

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
“EXPLOTACION DE MATERIAL DE ARRASTRE DEL RIO COELLO”  
LICENCIA DE EXPLOTACION 0781-73**



**VICENTE ROJAS MORENO**

**INGENIERO DE MINAS  
MAT. 2828 CPANT**

**IBAGUE, MAYO DE 2012**

## INTRODUCCION

El presente trabajo contiene el estudio de impacto ambiental (EIA) para la explotación de material de arrastre del río Coello, sujeto a las normas técnicas y ambientales.

Se planteó como objetivos servir de soporte fundamental para que la Autoridad Ambiental competente, adopte la decisión sobre la viabilidad ambiental del proyecto, obra o actividad. Describir y caracterizar el medio físico-biótico y social con el objeto de conocer el estado actual de los ecosistemas, recursos naturales y culturales afectables por el proyecto, así como las potencialidades y limitaciones de intervención. Realizar la evaluación ambiental para establecer los impactos ambientales imputables al proyecto que se pretende realizar.

Diseñar las medidas de manejo ambiental relacionadas con las acciones de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental, con programas esenciales de gestión social, manejo de recursos y ecosistemas, seguimiento y monitoreo y el plan de contingencia.

El proyecto consiste en la explotación de material de arrastre del río Coello, en áreas rurales del municipio de Espinal y Coello, en la Vereda Agua Blanca Baja, sector La Morena del municipio de Espinal en un área de 40 hectáreas y 900 metros cuadrados, donde se realizarán labores de desarrollo, preparación, explotación y cargue del mineral en un periodo de 30 años.

El área del proyecto no afecta reservas forestales, parques nacionales naturales, santuarios de flora y fauna, territorios de designación especial, como el de las comunidades indígenas, negras y distrito de manejo especial, tal como lo certifica el ministerio del interior y de justicia.

## ANTECEDENTES

Desde la cumbre mundial sobre medio ambiente humano celebrada en Estocolmo en 1972, los diversos países del orbe comenzaron a establecer políticas y dictar normas ambientales como una respuesta, todavía no muy eficaz, a los graves problemas ambientales del planeta, surgiendo así la valoración jurídica y política del hecho ecológico. Colombia ha sido catalogada desde entonces como un país pionero en Sudamérica en el establecimiento y desarrollo de normas ambientales. Ejemplo de lo anterior ha sido la expedición del Código de los Recursos Naturales Renovables desde 1974 y el código Sanitario Nacional de 1979.

Sin embargo, solo a partir de la década de los noventa se puede hablar de un derecho ambiental colombiana, gracias al valioso aporte ecológico de una nueva Constitución Política (1991) que incorpora la dimensión ambiental en el ideario político; a la consecuente expedición de la ley del medio ambiente (Ley 99 de 1993) que desarrolla los postulados ambientales de la Constitución y a la suscripción y aprobación de convenios internacionales sobre medio ambiente que ha cogido Colombia.

En este sentido el derecho en Colombia encuentra como primera fuente al derecho internacional, pues en los últimos años la preocupación por el tema traspasa cualquier frontera. Son múltiples los convenios, tratados, acuerdos, convenciones y pactos internacionales, tanto bilaterales como multilaterales, celebrados en los últimos años en el mundo entero. Inserto en la era de la globalización, el derecho ambiental se erige entonces como uno de sus principales instrumentos jurídicos, claro está, bajo un postulado: el desarrollo humano sostenible, de tal suerte que se puede hablar de un derecho ambiental para el desarrollo sostenible.

La Ley 99 de 1993, contiene los principales instrumentos ambientales del derecho internacional; los principios y valores ambientales encaminados a redefinir las relaciones del hombre con el medio natural; catálogo de derechos humanos relativos al ambiente; mecanismos de participación ciudadana en asuntos ambientales y las funciones y papel del estado con respecto al medio ambiente y el desarrollo sostenible, generado en un marco de política ambiental en Colombia.

La Ley 99 de 1993 por medio de la cual se creó el Sistema Nacional Ambiental como un conjunto de políticas, instrucciones, normas y recursos para la política ambiental Colombiana. Con esta Ley también se creó el Ministerio del Medio Ambiente, y constituye un desarrollo lógico de los postulados ambientales para la Constitución Política Colombiana de 1991. Por medio de esta Ley se configura no solo un avance en la legislación ambiental colombiana, sino que además un marco propicio jurídico e institucional, para el desarrollo de las políticas ambientales, lamentablemente todavía lejos de situarse en el centro de las políticas estatales, como debe ser.

A raíz de la Ley 99 de 1993 se han expedido una serie de decretos reglamentarios, ello con el fin de definir de manera clara, cada una de las etapas y procesos administrativos-jurídicos que se llevan a cabo en las entidades administradoras de los recursos naturales renovables como lo son el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales, los Departamentos Administrativos de Medio Ambiente y las Entidades Regionales (municipios).

La Ley 99 de 1993 en su artículo 49 establece la obligatoriedad de la Licencia ambiental para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad, que de acuerdo con la Ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje.

El artículo 22 del decreto 1753, en concordancia con el artículo 17 del decreto 1728 de 2002 establece que el E.I.A. es un instrumento para la toma de decisiones y para la planificación ambiental, exigido por la autoridad ambiental para definir las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad. Con base en este instrumento se determina la viabilidad del proyecto y se expide la Licencia Ambiental. El artículo 9 del decreto 1753 establece que ningún proyecto, obra o actividad requerirá más de una Licencia Ambiental.

En el caso que nos ocupa, de acuerdo a lo establecido en el inciso 1.b. del artículo 9 del decreto 2820 de 2010, la autoridad ambiental competente para la expedición de la Licencia Ambiental es CORTOLIMA por tratarse de un proyecto de explotación de materiales de construcción con una producción proyectada menor a 600.000 toneladas/año para arcillas y de 250.000 m<sup>3</sup>/año para otros materiales de construcción o para minerales industriales no metálicos.

## JUSTIFICACION

El desarrollo económico y social de una región un país, está íntimamente ligado con la construcción de obras de infraestructura y urbanismo, para lo cual tiene destino los materiales a explotar. Otras características técnicas, económicas, sociales y ambientales que justifican la explotación son:

- No se hace necesaria la construcción de vías de acceso a los sitios de explotar.
- El sistema de explotación es sencillo y no causa daños graves e irreversibles a los recursos naturales o al medio ambiente.
- No se intervendrán coberturas vegetales de tipo protector de corrientes de agua.
- Las obras de infraestructura a utilizar (carretera y badén) serán mantenidas por el beneficiario de la Licencia.
- Se estructurará y ejecutará un Plan de Manejo Ambiental que incluya: la ampliación de las coberturas existentes, la reposición de suelos, la no alteración de las cotas de desbordamiento del río Coello, manejo de residuos sólidos y líquidos, manejo de taludes, manejo del recurso fauna, manejo de coberturas vegetales, control del polvo, gases de combustión y ruido.
- Se generarán regalías a los municipios del Espinal y Coello por concepto de los volúmenes a explotar.

### 1.3 METODOLOGIA

Nos permitimos hacer una síntesis del marco metodológico, la cual hará la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental. Para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, se requiere tener muy claro cinco elementos claves que determinan sea acertado:

- Conocer a fondo los detalles y funcionamiento del proyecto, obras o actividades que se pretenden realizar.
- Conocer la zona en donde se pretende realizar la actividad.

- Visitar sitios en donde se adelanten actividades similares y compartir experiencias.
- Tener visión de futuro.
- Tener imaginación y sentido común

## 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 2.1 LOCALIZACION

El área a explotar se localiza en límites de los municipios de Coello y Espinal en la Vereda Agua Blanca Baja, sector La Morena que es donde más se hará la explotación y el beneficio y corresponde al área de Licencia Minera No. 0781-73 inscrita en el Registro Minero bajo el código HCRK-03 (781-73) con una extensión de 40 hectáreas y 900 metros cuadrados (Figura 1).

