



## ANEXO 5 VISITAS ESTRATÉGICAS

## PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO 2024 - 2035





Unidad de Planeación  
Minero Energética



Unidad de Planeación Minero Energética - UPME

Omar Andrés Camacho Morales  
Ministro de Minas y Energía

Carlos Adrián Correa Flórez  
Director General

Olga Tatiana Araque Mendoza  
Subdirectora de Minería

**Autores:**

Elisa Carrasco Rincón  
María Carolina Obando Vargas  
Germán Andrés Poveda Forero  
Olga Tatiana Araque Mendoza

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO MINERO 2024 – 2035  
FASE II





Plan Nacional de Desarrollo Minero  
Visitas estratégicas  
Comercializadora Internacional MILPA S.A.

2024



Unidad de Planeación  
Minero Energética



## Contenido

1	Presentación.....	2
2	Aspectos técnicos .....	2
2.1	Extracción del mineral (mina) .....	3
2.2	Procesamiento del mineral (beneficio) .....	4
2.3	Producto final (encadenamientos) .....	7
3	Comercialización.....	7
4	Aspectos legales .....	9
5	Aspectos ambientales.....	9
6	Aspectos sociales.....	11
7	Otros procesos o encadenamientos asociados.....	14

## Lista de Figuras

Figura 1.	Vista general del túnel Casablanca. Se evidencian los arcos de acero y la banda transportadora.....	3
Figura 2.	Vista general de la planta de lavado de carbón de Milpa S.A. ....	4
Figura 3.	Vista general de los hornos de coquización tipo colmena de Milpa S.A.....	5
Figura 4.	A y B: Detalle de mesas de separación donde se observa el carbón (A) separado del material estéril (B). C: Sistema de flotación utilizado para partículas menores 0.25 mm .5	5
Figura 5.	Tanque de recirculación de aguas – Procesos de floculación y neutralización.....	6
Figura 6.	Proceso de coquización.....	6
Figura 7.	Salida del horno de la torta de Coque.....	7
Figura 8.	Infografía sobre producción y exportación de coque en Colombia .....	8
Figura 9.	Parque Solar – (Paneles solares fotovoltaico).....	11
Figura 10.	Empleado MILPA S.A. Minero en la entrada del túnel Casablanca .....	13
Figura 11.	Operario MILPA S.A. ....	13
Figura 12.	Paneles solares instalados en inmediaciones de la mina Casablanca y propiedad de Milpa S.A. ....	15
Figura 13.	Diagrama de flujo. Proceso de generación C.I.Milpa S.A. ....	16

## 1 Presentación

El miércoles 7 de febrero de 2024 se visitaron las instalaciones de la empresa MILPA S.A., ubicada en el municipio de Guachetá, Cundinamarca, con el objetivo de reconocer el desarrollo de la industria del Coque. MILPA S.A. cuenta con el desarrollo de diversas actividades que inician con la extracción de carbón metalúrgico en la mina Casablanca, propiedad de Uniminas (empresa aliada de Milpa); continúa con el proceso de lavado de carbón, posterior transformación en coque por medio de los hornos de coquización; y finaliza con los procesos de comercialización de este material. Además, se conocieron los proyectos de energía y estudios que han realizado en la empresa, al igual que estudios de encadenamientos productivos, entre otros.

La empresa Milpa S.A. cuenta con tres frentes de trabajo para la extracción y transformación del carbón: el visitado en el municipio de Guachetá (Cundinamarca), el proyecto San Miguel localizado en el municipio de Samacá (Boyacá) y el proyecto Valderrama en el municipio de Socha (Boyacá). Para poder obtener el carbón de estas zonas, posteriormente transformarlo en coque y realizar su transporte, Milpa se ha asociado con otras empresas como son Uniminas, Carboinsa, Incarsa, Fundación Milpa y transportadora San Fernando, entre otras.

Los proyectos de esta empresa son de alto interés para la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, debido a los procesos de formalización que se han desarrollado en las zonas de explotación minera de carbón y actuales títulos de la empresa o de sus aliadas. Además, la empresa se ha caracterizado por su responsabilidad social en las zonas donde operan y por la búsqueda y generación de encadenamientos productivos asociados, generando contribuciones en términos ambientales, sociales y de empleabilidad. A esto se suma que actualmente se encuentra desarrollando estudios o implementando proyectos de energía renovable para el desarrollo de los procesos de la compañía, el aumento en la eficiencia energética, la reducción del consumo de combustibles fósiles y la transformación tecnológica de los procesos de coquización, entre otras iniciativas innovadoras.

## 2 Aspectos técnicos

El carbón metalúrgico que extrae Uniminas en el municipio de Guachetá corresponde a carbón bituminoso con contenidos de azufre <1% y variabilidad de sus contenidos de volátiles según el manto explotado. Los carbones bajos volátiles se encuentran hacia la base de la unidad, cerca de las unidades cretácicas, mientras que los altos volátiles tienden a encontrarse hacia el tope en cercanías de las unidades terciarias. Actualmente se da prioridad a la explotación de los mantos bajos y medios volátiles, no solo por su mejor calidad sino también por su facilidad para explotar debido al espesor de los mantos, los cuales varían entre 40 cm y 1,1 m. En la zona de explotación las unidades presentan dirección N45E con buzamientos entre 50 y 55°E.

## 2.1 Extracción del mineral (mina)

El túnel Casablanca presenta un desarrollo en arcos de acero para permitir la extracción del material, el ingreso del personal y un sistema de ventilación apropiado para el tamaño de la mina (ver Figura 1). Los arcos se instalan entre 1 y 1,5 m de distancia en zonas estables, mientras que en zonas de falla, desprendimiento o inestabilidad pueden instalarse entre 30 y 40 cm de distancia. La metodología de extracción es por medio de tajos largos, los cuales presentan 130 m de tajo en buzamiento y se explotan en calles, con galería de cabeza y piso. Esta metodología permite que el material se extraiga y cae por gravedad en tolvas, desde donde es transportado por medio de **bandas transportadoras** hasta el patio de acopio al exterior de la mina.

Figura 1. Vista general del túnel Casablanca. Se evidencian los arcos de acero y la banda transportadora



Fuente: UPME 2024

Según las características de los mantos, la explotación se realiza con **rozadoras** o manualmente con **martillo neumático**, debido a que algunas capas son muy angostas o presentan pequeñas fallas que no permiten la mecanización. En los tajos no se hace uso de madera debido a la dificultad para conseguirla y su alto costo, por lo que actualmente se trabaja con **estemples hidráulicos**. Todos los equipos que se utilizan para extracción, mecanización y estabilidad de la mina se deben importar, ya que en el país no se ha desarrollado esta industria y no se fabrican este tipo de herramientas.

Para la ventilación y manejo de aire comprimido se utilizan ventiladores y complementos marca Keyser. La configuración de ventilador principal y 32 ventiladores asociados permiten un flujo de 32m<sup>3</sup> de aire que permiten la ventilación apropiada de los 1.350 m de túnel principal y las múltiples galerías existentes en la mina. Esto es apropiado, ya que se tienen un mínimo de 60 personas por turno en frentes de trabajo (aproximadamente). El aire viciado sale por la bocamina La Mejía, que actualmente funciona como bocaviento principal de la mina.

**Producción:** actualmente el túnel Casablanca produce 12.000 t/mes, mientras que, de los procesos de formalización asociados al título, se obtienen otras 12.000 t/mes. Esto permitió una producción aproximada de 272.000 t/año en 2023.

**Reservas:** según los análisis realizados por Uniminas se tienen 10 millones de toneladas de carbón como reservas probadas y probables.

## 2.2 Procesamiento del mineral (beneficio)

Milpa S.A. tiene una planta de lavado de carbón (ver Figura 2) donde procesan el material extraído de las minas (múltiples minas de la región) y separan el carbón del material estéril (roca) que puede encontrarse asociado desde el proceso de explotación. Como parte de sus procesos de innovación, la compañía utiliza un sistema ASH PROBE, equipo que permite hacer mediciones muy precisas del contenido de cenizas del carbón a través de rayos gama, optimizando los procesos de recibo de materiales y los tiempos de operación. Posteriormente, el carbón lavado y molido pasa a procesos de coquización en hornos tipo colmena (ver Figura 3), de donde sale para clasificación, cargue y posterior transporte.

Para iniciar, se realiza el proceso de lavado el cual tiene como objetivo retirar el material mineral y, por ende, reducir el contenido de cenizas y de azufre. En la planta se emplea magnetita ( $Fe_3O_4$ ) para densificar el medio y permitir la separación gravimétrica, es decir, facilitar la separación de rocas y estériles mezclados con el carbón (ver Figura 4 A y B). En el lavado se manejan tres procesos diferentes según el tamaño de partícula: un ciclón separador para partículas mayores a 1mm, un ciclón de medio denso para partículas entre 1 y 0,25 mm y sistemas de flotación para todas las partículas menores de 0,25 mm.

Figura 2. Vista general de la planta de lavado de carbón de Milpa S.A.



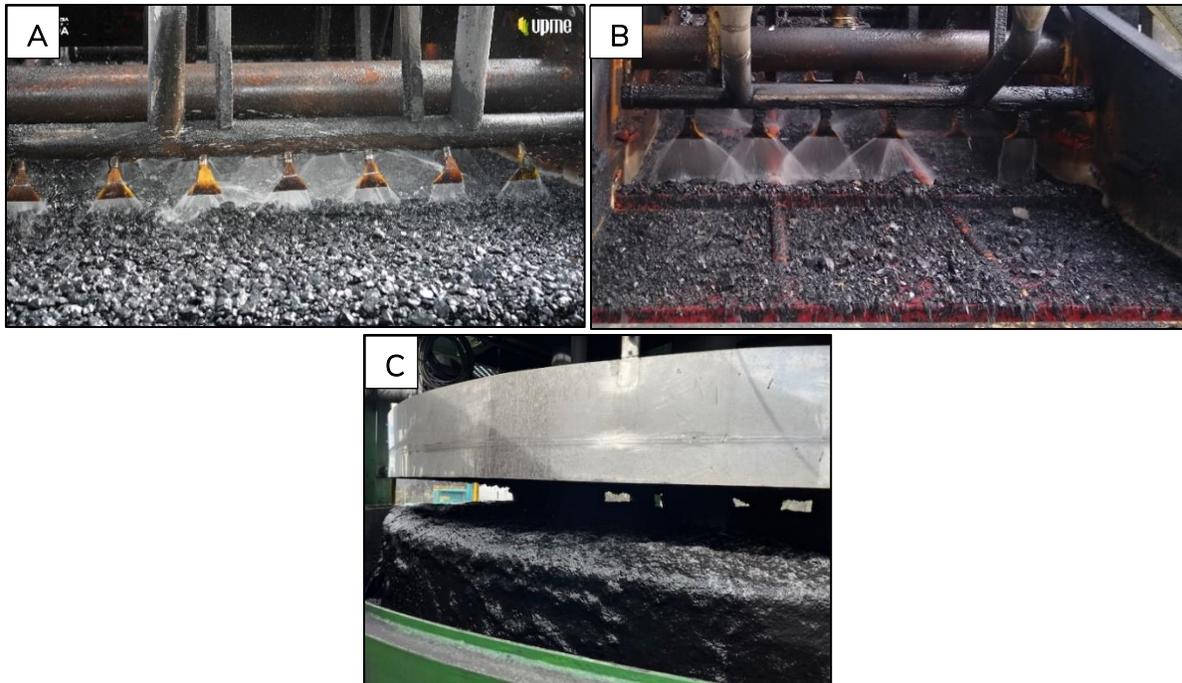
Fuente: UPME 2024

Figura 3. Vista general de los hornos de coquización tipo colmena de Milpa S.A.



Fuente: UPME 2024

Figura 4. A y B: Detalle de mesas de separación donde se observa el carbón (A) separado del material estéril (B). C: Sistema de flotación utilizado para partículas menores 0.25 mm



Fuente: UPME 2024

Adicionalmente, se realiza recirculación del agua utilizada en los procesos anteriores, permitiendo a través de la floculación y la neutralización mejorar la calidad de los caudales usados y así hacer efectivo el ahorro y uso eficiente del agua (Figura 5). Esto, a su vez, permite recuperar parte del material reprocesado.

Figura 5. Tanque de recirculación de aguas – Procesos de floculación y neutralización.



Fuente: UPME 2024

Seguido a esto, el material estéril se acopia para otros usos y encadenamientos, mientras que el carbón pasa a acopio y molienda en patios diseñados con este fin. En este sector se evalúan los diferentes carbones recibidos y se ejecutan las mezclas de acuerdo con la calidad de coque requerida. Una vez se crea una mezcla homogénea (ver Figura 6 A) ingresa al proceso de coquización en los hornos tipo colmena (ver Figura 6 B), los cuales tienen una capacidad de producción de coque de 1,1 toneladas por horno, mientras que el proceso de coquización toma aproximadamente 80 horas con un rendimiento de 65%. Estos hornos requieren ladrillos especiales, ya que deben soportar temperaturas superiores a 1.300 °C. Actualmente toda la maquinaria para este proceso, al igual que los ladrillos que se han usado para la construcción de los hornos se han adquirido en China.

Figura 6. Proceso de coquización



A) Mezcla homogénea de carbón lista para ser ingresada en el horno. B) horno de coquización tipo colmena

Fuente: UPME 2024

### 2.3 Producto final (encadenamientos)

Milpa S.A. produce **coque** como producto final, posterior a los procesos de beneficio previamente indicados (ver Figura 7). El coque es ampliamente utilizado en la industria del acero, ya que se trata de uno de sus insumos principales junto con minerales como el hierro o la caliza. Una vez se extrae el coque pasa por cribas donde se separa por tamaño y posteriormente el material es cargado para transporte y envío a clientes.

Figura 7. Salida del horno de la torta de Coque



Fuente: UPME 2024

Se ha analizado el potencial del material estéril como insumo en la industria del cemento, ya que se han realizado estudios que comprueban que a partir de un tratamiento térmico apropiado parte de los residuos se pueden convertir en una puzolana artificial. Actualmente la industria cementera hace uso de los residuos estériles de la planta de lavado.

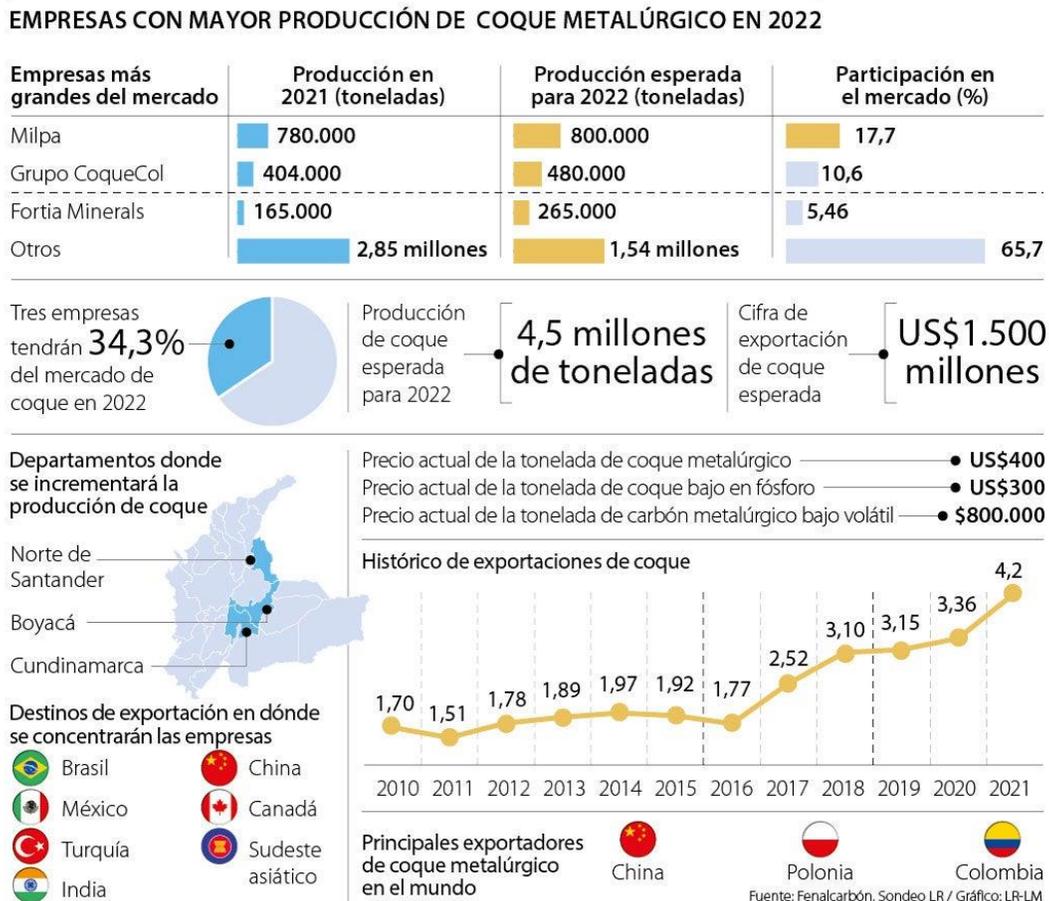
## 3 Comercialización

Según el Observatorio de Complejidad Económica (OEC) los principales países compradores de coque colombiano son Brasil, Turquía, México, India y Reino Unido<sup>1</sup>. En el caso de Milpa S.A. el coque se exporta a Brasil y México, principalmente. En la siguiente infografía publicada por el Diario la República se aprecia la importancia de la empresa en el sector (Figura 8).

Colombia exportó un total de 4.373.207 toneladas de coque en el año 2022 con un precio estimado por tonelada de USD\$408, mientras que en el año 2023 las exportaciones sumaron 3.526.863 toneladas con un precio estimado por tonelada de USD\$314,78. Esto significa una reducción de 19,3% en el volumen exportado y una reducción en los ingresos generados por las exportaciones de coque de 37,77%.

<sup>1</sup> <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/coke/reporter/col>

Figura 8. Infografía sobre producción y exportación de coque en Colombia



Fuente: Diario La República: "Tres compañías tendrán 34,3% del total del mercado de coque metalúrgico en 2022" <sup>2</sup>

La información reportada por Milpa S.A. para determinar el precio de consumo interno del carbón metalúrgico señala que la empresa compró 1.262.706,21 toneladas para alimentar los hornos en 2022 y 1.295.332,65 toneladas en 2023 con una participación del mercado cada vez más preponderante. Según información suministrada por la empresa, las industrias a las cuales surte coque incluyen ferroaleaciones, siderúrgica, fundición, cemento, entre otras. La calidad del producto y la innovación en los procesos les permiten ingresar a nuevos mercados.

Se estima que las exportaciones de Milpa pueden llegar en este año a un millón de toneladas de coque, lo que representaría ingresos aproximados para la compañía por el orden de \$350 millones de dólares. La revaluación del peso será un factor determinante en el sector exportador y por tanto una de las variables a considerar en los futuros proyectos de la compañía en el mediano plazo.

<sup>2</sup> <https://www.larepublica.co/empresas/tres-companias-tendran-34-3-del-total-del-mercado-de-coque-metalurgico-en-2022-3301490>

## 4 Aspectos legales

La empresa Uniminas cuenta con el contrato N° 2505 de 972 Ha. Al iniciar este título en el año 2004 se presentaban 47 contratos de asociación; mientras que, actualmente, se tienen 5 subcontratos de formalización y 3 contratos de formalización.

Una de las solicitudes que la empresa Uniminas considera de alta relevancia para poder ejecutar apropiadamente la extracción del mineral es que los contratos de formalización tengan fiscalización diferenciada, ya que esto permitiría la responsabilidad individual y permitiría una apropiada gestión del título minero. Los procesos asociativos contribuyen a minimizar los errores y los incumplimientos, ya que si alguno incumple se afecta todo el título.

