

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| 2.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....  | 5  |
| 2.1.1. Etapas y actividades.....   | 5  |
| 2.1.2. Duración de las obras .....   | 6  |
| 2.1.3. Cronograma de actividades .....   | 7  |
| 2.1.4. Costo total del proyecto y de operación anual.....  | 10 |
| 2.1.5. Estructura Organizacional de Carbones de Toledo .....                                     | 10 |
| 2.1.6. Personal requerido .....  | 11 |
| 2.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA ACTIVIDAD MINERA .....  | 12 |
| 2.2.1. Características del proyecto.....   | 12 |
| 2.2.2. Intervenciones requeridas .....   | 13 |
| 2.3. ACTIVIDADES EN LA ETAPA DE PRECONSTRUCCIÓN .....  | 15 |
| 2.3.1. Socialización del Proyecto ante Autoridades Ambientales Regionales .....                  | 15 |
| 2.3.2. Información a la Comunidad .....  | 15 |
| 2.3.3. Reuniones informativas sobre el proyecto .....  | 16 |
| 2.3.4. Negociación de servidumbres.....  | 16 |
| 2.4. ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS .....   | 17 |
| 2.4.1. Descripción estado de vías .....  | 17 |
| 2.4.2. Adecuación de vías secundarias .....  | 21 |
| 2.4.3. Especificaciones técnicas .....   | 22 |
| 2.4.4. Construcción de Nuevos Accesos .....  | 22 |
| 2.4.5. Métodos Constructivos e Instalaciones de Apoyo.....                                       | 23 |
| 2.4.6. Localización y Replanteo .....  | 24 |
| 2.4.7. Desmonte, Descapote y Limpieza .....  | 24 |
| 2.4.8. Movimiento de Tierras .....   | 25 |
| 2.4.9. Afirmado (Subbase Granular) .....   | 25 |
| 2.4.10. Materiales .....   | 25 |
| 2.4.11. Colocación y Compactación.....   | 26 |
| 2.4.12. Conformación de taludes y construcción de obras de arte .....                            | 26 |
| 2.4.13. Alcantarillas Típicas, box culvert y puentes.....  | 26 |
| 2.4.14. Zonas de Disposición de Material de Excavación (ZODME).....                              | 32 |
| 2.4.15. Instalaciones de Apoyo.....  | 33 |
| 2.4.16. Longitud Aproximada del Corredor .....   | 34 |
| 2.4.17. Fuentes Factibles de Materiales.....   | 34 |
| 2.4.18. Estimativo de Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales .....                      | 34 |
| 2.4.18.1. Suelo .....  | 34 |
| 2.4.18.2. Agua .....   | 34 |
| 2.4.18.3. Ocupación de cauce .....   | 34 |
| 2.4.18.4. Recursos Forestales .....  | 35 |
| 2.4.18.5. Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción de vías.....    | 36 |
| 2.4.18.6. Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir..... | 36 |
| 2.4.18.7. Fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas..... | 36 |
| 2.4.18.8. Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles.....                                    | 36 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.4.18.9. Generación, manejo, tratamiento y disposición de los residuos.....   | 37        |
| 2.4.18.10. Residuos domésticos .....   | 37        |
| 2.4.19. Desmantelamiento y recuperación de las áreas por la actividad .....  | 38        |
| <b>2.5. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO</b>   |           |
| <b>MINERO .....</b>  | <b>38</b> |
| 2.5.1. Volúmenes de materiales.....  | 40        |
| 2.5.1.1. Parcela 1 .....   | 40        |
| 2.5.1.2. Parcela 2 .....   | 42        |
| 2.5.1.3. Parcela 6 .....   | 43        |
| 2.5.1.4. Parcela 11 .....  | 44        |
| 2.5.1.5. Parcela 12 .....  | 45        |
| 2.5.2. Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales durante la construcción de las instalaciones .....    | 46        |
| 2.5.2.1. Agua .....  | 46        |
| 2.5.2.3. Ocupación de Cauces .....   | 47        |
| 2.5.2.4. Material de arrastre.....   | 47        |
| 2.5.3. Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción de instalaciones .....                                   | 47        |
| 2.5.3.1. Insumos requeridos.....   | 48        |
| <b>2.6. OPERACIONES MINERAS PROYECTADAS .....</b>  | <b>48</b> |
| 2.6.1. Métodos de explotación propuestos para los bloques 1, 2 buzamientos mayores a 30 grados. ....                                   | 48        |
| 2.6.1.1. Tambores paralelos con arranque en tramos cortos.....   | 48        |
| 2.6.1.2. Métodos de explotación propuestos para el bloque 6 buzamientos menores a 30 grados. ....                                      | 49        |
| 2.6.2. Descripción de las labores subterráneas .....   | 50        |
| 2.6.2.1. Acceso y desarrollo .....   | 50        |
| 2.6.2.2. Labores de Preparación .....  | 51        |
| 2.6.2.3. Labores de explotación.....   | 52        |
| 2.6.2.4. Planeación minera.....  | 52        |
| 2.6.2.5. Servicios Mineros .....   | 53        |
| 2.6.2.6. Sistema de arranque.....  | 55        |
| 2.6.2.7. Compresores neumáticos.....   | 57        |
| 2.6.2.8. Sistema de cargue .....   | 57        |
| 2.6.2.9. Sistema de transporte.....  | 57        |
| 2.6.2.10. Ventilación .....  | 59        |
| 2.6.2.11. Sistema de desagüe.....  | 61        |
| 2.6.2.12. Suministro de energía e iluminación .....  | 62        |
| 2.6.2.13. Manejo del carbón en superficie.....   | 62        |
| 2.6.2.14. Botadero de estériles.....   | 63        |
| 2.6.2.15. Equipo minero .....  | 65        |
| 2.6.2.16. Infraestructura minera .....   | 65        |
| 2.6.2.17. Ciclos De Trabajo Y Organización Del Frente De Arranque.....   | 67        |
| 2.6.2.18. Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales durante la construcción de las instalaciones ..... | 70        |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2.1. Estructura Organizacional de Toledo S.A.....   | 11 |
| Figura 2.2. Localización de las parcelas para la sustracción definitiva para las operaciones mineras. .... | 14 |
| Figura 2.3. Vías de acceso externas e internas al contrato FIF-102 .....                                   | 18 |
| Figura 2.4. Planta típica de Alcantarilla circular con poceta a la entrada. ....                           | 27 |
| Figura 2.5. Esquema tipo de Box Couvert .....  | 29 |
| Figura 2.6. Esquema típico de batea en concreto. ....  | 30 |
| Figura 2.7. Esquema de diseño para un puente .....   | 31 |
| Figura 2.8. Esquema típico de ZODME y principales obras de acondicionamiento.....                          | 33 |
| Figura 2.9. Distribución de las construcciones en la parcela 1.....  | 41 |
| Figura 2.10. Distribución de las construcciones en la parcela 2.....                                       | 42 |
| Figura 2.11. Distribución de las construcciones en la parcela 6.....                                       | 44 |
| Figura 2.12. Distribución de las construcciones en la parcela 11.....                                      | 45 |
| Figura 2.13. Distribución de las construcciones en la parcela 12.....                                      | 46 |
| Figura 2.14. Esquema en planta del sistema de explotación .....  | 48 |
| Figura 2.15. Isométrico del sistema de explotación .....   | 49 |
| Figura 2.16. Isométrico del sistema de explotación por cámaras y pilares .....                             | 50 |
| Figura 2.17. Dimensionamiento de la labor subterránea (nivel y/o inclinado) .....                          | 51 |
| Figura 2.18. Dimensionamiento del tambor y pozo en roca.....   | 51 |
| Figura 2.19. Entibación a emplear en el nivel, cruzada y/o inclinado.....                                  | 53 |
| Figura 2.20. Entibación a emplear en los tambores y/o guías. ....  | 54 |
| Figura 2.21. Dimensiones labores de desarrollo y preparación perforación y voladura                        | 55 |
| Figura 2.22. Esquema del sistema de bombeo.....  | 62 |
| Figura 2.23. Tolva de almacenamiento de carbón.....  | 63 |
| Figura 2.24. Esquema de un botadero para estériles .....   | 64 |
| Figura 2.25. Distribución del campamento y casino. ....  | 66 |

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

|  |    |
|--|----|
| Fotografía 2.1. Carreteable que conduce a la vereda Belchite ..... | 22 |
|--|----|

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2.1. Etapas y actividades del proyecto.....   | 5  |
| Tabla 2.2. Cronograma de trabajo obras civiles .....  | 7  |
| Tabla 2.3. Costos estimados del proyecto en la vida útil del proyecto.....                                    | 10 |
| Tabla 2.4. Personal necesario etapa de construcción, montaje y operación proyecto Toledo.....                 | 11 |
| Tabla 2.5. Área requerida para locaciones en superficie proyectadas para el proyecto Toledo.....              | 14 |
| Tabla 2.6. Acceso viales nuevos requeridos para comunicar las 5 parcelas solicitadas del proyecto Toledo..... | 14 |
| Tabla 2.7. Resumen áreas requeridas .....   | 15 |
| Tabla 2.8. Vías de acceso externas e internas.....  | 17 |
| Tabla 2.9. Infraestructura existente Vía 4 Carretera Sabanalarga – Belchite.....                              | 20 |
| Tabla 2.10. Especificaciones técnicas de las vías de acceso a las bocaminas .....                             | 22 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 2.11. Acceso viales nuevos para comunicar las parcelas solicitadas del proyecto Toledo.....                    | 23 |
| Tabla 2.12. Especificaciones Generales para la apertura del corredor vial.....                                       | 24 |
| Tabla 2.13. Descapote estimado para la apertura vial.....  | 24 |
| Tabla 2.14. Consolidado movimiento de tierras.....   | 25 |
| Tabla 2.15. Gradación para el Material de Afirmado.....  | 25 |
| Tabla 2.16. Coordenadas de los sitios sugeridos para la captación de agua.....                                       | 34 |
| Tabla 2.17. Localización cruces de cuerpos de agua.....  | 35 |
| Tabla 2.18. Estimativos de Personal para las Obras Civiles.....  | 36 |
| Tabla 2.19. Areas requeridas para la construcción de la infraestructura de soporte de la mina.....                   | 38 |
| Tabla 2.20. Area a ocupar de manera directa en cada parcela por las instalaciones requeridas.....                    | 39 |
| Tabla 2.21. Estimación movimiento general de tierra para localizaciones.....   | 40 |
| Tabla 2.22. Coordenadas Parcela 1 (Área 1,1267 hectáreas).....   | 40 |
| Tabla 2.23. Característica de las construcciones de la parcela 1.....  | 41 |
| Tabla 2.24. Coordenadas Parcela 2 (Área 0,1355 hectáreas).....   | 42 |
| Tabla 2.25. Característica de las construcciones de la parcela 2.....  | 42 |
| Tabla 2.26. Coordenadas Parcela 6 (Área 4,1705 hectáreas).....   | 43 |
| Tabla 2.27. Característica de las construcciones de la parcela 6.....  | 43 |
| Tabla 2.28. Coordenadas Parcela 11 (Área 0,1944 hectáreas).....  | 44 |
| Tabla 2.29. Característica de las construcciones de la parcela 11.....   | 44 |
| Tabla 2.30. Coordenadas Parcela 12 (Área 0,3347 hectáreas).....  | 45 |
| Tabla 2.31. Característica de las construcciones de la parcela 12.....   | 45 |
| Tabla 2.32. Coordenadas de los sitios sugeridos para la captación de agua.....                                       | 46 |
| Tabla 2.33. Estimativos de Personal para las Obras Civiles.....  | 47 |
| Tabla 2.34. Resumen de galerías con salida a superficie de desarrollo programados....                                | 52 |
| Tabla 2.35. Resumen de galerías subterráneas de desarrollo programados.....  | 52 |
| Tabla 2.36. Consumos estimados de madera en labores de desarrollo por la vida útil del proyecto.....                 | 54 |
| Tabla 2.37. Consumos estimados de madera en labores de preparación por la vida útil del proyecto.....                | 54 |
| Tabla 2.38. Consumos estimados de madera en labores de descuñe por la vida útil del proyecto.....                    | 55 |
| Tabla 2.39. Cálculos parámetros por voladura.....  | 56 |
| Tabla 2.40. Consumos estimados de explosivos por la vida útil del proyecto.....                                      | 56 |
| Tabla 2.41. Cálculos malacate, área de influencia de los Inclinaados aparentes.....                                  | 58 |
| Tabla 2.42. Ventilador requerido para el proyecto.....   | 59 |
| Tabla 2.43. Equipos requeridos.....  | 65 |
| Tabla 2.44. Coordenadas de los sitios sugeridos para la captación de agua.....                                       | 70 |
| Tabla 2.45. Coordenadas de los sitios sugeridos para el vertimiento de las aguas de la mina, previo tratamiento..... | 71 |

## 2. ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD

Para el proyecto de explotación subterránea de carbón que se pretende desarrollar en las áreas solicitadas donde se aprobó la sustracción, es preciso señalar que el área en cuestión corresponde al correspondiente al contrato de concesión minera No. FIF-102, la cual requiere de la aprobación del trámite objeto del presente documento, para iniciar la solicitud de Licencia Ambiental ante la Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander (CORPONOR) y en consecuencia contar con todos los requisitos ambientales para realizar la actividad minera.

### 2.1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Se implementará la explotación subterránea de carbón en 5 bloques delimitados por las estructuras geológicas que permitirán una explotación anual en rangos de 10.000 a 30.000 toneladas de carbón con aptitudes térmicas y coquizables en una proporción de 70% - 30% respectivamente.

#### 2.1.1. Etapas y actividades

Las etapas para la construcción y operación del proyecto carbonífero Toledo son las siguientes: una etapa inicial preconstructiva donde se presenta el EIA a la Car de la zona (Corponor), la socialización del proyecto ante la comunidad y las alcaldía del municipio de Toledo y la negociación de predios; sigue la etapa de construcción en la que se realizan las actividades propias de la construcción de vías y adecuaciones en infraestructura necesaria para el proyecto, continuando con las actividades periódicas de operación y mantenimiento y finalmente vendrán las actividades de restauración y abandono si es el caso al no existir reservas por agotamiento.

Las etapas con sus respectivas actividades se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Etapas y actividades del proyecto

| ETAPAS                 | ACTIVIDADES   |
|------------------------|---|
| <b>PRECONSTRUCTIVA</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Realización y presentación del Estudio de Impacto Ambiental ante Corponor.</li><li>• Obtención de la Licencia Ambiental.</li><li>• Negociación de predios y/o adquisición de derechos de servidumbre.</li><li>• Presentación del proyecto ante la comunidad y la alcaldía de Toledo.</li></ul>  |
| <b>CONSTRUCCIÓN</b>    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de mano de obra que trabajará en el proyecto.</li><li>• Movilización de personal, maquinaria y equipos.</li><li>• Adecuación de campamentos.</li><li>• Adecuación de vías existentes.</li><li>• Apertura y conformación de tramos de vias proyectados</li><li>• Construcción de bocaminas, patios de acopio, botaderos, etc y estabilización geotécnica</li></ul> |

| ETAPAS   | ACTIVIDADES   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de infraestructura de servicios del proyecto minero.</li> <li>• Recuperación del área y revegetalización de áreas intervenidas</li> <li>• Seguimiento y monitoreo a la gestión social y a los recursos naturales</li> </ul>                     |
| <p align="center"><b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avance de galerías subterráneas.</li> <li>• Retiro y disposición de estéril.</li> <li>• Manejo de explosivos y combustibles.</li> <li>• Extracción y disposición de carbón.</li> <li>• Transporte de carbón.</li> <li>• Mantenimiento de equipos.</li> </ul> |
| <p align="center"><b>CIERRE Y ABANDONO</b></p>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmantelamiento de infraestructura.</li> <li>• Recuperación y adecuación morfológica.</li> <li>• Restablecimiento vegetal en las zonas intervenidas.</li> <li>• Sostenibilidad de los planes de gestión social.</li> </ul>                                  |

### 2.1.2. Duración de las obras

Las obras de adecuación y la construcción de la infraestructura requerida para el proyecto está prevista para ser ejecutada entre diciembre de 2016 y diciembre de 2018, previa obtención de la licencia ambiental por parte de Corponor, cabe recordar que se proyecta la explotación en 2 bloques con un tiempo estimado de 2 años para adecuar cada bloque para iniciar las actividades operativas y los 3 bloques restantes serian de soporte minero.

La numeración de los seis bloques conserva la identificación que el Ministerio de ambiente aprobó en la resolución 1536 del 2015.

Se proyecta que los trabajos inicien en el bloque 1 utilizando el bloque 2 en superficie para las instalaciones de soporte minero, continuando con el bloque 6 y los bloques 11 y 12 serían de soporte minero. Para cada una de estas labores se emplearan contratistas diferentes para facilitar el proceso constructivo.

Cabe destacar que una vez construidas las facilidades requeridas entrara en operación el bloque el cual se proyecta por la vida útil del proyecto la cual está asociada a la duración del contrato de concesión actual (30 años), el cual finaliza en el año 2038 y para el 2016 ya han transcurrido 8 años de vigencia del contrato de concesión pendientes por transcurrir 22 años.

Las actividades de operación se desarrollaran sin interrupciones en el año de trabajo con las operaciones soportadas por galerías subterráneas, que en superficie tendrán las facilidades en servicios requeridas para el normal funcionamiento de los trabajos mineros.

Se proyecta durante la vigencia de las operaciones obras de adecuación y mantenimiento en las vías construidas y adecuadas con la construcción de obras de arte (alcantarillas, box coulvert y manejo de taludes en estabilización geotécnica).

Aunque se proyecta una etapa de cierre y abandono la magnitud de las operaciones proyectadas vs las reservas existentes hacen posible la renovación del contrato de concesión, la cual a la luz del código de minas actual Ley 685 del 2011 es factible.

### 2.1.3. Cronograma de actividades

Se está a la espera de la licencia ambiental para dar inicio a la etapa pre operativa, pero es de indicar que se ha adelantado parcialmente la negociación predial. Esta etapa se proyecta con una duración estimada de 12 meses, y se proyecta iniciar desde el mes de enero de 2016 y espera terminarse en diciembre del 2016.

El periodo de construcción de cada bloque minero se estima en 24 meses, iniciando en diciembre de 2016 y finalizando en diciembre de 2020.

La operación del proyecto carbonífero se estima para un periodo de 22 años, que es el lapso actual de vigencia de la concesión otorgada pero con posibilidades de renovación por parte de la autoridad minera por 30 años.

Tabla 2.2. Cronograma de trabajo obras civiles

| ACTIVIDADES   | AÑOS |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
|   | 2017 |   |   |   | 2018 |   |   |   | 2019 |   |   |   | 2020 |   |   |   | 2019 |   |   |   | 2020 |   |   |   | 2038 |   |   |   |
|   | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 |
| Presentación EIA Corponor   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Obtención licencia ambiental  |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Gestión predial   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Presentación del proyecto   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| <b>Bloque I</b>   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Apertura vías nuevas y adecuaciones vías existentes                       |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Instalaciones soporte social campamento, casino, batería sanitarias, etc. |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Instalaciones soporte minero, taller, cuarto de                           |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL "E.I.A". CONTRATO DE CONCESIÓN FIF-102  
MUNICIPIO DE TOLEDO (DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER)

| ACTIVIDADES   | AÑOS |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
|   | 2017 |   |   |   | 2018 |   |   |   | 2019 |   |   |   | 2020 |   |   |   | 2038 |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
|   | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| máquinas, polvorín, almacén   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Facilidades producción y transporte Tolva y/o rumbón, carrilera externa, apertura de bocamina, patios, botadero                                   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Obras de protección geotécnica y manejo ambiental   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Operación minera  |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Cierre, restauración ambiental y abandono   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Bloque 2</b>   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Se proyecta el avance subterráneo a partir de los túneles del bloque 1, por lo tanto no requiere de construcciones e intervenciones en superficie |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Cierre, restauración ambiental y abandono   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Bloque 6</b>   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Apertura vías nuevas y adecuaciones vías existentes   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |
| Instalaciones   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL "E.I.A". CONTRATO DE CONCESIÓN FIF-102  
MUNICIPIO DE TOLEDO (DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER)

| ACTIVIDADES   | AÑOS |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
|   | 2017 |   |   |   | 2018 |   |   |   | 2019 |   |   |   | 2020 |   |   |   | 2019 |   |   |   | 2020 |   |   |   | 2038 |   |   |   |
|   | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 |
| soporte social campamento, casino, batería sanitarias, etc.   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Instalaciones soporte minero, taller, cuarto de máquinas, polvorín, almacén                                     |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Facilidades producción y transporte Tolva y/o rumbón, carrilera externa, apertura de bocamina, patios, botadero |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Obras de protección geotécnica y manejo ambiental   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Operación minera  |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Cierre, restauración ambiental y abandono   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| <b>Bloques 11-12</b>  |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Se proyecta el avance subterráneo a partir de los túneles del bloque 6.   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |
| Cierre, restauración ambiental y abandono   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |      |   |   |   |

#### 2.1.4. Costo total del proyecto y de operación anual

En la tabla se presentan los costos estimados de adecuación y construcción del proyecto por bloques, a desarrollar en un periodo de cinco años:

Tabla 2.3. Costos estimados del proyecto en la vida útil del proyecto

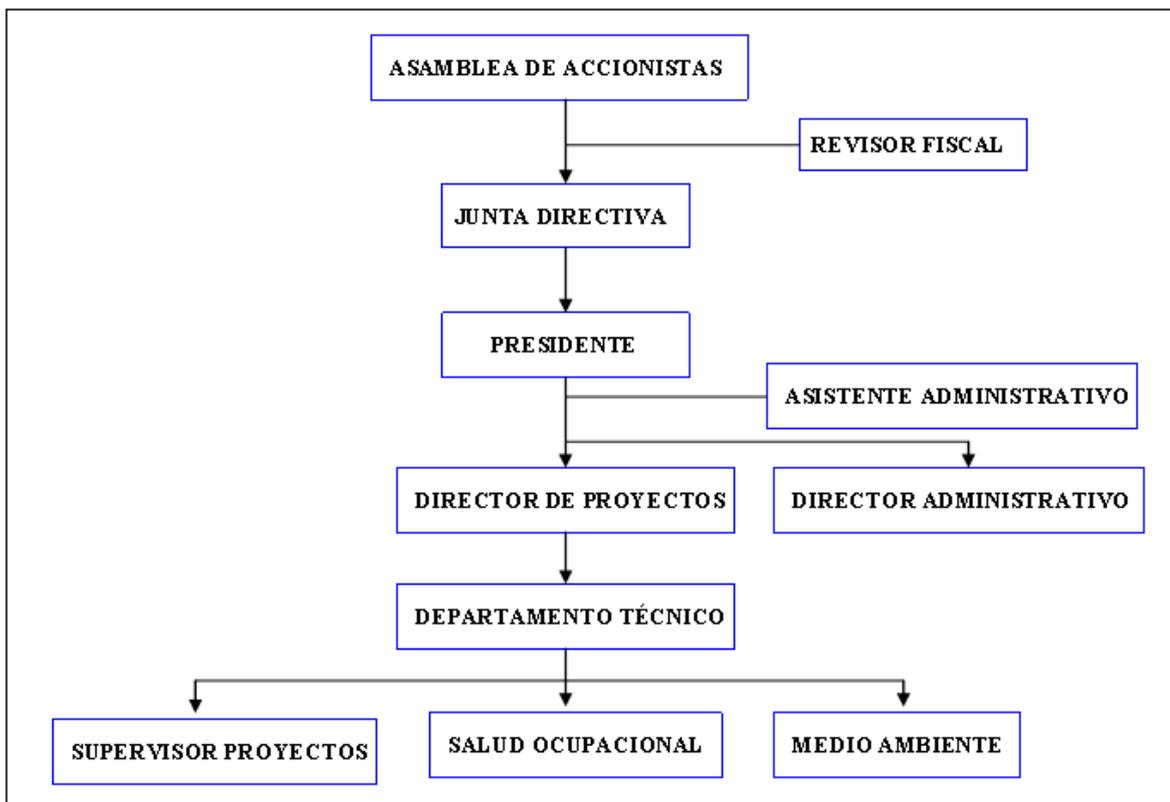
| ACTIVIDADES   | INVERSIÓN POR BLOQUE (\$) |            |             |             |             |
|---|---------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|   | 1                         | 2          | 6           | 11          | 12          |
| Adecuación vía existente  | 5.000.000                 | 0          | 0           | 0           | 0           |
| Apertura vía nueva  | 7.500.000                 | 0          | 95.000.000  | 75.000.000  | 67.500.000  |
| Instalaciones soporte social campamento, casino, batería sanitarias, etc.                                       |                           | 25.000.000 | 32.500.000  | 0           | 0           |
| Instalaciones soporte minero, taller, cuarto de máquinas, polvorín, almacén                                     | 35.000.000                | 0          | 55.965.000  | 55.965.000  | 35.000.000  |
| Facilidades producción y transporte Tolva y/o rumbón, carrilera externa, apertura de bocamina, patios, botadero | 45.000.000                | 0          | 71.955.000  | 71.955.000  | 45.000.000  |
| Obras de protección geotécnica y manejo ambiental   | 10.000.000                | 0          | 50.000.000  | 50.000.000  | 10.000.000  |
| Subtotal  | 102.500.000               | 25.000.000 | 305.420.000 | 252.920.000 | 157.500.000 |
| Total   | 843.340.000               |            |             |             |             |

#### 2.1.5. Estructura Organizacional de Carbones de Toledo

La empresa está a cargo del Presidente de la Empresa quien lidera la parte administrativa y el área técnica. El departamento técnico está en cabeza del Director de proyectos. Este departamento manejará la construcción y operación del proyecto de explotación de carbón.

