fundición)

A continuación, se presentan las plantas de beneficio que cumplen con los mencionados criterios.

Plantas de beneficio propuestas para formalización	
1	El Cedro
2	El Limón
3	La Esperanza
4	Kabod
5	La Roca
6	Los Cocos
7	Shaday
8	Salome
9	El Progreso
10	Las Tinajas

11 BIBLIOGRAFÍA

Boletín Estadístico de Minas y Energía 2012-2016

Censo Minero Departamental 2010-2011.

Corpocaldas. (2010). *Plan de Ordenación y Manejo POMCA de la Cuenca Hidrográfica del río Opiramá- río Supia y Otros Directos al Cauca. Fases Aprestamiento y Diagnóstico*. Manizales.

Corpocaldas. (2012). *Agenda Ambiental del Municipio de Marmato*. Obtenido de www.Corpocaldas.gov.co.

Cuervo, R., & Lamus, J. (2006). *Evaluación geológica geoquímica y génesis de la zona de exclusión en Marmato Caldas-Colombia*. Ingeniería y Región, 4, 8-19.

DANE. (2005). *CENSO*. Bogotá.

González, H. (1976). *Geología del cuadrángulo J-8 Sonsón; informe 1704*. Bogotá: INGEOMINAS. 421.

González, H. (1980). *Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina)*. Bol Geol INGEOMINAS, v. 23, No.1.p. 1-174.

GROSSE, E. (1926). *El Terciario carbonífero de Antioquia*. Medellín: INGEOMINAS. v. 1. 262p.

Logsdon, M. J. (2001). *The Management of Cyanide in Gold Extraction*. Ottawa, Canadá: ICME.

Marmato, M. d. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal*. Marmato.

Mineros Nacionales. (1994). *Informe de actividades*. Marmato.

Ministerio de Minas y Energía (2014). *Política -Nacional para la Formalización Minera en Colombia*. Bogotá

Mora, B., & Cuellar, J. (1982). *Paragénesis y origen del yacimiento de las minas Nacionales de Marmato (Caldas)*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 56p. Tesis (Grado en Geología)- Departamento de Geociencias, UN, 1982.

Restrepo, J., & Toussaint, J. (1975). *Edades radiométricas de algunas rocas de Antioquia Colombia*. Publicación Especial Geológica. Facultad de Minas, Medellín, (6).