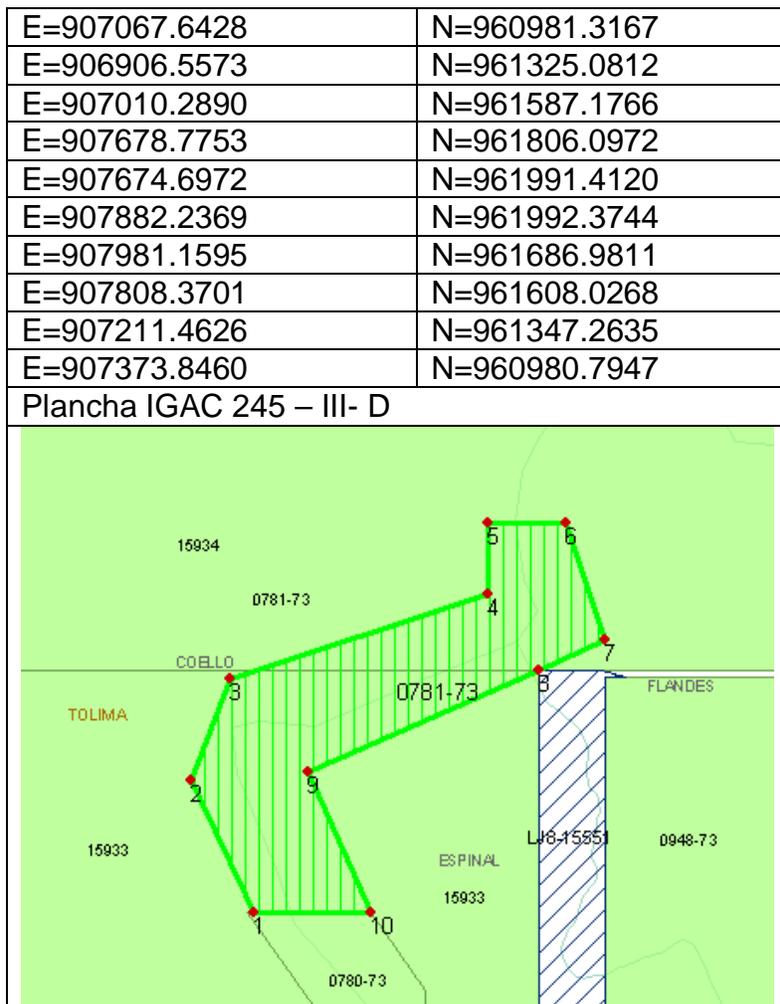
**Figura 1.** Ubicación del proyecto a nivel departamental y nacional.



El área de estudio corresponde al área de contrato de concesión No 0781-73 delimitada partiendo del punto arcifinio y con las siguientes coordenadas (Tabla 1): *PUNTO ARCIFINIO*: Descripción de la Quebrada La Morena en el río Coello.

X: 961.620                      Y: 907.830

**Tabla 1.** Localización área licencia minera 0781-73, dentro de las coordenadas planas



## 2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CONDICIONES AMBIENTALES DEL ÁREA

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

**2.2.1 Selección de área y análisis de alternativas de explotación.** Con base en los resultados de los trabajos de exploración realizados se delimitaron las zonas de explotación de acuerdo al plano anexo. Sobre estos sectores, el material explotable se localiza en islas o barras de materiales depositados por el río Coello, con espesor promedio de 1.5 m a extraer por encima del espejo de aguas en épocas de verano.

#### 2.2.2 Diseño y planeamiento de la explotación.

**2.2.2.1 Resultados de la Exploración:** las actividades exploratorias consistieron en la apertura de cuatro apiques con el fin de determinar la cantidad, calidad y tipo de depositación en las zonas de interés, permitiendo verificar la continuidad y uniformidad de la depositación en el área; igualmente se determinó que se considera un depósito aluvial de forma regular y plana con altura promedio por encima del espejo de aguas de 1,5 mts.

Para el cálculo de reservas se utilizó el sistema AutoCad asumiendo un cuerpo plano arrojando los siguientes resultados:

Profundidad de explotación:	1,5 mts
Altura de explotación:	1.5 mts
Profundidad total de explotación:	2,0 mts
Volumen explotable In Situ	112.568 mts <sup>3</sup>

El volumen de explotación actual disponible nos permite una vida útil del yacimiento de 24 años aproximadamente sin considerar recargas adicionales periódicas del río Coello, lo que nos garantiza una explotabilidad racional durante la duración del contrato de concesión N. 781– 73. Se determinó 112.568 metros cúbicos de recursos y 84.426 metros cúbicos de reservas explotables.

Volumen mensual explotable 24.000 m<sup>3</sup> anuales.

**2.2.2.2 Método y sistema de explotación.** El método de explotación proyectado es a cielo abierto, por el sistema de un solo tajo dividido en paneles de explotación

de acuerdo a la secuencia presentada y proyectada en el plano de explotación anexo, en el cual se plantea una explotación de aguas abajo hacia aguas arriba de la corriente hídrica con un Angulo favorable con respecto a la corriente para permitir la recarga natural y periódica del río en las áreas explotadas.

**2.2.2.3 Diseño de la explotación.** La explotación se realizará sobre los sectores señalados en los planos de acuerdo a las áreas delimitadas. La secuencia de la explotación será de aguas abajo hacia aguas arriba y del nivel o borde externo hacia la playa o borde interno. Plano 2 de 3

La explotación se realizará de abajo hacia arriba de tal manera que la primera piscina sirva para retener los sedimentos de la segunda y así sucesivamente.

De acuerdo a la conformación de los taludes las piscinas estarán lo suficientemente retiradas de las orillas para evitar socavación sobre los mismos.

Teniendo en cuenta que la explotación será más intensiva durante los meses de verano, la producción de sedimentos no será alta pues en esos periodos la zona se mantiene seca.

El sistema orientará la explotación de abajo y hacia arriba minimiza altamente los procesos de sedimentación aguas abajo. La extracción diaria se calcula de 100 m<sup>3</sup>, para un total de 15 viajes de volqueta de 6 m<sup>3</sup> de capacidad.

**2.2.2.4 Actividades de operación minera.** El conjunto de labores que forman la explotación minera la podemos dividir en:

**A. Labores de acceso o desarrollo:** Estas comprende todas las labores encaminadas a llegar al depósito y las que éste requiera, dentro de las cuales tenemos las siguientes:

**B. Labores de preparación:** Éstas comprende las labores de destape o de remoción de cobertura vegetal y/o estériles para dejar aflorante el material de interés para su posterior arranque. En este caso dichas actividades no se adelantarán dadas las características del depósito, puesto que los materiales a extraer se encuentran aflorando naturalmente.

**C. Labores de arranque o explotación:** Estas comprende todas las actividades propias del sistema de explotación diseñado, en este caso mediante la utilización de retroexcavadora. La extracción del material se efectuará solamente en las épocas de verano, cuando se forman en toda su magnitud las islas o sectores definidos de explotación. De esta manera, el tiempo efectivo anual dedicado a estas labores es de 8 meses en promedio.

**D. Labores auxiliares o complementarias:** Dentro de estas se tiene el cargue del material arrancado y el transporte del mismo hasta los patios de acopio y despacho a centros de consumo.

El cargue y el transporte interno será con retroexcavadora y volquetas, respectivamente.

**2.2.2.5 Secuencia de la explotación.** De aguas abajo hacia aguas arriba en sentido de la corriente con un ángulo de inclinación favorable para permitir la recarga natural del río como se ilustra en el plano anexo.

**2.2.2.6 Producción.** Se tienen reservas explotables (material in situ) de 112.568 metros cubico de material de interés, lo cual, según la producción anual estimada de 24.000 m<sup>3</sup>, permite garantizar la continuidad de la explotación y el incremento de la misma acorde con la demanda del mercado, sin tener presente la recarga de los depósitos.

**2.2.2.7 Infraestructura existente y requerida.** Para el desarrollo general de la etapa de explotación se tiene y se requiere la siguiente infraestructura.

- **Patios de acopio:** Para el acopio del material útil se adecuará un patio. En inmediaciones del área de explotación, con una extensión de aproximadamente 5.000 m<sup>2</sup>.

- **Campamento:** Para el alojamiento del personal y para la disposición de herramientas manuales y demás insumos e implementos se dispondrá de la casa-campamento existente, construida en ladrillo y cemento, tejas de eternit y pisos en cemento, la cual cuenta con servicios sanitarios, cocina, pozo séptico y fosa de compostaje.

**2.2.2.8 Equipo y maquinaria a utilizar.** Para las diferentes operaciones de la explotación se dispondrá del siguiente equipo y maquinaria:

- Retroexcavadora (1) Caterpillar
- Volquetas (3) con capacidad entre 6 y 10 m<sup>3</sup>.
- Herramientas manuales (picas, palas y carretillas).