A continuación se presenta el organigrama general de la empresa.

Figura 2.1. Estructura Organizacional de Toledo S.A



El seguimiento ambiental permanente de los trabajos de adecuación del proyecto en la etapa de construcción y montaje se realizará mediante la contratación de una interventoría ambiental quien será la responsable del manejo ambiental del proyecto. Esta interventoría estará supervisada directamente por Carbones de Toledo S.A.

### 2.1.6. Personal requerido

Durante la etapa de construcción y operación minera del Título FIF-102 intervendrá personal calificado y no calificado. Por la experiencia de la empresa en otros proyectos del departamento Norte de Santander la operación y actividades constructivas se realizará con uso de contratista.

Se empleará un turno de trabajo con 8 horas laborables con descansos los sábados y domingos. La fuerza de trabajo inicial estará representada por operadores contratistas y supervisores a cargo de la empresa discriminados de la siguiente manera durante la vida útil del proyecto:

Tabla 2.4. Personal necesario etapa de construcción, montaje y operación proyecto Toledo

| A CARGO            | PERSONAL      | CARGO                   | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------------------|---------------|-------------------------|------|------|------|
| CARBONES DE TOLEDO | PROFESIONALES | Director de operaciones | 1    | 1    | 1    |
|                    |               | Ingeniero de            | 1    | 1    | 1    |

| A CARGO      | PERSONAL                           | CARGO               | 2016 | 2017 | 2018 |    |
|--------------|------------------------------------|---------------------|------|------|------|----|
|              |                                    | minas residente     |      |      |      |    |
|              |                                    | Salud ocupacional   | 1    | 1    | 1    |    |
|              |                                    | Ingeniero ambiental | 1    | 1    | 1    |    |
|              | TÉCNICOS                           | Tecnólogo en minas  | 0    | 1    | 2    |    |
| CONTRATISTAS | OBRAS CIVILES                      | Ingeniero civil     | 1    | 1    | 1    |    |
|              |                                    | Maestro             | 4    | 4    | 4    |    |
|              |                                    | Obreros             | 20   | 20   | 20   |    |
|              | OPERADORES                         | Retroexcavadora     | 1    | 1    | 1    |    |
|              |                                    | Bulldócer           | 1    | 1    | 1    |    |
|              |                                    | Vibro o compactador | 1    | 1    | 1    |    |
|              |                                    | Motoniveladora      | 1    | 1    | 1    |    |
|              |                                    | Volquetas           | 3    | 3    | 3    |    |
|              |                                    | Ayudantes           | 2    | 2    | 2    |    |
|              | SUPERVISORES                       | Supervisores        | 0    | 2    | 4    |    |
|              | MANO DE OBRA NO CALIFICADA MINERIA | Mineros             | 0    | 30   | 60   |    |
|              | SUBTOTAL EMPRESA                   |                     |      | 4    | 5    | 6  |
|              | SUBTOTAL CONTRATISTAS              |                     |      | 9    | 41   | 73 |
| TOTAL        |                                    |                     | 13   | 46   | 79   |    |

Del periodo del 2020 al 2038 se proyecta continuar con un staff de 79 personas para la operación del proyecto Toledo.

## 2.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA ACTIVIDAD MINERA

La minería subterránea se llevará a cabo en los mantos profundos, en donde la relación estéril / descapote es bastante alta, cuyos costos a cielo abierto hace inviable su explotación económica.

### 2.2.1. Características del proyecto

El diseño minero propuesto para la mina Toledo se fundamenta en lo siguiente:

- Se implementará en su totalidad la explotación subterránea.
- Se optará por la extracción de las reservas de carbón en los 5 bloques identificados los cuales tienen aptitudes térmicas y metalúrgicas.
- En todos los bloques se extraerá el carbón a superficie almacenándolo en estructuras de acopio tipo rumbón y/o tolva para posteriormente realizar su evacuación a los centros de consumo.
- El estéril producto del avance de las labores de desarrollo (niveles e inclinado) se evacuará a superficie y se acopiará en botadero externo.

- Con la explotación subterránea y la calidad esperada de los diferentes carbones a extraer se favorecerá la mezcla de carbones de diferentes propiedades físico químicas.
- El método de explotación propuesto pretende extraer un 65% de las reservas existentes, por lo tanto el 35% de las reservas no extraídas servirán como pilares de protección para prevenir los hundimientos mineros.
- Cada bloque de explotación subterráneo estará subdividido en paneles de 100 m en el rumbo por 150 m en el buzamiento para facilitar la secuencia.
- Los botaderos están diseñados para almacenar el estéril producto de las labores de desarrollo, y en los casos en que el tipo de material sea apto para su uso en el mantenimiento de vías se utilizará una trituradora para reducir su tamaño y emplearlo en las labores de nivelación de vías, permitiendo su expansión, y así disponer el estéril movido.
- Para el 2017 la meta de producción es de 5.000 ton, 2017 (15.000 ton), 2018 (20.000 ton), 2019 (30.000 ton) de carbón. Desde este periodo en adelante se proyecta mantener la producción en ese rango con una desviación del 10% no superior a 4.500 toneladas.
- Mantener una calidad promedio del carbón minado mayor a 13,100 BTU/lb
- La secuencia de intervención se programará de sur a norte, iniciando en el bloque 1 con intervención subterránea del bloque 2, continuando con el bloque 6, pasando a los bloques 11 y 12.
- Con la estrategia de minado mediante el escalonamiento de las operaciones se proyecta en 5 años realizar las actividades de construcción y montaje de los 5 bloques explotables.
- Durante la fase de estudio de opciones estratégicas se determinó que una secuencia de sur a norte implica un mayor valor del proyecto. La secuencia de trabajo muestra que los carbones de alto poder calorífico con aptitudes metalúrgicas se pueden mezclarse para obtener un carbón con poder calorífico de 13.100 BTU/lb, ceniza menor a 6%, azufre menor a 0.9%, con el fin de cumplir con los mejores estándares de calidad posibles.

### **2.2.2. Intervenciones requeridas**

De acuerdo a los trabajos de exploración adelantados se determinó la necesidad de cinco (5) locaciones en superficie para intervenir totalmente los bloques explotables que están delimitados por las estructuras geológicas existentes.

Se presentan las parcelas con sus correspondientes accesos viales a partir de la vía veredal existente las cuales permitirán el desarrollo del proyecto durante la vigencia de la concesión.

Figura 2.2. Localización de las parcelas para la sustracción definitiva para las operaciones mineras.

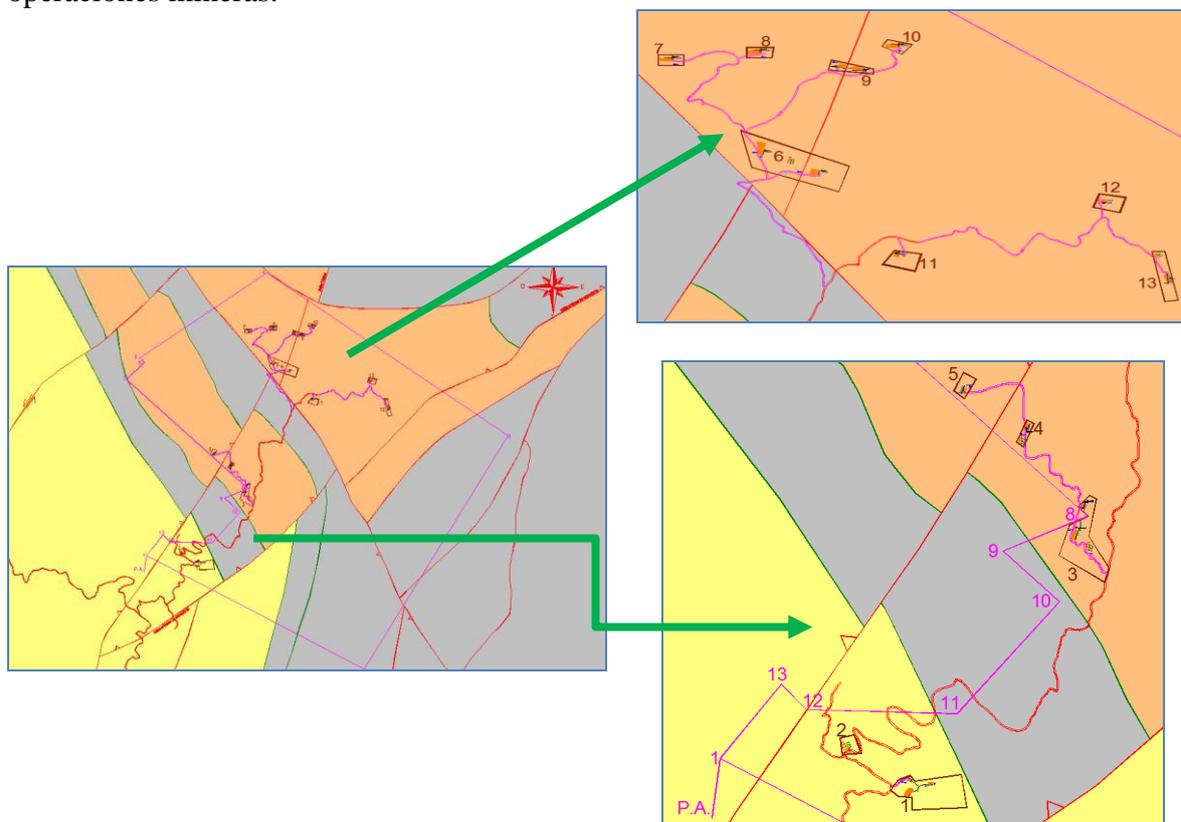


Tabla 2.5. Área requerida para locaciones en superficie proyectadas para el proyecto Toledo

| PARCELA | AREA (Ha) | PORCENTAJE (%) | BLOQUE A TRABAJAR                    |
|---------|-----------|----------------|--------------------------------------|
| 1       | 1,1267    | 18,90          | Bloque 1 térmico                     |
| 2       | 0,1355    | 2,27           | Soporte operaciones mineras bloque 1 |
| 6       | 4,1705    | 69,95          | Bloque 5-6 térmico                   |
| 11      | 0,1944    | 3,26           | Bloque 6 térmico                     |
| 12      | 0,3347    | 5,61           | Bloque 6 térmico                     |
| Total   | 5,9618    | 100,00         |                                      |

Tabla 2.6. Acceso viales nuevos requeridos para comunicar las 5 parcelas solicitadas del proyecto Toledo

| PARCELA | LONGITUD (mts) | VIA REEQUERIDA PARA COMUNICAR |
|---------|----------------|-------------------------------|
| 1       | 0              | Parcela 1                     |
| 2       | 0              | Parcela 2                     |
| 6       | 3150           | Parcelas 6                    |
| 11-12   | 1090           | Parcela 11-12                 |

El total de las intervenciones a realizar en el proyecto Toledo involucrando parcelas requeridas para construir infraestructura en superficie, las vías a construir, adecuación

de vías existentes alcanzan un total de 8,3 hectáreas, lo cual es el 1.11% del total de la concesión minera otorgada por la agencia nacional minera.

Tabla 2.7. Resumen áreas requeridas

| <b>CONSOLIDADO AREAS A INTERVENIR</b>                    |           |
|--|-----------|
| Parcelas aprobadas                                       | 5,96 Ha   |
| Carreteras a construir – vías a adecuar                  | 2,34 Ha   |
| Total intervención parcelas                              | 8,3 Ha    |
| Porcentaje de intervención respecto al área del contrato | 0,53 %    |
| Área contrato minero                                     | 1565,5 Ha |

### **2.3. ACTIVIDADES EN LA ETAPA DE PRECONSTRUCCIÓN**

En la etapa de pre construcción se dispuso presentar los estudios necesarios para obtener la licencia ambiental que asegure su construcción, en condiciones de estabilidad y seguridad acordes con las normas aplicables y los requerimientos ambientales.

El desarrollo del EIA se realizó a través de consultorías conformadas por topógrafos, ingeniero civil, Ingeniero de minas, geólogo, geotecnista, ingeniero forestal, biólogo, profesionales del área social, entre otros. Durante los recorridos se revisaron las características técnicas, ambientales y sociales del proyecto y se proponen medidas de manejo con el objetivo de reducir la complejidad constructiva y el impacto socio-ambiental de la construcción y operación del proyecto minero.

#### **2.3.1. Socialización del Proyecto ante Autoridades Ambientales Regionales**

Desde el momento en que se obtuvo la sustracción definitiva se inició la gestión para el trámite de la licencia ambiental con la Corporación Autónoma Regional CORPONOR.

#### **2.3.2. Información a la Comunidad**

Una vez se obtenga la licencia ambiental Carbones de Toledo se reunirá con líderes comunitarios y representantes de la administración municipal con el fin de socializar el proyecto, recibir inquietudes de parte de la comunidad y concertar algunos aspectos del proyecto y la ejecución del proyecto que interesan a las partes.

Dentro del proceso de comunicación y sensibilización del proyecto, se realizará un acercamiento directo hacia las autoridades departamentales y municipales y comunidades del área de influencia directa al proyecto, indicando los alcances de éste y sus implicaciones ambientales y las medidas de manejo propuestas para el mismo. En este proceso se buscará una comunicación creando escenarios de participación ciudadana con el fin de fomentar la comunicación entre las administraciones locales del municipio del área de influencia directa, las comunidades, y Carbones de Toledo.

La socialización previa a la construcción, estará orientada a dar a conocer el proyecto y a informar tanto a autoridades municipales como a comunidades de las veredas que serían intervenidas por el proyecto, sobre los estudios que se realizarían, sobre los

posibles impactos a generar y medidas de manejo que se implementaran tanto en la fase de estudios ambientales (EIA), como en la fase de construcción.

### **2.3.3. Reuniones informativas sobre el proyecto**

Durante los meses tres meses posteriores a la aprobación de la licencia ambiental se realizarán reuniones informativas con cada una de las veredas del área de influencia directa del proyecto, en las reuniones se convocaran al Alcalde, Personero, presidentes de las JAC y demás interesados, con el propósito de informar sobre el proyecto, y dar respuesta a inquietudes sobre el mismo.

El programa de participación e información a la comunidad continuará durante la construcción del proyecto, iniciándose con la divulgación del esquema de construcción, una vez se tengan definidos los contratistas y se vaya a dar inicio a las obras, mediante la convocatoria a talleres y reuniones.

### **2.3.4. Negociación de servidumbres**

Con el fin de garantizar el acceso a los predios en que se ejecutarán las labores de construcción, adecuación y operación, se llevará a cabo la actividad de Gestión de Tierras, mediante la cual, a través de acuerdos con los propietarios, se efectúa el pago de las indemnizaciones a que haya lugar por concepto de daños y servidumbres en los predios afectados por el proyecto.

Las personas encargadas de la negociación, efectúan los inventarios, determinarán las afectaciones y realizan la valoración correspondiente, teniendo en cuenta los conceptos a reconocer a cada uno de los propietarios afectados con la construcción del proyecto que son los siguientes:

- Daños ocasionados durante la construcción.
- Servidumbre con ocupación permanente.

En el primer caso se cancela el valor de todos los cultivos que se encuentran dentro ocho metros a lado y lado del eje principal del trazado, los cuales serán los afectados durante la etapa de construcción de vías. Para la liquidación de estos valores se hace un análisis financiero donde se tienen en cuenta el valor del cultivo y su costo de reposición.

Para el segundo caso se paga un porcentaje del valor comercial de los terrenos, ya que no se está comprando el terreno sino que se está pagando un derecho de permanencia en él. El propietario constituye concretamente sobre la zona de terreno determinada una servidumbre en virtud de la cual Carbones de Toledo ocupará para las operaciones mineras y transitar por la zona determinada, pero el propietario de los terrenos queda en libertad de utilizar la zona de servidumbre para sus cultivos y en general para objetivos que no afecten el buen funcionamiento del proyecto.

Como actividad final de la construcción y dentro de las actividades a cargo de los funcionarios de gestión predial, está la labor de verificación y análisis de los paz y

salvos finales de obra, cuya obtención se exige al contratista de construcción, con el fin de determinar que a los propietarios les han sido cancelados los daños adicionales a los indemnizados por concepto de la legalización de servidumbres.

## 2.4. ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS

### 2.4.1. Descripción estado de vías

Las vías de acceso externas e internas al proyecto de explotación subterránea del contrato FIF-102 se presentan en la tabla, para las cuales más adelante se realiza una descripción general de las principales características.

Tabla 2.8. Vías de acceso externas e internas

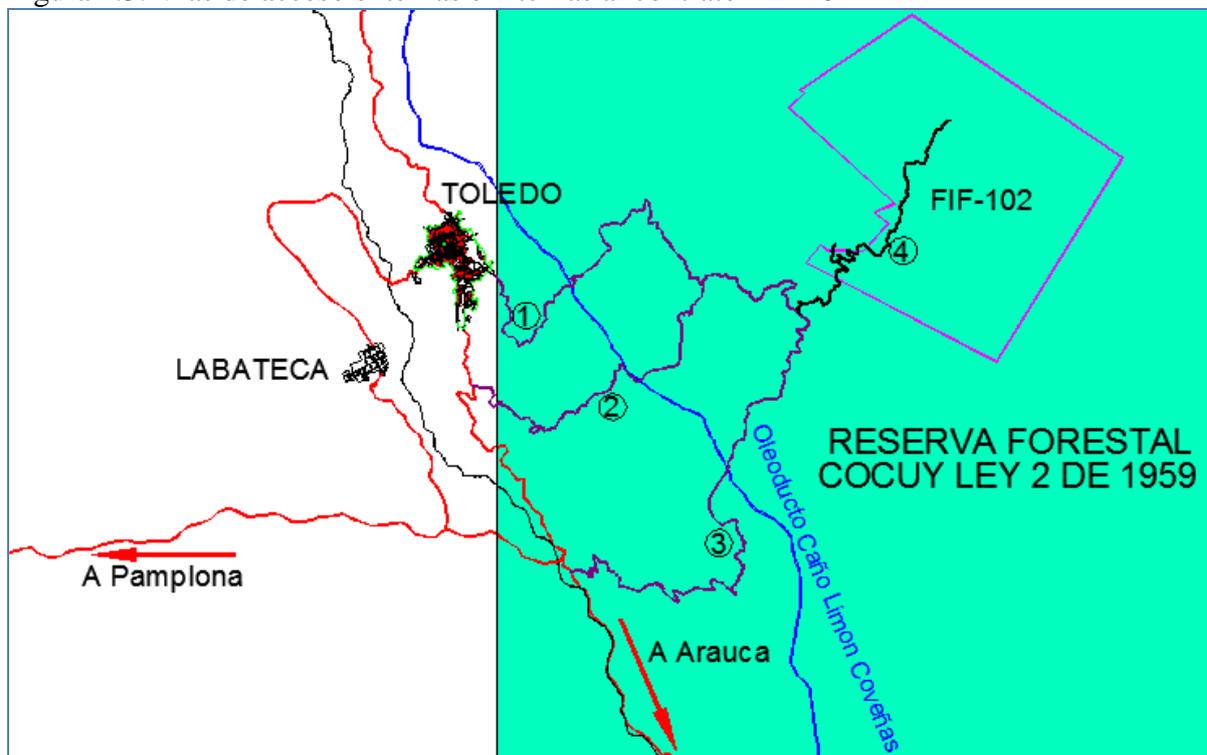
| No VÍA | DESCRIPCIÓN VIA   | TIPO              |           | ESTADO   | LONGITUD (Kms) |
|--------|---|-------------------|-----------|--|----------------|
| 1      | Vía que parte desde el casco urbano del municipio de Toledo - Cruce K7+330 Vía a la Capilla – Cruce K10+010 vía a Sabanalarga.  | Externa           | Terciaria | Sin Pavimentar                                       | 10,010         |
| 2      | Cruce de la vía que parte de la carretera secundaria que de Toledo conduce a San Bernardo (Vía a la capilla) - Cruce K6+740 Vía Jordan Toledo - Cruce K9+420 vía a Sabanalarga. | Externa           | Terciaria | Sin Pavimentar                                       | 9,420          |
| 3      | Cruce de la vía que parte de la carretera primaria que de Pamplona conduce a Arauca - Cruce K10+950 vía a Sabanalarga.  | Externa           | Primaria  | Sin Pavimentar – Tramo de 1000 metros de placahuella | 10,950         |
| 4      | Cruce de la vía 1-2-3 con dirección a Sabanalarga – Fin de la vía vereda Belchite   | Externa - Interna | Terciaria | Sin Pavimentar                                       | 6,075          |

Fuente: Vallesar sas, 2014.

Los corredores viales 1,2,3 presentan mantenimientos continuos por parte de ECOPETROL, por ser vías construidas para la construcción del oleoducto caño Limon Coveñas y en la actualidad son el acceso principal para los mantenimientos que realiza

la compañía en esos tramos y para la implementación de las actividades de contingencia por los derrames que se han presentado (2013).

Figura 2.3. Vías de acceso externas e internas al contrato FIF-102



- **Vía 1. Municipio de Toledo – Cruce vía a Sabanalarga:**

Tomando la vía que parte desde el casco urbano de Toledo hasta el sector denominado cruce a Sabanalarga, con una longitud de aproximadamente 10,010 Km, con un ancho de calzada entre 4 a 5 metros, con obras de arte, es una vía de tercer orden, destapada y con características buenas de transitabilidad ya que es recurrente las actividades de mantenimiento por parte de ECOPETROL y la Alcaldía del municipio de Toledo.

Este corredor vial es la primera opción para la evacuación del carbón a los centros de consumo por fuera del área del contrato y cuenta con obras de arte tipo alcantarillas, box coulvert, y un puente de concreto reforzado sobre el cruce del río Jordán apto para el tráfico vehicular.

La mayor parte de este corredor vial se encuentra inmerso dentro de la zona de reserva forestal El Cocuy y es de gran importancia por ser una vía veredal de alta transitabilidad de las veredas localizadas en la zona oriental del municipio de Toledo.

- **Vía 2. Vía a la Capilla – Cruce vía a Sabanalarga:**

Desvío existente la vía que parte desde el carretable de orden secundario Toledo – San Bernardo hasta el sector denominado cruce a Sabanalarga, con una longitud de aproximadamente 9,420 Km, con un ancho de calzada entre 4 a 4,5 metros, con obras de arte, es una vía de tercer orden, destapada y con características buenas de

transitabilidad ya que es recurrente las actividades de mantenimiento por parte de ECOPETROL.

Este corredor vial es la segunda opción para la evacuación del carbón a los centros de consumo por fuera del área del contrato y cuenta con obras de arte tipo alcantarillas, box coulvert, y un puente de concreto reforzado sobre el cruce del río Jordán apto para el tráfico vehicular.

La mayor parte de este corredor vial se encuentra inmerso dentro de la zona de reserva forestal El Cocuy y presenta bajo tráfico vehicular por no comunicar directamente al casco urbano del municipio.