Los procesos de formalización dentro de la compañía son manejados por el grupo denominado “gestión de conocimiento”, a su vez ha fortalecido el personal y los procesos de capacitación y competencias resaltando los siguientes aspectos:

- Las mujeres que han ingresado a trabajo en mina son capacitadas en manejo de maquinaria generando buenos rendimientos.
- Los trabajadores con mayor experiencia son acompañados por los aprendices.
- Procesos psicológicos para la adaptación de trabajo hombre mujer en los mismos espacios.
- Programas de capacitación y motivación de trabajo en minería – SENA.

## 5 Aspectos ambientales

La empresa dentro de sus responsabilidades ambientales viene adelantando acciones de manejo que permiten el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el marco de los permisos ambientales y las responsabilidades que esto conlleva. Algunas de estos son:

- **Cumplimientos normativos y responsabilidad social y ambiental.** En los últimos años, la empresa ha realizado significativos avances en el fortalecimiento de su grupo de gestión ambiental. Actualmente, se encuentran inmersos en la fase de implementación de la norma ISO14001, la cual establece los lineamientos para el Sistema de Gestión Ambiental (SGA). En este contexto, han desarrollado siete programas con alcance en toda la organización, destinados a gestionar los aspectos e impactos ambientales de sus procesos. Estos programas abarcan diversas áreas de recursos incluyendo agua, aire, energía, gestión de residuos, control de emisiones atmosféricas, manejo forestal, educación ambiental, orden y aseo.

De igual forma, la empresa manifiesta dar cumplimiento riguroso de todos los requisitos legales en materia ambiental, al igual que el apoyo dado a la Fundación Milpa y al proceso de Responsabilidad Social Corporativa para el cumplimiento de las actividades sociales y ambientales en las diferentes zonas de influencia donde operan. Este enfoque integral

refleja el compromiso continuo con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en todas las operaciones que realizan.

- **Activos ambientales en las zonas de desarrollo del proyecto empresarial.** Como empresa que opera en los sectores minero, energético e industrial, reconocen la elevada importancia de los activos ambientales, los cuales poseen un valor económico, ambiental y social significativo, reconocido dentro de la dinámica de producción y sostenibilidad empresarial. Estos activos juegan un papel fundamental en el bienestar de las comunidades y en el equilibrio de los ecosistemas en donde se opera. Dentro de los compromisos de sostenibilidad de las áreas se propende por el cumplimiento a preservar, mantener y conservar áreas forestales, zonas protegidas, suelos fértiles y fuentes hídricas.
- **Aportes a la mitigación y adaptación al cambio climático.** La empresa ha integrado el cambio climático como un pilar fundamental en su estrategia empresarial. Desde el año 2019, han sido parte activa del Mecanismo Regional de Reducción de Emisiones de Boyacá, una iniciativa que reúne a diversas empresas de diferentes sectores con el objetivo de medir y validar la huella de carbono, demostrando compromiso con la mitigación de los impactos ambientales generados. El año pasado, la empresa dio un paso importante al colaborar con una consultora especializada para desarrollar una hoja de ruta de descarbonización tanto para la empresa como para el sector coquizador. Esta acción refleja el enfoque proactivo hacia la reducción de emisiones y la adopción de prácticas sostenibles. Como parte de sus aportes al tema tienen establecido su plan de acción climática, donde tienen como intención implementar y ejecutar proyectos tecnológicos que contribuyan a la reducción de la huella de carbono de la compañía.

Entre las medidas propuestas se incluyen la adopción e implementación de proyectos de energía renovable para el desarrollo de los procesos de la compañía, el aumento en la eficiencia energética, la reducción del consumo de combustibles fósiles y la transformación tecnológica de los procesos de coquización, entre otras iniciativas innovadoras. Es por esto que han construido un parque solar, el cual cuenta con una capacidad para generar 5 MW de energía limpia para sus procesos productivos, y a futuro su apuesta es poder ampliar capacidad para ser distribuidores para la red de transmisión nacional.

La empresa en el marco de sus proyectos de innovación tiene previsto el desarrollo de 3 proyectos solares: San Carlos 1, San Carlos 2 y Proyecto Samacá, con el fin de tener una conexión para obtener 18MW. Además, parte de los proyectos que se están gestando a futuro, como son los procesos de autogeneración de energía con el aprovechamiento del calor residual de los hornos de coquización, tienen como fin lograr una economía circular y sus encadenamientos productivos.

Figura 9. Parque Solar – (Paneles solares fotovoltaico)



Fuente: UPME 2024

## 6 Aspectos sociales

C.I. Milpa S.A. ha generado procesos encaminados a fortalecer los lazos comunitarios en el área de influencia de la operación minera, dicha actividad se ha desarrollado a través de la puesta en marcha del Plan de Gestión Social que cuenta con ocho líneas estratégicas:

- Apoyo a la formalización minera.
- Dinamización de la economía local.
- Fortalecimiento de la educación en la región.
- Comunicación, socialización y participación de la comunidad.
- Prevención y cuidado de la salud de la comunidad.
- Protección del medio ambiente.
- Apoyo a la gestión institucional.
- Aprovechamiento del tiempo libre.

En el desarrollo de estas líneas estratégicas, se cuentan con experiencias significativas que han perdurado, mejorado y transformado durante el tiempo en que ha operado la empresa; acoplándose a retos tales como la emergencia sanitaria y económica causada por COVID -19, estrategias de mitigación para la reactivación económica de las comunidades e incorporación del enfoque de género en sus procesos.

En términos de salud y atendiendo la línea de prevención y cuidado de la salud en la comunidad, Milpa S.A. ha desarrollado procesos asociados a la promoción y gestión del riesgo, buscando incidir positivamente en los determinantes sociales de salud en los municipios donde se encuentra su operación minera. Dichos aspectos se han desarrollado a través de una serie de intervenciones,

procedimientos, actividades y dotación de insumos tales como tapabocas y/o biológicos (Vacunas COVID-19) al personal vinculado en su operación.

En aras de garantizar y contribuir con la salud pública de las comunidades, se priorizaron temáticas vinculadas con las inequidades y resultados en salud identificados a nivel territorial. La primera de ellas fue el desarrollo de actividades de promoción y prevención para la detección temprana de cáncer de mama, a través del reconocimiento de factores de riesgo y concientización para la detección oportuna.

En segundo lugar, se cuenta con acciones de promoción y prevención para el cáncer de próstata a través de la toma del antígeno prostático específico, lo cual, se logró teniendo en cuenta la incidencia de los hombres en la participación y definición de actividades del plan de gestión social. Dichos aspectos son fundamentales teniendo en cuenta que las neoplasias son la tercera causa de muerte en Colombia, el cáncer de próstata es la segunda causa de mortalidad en hombres y la mortalidad por cáncer de mamá en las mujeres aumentó en el último decenio.

En tercer lugar, y teniendo en cuenta que las personas con discapacidad requieren acompañamiento integral y comunitario para lograr mejores condiciones de vida que busquen la inclusión social, la empresa ha desarrollado procesos de prevención y mejoramiento integral de la calidad de vida de la población con discapacidad en el área de influencia de la compañía. Dichos aspectos potencian la capacidad de respuesta del sector empresarial a las demandas de los territorios. Los beneficiarios de este tipo de iniciativas se amplían a su vez a personas mayores.

Por último, y en atención a la declaratoria de la emergencia sanitaria por causa por el coronavirus COVID-19 y del estado de emergencia económica, social y ecológica en el país, declarado durante el 2020, la empresa adecuó sus procesos de seguridad y salud en el trabajo y contribuyó con las familias, especialmente de los y las empleadas vinculadas en la compañía, a través de la entrega de tapabocas como medida de autocuidado. Así mismo, promovió la vacunación con la adquisición de estos biológicos, los cuales se colocaron a disposición de los trabajadores, inicialmente, y posteriormente de sus familias.

En términos de empleabilidad, actualmente se tiene un aproximado de 1.865 empleados y empleadas contratadas directamente por la empresa. Teniendo en cuenta que por cada empleo en minería se generan a su vez alrededor de 4 empleos indirectos<sup>3</sup>, se cuenta con un total de 7.200 empleos indirectos. La extracción de carbón metalúrgico en la mina Casablanca genera 464 empleos directos, de los cuales 80 son ocupados por mujeres con el manejo de equipos como locomotoras y basculadores. Así mismo, en el proceso de formalización con las 13 empresas mineras tiene un total de 485 personas empleadas.

---

<sup>3</sup> Se calcula con base en datos de la Asociación Colombiana de minería y estimaciones de Fedesarrollo, con base en la matriz de contabilidad social del DANE

Figura 10. Empleado MILPA S.A. Minero en la entrada del túnel Casablanca



Fuente: UPME 2024

Los procesos de reactivación económica no solo se han gestado a través de la empleabilidad, se han desarrollado diferentes proyectos asociados con el talento humano y gestión del conocimiento; se destacan formación dual, jóvenes 4.0, minería 4.0 red de fibra óptica bajo tierra, aulas bajo tierra y articulación para el desarrollo de procesos de formación.

A pesar de los avances que se han gestado en procesos educativos y de formación para el trabajo y desarrollo humano, señalados anteriormente, se plantea la necesidad de fortalecer el conocimiento técnico asociado a la industria minera y otras industrias que conlleven a mantener mano de obra en el área de influencia de la empresa, pues se estima que a la fecha se tiene un faltante de 200 personas para la operación minera. Según lo conversado, únicamente se cuenta con un proceso de formación asociada a esta industria en el municipio aledaño Lenguazaque, el cual se oferta por una universidad de carácter privada, por lo cual el departamento de capacitaciones de la empresa ha asumido el rol de formación al personal de la zona.

Figura 11. Operario MILPA S.A.



Fuente: UPME 2024

Por tanto, los procesos mencionados de formación para el trabajo y el desarrollo humano, así como la empleabilidad directa con la empresa, se desarrollan con el fin de avanzar en la dignificación del empleo, bajo la premisa ***“Dignificar la actividad del minero, dándole estatus dentro de la sociedad”***.

El faltante de la mano de obra para la operación minera, según lo indicado por la empresa, parte de reconocer la migración de las personas, en su mayoría jóvenes, de los municipios en donde se desarrolla la operación minera a las ciudades contiguas intermedias o principales e incluso internacionalmente. Dicho factor tiene una consecuencia fundamental en la conformación de la población de los municipios en donde se pueden ver dinámicas demográficas con gran cantidad de población envejecida y bases poblacionales estrechas.

En términos de asociatividad, se relatan los procesos de formalización adelantados hasta la fecha, el cual inicio en 2004 y 2005 con 47 contratos de asociación, a la fecha se cuentan con 5 subcontratos de asociación y 8 de formalización, se indica la necesidad de contar con fiscalización diferenciada, especialmente en áreas de cooperativismo, dado los riesgos que conllevan afectaciones al título minero. Como empresa líder en formalización minera, las 13 empresas formalizadas, y ajustadas a las normas y en mejoramiento continuo, tienen un proceso de cinco fases a saber: Diagnóstico y caracterización minera, ordenamiento legal del título minero, socialización y concertación, firma del contrato y por último desarrollo del proceso.

Con relación a la incorporación del enfoque de género en sus procesos, la empresa es pionera en el desarrollo de la política de género, para lo cual ha realizado la contratación del 28% de sus empleos directos a mujeres. Dichos empleos se encuentran vinculados no solamente en áreas administrativas sino también en áreas donde a través de la división sexual del trabajo, se ha generado una alta masculinización de la actividad minera, tales como operación en máquina y operación de instrumentos dentro de la mina de carbón. La operación de equipos especialmente de locomotoras y basculadores por parte de mujeres, ha mejorado los indicadores de seguridad en mina, así mismo, se generó el programa de equidad de género.

## **7 Otros procesos o encadenamientos asociados**

Al consultar por la posibilidad de extraer gas asociado a carbón se indicó que no es viable en este lugar, ya que se perdería la calidad del carbón y no se tiene en un porcentaje muy elevado. Se hicieron los análisis costo-beneficio identificando que No es viable esta extracción.

### **Energía eólica:**

La empresa está desarrollando estudios para establecer la posibilidad y la relación costo/beneficio de incluir energía eólica en la zona. Para esto, han realizado el montaje de tres estaciones meteorológicas en torres de 100 m, donde se captura información de velocidad y dirección del

tiempo, temperatura, y presión atmosférica. Se ha identificado que en algunas zonas la velocidad promedio alcanza los 6,5 m/seg y que podrían llegar a ser propicias para este tipo de tecnología.

Sin embargo, existe un inconveniente que es la dificultad para movilizar paletas de gran tamaño (>30m) al interior del país, pues las características topográficas y las vías que podrían usarse no son apropiadas para este tipo de materiales y equipos de alta envergadura.

### Energía solar:

Actualmente la empresa cuenta con 9.360 paneles solares en posiciones fijas (ver Figura 12), divididos en 3 subestaciones con capacidades de 2MWp a 1,5 MW aproximadamente. La empresa realizó un análisis de radiación solar previo a la adquisición de los paneles, la que permitió identificar que se cuenta con radiación media pero alta eficiencia, por lo que se estableció el tipo de paneles y las posiciones más apropiadas para la captación de la energía solar. El costo de instalación de estos paneles fue de 4 millones de dólares aproximadamente, 14 inversores, 3 centros de transformación, 3 circuitos en 13.2KV 100% financiado, 3.800 tCO<sub>2</sub>eq-año y permite la generación de 500.000 kW/h/mes.

Este proceso cuenta con permisos y aprobaciones realizadas adecuadamente. En la visita se evidenció que se tiene como expectativa y próximos pasos la venta de excedentes y corrección de energía reactiva.

Figura 12. Paneles solares instalados en inmediaciones de la mina Casablanca y propiedad de Milpa S.A.



Fuente: UPME 2024

Se han visto varias dificultades con la puesta en funcionamiento de este sistema de energía por varios asuntos entre ellos:

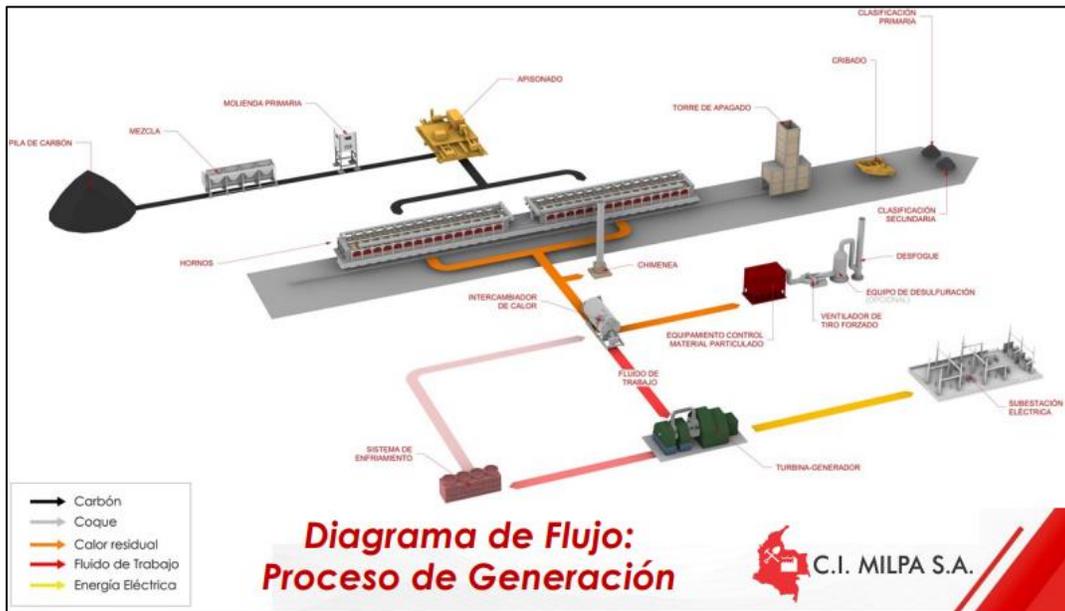
- El sistema no funciona en isla, por lo que depende de Enel o el operador de la zona para su funcionamiento.

- Están presentando pérdidas en los pagos de luz debido al control de la reactiva, ya que aún están adecuando los paneles para obtener el mayor beneficio sin entrar en sobrecostos.

### Energía residual:

La empresa propone hacer uso y aprovechamiento del calor residual que producen los hornos de coquización para producir energía. Es por esto que se está revisando el potencial de energía a partir de la temperatura y el caudal que se produce (Figura 13).

Figura 13. Diagrama de flujo. Proceso de generación C.I. Milpa S.A.



Fuente: CI Milpa S.A. 2024



Plan Nacional de Desarrollo Minero  
Visitas estratégicas  
Corporación Agrominera del Huila – CORPOAGROMINH

2024



Unidad de Planeación  
Minero Energética



## CONTENIDO

1	Presentación .....	2
2	Aspectos técnicos y comercialización .....	2
3	Aspectos legales.....	5
4	Aspectos ambientales.....	5
5	Aspectos sociales .....	6
6	Otros procesos o encadenamientos asociados .....	9

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Patio de acopio donde se observan los diferentes materiales que se están guardando y detalle de la caliza y el material de hierro encontrados en el patio al momento de la visita.....	3
Figura 2. Trituradora, molino y juego de tamices observados en uno de los espacios de la unidad de diagnóstico.....	4
Figura 3. Equipo para pruebas geomecánicas, reactivos y balanzas de precisión observadas en la unidad de diagnóstico.....	4
Figura 4. Propuesta en construcción de huerta de frutales y gallina feliz.....	6
Figura 5. Actual construcción de planta de procesamiento de material y patio de acopio de CORPOAGROMINH .....	6
Figura 6. Instalación de planta de trituración y Beneficio en el Centro de Gestión y Apoyo Integral Minero Ambiental del Noroccidente del Huila .....	8

## 1 Presentación

El jueves 14 de marzo de 2024, se visitaron las instalaciones de la Corporación Agrominera del Huila – CORPOAGROMINH ubicadas en el municipio de Palermo, con el objetivo de reconocer los procesos de asociatividad de materiales calcáreos de la región noroccidental del departamento del Huila, así como el proceso de manejo e implementación del centro de apoyo integral minero ambiental del noroccidente del Huila.

La Corporación Agrominera del Huila – CORPOAGROMINH es una empresa creada en el año 2009 con el fin de agremiar a los mineros productores de materiales calcáreos de la región noroccidental del departamento del Huila, integrada por los municipios de Palermo, Teruel, Santa María y Neiva. A través de las gestiones adelantadas con el gobierno departamental se encuentra implementado el centro de apoyo integral minero ambiental del noroccidente del Huila, el cual permite que los y las mineras asociadas realicen actividades de beneficio del mineral, a través de mezclas, generación de cales, carbonatos y magnesio, los cuales contribuyen al sector agropecuario, industrial y minero de los municipios que lo componen.

Los proyectos de esta empresa son de alto interés para la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, debido a los procesos de asociatividad que se han desarrollado a través de la Corporación Agrominera, así como la coexistencia entre la actividad minera y agrícola en el territorio, con el desarrollo de cafés, cultivos pan coger y explotación de especies menores. Además, la Corporación a través de la concurrencia entre el gobierno departamental y municipal ha gestado una sinergia con la cual se contribuye en términos ambientales, sociales y de empleabilidad.

## 2 Aspectos técnicos y comercialización

En la visita no se pudieron conocer las minas, por lo que se presentarán solo generalidades según lo conversado, haciendo énfasis en las necesidades de procesos de beneficio y transformación que se han identificado por parte de la Corporación. Desde el punto de vista minero, se cuenta con 18 títulos mineros, de los cuales se encuentran en funcionamiento 12. Todos estos se realizaron bajo un programa único de formalización minera y en ellos se extrae principalmente dolomita ( $MgCO_3$ ) y caliza ( $CaCO_3$ ).