**2.2.2.9 Personal requerido.** Con base en la producción proyectada las necesidades de personal para el proceso de explotación se reduce a cuatro operarios, incluidos los maquinistas (retroexcavadora y volquetas), quienes se distribuirán en las diferentes labores mineras.

Todo el personal será contratado por la modalidad de porcentaje de producción, destinando parte de esos valores como salario y otra parte como seguridad social y prestaciones.

Teniendo en cuenta que se laborará en un turno diario de 8 horas durante 6 días a la semana, 24 días al mes y 288 días al año, el rendimiento por turno es de 74 m<sup>3</sup>/hombre, según la producción anual proyectada.

El Plan de Trabajos e infraestructura (PTI) para la explotación, presentado en los volúmenes de las reservas, como se presenta en el plano 2 de 3.

Es de anotar que los volúmenes calculados de 112.568 metros cúbicos, pueden recuperarse al menos una vez al año, lo que aumentaría la vida útil del depósito. De igual forma se tiene que en la explotación se van a encontrar sobretamaños con los cuales se pretende además de proteger los taludes de las márgenes, realizar trinchos para que sirvan como retenedores o trampas y poder aprovechar los materiales que arrastra la corriente

El proyecto consiste en la explotación de material de arrastre en el río Coello, en la sus dos márgenes con maquinaria y son extracción de cantos y sedimentos.

## 2.3 GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y RELIEVE

**2.3.1 Geología del área.** En el área afloran exclusivamente depósitos sedimentarios de edad Cuaternario (ver Plano del PTO explotación descritos de base a techo por un depósito fluvio-volcánico correspondiente al Abanico del Espinal (Qvs), suprayacido concordantemente por depósitos aluviales de gravas, arenas y niveles de arcilla en forma de terrazas altas (Qt) y depósitos aluviales recientes (Qa) correspondientes a los sedimentos activos del río Coello, representados estos últimos por gravas y arenas de composición variable.(ver plano 2 de 4)

**ABANICO DE EL ESPINAL (Qa).** Es la unidad litológica de mayor extensión en el área a explotar. Sus afloramientos cubren el 100 % del área; está constituido por una secuencia de depósitos volcanosedimentarios con intercalaciones menores, netamente sedimentarias, que dan una morfología plana y taludes cercanos a la vertical en los bordes que dan contra los ríos Coello y Magdalena.

El Abanico de El Espinal es una unidad fluvio-volcánica cuyo origen se atribuye a erupciones sucesivas del volcán Machín y el Nevado del Tolima, eventos que se ubican en el Holoceno.

Durante este periodo ocurrió la apertura de la barrera de Gualanday, que se oponía al paso de diferentes flujos de lodo a este sector; apertura que se debió a movimientos tectónicos (Al parecer actividad de las fallas de Ibagué y Cucuana). De esta manera se conformó el abanico, teniendo su ápice en este sector y distribuyéndose hacia el sureste en dirección del río Magdalena.

La parte más espesa del Abanico de El Espinal está constituida por una secuencia de arenas grises, con esporádicos niveles de gravas, compuestas por fragmentos de andesitas y subordinadamente rocas intrusivas y metamórficas angulares a subangulares. La unidad presenta alta porosidad y permeabilidad, es muy deleznable y con baja resistencia y compactación, por lo que es fácilmente erosionable por aguas superficiales, originando desprendimientos, desplomes, erosión difusa y concentrada, surcos y cárcavas. En el valle del río Coello se observa que el abanico está conformado por tres niveles, que tienen forma de terrazas.

Las evidencias geológicas y los estudios de INGEOMINAS (1998), indican que el Abanico de El Espinal fue originado por erupciones explosivas del Volcán Cerro Machín, que generaron espesos depósitos de piroclastos de caída y flujos piroclásticos que fueron lavados para conformar flujos de lodo o "lahares" que se

canalizaron a través del río Coello, llegando hasta el valle del río Magdalena, en donde se acumularon y conformaron el Abanico de El Espinal.

**2.3.2 Geología del depósito.** La unidad de interés económico (Qa) está representada por gravas de tamaño entre gránulos y guijarros de rocas de diferente composición en matriz arenosa de grano medio a grueso, correspondiente a las playas, barras, islas e islotes depositados por el río Coello. El espesor de los depósitos es variable, superando los 2 m pero tomando como espesor promedio 1.5 m para el cálculo de reservas y el límite de extracción.

**2.3.3 Geología estructural.** En el área específica del Contrato de Concesión no se presenta plegamiento ni evidencias neotectónicas sobre los depósitos del Cuaternario.

Fuera del área se presenta fallamiento inverso y de cabalgamiento, típico del actual Valle Superior del Coello, originado por deformaciones compresivas del Cenozoico, tal como la Falla de Prado-Suárez, la cual es de carácter regional y dirección general N-S.

También fuera del área se presenta plegamiento sobre las unidades litológicas del Terciario.

**2.3.4 Geotecnia.** Los procesos erosivos presentes son mínimos, restringidos a socavación de las márgenes del río Coello, dando lugar a taludes de pendiente vertical y alturas hasta de 3 m, como consecuencia de la acción geológica erosiva de carácter lateral causada por el mismo río, especialmente sobre la margen izquierda, donde afecta la unidad litológica del Abanico del Espinal.

## **2.4 ASPECTOS DE MONTAJE**

### **2.4.1 VIAS DE ACCESO**

El ingreso a la zona de explotación se efectúa por la doble calzada Ibagué – Flandes. A la altura de la vereda Agua Blanca Baja, sector La Morena se toma a mano izquierda un carretable de tercer orden (sin pavimentar), siguiendo esta vía pasa por tres viviendas, hasta llegar a un portón que hace parte de los propietarios de la Licencia de explotación 0781-73, inscrita ante INGEOMINAS. Se continúa por esta vía a mano derecha pasando por este predio hasta finalizar en el río Coello.

La vía se encuentra en buen estado y solo requiere mantenimiento que se aplicará en el Plan de Manejo Ambiental.

#### **2.4.2 INSTALACIONES Y ADECUACIONES**

Ya que el proyecto cuenta con vías de acceso al área de explotación, las obras que se proyectan realizar son: el patio de acopio con su respectiva infraestructura locativa y el mantenimiento de las vías de acceso al río.

El área del patio será de aproximadamente 1 Hectárea y para su adecuación se removerá el material de descapote en un volumen estimado de 500 m<sup>3</sup>. Este material se acopiará a manera de un cordón perimetral para la restructuración de suelo dentro del Plan de Abandono.

Las obras a realizar en el lote adecuado se reducen a:

- Obras de manejo de aguas de escorrentía superficial (cunetas en tierra)
- Instalación de zaranda

La vivienda de la planta de beneficio se utilizará como campamento y administración de la mina, la cual cuenta con unidades sanitarias y energía eléctrica.

En el Plan de Trabajos de plantea que en el primer trimestre de actividades se dará inicio al mantenimiento de las vías de acceso existentes y se comenzará con la adecuación del patio de acopio.

Las etapas de montaje y construcción se iniciaran una vez se obtengan los respectivos permisos ambientales y mineros, su fecha de iniciación queda condicionada a la aprobación de los respectivos estudios y al perfeccionamiento del contrato (Tabla 2).

**Tabla 2.** Cronograma de actividades mineras

ACTIVIDADES	PRIMER AÑO				SEGUNDO AÑO				TERCER AÑO				CUARTO AÑO			
	1 TR E	2 TR E	3 TR E	4 TR E	1 TR E	2 TR E	3 TR E	4 TR E	1 TR E	2 TR E	3 TR E	4 TR E	1 TR E	2 TR E	3 TR E	4 TR E
DESARROLLO																
Adecuación Patio																
Mantenimiento de vías de acceso																
Montaje de equipos de trituración																
Construcción de infraestructura locativa																
Mantenimiento de Maquinaria																
EXPLOTACION																
"Explotación del cauce del río"																
"Cargue Transporte y acopio de material"																

**Notas:**

- *La explotación y cargue se restringe en las épocas de invierno*
- *Se hace claridad que este Cronograma es el de montaje pues la explotación se plantea a un periodo de tiempo de 30 años prorrogables.*

**2.5 OPERACIÓN MINERA**

- Sistema de explotación: Discontinuo, únicamente cuando se presenten caudales inferiores al caudal medio y en apocas de verano. No se presenta afectación de niveles freáticos.
- Las operaciones unitarias y maquinaria a utilizar es:
  - Arranque y cargue del material de lecho de rio: Se utilizara una retroexcavadora de orugas con una capacidad del balde de 0.8 yd<sup>3</sup>. Esta retroexcavadora funciona con ACPM por lo que se construirá un depósito techado y con piso en cemento para el manejo de combustibles

y lubricantes y se tomaran medidas para evitar la contaminación del río Coello con estas sustancias.