- **Vía 3. Carretera Pamplona Arauca – Cruce vía a Sabanalarga:**

Desvío existente en la vía que parte desde el carretable de orden nacional destapado Pamplona - Arauca hasta el sector denominado cruce a Sabanalarga, con una longitud de aproximadamente 10,950 Km, con un ancho de calzada entre 4 a 4,5 metros, con obras de arte e incluso cuenta con un tramo de placa huella de 100 metros de longitud, es una vía de tercer orden, destapada y con características buenas de transitabilidad ya que es recurrente las actividades de mantenimiento por parte de ECOPETROL.

Este corredor vial es la tercera opción para la evacuación del carbón a los centros de consumo por fuera del área del contrato y cuenta con obras de arte tipo alcantarillas y box coulvert aptos para el tráfico vehicular.

La totalidad de este corredor vial se encuentra inmerso dentro de la zona de reserva forestal El Cocuy y presenta bajo tráfico vehicular por no comunicar directamente al casco urbano del municipio.

- **Vía 4. Carretera Sabanalarga – Belchite**

La vía Sabanalarga –Belchite es un carretable de orden terciario, con una longitud de aproximadamente 6,075 Km, con un ancho de calzada de 4 metros, sin obras de arte, y con características malas a regulares condiciones de transitabilidad por comunicar a un sector de baja densidad poblacional.

Este corredor vial inicialmente esta por fuera del contrato pero posterior comunica en dirección sur norte el titulo minero.

La totalidad de este corredor vial se encuentra inmerso dentro de la zona de reserva forestal El Cocuy y presenta un bajo tráfico.

Tabla 2.9. Infraestructura existente Vía 4 Carretera Sabanalarga – Belchite

| ABSCISA | COORDENADAS                  | DESCRIPCIÓN   |
|---------|------------------------------|---|
| K0+000  | Este 850303<br>Norte 1299295 | Cruce vial, que conduce a la vereda Sabanalarga.  |
| K0+740  | Este 850679<br>Norte 1299440 | Tramo de calzada sobre terreno natural con erosión laminar, sin obras de arte, ancho de 3,5 mts y pendientes promedio de 2%.  |
| K0+940  | Este 850780<br>Norte 1299581 | Box coulvert en buen estado sobre la quebrada sabanalarga   |
| K1+390  | Este 850875<br>Norte 1299879 | Tramo de calzada representativo en terreno natural arenoso, sin obras de arte, ancho de 3,5 mts y pendientes promedio de 1%.  |
| K1+715  | Este 851056<br>Norte 1300017 | Puente de concreto reforzado de 4 metros de largo y 3,5 metros de ancho sobre la quebrada El Cobre  |
| K1+785  | Este 850992<br>Norte 1300061 | Sector donde se ha presentado hundimiento de banca y en el talud superior se han sembrado eucaliptos.   |
| K1+925  | Este 850883<br>Norte 1300134 | Desvío carretable finca el silencio (longitud 380 metros) con ancho de calzada de 3,5 metros. La pendiente se incrementa de 4 a 8%  |
| K1+985  | Este 850938<br>Norte 1300141 | Desvío carretable finca la quinta (longitud 30 metros) con ancho de calzada de 3,5 metros. La pendiente varía de 4 a 8%.  |
| K2+005  | Este 850952<br>Norte 1300156 | Zona de derrumbe del talud superior y obstrucción parcial de la vía. La pendiente varia de 4 a 8%.  |
| K2+205  | Este 851016<br>Norte 1300170 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso, con erosión en surcos, sin obras de arte, ancho de 3,5 mts y pendientes promedio de 4-8%.  |
| K2+985  | Este 851304<br>Norte 1300410 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso, erosionado, sin obras de arte, ancho de 3,5 mts y pendientes promedio de 4-8%.   |
| K3+155  | Este 851404<br>Norte 1300322 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso, sin obras de arte, ancho de 3,5 mts y pendientes promedio de 2-5%, se ha presentado desprendimiento del talud superior por la extracción de arena silícea. |
| K3+345  | Este 851564<br>Norte 1300228 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso de baja pendiente de 2-4% con ancho de calzada de 3,5 metros.   |
| K3+565  | Este 851690<br>Norte 1300378 | Tramo de calzada en terreno natural arcilloso de alta pendiente de 8-15% con ancho de calzada de 3,5 metros.  |
| K3+825  | Este 851745<br>Norte 1300618 | Tramo de calzada en terreno natural arcilloso donde termina la alta pendiente de 8-15% con ancho de calzada de 3 metros.  |
| K4+015  | Este 851842<br>Norte 1300728 | Tramo de calzada en terreno natural arcilloso de baja pendiente de 2-4% con ancho de calzada de 3,5 a 3 metros.   |

| ABSCISA | COORDENADAS                  | DESCRIPCIÓN   |
|---------|------------------------------|---|
| K4+145  | Este 851894<br>Norte 1300843 | Tramo de calzada en terreno natural arcilloso de baja pendiente de 2-4% con ancho de calzada de 3,5 a 3 metros, se construyó alcantarilla artesanal para el paso de la quebrada de bajo caudal. |
| K4+415  | Este 851931<br>Norte 1301080 | Tramo de calzada en terreno natural arcilloso de baja pendiente de 2-4% con ancho de calzada de 3 metros.con presencia de derrumbes parciales.  |
| K4+815  | Este 852007<br>Norte 1301428 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso de baja pendiente de 3-6% con ancho de calzada de 3-3,5 metros.   |
| K5+220  | Este 851985<br>Norte 1301703 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso de baja pendiente de 2-5% con ancho de calzada de 3-3,5 metros.   |
| K5+670  | Este 852277<br>Norte 1301692 | Box coulvert deteriorado para el paso de la quebrada, la pendiente del tramo anterior a este es de 8-14%, con anchos de calzada de 3 a 3,5 metros con presencia de erosión en terreno arenoso.  |
| K5+810  | Este 852315<br>Norte 1301816 | Zona de derrumbe en terreno arenoso, con ancho de calzada de 3 metros obstruida por el derrumbe en proximidades al caño menor.  |
| K6+100  | Este 852407<br>Norte 1302070 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso de baja pendiente de 2-5% con ancho de calzada de 3 metros en proximidades al paso del caño menor.  |
| K6+250  | Este 852454<br>Norte 1302180 | Tramo de calzada en terreno natural arenoso de baja pendiente de 2-5% con ancho de calzada de 3 metros en proximidades al paso del caño menor.  |
| K6+400  | Este 852547<br>Norte 1302247 | Puente caído sobre la quebrada el oso, tramo plano de la vía en ambos sectores con terrenos arcillosos, sin obras de arte.  |
| K6+630  | Este 852700<br>Norte 1302384 | Tramo final de la carretera vereda Belchite, en sector arcilloso de baja pendiente de 2-6%, sin obras de arte.  |

#### 2.4.2. Adecuación de vías secundarias

El proyecto de explotación minera en el Título FIF-102 contempla la adecuación del acceso que conduce a la vereda Belchite, a partir del desvío de la vía veredal Sabanalarga - Toledo. El carretable es de aproximadamente 6,63 km de longitud por una vía de 3,5 a 4 metros de ancho sin cunetas perimetrales y de estado regular a malo para su transitabilidad por la presencia de derrumbes menores.

Las actividades de adecuación no implican ampliación de bancada, se implementara la limpieza, nivelación, apertura de cunetas, construcción de obras de arte y/o reparación conservando el trazado existente.

Fotografía 2.1. Carreteable que conduce a la vereda Belchite



La adecuación contemplará el mejoramiento de la banca existente sin ampliación, en algunos tramos la calzada es del orden de los 3-3,5 metros y en otros tramos alcanza los 4 a 4,5 metros; las actividades programadas consisten en la aplicación de material de afirmado, construcción de 51 alcantarillas, reparación de 1 box couvert, refuerzo de 1 puente de 4 metros y la construcción de 1 puente de luz de 6 metros sobre la quebrada el Oso.

#### 2.4.3. Especificaciones técnicas

La vía tendrá las especificaciones técnicas generales mencionadas en la siguiente tabla:

Tabla 2.10. Especificaciones técnicas de las vías de acceso a las bocaminas

| <b>Características</b>                 | <b>Especificación</b>                |
|--|--------------------------------------|
| Ancho de la banca                      | 3 - 4.5 m (se adaptará al existente) |
| Capa de base con material seleccionado | 20cm                                 |
| Drenajes para aguas lluvias            | Cunetas para pendiente mayores 3%    |
| Bombeo                                 | 2%                                   |

#### 2.4.4. Construcción de Nuevos Accesos

Para comunicar a las parcelas 6, 11 y 12 aprobadas se requieren tramos de vía nueva. Los tramos a habilitar en su totalidad se caracterizan por intervenir bosques fragmentados y potreros arbolados con ocupación de cauces de caños menores.

Tabla 2.11. Acceso viales nuevos para comunicar las parcelas solicitadas del proyecto Toledo

| <b>PARCELA</b> | <b>LONGITUD<br/>(mts)</b> | <b>VIA REQUERIDA<br/>PARA COMUNICAR</b> |
|----------------|---------------------------|---|
| 6              | 3150                      | Parcelas 6                              |
| 11-12          | 1090                      | Parcela 11-12                           |
| Total          | 6075                      |   |

Las condiciones topográficas por las cuales transcurre la vía es variable para cada tramo, sin embargo hay predominio de vía en áreas de colinas con pendientes longitudinales hasta del 8% y pendientes transversales hasta del 15%.

#### **2.4.5. Métodos Constructivos e Instalaciones de Apoyo**

Los métodos constructivos están estructurados de tal forma que se pueda tener como resultado transitabilidad y estabilidad aún en los períodos de lluvia, por lo tanto todas las estructuras se deben construir teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones:

Las características a tener en cuenta para la readecuación de la vía de acceso son las siguientes:

- Antes de cualquier movimiento de tierras, como excavaciones, debe hacerse un descapote de 20 cm. en el área a afectar y el material disponerlo en los sitios seleccionados para disposición temporal de material vegetal.
- Una vez terminados los cortes, los taludes se deben empradizar, utilizando el material vegetal acumulado del descapote.
- Para garantizar el adecuado comportamiento de los terraplenes existentes, se debe seleccionar el material eliminando la totalidad de la materia orgánica, los sobre tamaños y los materiales arcillosos muy blandos.
- Debe tenerse especial control en la colocación de los materiales y en la compactación, por lo tanto no se deben colocar capas muy gruesas, no mayores de 15 cm y evitar materiales arcillosos muy húmedos. La compactación debe llevarse por lo menos hasta el 90% del ensayo proctor modificado.
- El mantenimiento de los taludes debe hacerse con una adecuada empradización y un buen control de la escorrentía.
- Los materiales de las excavaciones son muy susceptibles a la humedad, por lo tanto, se recomienda no dejarlas desprotegidas por mucho tiempo y tomar las medidas necesarias para evitar el efecto negativo del agua.
- Debe tenerse especial control en la colocación de los materiales y en la compactación, por lo tanto no se deben colocar capas muy gruesas, no mayores de 15 cm y evitar materiales arcillosos muy húmedos. La compactación debe llevarse por lo menos hasta el 90% del ensayo próctor modificado.
- Sólo se realizarán excavaciones sobre áreas que requieran obras de drenaje (como alcantarillas y algunas cunetas), en general el volumen de excavación es medio.

De acuerdo con el tipo de vehículos y velocidades de operación que se espera para la vía de acceso, se utilizarán como parámetros de diseño geométrico los presentados en la siguiente tabla.

Tabla 2.12. Especificaciones Generales para la apertura del corredor vial

| <b>PARÁMETRO</b>            | <b>ESPECIFICACIÓN</b>       |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Radio mínimo                | 20 m                        |
| Pendiente máxima            | 10 %                        |
| Bombeo normal               | 3%                          |
| Velocidad de diseño         | 30 km./h                    |
| Ancho de Banca              | 4 m                         |
| Taludes dominantes en corte | 0.5H:1V                     |
| Alcantarillas en concreto   | Ø=36"                       |
| Peralte máximo              | 4%                          |
| Capa de rodadura            | 0.20 m de sub-base granular |

#### 2.4.6. Localización y Replanteo

La comisión de topografía localizará con exactitud las diferentes áreas involucradas en la apertura de la vía y las demarcará adecuadamente (estacas), de tal forma que sirvan de orientación a los operadores de la maquinaria pesada quienes serán los encargados de realizar las labores posteriores de descapote y movimiento de tierras.

#### 2.4.7. Desmante, Descapote y Limpieza

Una vez demarcadas las áreas a intervenir para la readecuación de la vía, se procederá a despejar el área de árboles, arbustos y vegetación existente, material que se acopiará aledaña a la vía de acceso.

Será necesario remover el material orgánico existente en los corredores de las vías de acceso, el espesor del movimiento de este material dependerá de las condiciones específicas del suelo en cada sitio, por los estudios se estima en promedio 20 cm.

El material extraído de dicha actividad se dispondrá en un área previamente establecida y se protegerá de forma tal, que se conserve para ser utilizado posteriormente en las labores de recuperación y revegetalización del área intervenida.

Tabla 2.13. Descapote estimado para la apertura vial

| <b>PARCELA</b> | <b>LONGITUD (mts)</b> | <b>TIPO DE BOSQUE</b>                 | <b>VOLUMEN A INTERVENIR m<sup>3</sup></b> |
|----------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| 6              | 3150                  | Potrero arbolado – bosque fragmentado | 36,54                                     |
| 11-12          | 1090                  | Potrero arbolado – bosque fragmentado | 4,947                                     |
| Total          | 4240                  |                                       | 41,49                                     |

#### 2.4.8. Movimiento de Tierras

Una vez realizado el descapote, se inicia el movimiento de tierras para conformación de la subrasante, donde se utilizará maquinaria pesada (motoniveladora y/o retroexcavadora, cargador, vibro compactador y volquetas). No se espera que se necesite material para conformar los rellenos ya que debido a la topografía quebrada de la zona por donde atravesarán las vías, éstas serán conformadas equilibradas con corte y relleno.

Paralelo al final de los movimientos de tierras, se iniciará la construcción de las obras de drenaje necesarias como cunetas, bateas, pontones y alcantarillas en concreto de acuerdo con los diseños de obras civiles y las necesidades del acceso en cuestión.

En la tabla se presenta el consolidado de los volúmenes de corte, rellenos, mixtos y demás.

Tabla 2.14. Consolidado movimiento de tierras

| Volumen de Movimiento de Tierras<br>por kilómetro de vía (4 metros de calzada) |                    | Total vías a construir |
|--|--------------------|------------------------|
| Sección  | m <sup>3</sup> /km | m <sup>3</sup>         |
| Corte  | 8.000              | 33.920                 |
| Relleno  | 7.000              | 29.680                 |
| Mixta (Corte + Relleno)  | 7.667              | 32.508                 |
| Zodmes   | 2.667              | 11.308                 |
| Crudo de río o subbase (0,2 m)   | 1.200              | 5.088                  |

#### 2.4.9. Afirmado (Subbase Granular)

Se especifica para la estructura de la vía una capa de rodadura constituida por sub-base granular con espesor de 0.2 m compactado al 95% del proctor modificado. Para esto y atendiendo a una longitud de 4240 m de vía acumulada se requieren 5088 m<sup>3</sup> de material.

Este material deberá ser comprado en sitios que cuenta con permiso ambiental y minero.

#### 2.4.10. Materiales

Los materiales utilizados para la conformación de la sub-base deben ser pétreos granulares de características uniformes y libres de materia orgánica. El material debe cumplir la granulometría especificada en la tabla.

Tabla 2.15. Gradación para el Material de Afirmado

| Tamiz  | % Pasa |
|--------|--------|
| 3"     | 100    |
| 1 1/2" | -      |
| 1"     | -      |
| 1/2"   | -      |

| <b>Tamiz</b> | <b>% Pasa</b> |
|--------------|---------------|
| No. 4        | 30 – 70       |
| No. 200      | 0 – 15        |

#### **2.4.11. Colocación y Compactación**

El material de sub-base debe extenderse en dos capas de 10 cm de espesor, medido después de la compactación. El material deberá mojarse, si es necesario, hasta obtener un contenido de humedad adecuado. El grado de compactación será mínimo del 90% de la densidad máxima, determinada con el ensayo Proctor Modificado.

#### **2.4.12. Conformación de taludes y construcción de obras de arte**

Finalmente, se deben construir todas las estructuras necesarias para la protección y estabilización de los taludes resultantes durante la conformación de las vías, así como su respectiva empedradización. La pendiente recomendada para los taludes es 1V:0,25H. La empedradización podrá efectuarse con bloques de césped o con tierra orgánica y semillas.

Además de la empedradización, se deberán construir estructuras para el manejo de agua lluvia tales como cunetas de corona, descoles o se deberán construir gaviones o muros de contención de suelo.

#### **2.4.13. Alcantarillas Típicas, box culvert y puentes**

**Alcantarillas:** La construcción requiere el suministro, transporte, almacenamiento, colocación y manejo de tubería circular de 36" en concreto reforzado, se debe considerar las estructuras de protección (cabezotes) de entrada y salida con aletas de protección en concreto reforzado. Esta estructura es diseñada para permitir el flujo natural de cuerpos de agua y áreas inundadas en épocas de alta precipitación. Las alcantarillas pueden ser sencillas o dobles, dependiendo de la capacidad de descarga hidráulica tenida en cuenta en los diseños. La ubicación de las alcantarillas se realizará sobre puntos de drenaje natural dentro de los que se han identificado 67 estructuras y para tramos rectos en áreas de baja pendiente se ubicarán cada 200 m.

**Localización y replanteo:** Consiste en ubicar en el terreno los alineamientos y niveles indicados en los planos de diseño referenciándolos con equipos topográficos.

**Desvío de la corriente:** Teniendo en cuenta que estas estructuras se construirán en épocas de baja precipitación, esta actividad se basa en construir un canal temporal para el desvío del flujo de corriente, de tal manera que permita realizar las actividades sin alterar el flujo natural. Es recomendable realizar obras de estabilización como trinchos en madera y sacos de suelo para evitar la erosión lateral y el aporte de sedimentos a la corriente.

**Preparación del terreno:** Consiste en el descapote, excavación y perfilada del terreno a una altura igual o mayor a la del terreno natural ya sea a máquina o a mano según las dimensiones presentadas en los planos.

**Rellenos:** Implica el suministro, extendida y compactación del material de relleno de acuerdo a las especificaciones indicadas por el geotecnista y que por lo general corresponde a un valor mayor al 95% del proctor modificado.

**Solado:** Una vez preparada la superficie, se colocará una capa de concreto de 1.500 psi de espesor igual o mayor a 5 cm.

**Instalación de la tubería:** La tubería se colocará mientras el concreto del solado esté fresco, con la precaución de mantener la tubería alineada y el fondo siguiendo la pendiente actual del terreno o la pendiente de diseño. Las juntas de los tubos deberán ser humedecidas completamente antes de hacer la unión con mortero. El interior de la junta deberá ser limpiado y alisado.

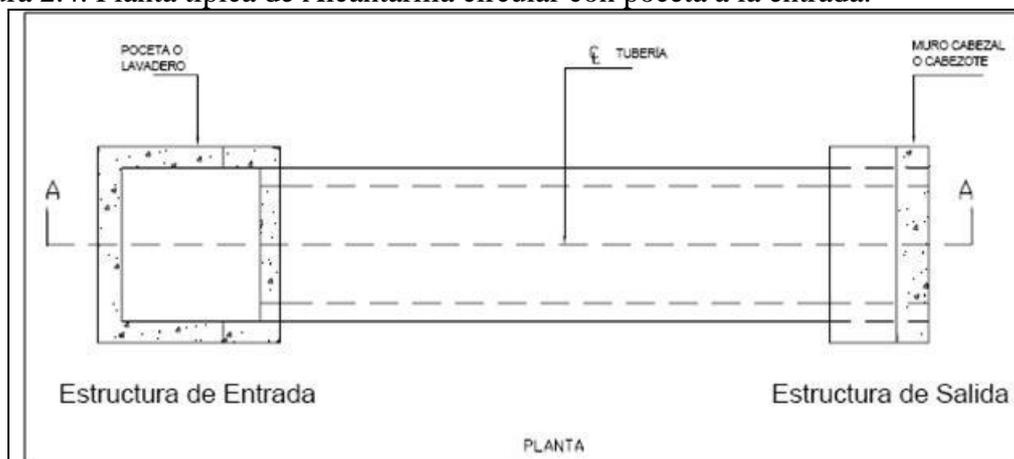
**Atraque:** Una vez instalados los tubos en la mezcla y una vez endurecido el mortero o la lechada de las juntas, se atracarán a los lados, con una mezcla igual a la utilizada en el solado o con material granular hasta una altura no menor de un cuarto (1/4) del diámetro exterior del tubo.

**Estructuras de entrada, salida y aletas de protección (Cabezotes):** Para esta actividad inicialmente se amarrará el acero de refuerzo, luego se procederá a instalar formaleta adecuada para estas estructuras para finalmente vaciar y vibrar el concreto de 3.000 psi.

**Relleno:** Una vez el atraque haya curado, se efectuará la extendida y compactación del relleno con material seleccionado hasta lograr las cotas requeridas de la vía.

**Actividades de finalización:** Las actividades consisten en retirar todos los materiales sobrantes de construcción y redireccionar el flujo de la corriente hacia la estructura nueva.

Figura 2.4. Planta típica de Alcantarilla circular con poceta a la entrada.



**Box –Coulvert.** Son estructuras de sección rectangular construidas en concreto, que se diseñan para conducir corrientes de agua y para dar continuidad a una vía de forma cómoda y segura, se proyecta construir una en la zona de belchite. En cualquier momento se puede proyectar el cambio de alcantarilla box coulvert cuando la capacidad de la estructura se vea superada.

**Localización y replanteo:** Consiste en ubicar en el terreno los ejes y elementos correspondientes a la cimentación y la estructura que se va a construir, según los planos de diseño.

**Desvío de la corriente:** Esta tarea se puede realizar con mayor seguridad y eficiencia en época de menor precipitación, donde los caudales disminuyen y se facilita su manejo. La actividad se basa en construir un canal temporal para el desvío de la corriente a intervenir, de tal manera que permita realizar las actividades sin interrupciones del flujo. Es recomendable instalar trinchos y sacos rellenos de suelo para evitar la erosión lateral y el aporte de sedimentos a la corriente, así como seguir las recomendaciones hechas por la respectiva autoridad ambiental, en cuanto a la ocupación de cauce se refiere.

**Preparación del Terreno:** Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la construcción de la cimentación.

**Cimentación:** Implica la construcción de placa, vigas o atraque en concreto ciclópeo con el objetivo de apoyar y transmitir las cargas de la propia estructura y las generadas por la vía y tránsito de vehículos.

**Placa de fondo:** Esta etapa consiste en el amarre del acero de refuerzo en ambos sentidos según el diseño, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi para conformar una placa maciza sobre la cual se construirán los muros del box. Se debe prever la instalación del acero de arranque para los muros.

**Muros:** Está actividad consiste en el amarre del acero de refuerzo, en la instalación, apuntalamiento y alineamiento de la formaleta, en el vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi para los muros que conforman el box.

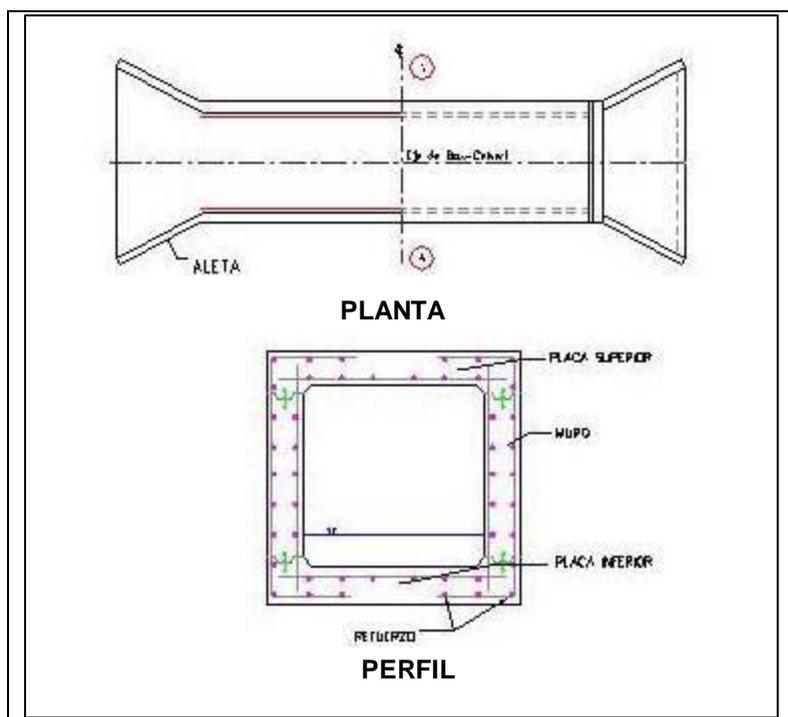
**Placa superior:** La actividad involucra el amarre del acero de refuerzo en ambos sentidos según los diseños, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi, para conformar una placa que sirva de soporte a la estructura de la vía.