A partir de 2015 la Gobernación del Huila dio en comodato un lote de acopio, en el que actualmente se encuentra en construcción una planta de transformación. En general, las actividades que se desarrollan en la corporación son:

1. **Pesaje:** INGEOMINAS realizó una donación de una báscula para pesaje especial de camiones cargados, por lo que la Corporación realiza el servicio de pesaje a la comunidad en general.

2. **Acopio:** actualmente se cuenta con 3 hectáreas de terreno propiedad de la Gobernación del Huila en comodato para el manejo de este por parte de la corporación. En este patio se acopian dolomitas, calizas y también mineral de hierro que se extrae en la zona (Figura 1).
3. **Unidad de diagnóstico:** en el mismo lugar se cuenta con un laboratorio físico/químico que permite realizar análisis del material para así establecer sus características y calidad. Al momento de la visita no había personal laborando que nos pudiera compartir experiencias y conocimiento del lugar. Sin embargo, en la observación rápida que se hizo se identificaron máquinas cortadoras, trituradoras, molinos y tamices en la zona de manejo de material (ver Figura 2); mientras que en la otra zona del laboratorio se identificaron balanzas de precisión, equipos para pruebas geomecánicas y reactivos químicos para los ensayos de laboratorio (ver Figura 3).
4. **Comercialización colectiva:** como parte de las actividades integrales y de cooperación se tiene el Centro de Gestión de Apoyo Integral Minero-Ambiental del noroeste del departamento del Huila, que promueve la venta del material de manera conjunta. En ese sentido, se fijan precios y fechas que permiten realizar una comercialización de varios mineros de manera conjunta, buscando favorecer los precios de los mineros asociados.
5. **Transformación:** como se observó en la visita, actualmente se prepara una obra civil que incluye un montaje eléctrico y uno mecánico para poner en funcionamiento una planta de trituración y molienda (Figura 1 y Figura 6), que permita comercializar a mejor precio y con un valor agregado el material extraído. Esta planta de beneficio pertenece a la Gobernación del Huila, y se entrega en comodato a la Corporación.

Figura 1. Patio de acopio donde se observan los diferentes materiales que se están guardando y detalle de la caliza y el material de hierro encontrados en el patio al momento de la visita



Fuente: UPME 2024

Figura 2. Trituradora, molino y juego de tamices observados en uno de los espacios de la unidad de diagnóstico



Fuente: UPME 2024

Figura 3. Equipo para pruebas geomecánicas, reactivos y balanzas de precisión observadas en la unidad de diagnóstico



Fuente: UPME 2024

### 3 Aspectos legales

Como se ha mencionado, los predios y equipos que actualmente maneja la Corporación son, en su mayoría, de la Gobernación del Huila, quien ha optado por la figura de comodato o contrato de préstamo de uso. Esto implica que la Corporación está en deber de garantizar el funcionamiento y beneficio para la comunidad, así como asumir gastos de mantenimiento, reparación y mejoras que requieran los equipos o los espacios durante su uso.

Actualmente se cuenta con el lote, la zona administrativa, el laboratorio físico/químico y la báscula, todos localizados en el municipio de Palermo, muy cerca de la ciudad de Neiva. Para la puesta en funcionamiento de la planta de trituración y molienda que se encuentra en construcción se requiere una conexión eléctrica que también se está actualizando.

Respecto a la titulación vigente de las minas, la directora ejecutiva de la Corporación manifestó tener inconvenientes con la misma, pues comenta que tuvieron una dificultad para la entrega de los documentos de renovación y eso ha generado dificultades con las autoridades competentes. Se desconoce el estado de la titularidad, pero aseguran que se han entregado títulos a terceros sin realizar consultas apropiadas y sin verificar la situación legal de los terrenos. Esta información no ha podido ser corroborada ya que no se cuenta con la documentación apropiada para realizar un seguimiento.

### 4 Aspectos ambientales

Dentro del componente ambiental, la Corporación Agrominera del Huila viene trabajando en huertas de frutales y algunos productos de pan coger, a su vez implementando el proyecto de gallina feliz (ver Figura 4), lo anterior como iniciativas de acciones alternativas que permitan retomar y dar un valor agregado a su actividad económica de origen. Estas actividades las desarrollan en el predio en comodato donde se desarrollan las actividades administrativas, acopio, báscula y laboratorio. Algunos asociados están incursionando en el cultivo de café en las áreas mineras como procesos de diversificación.

En el marco de los cumplimientos ambientales exigidos por ley se vienen adelantando procesos de reforestación en las fuentes hídricas aledañas a las minas y talleres de educación ambiental con los niños de las escuelas aledañas a las zonas de influencia de las minas. La Corporación cuenta con una profesional en el área ambiental quien apoya y asesora a los asociados en el cumplimiento de los compromisos ambientales generados desde sus permisos y trámites requeridos para su correcto funcionamiento.

En la visita se identificó la necesidad que tienen actualmente de entrar en procesos de beneficio y transformación, para lo cual actualmente se encuentran en construcción de una planta de trituración y molienda que permita obtener material particulado de malla fina para entrar a una comercialización apropiada (Figura 5). A lo anterior, se mencionó que se tendrán en cuenta las

medidas exigidas para dar cumplimiento a los compromisos ambientales, se tiene previsto la siembra de barreras vivas que permitan contrarrestar el material particulado que pueda generarse y demás medidas técnico-ambientales que el proceso a desarrollar requiera.

Figura 4. Propuesta en construcción de huerta de frutales y gallina feliz



Fuente: UPME 2024

Figura 5. Actual construcción de planta de procesamiento de material y patio de acopio de CORPOAGROMINH



Nótense las agrupaciones de material a lo largo del terreno, de esta forma se identifican los lotes de material en depósito.

Fuente: UPME 2024

## 5 Aspectos sociales

La asociatividad en el sector minero es un pilar fundamental para avanzar en el desarrollo de bienestar colectivo de los y las mineras. Así lo reflejan los integrantes de la Corporación Agrominera del Huila – CORPOAGROMINH, quienes con su tradición no solo minera sino también agropecuaria y campesina, reflejan la importancia de la coexistencia entre las diferentes actividades socioeconómicas del territorio.

A la fecha de la visita, la asociación cuenta con un total de 18 minas de pequeña escala asociadas a la corporación, de los municipios de Teruel, Santamaría, Palermo del departamento del Huila. De estas 12 se encuentran activas con explotaciones a cielo abierto de dolomitas.

Tal como se estaba indicando, la tradición del territorio del noroccidente del Huila, especialmente de los municipios mencionados anteriormente, radicaba en el sector agropecuario y campesinos; sin embargo, hace algunas décadas se inició el desarrollo la explotación de dolomitas a cielo abierto. La minería se observaba como una actividad económica de segundo orden; por tanto, las actividades socioeconómicas se encuentran diversificadas. De acuerdo con lo indicado actualmente existe una tradición de saberes asociados a las actividades agropecuarias y mineras en las familias que se encuentran asociadas en la corporación.

Sin embargo, los municipios de Teruel, Santamaría y Palermo del departamento del Huila, no han sido ajenos a la migración de la población en su mayoría joven a los centros poblados, ciudades intermedias, capitales e incluso al exterior, aludiendo la falta de oportunidades. Lo cual conlleva a que este factor, sea un reto fundamental para garantizar el releve generacional y la continuidad en las actividades socioeconómicas de los territorios. Algunas de las posibles respuestas a la dinámica poblacional, se plantean con ejercicios de reindustrialización, especialmente asociados a la actividad minera, con la generación de valor agregado a la explotación del mineral, a través de beneficio y transformación.

En ese sentido, el gobierno departamental desarrolló dos acciones de carácter estratégico, las cuales se vieron transversalizadas por las apuestas de distritos mineros, diseñados por el gobierno nacional hacia 2015. De un lado, celebró un contrato de comodato para la puesta en marcha de labores de la corporación CORPOAGORMINH, a través de los servicios de acopio y peso. En segundo lugar, se gestó la inclusión y administración del Centro de Gestión y Apoyo Integral Minero Ambiental del Noroccidente del Huila -CGAIMANH-. Con esto la Corporación Agrominera se consolidó como un referente gremial a nivel departamental.

La administración del centro de gestión se obtuvo a través del trabajo mancomunado entre las comunidades campesinas, agropecuarias y mineras de la región noroccidental del Huila en concurrencia con la Gobernación del Huila y la Alcaldía Municipal de Aipe. El funcionamiento de la corporación y del centro de gestión se obtiene a través de la venta de servicios a los asociados y a las comunidades en general. Los servicios desde la dinámica agropecuaria radican en la venta de especies menores, café, yuca, plátano; y desde la minera, se generan servicios de pesaje en báscula de la dolomita, y demás mineral es que se extraen, excedentes de la comercialización colectiva, venta de fertilizantes e insumos agrícolas. Es importante notar que esta Corporación es una organización sin ánimo de lucro y que, en el marco del comodato celebrado, adquirieron el compromiso de sufragar los gastos de funcionamiento, de reparaciones y de mantenimiento de los equipos brindados por la Gobernación del Huila.

Figura 6. Instalación de planta de trituración y Beneficio en el Centro de Gestión y Apoyo Integral Minero Ambiental del Noroccidente del Huila



Fuente: UPME 2024

La explotación de minerales en los 12 títulos que se encuentran activos y que se encuentran asociados en la Corporación Agrominera, aproximadamente, vinculan a 60 familias, dichas familias dependen económicamente del desarrollo de la actividad minera y agropecuaria. Los títulos mineros se encuentran en los municipios de Palermo y Santamaría, los cuales son de sexta categoría, de acuerdo con la caracterización municipal.

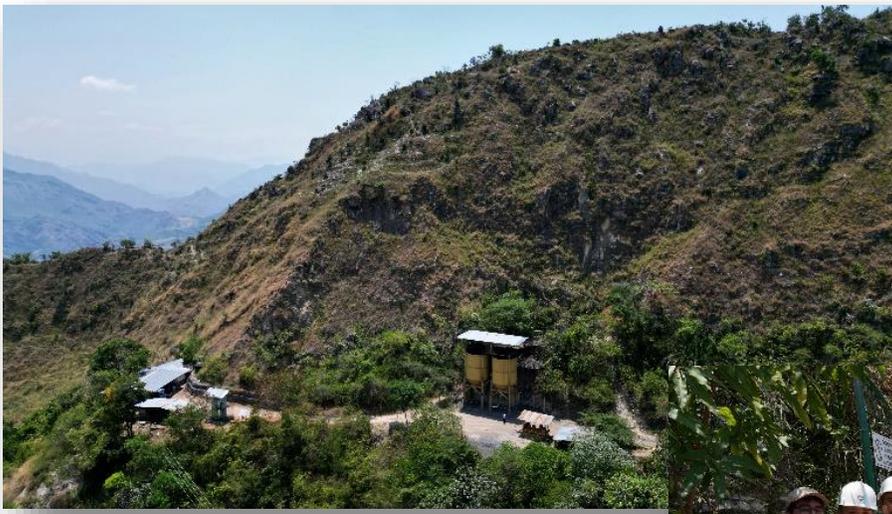
La gestión social asociada a la corporación no solo redunda en beneficios direccionados hacia sus asociados, sino que prestan servicios a las comunidades que lo requieren; por tanto, se indica que se tiene un impacto aproximado de 1.000 personas al mes en los servicios que se tienen instalados hasta la fecha. Desde la perspectiva de género, se reafirma que estas dos labores mineras y agropecuarias son altamente masculinizadas, generando que las mujeres tengan a cargo la economía del cuidado de las familias y del aumento de las especies menores en las fincas, mientras que los hombres continúan con labores de minería y de labranza del campo; con lo cual es posible concluir que la división sexual del trabajo se mantiene en este territorio específicamente.

La gestión del conocimiento y ampliación de la educación en el sector minero y agropecuario es una necesidad contante y latente en el noroccidente del Huila, dado que estas contribuyen de una manera con la disminución del riesgo de la pérdida de las tradiciones que se han gestado de generación en generación y con el mantenimiento de la diversificación socioeconómica y productiva del territorio. Así mismo, el fomento de capacitaciones asociadas a la formación para el desarrollo humano y el trabajo es visibilizado por los integrantes de la corporación en especial asociados con

la operación de maquinaria amarilla, manejo de residuos, transformación de mineral y manejo de explosivos para la industria minera.

## **6 Otros procesos o encadenamientos asociados**

Una de las necesidades que se mencionó durante la visita es el montaje y puesta en funcionamiento de una planta de calcinación y la posibilidad de moler hasta una malla de 450. Este es un proceso que daría valor agregado al material extraído, ya que permitiría obtener óxidos de magnesio y calcio (MgO y CaO) para uso de fertilizantes. También se ha pensado en el montaje de una planta de fertilizantes, teniendo en cuenta los demás minerales que se encuentran en la región, lo que permitiría la creación con sustancias apropiados para ciertos cultivos o ciertas condiciones de suelo que incluyan calcio, magnesio y azufre como componentes macro. Además, también se podría utilizar para neutralizar los suelos.



Plan Nacional de Desarrollo Minero  
Visitas estratégicas  
Fosfatos del Huila  
2024



Unidad de Planeación  
Minero Energética



## Contenido

1	Presentación .....	2
2	Aspectos técnicos .....	2
2.1	Extracción del mineral (mina) .....	2
2.2	Procesamiento del mineral (beneficio) .....	4
2.3	Producto final (encadenamientos) .....	5
3	Comercialización .....	6
4	Aspectos ambientales.....	7
5	Aspectos sociales .....	8
6	Otros procesos o encadenamientos asociados .....	10

## Lista de Figuras

Figura 1.	Detalle del interior de la mina.....	3
Figura 2.	Granuladora de disco (izquierda) y sistema de tamizaje para empacar el material (derecha).....	4
Figura 3.	Sistema para acidulación del material y detalle del tanque de almacenamiento de químicos peligrosos .....	5
Figura 4.	Ventas por producto para 2023 – Fosfatos del Huila.....	6
Figura 5.	Ventas de insumos por departamento .....	6
Figura 6.	Ubicación de las instalaciones de la Mina Media Luna e identificación de flora existente alrededor .....	7
Figura 7.	Filtros de manga. Planta de beneficio fosfatos del huila.....	8

## 1 Presentación

El viernes 15 de marzo de 2024 se realizó la visita a las instalaciones de la empresa Fosfatos del Huila, tanto en su oficina principal en Neiva como en la mina Media Luna y su planta de beneficio en el municipio de Aipe. Esta visita se considera estratégica ya que se desea conocer la extracción de fosfatos como mineral estratégico en la línea de seguridad alimentaria, al igual que los procesos posteriores y encadenamientos productivos asociados.

Fosfatos del Huila es una empresa privada de carácter mixto, con 187 accionistas entre los que se encuentran entidades estatales como el Municipio de Aipe, el Ministerio de Minas y Energía o la Gobernación del Huila; y entidades privadas como la Fundación Jorge Eliécer Gaitán, la Universidad Autónoma de Bucaramanga, IDU S.A.S o Alcanos de Colombia, entre otros. La empresa se dedica a la explotación y transformación de roca fosfórica para el consumo industrial y agropecuario, y actualmente extrae, muele y vende al mercado productos con contenido de fósforo que van del 24 al 30% de  $P_2O_5$ . Esto se ve reflejado en 5 líneas de fertilizantes cuyo fósforo asimilable gradual tiene un valor agregado para los cultivos en el país.

## 2 Aspectos técnicos

Fosfatos del Huila extrae roca fosfórica de la **Mina Media Luna**, localizada en el municipio de Aipe, vereda San Isidro, con **título 10015** de 970 hectáreas y licencia ambiental vigente a 2051. En esta mina explotan un manto de espesor variable entre 50 y 150 cm (promedio de 80 a 90 cm) que hace parte de la Formación Monserrate. Su porcentaje de  $P_2O_5$  varía entre 32 y 34% en mina, mientras que en tolva es de 28% debido a los procesos de minado, transporte y demás.

Debido a los niveles de presión y compactación de la roca se diferencian dos tipos de material: uno de coloración amarillenta, con ligero menor contenido de fósforo y menor dureza; y otro de color más blanquecino o grisáceo, más compacto y por lo tanto más competente, con mayor porcentaje de fósforo. Sin embargo, se trata del mismo manto extraído.

Para la adecuada identificación del manto y la elaboración del PTO se realizaron 93 trincheras en superficie y 7 perforaciones que permitieron evidenciar las variaciones en el buzamiento y el movimiento del manto debido al sinclinal al cual pertenece. En la zona de ingreso a la mina el manto de interés presenta dirección Norte-Sur con buzamiento variable de 45 a 70W (N-S/45-70W).

### 2.1 Extracción del mineral (mina)

Actualmente la mina tiene un cálculo de una (1) tonelada de reservas explotables y tres (3) toneladas de recursos inferidos, asociados al manto de explotación actual. A la fecha la producción varía entre 800 y 1.200 ton/mes (con solo dos turnos de funcionamiento) pero la mina tiene

capacidad para explotar 2.500 toneladas al mes según su PTO, con posibilidad de aumentar hasta 3.000 por sus instalaciones.

La explotación se realiza por el método de cámaras y pilares, construyendo los tambores por el buzamiento del manto (ver Figura 1 A) y dejando cámaras de 8 x 5 m aproximadamente. Para la extracción del material se usan canales en PVC y almacenamiento en teclas, de manera que el material cae directamente a vagonetas, con capacidad de 0,9 a 1 Ton, las cuales se extraen por medio de malacate al túnel principal y de allí son empujadas hacia el exterior por los mineros. Se espera un máximo de 300 m de profundidad ya que, según los estudios, el eje del sinclinal se encuentra a 300 m del nivel 8 (nivel de ingreso a la mina).

La mina cuenta con un túnel principal o entrada y 3 bocavientos. El túnel principal, también conocido como Nivel 8, presenta una entrada en concreto y posteriormente está constituido por arcos, que corresponden a vigas IPE dobladas apropiadamente (Ver Figura 1 B). La continuidad de estos arcos depende de la estabilidad del terreno, por lo que hay zonas donde se encuentran a 50 cm y otras a 1 m o 1,5 m. Algunos metros más adelante se encuentra la roca sin sostenimiento, ya que los respaldos son cherts y/o liditas competentes.

Figura 1. Detalle del interior de la mina



A. Tambor por donde desciende el personal a los niveles inferiores en la mina. Nótese que el tambor se trabaja siguiendo el buzamiento de los mantos. B. Detalle del sostenimiento con vigas IPE dobladas y apoyo de cajoneras de relleno en madera. Fuente: UPME 2024

La extracción del material se realiza con martillos neumáticos, los cuales funcionan con compresores diesel; mientras que la ventilación requiere energía eléctrica pues se trata de un

ventilador de 220W que produce 385 CFM de caudal. Para el almacenamiento del mineral se tienen dos silos de 200 toneladas cada uno.

## 2.2 Procesamiento del mineral (beneficio)

El material obtenido de la mina Media Luna se acopia en el patio de la Planta de Beneficio, localizada en la vía Aipe – Natagaima. Allí se puede vender la roca en rajón (como sale de la mina) o se pueden realizar tres tipos de proceso:

### A. Trituración y molienda

Se tiene trituradora de mandíbulas que permite dejar el material de 1 a 1,5 pulgadas y de allí pasa a molino de martillos, donde se muele el material hasta obtener la malla deseada (malla 20 o similar). En cada etapa intermedia se realiza tamizaje para ir separando el material fino en la medida que se va produciendo y así evitar remolienda o reprocesos. Además, el material se somete a un tratamiento térmico (70 a 100 °C) lo que aporta a su asimilabilidad.