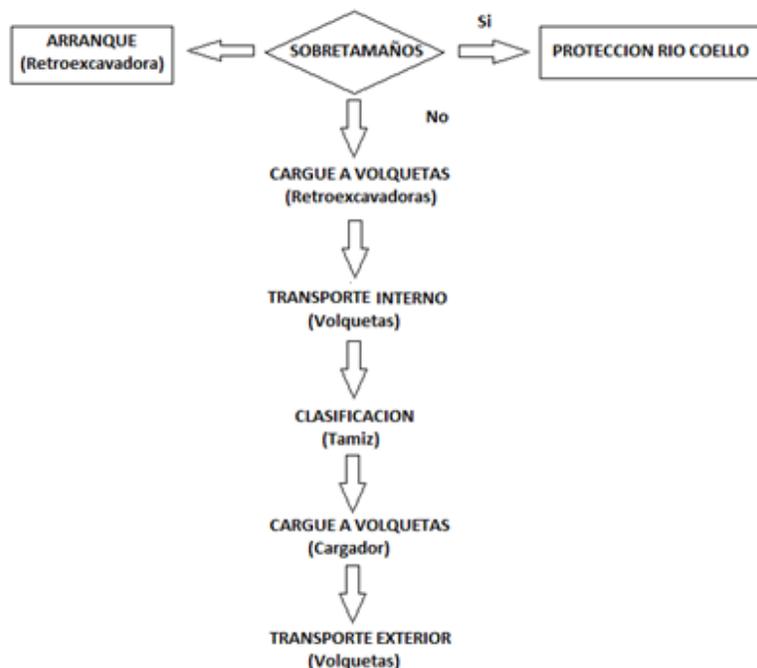
- Transporte Interno: El transporte se realiza en volquetas de 6 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Manejo y disposición de estériles: Los sobretamaños se dispondrán como jarillones de protección a las márgenes del río Coello como medida de manejo ambiental.
- No se utilizarán explosivos para la explotación.

## **2.6 BENEFICIO**

Se efectuará en la trituradora de la empresa KAYTO TRACTOR, la cual cuenta con permiso de emisiones atmosféricas y está ubicado en la vereda la Morena a aproximadamente 350 metros del entrada al área de explotación.

El material se acopiará en el patio debidamente adecuado para beneficio, de donde será cargado nuevamente a volquetas de 6 m<sup>3</sup> de capacidad, utilizando cargador de llanta de 2.0 – 2.5 yd<sup>3</sup> de capacidad del balde. En la figura 2 se presenta el diagrama de flujo de la explotación.

**Figura 2.** Flujograma del proceso de explotación, beneficio y comercialización del material de arrastre



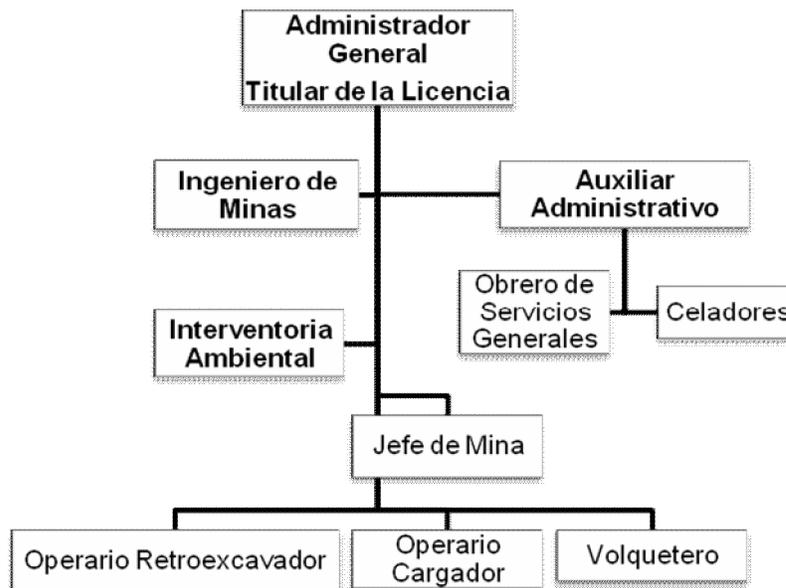
## 2.7 PRODUCCION

La producción de materiales útiles proyectada es de tan solo 24.000 m<sup>3</sup> anuales de gravas y arena. No se generan estériles.

## 2.8 ORGANIGRAMA

La estructura de la organización para la explotación de la mina es la siguiente (Figura 3):

**Figura 3. Organigrama**



### 2.8.1 FUNCIONES

La dirección general de la explotación estará a cargo del titular de la Licencia Minera para lo cual contará con la asesoría de un Ingeniero de Minas, una firma consultora para la asesoría ambiental y un auxiliar administrativo. Bajo su mando contará igualmente con un Jefe de Mina para el control en campo de las labores mineras.

El Ingeniero de Minas realizará visitas periódicas a la explotación para realizar las recomendaciones técnicas conducentes a un mejor desarrollo de las mismas y elaborará los informes anuales de explotación.

La empresa consultora en materia ambiental realizará visitas periódicas a la explotación para realizar las recomendaciones técnicas conducentes a la correcta gestión ambiental de la misma y elaborará los informes para ser presentados a CORTOLIMA.

El auxiliar de administración adelantará las labores contables y secretariales y tendrá bajo su responsabilidad el personal de servicios (Servicios generales y celaduría).

El Jefe de Mina puede ser un técnico o un obrero con amplia experiencia, quien realizará el control en campo de la explotación realizando los correctivos necesarios de manera inmediata. Tendrá bajo su mando a los operadores de maquinaria y los volqueteros.

### **2.8.2 OPERACIONES Y CRONOGRAMA DE LA EXPLOTACION**

Las operaciones de explotación son sencillas y consiste en la realización cíclica repetitiva y continuada de las acciones que se presentan en la figura 2. Paralelo a la explotación deben ejecutarse las obras ambientales requeridas (lo cual se hará en el primer año de la explotación), darse el adecuado mantenimiento a las mismas y realizar la gestión ambiental durante toda la vida útil del proyecto.

## **3. IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

### **3.1 AREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)**

El área de influencia está constituida además de las áreas críticas y sensibles, por las áreas de explotación propiamente dichas y por las fincas de la vereda Agua Blanca Baja ( La Morena), jurisdicción del Municipio del Espinal, especialmente las que se encuentran en las márgenes de la vía, que pueden verse afectadas por polvo producto del transporte de los materiales explotados para su comercialización. Es de anotar que en el sector existen varios proyectos que cuentan con Licencia ambiental para la explotación ( Pavimentos Colombia, Oscar González, Marco Antonio Ruiz, Bernardo Forero)

### **3.2 AREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)**

Se generan externalidades positivas a nivel local representadas en la dinamización de la economía y el pago de regalías al Municipio del Espinal y a nivel nacional en la cuenca del bajo Magdalena.

## **4. DESCRIPCION Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL AREA DE ESTUDIO**

### **4.1 MEDIO ABIOTICO**

#### **4.1.1 GEOLOGÍA**

La región está comprendida en la denominada Cuenca del Valle Superior del Magdalena (VSM), la cual es una depresión tectónica plegada y alargada en dirección Norte- Sur desde el macizo de Garzón- Suaza en el Sur, hasta el arco de Guataquí- Piedras al Norte. Se encuentra limitada en sus márgenes por grandes fallas de tipo inverso.

Esta cuenca a su vez se divide en dos subcuencas la de Neiva al Sur y la de Girardot al Norte, actuando como límite entre ambas el arco de Natagaima.

La cuenca del VSM comenzó su formación en el Mesozoico Temprano relacionada a la apertura de un sistema de *rift supracontinental* o cuenca de *Arc Back* que actuó como trampa de sedimentos a lo largo del este de la cordillera central y el Valle del Magdalena. Los fenómenos relevantes que dieron la configuración tectónica ocurrieron durante el cretáceo, tiempo en el cual sobre la margen occidental de la cordillera central existió un margen activo de placa. Durante el cretáceo tardío tuvo lugar el emplazamiento de grandes plutones sobre la zona norte de la cordillera central.