**Aletas:** La labor consiste en la construcción de los muros de contención de los materiales de relleno laterales y estabilización de la banca.

**Rellenos:** Consiste en extender y compactar el material designado para la base y sub-base de la vía, así como los espacios conformados por las aletas de confinamiento por lo menos al 95% del proctor modificado.

**Actividades de restauración:** Se refiere a todas las labores de retiro y limpieza de los materiales sobrantes de construcción y aquellas involucradas con la respectiva señalización. En esta etapa se redirecciona el flujo de la corriente hacia la estructura nueva y a su cauce original.

Figura 2.5. Esquema tipo de Box Couvert



### Bateas en concreto

Las bateas son estructuras que se construyen generalmente sobre corrientes de caudales bajos con cauces superficiales a fin de dar continuidad a una vía y evitar la erosión y el socavamiento normal generado por el flujo en el punto de cruce. No se proyectan inicialmente pero es una solución viable si se llega a presentar la oportunidad.

**Localización y replanteo:** Consiste en marcar en el terreno los ejes y elementos correspondientes a la cimentación y la estructura según los planos de diseño.

**Desvío de la corriente:** Ésta actividad se basa en construir un canal temporal para el desvío de la corriente a intervenir, de tal manera que permita realizar las actividades sin interrupciones del flujo. Es recomendable instalar trinchos y sacos rellenos de suelo para evitar la erosión lateral y el aporte de sedimentos a la corriente, así como seguir las recomendaciones hechas por la respectiva autoridad ambiental, en cuanto a la ocupación de cauce se refiere.

**Preparación del Terreno:** Consiste en realizar la excavación, perfilado y adecuación del terreno para la construcción de la cimentación, los muros de confinamiento y los accesos.

**Cimentación:** Implica la construcción de placa o atraque en concreto ciclópeo y/o en gaviones que sirva para apoyar y transmitir las cargas de la placa de rodadura al terreno. El espesor varía dependiendo del diseño y la profundidad del cauce. En esta etapa se deben dejar instaladas las varillas que sirvan de arranque a los muros de confinamiento y aletas.

**Instalación de Tuberías:** Si el diseño lo contempla se deberá instalar tubería de concreto de acuerdo a las cotas, distancias y longitudes establecidas. El atraque de la tubería se hará en concreto.

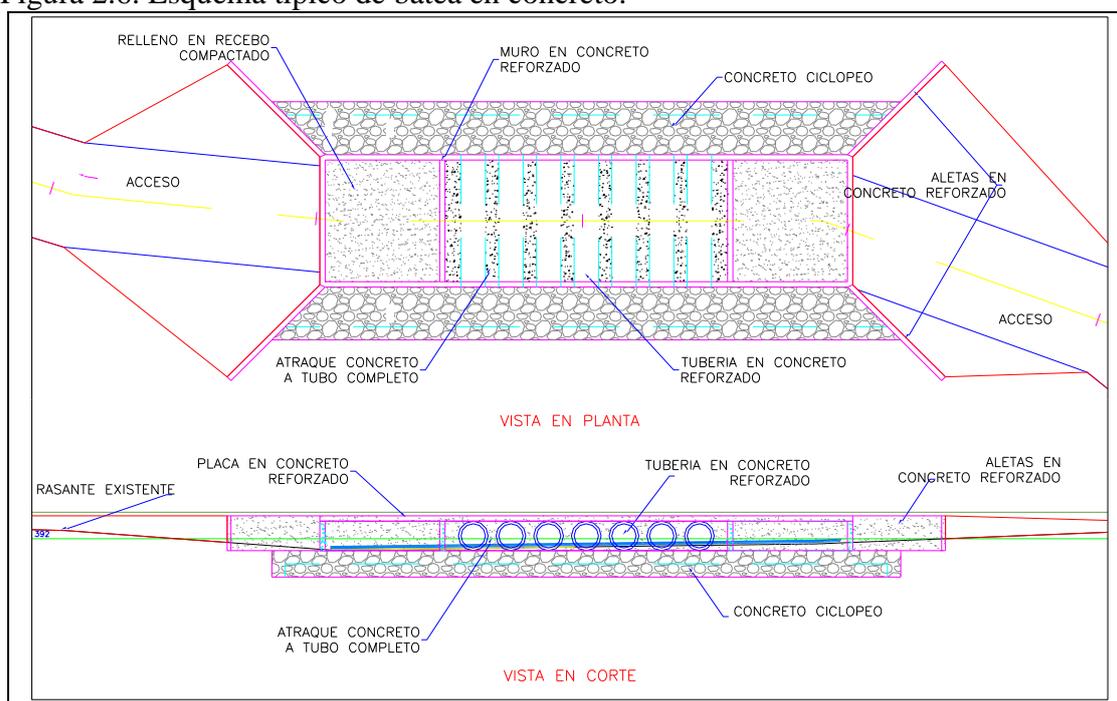
**Muros de confinamiento y aletas:** Está actividad consiste en el amarre del refuerzo, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi para los muros que servirán de confinamiento de la tubería, rellenos y accesos a la estructura.

**Rellenos:** Consiste en extender y compactar el material designado para el relleno de los espacios conformados por los muros de confinamiento por lo menos al 95% del proctor modificado. Sobre éste relleno y los muros se construirá la placa de rodadura.

**Placa de rodadura:** La actividad involucra el amarre del acero de refuerzo en ambos sentidos según los diseños, instalación de la formaleta, vaciado y vibrado de concreto de 3.000 psi, para conformar una placa que sirva finalmente de superficie de rodadura para los usuarios de la vía.

**Actividades de finalización:** Las actividades consisten en retirar todos los materiales sobrantes de construcción y redireccionar el flujo de la corriente hacia la estructura.

Figura 2.6. Esquema típico de batea en concreto.



**Puentes y Pontones:** Los puentes son estructuras que se diseñan y construyen con el objeto de dar continuidad a un sistema de conducción o transporte como por ejemplo una vía, sobre un obstáculo natural o artificial generalmente representado por una corriente o una depresión topográfica.

Se proyectan construir 5 estructuras de luces de 5 y 10 metros respectivamente.



tomar las medidas necesarias para garantizar la estabilidad en el momento de construcción y hasta que los elementos alcancen los niveles de resistencia deseados.

Elementos anexos: finalmente se instalan elementos de seguridad como barandas metálicas y señalización.

#### **2.4.14. Zonas de Disposición de Material de Excavación (ZODME)**

Los ZODME se podrán ubicar dentro de la localización o en zonas aledañas de acuerdo con la zonificación de manejo, pero no se prevé la ampliación de la calzada existente, pero si se llegan a presentar volúmenes de material producto de derrumbes se implementaran.

Siendo los ZODME sitios para disponer materiales sobrantes de excavación, generalmente hechos en lugares con poco grado de pendiente, se hace necesario adecuar el terreno, construir algunas obras de estabilización y establecer ciertos parámetros constructivos que mantengan el ZODME firme. Entre las actividades para adecuar el ZODME se tienen las siguientes:

##### **Estructuras de contención**

Se deben localizar en las patas de los ZODME con el objetivo de prevenir y controlar los deslizamientos del material. Las estructuras más utilizadas para cumplir con este objetivo son generalmente los diques en roca, los muros en gaviones y los muros en concreto reforzado. Todas estas estructuras funcionan por gravedad (el peso propio del muro equilibra los empujes producidos por la masa) y se deben construir drenajes apropiados con el fin de evitar fuerzas de presión hidrostática adicionales. **La ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra un esquema típico de ZODME con una estructura de contención en gaviones en la pata.

##### **Terraceo o escalonamiento**

Debe realizarse luego de hacer el descapote para facilitar la disposición y compactación del material, disminuye la superficie y grado de pendiente para el flujo de escorrentía y la erosión. Los materiales de descapote se acordonarán en el borde de la zona de acopio.

##### **Instalación de filtros**

Deben instalarse filtros longitudinales y transversales que conduzcan el agua fuera del ZODME para evitar socavaciones, erosión y presiones hidrostáticas.

##### **Rellenos y compactación**

Se debe iniciar la disposición del material desde la pata extendiendo y compactando el material por capas según las indicaciones del geotecnista.

## Conformación de taludes

Consiste en disponer y compactar el material con la pendiente especificada (Para pendientes fuertes se recomienda una pendiente 2H:1V). Se recomienda ir empradizando el talud a medida que se avance en la construcción.

## Bermas y cunetas de coronación

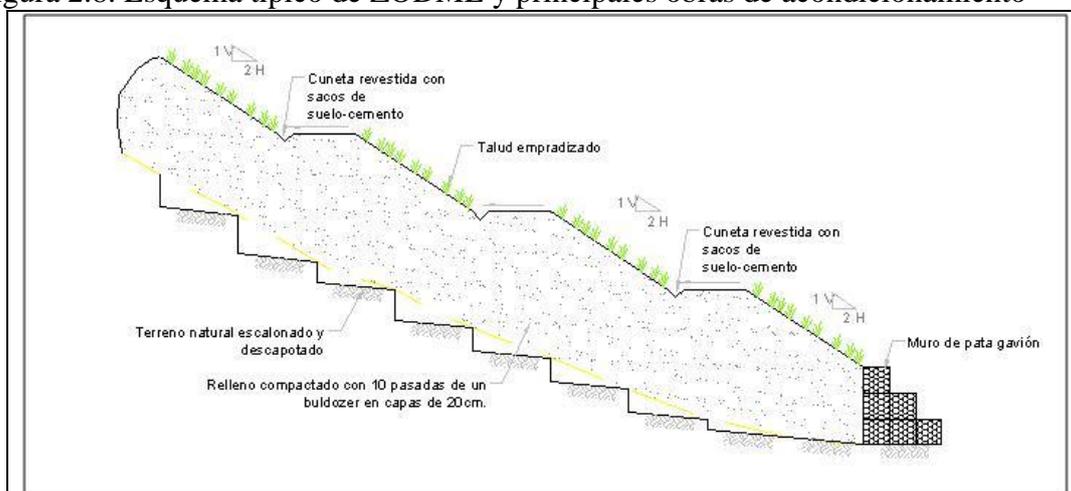
Cuando se alcance la altura especificada para cada terraza, se debe adecuar una berma y construir una cuneta o zanja de coronación con el objetivo de conducir la escorrentía superficial. La berma debe construirse con pendiente hacia la zanja. Los descoles de estos drenajes llevaran hasta los canales naturales o niveles base.

## Material rocoso

Se colocará de adentro hacia afuera para que se pueda hacer una selección de tamaños; los fragmentos más grandes deben situarse hacia la parte externa del depósito, de forma que sirvan de protección definitiva del talud.

No hay una altura final estándar, ya que esta variable depende de múltiples factores entre los cuales se cuenta la estabilidad, que también es función de las obras que se hayan realizado para evitar que el ZODME colapse. Lo importante es tener en cuenta que el depósito no debe ser sobrecargado, pues de lo contrario se corre el riesgo de generar inestabilidades.

Figura 2.8. Esquema típico de ZODME y principales obras de acondicionamiento



### 2.4.15. Instalaciones de Apoyo

Para la construcción de los nuevos accesos no se planea la construcción de instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, parqueaderos, etc.). Todo el proceso de adecuación de nuevos accesos estará apoyado desde el Municipio de Toledo y se utilizará como área de almacenamiento o bodegaje de materiales y equipos el Caserío de Sabanalarga.

#### **2.4.16. Longitud Aproximada del Corredor**

Como se indicó anteriormente la longitud estimada del corredor por construir es de 4040 m.

#### **2.4.17. Fuentes Factibles de Materiales**

Los materiales para la construcción de la vía de acceso serán adquiridos a canteras o zonas de material de arrastre debidamente autorizadas, tanto como licencia ambiental como minera.

#### **2.4.18. Estimativo de Uso y Aprovechamiento de los Recursos Naturales**

El aprovechamiento de los recursos naturales está asociado a: Suelo y agua, principalmente y recursos forestales en baja proporción.

##### **2.4.18.1. Suelo**

El aprovechamiento asociado a este componente ambiental, está referido a la remoción de la capa de suelo. El espesor de la capa de suelo en el área es de aproximadamente 10 cm.

##### **2.4.18.2. Agua**

El agua para consumo humano se adquirirá en el municipio de Toledo en presentación de botellones y será transportada hasta el área por el contratista que ejecuta las obras. No se requerirá captación para uso doméstico ya que el personal no pernoctará en el área de las obras. El agua a utilizar para la compactación de la vía se comprará al acueducto veredal de Toledo y se llevará hasta el sitio de las obras en carro tanques o se tramitará un permiso de captación en los siguientes puntos.

Tabla 2.16. Coordenadas de los sitios sugeridos para la captación de agua

| <b>Cuenca</b>     | <b>Coordenadas</b> |             |
|-------------------|--------------------|-------------|
|                   | <b>Norte</b>       | <b>Este</b> |
| Quebrada El cobre | 1300015            | 851059      |
| Quebrada NN       | 1300852            | 851902      |
| Rio Jordán        | 1301574            | 851522      |
| Caño la mona      | 1302992            | 852238      |
| Cañada el oso     | 1302259            | 852544      |

##### **2.4.18.3. Ocupación de cauce**

Se estima que el proyecto requiera la ocupación de 21 cuerpos de agua superficial de diferente orden durante la construcción del proyecto, los cuales se presentan en la tabla

Tabla 2.17. Localización cruces de cuerpos de agua

| PUNTO | NORTE   | ESTE   | CUERPO DE AGUA      | CUERPO DE AGUA           | VIA     |
|-------|---------|--------|---------------------|--------------------------|---------|
| 1     | 1300018 | 851059 | Q. El cobre         | Refuerzo puente 6 metros | Veredal |
| 2     | 1300843 | 851893 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Veredal |
| 3     | 1301087 | 851929 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Veredal |
| 4     | 1301431 | 852000 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Veredal |
| 5     | 1301696 | 852279 | Quebrada menor NN   | Box couvert              | Veredal |
| 6     | 1301818 | 852316 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Veredal |
| 7     | 1302067 | 852401 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Veredal |
| 8     | 1302183 | 852447 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Veredal |
| 9     | 1302250 | 852545 | Quebrada El oso     | Puente de 6 metros       | Veredal |
| 10    | 1302320 | 853188 | Quebrada la mona    | Puente de 6 metros       | Nueva   |
| 11    | 1300901 | 851824 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Nueva   |
| 12    | 1300952 | 851789 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Nueva   |
| 13    | 1300967 | 851748 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Nueva   |
| 14    | 1301312 | 851573 | Quebrada menor NN   | Alcantarilla 36 pulgadas | Nueva   |
| 15    | 1301567 | 851520 | Rio Jordán          | Puente de 30 metros      | Nueva   |
| 16    | 1302357 | 852343 | Quebrada El oso     | Puente de 6 metros       | Nueva   |
| 17    | 1302995 | 852242 | Quebrada la mona    | Puente de 6 metros       | Nueva   |
| 18    | 1303091 | 851896 | Quebrada la mona    | Puente de 6 metros       | Nueva   |
| 19    | 1303222 | 851998 | Quebrada las Animas | Puente de 20 metros      | Nueva   |
| 20    | 1303293 | 851938 | Quebrada NN         | Puente de 6 metros       | Nueva   |
| 21    | 1303243 | 852688 | Quebrada las Animas | Puente de 18 metros      | Nueva   |

#### 2.4.18.4. Recursos Forestales

Para las vías de acceso proyectadas se estima un máximo de 58,35 m<sup>3</sup>.

#### **2.4.18.5. Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción de vías.**

El personal requerido para la adecuación y construcción de las vías es de 13 personas. La mano de obra no calificada se contratará en la región y por tanto pernoctará en sus respectivas viviendas. El personal calificado se hospedará en la medida de lo posible en Toledo, ubicado aproximadamente a 45 minutos del Área.

Tabla 2.18. Estimativos de Personal para las Obras Civiles

| <b>CARGO</b>                    | <b>CANTIDAD</b> |
|---------------------------------|-----------------|
| Ingeniero Civil                 | 1               |
| Interventor Ambiental           | 1               |
| Topógrafo                       | 1               |
| Cadeneros                       | 1               |
| Operadores de maquinaria pesada | 7               |
| Obreros                         | 2               |
| <b>Total estimado</b>           | <b>13</b>       |

La maquinaria requerida será una motoniveladora, una retroexcavadora, un buldozer, un vibro compactador y 3 volquetas.

#### **2.4.18.6. Asentamientos humanos e infraestructura social, económica y cultural a intervenir**

Dentro del Área de Interés no se tiene planeado realizar ningún tipo de intervención en lugares de uso comunitario (escuelas, canchas deportivas, salones comunales, etc.).

#### **2.4.18.7. Fuentes de emisiones atmosféricas que se generarán en cuanto a gases o partículas**

En la construcción de las vías de acceso las fuentes de emisiones atmosféricas de gases será la maquinaria pesada a utilizar (volquetas, motoniveladora, retroexcavadora y vibro compactador). La maquinaria deberá contar con su respectivo mantenimiento preventivo para minimizar la emisión de gases. En cuanto a partículas, la emisión se realizará durante la etapa del movimiento de tierras, la cual se deberá mitigar rociando permanentemente agua sobre el terreno.

#### **2.4.18.8. Emisiones de ruido por fuentes fijas o móviles**

Las fuentes móviles de emisión de ruido será la maquinaria pesada que trabajará en la obra. Cabe recordar que no existen centros poblados que puedan afectarse por el ruido generado. Además, estas actividades son de carácter temporal y de corta duración. Durante las obras civiles, no habrá fuentes fijas de emisión de ruido.

#### **2.4.18.9. Generación, manejo, tratamiento y disposición de los residuos**

Se espera una mínima generación de residuos sólidos y líquidos durante la etapa de las obras civiles (construcción de las vías de acceso). El hospedaje de la mano de obra calificada se realizará en Toledo y los obreros en sus respectivas viviendas. Se contará con baños portátiles en las áreas de trabajo para el uso del personal y por tal motivo no se espera generación de residuos líquidos domésticos.

#### **2.4.18.10. Residuos domésticos**

Son los residuos provenientes de la alimentación del personal que labora en el área. Dentro de estos residuos se encuentran: cartón, vidrio, icopor, desechos de comida, papel, aluminio, etc.

El manejo contemplado para estos residuos es el siguiente: Los residuos sólidos serán separados y clasificados en cada sitio de generación, teniendo en cuenta sus características según el siguiente código de colores:

- Residuos No reciclables (Bolsa negro): Residuos orgánicos y restos de alimentos.
- Residuos Reciclables (Bolsa verde): Papel, cartón, vidrio. Aluminio, algunos plásticos, etc.
- Material impregnado con residuos aceitosos (Bolsa roja), serán almacenados de manera independiente.
- Los residuos de comida podrán ser entregados a los pobladores del área para el levante de animales y en caso de no poder realizar esta concertación se transportarán al relleno del municipio de Toledo.

Los reciclables también se almacenarán temporalmente y posteriormente se llevarán a la ciudad de Cúcuta para comercialización por parte de las cooperativas de reciclaje.

Residuos Líquidos Domésticos. Compuestos por las aguas negras y grises provenientes del funcionamiento de los servicios sanitarios. Se dispondrá en baños portátiles.

#### **Residuos Industriales**

Son los desechos o sobrantes de cemento producto de las obras en concreto, chatarra, madera, sobrantes de tuberías, bolsas de cemento, accesorios inservibles y empaques.

Los residuos sólidos industriales serán almacenados en la plataforma en canecas de 55 galones las cuales se ubicarán en el área destinada para este fin (caseta de almacenamiento de residuos). La segregación se realizará de la siguiente forma:

- Recipiente para chatarra y madera
- Recipiente para papel, cartón y las bolsas de cemento.
- La chatarra, madera, papel, cartón, bolsas de cemento, etc., se llevarán a la ciudad de Cúcuta salvo si al momento de la ejecución se establece alguna

empresa de reciclaje de estos residuos en los municipios del área de influencia (Toledo, Labateca).

Residuos líquidos Industriales. No se espera la generación de este tipo de residuos ya que a la maquinaria deberá realizársele un mantenimiento previo a los motores antes de llegar al sitio de la obra. No será permitido el mantenimiento de maquinaria y vehículos en el área del proyecto.

#### **2.4.19. Desmantelamiento y recuperación de las áreas por la actividad**

El desmantelamiento de las obras civiles constará de la limpieza de todos los sobrantes generados durante la construcción, el retiro de la maquinaria, el retiro de los baños portátiles. La recuperación de las áreas intervenidas será la empradización de las áreas intervenidas.

### **2.5. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO MINERO**

Las actividades de adecuación de cada parcela no requieren de la intervención con maquinaria pesada para el movimiento de tierras ya que se propenderá por la construcción de instalaciones acordes con la morfología del terreno con excavaciones manuales únicamente.

No se requiere que las instalaciones de soporte como casino, campamento, baterías sanitarias, almacén, taller, rumbón, tolvas, polvorin, y cuarto de maquinas queden localizadas en un área plana a una misma cota, esas construcciones pueden quedar construidas de acuerdo a la mormorfología del terreno realizando la nivelacion manual unicamente del área requerida.

Tabla 2.19. Areas requeridas para la construcción de la infraestructura de soporte de la mina

| <b>ESTRUCTURA</b>    | <b>AREA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>LARGO (m)</b> | <b>ANCHO (m)</b> |
|----------------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| Polvorín             | 50                          | 10               | 5                |
| Taller               | 32                          | 8                | 4                |
| Almacén              | 32                          | 8                | 4                |
| Cuarto de maquinas   | 90                          | 15               | 6                |
| Rumbón               | 50                          | 10               | 5                |
| Bocamina             | 16                          | 4                | 4                |
| Carrilera promedio   | 240                         | 120              | 2                |
| Botadero promedio    | 140                         | 14               | 10               |
| Tratamiento de aguas | 12                          | 4                | 3                |
| Campamento           | 120                         | 15               | 8                |
| Casino               | 120                         | 15               | 8                |
| Baterías sanitarias  | 75                          | 15               | 5                |

Al realizar la revisión de las intervenciones por cada instalación requerida, se determina que el área a construir es de baja magnitud, la cual en mayor medida se puede armonizar con la vegetación existente.

En el caso de la bocamina y de la carrilera si se requiere que se excaven a la misma cota, cabe aclarar que la magnitud del área a adecuar es baja pudiéndose excavar en su totalidad manualmente.

Tabla 2.20. Área a ocupar de manera directa en cada parcela por las instalaciones requeridas

| <b>PARCELAS</b> | <b>ÁREA DE PARCELA (m<sup>2</sup>)</b> | <b>ÁREA DE INTERVENCIÓN DIRECTA POR INSTALACIONES (m<sup>2</sup>)</b> | <b>PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE CADA PARCELA POR INSTALACIONES REQUERIDAS NO INCLUYE VIAS</b> |
|-----------------|--|---|---|
| 1               | 11.267                                 | 1.257   | 11,2%   |
| 2               | 1.355                                  | 315   | 23,2%   |
| 6               | 41.705                                 | 2.183   | 5,2%  |
| 11              | 1.944                                  | 552   | 28,4%   |
| 12              | 3.347                                  | 597   | 17,8%   |
| Total           | 59.618                                 | 4.904   | 8,2%  |

No existirá movilización de maquinaria pesada para la adecuación cada una de las instalaciones requeridas, por lo tanto el movimiento de tierras de las adecuaciones requeridas se realizará manualmente

La localización y replanteo de todos los elementos que conforman las instalaciones se realizará manualmente con el uso de equipos y herramientas menores. La única instalación que tendrá cerramiento es el polvorín como medida de seguridad.

Las intervenciones a realizar por cada parcela son variables que van de ocupaciones de 315 a 2183 m<sup>2</sup> como máximo, con una ocupación promedio de 981 m<sup>2</sup> sin incluir vías de acceso.