### B. Granulación

Una vez triturado y molido el material, con una granuladora de disco (ver Figura 2) se realiza la pelletización, la cual consiste en la agitación del material en el disco giratorio, donde la fuerza centrífuga y la adhesión natural del material ayuda a formar gránulos.

Figura 2. Granuladora de disco (izquierda) y sistema de tamizaje para empaclar el material (derecha)



Fuente: UPME 2024

### C. Acidulación

Al material molido se le realiza un ataque con ácido sulfúrico con ayuda de un equipo especial (Figura 3), de manera que se produce una acidulación. Posterior a esto se realizan mezclas específicas según el tipo de producto que se desee.

Figura 3. Sistema para acidulación del material y detalle del tanque de almacenamiento de químicos peligrosos



Fuente: UPME 2024

### 2.3 Producto final (encadenamientos)

Fosfatos del Huila produce actualmente diferente material para la venta. La roca en rajón y el material molido (Fosforita 28P), los cuales no presentan un procesamiento o si lo tienen no es complejo, corresponden al 90% de la producción. Sin embargo, se tienen algunos agroinsumos que también aportan en la comercialización y que implican un encadenamiento. Entre estos están:

- **Agrofosfat:** corresponde al material granulado, el cual ha mostrado mejor porcentaje de fósforo asimilable y menor pérdida debido a su consistencia y facilidad para aplicar en terreno. Además, contiene calcio y silicio.
- **Olafos-S:** se trata del material triturado y molido que por el proceso de acidulación permite ciertas particularidades: tiene mayor contenido de fósforo asimilable, además de calcio, silicio, azufre y trazas de boro y zinc.
- **Olafos – SBZn:** igualmente se toma el material molido y posteriormente acidulado, al cual se le adicionan otros elementos para tener un material con mayores componentes. Contiene fósforo (incluyendo asimilable y asimilable gradual), calcio y en menor porcentaje azufre, boro y zinc.
- **Calmagfos:** se trata de una mezcla de la roca fosfórica ya molida con dolomitas, por lo que es un agroinsumo con contenido de fósforo, calcio, magnesio, silicio y azufre.

Para la generación de estos agroinsumos se requiere la adquisición de calizas o dolomitas, las cuales se consiguen en la región, al igual que otros insumos como ácido sulfúrico, ácido bórico u óxido de zinc, que se deben adquirir en otras zonas o por mercado internacional. La ventaja de los agroinsumos que se producen en esta empresa es que debido al tratamiento térmico los porcentajes de concentración y asimilabilidad son altos. Particularmente el fósforo asimilable gradual ha mostrado grandes mejoras en los terrenos y los cultivos en los que se ha aplicado.

### 3 Comercialización

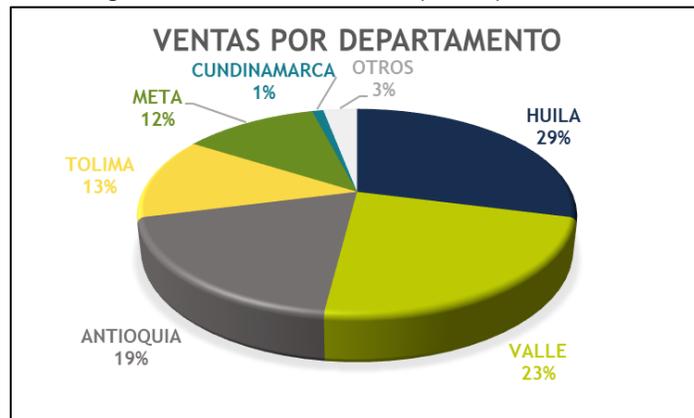
Fosfatos de Huila comercializa a nivel nacional sus productos. Para 2023, tuvieron un 77% de ventas para línea industrial y 23% con su línea agro. El detalle de las ventas se puede observar en la Figura 4, donde se aprecia además que la roca en rajón (22%) y la fosforita molida al 28% (68%) son los materiales con mayores ventas. En la Figura 5 se aprecian los principales departamentos donde se vendieron estos productos para el año 2023.

Figura 4. Ventas por producto para 2023 – Fosfatos del Huila



Fuente: UPME 2024

Figura 5. Ventas de insumos por departamento



Fuente: UPME 2024

Actualmente la fosforita 28P se vende en \$ 540.000 pesos el bulto, mientras que los agroinsumos acidulados están alrededor de \$ 1'300.000 pesos el bulto. La demanda nacional de este mineral, según la información brindada por la empresa, es de 3 Mton/año.

## 4 Aspectos ambientales

Es importante destacar que los fosfatos son minerales de interés estratégico para Colombia, debido a que uno de sus principales usos es la producción de fertilizantes para el mejoramiento de suelos y optimización de cultivos, a su vez, contribuyendo a los procesos asociados a la seguridad alimentaria. Por otra parte, a partir de este mineral se generan productos para el desarrollo de otras industrias como lo son la cerámica, detergentes y jabones. Es claro que los fosfatos desempeñan un papel esencial en la producción de alimentos y en la agricultura, sin embargo, la producción de fosfatos tiene implicaciones ambientales y es necesario considerar prácticas sostenibles para minimizar los impactos negativos en el ambiente y la salud humana.

La empresa Fosfatos del Huila, dando cumplimiento a los requisitos y compromisos dentro del contrato establecido con ANM, cuenta con PTO fue otorgado desde el año 2008 y en el año 2021 se dio prórroga por 30 años, generando estabilidad jurídica y la proyección a mediano y largo plazo para desarrollar sus actividades de forma responsable y poder expandir sus operaciones y seguir liderando este proceso en la región y el país.

De manera paralela, la empresa viene atendiendo los compromisos ambientales estipulados dentro de su licencia ambiental, en el año 2017 se inició proceso de prórroga, según lo manifestado en la vista. Dentro de los compromisos en el área de la Mina Media Luna, se han desarrollado compensaciones en 90 hectáreas, las cuáles han consistido en la siembra de árboles nativos en áreas de interés hídrico. A su vez, se han realizado los informes de cumplimiento ambiental requeridos y presentados a la Corporación Autónoma del Alto Magdalena CAM. En el área de desarrollo de la Mina Media Luna se ha identificado el ecosistema de bosque seco tropical, el cual se caracteriza por tener cobertura vegetal adaptada a condiciones de sequía y altas temperaturas (Figura 6).

Figura 6. Ubicación de las instalaciones de la Mina Media Luna e identificación de flora existente alrededor



Fuente: UPME 2024

En Huila se presenta un clima cálido durante todo el año, con temperaturas que oscilan entre los 25 y 30 grados Celsius, mientras la precipitación varía entre 300 y 1.500 mm. Es importante destacar que este es un ecosistema frágil y altamente amenazado en Colombia, por tanto, es de vital importancia implementar medidas de compensación y restauración apropiadas, que permitan generar estabilidad y equilibrio al ecosistema. Según lo manifestado, el departamento del Huila viene adelantando iniciativas de restauración ecológica, con la propagación de plántulas y la siembra de árboles nativos, acciones que pueden ser apoyadas en pro de la protección de este importante ecosistema.

Por otra parte, en la planta de beneficio se cuenta con cubiertas adecuadas y filtros de manga con el fin de darle manejo al material particulado generado por el procesamiento de la roca fosfórica (ver Figura 7). A su vez, en las zonas perimetrales se encuentran ubicadas barreras vivas para contrarrestar el material particulado generado por los vehículos de carga.

Figura 7. Filtros de manga. Planta de beneficio fosfatos del huila



Fuente: UPME 2024

Las proyecciones empresariales de fosfatos del Huila apuntan a generar nuevos procesos tecnológicos e ingreso de maquinaria que permitirá mejorar las ofertas de productos y servicios, los cuales también apuntan a dar cumplimiento a los requerimientos y necesidades de las demandas productivas.

## 5 Aspectos sociales

La empresa Fosfatos del Huila, en términos de empleabilidad, señala que a la fecha cuenta con 89 personas, entre los cuales se encuentran administrativos, operarios de mina y personal de planta. La mayoría de los y las integrantes de la mina y de la planta son personas que desarrollan labores de carácter técnico o tecnológico, y 3 empleados en la mina y 3 en la planta son profesionales. Las

personas que laboran en la Mina Media Luna son transportadas desde el municipio de Aipe hasta la ubicación de la mina en tres turnos.

La política de género y de inclusión diferencial en la empresa, especialmente en la mina y en la planta no se observa de manera tangible, sin embargo, se indica que han avanzado en la inclusión y colocación laboral de mujeres cabezas de familia en el desarrollo de las labores propias de la empresa. Dicho elemento se configura como acción afirmativa y gestión para avanzar en la disminución de las brechas de género existentes en la industria minera.

El Plan de Gestión Social (PGS) de la empresa Fosfatos del Huila se configura como un instrumento de gestión sistemática, continua, ordenada e integral que consolida los programas, proyectos y actividades que desarrolla la empresa para prevenir, mitigar y atender los riesgos sociales generados por el proyecto minero, así como para incrementar las oportunidades y beneficios generados por el mismo.

Uno de los principales proyectos que se cuentan y se mencionan por parte de la empresa es el desarrollo de huertas caseras con productos agroalimentarios, especialmente de pan coger, en el cual las comunidades aledañas a la mina media luna del municipio de Aipe, reciben una serie de semillas y capacitación para el desarrollo de actividades agrícolas.

Los anteriores elementos se adicionan a los procesos educativos y de seguridad alimentaria y nutricional, con los cuales se contribuye desde la empresa, en el marco de los procesos asociados al plan de gestión social. Los cuales fueron identificados en el proceso por parte de los actores tanto internos como externos, entre los cuales se encuentran las comunidades, asociaciones sociales, comunitarias, ambientales, poblaciones vulnerables, entre otras.

La empresa reconoce que se debe fortalecer en conjunto con las entidades públicas que trabajan en el desarrollo de capacidades y en formación para el trabajo y el desarrollo humano, en el área de influencia de la planta y de la mina media Luna, temáticas asociadas la industria minera y extractiva, dado que no se cuenta con programas de este tipo, y en aras de lograr disminuir y contribuir con los índices de seguridad minera y de salud en el trabajo, las formaciones y capacitaciones son fundamentales, así mismo que teniendo en cuenta las reservas disponibles de roca fosfórica, el relevo generacional, se debe ir dando paulatinamente para mantener la explotación.

La empresa define y proyecta, una amplia posibilidad de empleo digno en el área de influencia de la mina, gestando perspectivas de bonanza en la región, siempre y cuando se genere mejora en el conocimiento y desarrollo de capacidades, seguridad jurídica para la empresa y promoción de mercado interno.

## 6 Otros procesos o encadenamientos asociados

Según el actual gerente de la empresa, hay tres aspectos clave para darle continuidad y mejora:

- Articulación con ADR (subsidijs a fertilizantes).
- Mejoramiento de la planta de beneficio: se tiene un diseño con tolva dosificadora, granulador, molinos de bolas y secador. La nueva planta de beneficio permitirá malla 200 a 300, lo que puede permitir manejar y procesar el material de otras maneras que el mercado actual requiere.
- Campaña de mercadeo apropiada (big data).
- Promoción para el consumo de fertilizantes en el mercado interno.
- Estrategia de utilización de kits de prueba de los productos en parcelas demostrativas en diferentes zonas del país y realizar seguimiento para validar rendimientos y eficiencia.



Plan Nacional de Desarrollo Minero  
Visitas estratégicas  
Mina La Maruja, Marmato – Aris Mining  
2024



Unidad de Planeación  
Minero Energética



## TABLA DE CONTENIDO

1	Presentación .....	2
2	Aspectos técnicos .....	3
2.1	Calidad, seguridad y salud (H&QS).....	4
2.2	Extracción del mineral (mina) .....	5
2.3	Procesamiento del mineral (beneficio) .....	8
3	Aspectos legales.....	8
4	Aspectos ambientales.....	11
5	Aspectos sociales .....	16
5.1	Capacitación – Formación .....	17
5.2	Temas de género.....	18

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Vista general del título 014-089M de Marmato y los niveles aproximados en la Mina La Maruja.....	3
Figura 2.	Detalle de los niveles en el proyecto Marmato – Aris Mining .....	4
Figura 3.	Representación del método de explotación realizado en la Mina La Maruja.....	5
Figura 4.	Representación del método de explotación de circado y <i>breasting</i> .....	6
Figura 5.	Plan de manejo ambiental - PMA y permisos ambientales asociados al proceso productivo realizado por Aris Mining.....	11
Figura 6.	Programas del Plan de Manejo Ambiental aprobado por Corpocaldas .....	12
Figura 7.	Procesos y tratamientos implementados dentro del programa de manejo de agua del PMA, para aguas residuales doméstica e industrial.....	13
Figura 8.	Modernización y adecuación del sistema LEV .....	14
Figura 9.	Planes de compensación por pérdida de biodiversidad.....	15

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Gerentes de Aris Mining que atendieron la visita.....	2
----------	---	---

## 1 Presentación

El 9 de mayo de 2024 se realizó la visita a la empresa Aris Mining, en las instalaciones de la zona de logueo de la Mina La Maruja, localizada en el municipio de Marmato, departamento de Caldas. El objetivo principal de esta reunión fue el de conocer los procesos de formalización asociados a la explotación de oro en la región de Marmato, así como los encadenamientos productivos y buenas prácticas sociales y ambientales en este municipio.

En esta sede nos recibieron los gerentes de operación, como se relaciona en la Tabla 1, quienes nos brindaron información detallada de cada área de experiencia. También nos acompañaron algunos coordinadores de la Mina La Maruja, como son el coordinador de Salud y Seguridad en el Trabajo para Marmato, el coordinador ambiental para esta sede y la encargada de comunicaciones de Aris Mining.

Tabla 1. Gerentes de Aris Mining que atendieron la visita

Persona	Cargo	Área de conocimiento
Guillermo Acevedo	Gerente de Relaciones Externas Aris Mining	Relacionamiento y conocimiento general de la empresa
Tatiana Acevedo	Gerente de Responsabilidad Social para Marmato	Actividades de responsabilidad social de la empresa en Marmato
Luisa Fernanda Roncancio	Gerente de Relaciones Comunitarias para Marmato	Relacionamiento con la comunidad en Marmato
Luis Carlos Villanueva	Gerente de Pequeña Minería	Formalización y pequeña minería en zona de influencia
Andrés Jaramillo	Gerente proyecto Lower Mine	Nuevo proyecto en Marmato para aprovechamiento del depósito mesotermal
Juan Diego Benítez (virtual)	Gerente Ambiental	Detalles de las actividades de responsabilidad ambiental en la zona

Fuente: elaboración propia

Aris Mining es una empresa canadiense que desarrolla actividades de exploración, extracción y procesamiento de oro y plata. En Colombia cuenta con los proyectos de Segovia (Antioquia) y Marmato (Caldas) en operación, donde para 2024 planea obtener entre 220 y 240 koz de oro<sup>1</sup>. Esta empresa se caracteriza por presentarse como “una empresa social y ambiental con componente minero”, por lo que enfoca su esfuerzo y presupuesto a priorizar el cuidado del territorio, proteger el ambiente y trabajar por el bienestar y beneficio de las comunidades. Por este motivo, se consideró prioritario realizar reuniones y consolidar la información de sus experiencias y el trabajo conjunto con las comunidades y mineros de la zona.

<sup>1</sup> <https://wp-arismining-2023.s3.ca-central-1.amazonaws.com/media/2024/05/Aris-Mining-Corporate-Presentation-May-27-2024-FINAL-1.pdf>

## 2 Aspectos técnicos

El título 014-089M de Aris Mining se localiza en el municipio de Marmato, departamento de Caldas, y se trabaja por debajo de la cota 1260 m. Este título presenta dos minas principales a nombre de Aris Mining: Mina La Maruja y el proyecto Lower Mine.

A su vez, dentro de la Mina La Maruja la explotación se divide en tres zonas: la parte alta, que corresponde a los niveles 16 a 21 (ver Figura 1), la zona de minería de formalización, que se ubica igualmente en la parte alta y específicamente en los niveles 16 y 17, en zonas donde no se han podido realizar labores mecanizadas, y la parte baja que corresponde a los niveles inferiores del 21 en adelante.

Figura 1. Vista general del título 014-089M de Marmato y los niveles aproximados en la Mina La Maruja

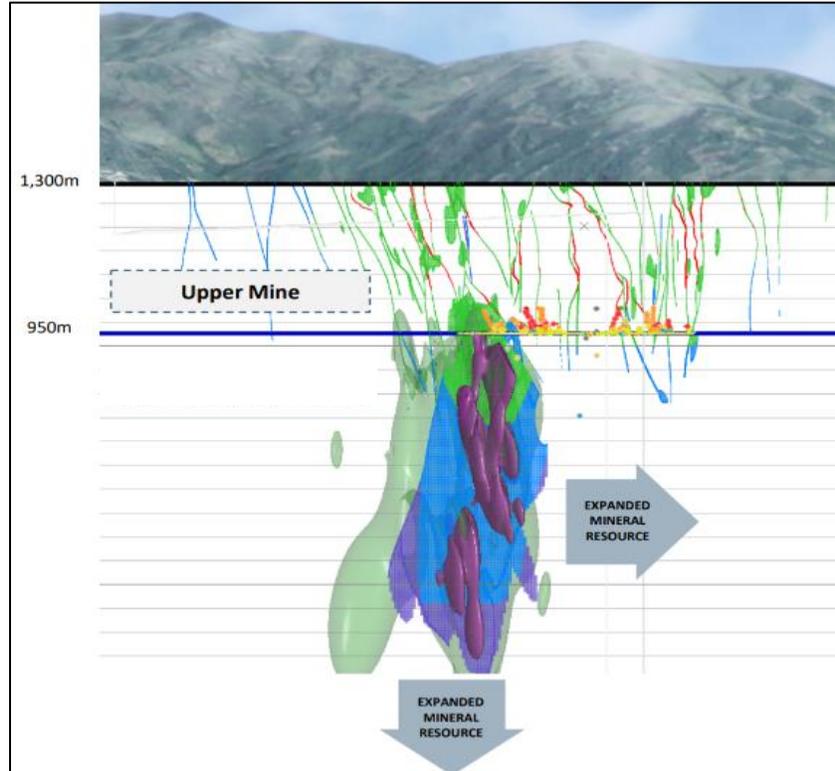


Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

En la parte alta de esta mina (upper mine, Figura 2) la mineralización se caracteriza por la presencia de vetas angostas, constituidas principalmente por pirita y en menor proporción otros minerales asociados como esfalerita, arsenopirita, galena y/o calcopirita, entre otros. Desde la cota 1050 hacia abajo se presenta un sistema con venilleos que se comporta como un cuerpo mineralizado (estilo stockwork) y por lo tanto su explotación se facilita por cámaras.

Para el proyecto La Maruja Baja (Lower Mine) se trabajará de la cota 950 a la cota 480. En esta zona se presenta un depósito mesotermal de media presión y media temperatura, con vetillas finas y mineralización de cuarzo – bismuto – oro, lo que implica un proceso de beneficio diferente dadas las características químicas del depósito y ha requerido un análisis geoestadístico para lograr una modelación, ya que se encuentra oro libre.

Figura 2. Detalle de los niveles en el proyecto Marmato – Aris Mining



Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

## 2.1 Calidad, seguridad y salud (H&QS)

Antes de entrar en detalles técnicos, se considera primordial hacer énfasis en el sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) desarrollado por Aris Mining, ya que todas sus operaciones se basan en la “**Visión Zeroo**”, que corresponde a la metodología orientada al mejoramiento de la seguridad, la salud y el bienestar (SSB) de las personas en el trabajo. Bajo el slogan “*Las personas son nuestra prioridad. La seguridad, el resultado de una producción con calidad*” y el principio dorado “*Cada tarea debe realizarse de manera segura*” han desarrollado siete (7) pilares y doce (12) reglas de oro para realizar las labores de la manera más responsable y crear una cultura colectiva del cuidado.