De gran importancia para el desarrollo de esta cuenca fueron la sedimentación marina espesa (Con cientos de metros de espesor) que comenzó como un avance progresivo desde el sur durante el aptiano y lo cubrió en su totalidad durante el Albiano.

Durante el cenozoico tuvo origen una gran actividad tecto-orogénica que dio como resultado la actual configuración de la región andina. Los depósitos de este periodo tuvieron mayor carácter continental y en general fueron depósitos molásicos de gran espesor tales como el grupo gualanday. Los depósitos formados hasta el Mioceno fueron plegados, constituyéndose para este periodo la cordillera oriental. Los depósitos del Plioceno se depositaron sobre los sedimentos Miocénicos plegados y deformados al final del mismo periodo.

El último episodio de evolución del Valle Superior del Magdalena tuvo origen durante el Pleistoceno, periodo que se destacó por un vulcanismo intenso que dio origen a depósitos fluvio-volcánicos de gran espesor los cuales se desprendieron desde la Cordillera Central y se depositaron sobre el piedemonte de la misma. Dentro de estos se destacan Los abanicos de Ibagué, Guamo y Espinal.

#### **4.1.1.1 ESTRATIGRAFIA – LITOLOGIA**

La unidad geológica del Terciario es el Grupo Honda, mientras que entre los depósitos cuaternarios sobresalen el Abanico de El Espinal y los depósitos aluviales antiguos del río Magdalena. Los depósitos aluviales recientes son más importantes en el río Coello.

**GRUPO HONDA (Tsh).** Las rocas que conforman esta unidad son eminentemente sedimentarias y afloran en las márgenes del río Magdalena o en pequeños montículos, formando colinas aisladas, de muy baja elevación, que escasamente logran sobresalir sobre las zonas planas conformadas por los depósitos sedimentarios del Cuaternario.

La unidad está constituida por una secuencia en donde se intercalan bancos de areniscas grises a verdosas, con arcillolitas y lodolitas limosas, también de colores grises, amarillentos y esporádicamente rojizos. La estratificación tiene dirección general N 30°-40° E y buzamiento entre 20° y 30° hacia el SE.

Las arcillolitas son también de tonos grises y amarillos y los estratos con espesores promedio de 1 m y menos, se intercalan entre las areniscas y poseen resistencia baja, por lo que son fácilmente erosionables y excavables con herramientas manuales.

Las evidencias geológicas indican que los sedimentos que dieron origen al Grupo Honda fueron depositados en un medio aluvial, por ríos trenzados. La época de depositación fue el Terciario Superior (Neógeno), más específicamente en el Plioceno.

**ALUVIONES ANTIGUOS (Qa).** Se trata de una unidad geológica muy poco consolidada y fácilmente erosionable. Está conformada por una capa de grava matriz soportada, de espesor variable entre 0,4 metros y 5 metros, constituida por cantos de rocas bien redondeados, de areniscas cuarzosas (40%), lodolitas silíceas negras y cafés (35%), cuarzo (15%) y chert (10%); el tamaño de los fragmentos varía entre 2 y 15 centímetros, predominando el tamaño entre 2 y 3

centímetros, en matriz arcillo-arenosa a limo-arcillosa de color rojizo, que conforma entre el 10% y 30% del depósito.

La unidad se observó en las colinas formadas por el Grupo Honda en donde recubre discordantemente las areniscas. Las mejores exposiciones se observaron en el Parque Natural Los Yaporogos y en una colina ubicada al sur del cementerio de Flandes.

Por las características, parece tratarse de un depósito dejado por una inundación muy antigua del río Magdalena.

Geotécnicamente fueron descritos por INGEOMINAS (1993), como suelos granulares constituidos por gravas gruesas y medias en matriz arcillosa de baja plasticidad. Su capacidad portante es considerada como buena, pero deben efectuarse ensayos geomecánicos para establecer su verdadero comportamiento. El depósito es fácilmente erosionable y frecuentemente presenta erosión laminar y en surcos.

**ABANICO DE EL ESPINAL (Qae).** Es la unidad litológica de mayor extensión en el área municipal. Sus afloramientos cubren aproximadamente el 80 % del área municipal; está constituido por una secuencia de depósitos volcanosedimentarios con intercalaciones menores, netamente sedimentarias, que dan una morfología plana y taludes cercanos a la vertical en los bordes que dan contra los río Coello y Magdalena.

En varios sectores del área municipal se observan dos unidades importantes dentro de la secuencia, una constituida por un depósito de fragmentos de roca de composición predominantemente andesítica y en menores proporciones rocas ígneas intrusivas y metamórficas, dispuestos caóticamente en una matriz arenosa de grano medio a grueso. El tamaño de los fragmentos de roca es variable entre 1 y 30 centímetros; los fragmentos son angulares a subangulares y son de dacitas-andesitas (75%), rocas intrusivas (15%) y esquistos (10%). Donde mejor se observa esta secuencia, es la zona donde se construyeron las instalaciones para la captación del nuevo acueducto, que están ahora abandonadas. Allí se observa un espesor de más de 25 metros de esta unidad del abanico, que puede clasificarse como grava arenosa.

Este depósito es fácilmente erosionable debido a la baja compactación y resistencia de la matriz al lavado con aguas superficiales, lo que origina desplomes y desprendimientos, así como procesos de erosión importantes, con desarrollo de surcos y cárcavas.

La parte más espesa del Abanico de El Espinal está constituida por una secuencia de arenas grises, con esporádicos niveles de gravas, compuestas por fragmentos de andesitas y subordinadamente rocas intrusivas y metamórficas angulares a subangulares. La unidad presenta alta porosidad y permeabilidad, es muy deleznable y con baja resistencia y compactación, por lo que es fácilmente erosionable por aguas superficiales, originando desprendimientos, desplomes, erosión difusa y concentrada, surcos y cárcavas. En el valle del río Coello se observa que el abanico está conformado por tres niveles, que tienen forma de terrazas.

Las evidencias geológicas y los estudios de INGEOMINAS (1998), indican que el Abanico de El Espinal fue originado por erupciones explosivas del Volcán Cerro Machín, que generaron espesos depósitos de piroclastos de caída y flujos piroclásticos que fueron lavados para conformar flujos de lodo o “lahares” que se canalizaron a través del río Coello, llegando hasta el valle del río Magdalena, en donde se acumularon y conformaron el Abanico de El Espinal.

La actividad eruptiva del Volcán Cerro Machín, que dio origen al Abanico de El Espinal, se sitúa en el Holoceno, específicamente en los últimos 6000 años (INGEOMINAS, 1998).

#### **4.1.2 GEOMORFOLOGÍA**

La morfología o forma del relieve de un territorio es el reflejo de los procesos geológicos que han actuado sobre la región y que dieron origen a las unidades litológicas expuestas, así como la tectónica. El tiempo geológico y las condiciones climáticas también contribuyen al proceso geomorfológico y, en las últimas décadas, la actividad humana ha aportado a las variaciones del paisaje cuando se hacen movimientos de tierra, deforestación y otras actividades culturales

Las formas del relieve se refieren a las unidades morfológicas reconocidas en un territorio; cuando a las formas del relieve se les identifica el proceso geológico por medio del cual fueron formadas se habla entonces de geoformas.

##### **4.1.2.1 GEOFORMAS DE SUPERFICIES DE LOMERÍO Y ONDULADAS**

Corresponden a las colinas en donde aflora el Grupo Honda y las zonas bajas próximas al cauce del río Magdalena, que son formas provenientes de la

denudación de llanuras agradacionales. En la región se identificaron las geoformas correspondientes a altillanuras, provenientes de la degradación de antiguas llanuras agradacionales, dándoles el nombre de altillanuras degradadas, siguiendo la clasificación de Villota (1991).

**4.1.2.2 GEOFORMAS AGRADACIONALES.** Formas originadas por procesos geomorfológicos constructivos, a través de la depositación y acumulación de materiales sólidos resultantes de la denudación de relieves más elevados. En la región se identificaron dos geoformas correspondientes a procesos agradacionales: abanicos o conos diluviales y valles aluviales.