En la conformación del terreno para cada instalación por encontrarse en zonas de colinas y cerros el procedimiento es el siguiente:

- Desmonte y aprovechamiento forestal únicamente de la localización proyectada.
- Descapote (0 a 10 centímetros) y disposición de capa vegetal (acopio temporal) en áreas próximas porque se empleará para la estabilización geotécnica de las zonas próximas.
- Los sobrantes de excavación se dispondrán en las zonas próximas, previa estabilización geotécnica.
- Conformación de terracedo inicial y excavación de cunetas perimetrales.
- Construcción y adecuación de obras de contención (Si las hubiere)

- Excavación de acuerdo a los planos de diseño y selección de material para relleno.
- Relleno y nivelación con el material de corte.
- Adecuación de estructuras de drenajes cunetas, descoles, y demás obras en concreto.
- Construcción de obra civil
- Empradización taludes de corte y relleno.
- Retiro de sobrantes de la construcción.

### 2.5.1. Volúmenes de materiales

Los movimientos de tierras para la construcción de cada locación estarán en equilibrio entre el corte y relleno, ya que el descapote proyectado es de 20 cm y dependiendo del material se utilizará para la estabilización geotécnica y/o relleno de zonas niveladas en las proximidades de la construcción.

Tabla 2.21. Estimación movimiento general de tierra para localizaciones

| <b>ESTRUCTURA</b>    | <b>ÁREAA INTERVENIR<br/>(m<sup>2</sup>)</b> | <b>VOLUMEN CORTE<br/>(m<sup>3</sup>)</b> |
|----------------------|---|--|
| Polvorín             | 50  | 10                                       |
| Taller               | 32  | 6,4                                      |
| Almacén              | 32  | 6,4                                      |
| Cuarto de maquinas   | 90  | 18                                       |
| Rumbón               | 50  | 10                                       |
| Bocamina             | 16  | 3,2                                      |
| Carrilera promedio   | 240   | 48                                       |
| Botadero promedio    | 140   | 28                                       |
| Tratamiento de aguas | 12  | 2,4                                      |
| Campamento           | 120   | 24                                       |
| Casino               | 120   | 24                                       |
| Baterías sanitarias  | 75  | 15                                       |
| <b>Total</b>         | <b>977</b>                                  | <b>195,4</b>                             |

A continuación se presenta la relación de construcciones básicas necesarias para dar logística al proyecto

#### 2.5.1.1. Parcela 1

Tabla 2.22. Coordenadas Parcela 1 (Área 1,1267 hectáreas)

| <b>PTO</b> | <b>COORDENADAS X<br/>ESTE</b> | <b>COORDENADAS Y<br/>NORTE</b> |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1          | 851262                        | 1300002                        |
| 2          | 851251                        | 1300047                        |
| 3          | 851153                        | 1300033                        |
| 4          | 851133                        | 1300054                        |

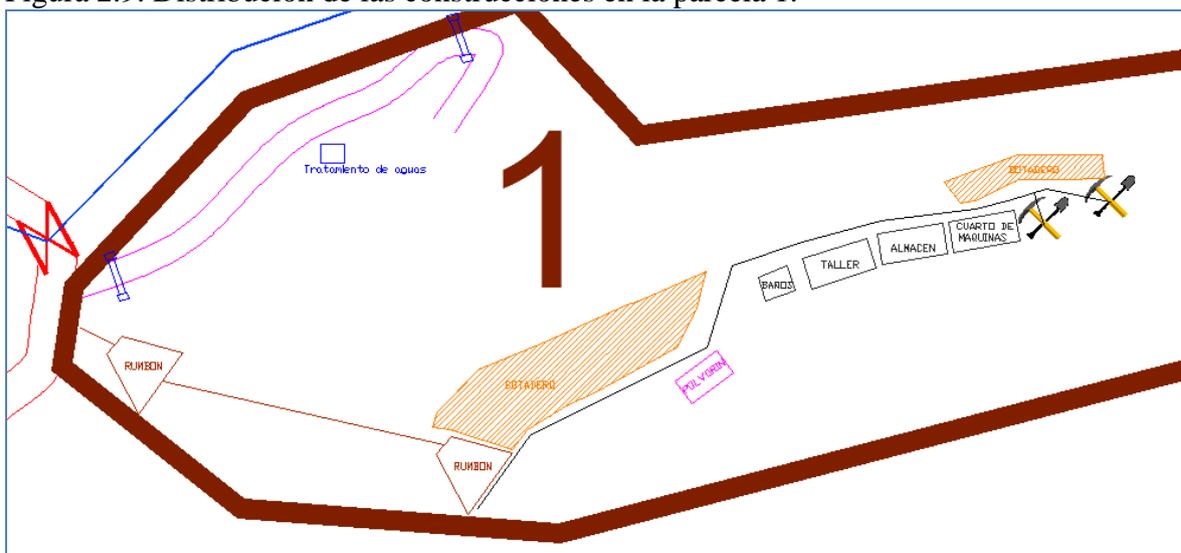
| PTO | COORDENADAS X | COORDENADAS Y |
|-----|---------------|---------------|
|     | ESTE          | NORTE         |
| 5   | 851091        | 1300039       |
| 6   | 851063        | 1300009       |
| 7   | 851061        | 1299996       |
| 8   | 851090        | 1299974       |
| 9   | 851140        | 1299970       |
| 10  | 851262        | 1300002       |

Necesaria para la operación del bloque 1, se ocupara de manera dispersa un total de 1257 m<sup>2</sup> en las siguientes construcciones:

Tabla 2.23. Característica de las construcciones de la parcela 1.

| CANTIDAD           | ESTRUCTURA           | AREA (m2) | LONGITUD (m) | ANCHO (m) |
|--------------------|----------------------|-----------|--------------|-----------|
| 1                  | Baterías sanitarias  | 20        | 5            | 4         |
| 1                  | Polvorín             | 50        | 10           | 5         |
| 1                  | Taller               | 32        | 8            | 4         |
| 1                  | Almacén              | 32        | 8            | 4         |
| 1                  | Cuarto de maquinas   | 90        | 15           | 6         |
| 1                  | Rumbón               | 50        | 10           | 5         |
| 2                  | Bocamina             | 16        | 4            | 4         |
| -                  | Carrilera            | 260       | 130          | 2         |
| -                  | Botadero 1           | 600       | 60           | 10        |
| -                  | Botadero 2           | 95        | 19           | 5         |
| 1                  | Tratamiento de aguas | 12        | 4            | 3         |
| Subtotal ocupación |                      | 1257      |              |           |

Figura 2.9. Distribución de las construcciones en la parcela 1.



### 2.5.1.2. Parcela 2

Tabla 2.24. Coordenadas Parcela 2 (Área 0,1355 hectáreas)

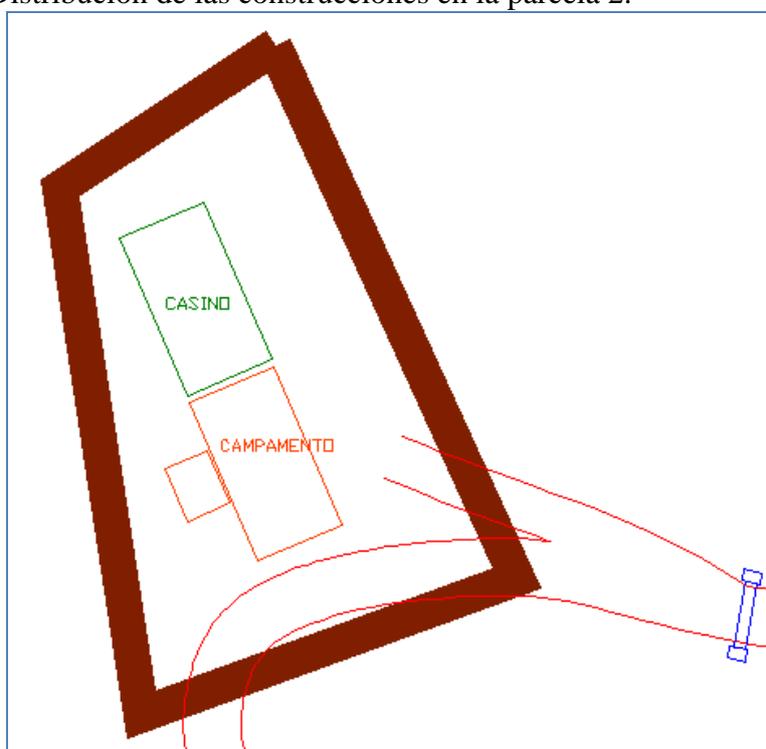
| PTO | COORDENADAS X<br>ESTE | COORDENADAS Y<br>NORTE |
|-----|-----------------------|------------------------|
| 1   | 850874                | 1300135                |
| 2   | 850867                | 1300182                |
| 3   | 850886                | 1300194                |
| 4   | 850886                | 1300194                |
| 5   | 850907                | 1300147                |

Sirve de soporte de las operaciones de la parcela 1, se ocupara de manera dispersa un total de 315 m<sup>2</sup> en las siguientes construcciones:

Tabla 2.25. Característica de las construcciones de la parcela 2.

| CANTIDAD | ESTRUCTURA          | AREA (m2) | LONGITUD (m) | ANCHO (m) |
|----------|---------------------|-----------|--------------|-----------|
| 1        | Campamento          | 120       | 15           | 8         |
| 1        | Casino              | 120       | 15           | 8         |
| 1        | Baterías sanitarias | 75        | 15           | 5         |
| Subtotal |                     | 315       |              |           |

Figura 2.10. Distribución de las construcciones en la parcela 2.



### 2.5.1.3. Parcela 6

Tabla 2.26. Coordenadas Parcela 6 (Área 4,1705 hectáreas)

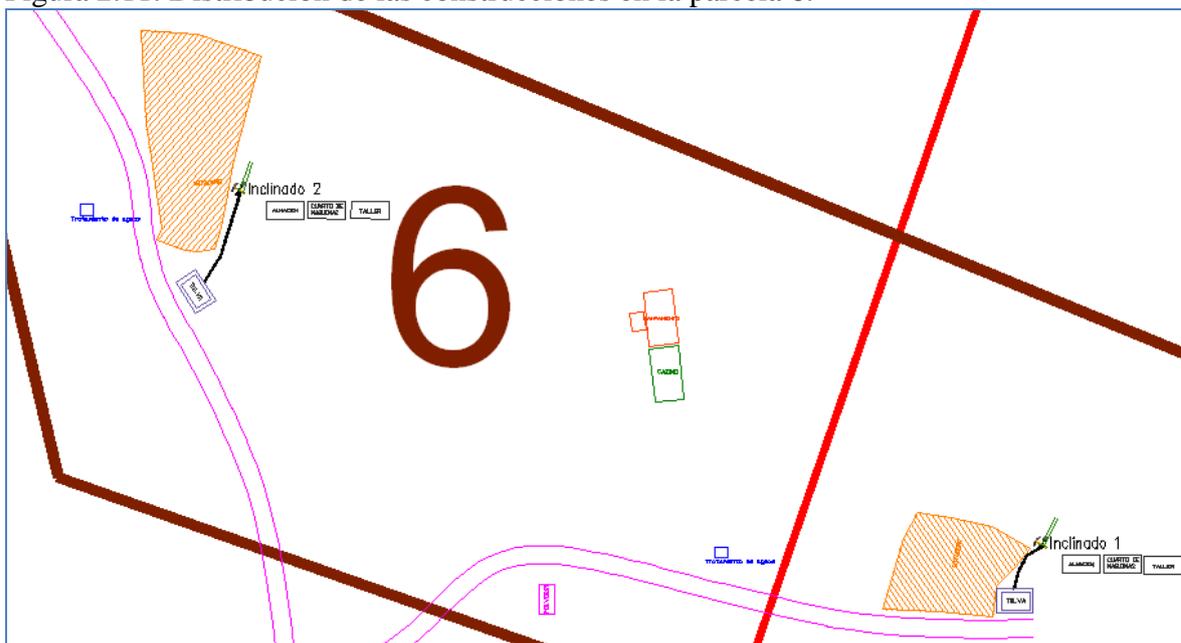
| <b>PTO</b> | <b>COORDENADAS X<br/>ESTE</b> | <b>COORDENADAS Y<br/>NORTE</b> |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1          | 852157                        | 1302733                        |
| 2          | 852157                        | 1302733                        |
| 3          | 852435                        | 1302631                        |
| 4          | 852477                        | 1302711                        |
| 5          | 852086                        | 1302915                        |
| 6          | 852086                        | 1302915                        |
| 7          | 852086                        | 1302915                        |
| 8          | 852086                        | 1302915                        |
| 9          | 852086                        | 1302915                        |
| 10         | 852157                        | 1302733                        |

Necesaria para la operación se ocupara de manera dispersa un total de 2183 m<sup>2</sup> en las siguientes construcciones:

Tabla 2.27. Característica de las construcciones de la parcela 6.

| <b>CANTIDAD</b> | <b>ESTRUCTURA</b>    | <b>AREA (m2)</b> | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>ANCHO (m)</b> |
|-----------------|----------------------|------------------|---------------------|------------------|
| 1               | Polvorín             | 50               | 10                  | 5                |
| 2               | Taller               | 32               | 8                   | 4                |
| 2               | Almacén              | 32               | 8                   | 4                |
| 2               | Cuarto de maquinas   | 90               | 15                  | 6                |
| 2               | Tolva                | 50               | 10                  | 5                |
| 2               | Bocamina             | 16               | 4                   | 4                |
| -               | Carrilera            | 86               | 43                  | 2                |
| -               | Botadero 1           | 600              | 30                  | 20               |
| -               | Botadero 2           | 900              | 50                  | 18               |
| 2               | Tratamiento de aguas | 12               | 4                   | 3                |
| 1               | Campamento           | 120              | 15                  | 8                |
| 1               | Casino               | 120              | 15                  | 8                |
| 1               | Baterías sanitarias  | 75               | 15                  | 5                |
| <b>Subtotal</b> |                      | <b>2183</b>      |                     |                  |

Figura 2.11. Distribución de las construcciones en la parcela 6.



#### 2.5.1.4. Parcela 11

Tabla 2.28. Coordenadas Parcela 11 (Área 0,1944 hectáreas)

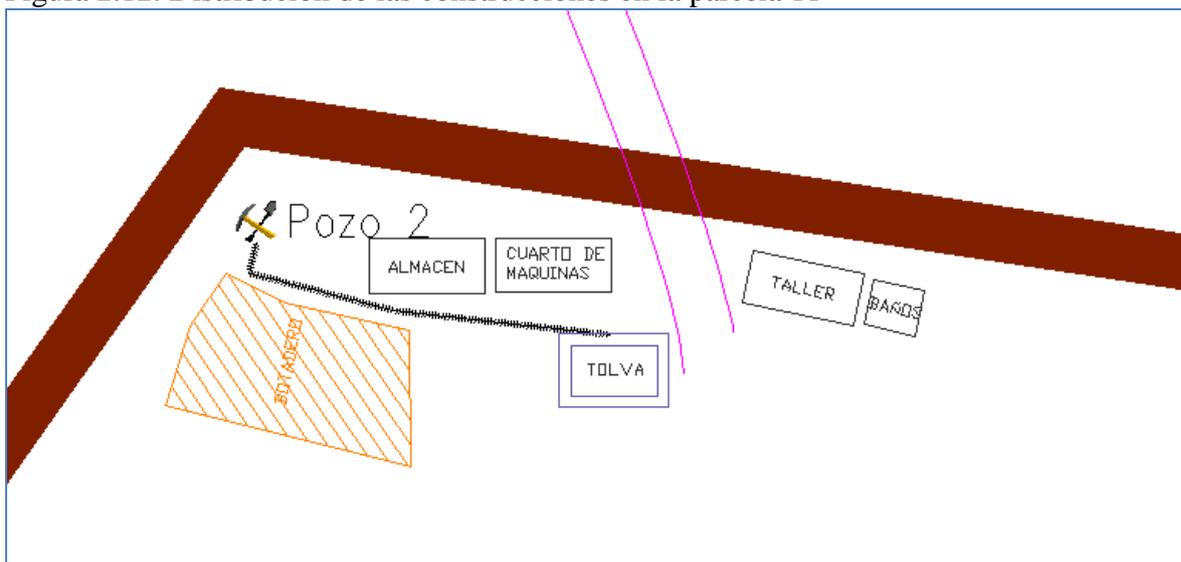
| PTO | COORDENADAS X<br>ESTE | COORDENADAS Y<br>NORTE |
|-----|-----------------------|------------------------|
| 1   | 852677                | 1302295                |
| 2   | 852753                | 1302287                |
| 3   | 852767                | 1302309                |
| 4   | 852691                | 1302321                |

Necesaria para la operación del bloque 6, se ocupara de manera dispersa un total de 552 m<sup>2</sup> en las siguientes construcciones:

Tabla 2.29. Característica de las construcciones de la parcela 11.

| CANTIDAD | ESTRUCTURA           | AREA (m2) | LONGITUD (m) | ANCHO (m) |
|----------|----------------------|-----------|--------------|-----------|
| 1        | Taller               | 32        | 8            | 4         |
| 1        | Almacén              | 32        | 8            | 4         |
| 1        | Cuarto de maquinas   | 90        | 15           | 6         |
| 1        | Tolva                | 50        | 10           | 5         |
| 1        | Bocamina             | 16        | 4            | 4         |
| -        | Carrilera            | 74        | 37           | 2         |
| -        | Botadero 1           | 171       | 19           | 9         |
| 1        | Tratamiento de aguas | 12        | 4            | 3         |
| 1        | Baterías sanitarias  | 75        | 15           | 5         |
| Subtotal |                      | 552       |              |           |

Figura 2.12. Distribución de las construcciones en la parcela 11



### 2.5.1.5. Parcela 12

Tabla 2.30. Coordenadas Parcela 12 (Área 0,3347 hectáreas)

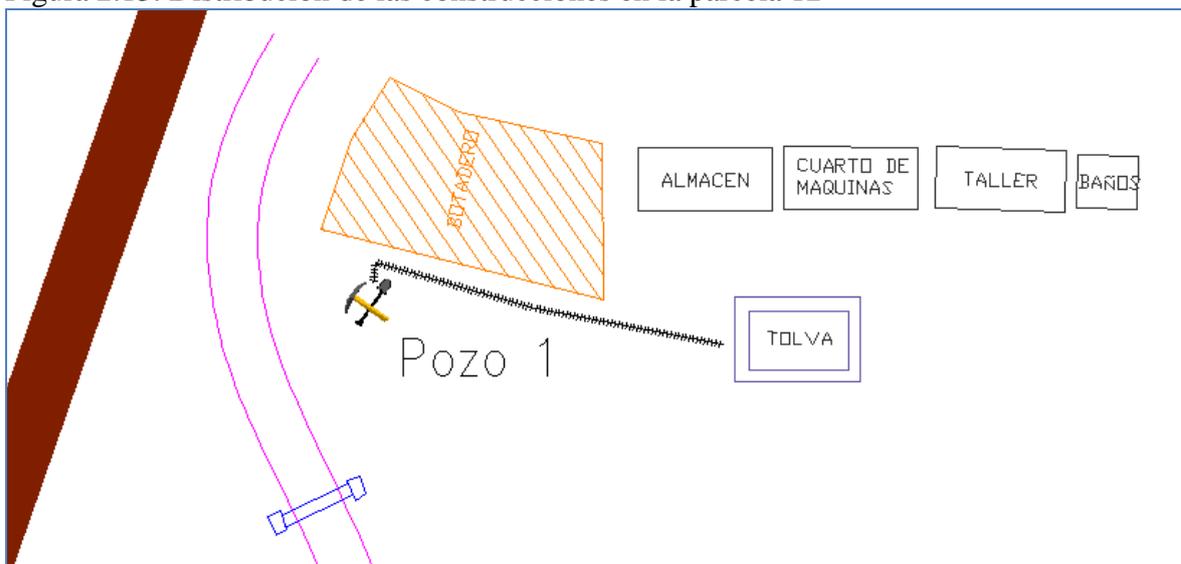
| PTO | COORDENADAS X<br>ESTE | COORDENADAS Y<br>NORTE |
|-----|-----------------------|------------------------|
| 1   | 853473                | 1302538                |
| 2   | 853539                | 1302532                |
| 3   | 853559                | 1302576                |
| 4   | 853485                | 1302586                |

Necesaria para la operación del bloque 6, se ocupara de manera dispersa un total de 597 m<sup>2</sup> en las siguientes construcciones:

Tabla 2.31. Característica de las construcciones de la parcela 12.

| CANTIDAD | ESTRUCTURA           | AREA (m <sup>2</sup> ) | LONGITUD (m) | ANCHO (m) |
|----------|----------------------|------------------------|--------------|-----------|
| 1        | Taller               | 32                     | 8            | 4         |
| 1        | Almacén              | 32                     | 8            | 4         |
| 1        | Cuarto de maquinas   | 90                     | 15           | 6         |
| 1        | Tolva                | 50                     | 10           | 5         |
| 1        | Bocamina             | 16                     | 4            | 4         |
| -        | Carrilera            | 74                     | 37           | 2         |
| -        | Botadero 1           | 216                    | 24           | 9         |
| 1        | Tratamiento de aguas | 12                     | 4            | 3         |
| 1        | Baterías sanitarias  | 75                     | 15           | 5         |
| Subtotal |                      | 597                    |              |           |

Figura 2.13. Distribución de las construcciones en la parcela 12



### 2.5.2. Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales durante la construcción de las instalaciones

Para cada construcción de las instalaciones se tienen las siguientes necesidades de recursos naturales.

#### 2.5.2.1. Agua

El agua para consumo humano se adquirirá en el municipio de Toledo en presentación de botellones y será transportada hasta el área por el contratista que ejecuta las obras. No se requerirá captación para uso doméstico ya que el personal no pernoctará en el área de las obras. El agua a utilizar para la construcción de cada instalación se llevará hasta el sitio de las obras en carro tanques o se tramitará un permiso de captación en los siguientes puntos.

Tabla 2.32. Coordenadas de los sitios sugeridos para la captación de agua

| PARCELAS | NORTE     | ESTE    | CUERPO DE AGUA      |
|----------|-----------|---------|---------------------|
| 1        | 1.300.093 | 851.280 | Quebrada El cobre   |
| 2        | 1.300.093 | 851.280 |                     |
| 6        | 1.302.759 | 852.847 | Caño la mona        |
| 11       | 1.302.151 | 852.734 | Cañada el oso       |
| 12       | 1.302.124 | 853.861 | Quebrada Aguablanca |

#### 2.5.2.2. Vertimientos

Durante la etapa constructiva no se generarán vertimientos de aguas residuales. Se dispondrán de baños portátiles para el manejar las aguas negras. La empresa encargada de su suministro dispondrá el efluente final de los mismos de acuerdo al PMA autorizado por la autoridad. Copia de estos permisos serán presentados a la interventoría ambiental del proyecto.

### 2.5.2.3. Ocupación de Cauces

En la etapa de construcción de vías y adecuación de vías existentes se solicitará el permiso de ocupación de cauces la cual es una actividad previa a la construcción de instalaciones. Los mismos cauces permitidos en la etapa previa se emplearan para el paso de equipos menores, insumos, herramientas y personal.

Con ninguna de las instalaciones proyectadas se ocupa un cauce en la etapa constructiva.

### 2.5.2.4. Material de arrastre

Al no existir en el municipio plantas de beneficio de triturado requerido para la construcción de instalaciones, se procederá a la compra del material debidamente legalizado por la autoridad minera y ambiental.

Se proyecta un volumen requerido de 100 metros cúbicos de triturado de variada granulometría para las construcciones.

### 2.5.2.5. Aprovechamiento forestal

Se considera un máximo estimado de hasta 20 árboles (aproximadamente 25 m<sup>3</sup> de biomasa) por parcela.

### 2.5.3. Estimativos de maquinaria, equipos y mano de obra para la construcción de instalaciones

El personal requerido para la adecuación y construcción de instalaciones está alrededor de 21 personas. La mano de obra no calificada se contratará en la región y por tanto pernoctará en sus respectivas viviendas. El personal calificado se hospedará en la medida de lo posible en Toledo, ubicado aproximadamente a 45 minutos del Área. El personal requerido por la obra civil se observa en la siguiente Tabla **2.18**.