Los pilares son: liderazgo y compromiso, identificar peligros, definir metas, sistematizar la organización, usar tecnologías seguras y saludables, mejorar competencias y, finalmente, invertir en las personas. Las doce reglas de oro son: 1. Apto para trabajar, 2. Evaluación de riesgos, 3. Dotación y EPP, 4. Lugares, máquinas y herramientas seguras, 5. Control de la caída de roca, 6. Control de las energías peligrosas, 7. Seguridad vial, 8. Sustancias peligrosas y explosivos, 9. Trabajo en alturas, 10. Trabajo en caliente, 11. Izaje de cargas, 12. Espacios confinados.

En la implementación de esta metodología, manifiestan tener resultados positivos en cuanto a la reducción de accidentes en un 81%, el sentido de pertenencia con su labor y lo más importante el compromiso continuo del autocuidado. Lo anterior, llevado a eficiencia y efectividad alcanza un resultado favorable como empresa y la generación de liderazgos visibles.

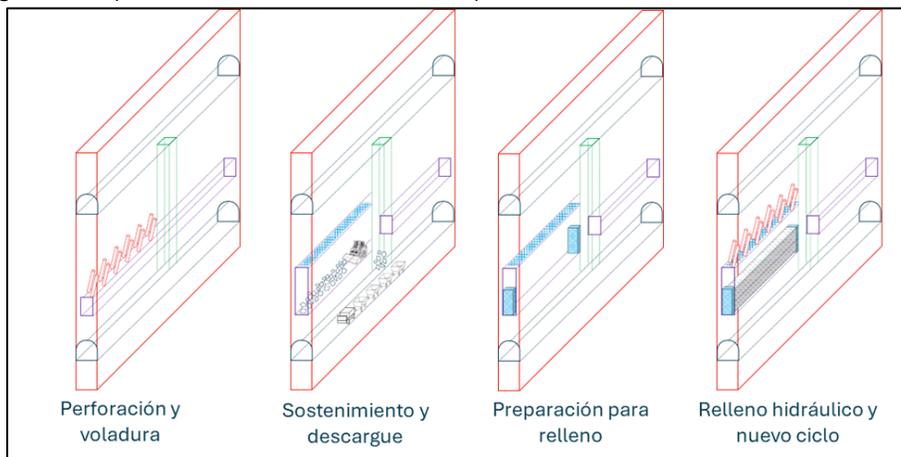
Dada la alta importancia que se tiene respecto al tema de seguridad y bienestar de los trabajadores, al comienzo de la reunión brindaron orientación sobre salidas de emergencia, contactos en caso de requerirlo y seguimiento a los planes ya estipulados por el personal capacitado en caso de una eventualidad.

## 2.2 Extracción del mineral (mina)

En la Mina La Maruja se desarrollan tres tipos de explotación según la zona y las características del depósito:

**Corte y relleno convencional:** en la zona alta (niveles 16 al 21) se realiza este tipo explotación por método ascendente. Se realizan voladuras cortas (1,80 a 2,40 m), se extrae el material de interés y posteriormente se rellena con relleno hidráulico, para el cual se utilizan las colas de la planta de beneficio.

Figura 3. Representación del método de explotación realizado en la Mina La Maruja

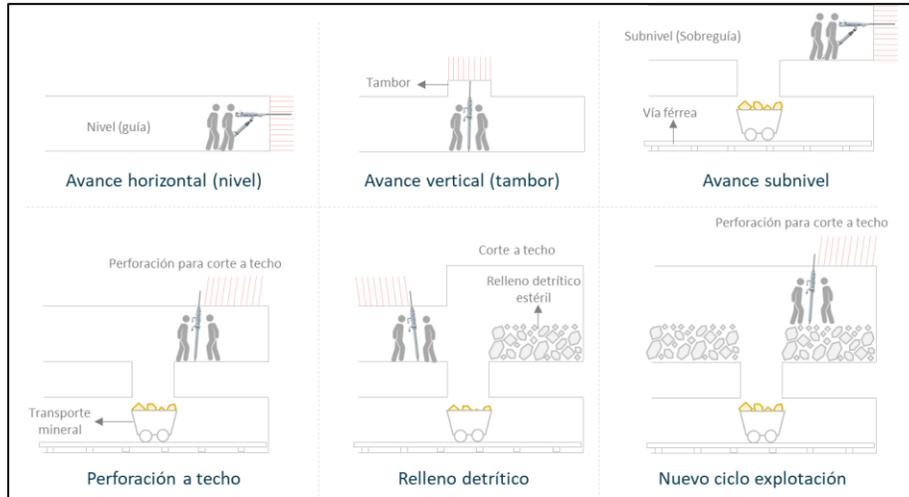


Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

**Circado y breasting (corte y relleno de vetas angostas y con taladros horizontales):** se trata del método de explotación de la minería de formalización, en el cual se aprovecha el recurso mineral que por métodos de gran minería no son susceptibles de explotación por minería mecanizada, ya que la dilución sería muy alta. El pequeño minero puede recuperar vetas de menos de 20 cm, donde primero se obtiene el mineral de interés separando la veta y posteriormente se abre el frente de trabajo para poder continuar en la extracción de la veta. Esta actividad se hace siguiendo la metodología que se ve representada en la Figura 4. Al material de interés que se extrae se le hace

una homogenización y un control de calidad con base en análisis geoquímicos y pesajes, mientras que el material estéril se utiliza para el relleno.

Figura 4. Representación del método de explotación de circado y *breasting*



Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

Para este método de explotación, por tratarse de los subcontratos de formalización, se brinda apoyo técnico como el planeamiento minero, servicios (agua, aire comprimido), ventilación y manejo de explosivos, entre otros. Esto facilita la actividad del asociado y el seguimiento por parte de la empresa.

**Sublevel Stopping:** del nivel 21 hacia abajo, se utiliza este método, que es un sistema de cámaras de 10 o 15 m de ancho por 25 a 30 m de longitud, con subniveles intermedios de 15 m. Se divide en cámaras primarias y secundarias: las cámaras secundarias funcionan como pilares mientras se explotan las cámaras primarias, y una vez se rellenan estas se permite la explotación de las cámaras secundarias. El relleno es una mezcla entre el material grueso que queda de la planta de beneficio y cemento, para así lograr una buena estabilidad.

Para el proyecto *lower mine* se plantea un **sublevel stopping con relleno en pasta**, que consiste en el mismo mecanismo ya mencionado, pero con un relleno que permita mayor estabilidad, dada la localización del proyecto y los acuerdos y cumplimientos solicitados por la autoridad ambiental.

Las actividades de sublevel stopping se realizan con equipos mecanizados como perforadoras jumbo, scoops o dumpers, los cuales se utilizan en secciones de 3,5 x 3,5m a 5 x 5 m. El corte y relleno convencional, el circado y *breasting* se realiza con herramientas neumáticas manuales y se mecaniza en la medida que las galerías lo permitan, por lo que en la minería de formalización no se suele mecanizar mientras que en la ejecutada directamente por la compañía sí.

Por otra parte, el circuito de ventilación principal en general se equipa con ventiladores axiales y también se cuenta con 7 bocaminas, de las cuales 4 son entradas de aire fresco y 3 son salidas de aire viciado. La red es alimentada por compresores eléctricos instalados en superficie y se cuenta con 6 compresores cada uno con capacidad de 1500 CFM, lo que permite una red de aire comprimido que cubre los 7 niveles activos de la mina.

Uno de los grandes éxitos es poder realizar una voladura centralizada, lo que implica que el sistema de iniciación de voladuras de la mina se realiza mediante detonadores electrónicos, los cuales son escaneados a una caja central. Esto permite realizar todas las detonaciones desde superficie cuando el personal se encuentra fuera de la mina.

Respecto a la producción, para el año 2024 se tiene una meta de 235 000 toneladas, con un tenor promedio de 3,0 a 3,1 g/ton. Por parte de pequeña minería se tiene una meta de 5700 ton con un tenor mínimo de 6 g/ton. El tenor para los subcontratos de formalización se espera que sea mayor y en algunos meses se han logrado valores de hasta 8,45 g/ton. Esto depende de las vetas o vetillas explotadas, pero también de la selección manual que hace el minero, por lo que se tiene previsto contratar “chatarreros” que en la zona son quienes mejor escogen el mineral y saben seleccionar apropiadamente el material para lograr el de mayor valor.

### **2.2.1 Proyecto Lower Mine**

Actualmente Aris Mining desarrolla el proyecto Lower Mine, que permitirá la explotación del mineral de la parte baja del cerro mineralizado. Para esto, han tenido que actualizar el PTO y el EIA previamente autorizado y las autoridades han hecho solicitudes específicas a partir de sus solicitudes, las cuales ya se encuentran aprobadas para la realización del proyecto. La Corporación Autónoma Regional de Caldas - CORPOCALDAS ha solicitado lo siguiente:

- Monitoreo de ruido, vibraciones y ondas de aire
- Monitoreo de aguas subterráneas y superficiales
- Seguimiento de estabilidad geotécnica
- Fichas de manejo sociales, ambientales y técnicas

Debido a la calidad de la roca en la zona y a la presencia del barrio Guayabito localizado en la zona de influencia, la autoridad ambiental solicitó seguir la normativa alemana DIN 4150 que trata sobre vibraciones en las construcciones. Para lograr lo exigido por la autoridad ambiental se trabajará con cargas desacopladas (indugeles) y detonadores electrónicos. Al realizar las pruebas han notado que hay que hacer un monitoreo continuo y que esta mezcla de explosivos es la apropiada para cumplir con los parámetros de vibraciones, ruido y ondas estipulado.

La mina empezará con el desarrollo de los niveles 775 y 750 a los cuales llegarán dos portales (Portal Indios Norte y Sur) como inclinados principales y se plantea perforar hacia abajo y hacer la explotación por *sublevel stopping*. La ventilación se manejará con el ingreso de aire limpio por los

dos portales o inclinados, se lleva el aire por medio de ventiladores, exclusas y demás equipos propios de la mina hacia los frentes necesitados, y el aire viciado saldrá por una perforación vertical (*raise boring*) hacia la rampa El Higuerón (ya existente de la Mina La Maruja).

### 2.3 Procesamiento del mineral (beneficio)

En la visita no se entró en detalle respecto al proceso de beneficio que actualmente se desarrolla en la mina, ya que el tiempo era muy limitado. Sin embargo, si se mencionaron algunos aspectos de la nueva planta de beneficio que procesará el material del proyecto lower mine.

Esta nueva planta está diseñada para procesar 4000 toneladas diarias y se trata de un proceso enfocado en la concentración gravimétrica, dadas las características del depósito. Al material ya procesado por concentración se le desarrollarán procesos de carbón activado para lograr la mayor recuperación posible con la menor contaminación. La nueva planta de beneficio tendrá un polvorín en superficie, el cual está sujeto a la normatividad nacional e internacional. Igualmente, los procesos de tratamiento de aguas industriales están diseñados para cumplir con la reglamentación vigente.

## 3 Aspectos legales

Como ya se ha mencionado, el título minero con el que se cuenta actualmente es el 014-089M, el cual se encuentra vigente hasta octubre de 2051 y cuenta con PMA vigente otorgado por CORPOCALDAS bajo la Resolución 0496 de 2001, que a su vez cuenta con modificaciones del año 2023 para el proyecto Lower Mine.

En Marmato ha existido un enfrentamiento histórico entre gran y pequeña minería, por lo que Aris Mining solicitó el diálogo entre la empresa y los pequeños mineros, en la búsqueda de un entendimiento de la situación y un aprendizaje del conocimiento del minero tradicional. Esto permitió establecer algunas alianzas y de allí empezar a trabajar en los modelos de asociación que se basan en la normatividad vigente. Actualmente, la empresa cuenta con cuatro (4) tipos de modelos de asociación:

- **Socios Mineros Internos:** contrato de operación dentro de las minas propias y comparten infraestructura y servicios mineros.
- **Socios Mineros Externos:** contrato de operación fuera de las minas propias, pero en los predios de los títulos. Ellos instalan sus propios servicios mineros.
- **Terceras partes:** complemento de la cadena productiva de aquellas unidades mineras que no cuentan con planta de beneficio.
- **Subcontrato de formalización:** contrato establecido por la normatividad.

Actualmente, la propuesta de valor es la de unir el conocimiento empírico y experticia del pequeño minero con la tecnología y capacidades de Aris Mining, en un ambiente seguro y que evite la accidentalidad. Esto permite un beneficio mutuo: en el caso de la empresa se ha podido extraer material de algunas zonas de la mina que con el proceso usual de explotación no se podrían desarrollar y por lo tanto recuperar material de alto tenor. En el caso del pequeño minero el mayor beneficio es el de realizar una explotación con mejores condiciones y dando prioridad a la protección de la vida y la seguridad minera. También se ven otros beneficios como la estabilidad laboral (y por lo tanto estabilidad en los ingresos) o la facilidad para realizar las actividades mineras, entre otras.

Desde el punto de vista de Aris Mining, existen huecos en la norma de formalización, tales como la financiación o la solicitud de requisitos. Para esto, sugieren una agenda conjunta con las entidades del Estado, de manera que se traten los temas de formalización y bancarización en detalle, fortaleciendo la capacitación y dando claridad a estos temas, debido a que una constante muy marcada es la dificultad de pasar de la teoría al hecho. El lograr este tipo de procesos y la articulación interinstitucional puede llevar a un avance significativo en el “cambio de chip” del pequeño minero, permitiendo avanzar y lograr consensos que benefician la parte legal, técnica y demás, permitiendo mejorar el desarrollo de la actividad minera en todos sus componentes.

Una vez se ve la formalización desde sus aspectos positivos para la comunidad minera, es posible avanzar como agente replicador del modelo propuesto, ya que en el caso de Marmato se ha pasado de proponer la iniciativa y sostener, a ser los mineros de formalización quienes comunican a otros interesados con sus acciones y resultados. Ejemplo de esto son los resultados alcanzados a la fecha con Minera El Porvenir, quienes, con las mesas de diálogos en doble vía, el atender y seguir los lineamientos y/o reglas técnicas, financieras y sociales, han alcanzado el correcto desarrollo de la actividad en sus áreas.

Como parte de la visita se desarrolló una entrevista con el Señor Rubén Darío Rutavista, representante de Minera El Porvenir, quien compartió su experiencia y los puntos de interés dentro de estos procesos de cambio de mentalidad y su desarrollo como empresario. A continuación, se relacionan sus aportes y logros alcanzados.

La actividad de don Rubén como líder minero inició hacia el año 2011 con la Asociación Asomitrama (Asociación de Mineros Tradicionales de Marmato), la cual estaba conformada por 1800 mineros de la parte alta. Este grupo se unió en la búsqueda de defender el derecho al trabajo de minería en la zona tradicional de Marmato y apoyó procesos jurídicos, los cuales vieron una respuesta a través de la Sentencia T-438 de 2015, por la cual se reconocen los derechos a los mineros de la parte alta de Marmato, y en la sentencia de unificación SU-133 de 2017 se ratifica esta decisión.

Hacia el año 2019, en la realización de actividades propias de los mineros tradicionales en Marmato, se evidenciaron al menos 12 muertes y múltiples accidentes desde leves hasta

incapacitantes. Los costos en vidas estaban aumentando y los costos de materias primas para la actividad minera, especialmente los explosivos, estaban al alza. Estas dificultades y la entrada de Aris Mining al territorio fueron antecedentes para facilitar el diálogo constructivo, que, en palabras de don Rubén, “junto con el acompañamiento permanente, respeto y compromiso, permitió esta alianza que ha dado hasta la fecha resultados”. Este trabajo conjunto entre Aris Mining y Minera El Porvenir ha motivado a los mineros asociados a avanzar y entender que es posible la coexistencia minera y el trabajo mancomunado, permitiendo el mejoramiento de la calidad de vida de ellos y sus familias, trabajar de forma legal con las técnicas, equipos e instrumentos adecuados. Esto permite la optimización de tiempos, recursos, cumplimiento normativo y la contribución a un ambiente sano.

Lo anterior, más que un listado de acciones realizadas, son los beneficios que Don Rubén resalta y ha experimentado en este proceso de escucha y diálogo en doble vía, atendiendo las recomendaciones y deberes en el desarrollo de su actividad. Algunos de los retos importantes en este proceso, según la experiencia alcanzada en estos casi 2 años de trabajo bajo este esquema:

- Fortalecer y continuar los diálogos como instrumento de avance y entendimiento, o, en palabras de ellos, “*co-construir diariamente*”
- Educación continua en materia minera, económica, ambiental y social
- Fortalecer y contribuir al cambio de mentalidad del minero tradicional
- Luchar en contra de ideas contrarias
- Reunir capacidad técnica con conocimiento
- Búsqueda de un mismo objetivo común
- Reconocimiento como empresario
- Hacerlo rentable desde lo técnico (asociado a la responsabilidad social y ambiental)
- Contrarrestar los procesos relacionados con la criminalidad desarrollada en el entorno
- Ser consciente que el mineral es finito y que, de la organización y visión actual, junto a la inclusión de otras actividades productivas, permitirá la estabilidad futura de las comunidades que hacen parte de esta labor.

Es así como PORVENIR S.A.S – contrato de asociación Aris Mining y pequeños mineros, han alcanzado beneficios como lo son:

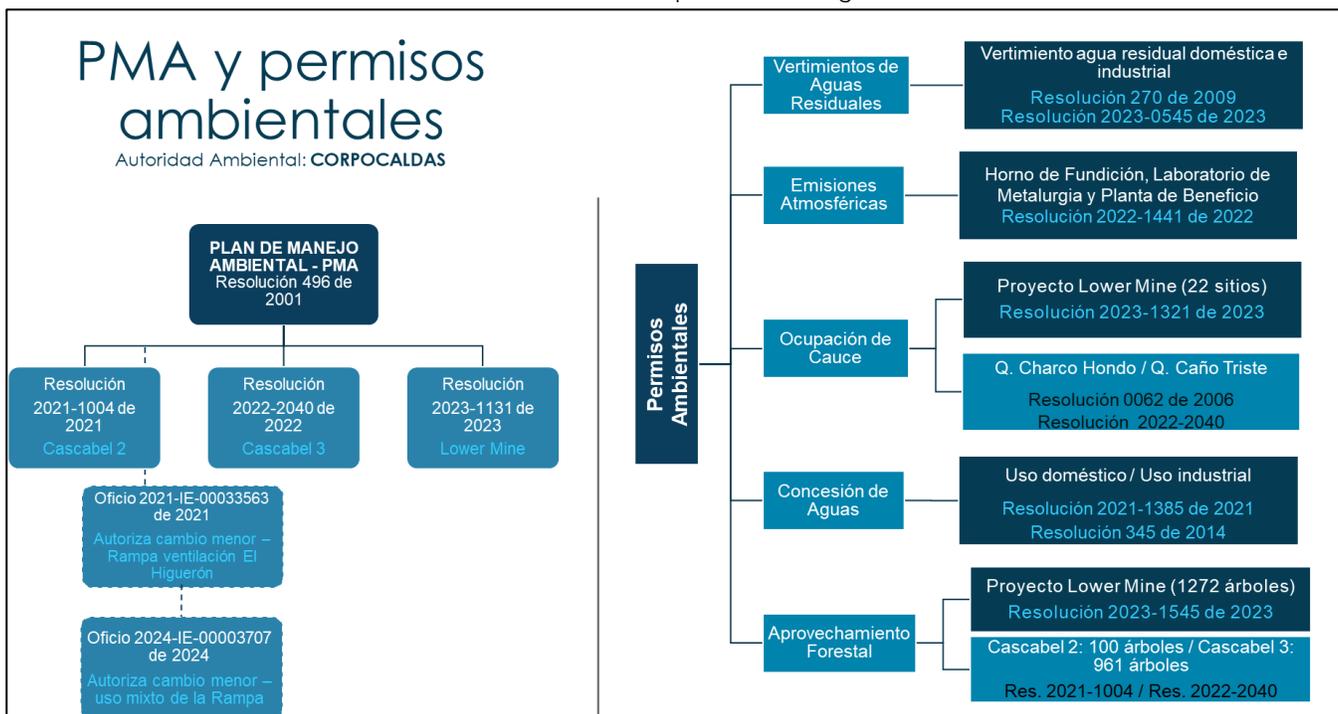
- Trabajo legal bajo condiciones técnicas, sociales y ambientales acordes al entorno y a la normatividad vigente
- Condiciones dignas para los trabajadores y sus familias ( Seguridad social y ARL)
- Ganancias equitativas para los 63 trabajadores que se tienen a la fecha
- Presencia en el territorio y ejemplo para otros
- La combinación entre la experiencia ancestral - empírica y el conocimiento y tecnología empresarial

#### 4 Aspectos ambientales

La empresa Aris Mining dentro de sus compromisos y políticas realiza una gestión consiente en el marco de promover la construcción de país, a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el progreso de las comunidades y lograr una coexistencia que permita promover el cuidado y protección de los recursos naturales para las generaciones actuales y futuras. En el año 2022 se articula con las autoridades locales, autoridad ambiental y comunidades locales, enfocando sus esfuerzos en los ODS 6,7,12,13 y 15.