**4.1.2.2.1 ABANICO O CONO DILUVIAL DE EL ESPINAL .** Los abanicos o conos diluviales se forman por sucesivos depósitos de flujos de lodo, que emergen de valles estrechos a zonas relativamente planas y amplias; se caracterizan por la presencia de materiales heterométricos, pobremente sorteados que incluyen material de suelo y fragmentos de roca subangulares hasta redondeados. La distribución es caótica, irregular, dispuestos como un depósito único o como capas espesas, a menudo con intercalaciones de aluviones u otros materiales alóctonos. La composición es generalmente heterogénea.

**4.1.2.2.2. VALLES ALUVIALES.** De acuerdo con la definición de Zinck (1980, en Villota, 1991), corresponde a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje un curso de agua. El relieve encajante puede ser cordilleras, colinas o planicies a través de los cuales el valle deposicional se va entallando. Los aportes para el relleno del valle son tanto longitudinales como laterales de pequeña magnitud. Dentro del valle aluvial pueden existir subunidades como la llanura de inundación, uno o varios niveles de terraza, escarpes y/o taludes de terraza, que muchas veces por la escala de mapeo no pueden ser separados cartográficamente.

### **4.1.3 FISIOGRAFIA Y SUELOS**

El patrón de distribución de los suelos permite determinar el grado de evolución y conocer las potencialidades o capacidades que tiene para su explotación; genera información necesaria para hacer una evaluación de tierras, posibilitando su desarrollo agropecuario y sirve, además, de instrumento en la zonificación del medio biofísico para el Ordenamiento Ambiental.

El conocimiento de esta distribución, proporciona datos para seleccionar adecuadamente el tipo de cultivo o sistema de producción con las prácticas de manejo correspondientes, para establecer su potencialidad, para planificar el desenvolvimiento económico orientado hacia la conservación y a establecer pautas ecológicas para el desarrollo armónico de las diferentes áreas que están involucradas.

### **GRAN PAISAJE DE PIEDEMONTE ALUVIAL EROSIONAL (CB)**

Corresponde a los depósitos de flujo de lodo provenientes de las erupciones del volcán Cerro Machín que conforman el Abanico de El Espinal. Se desarrollo sobre materiales geológicos constituidos por cantos y fragmentos angulares de rocas volcánicas y, ocasionalmente, rocas intrusivas y metamórficas, en una matriz de arena tobácea y con ocasionales niveles de pómez. La morfología es plana a levemente ondulada y es el paisaje de mayor extensión.

Es el más extenso de los grandes paisajes de la región y corresponde a una morfología plana o ligeramente ondulada y presenta erosión ligera a moderada.

#### **Paisaje piedemonte aluvial erosional**

#### **Asociación Typic Haplustolls - Typic Ustropepts (P1)**

Es la unidad que forma el abanico de Espinal, tiene altitudes comprendidas entre 300 y 380 m.s.n.m. El relieve es plano con pendientes 1-3 %, presenta escurrimiento difuso poco intenso, es la zona de mas desarrollo agropecuario y productivo, se presenta problemas de erosión que se caracteriza por una evolución medianamente agresiva por condiciones naturales ( condiciones climáticas imperantes, poca cobertura vegetal y características físicas de los suelos ) y promovida por técnicas de explotación agropecuarias inapropiadas.

#### **Typic Haplustolls**

Son suelos desarrollados a partir de aluviones procedentes de toba andesítica, son profundos, bien drenados, de textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y angulares, reacción ligeramente ácidas, de capacidad catiónica de cambio baja a media, calcio, magnesio y potasio alta, fósforo baja a media, elementos menores contenidos medios en cobre, zinc y boro, normales en manganeso e hierro, fertilidad alta a moderada. Afectados por compactación valores mayores de 1.5 g/cm<sup>2</sup>.

## **Typic Ustropepts**

Los suelos son profundos, bien drenados, desarrollados a partir de arenas tobaceas , son suelos ligeramente ácidos a neutros, pobres en materia orgánica, de una capacidad de cambio media, saturación total de bases alta, disponibilidad baja en fósforo, contenido de elementos menores baja en cobre, zinc y boro, normal en hierro y manganeso. Resultados de compactación superficial a los 15 cm de valores mayores de 1.5 g/cm<sup>2</sup>.

### **4.1.4 HIDROLOGÍA**

En la región se presenta el río Coello, el cual tiene unas características sinuosas dentro del tramo incluido en el área del Contrato de Concesión, con pendiente suave y gran acumulación de sedimentos.

La zona pertenece a la cuenca del Alto Coello, irrigada desde los municipios de Cajamarca e Ibagué, hasta el área de estudio por los ríos Combeima, Cócora y quebradas también de mucha importancia.

Todos los drenajes se caracterizan por su mediana torrencialidad, presentando caudales fluctuantes, con mayor intensidad en Inverno.

En la región se presenta el río Coello, el cual tiene unas características sinuosas dentro del tramo incluido en el área del Contrato de Concesión, con pendiente suave y gran acumulación de sedimentos.

La zona pertenece a la cuenca del Alto Coello, irrigada desde los municipios de Cajamarca e Ibagué, hasta el área de estudio por los ríos Combeima, Cócora y quebradas también de mucha importancia.

Todos los drenajes se caracterizan por su mediana torrencialidad, presentando caudales fluctuantes, con mayor intensidad en Inverno.

El río Coello es una corriente de uso público y toma este nombre en la confluencia de los ríos Anaime, Bermellón, Toche y Cócora. El río Toche-Coello nace en el nevado del Tolima a una altitud de 5000 m.s.n.m. y desemboca en el río Magdalena a los 300 m.s.n.m. Desde esta corriente se abastecen varios núcleos poblacionales, entre los que se encuentra el municipio de Espinal. Además, de él se captan aguas para el Distrito de Riego Coello "USOCOELLO".

La cuenca del río Coello tiene una extensión de 184.952 Hectáreas y una longitud de cauce principal de 150 Km. El caudal medio del río es de 34.42 m<sup>3</sup>/seg.

#### **4.1.4.1 DISEÑO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO**

##### **4.1.4.1.1 DISEÑO HIDROLÓGICO.**

Este comprende el conjunto de datos que mediante su proceso permite proyectar las conclusiones hacia el futuro, de tal manera que se pueda prever con mayor o menor anticipación, la evolución cualitativa y cuantitativa de ciertos parámetros hidrológicos de los procesos acuáticos.

Dentro de las características morfométricas y fisiográficas de las cuencas hidrográficas de mayor interés en el proceso de generalización, determinación y cálculo indirecto de parámetros hidrológicos, y que se pueden determinar por métodos sencillos, se encuentran los siguientes:

- Área de la cuenca.**
- Elevación media de la cuenca.**
- Longitud de la corriente.**
- Pendiente media total de la cuenca.**
- Pendiente media en tramos de corriente (pendiente parcial de la corriente).**
- Densidad de drenaje.**
- Tiempo de concentración.**
- Precipitación media de la cuenca.**
- Temperatura media del aire en la cuenca.**
- Coeficiente de escurrimiento.**
- Periodos de retorno.**

El objetivo del diseño hidrológico consiste principalmente en indicar el comportamiento de caudales mínimos, medios, máximos y máximos instantáneos, y su relación con la pluviosidad de la cuenca en estudio, de tal manera que permita cuantificar el flujo de materiales de arrastre tanto de fondo como en suspensión.

**4.1.4.1.1 Área de la cuenca.** El área hidrográfica de la cuenca se puede considerar como criterio de la magnitud del caudal de la corriente, ya que, a nivel general, con el crecimiento de la superficie de recepción de la misma se captan mayores cantidades de precipitación y consecuentemente crecen los caudales promedios, al igual que los mínimos y los máximos.

**4.1.4.1.2 Longitud de la corriente.** Con base en la misma base topográfica señalada anteriormente, el cauce del río Coello, desde su nacimiento hasta la desembocadura, presenta una longitud de 200 km, mientras que hasta el sitio de interés tiene una longitud de 180 km.

**4.1.4.1.3 Ancho de la cuenca** Teniendo en cuenta la planimetría utilizada, el ancho de la cuenca hasta el sitio del proyecto está dada por:

$$Ac = \frac{\text{Área de la cuenca}}{\text{Longitud de la cuenca}} = \text{km}$$

**4.1.4.1.4 Forma de la cuenca** Esta viene dada por:

$$Fc = \frac{\text{Perímetro de la cuenca}}{2A}$$

$Fc = 1.52, > 1.0$ , entonces la cuenca es en forma alargada

**4.1.4.1.5 Elevación media de la cuenca.** Para efectos del presente estudio se toma como elevación mínima de la cuenca la altitud del sitio del proyecto.