Tabla 2.33. Estimativos de Personal para las Obras Civiles

| <b>CARGO</b>          | <b>NÚMERO</b> |
|-----------------------|---------------|
| Ingeniero Civil       | 1             |
| Interventor Ambiental | 1             |
| Maestros              | 4             |
| Obreros               | 20            |
| <b>Total estimado</b> | <b>26</b>     |

Se emplearan herramientas menores, mezcladora móvil, compactador manual y se contrataran volquetas para el transporte de los insumos.

### 2.5.3.1. Insumos requeridos

Se utilizarán insumos de uso comercial como cemento, ladrillo, bloques, triturados, hierro, elementos metálicos, cubiertas para techos, madera, insumos químicos para pintura y accesorios de acabados internos.

## 2.6. OPERACIONES MINERAS PROYECTADAS

La explotación minera se implementará por minería subterránea en su totalidad empleando dos sistemas de explotación como se denotan a continuación:

### 2.6.1. Métodos de explotación propuestos para los bloques 1, 2 buzamientos mayores a 30 grados.

#### 2.6.1.1. Tambores paralelos con arranque en tramos cortos.

Este método se aplicará a mantos entre 0.8 y 3 m con buzamientos mayores a  $30^\circ$ , el mineral debe poseer una dureza media y el respaldo en el techo una buena resistencia. El método consiste en avanzar dos vías de desarrollo, horizontales en sentido del rumbo que son un nivel para transporte de personal y suministros y un subnivel para evacuación de mineral unido mediante tambores con una longitud media de 100 m. La forma de laboreo de este método consiste en el avance de tambores de 1,5 m de ancho con separación de 15 metros entre centros por el espesor explotable a partir del subnivel hasta comunicarse con el nivel de transporte de personal. Este método presenta un índice de recuperación del 70%. Las vías de desarrollo se sostienen mediante puertas tipo alemana o media puerta según sea el caso y los tambores mediante tacos.

Figura 2.14. Esquema en planta del sistema de explotación

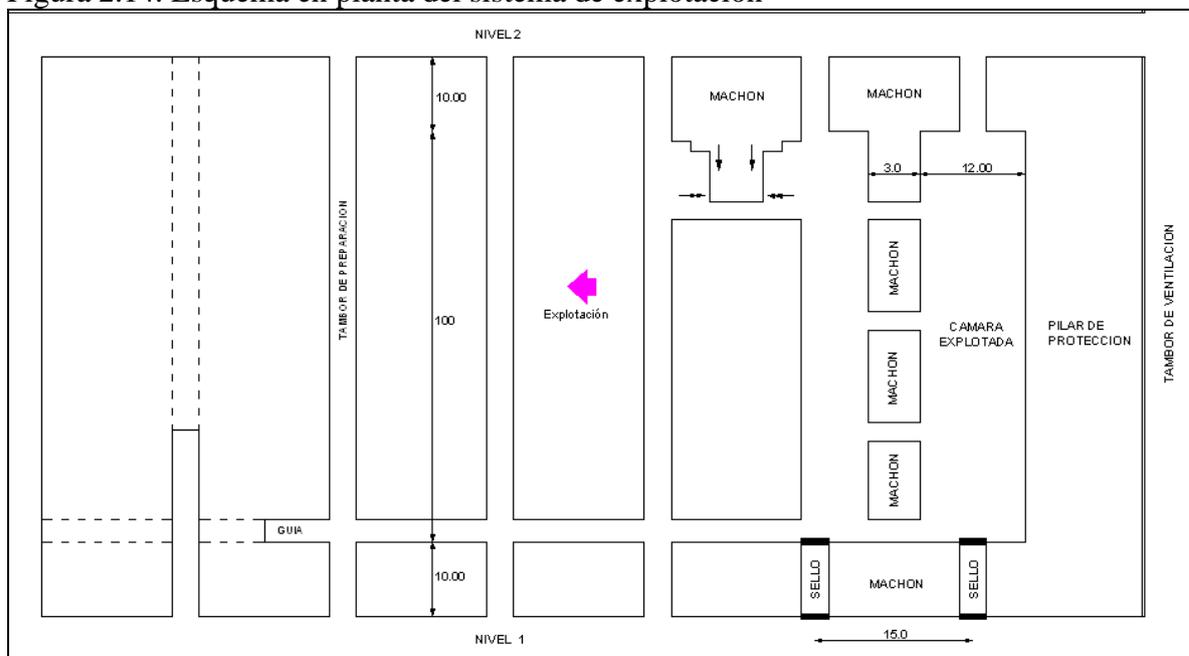
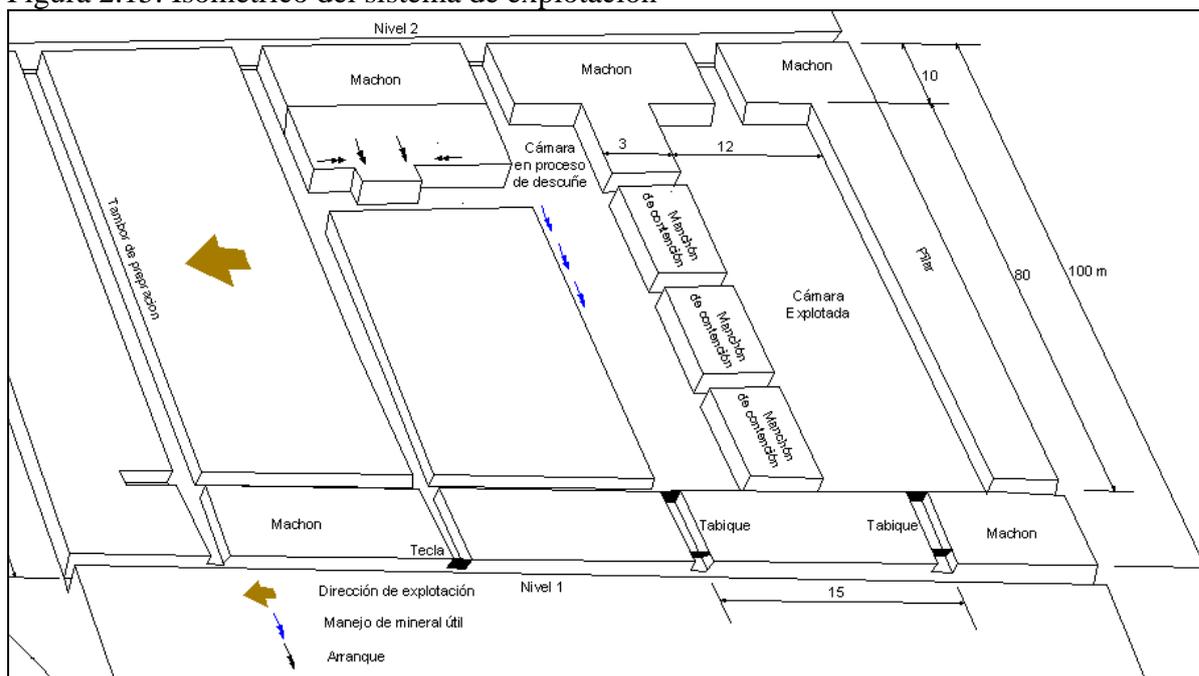


Figura 2.15. Isométrico del sistema de explotación



### Ventajas

- Se puede tener un conocimiento definido del manto a medida que se avanzan los trabajos.
- El arranque es rápido y sencillo.
- Se aprovecha la gravedad para el ruende el mineral.
- Presenta un grado de seguridad alta ya que el espacio vacío se entiba para evitar el hundimiento gradual o los posibles golpes de techo.
- El transporte del mineral es fácil.
- Especificación de tareas y control en los avances.
- Rendimientos y producción elevados

### 2.6.1.2. Métodos de explotación propuestos para el bloque 6 buzamientos menores a 30 grados.

#### Explotación por cámaras y pilares

Este método consiste dividir el manto de carbón mediante una vía en dirección del buzamiento del manto, a partir de esta vía se realizará la construcción de galerías separadas una distancia determinada que permita la libre circulación de aire fresco, y además que permita fácil descargue de los frentes y seguridad para el personal que labore dentro de la mina. Posteriormente se construyen tambores perpendiculares a las galerías con el fin de establecer comunicación entre estas y así definir el área a explotar.

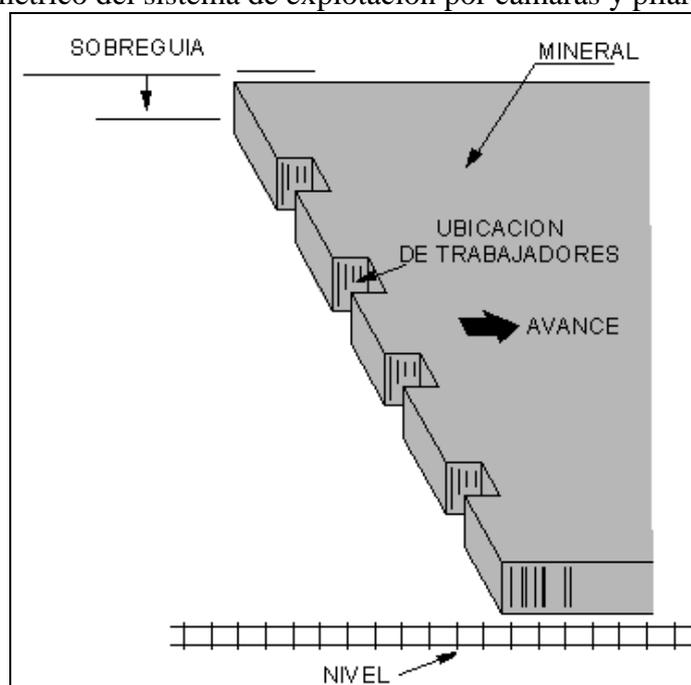
Las condiciones de aplicaciones para buzamientos menores a 30°, espesor en rango entre 1 a 3 metros, respaldos competentes y dureza de carbón media. Las dimensiones

de los bloques dependen directamente del espesor de los mantos, la longitud de avance y la distribución de los pilares a dejar.

**Ventajas:**

- La ventilación es eficiente dada la comunicación existente entre las labores.
- El sostenimiento esta representado por los pilares dejados con lo cual se reduce visiblemente el consumo de madera.
- Se genera eficacia en el transito del personal además de seguridad.
- El porcentaje de recuperación de mineral es alta.
- Manejo eficiente de las presiones tanto de las rocas adyacentes como de la columna hasta superficie.

Figura 2.16. Isométrico del sistema de explotación por cámaras y pilares

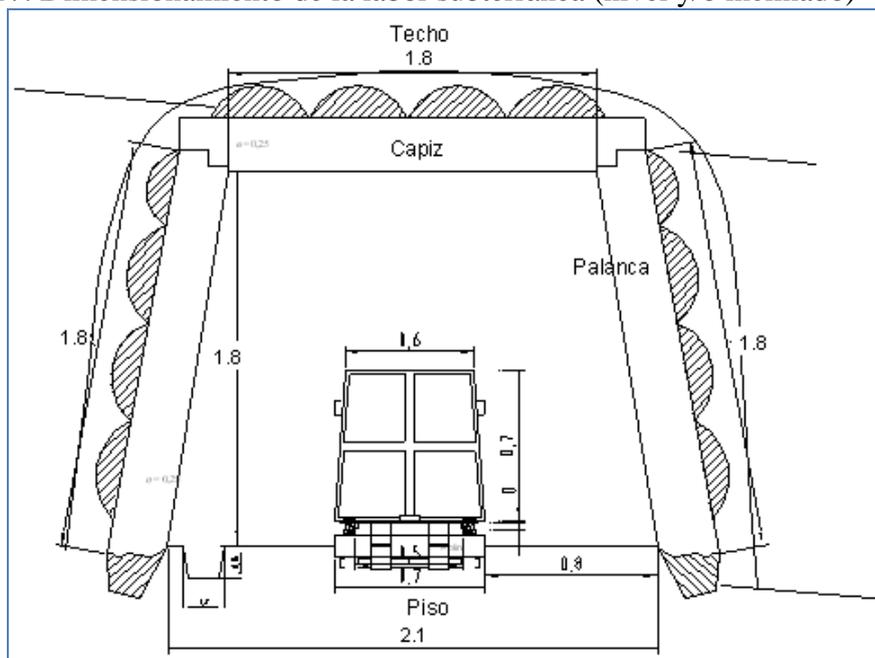


**2.6.2. Descripción de las labores subterráneas**

**2.6.2.1. Acceso y desarrollo**

Las labores de explotación se realizarán a través de galerías a nivel y/o inclinados bien sea en roca o carbón dependiendo del bloque explotable, con proyección de excavación de túnel de un área sin revestir de 4,5 m<sup>2</sup> y de área libre una vez fortificado mínima de 3.5 m<sup>2</sup>. La cual su función consistirá en facilitar el acceso al personal, transporte del estéril o mineral producto del avance del túnel, introducción de materiales e insumos, así como permitir el flujo de aire para establecer la ventilación.

Figura 2.17. Dimensionamiento de la labor subterránea (nivel y/o inclinado)

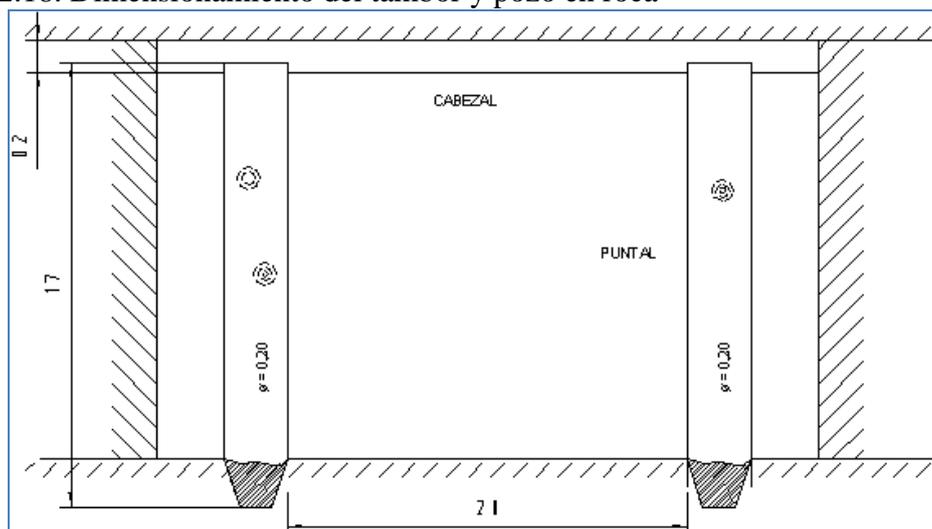


El sostenimiento a implementar es en madera tipo puerta alemana, con una separación de 1.0 m entre puertas; para la evacuación del estéril el coche tendrá una capacidad de 1.0 Ton que va sobre un riel de acero couville de resistencia 40 lb/yd.

### 2.6.2.2. Labores de Preparación

Cada 100 metros de avance del túnel exploratorio se excavara un tambor o pozo en roca con el fin de ventilar la labor subterránea a superficie, de la misma manera se creara una ruta de escape adicional para el personal y evacuación de gases.

Figura 2.18. Dimensionamiento del tambor y pozo en roca



La sección libre del tambor será de 2 m de ancho por el espesor del manto y su sostenimiento se realizará por medio de tacos de madera con cabezal, con una separación de 1.0 m y su función es servir como vías de ventilación.

Así mismo los tambores se comunicaran entre si con guías para mejorar la atmosfera subterránea. A medida que avanza los trabajos se crean bloques que quedan simétricamente delimitados por tambores y guías, dando lugar a una estructura cuadriculada que favorece su explotación.

### 2.6.2.3. Labores de explotación

Se explotaran los bloques delimitados por los tambores y guías, en el proceso se utilizara madera tipo palanca con puntal en la cabeza que de manera simétrica se colocará en los espacios vacios y en ocasiones se requiere el uso de canastas de madera como medida de prevención para el trabajador. La longitud de la palanca estará determinada por el espesor del manto de carbón.

### 2.6.2.4. Planeación minera

De las cinco (5) áreas delimitadas para la sustracción cuatro (4) contarán con portales de entrada, en los cuales se programaron galerías directas con los cuales se accederá a profundidad a los mantos de carbón para iniciar el proyecto minero.

Tabla 2.34. Resumen de galerías con salida a superficie de desarrollo programados.

| PARCELA | LABORES   | NORTE     | ESTE    | LONGITUD PROYECTADA (m) | DIRECCIÓN AVANCE | INC (°) | PROFUNDIDAD LABORES (m) |
|---------|---|-----------|---------|-------------------------|------------------|---------|-------------------------|
| 1       | Nivel 1   | 1.300.022 | 851.227 | 1100                    | S 50-60 E        | 0       | 50-300                  |
|         | Nivel 2   | 1.300.019 | 851.216 | 1100                    | S 50-60 E        | 0       | 50-300                  |
| 2       | Es para soporte de la parcela 1, no hay labores en esta parcela |           |         |                         |                  |         |                         |
| 6       | Inclinado en roca 1   | 1.302.715 | 852.400 | 375                     | N 30-40 E        | 25      | 100-200                 |
|         | Inclinado en roca 2   | 1.302.814 | 852.178 | 375                     | N 30-40 E        | 25      | 100-250                 |
| 11      | Pozo en roca  | 1.302.310 | 852.693 | 350                     | 0                | 80      | 350                     |
| 12      | Pozo en roca  | 1.302.559 | 853.502 | 350                     | 0                | 80      | 350                     |

A partir de los accesos programados en cada parcela por medio de labores subterráneas tipo cruzadas internas se avanzaran otras labores de desarrollo a nivel pero sin salida a superficie.

Tabla 2.35. Resumen de galerías subterráneas de desarrollo programados.

| PARCELA | LABORES DE DESARROLLO | LABORES INTERNAS DE DESARROLLO                          | LONGITUD PROYECTADA (m) |
|---------|-----------------------|---|-------------------------|
| 1       | Nivel 1               | Por cruzada interna al norte se avanzan 2 niveles al SE | 1100                    |

| PARCELA | LABORES DE DESARROLLO | LABORES INTERNAS DE DESARROLLO                          | LONGITUD PROYECTADA (m) |
|---------|-----------------------|---|-------------------------|
|         | Nivel 2               | Por cruzada interna al sur se avanzan 2 niveles al SE   | 1100                    |
| 6       | Inclinado en roca 1   | Por cruzada interna al norte se avanzan 6 niveles al SE | 1800                    |
|         | Inclinado en roca 2   | Por cruzada interna al norte se avanzan 6 niveles al SE | 600                     |
| 11      | Pozo en roca          | para ventilar labores subterráneas                      |                         |
| 12      | Pozo en roca          |   |                         |

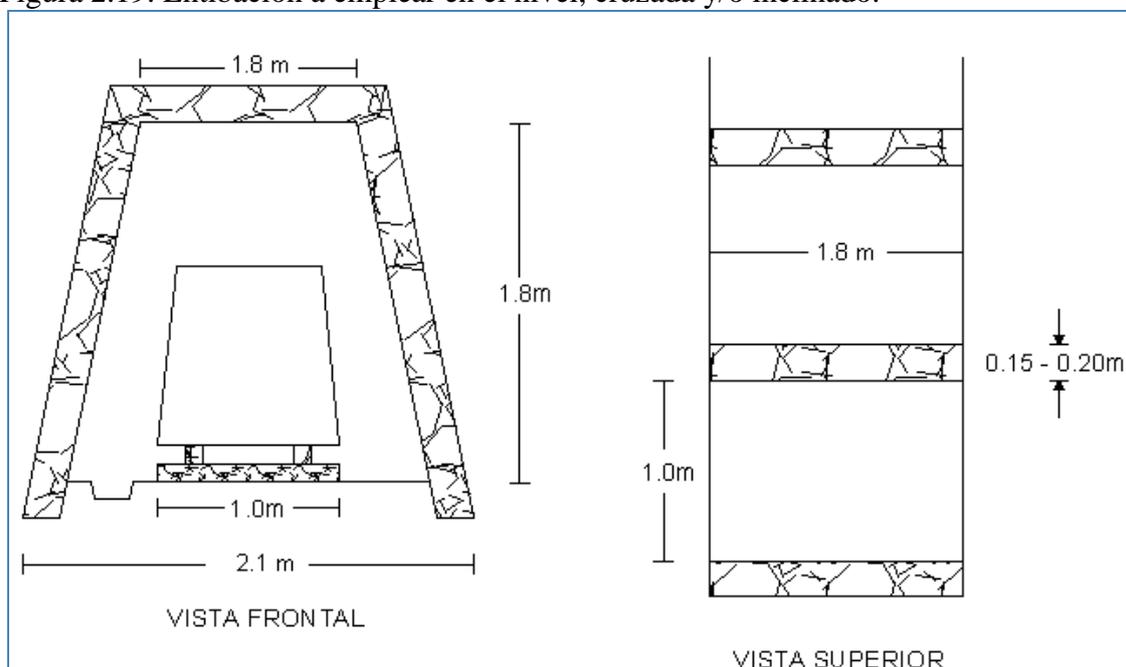
Las labores subterráneas se realizarán siguiendo las normas técnicas establecidas por el decreto 1335 de 1987, que determina el reglamento de seguridad de las labores subterráneas, regida bajo las siguientes características técnicas:

### 2.6.2.5. Servicios Mineros

#### Sostenimiento de las excavaciones.

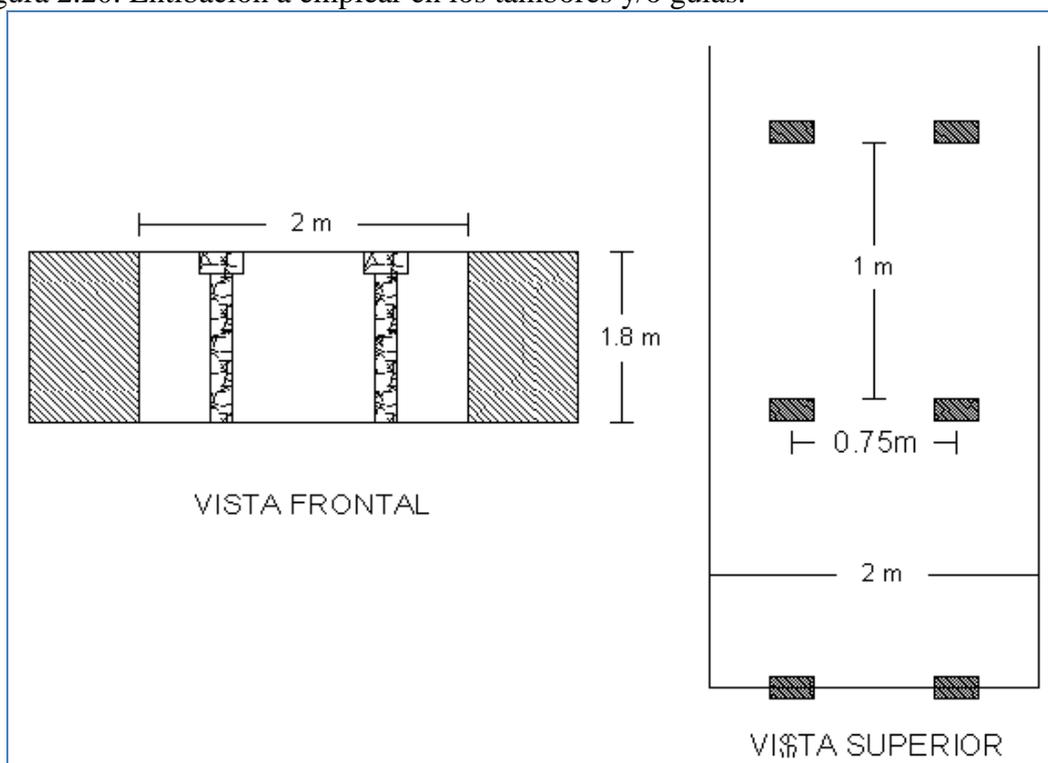
En su totalidad todos los túneles a excavar se entibarán con puertas de madera con corte sencillo, a través de palancas de madera rolliza de diámetro de 15 cm y longitud de 2.2 metros, la densidad de puertas a instalar será de 1 metro.

Figura 2.19. Entibación a emplear en el nivel, cruzada y/o inclinado.



En las labores de preparación (tambores y guías) se implementará principalmente tacos con cabecera cada metro, pero cada 10 tambores se instalarán cuadros con corte en bombonada.