Aris Mining cuenta con un departamento ambiental dentro de su organigrama, lo que permite tener una implementación y seguimiento de cada una de las actividades ambientales en el marco del cumplimiento normativo y necesidades que se presente en los frentes de trabajo y áreas adyacentes. Para el desarrollo del componente ambiental, se parte del cumplimiento normativo, el cual está enmarcado en el Plan de Manejo Ambiental – PMA, aprobado por Corpocaldas bajo resolución 0496 de 2001 con modificación en el año 2023 (ver Figura 5). A su vez, cuenta con todos los permisos ambientales requeridos para el correcto desarrollo de la actividad minera (Figura 5).

Figura 5. Plan de manejo ambiental - PMA y permisos ambientales asociados al proceso productivo realizado por Aris Mining

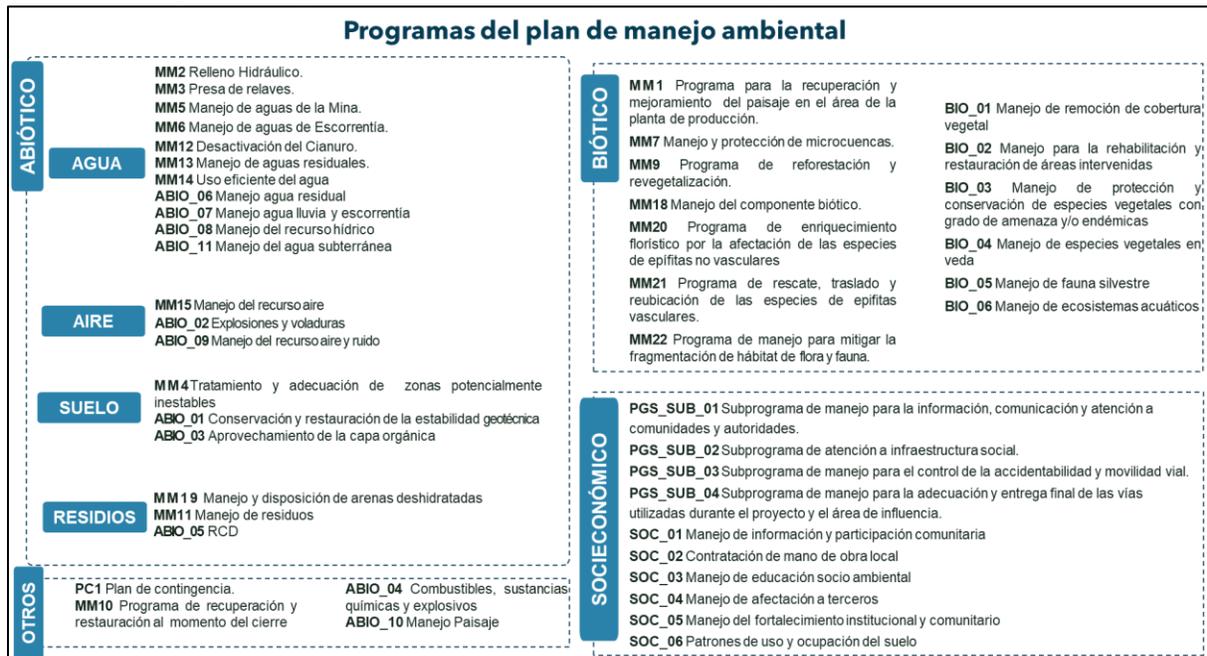


Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

Dentro del PMA vienen dando cumplimiento a los programas establecidos y aprobados por la autoridad ambiental, los cuales se presentan en la Figura 6. De estos programas se hizo énfasis

en el manejo de agua, puesto que es uno de los recursos más importantes para todas las actividades de supervivencia. El recurso hídrico en Marmato es complejo, pues se tiene en porcentajes bajos, por tal razón demanda un cuidado más exhaustivo. Esta área cuenta con el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Agua Clara.

Figura 6. Programas del Plan de Manejo Ambiental aprobado por Corpocaldas



Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

En atención a lo anterior y a lo relacionado propiamente con la actividad minera, se presenta el programa de manejo de agua, haciendo énfasis en los procesos y tratamientos utilizados tanto para el manejo del agua residual doméstica como el manejo y recirculación del agua residual industrial, como lo muestra la Figura 7.

Por otra parte, se tiene un manejo de relaves y tratamiento de aguas posterior al proceso de beneficio. Este proceso permite la generación de dos tipos de relaves: 1. Material que sale del proceso de flotación, que consiste en arenas que pasan por un proceso de hidrociclones, lo que permite separar las gruesas de las finas. Las gruesas se utilizan como parte del relleno al interior de la mina y las finas continúan el proceso para ser depositadas como relaves. 2. Material que sale del proceso de cianuración, que consiste en aproximadamente el 15 a 18% del material y que deben pasar por un proceso para retirar el cianuro.

Posteriormente, tanto las arenas que vienen del proceso de flotación como las que se obtienen de cianuración pasan a un tratamiento con espesadores con filtros de discos, los cuales permiten retirar la humedad y separar las arenas. Las arenas se llevan a depósitos de relaves, mientras que el agua excedente pasa por un tratamiento que permite su recirculación a la planta de beneficio, o,

de ser necesario, se vierte a la Quebrada Cascabel, previa revisión del cumplimiento de límites permisibles. Actualmente los relaves se depositan en la zona denominada Cascabel 2, y la primera zona de relaves denominada Cascabel 1 ya se encuentra en cierre.

Figura 7. Procesos y tratamientos implementados dentro del programa de manejo de agua del PMA, para aguas residuales doméstica e industrial



Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

Para el nuevo proyecto *lower mine*, en la última actualización del PMA se ha solicitado una nueva bocatoma en el río Cauca, al igual que el permiso de vertimiento. En ese sentido, se realizará tratamiento al agua, tanto a su ingreso como en su egreso, para poder hacer uso eficiente de este recurso, facilitar los procesos de recirculación y cumplir con los límites permisibles para el vertimiento final. Para esto, se tienen previstos nuevos procesos de tratamiento que darán manejo al recurso permitiendo la desintoxicación de cianuro y la eliminación de metales pesados y sulfatos.

Como parte de las actualizaciones y mejoramiento también se tiene prevista una nueva planta de tratamiento de agua residual doméstica que tratará un caudal aproximado de 3 l/s, la cual permitirá el cambio de sistema de tratamiento de las ARD de 6 pozos sépticos por una PTARD compacta, estimada para una población de 1200 personas. Esta planta permitirá disminuir el número de puntos de vertimiento a fuentes superficiales y mayor eficiencia en la remoción de carga orgánica en el efluente.

Por otra parte, para el programa de manejo de aire, se modernizó y actualizó el sistema LEV, el cual es un sistema de ventilación y aspiración que captura el polvo, neblina, gases, vapores o humos del aire para que no se puedan inspirar (ver Figura 8).

Figura 8. Modernización y adecuación del sistema LEV



Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

Respecto al programa de manejo de residuos sólidos, se desarrollan actividades para residuos como madera, chatarra, peligrosos, aprovechables y residuos sólidos en general, adicional a esto los orgánicos son manejados a través de compostaje. Se cuenta con un gestor de residuos sólidos que es la empresa ATICA, la cual cuenta con sistemas de gestión certificados y se trata de una industria colombiana. También se han apoyado los emprendimientos locales de manejo de residuos, como es el caso de la empresa Asociamme, la cual se menciona más adelante en el capítulo de aspectos sociales.

Por otro lado, el área del proyecto se encuentra ubicado en un ecosistema estratégico denominado Bosque Seco Tropical, el cual se caracteriza por tener cobertura vegetal adaptada a condiciones de sequía y altas temperaturas. Este es un ecosistema frágil y altamente amenazado en Colombia, por tanto, es de vital importancia implementar medidas de compensación y restauración apropiadas, que permitan generar estabilidad y equilibrio al ecosistema. En ese sentido, Aris Mining viene implementando acciones para la protección de la biodiversidad y las microcuencas presentes, a continuación, se relacionan las más relevantes:

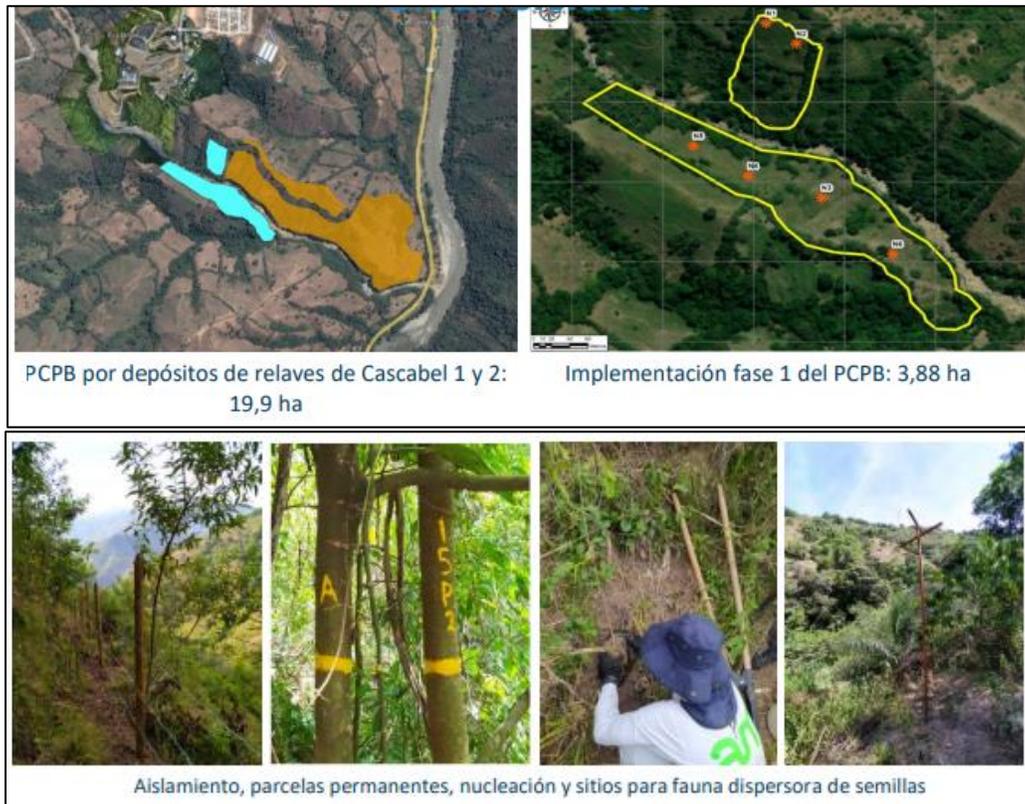
**Planes de compensación por pérdida de biodiversidad - PCPB.** Para el desarrollo del plan se realizan las siguientes actividades, cuyos resultados se aprecian en la Figura 9:

- Cerramiento de bosque ripario (agrupaciones arbóreas en las riberas de las corrientes de agua)
- Nucleación ecológica: proceso que tiene como fin lograr una distribución agregada de plantas capaces de facilitar el reclutamiento y crecimiento de plántulas desde una zona de

mayor densidad de individuos (núcleo) hacia áreas con menor densidad (entre núcleos). Lo anterior, se realiza con especies nativas

- Pastos enriquecidos y se colocan otros árboles
- Parcelas de seguimiento
- Perchas para aves y facilitar la dispersión de semillas
- Madrigueras para mamíferos

Figura 9. Planes de compensación por pérdida de biodiversidad



Fuente: presentación Aris Mining en la visita de la UPME

**Protección de microcuencas.** Se desarrollan procesos de siembra y mantenimiento con especies nativas, las cuales provienen de viveros de la zona. Dentro del desarrollo de esta actividad la estrategia principal fue la de vincular la mano de obra local, por lo que se trabajó con asociaciones de comunidades negras y mujeres, que para este ejercicio fue AMAFRO.

Como parte de estas actividades se han intervenido 1.5 hectáreas de la cuenca de la Quebrada Pan de Azúcar y la siembra de 326 árboles nativos en la Hacienda Planchado. También se han desarrollado acuerdos con la Junta de Acción Comunal de El Vergel y convenio con la Alcaldía Municipal para estas actividades.

Por último, la empresa Aris Mining, dentro de sus estrategias para dar cumplimiento a las exigencias ambientales y tener un control y seguimiento a la gestión ambiental legal, tiene un

software denominado AMATIA, el cual contiene herramientas que permiten hacer seguimiento y control a la licencia ambiental y los permisos asociados. dentro de este seguimiento se tiene los siguientes elementos: matriz legal ambiental; matriz de aspectos e impactos ambientales; matriz de requerimientos ambientales y, finalmente, asesoría ambiental legal especializada (ETICA)

## 5 Aspectos sociales

Aris Mining cuenta con un Plan de Gestión Social (PGS) que tiene cinco (5) líneas de inversión:

1. Educación, cultura y deporte (asociado con los ODS 3 y 4)
2. Desarrollo socioeconómico (asociado con el ODS 8)
3. Infraestructura para el Bienestar (asociado con el ODS 9)
4. Medio Ambiente (asociado a los ODS 13 y 15)
5. Equidad de Género e Inclusión (asociado a los ODS 5 y 10)

Actualmente, Aris Mining genera empleo formal a 1285 colaboradores directos, de los cuales el 15,3% son mujeres. Se cuenta además con contratistas y consultorías para el proyecto, por lo que se genera gran número de empleos indirectos. Por su parte, Minera Porvenir S.A.S. cuenta actualmente con 63 personas contratadas, dentro de las cuales se cuenta con 8 mujeres: 4 en el área administrativa y 4 en mina. Para la contratación se da prevalencia al personal de Marmato y municipios aledaños y también a personal del departamento de Caldas, por lo que se tiene gran parte del personal de la región.

En aspectos económicos, se tiene una inversión social estimada de 26,6 USD por cada onza de oro producida y se tiene pago de impuestos, regalías y contribuciones por 29 443 millones de pesos en 2023. Las compras a proveedores de Marmato y Caldas superaron los 22 mil millones de pesos en 2023. En las conversaciones sobre Minera El Porvenir se pudo establecer que Aris Mining contribuyó con el préstamo de 200.000 dólares como inversión inicial para esta empresa de formalización, para así poder iniciar sus operaciones.

Algunos de los logros en temas de responsabilidad social son:

- **Intervención de instalaciones físicas e infraestructura:** se han adecuado 7 instituciones educativas de Marmato, se realizó la construcción de dos parques infantiles, la adecuación de la Parroquia Santa Bárbara y la construcción del Taller de Joyería
- **Brigadas de salud en Marmato y Supía:** además de brigadas realizadas para la población, se entregaron elementos y equipos médicos a los hospitales de Marmato y Supía.
- **Programas de equidad de género e inclusión** (no solo incorporación laboral sino formación), en las cuales se enfatiza más adelante.

- **Participación ciudadana** orientada a garantizar que los procesos son de doble vía. En el marco de este tema, se realizó formación en Derechos Humanos y Políticas Públicas a líderes de los territorios.
- **Proveeduría local** donde se plantearon ferias de emprendimiento y se han creado bases de datos para identificar proveedores del departamento y así poder darles prioridad.
- Para temas de **Seguridad** se entregaron un par de vehículos (motos) a la fuerza pública.

Actualmente, Aris Mining cuenta con el Centro de Desarrollo de Actividades culturales y académicas para la comunidad. Es un espacio de integración con la comunidad, procesos comunitarios, capacitación y práctica, que se fortalece en la medida que avanzan las capacitaciones y la integración. Además, como parte de su compromiso con la educación, cultura y deporte, ha incentivado las escuelas deportivas y musicales y ha realizado el día de la niñez y la paz. También ha realizado actividades conjuntas con la comunidad y apoyo a eventos tradicionales y culturales, entre otros.

### 5.1 Capacitación – Formación

Respecto a la formación para el trabajo, actualmente la empresa tiene un convenio con la Universidad EAN para una plataforma virtual educativa que permite una capacitación en temas mineros, enfocado a pequeños mineros y minería tradicional. Se tratan temas ambientales, de seguridad y temas asociados que se requieren para aquellas personas que desean hacer parte de la empresa, ya sea en un proceso de formalización o como empleados. Con la EAN también se han realizado capacitaciones para directivos de pequeña minería. De manera paralela, la empresa cuenta con capacitaciones internas para aquellos nuevos mineros que desean ingresar, donde se realiza un trabajo conjunto con mineros de alta experiencia en la mina y el proceso de formación puede durar 6 meses.

Como actividades de la cadena productiva del oro, actualmente se tiene la capacitación en Técnica en joyería en la zona de El Llano, en Marmato. Si bien la capacitación existe desde antes del ingreso de la empresa a la región, se observó la necesidad de complementar esta formación dando valor agregado y creando un lugar donde las joyeras pudieran generar sus joyas después de finalizada la formación. El *programa de mujeres joyeras* generó el espacio adecuado para esta creación de joyas en el Centro de Desarrollo de Aris Mining y se han capacitado 35 mujeres en temas técnicos, productivos y comerciales, enfocando temas de alto interés como la comercialización y el diseño diferencial de joyas. También se ha impulsado la participación en vitrinas y eventos.

Además, se cuenta con un convenio marco de formación, investigación y procesos de apoyo social en territorio con la Universidad Autónoma de Manizales. Asimismo, se cuenta con una alianza con el SENA Nacional para la dotación del Centro de Desarrollo Minero Ambiental del Alto Occidente, con un ambiente de formación.

Por otra parte, como parte del PGS y de responsabilidad con la comunidad, se ha invertido en programas pre-icfes, al notar esta necesidad particular del municipio, así como en escuelas deportivas para estudiantes de 9°, 10° y 11°. También se han entregado instrumentos musicales y kits escolares. Estas actividades se procuran desarrollar de manera conjunta con las entidades del Estado, para no suplir el deber del gobierno sino apoyar de manera conjunta y complementar según la necesidad de los habitantes.

De manera paralela, se tiene una feria empresarial de oportunidades con Fenalco, donde se busca el fortalecimiento de emprendimientos en otras actividades que se localizan en el territorio. Se tiene, por ejemplo, un contrato para la adquisición de lencería con la empresa COFUT, mujeres que han recibido capacitaciones para mejorar su emprendimiento y que la empresa incluye dentro de los procesos de formación para poder acceder a su producto. Otro ejemplo es el fortalecimiento de cultivo y producción de café, donde se han caracterizado 28 campesinos para crear una asociación.