**4.1.4.1.6 Pendiente media total de la corriente.** La pendiente media de la superficie de la cuenca hidrográfica se determina como promedio ponderado de las pendientes de los límites de la misma.

De acuerdo con los datos de elevación media de la cuenca y la longitud del cauce, la pendiente media total del río Coello hasta el sitio del proyecto es: 1.1

$$S = \text{Altura máxima} - \text{Altura mínima} / \text{Longitud}$$

**4.1.4.1.7 Precipitación media de la cuenca (coeficiente pluviométrico).**

Específicamente en la zona del proyecto, la precipitación media anual es de 1165.6 m.m, de acuerdo con la información multianual correspondiente al periodo 1990-2001, suministrada por el IDEAM, con base en la Estación Meteorológica No. 2118504 instalada en Flandes.

De conformidad con los registros pluviométricos obtenidos por el IDEAM, se concluye que la cuenca del río Coello, por lo menos en la parte donde se realizará el proyecto, se caracteriza por poseer dos periodos definidos de verano e invierno.

**4.1.4.1.8 Temperatura media del aire en la cuenca.** Según la información obtenida en el IDEAM, para el periodo comprendido entre 1995 y 2005, en la Estación Meteorológica No. 2118504, ubicada en Aeropuerto Santiago Vila, municipio de Flandes, se tienen los siguientes valores medios mensuales de temperatura:

MEDIOS..... 28.4 oC

MÁXIMOS.... 32.2.oC

MÍNIMOS..... 26.0 oC

Basados en la distribución de las temperaturas medias mensuales del aire dentro del año, se determinaron dos épocas más calurosas, comprendidas por los meses de enero-febrero y julio- septiembre.

**4.1.4.1.9 Coeficiente de escurrimiento.** Del análisis de caudales medios mensuales multianuales para la Estación Meteorológica No. 2123701, ubicada en Nariño, el valor característico de caudal medio mensual es de 1111.41 m3/seg.

Para evaluar el coeficiente de escurrimiento se relaciona la lámina escurrida en m.m. por toda la zona analizada, contra el total anual de precipitación promedio, así:

$$61111.41 \text{ m}^3/\text{seg.} \times 86400 \text{ seg./día} \times 365 \text{ día/año} \times 1000 \text{ mm/} 7009 (10) \quad \text{m}^2$$

$$\text{Lámina de escorrentía superficial} = 116.75 \text{ mm/año}$$

El coeficiente de escorrentía es la relación entre la lámina producida por escorrentía superficial y la cantidad de lluvia que se precipitó en la cuenca y que generó este escurrimiento:

$$C = 116.75 / 1165.60 = 1.01$$

**4.1.4.1.10 Periodo de retorno.** Es el evento en el cual el caudal es igualado o excedido una vez en promedio. Su determinación se realiza por métodos estadísticos-probabilísticos.

Para determinar la frecuencia, se emplea la fórmula:

$P = M/(N+1)100$ , donde:

P= probabilidad de ocurrencia en porcentaje.

M= número de orden de la serie ordenada.

N= número de datos de la serie.

Para determinar el periodo de retorno se utiliza la fórmula:

$PR = (N+1)/M$

**4.1.4.1.11 Análisis de frecuencia de caudales máximos y mínimos.** De acuerdo con la información correspondiente al periodo multianual 1995-2005, obtenida de la Estación Hidrométrica No. 2123701 instalada en El Nariño, el río Coello registra los siguientes valores promedios de caudales:

MEDIO..... 243.00 m3/seg

MÁXIMO.. 111.00 m3/seg

MÍNIMO.... 46.80 m3/seg

De acuerdo con registros de la misma Estación, los valores de caudales máximos del río Coello son:

MEDIO..... 550.00 m3/seg

MÁXIMO... 217 m3/seg

MÍNIMO..... 71.00 m3/seg

Los valores mínimos mensuales registrados en la misma Estación son:

MEDIO..... 134.00 m3/seg

MÁXIMO..... 67.1.8 m3/seg

MÍNIMO..... 33.40 m3/seg

#### **4.1.4.2 DISEÑO HIDRÁULICO.**

El objetivo de este diseño es determinar la dinámica fluvial del río en aguas mínimas, medias y máximas principalmente.

Para ello se parte de la teoría general que implica asimilar el cauce a un canal asimétrico abierto, donde el líquido ideal es inelástico, de libre fricción, cuyas partículas siguen la trayectoria del flujo. Teniendo en cuenta que el agua se aproxima a ese líquido ideal, se utilizan coeficientes y fórmulas de laboratorio para describir con más exactitud el comportamiento del agua. Estos coeficientes están destinados a compensar todos los factores depreciados y desconocidos.

**4.1.4.2.1 Carga de fondo y carga en suspensión.** El cálculo del volumen total de sedimentos transportados por un cauce aluvial, implica la estimación de dos tipos de carga sedimentológicamente diferente: la carga de material del lecho y la carga de lavado.

La primera está compuesta por materiales cuya disponibilidad está claramente definida por la composición granulométrica del lecho, y es puesta en movimiento por procesos difusivos asociados con la turbulencia de la corriente. Por tener su origen en el lecho, donde su disponibilidad es prácticamente ilimitada, esta carga puede ser transportada a capacidad, es decir, de acuerdo con la potencia disponible en el flujo, por lo cual resulta ser una función biunívoca del caudal líquido.

La carga de lavado está compuesta por los materiales más finos, cuya velocidad de asentamiento es muy inferior al orden de magnitud de las fluctuaciones turbulentas de la velocidad de la corriente en el sentido vertical, por lo cual se encuentran totalmente sustentadas por el flujo (en suspensión), aun para los caudales y velocidades más bajos del río. Por esta razón, el flujo casi siempre tiene exceso de capacidad para mover estas partículas, rara vez se le encuentra en cantidades apreciables en el lecho de la corriente, y su transporte está regulado más por la tasa de abastecimiento de la cuenca que por la disponibilidad de energía del flujo. Esta carga se denomina usualmente carga de lavado y no puede corresponder con una función biunívoca del caudal líquido del río.

La carga de material del lecho se mueve en parte por arrastre de fondo y en parte por suspensión como la carga de lavado. En el modo de arrastre, las partículas están parcialmente sustentadas por el lecho del río y su lugar de movimiento se designa por una delgada capa de dos diámetros de espesor. La concentración en esa capa es muy alta y es la fuente de partículas para alimentar la suspensión en

otros puntos de la vertical, al impulso de las fluctuaciones turbulentas de la velocidad del flujo. La carga de material del lecho se mueve entonces diferencialmente, con una marcada concentración en las capas inferiores de la corriente, que disminuye paulatinamente hacia la superficie del agua, donde la concentración es mínima.

Las diferencias entre estos tipos de carga y su significado son muy simples, pero es necesario establecerlas desde un principio, debido al frecuente error que se comete al confundir la carga del material del lecho con la carga del lecho ( de fondo ), y la carga total en suspensión con la carga en suspensión (que incluye la carga de lavado), y se refiere únicamente a la fracción de la carga originada en el lecho que se encuentra temporalmente en suspensión.

La carga en suspensión se calcula por la fórmula de EINSTEIN que en su descripción más simple parte de las características hidráulicas básicas de la sección transversal del río, de la composición sedimentológica del material del lecho y de la pendiente de la línea de energía, para calcular las condiciones hidráulicas del flujo, incluyendo la interacción entre éste y el lecho que produce la rugosidad adicional de forma, y derivar de ésta los parámetros descriptivos de la turbulencia que define las tasas de remoción de material del fondo y su transporte combinado por arrastre y suspensión en el flujo.

El método permite separadamente el cálculo del transporte para cada fracción individual de tamaños y puede diferenciar también entre carga de arrastre y carga de suspensión.

-Se concluye que el río Coello es altamente torrencial de montaña, con altas velocidades e intenso transporte sólido en todos los rangos de materiales desde limos y arcillas hasta cantos, originando el arrastre de materiales que conformarán grandes playones, que hace necesario su extracción para mantener estable su cauce.