Figura 2.20. Entibación a emplear en los tambores y/o guías.



Por las condiciones del techo inmediato la densidad de puertas la cual está compuesta por 3 palancas está determinada por las siguientes cantidades:

Tabla 2.36. Consumos estimados de madera en labores de desarrollo por la vida útil del proyecto

| PARCELA  | LABORES | TIPO      | LONGITUD (m) | PALANCAS | ATIZADO | POLIN  |
|--|---------|-----------|--------------|----------|---------|--------|
| 1  | 6       | Nivel     | 1.100        | 19.800   | 33.000  | 6.600  |
| 6  | 2       | Inclinado | 375          | 2.250    | 3.750   | 750    |
|  | 6       | Nivel     | 2.400        | 43.200   | 72.000  | 14.400 |
| 11   | 1       | Pozo      | 350          | 1.400    | 5.250   | 350    |
| 12   | 1       | Pozo      | 350          | 1.400    | 5.250   | 350    |
| Palanca diámetro 15 cm, longitud 2.2 metros<br>Atiz palanca 7 cm de diámetro, longitud 1 metro<br>Polín de 1 metro de longitud y área 10*10 cm |         |           |              | 251.290  | 424.650 | 83.530 |

Tabla 2.37. Consumos estimados de madera en labores de preparación por la vida útil del proyecto

| PARCELA                                    | CANTIDAD | TIPO            | CUELGA | PALANCAS |
|--|----------|-----------------|--------|----------|
| 1  | 444      | Tambores -guías | 200    | 29.600   |
| 6  | 960      | Tambores -guías | 250    | 80.000   |
| Palanca diámetro 7 cm, longitud 1-2 metros |          |                 |        | 354.487  |

Tabla 2.38. Consumos estimados de madera en labores de descuñe por la vida útil del proyecto

| PARCELA                                    | CANTIDAD | TIPO    | CUELGA | PALANCAS |
|--|----------|---------|--------|----------|
| 1  | 444      | Descuñe | 200    | 17.760   |
| 6  | 960      | Descuñe | 250    | 38.400   |
| Palanca diámetro 7 cm, longitud 1-2 metros |          |         |        | 210.480  |

#### 2.6.2.6. Sistema de arranque

**De estéril.** Para el arranqué de la roca en el proceso de avance las galerías a nivel, cruzadas e inclinadas se utilizaran explosivos y martillos a base de compresores neumáticos. Se requiere del uso conjunto de los dos procesos dada la competencia de rocas que dificultan el avance con martillos demoldores.

Se implementaran martillos demoldores accionados por aire a presión en las rocas de competencia blanda (arcillolitas, carbón, lodolita, etc.), pero en aquellos casos en que el avance del túnel se realice sobre rocas duras se hace necesario la perforación neumática para el uso de explosivos (Indugel permisible, espoleta, cable conductor y explosor)

**De carbón:** Una vez las labores subterráneas accedan al carbón y se proceda al avance por el manto, el arranque se realizara únicamente con martillos neumáticos.

A continuación se presenta el diagrama de perforación proyectado y aplicado para optimizar sus rendimientos en función de la labor acometida:

Figura 2.21. Dimensiones labores de desarrollo y preparación perforación y voladura

| LABOR                                   | ESQUEMA DE SECCION TRANSVERSAL | BARRENOS |
|---|--------------------------------|----------|
| Inclinado<br>-<br>Nivel<br>-<br>Cruzada | <p>VISTA FRONTAL</p>           | 10       |

| LABOR        | ESQUEMA DE SECCION TRANSVERSAL   | BARRENOS |
|--------------|--|----------|
| Pozo en roca | <p style="text-align: center;">POZO EN ROCA</p> <p style="text-align: center;">VISTA FRONTAL</p> | 5        |

### Parámetros de voladura

Iniciador primario: explosor  
 Iniciador secundario: espoleta eléctrica  
 Carga de columna y fondo: indugel permisible  
 Herramienta de peroración: taladro neumático  
 Diámetro del barreno: 32 mm  
 Longitud del barreno: 1 metro

Tabla 2.39. Cálculos parámetros por voladura

| LABOR               | BARRENOS | INDUGEL PERMISIBLE (Kg) POR BARRENO | INDUGEL PERMISIBLE (Kg) POR VOLADURA | ESPOLETA | EXPLOSOR | CABLE |
|---------------------|----------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------|----------|-------|
| Nivel y/o inclinado | 10       | 0,7                                 | 7                                    | 10       | 1        | 1     |
| Pozo en roca        | 5        | 0,7                                 | 3,5                                  | 5        | 1        | 1     |

De acuerdo al escenario de uso de explosivos únicamente en las labores de desarrollo se presentan los consumos para el avance requerido por cada uno de las galerías proyectadas.

Tabla 2.40. Consumos estimados de explosivos por la vida útil del proyecto.

| PARCELA | LABORES | TIPO      | LONGITUD (m) | ESPOLETAS REQUERIDAS | INDUGEL PERMISIBLE (Kg) |
|---------|---------|-----------|--------------|----------------------|-------------------------|
| 1       | 6       | Nivel     | 1.100        | 66.000               | 46.200                  |
| 6       | 2       | Inclinado | 375          | 7.500                | 5.250                   |

| PARCELA | LABORES | TIPO  | LONGITUD (m) | ESPOLETAS REQUERIDAS | INDUGEL PERMISIBLE (Kg) |
|---------|---------|-------|--------------|----------------------|-------------------------|
|         | 6       | Nivel | 2.400        | 144.000              | 100.800                 |
| 11      | 1       | Pozo  | 350          | 1.750                | 1.225                   |
| 12      | 1       | Pozo  | 350          | 1.750                | 1.225                   |
| Total   |         |       |              | 831.800              | 582.260                 |

### 2.6.2.7. Compresores neumáticos

Se instalaran por bocamina dos (2) compresores neumáticos eléctricos con capacidad de 375 CFM (pies cúbicos por minuto) cada uno, los equipos se localizaran en superficie. El caudal de aire que suministra cada equipo es suficiente para movilizar 20 martillos y 2 perforadoras.

Los dos compresores requieren de una planta eléctrica a base de diesel con capacidad de 250 KWA, con lo cual se entregara la energía para el funcionamiento sin problemas del compresor y existirá un remanente para ventiladores y motobomba. En los casos en que exista malacate se requerirá una planta de 350 KWA.

La tubería de conducción de la red de aire a presión se realizara a través de un polímero de pvc y polietileno que es resistente a la abrasión y a la acidez de las aguas (> 100 Psi) por una red de 1 a 1.5 pulgadas, la cual a medida que llega al frente de trabajo se reduce.

Previa a la salida del compresor por la red de aire comprimido se instala un tanque de almacenamiento de aire, la cual permite en picos de alto consumo el suministro sin desgaste del equipo, el volumen de almacenamiento sin comprimir es un tanque de 15 m<sup>3</sup>.

### 2.6.2.8. Sistema de cargue

**De estéril.** El material estéril generado en el avance de los túneles se cargara a las vagonetas manualmente, a través de palas, el cargue se realizara directamente desde el frente de trabajo.

**De carbón:** El carbón se cargará manualmente por pala a la vagoneta. Cuando se realice el avance de tambores se podrá cargar las vagonetas por gravedad a través de la tecla dosificadora.

### 2.6.2.9. Sistema de transporte

**De estéril y carbón.** El material estéril producto del avance de las labores en roca se evacuara a través de la vagoneta de 1 tonelada de capacidad a superficie.

El carbón cuando se avancen los tambores se acopiaran en la tecla y de allí se carga en la vagoneta, en niveles el coche se halara a superficie manualmente, pero si la labor es un inclinado a través de un malacate se realizara su traslado a superficie.

Una vez el coche cargado con mineral o estéril este en superficie, será conducido manualmente para posteriormente ser descargado en la tolva si es mineral, pero si es estéril se transportara al botadero.

**a. Calculo de malacates.**

En el diseño se optó por un malacate que hale dos coches de capacidad cada uno de ellos de 1 tonelada, lo cual da una capacidad de transporte de 2 toneladas, para una distancia de transporte variable, con inclinación de 35 grados como máximo y potencia de motor variable por la longitud del inclinado.

Tabla 2.41. Cálculos malacate, área de influencia de los Inclinaos aparentes.

| PARAMETRO                                 | UNIDADES  | 270<br>(Metros) | 450<br>(Metros) | 590<br>(Metros) | 600<br>(Metros) |
|---|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Longitud del Inclinado                    | m         | 270             | 450             | 590             | 600             |
| Peso del coche Vacío                      | Kg        | 1600            | 1600            | 1600            | 1600            |
| Peso de la Carga                          | Kg        | 2000            | 2000            | 2000            | 2000            |
| Diámetro del cable                        | Pulg      | 5/8"            | 5/8"            | 5/8"            | 5/8"            |
| Peso del cable                            | Kg/m      | 0.684           | 0.684           | 0.684           | 0.684           |
| Angulo de Inclinación de la Vía           | Grados    | 56              | 56              | 56              | 56              |
| Velocidad del Coche                       | m/s       | 1.2             | 1.2             | 1.2             | 1.2             |
| Eficiencia                                | %         | 80              | 80              | 80              | 80              |
| Coeficiente de rozamiento<br>(coche-riel) |           | 0.2             | 0.2             | 0.2             | 0.2             |
| Coeficiente de rozamiento<br>(cable-piso) |           | 0.3             | 0.3             | 0.3             | 0.3             |
| Peso del coche lleno                      | Kg        | 3600            | 3600            | 3600            | 3600            |
| Peso Total cable                          | Kg        | 184.68          | 307.8           | 403.56          | 410.4           |
| Fuerza de Tracción                        | Kg        | 3822.3          | 3957.0          | 4061.7          | 4069.2          |
| <b>POTENCIA</b>                           | <b>Hp</b> | <b>76.4</b>     | <b>79.1</b>     | <b>81.2</b>     | <b>81.4</b>     |

Se realizó el análisis de que la longitud máximo que puede recorrer el inclinado en la vida útil del proyecto es de 600 metros, por ello para el escenario inicial de 270 metros de distancia se requiere de un malacate de 76,4 hp.

Para evacuar el carbón hasta una profundidad de 600 metros se requiere de un malacate de una potencia máxima de 81,4 hp.

A lo largo de los niveles de transporte se colocará carrilera con perfil couville # 8 con ancho de trocha 600 mm, con resistencia de 22 lb.

- b. **Materiales y suministros.** Los materiales y suministros de tipo pesado (madera, rieles, etc.) entrarán en el coche hasta el sitio en donde se requiera.
- c. **Del personal.** El transito del personal se realizara por los inclinados y/o niveles, y debe hacerse previa señalización de estas, hasta el sitio de laboreo.

### 2.6.2.10. Ventilación

En cada bloque se necesita introducir una corriente de aire encargada de suministrar oxígeno al personal, diluir los gases de las voladuras, eliminar los polvos en suspensión y rebajar la temperatura creando una atmósfera segura para la mina.

**Ventilación principal.** El objetivo es generar una atmósfera limpia al personal en exploración; la cual a medida que los trabajos de exploración se van profundizando la ventilación por tiro natural se hace insuficiente, lo cual se hace necesario inducir aire de manera mecanizada desde superficie hasta el interior de los cortes.

A continuación se muestran los cálculos de ventiladores principales para las condiciones actuales de la mina:

Donde:

$Q_t$  = Cauda de aire requerido.

$Q_1$  = Cauda de aire requerido para 45 mineros.

$Q_2$  = Cauda de aire requerido para dilución del grisú.

$Q_3$  = Cauda de aire requerido para la dilución de gases de las voladuras (consumo de explosivos máximo 35 Kg/día).

$R$  = Factor de resistencia del aire en los nodos y vías rectas.

$H_t$  = Depresión total mmca.

$P_b$  = presión barométrica.

$W_h$  = Peso específico del aire a la altura.

$Z$  = corrección por altura (mayor a 1500 msnm).

$H_{tc}$  = depresión corregida mmca.

$P$  = Potencia del motor.

$F$  = Factor de seguridad del 20%

$n$  = Eficiencia 95%

Tabla 2.42. Ventilador requerido para el proyecto

| PARÁMETRO  | UNIDADES            | DATO/RESULTADO |
|--|---------------------|----------------|
| $Q_1$ = Caudal requerido para personal                         | m <sup>3</sup> /min | 270            |
| $q$ = Caudal de aire por persona (0-1500)msnm = 3, (>1500) = 6 | m <sup>3</sup> /min | 6              |
| $n$ = Número máximo de personas en labores                     |                     | 45             |
| $Q_2$ = Caudal requerido según el desprendimiento de grisú     | m <sup>3</sup> /min | 17,35          |
| $k$ = Constante para diluir grisú (0,0694)                     | m <sup>3</sup> /min | 0,07           |
| $P$ = Producción máxima en la labor                            | Ton/día             | 250            |
| $Q_3$ = Caudal para diluir demás gases (voladura)              | m <sup>3</sup> /min | 36,46          |
| $a$ = Constante para dilución de gases de voladura (0,04)      | m <sup>3</sup> /Kg  | 0,04           |
| $A$ = Kilogramos de explosivo                                  | Kg/día              | 35             |

| PARÁMETRO  | UNIDADES                           | DATO/RESULTADO |
|--|------------------------------------|----------------|
| t = Tiempo de aireación  | min                                | 480            |
| q= volumen de gas que se desprende en las 24 horas (m <sup>3</sup> /día) | m <sup>3</sup> /día                |                |
| p= porcentaje de CH <sub>4</sub> permisible por seguridad igual a 1%     | m <sup>3</sup>                     | 0,004          |
| Referencia un Kilogramo de explosivo produce 0.040 m <sup>3</sup>        |                                    |                |
| Qt = Caudal total  | m <sup>3</sup> /min                | 323,8          |
| Qt = Caudal total + 30% (Por seguridad)                                  | m <sup>3</sup> /seg                | 7,02           |
| R= Factor de resistencia   | KgSeg <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> | 5,60           |
| Coefficiente de fricción (0,00108 estándar)                              | KgSeg <sup>2</sup> /m <sup>4</sup> |                |
| Perímetro de la labor  | m                                  |                |
| Longitud de la labor   | m                                  |                |
| Longitud equivalente   | m                                  |                |
| Sección de la vía  | m <sup>2</sup>                     |                |
| Ht = Depresión total   | mmCA                               | 275,71         |
| Pb = Presión barométrica   | mmHg                               | 613,04         |
| T = Temperatura del aire   | °C                                 | 19             |
| H = Altura de la mina respecto al nivel del mar                          | m                                  | 1800           |
| Z = Corrección por altura  |                                    | 0,80           |
| wh = Peso específico del aire a la altura de la Mina                     | Kg/m <sup>3</sup>                  | 0,97           |
| wo = Peso específico a condiciones normales (1,22)                       | Kg/m <sup>3</sup>                  | 1,22           |
| Q = Caudal de aire por persona   | m <sup>3</sup> /seg                | 7,20           |
| Htc = Depresión corregida  | mmCA                               | 346,79         |
| P = Potencia (1Hp=0,746Kw)   | Kw                                 | 34,45          |
| Fs = Factor de seguridad   |                                    | 1,30           |
| n = Eficiencia (0,75-0,90)   | %                                  | 0,90           |
| P = Potencia (1Hp=0,746Kw)   | Hp                                 | <b>46,1855</b> |
| Potencia Comercial Kw  | Kw                                 | <b>34,4544</b> |

De acuerdo a los resultados se va a manejar una turbina soplante de 47 Hp instalada en la bocamina inyectando aire por intermedio de ductos plásticos de 80 cm de diámetro.

**Dirección de la corriente del aire.** La dirección del caudal siempre irá encaminada hacia los frentes de trabajo, proporcionando aire fresco y diluyendo los gases que se presenten en el interior de mina.

**Ventilación auxiliar.** Como contingencia se puede presentar la necesidad de implementar una ventilación auxiliar en un punto específico, por lo cual se prevé que con un ventilador neumático soplante de 30 CFM con ducto plástico de 20cm de diámetro se mejorara la atmósfera de trabajo.

### 2.6.2.11. Sistema de desagüe

#### Subterráneo

Para encauzar el agua que se presente en las labores a nivel se construirán cunetas colectoras a lo largo de este, con pendiente positiva del 1%, para aquellos casos en donde el túnel desde superficie sea a nivel las aguas correrán por la cuneta y en superficie se conducirán al sistema de tratamiento.

Para las labores inclinadas será necesario en el frente de trabajo almacenar las aguas y realizar el bombeo a superficie a través de un pozo de recolección al final del inclinado, el cual tendrá unas dimensiones de 1,5 m de largo por 1,5 m de ancho y 2,0 m de profundidad.

Para el cálculo de la bomba se tomo en cuenta un caudal promedio de  $18 \text{ m}^3/\text{día}$ , y teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento de la poza es de  $4,5 \text{ m}^3$  para desalojar en seis horas, permite de forma holgada la operación.

H = Altura de elevación.

$H = e + hw = 105 \text{ m}$ .

E = Altura geodésica.

Hw = Resistencia a la recirculación.

$E = es + ed$ .

es = Altura de succión = 10m.

ed = Altura de descarga = 110m.

$hw = hv \times 1000/w = 5 \text{ mca}$ .

hw = Perdidas de presión (mca).

w = Peso específico del líquido ( $1000 \text{ kg/m}^3$ )

$hv = L/100 + w/1000 \times hvd$ .

L = Longitud de la tubería = 200m.

Hvd = Perdidas de presión por cada 100m de tubería = 0.25.

Pe = potencia efectiva del motor.

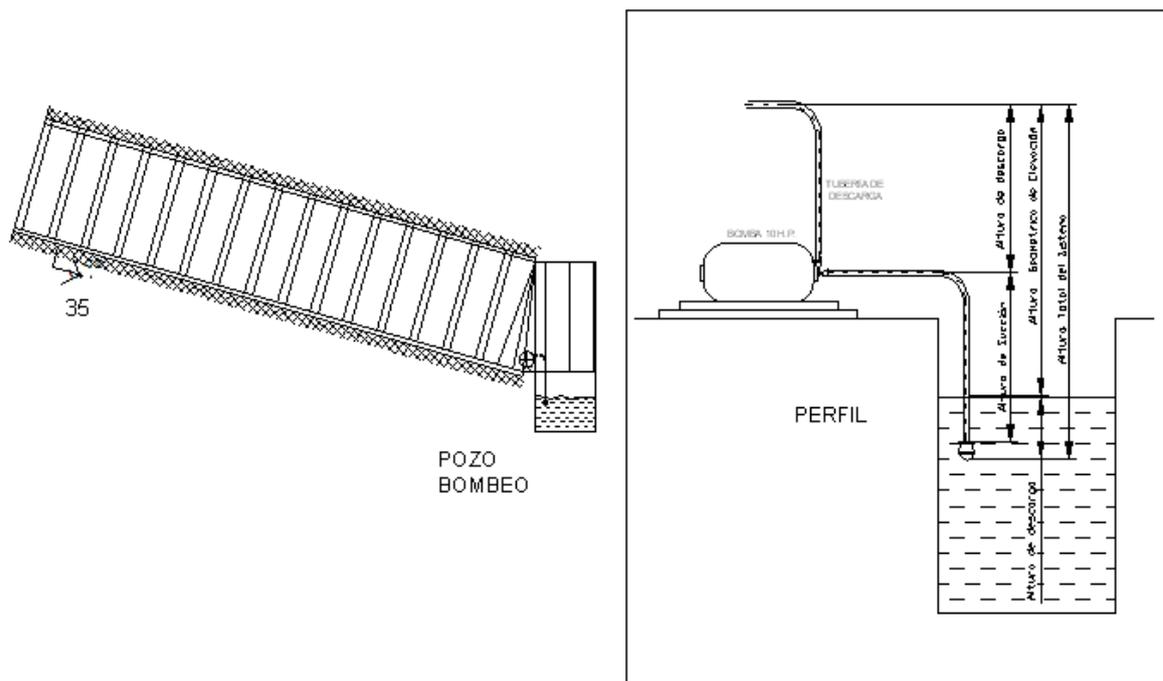
Q = Caudal =  $18 \text{ m}^3/\text{día}$ .

$Pe = (w \times Q \times H) / (102 \times \eta)$

Según los parámetros anteriores la potencia de la motobomba es de 12 Hp.

En aquellos escenarios en que la profundidad del inclinado supere la cabeza estimada, la operación de bombeo se realiza por etapas siendo necesaria la construcción de una poza de almacenamiento intermedia.

Figura 2.22. Esquema del sistema de bombeo



El caudal estimado de bombeo presenta una holgura considerable para no quedarse subestimado y el sistema no colapse. Al final se obtiene que la bomba que cumple estas condiciones deba tener una potencia de 12 Hp.

**En superficie.** Para evitar la filtración de agua al interior de la mina se construirán cunetas alrededor de las bocaminas y boca vientos.

#### 2.6.2.12. Suministro de energía e iluminación

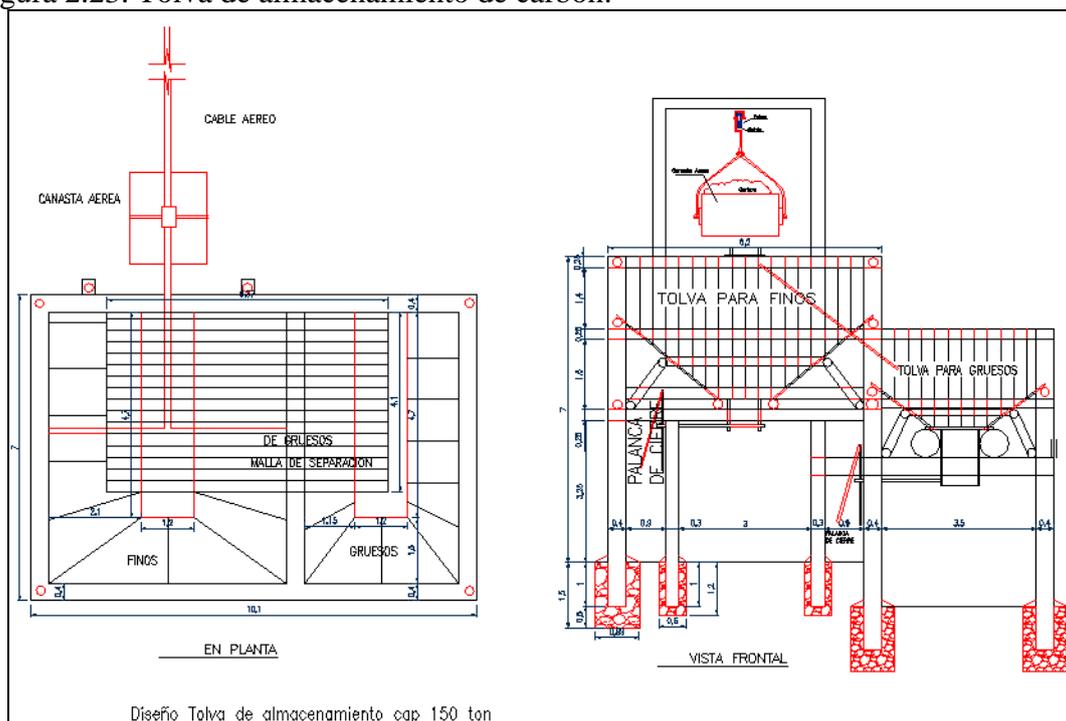
En la mina se adecuara la red eléctrica para llevar electricidad a las bocaminas. Se instalarán plantas eléctricas a base de diesel con capacidad superior a 250 KWA y de 350 KWA en donde exista malacate, generando una tensión de 440 Voltios; con prolongación de la red eléctrica, para el suministro interno de energía en las diferentes labores de la mina; taladros, ventiladores, iluminación interna, y diferentes señales sonoro lumínicas que exige el decreto 1335 de 1987.

Para la iluminación personal se utilizará lámparas de batería.

#### 2.6.2.13. Manejo del carbón en superficie

El carbón proveniente de los diferentes frentes será depositado en tolvas con capacidad de 200 Ton. Se proyecta la construcción de tolvas con concreto, hierro y madera en las zonas próximas a cada bocamina para almacenar el mineral producto de la actividad. La capacidad de almacenamiento será de 200 toneladas permitiendo su acopio con mejores condiciones ambientales si se dispusiera en el suelo.

Figura 2.23. Tolva de almacenamiento de carbón.