## 5.2 Temas de género

La empresa cuenta con protocolo de acoso y política de diversidad, además de cumplir con múltiples requisitos en materia de equidad de género. Actualmente, se encuentran gestionando el sello Equipares, programa de certificación que reconoce a las organizaciones, pymes y entidades públicas que logran implementar acciones efectivas para el cierre de brechas de género.

Como parte de la política de género se ha realizado un proceso de caracterización de 25 mujeres en Marmato y 70 en Segovia con labores de “chatarreo” o “guacheras”. El análisis permitió reconocer cuántas de ellas se identifican con la labor y cuántas realmente quieren realizar esta actividad, pues muchas lo hacen por necesidad más que por gusto. En Marmato la actividad evidenció temas de maltrato, favores sexuales y otras situaciones que son comunes y generan un ambiente inapropiado para desarrollar esas actividades. Este tipo de actividades permite evidenciar las expectativas frente a la compañía y apoyar en la búsqueda de alternativas a este grupo de mujeres, ya sea que deseen continuar en la actividad minera o cambiar de actividad.

Por otra parte, y como ya se mencionó previamente”, se está reforzando el programa de mujeres joyeras, para lograr un encadenamiento del material extraído y por lo tanto dar un valor agregado al material extraído.

Otro grupo de mujeres es la Asociación de Mujeres Recicladoras, que cuenta con 31 mujeres y 1 hombre y fueron ganadoras de *la noche de los mejores*, iniciativa de Fenalco para incentivar asociaciones responsables. A la fecha de la visita se les había entregado maquinaria, así como EPP para el desarrollo apropiado de su labor y se realizó un traslado del lugar de trabajo.



Plan Nacional de Desarrollo Minero  
Visitas estratégicas  
Acerías Paz del Río  
2024



Unidad de Planeación  
Minero Energética



## Tabla de contenido

1	Presentación.....	2
2	Aspectos técnicos .....	2
2.1	Extracción y procesamiento del mineral.....	3
2.1.1	Carbón.....	3
2.1.2	Calizas.....	4
2.1.3	Hierro.....	4
2.2	Producto final (encadenamientos) .....	6
3	Comercialización.....	9
4	Aspectos ambientales.....	10
4.1	Buenas prácticas en cumplimiento ambiental.....	10
4.2	Plan Estratégico de Acción Climática .....	11
4.3	Proyectos de restauración en áreas mineras .....	11
5	Aspectos sociales.....	12
6	Otros procesos o encadenamientos asociados.....	13
6.1	Fertilizantes, enmiendas y carboquímicos .....	13
6.2	Escorias .....	13
6.3	Proyecto de Granja Solar.....	14
6.4	Otros procesos de innovación .....	14

## Lista de figuras

Figura 1.	Hornos de coquización en la planta de beneficio de Belencito .....	3
Figura 2.	Aspecto del mineral de hierro oolítico propio de la mina El Uvo .....	5
Figura 3.	Paso de material del tren hacia la trituradora de mandíbulas.....	6
Figura 4.	Vista de las bandas transportadoras con material previamente triturado .....	6
Figura 5.	Vista del alto horno Elena, en Acerías Paz del Río.....	7
Figura 6.	Vista de máquina de colada continua (A) y zona de enfriamiento de palanquillas (B).....	8
Figura 7.	Hornos de calentamiento (A) y producto final (alambión) recién moldeado (B).....	9
Figura 8.	Proceso productivo en Acerías Paz del Río .....	9

## 1 Presentación

Los días jueves 11 y viernes 12 de julio de 2024 se realizó una visita estratégica a las instalaciones de la empresa Acerías Paz del Río en Boyacá, primero en su sede social y planta de beneficio localizada en el municipio de Nobsa y posteriormente en la mina de hierro El Uvo localizada en el municipio de Paz del Río. La visita se realizó en conjunto con personal de la Agencia Nacional de Minería y de la Dirección de Minería Empresarial del Ministerio de Minas y Energía.

El objetivo de la visita fue conocer las actividades que se desarrollan en la empresa, desde la explotación del mineral, pasando por su proceso de beneficio, elaboración de aceros y otros encadenamientos que se trabajan actualmente y que buscan el uso de la totalidad de materiales que se generan durante el proceso de creación de los aceros. Además, se enfatizó en las buenas prácticas ambientales, sociales y la visión a futuro de la empresa.

Acerías Paz del Río es la única siderúrgica integrada de Colombia, con 75 años de trayectoria. Tiene concesiones para explotación de hierro, caliza y carbón y una planta de beneficio que permite el procesamiento de estos minerales y posterior elaboración de aceros. Cuenta con el único tren de carga y pasajeros eléctrico del país, en el que diariamente se transportan las personas de Paz del Río a Tópaga y por medio del cual se mueve la carga. A partir de enero de 2022 los principales accionistas de la empresa son: Grupo Trinity S.A.S, con el 61.13% de las acciones, Structure Asset Managment S.A.S, con 30,11% y el Instituto de Fomento y Desarrollo de Boyacá – IDEBOY, con 6,64%. Actualmente, suple el 22% de la demanda nacional de aceros largos.

Esta visita se consideró estratégica ya que se puede conocer todo el procesamiento de los materiales, las fortalezas y debilidades de un proyecto de estas características, además de los varios encadenamientos y los estudios de innovación y tecnología que actualmente desarrollan en la empresa. Además, al tratarse de una empresa con alta trayectoria, proporciona el valor de la experiencia en las diferentes etapas de la actividad minera.

## 2 Aspectos técnicos

Al ser la única siderúrgica integrada de Colombia, Acerías Paz del Río cuenta con minas de hierro, carbón y caliza para poder suplir las materias primas que se requieren para la elaboración del acero. Estas materias primas se encuentran localizadas hacia la cordillera oriental y particularmente la empresa se ubica en un sitio estratégico teniendo en cuenta estas fuentes de materia prima.

A continuación, se presenta la información compartida respecto a los depósitos, extracción y procesamiento de estas tres materias primas, haciendo especial énfasis en el hierro, ya que fue la mina visitada.

## 2.1 Extracción y procesamiento del mineral

### 2.1.1 Carbón

Acerías Paz del Río cuenta con el título 070-89 para explotación de carbón metalúrgico, con cerca de 7.500 hectáreas en total, del cual se derivan 9 proyectos de semimecanización. Tres de estos se encuentran en extracción y cuatro de ellos están en trámites de licencia ambiental.

Asimismo, se dejaron aproximadamente 2.500 hectáreas para 23 procesos de formalización minera, de manera que actualmente se encuentran en proceso de devolución para la cesión de esas áreas. Mientras eso sucede, Acerías Paz del Río debe responder por la producción, el pago de regalías, los Planes de Manejo Ambiental y en general por todo el cumplimiento normativo en estas áreas.

Actualmente la empresa tiene un consumo cercano a las 280.000 Ton carbón/año, de las cuales 75.000 Ton vienen de los proyectos de formalización minera y el otro porcentaje debe ser adquirido en otras minas del sector. Es por esto que se quiere dar prioridad y celeridad a la apertura de los proyectos de Mina La Chapa (Tasco) y Proyecto Veracruz (Socotá) para buscar el autoabastecimiento de carbón metalúrgico para la empresa, aun cuando se siga dependiendo de terceros para aumentar la calidad requerida del material.

El carbón que se recibe en Paz del Río se acopia para verificar y clasificar según su volatilidad en el patio de recepción de la planta de beneficio Santa Teresa de ese mismo municipio, posteriormente se tritura y se carga para ser transportado por vía férrea a la planta de beneficio de Belencito para continuar con su procesamiento.

En Belencito se cuenta con 57 hornos verticales para convertir en coque esta materia prima. Cada horno procesa aproximadamente 16,6 Ton de material que se calienta a temperaturas entre 1.220 a 1.270°C (Figura 1).

Figura 1. Hornos de coquización en la planta de beneficio de Belencito



Fuente: UPME 2024

Una vez se extrae el material del horno se enfría con aproximadamente 2.000 lt agua y pasa hacia el alto horno. De este procesamiento vale la pena destacar que el carbón no recibe lavado previo y las mezclas necesarias para mejorar la calidad se realizan previamente en patio de acopio. Según la información brindada en esta zona de la planta, actualmente se producen entre 18 y 19 mil toneladas mensuales.

### **2.1.2 Calizas**

Actualmente la empresa cuenta con el Contrato de Concesión 0289-15, localizado entre los municipios de Busbanzá y Corrales (Boyacá), en el cual se tiene una producción que es insuficiente para cubrir la demanda. También cuentan con el Contrato en Virtud de Aporte 006-85M y el Contrato de Concesión 11387, ambos se encuentran pendientes de aprobación de licencia ambiental. Según lo expusieron los trabajadores de la empresa, es importante lograr estas licencias debido a la calidad del material calcáreo que se requiere, ya que los procesos necesitan caliza con 52% de CaO. Menos de ese porcentaje no es útil para los procesos que se desarrollan en el alto horno.

En la visita no se mencionaron detalles del proceso de beneficio al que es sometido el mineral, sin embargo, sí se mencionó que existe un procedimiento previo a su llegada a la planta de beneficio de Belencito, para así contar con un material apropiado para alimentar el alto horno.

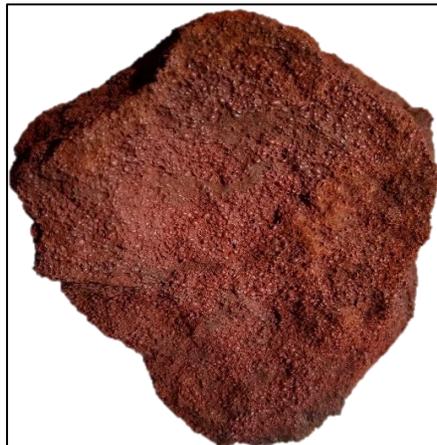
### **2.1.3 Hierro**

Es la materia prima fundamental para el proceso industrial que desarrolla Acerías Paz del Río, ya que el alto horno se ajusta a las condiciones y características del material que se ha venido explotando desde los años 50 (ver Figura 2). La Mina El Uvo, localizada en el municipio de Paz del Río, es la mina tradicional de la empresa y se encuentra en el Contrato 005-85M previamente mencionado. Además, se cuenta con la Mina Las Mercedes, localizada en el municipio de Ubalá, Cundinamarca, en los títulos 15065 y HEN-101.

La calidad del mineral de hierro de estas minas oscila alrededor del 50% de tenor; es decir, que de una tonelada extraída de hierro se produce media tonelada de arrabio aproximadamente. Sin embargo, la Mina Las Mercedes presenta mejores porcentajes de hierro y es un material de mejor calidad, aunque solo tiene 3,5 años de vida útil proyectada. Actualmente se producen alrededor de 60.000 Ton/año y aproximadamente cada mina aporta el 50% de esa producción.

La Mina El Uvo lleva 70 años de funcionamiento, lo que actualmente implica un cambio en el método de explotación debido al aumento en la inclinación de los mantos y los retos geomecánicos que implica la extracción de material a profundidad. Sin embargo, teniendo en cuenta los trabajos de exploración que ha desarrollado la compañía y las características de los yacimientos de hierro que se explotan en la actualidad, se espera que El Uvo siga siendo el principal proveedor de este mineral.

Figura 2. Aspecto del mineral de hierro oolítico propio de la mina El Uvo



Fuente: UPME 2024

En la visita realizada el viernes 12 de julio a la mina se conocieron más detalles de la operación actual, la cual se desarrolla a 850 m de profundidad en la vertical. Actualmente se encuentran 326 personas trabajando en mina, en 3 turnos de 8h cada uno, de lunes a sábado. La producción oscila entre 28.000 y 36.000 Ton al mes, pero se podría aumentar la capacidad si así se requiere. Como parte de la gestión integral y del cumplimiento normativo, en la mina se cuenta con un programa de Salud y Seguridad en el Trabajo basado en el diálogo y la observación.

La extracción del material se realiza por el método de cámaras largas y pilares en las zonas con buzamientos menores a  $20^\circ$  y por método de tambores paralelos en las zonas donde los buzamientos aumentan, pues hacia el sector izquierdo de la mina se han obtenido datos de  $55^\circ$ . A partir del nivel 6 han utilizado pernos de anclaje y con resina se ha realizado el aseguramiento para el sostenimiento de la mina.

Respecto a la maquinaria y sistematización, la mina cuenta con un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) el cual se comunica vía internet desde el interior de la mina hacia superficie. Esto ha permitido la automatización y control del sistema de bandas transportadoras, bombeo, condiciones atmosféricas y sub estaciones eléctricas. Al interior de la mina se cuenta con un taller bajo tierra ubicado en el nivel 9, el cual mantiene comunicación constante con superficie mediante el sistema SCADA. En el taller se cuenta con capacidad para atender eventualidades mecánicas de 2 equipos de manera simultánea. También se cuenta con un polvorín y 5 estaciones.

Internamente hay un sistema de transporte férreo por niveles principales que cuenta con 2.500 m lineales de vía férrea y que permite movilizar el material hacia las dos trituradoras de mandíbulas al interior de la mina (Figura 3). La extracción del material se realiza por un sistema de bandas que a la fecha cuenta con 3,2 km (Figura 4) y se apoya de un cable de tolvas que cuenta con 2,5 km. Además de estos sistemas principales, se cuenta con varios equipos y maquinaria tanto para la extracción como para la movilización del material, entre ellos varios tipos de cargadores, 2 jumbos,

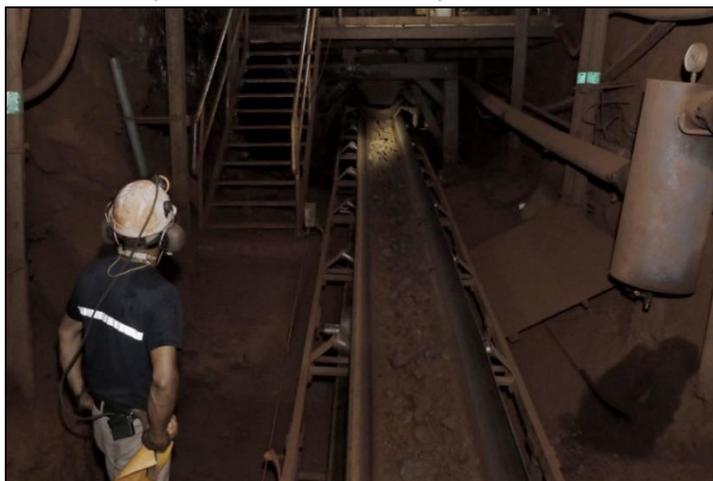
6 perforadoras manuales, 1 scaler, 1 bulldozer. Igualmente, se cuenta con ventiladores, tanto principales como auxiliares, para mantener un ambiente apropiado y bombas.

Figura 3. Paso de material del tren hacia la trituradora de mandíbulas



Fuente: UPME 2024

Figura 4. Vista de las bandas transportadoras con material previamente triturado



Fuente: UPME 2024

El material extraído de la mina se transporta hasta el patio de descargue de la Planta de beneficio Santa Teresa, donde se tritura el mineral en dos tamaños: grueso para el alto horno y fino para sinterización. Posteriormente se hace control de calidad y se transforma por vía férrea a la planta de beneficio de Belencito.

## 2.2 Producto final (encadenamientos)

Como se mencionó previamente, a partir de las materias primas como caliza, mineral de hierro y carbón, se realiza un proceso de beneficio y/o transformación obteniendo hierro y caliza triturados

y coque. Estos materiales tienen dos destinos: sinterización y Alto Horno. En la sinterización se mezclan finos de hierro, finos de caliza y laminilla con agua y por medio del coque, que actúa como fundente, se transforma en sinter, que es una masa que una vez enfriada y cribada cumple con propiedades mecánicas específicas y necesarias para el proceso en el Alto Horno.

En el **Alto horno** se utilizan los gruesos del mineral de hierro, la caliza y el coque como el 50% de ingreso de material y el sinter consiste en el otro 50%. Con estos materiales se alimenta el horno hacia su parte superior, para transformar todo el material de sólido a líquido. En la visita, por labores de mantenimiento no se pudieron detallar las actividades en el alto horno (ver Figura 5), pero se explicó el proceso y el uso que se da al material que ingresa. También referenciaron el uso de agua, energía y la reutilización que se da al vapor y gases que se producen pues la energía para este proceso se obtiene tanto del coque como del aire caliente que se produce.

Figura 5. Vista del alto horno Elena, en Acerías Paz del Río



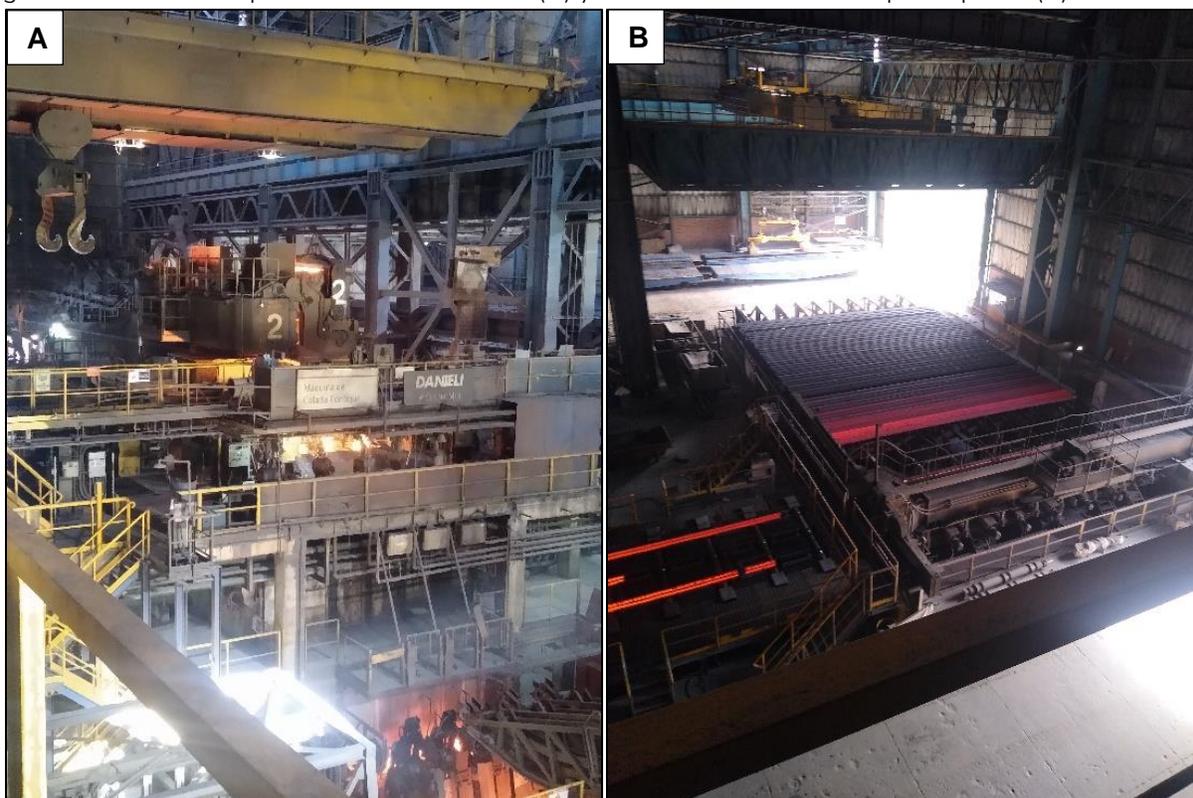
Fuente: UPME 2024

Una vez se obtiene el líquido final, este pasa a **convertidores** donde se realizan procesos que permiten tener dos componentes: **arrabio**, que es la materia prima para el acero; y **escoria**, que es el material “sobrante” del proceso debido a la calidad de los minerales y sus propiedades. Este último es el que actualmente se utiliza para encadenamientos, como se verá más adelante en este informe.