#### 2.6.2.14. Botadero de estériles

Los estériles provenientes del interior de la mina, se dispondrán en superficie en botaderos debidamente establecidos.

#### Manejo de estériles

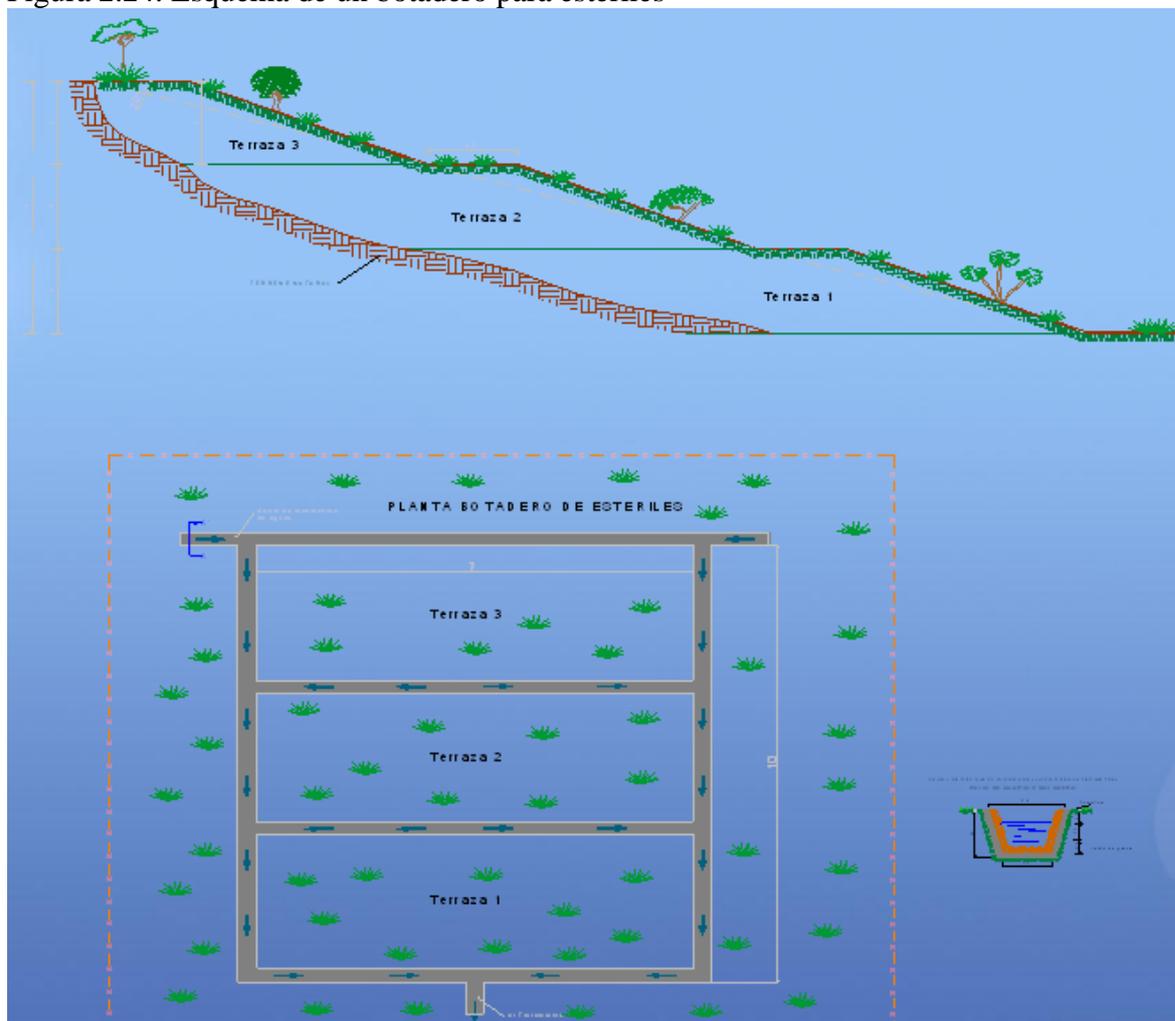
Los sitios propuestos para el manejo de estériles se seleccionarán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Se seleccionarán zonas de suelos de perfil edáfico pobre, sin riesgo de movimientos en masa ni obstrucción de drenajes naturales, y a distancias no menores de 30m al cuerpo de agua más cercano.
- No se dispondrán residuos en suelos de baja capacidad portante, ni donde puedan interferir procesos de revegetación espontánea, puedan deteriorar el paisaje o generar riesgo de accidente a la población.
- No se debe ubicar materiales en los lechos de ríos o quebradas, nacederos ni en las franjas definidas por la legislación vigente. Las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes se deben conducir a un sedimentador antes de su vertimiento al cuerpo receptor.

#### Construcción de botadero

A continuación se observan criterios básicos referentes a la construcción y adecuación del botadero y a la manera como debe ser dispuesto el material:

Figura 2.24. Esquema de un botadero para estériles



- El descapote debe tener un espesor que oscila entre 0,20 a 0,30m para garantizar el retiro de la capa vegetal. Los materiales de descapote se acordonan en el borde de la zona de botadero.
- Se debe realizar obras para manejo de drenajes naturales (cunetas, descoles, etc.).
- Los materiales de desecho se irán extendiendo en el área ya preparada, en capas de espesor suelto entre 0,30 – 0,40m, apisonadas pasando varias veces el buldózer, hasta conformar terrazas.
- Los taludes finales del botadero deben tener una pendiente de 2H:1V, o la recomendada según las características de los materiales.
- El material rocoso debe colocarse de adentro hacia afuera y seleccionarse según el tamaño, con el fin de colocar los fragmentos más grandes en la parte externa del depósito. Con esto se busca que este material sirva de protección definitiva del talud. Además, la ubicación del material de menor tamaño y los finos en el interior del depósito disminuye las infiltraciones.
- Se debe estabilizar y perfilar los taludes del depósito cada vez que se ascienda 3m en cota y luego proceder a su cobertura con los materiales de descapote. Con esto se busca evitar la erosión por escorrentía superficial. Cuando se requiera suspender la

colocación de materiales, se deberán proteger en el menor tiempo posible las zonas desprovistas.

- La altura final del depósito depende básicamente de las obras que se hayan realizado para darle estabilidad al depósito.

En la figura se muestra un esquema básico de un botadero para estériles.

### 2.6.2.15. Equipo minero

Los equipos requeridos se presentan desglosados por parcelas.

Tabla 2.43. Equipos requeridos

| EQUIPOS                        | 1  | 6  | 11 | 12 | TOTAL |
|--------------------------------|----|----|----|----|-------|
| Compresor M100 Kaeser          | 2  | 2  | 2  | 2  | 8     |
| Planta eléctrica 250 KWA       | 1  | 0  | 0  | 0  | 1     |
| Planta eléctrica 350 KWA       | 0  | 2  | 1  | 1  | 4     |
| Ventilador eléctrico principal | 1  | 1  | 1  | 1  | 4     |
| Ventilador neumático auxiliar  | 6  | 6  | 0  | 0  | 12    |
| Malacate eléctrico             | 1  | 2  | 1  | 1  | 5     |
| Motobomba eléctrica            | 3  | 4  | 6  | 6  | 19    |
| Martillos neumáticos           | 40 | 40 | 40 | 40 | 160   |
| Perforadoras neumáticas        | 4  | 4  | 4  | 4  | 16    |
| Vagonetas                      | 10 | 10 | 10 | 10 | 40    |
| Equipo de soldadura            | 1  | 1  | 1  | 1  | 4     |
| Medidor de gases               | 4  | 6  | 6  | 6  | 22    |
| Herramientas menores           | -  | -  | -  | -  | -     |

### 2.6.2.16. Infraestructura minera

**Subterránea.** A lo largo de las vías de transporte se instalará carrilera con riel couville # 8.

**Calculo de Vías férreas.** Las vagonetas se desplazaran sobre rieles metálicos, con una resistencia de de 300 Kg./m, empotradas sobre polines de 1m de longitud, distanciados cada metro. Para la determinación de los anteriores datos se tuvieron en cuenta los siguientes cálculos:

$n$  = Ancho de la trocha = 600mm.

$L$  = longitud de los polines.

$L = 1.7 \times n = 1.00 \text{ m}$

$Wx$  = Modulo del riel = 30 cm.<sup>3</sup>

$G$  = Resistencia permitida del riel = 1250 Kg. /cm.<sup>2</sup>

$F$  = Peso que soporta la rueda del coche cargado = 375 Kg. /rueda.

$D$  = distancia entre polines.



### **2.6.2.17. Ciclos De Trabajo Y Organización Del Frente De Arranque**

Se empleara 1 turno diario de explotación de lunes a sábado, los domingos será de descanso y se programaran trabajos de mantenimiento en los equipos.

**Programa de mantenimiento de equipos.** Se programará un mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos y herramientas todos los sábados. El alcance del programa de mantenimiento debe incluir el sistema de transporte, desagüe, red eléctrica y la infraestructura ubicada en superficie, según lo estipula el decreto 1335 de 1987.

El director se encargara de supervisar que el personal minero cumpla con las operaciones establecidas en el programa de mantenimiento; las cuales deben contemplar los siguientes aspectos:

- Revisión de las instalaciones de los equipos mecánicos.
- Inspección de los equipos luego de mantenimiento y puesta en marcha.
- Las instalaciones y acometidas eléctricas deben efectuarse de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

El programa de mantenimiento se debe realizar según la ficha técnica del fabricante del equipo y por lo general es a un determinado número de horas de trabajo. El mantenimiento de ventiladores, lámparas de batería, etc. se deben hacer generalmente cada quince días o mensual según sea el estado del equipo.

**Personal de planta.** En nuestro tipo de minería la mano de obra es el factor más importante para la extracción del carbón, por lo que se mantendrá al mismo con las mejores condiciones de trabajo y seguridad social.

**Programa de entrenamiento de personal.** Es necesario realizar programas de capacitación a los diferentes trabajadores. Varios factores son los que afectan la mano de obra en la zona: la carencia de personal suficiente para realizar las diferentes operaciones, además que los escasos obreros no son lo suficientemente capacitados efectuar debidamente la actividad minera.

En las visitas técnicas efectuadas se detectaron algunas debilidades en: seguridad, uso de explosivos, corte de madera, entibación, aspectos administrativos y ambientales, por lo que es fundamental que haya programas de capacitación y acompañamiento para los mineros.

**Programa de seguridad minera.** La mina cuenta actualmente con programa de higiene y seguridad industrial.

**Mantenimiento.** Se debe efectuar mantenimiento a los diferentes elementos de la entibación en vías principales de transporte, al igual que ejecutar el mantenimiento de la carrilera.

El mantenimiento de niveles de transporte se hará cambiando puertas de madera deterioradas.

Se diseñará un programa de mantenimiento preventivo para equipos, maquinaria, herramienta, red eléctrica, y ducto de ventilación.

**Alumbrado.** De acuerdo con el Decreto 1335 de 1987, "Toda persona que labora bajo tierra debe disponer de iluminación individual suficiente y adecuada". Por tal motivo se debe adquirir lámparas de batería.

La lámpara de batería se aconseja por las siguientes razones:

- Deja libre las manos del trabajador.
- Ilumina directamente lo que se desea mirar.
- Es seguro y económico.

**Señalización preventiva.** Esta señalización generalmente óptica debe ser complementada con cursos, comprende una serie de avisos tales como:

- No fume en el interior de la mina.
- No circule mientras el coche este en movimiento.
- Utilice adecuadamente los elementos de dotación personal.
- Evite accidentes.
- No trabaje en estado de embriaguez.
- No duerma dentro de la mina.
- No entre solo a la mina.

También se deben colocar avisos en el interior de la mina, donde se adelantan trabajos o donde haya riesgos tales como:

- No pase.
- Peligro.
- Zona de derrumbe.
- Vía abandonada.

#### **Señalización de intercomunicación bajo tierra.**

Se debe implementar algún tipo de código de señales que sea del conocimiento de todo el personal que se encuentre laborando en la mina, y los encargados del comité paritario deben hacérselo saber al trabajador nuevo antes de que ingrese a la mina para evitar accidentes. El código de señales en uso debe exhibirse en lugares donde se transmitan o reciban señales, y no deben darse señales sin la debida autorización.

Los encargados de las señales deben ser responsables de la claridad y seguridad de las mismas.

Normas Preventivas Las principales normas para prevenir nuevos accidentes son:

- Tener un sostenimiento adecuado en cada uno de las labores reemplazando los elementos deteriorados, partidos o podridos.
- Realizar constantemente el desprendimiento en las vías de las rocas que estén sueltas, efectuando el respectivo sostenimiento. Revisión constante de los frentes para evitar desprendimiento de roca, que es uno de los grandes problemas actuales y por lo que se ocasiona un debilitamiento del techo.
- Observación periódica del supervisor para la localización de grietas que indiquen la presencia de presiones que ponen en peligro al personal y puede ocasionar deterioro de las vías principalmente en el nivel de transporte.
- Sellar los trabajos antiguos para evitar pérdidas en el circuito de aire por infiltraciones y además no permitir el paso del personal.
- Realizar los controles de ventilación en los diferentes puntos y evitar el acceso de personal en frentes ciegos no ventilados.
- Después de una voladura se debe tener un tiempo prudencial de espera (11a.m. - 1p.m. almuerzo, y 4p.m. - 7a.m. día siguiente).
- Contar con los implementos necesarios para realizar medición de gases, en vías principales y frente de explotación. No se debe fumar en el interior de la mina.
- Se deben mantener las cunetas para canalizar las aguas subterráneas y de infiltración.
- Contar como mínimo con dos vías auxiliares de salida en caso de taponamientos por derrumbes (tambores de ventilación permanentes).
- Colocar las diferentes señales informativas y preventivas así como de hacer uso de las diferentes señales de comunicación para de esta forma crear una disciplina en el minero y evitar accidentes.
- Dotar al minero de casco, botas y lámpara; implementos sin los cuales no se debe permitir el ingreso a la mina.
- Constante revisión de instalaciones como carrileras, manilas, tuberías y equipos utilizados.
- La energía eléctrica se conducirá al interior de la mina mediante cable encauchetado, cuyas uniones deberán estar protegidas y aisladas correctamente.
- Las mangueras de expulsión al igual que los ductos de ventilación serán aseguradas a alguno de los elementos de la entibación

**Primeros auxilios y servicios médicos.** Para garantizar la prestación elemental de los primeros auxilios, se debe dotar a la mina de un botiquín que contenga los elementos indispensables para prestar dicho servicio.

De otra parte la dirección de la mina, debe afiliar al personal minero antes de ingresar a una entidad promotora de salud, fondo de pensiones y administradora de riesgos profesionales.

**Higiene y bienestar minero.** Con objeto de mejorar tanto las condiciones de higiene como de seguridad se debe crear un comité para este fin, que estará conformado por representantes de los obreros y de la administración.

Entre las funciones de este comité se puede mencionar las siguientes:

- Elaborar un diagnóstico de los riesgos para obtener la información que facilite la localización y evaluación de éstos, e informar al personal sobre su existencia y realizar inspecciones periódicas.
- Estudiar e implantar los sistemas de control de riesgos de acuerdo al diagnóstico.
- Realizar e implantar en forma permanente, programas de mantenimiento preventivo de los equipos.

Con el propósito de lograr una alta seguridad se deben seguir las siguientes normas:

- Utilización permanente de los elementos de dotación y protección personal como: casco, lámparas de batería, botas, guantes y overol.
- No permitir el ingreso de personal a sitios con ventilación deficiente.
- Reforzar sitios que presentan deterioro de los elementos de entibación.
- Mantener libres de obstáculos las vías de acceso para personal.

Revisar las condiciones de acceso a los frentes de trabajo

#### **2.6.2.18. Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales durante la construcción de las instalaciones**

Para la operación se tienen las siguientes necesidades de recursos naturales.

#### **Agua**

El agua para consumo humano se captará previo tratamiento primario por lo tanto se requerirá captación para uso doméstico ya que el personal pernochará en el área de trabajo. Se tramitará un permiso de captación en los siguientes puntos.

Tabla 2.44. Coordenadas de los sitios sugeridos para la captación de agua

| <b>PARCELAS</b> | <b>NORTE</b> | <b>ESTE</b> | <b>CUERPO DE AGUA</b> |
|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|
| 1               | 1.300.093    | 851.280     | Quebrada El cobre     |
| 2               | 1.300.093    | 851.280     |                       |
| 6               | 1.302.759    | 852.847     | Caño la mona          |
| 11              | 1.302.151    | 852.734     | Cañada el oso         |
| 13              | 1.302.124    | 853.861     | Quebrada Aguablanca   |

**Vertimientos:** Se generarán vertimientos de aguas residuales y se tratarán por medio de un sistema de pozo séptico y campo de infiltración. Las aguas grises se conectarán directamente con el campo de infiltración.

Las aguas producto del avance de túneles tendrán un sistema de tratamiento primario y secundario con lo cual se entregarán las aguas previo cumplimiento de los límites permisibles del vertimiento.

Tabla 2.45. Coordenadas de los sitios sugeridos para el vertimiento de las aguas de la mina, previo tratamiento

| PARCELAS | NORTE     | ESTE    | CUERPO DE AGUA      |
|----------|-----------|---------|---------------------|
| 1        | 1.300.040 | 851.011 | Quebrada El cobre   |
| 3        | 1.301.062 | 851.701 | Quebrada NN         |
| 6        | 1.303.107 | 851.818 | Rio Jordán          |
| 11       | 1.302.251 | 852.544 | Cañada el oso       |
| 12       | 1.302.716 | 853.619 | Quebrada Aguablanca |

**Aprovechamiento forestal:** La madera requerida para la entibación minera se comprará a proveedores legalizados ante la CAR para bosques naturales y ante el ICA para plantaciones.

### Residuos Sólidos

A continuación se describen los lineamientos que deberán ser tenidos en cuenta durante la generación de residuos sólidos en cada una de las actividades contempladas dentro de la explotación minera del título FIF-102.

#### Residuos sólidos domésticos

Para el adecuado manejo de los residuos sólidos domésticos deberá tenerse en cuenta la separación de los residuos reciclables, no reciclables / no biodegradables, orgánicos y especiales, con el fin de facilitar su manejo y disposición. Para esto, se debe contar en el campamento y las áreas de trabajo con canecas de 55 galones o recipientes menores de acuerdo con el volumen de residuos generado, dispuestos estratégicamente, debidamente coloreados y rotulados así:

Residuos Orgánicos: color **Verde**. Allí se almacenarán residuos de comida, cáscaras de frutas provenientes del campamento. Estos residuos serán llevados a rellenos sanitarios que cuenten con los respectivos permisos ambientales para su operación. De igual forma estos residuos podrán ser entregados a terceros de la comunidad para el levantamiento de especies menores, teniendo en cuenta lo definido en la Resolución 2341 del 23 de agosto de 2007 expedida por el ICA, en la cual se establecen los requisitos sanitarios que deben cumplir los predios de producción primaria dedicados a la producción de bovinos y bufalinos destinados para el consumo humano, y específicamente en su artículo 14 literal b se enuncia que: **“Todos los alimentos, suplementos alimenticios y sales mineralizadas utilizadas en la alimentación bovina y bufalina, deben contar con registro ICA”**. Otra alternativa para el manejo de los residuos orgánicos corresponde a su uso para la realización de compostaje casero en el área del proyecto.

Residuos No Reciclables/no biodegradables: color **Negro**. Los residuos que no son técnica ni económicamente reciclables, ni tampoco biodegradables, se deben recolectar en este recipiente, como lo son: residuos impregnados de comida, tetrapak, servilletas y residuos provenientes de los sanitarios con fluidos corporales. Estos desechos serán llevados a un relleno sanitario que cuente con los respectivos permisos ambientales para su operación.

Residuos Reciclables: color **Azul** con el logotipo universal de los reciclables. Se debe recolectar todo tipo de envases de plástico, bolsas, PVC, PET, papel, cartón, vidrio, etc. Estos residuos serán llevados al sitio de almacenamiento temporal del campamento, para posteriormente cuando se tenga un volumen considerable ser entregados a cooperativas de reciclaje de la región.

Residuos Especiales: color **Rojo**. En este recipiente se deberán recolectar los residuos hospitalarios, gasas, jeringas, medicamentos vencidos (si llegasen a existir). En caso de generarse este tipo de residuos durante la exploración del Título Minero FIF - 102, serán almacenados y entregados a empresas autorizadas para su manejo, transporte y disposición final. Cabe citar a empresas como DESCONT S.A. ESP o SANDESOL de la ciudad de Bucaramanga, las cuales cuentan con permiso para la recolección, transporte, almacenamiento, autoclavado e incineración de residuos sólidos hospitalarios según las resoluciones 667 de 2004 y 144 de 2000 respectivamente.

### **Residuos sólidos industriales**

Durante las actividades de explotación del Título Minero FIF - 102, la recolección en cada uno de los puestos de generación se realizará en canecas de 55 galones como almacenamiento temporal para su posterior tratamiento o disposición final según sus características. Los recipientes utilizados para la recolección deberán estar estratégicamente ubicados, debidamente coloreados y rotulados así:

- **Madera:** Será almacenada temporalmente en canecas de color Azul o en un área destinada para tal fin, para luego ser entregada a cooperativas recicladoras de la zona que se encuentren debidamente legalizadas para su recuperación y aprovechamiento.
- **Chatarra:** Se produce en la fabricación de herramientas hechizas, elementos, partes, cambio de repuestos, partes de equipos, trozos de laminas, etc. Se debe apilar de manera ordenada en el área de almacenamiento temporal de residuos. La que no se reutilice se entregará a cooperativas recicladoras para su comercialización. (Chatarrerías).
- **Canecas:** Recipientes del cambio de aceites y lubricantes de motores del consumo de ACPM.
  - ✓ Serán recolectadas y almacenadas en el sitio de almacenamiento temporal debidamente identificada, techada e impermeabilizada, para su venta y/o reutilización.
  - ✓ Las canecas pueden ser reutilizadas en la recolección de otros residuos de menor Tamaño. No se podrán regalar a la comunidad.

### **Contaminantes atmosféricos**

Los gases que migran de una excavación subterránea hacia la atmósfera provienen fundamentalmente de la liberación debida a la descompresión de la roca. Estas

concentraciones de gases pueden ser letales dentro del ambiente confinado de la mina, sin embargo, no alcanzan a alterar la composición de la atmósfera superficial, ni presentan incidencia alguna en los cambios climáticos.

En la superficie se pueden presentar emisiones de partículas generadas por la manipulación del carbón o por la acción del viento sobre las pilas de materiales acumulados; estas emisiones son muy localizadas y discontinuas, y se presentan en niveles muy bajos de emisión. Igualmente, se presentará emisión en las vías de acceso a las bocaminas y/o pozos estratigráficos ya que éstas no serán pavimentadas. Para mitigar la emisión de material particulado se deberán regar periódicamente.

En las actividades relacionadas con el proyecto de explotación de carbón en el título FIF-102, no habrá ninguna fuente fija de contaminación del aire, ni ningún tipo de quema que eventualmente pueda llegar a afectar la calidad del aire por emisiones accidentales a la atmósfera.

Las fuentes móviles serán las provenientes de las volquetas y maquinaria pesada. Todos los vehículos de carga deben estar en óptimas condiciones producto del mantenimiento previo al inicio de las actividades trabajo.

Se proponen las siguientes medidas de manejo para el control ambiental de la calidad del recurso aire:

- Colocación de exhostos y silenciadores adecuados en cada uno de los generadores y bombas existentes.
- Mantenimiento de filtros de aire en las chimeneas o exhostos de salida de los equipos que estén en servicio (volquetes, camiones, maquinaria pesada, generadores de energía, entre otros).
- Sincronización y carburación de los vehículos terrestres cada 10.000Km con sus respectivos cambios de aceite, filtros de aire y combustible. Revisión periódica de los exhostos y chimeneas de los equipos y vehículos para observar su correcto funcionamiento. En caso de encontrarse algún desperfecto se requerirá de su inmediato arreglo, para evitar el aumento de ruido durante su operación.
- El personal deberá contar con protectores auditivos en las áreas de mayor ruido.

Respecto a la emisión de ruido, como no se efectuarán voladuras, no se espera generar grandes impactos asociados. Las principales fuentes de contaminación por ruido son los generadores de energía y las motobombas. Otras fuentes son los vehículos empleados para el transporte de material.