Por otra parte, se mostró en donde funciona el **horno eléctrico**, al cual ingresa exclusivamente chatarra (propia y comprada), la cual constituye el 30% del material que pasa a la acería. En este proceso también se explicó el uso de agua y energía, donde se evidencian procesos de consumo responsable y manejo de economía circular.

Posteriormente, la calidad del acero es ajustada mediante la adición de ferroaleaciones en cuchara, para su posterior proceso en **horno cuchara**, donde se realiza el ajuste químico y térmico del material para cumplir con las calidades propias del proceso. De allí pasa a la máquina de colada continua para obtener palanquillas de 12m (Figura 6). Estas palanquillas son la base para la generación de los diferentes aceros que se desarrollan en la empresa, los cuales pueden tener diferentes especificaciones de propiedades mecánicas según la velocidad de enfriamiento y la forma que adoptan.

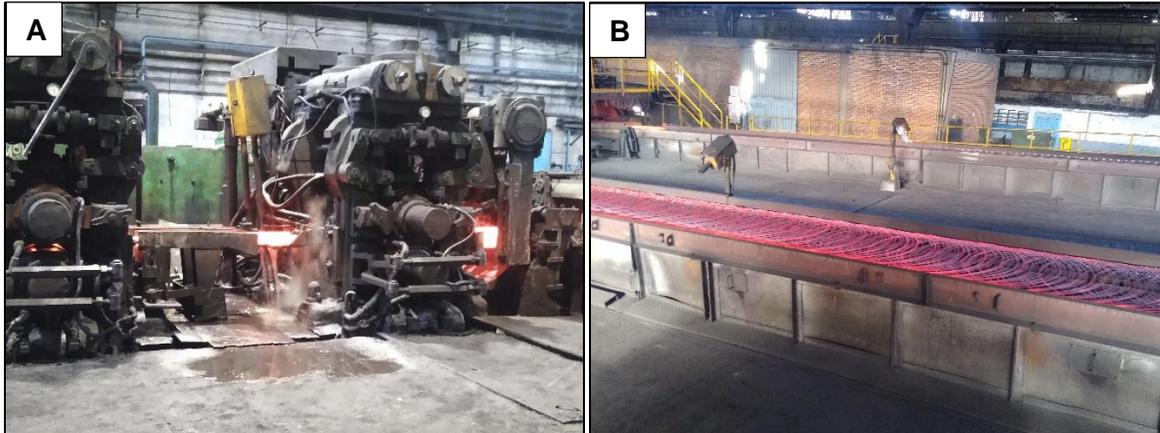
Figura 6. Vista de máquina de colada continua (A) y zona de enfriamiento de palanquillas (B)



Fuente: UPME 2024

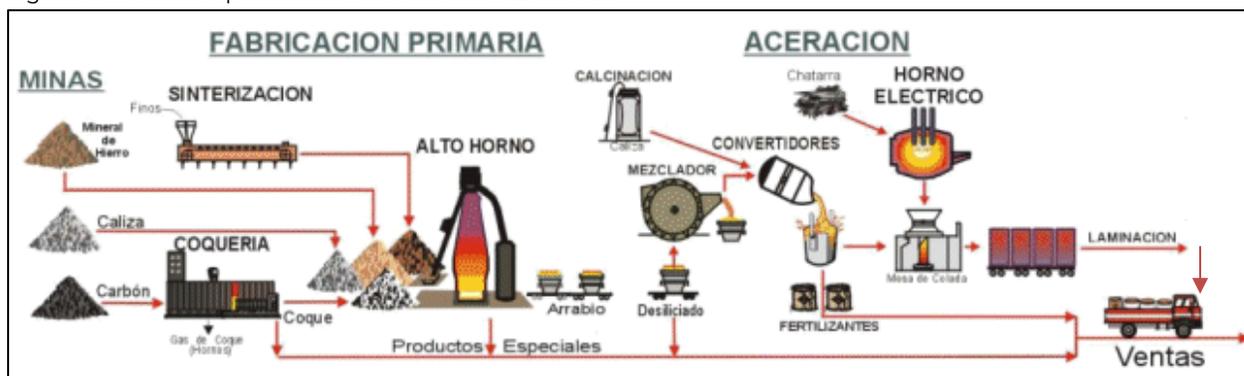
Finalmente se visitó la zona de laminación, donde las palanquillas se calientan (Figura 7 A) y pasan por laminadores que les dan la forma requerida a la temperatura apropiada (Figura 7 B). Para esto, se utilizan dos trenes: el tren Morgan lleva el material a la zona de generación de rollos corrugados y alambraón, mientras que del tren 450 se fabrican barras corrugadas de diferentes calibres y longitudes comerciales. En este punto el material se almacena y se encuentra listo para su distribución y venta. El proceso descrito se resume en la Figura 8, donde se aprecian los aspectos principales y las líneas de comercialización de productos, que van desde la venta de la materia prima, sobrantes de la producción del coque, las escorias y los diferentes tipos de aceros laminados que se producen.

Figura 7. Hornos de calentamiento (A) y producto final (alambro) recién moldeado (B)



Fuente: UPME 2024

Figura 8. Proceso productivo en Acerías Paz del Río



Fuente: modificado de Criterios de implementación ISO 14000:2015 (Fernandez, 2020)<sup>1</sup>

### 3 Comercialización

El Mercado Mundial para 2023 marcó un total de 1.888 millones de toneladas de acero, con China liderando el listado de países productores con el 54% (1.019 millones de toneladas), seguido de India con 7%, Japón con 5%, Estados Unidos, Rusia y Corea del Sur con 4% cada uno, entre otros; mientras que en Colombia se produjeron 1,47 millones de toneladas en el año. Esto indica que China produce en 13 horas de trabajo en sus siderúrgicas lo que Colombia produce en un año.

Particularmente Acerías Paz del Río produce cerca de 420.000 Ton de aceros, lo que equivale a 375.000 casas VIS o a 46 torres Eiffel. Según se consultó en la visita, con estos aceros se apoyan proyectos de infraestructura como son el túnel de la Línea, el proyecto de metro de Bogotá y el Regiotram de Occidente. La empresa aporta 4% del PIB a Boyacá, no solo por la fabricación e

<sup>1</sup>

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37979/lmfernandezp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ingresos que se perciben por el acero, sino también por los fertilizantes y subproductos que han sabido aprovechar en el proceso del acero. Estos subproductos aportan actualmente el 5% del EBITDA de la empresa.

## 4 Aspectos ambientales

En Acerías Paz del Río cuentan con un propósito como es “Producir acero ambientalmente responsable para el desarrollo del país, haciendo uso eficiente y racional de los recursos naturales”. Para esto, se han propuesto tres temas ambientales principales, los cuales se presentan a continuación.

### 4.1 Buenas prácticas en cumplimiento ambiental

Para lograr buenas prácticas la empresa ha propuesto 6 focos estratégicos:

1. **Asegurar el cumplimiento legal:** las operaciones cuentan con permisos y licencias ambientales frente a las autoridades competentes.
2. **Gestión ambiental en las operaciones:** se implementó la ISO 14001 y programas de gestión ambiental. Se hace énfasis en los programas de ahorro y uso eficiente de agua, con los que se ha logrado recirculación de más del 90% del agua de la planta de beneficio y solo el 3% se toma de fuentes hídricas. Para esto se han realizado inversiones en plantas de tratamiento y se realizan planes de seguimiento y monitoreo continuo.
3. **Gestión de las emisiones y el cambio climático:** se realiza monitoreo a fuentes fijas, monitoreo de ruido y modelos de dispersión; así como control de emisiones y material particulado. Desde hace 8 años se realiza investigación e implementan acciones en la búsqueda de la reducción de gases de efecto invernadero. Se estableció una hoja de ruta de descarbonización, acciones de eficiencia energética y aplicación de la ISO 50001. Se aspira que a 2050 se alcance la carboneutralidad.
4. **La economía circular y el manejo integral de residuos:** se tiene un fuerte impacto en la economía circular, ya que el acero es 100% reciclable, se ingresan 150.000 ton chatarra, se generan fertilizantes a partir de las escorias, hay aprovechamiento de gases y polvillos, entre otros. Mediante el Plan de Manejo Integral de Residuos se ha conseguido el aprovechamiento del 70% de residuos, reducción de residuos en relleno sanitario, aprovechamiento del 100% de los residuos orgánicos generando compostaje, entre otros.
5. **Cultura y educación ambiental:** se cuenta con 10 reglas verdes como principios de la gestión ambiental. Se brindan charlas, campañas y capacitaciones a trabajadores, contratistas y comunidades para aumentar la concientización ambiental
6. **La protección de la biodiversidad:** se ha diseñado una estrategia para procesos de restauración de zonas ecológicas, así como protección de bosques e inversión de manera articulada con las comunidades. Se desarrollaron 4 líneas estratégicas: a) Rescate de semillas nativas para la restauración ecológica. b) Plantas en veda, pioneras en la

conservación de bosques, c) Especies clave en procesos de restauración y conectividad ecológica y d) Comunidades: un viaje al jardín.

Como parte del desarrollo de los proyectos mineros se ha dado prioridad a la optimización del manejo de agua en las minas y al tratamiento de agua para las comunidades. También se tiene una red de manejo de aguas de escorrentía para complementar este manejo. A esto se suma una recuperación ecológica de 29,7 hectáreas y zonas interconectadas.

Paz del Río cuenta con participación activa en comités de buenas prácticas intersectoriales y, en asociación con Corpoboyacá, ha participado en el proyecto Cosechas de Agua, que busca la captura y almacenamiento de agua en zonas con precariedad de este insumo vital.

## 4.2 Plan Estratégico de Acción Climática

La empresa cuenta con política de Cambio Climático, ya que se busca poder contribuir a la disminución de emisiones, con metas específicas a 2030 y 2050 y un propósito claro que es mitigar las emisiones significativas y lograr una disminución de emisiones de gases efecto invernadero en la búsqueda de la carbono-neutralidad. Actualmente, la industria nacional produce 58% menos de emisiones de CO<sub>2</sub> con respecto a otras siderúrgicas, lo que permite establecer una línea base apropiada para esta meta.

Para el logro de los objetivos se trazó una hoja de ruta que cuenta con aspectos como: 1. Medición (para poder cuantificar y controlar el impacto), 2. Cuantificar riesgos y oportunidades en temas de cambio climático, 3. Reportar o informar a grupos de interés (e.g. informes de sostenibilidad), 4. Mitigación, 5. Adaptación. Finalmente, de ser necesario y si no se consigue el propósito de reducir apropiadamente las emisiones, se evaluará la necesidad de hacer compensación.

A su vez, existen 5 líneas estratégicas en las que se va a trabajar, las cuales son:

- Sistema fotovoltaico en la planta de Belencito
- Medición de variación energética en mina
- Determinación del potencial de captura de CO<sub>2</sub>
- Proyecto de captura, uso y almacenamiento de CO<sub>2</sub>
- Eficiencia energética

Con esta propuesta, se espera aumentar la responsabilidad con la huella de carbono, de manera que se tenga como meta principal llegar a futuro a carbono neutralidad y mientras eso se logra realizar la disminución en emisiones de CO<sub>2</sub>.

## 4.3 Proyectos de restauración en áreas mineras

Se tiene un componente fuerte en restauración en zonas de cierre minero y zonas de diversidad, el cual se desarrolla con siembra de árboles, aumento de cobertura vegetal y búsqueda de

conectividad. Para esto se monitorearon las dinámicas en las regiones y, con base en las buenas prácticas previamente mencionadas, se establecen las especies y lugares apropiados para lograr una restauración apropiada. A esto se suma el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6, 7, 8, 13 y 15, que se encaminan a la protección de los ecosistemas y el goce de un ambiente sano.

## 5 Aspectos sociales

Acerías Paz del Río cuenta con 7.000 trabajadores en total, de los cuales 3.090 son pensionados, 2.138 son trabajos indirectos y 1.772 son trabajos directos. De estos últimos, 187 son mujeres, lo que corresponde a 10,5% del personal. Según los datos de la empresa, 85% de la fuerza laboral es de Boyacá y más de 14.000 familias dependen de la operación, por lo que se consideran los mayores empleadores de la región y del departamento.

A partir de 2022 la empresa estableció unas líneas estratégicas de manera conjunta con las comunidades, de manera que las acciones de responsabilidad social respondieran a las necesidades de los grupos de interés. Este mismo año se estableció el principal propósito de responsabilidad social como es construir un legado social de desarrollo que aporte al bienestar y progreso de las comunidades para hacer de Acerías Paz del Río una empresa socialmente responsable. En cada una de las zonas de interés se tiene una oficina de relacionamiento, como son las poblaciones de Ubalá, Paz del Río y Nobsa.

El plan de responsabilidad social cuenta con cuatro líneas estratégicas como son:

1. Relacionamiento: comunicación permanente y apropiada con la comunidad, así como la búsqueda del desarrollo de habilidades blandas en el equipo técnico. También se aporta en mejora de vías de acceso, desarrollo de proyectos de acueducto y otras construcciones, en coordinación con las autoridades locales y ambientales, entre otros.
2. Educación y generación de ingresos: se cuenta con dos instituciones educativas en Belencito y Paz del Río y se tienen convenios con instituciones públicas, lo que ha permitido programas de orientación a bachilleres de 9° grado en adelante. También se cuenta con programa de primer empleo y apoyo en consecución de becas universitarias.
3. Desarrollo local, rural y sostenible: fortalecimiento de dinámicas económicas y compra directa a proveedores locales, pues se busca adquirir las materias primas y productos por parte de comerciantes del sector. Además, se apoyan emprendimientos y se impulsa actividades de economía circular y reciclaje que se puedan realizar en la región.
4. Paz del Río está contigo: intervención y apoyo para población infantil (primera infancia), adultos mayores, con capacidades especiales o discapacidad.

A través del SENA se ha logrado capacitación técnica especializada para los contratistas y externos, ya que la empresa vela por que sus trabajadores cuenten con esa capacitación completa. Actualmente se está desarrollando la política de género, con la cual se espera mejorar temas de inclusión.

## 6 Otros procesos o encadenamientos asociados

Actualmente, además de la producción de aceros y el procesamiento que se desarrolla para su consecución, en Acerías Paz del Río se cuenta con producción de fertilizantes y enmiendas, así como escorias de diferentes características y carboquímicos. Esta producción se desarrolla para aprovechar la totalidad de los materiales que se obtienen del proceso y generar procesos de economía circular. Además, se cuenta con un área de innovación y tecnología que desarrolla investigación y potencia las posibilidades de aprovechamiento de la totalidad del material resultante del proceso del acero. A continuación, se presentan algunos aspectos de la elaboración de estos materiales.

### 6.1 Fertilizantes, enmiendas y carboquímicos

Dadas las características del mineral de hierro de Paz del Río, que contiene fosfato férrico ( $\text{FePO}_4$ ), en el proceso de elaboración del acero los componentes que no sirven se procesan inyectando  $\text{O}_2$  y cal a altas temperaturas para formar fosfato ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) y fosfato cálcico ( $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$ ). Esta escoria rica en fosfatos se utiliza para fertilizantes, ya que el fósforo está disponible para absorción inmediata debido a las reacciones térmicas a las que ha sido sometido. El proceso para desarrollar estos fertilizantes parte del enfriamiento de la escoria, después se realiza una separación metálica, una posterior molienda, cribado y finalmente empaçado.

Existen dos líneas de materiales: las **enmiendas** que son materiales con alto contenido de silicio (Si) y calcio (Ca), lo que ayuda a disminuir la acidez de los suelos y sirve para aplicaciones previas de acondicionamiento y estabilización de los terrenos; y la línea de **fertilizantes**, con altos contenidos de fósforo (P), Ca y Si que son ideales para abonar.

Por otra parte, en la fabricación de coque se genera gran cantidad de gases, por lo que se realiza un proceso de captura y limpieza de gas para producir sulfato de amonio, del cual se obtienen entre 6 y 7 Ton diarias. Este se ha comercializado como fertilizante pues aporta altos contenidos de nitrógeno y azufre, con una composición de nitrógeno total 21%, nitrógeno amoniacal 21% y azufre total 24%. Además de este material, producto del proceso de coquización, se generan otros productos denominados **carboquímicos**, como el alquitrán de hulla, del cual se producen aproximadamente 18 Ton diarias, la brea, o la naftalina, esta última con producción de 7 Ton semanales. Estos productos son comercializados a nivel nacional en los segmentos de mercado que corresponden según sus características.

### 6.2 Escorias

Desde el proceso de producción del arrabio en el alto horno, se genera una escoria a la que se le realiza un enfriamiento con un choque térmico. Posteriormente es granulada para ofrecer en la industria cementera como sustituto del Clinker. Debido a su composición química y origen térmico

es un material que cuenta con beneficios para la elaboración del cemento. Además de este, se procesan y venden finos de mineral de hierro y otras escorias, también para la industria cementera.

### 6.3 Proyecto de Granja Solar

Actualmente se proyecta una granja solar con capacidad de generación de 18 GW anuales. Se espera que el proyecto inicie en 2025 y que con la capacidad se aporte al 6% de energía en el municipio de Belencito, en Boyacá. Este es un trabajo conjunto entre Acerías Paz del Río y Celsia, siendo este último el que cubre el costo de la instalación.

Con este proyecto se espera una reducción de 2.268 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub> al año, lo que supone un equivalente de sembrar 498.000 árboles en la región.

### 6.4 Otros procesos de innovación

El área de innovación se ha enfocado en dos grandes frentes: explotar las capacidades actuales para mejorar la rentabilidad y productividad en la producción de aceros (es decir, una eficiencia y bajo riesgo) y lograr el crecimiento o emprendimientos y nuevas oportunidades y modelos de negocio. Además, de la mano con los propósitos ambientales trazados por la empresa, los procesos de innovación se han enfocado en la búsqueda de disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El proyecto Iron Mountain nace para hacer uso del material sobrante de 50 años de procesamiento de la empresa que, como su nombre lo indica, ha generado una gran montaña de hierro. A partir de este material se plantean varios frentes según la composición química, granulometría y clasificación: el primero es devolver el material metálico al proceso propio de los aceros, para hacer un aprovechamiento de todo el material posible. El segundo es obtener los fertilizantes, lo que se hace a partir del material con alto contenido de fósforo. El tercero son los materiales de uso para cementeras, como se ha presentado previamente, lo que se hace con materiales altos en calcio y silicio. Cuarto, se vienen realizando análisis para hacer uso del material sobrante como bases y subbases granulares o agregados para vías, cuando las concentraciones de elementos de interés ya no son apropiadas.

Por otra parte, se ha venido estudiando la posibilidad de que la escoria sirva para captura de carbono, ya que se hace carbonatación de la escoria, por lo que podría ser un método de almacenamiento. A través de un proceso de inyección de CO<sub>2</sub> a la escoria, esta sería un capturador y posteriormente podría mejorar las características tanto de los fertilizantes como de los demás materiales para empresas cementeras.

Respecto a los procesos de descarbonización se ha venido investigando en tres líneas: 1. Sistema de eficiencia térmica (autogeneración, menores consumos y mejora en la eficiencia); 2. Captura de carbono (mencionado previamente) y 3. Cambio de combustible por hidrógeno y comportamiento del hierro para los procesos de reducción necesarios. Dentro de la primera línea, actualmente se

desarrolla un análisis de autogeneración de energía a partir de vapor de agua, pues los procesos propios de la empresa permiten alta generación de vapor lo que puede ser un potencial. También se ha avanzado en la investigación de la tercera línea, con análisis preliminares de las ventajas y desventajas del cambio de combustible, con resultados positivos para el cambio por hidrógeno.