-Se comprueba por la morfometría, que la cuenca alta del río Coello es altamente torrencial, que por tener una forma alargada (ovalonga), permite dispersar su alta energía a lo largo del cauce, donde el tiempo de concentración de una gota de agua desde el inicio de la cuenca (nacimiento) hasta la desembocadura tarda cerca de ochenta horas y media (80.5), resumiendo la fisiografía de la cuenca.

- Analizados los resultados obtenidos en el diseño hidráulico para un evento crítico, se concluye que el caudal crítico supera el caudal registrado durante el aforo realizado, pero no al caudal máximo instantáneo, ya que este último se considera de avenidas periódicas y eventuales de acuerdo al caso.

- Los eventos extraordinarios sobrepasan el nivel máximo de la sección típica, causando inundación en las zonas de playas adyacentes.
- La energía específica queda reflejada en la línea de energía (LE), que en fluidos en movimiento, viene a estar por encima de la línea piezométrica en un conducto cerrado por ser un fluido encausado y abierto.
- Con el presente estudio se demuestra analíticamente que el río es un gran aportante de material de arrastre por sus condiciones hidráulicas, quedando comprobado por su energía y fuerza específica; concluyendo, que si no se extrae el material del cauce del río Coello, este disminuirá su sección hidráulica, ocasionando grandes daños y perjuicios a la cuenca y al deterioro de la misma, por lo que la explotación en el cauce del río es benéfica para mejorar la capacidad hidráulica ante avenidas extraordinarias de gran torrencialidad.

#### **4.1.4.2 PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES**

Los afluentes más importantes del río Coello son las Quebradas La Ceja, Campoalegre y Tohecito y los ríos Bermellón, Anaime-Potosí, Cócora, San Rafael, Andes y Combeima; los cuales se caracterizan por ser cuencas torrenciales que presentan frecuentes avenidas violentas debido a las altas pendientes superficiales de sus cauces y vertientes, así como la alta susceptibilidad de los suelos a la erosión.

En la cuenca superior los suelos se componen de feldspatos, anfíboles, cuarzo y biotita. Esta composición heteromineral favorece la desagregación física en la superficie. Los coeficientes diferenciales de dilatación térmica, al ser las rocas pobres conductoras de calor, inducen la formación de macrogrietas, con las cuales la respuesta mecánica de la acción del agua complementa, y en parte determina, la acción disgregante.

Los plutones (como es el caso del que se presenta en toda la cuenca alta del río), expuestos a la acción climática presentan alteraciones físico-mecánicas. Las rocas producen arenas al desintegrarse, por acción de agentes externos en la superficie del material.

Por otra parte, como resultado del proceso hidrolítico, cationes tales como Si y Al (monómeros o polímeros), son disueltos, pudiendo sintetizar minerales arcillosos a partir de esta solución.

La fracción grava proviene de la unidad Cedral (IGAC 1987), localizada en las márgenes de los cauces principales, esta unidad está constituida en un 28% de este tipo de materiales. El proceso erosivo característico de esta formación consiste, secuencialmente en: socavación lateral del cauce, derrumbe, represamiento y avenida violenta. Este proceso favorece el transporte de materiales de diferente naturaleza que se encuentran en el cauce.

La mayor proporción de materiales proviene de algunos puntos críticos donde los procesos erosivos se hacen evidentes. Por ejemplo: Torrente La Victoria, Quebradas Guamal y La Plata y Cerro La Martinica, para mencionar solo el caso del río Combeima.

Lo anterior, toma importancia por el hecho que la erosión de la parte alta de la cuenca ha sido clasificada como moderada a fuerte por el INGEOMINAS (1988), por lo que el aporte de material es voluminoso y continuo.

#### **4.1.5 ATMÓSFERA**

##### **4.1.5.1 CLIMATOLOGÍA**

El área corresponde a la zona de vida bosque seco tropical (bs-T) con transiciones a húmedo, de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdrige.

El área presenta dos períodos bien definidos de lluvia, el primero de ellos entre febrero y mayo y el segundo de septiembre a noviembre. Los meses de menor pluviosidad son: julio, agosto y enero. La precipitación media de la zona varía entre 30.4 y 145.9 mm, teniendo como máximo 320.2 mm (marzo) y mínimo 0.0 mm (julio).

Con base en la información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, sobre los valores totales mensuales de precipitación de la Estación 2118504, ubicada en el municipio de Flandes, corriente río Coello, a una altura de 286 m s.n.m., se determinó que la precipitación media interanual es de 1196.1 mm (Ver Cuadro 4.1), tomando la serie correspondiente a los años 1995 a 2005.

**Cuadro 4.1. Valores totales mensuales de precipitación.**

Municipio: Flandes

Serie: 1995-2005

Corriente: Río Coello

Altitud: 286 m s.n.m.

Tipo estación: SS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1994	31.2	53.7	131.6	100.1	35.9	13.3	45.7	43.8	16.5	256.6	145.0	80.8	954.2
1995	54.8	33.0	98.0	175.5	150.0	127.0	94.5	30.1	210.6	26.2	111.4	54.5	1165.6
1996	42.3	30.6	37.8	144.8	147.3	26.3	10.0	55.6	124.3	81.4	89.5	21.2	811.1
1997	99.6	136.7	144.0	216.1	141.2	12.7	2.9	12.7	69.4	248.8	201.2	175.5	1460.8
1998	100.3	153.2	119.1	163.1	225.5	17.7	19.4	7.3	163.8	115.6	134.3	39.3	1258.6
1999	3.6	97.7	107.7	64.4	80.6	155.8	83.1	31.1	62.2	136.3	47.3	126.2	996.0
2000	67.8	63.8	129.9	71.5	150.3	60.0	66.9	113.2	165.0	206.0	66.9	45.1	1206.4
2001	30.7	107.9	110.6	124.9	100.0	176.1	0.0	1.3	94.2	163.5	116.6	50.1	1075.9
2002	16.5	56.3	216.9	169.5	219.4	25.8	29.0	29.4	155.3	215.5	97.4	169.6	1400.6
2003	32.3	202.9	65.2	238.9	57.6	126.2	16.6	20.3	183.1	180.9	164.5	92.1	1380.6
2004	48.5	148.8	81.0	140.4	173.5	131.7	5.4	19.6	247.7	162.1	89.2	44.4	1292.3
2005	10.0	165.2	320.2	141.1	161.4	15.3	42.3	0.1					855.6
Media	44.8	104.2	130.2	145.9	136.9	74.0	34.7	30.4	135.6	163.0	114.8	81.7	1165.6
Máxima	100.3	202.9	320.2	238.9	225.5	176.1	94.5	113.2	247.7	256.6	201.2	175.5	320.2
Mínima	3.6	30.6	37.8	64.4	35.9	12.7	0.0	0.1	16.5	26.2	47.3	21.2	0.0

FUENTE: IDEAM, noviembre de 2008.

Según la información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, sobre los valores totales mensuales de precipitación de la Estación 2118504, ubicada en el municipio de Flandes, corriente río Coello, a una altura de 286 m.s.n.m., se determinó que la humedad relativa media es de 68% (Ver Cuadro 4.2), tomando la serie correspondiente a los años 1995 a 2005.

**Cuadro 4.2. Valores medios mensuales de humedad relativa.**

Municipio: Flandes

Serie: 1995-2005

Corriente: Río Coello

Altitud: 286 m s.n.m.

Tipo estación: SS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1994	69	69	64	74	72	61	59	52	*	72	75	*	67
1995		*	*	*	77	*	*	*	*	*	74	71	74
1996	64	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	69	67
1997	63	62	*	*	77	*	71	70	78	79	81	*	73
1998	69	73	74			*	*	55	61	71	*	71	68
1999	58	52	69	69	72	75	72	69	62	72	72	65	67
2000	70	69	72	72	77	*	*	*	69	75	71	74	72
2001	68	72	72	77	74	78	65	53	60	65	71	67	69
2002	65	63	71	*	78	74	68	62	66	71	74	77	70
2003	75	77	73	74	74	76	65	57	70	73	72	72	72
2004	64	66	70	74	77	72	68	63	73	73	75	74	71
2005	69	73	78	73	74	68	66	58					70
Media	65	66	68	72	75	73	65	59	64	71	74	70	68
Máxima	75	77	78	79	80	80	72	70	78	79	81	77	81
Mínima	58	52	54	65	64	61	54	49	54	62	70	64	49

FUENTE: IDEAM, noviembre de 2008.

Tomando como base la información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, sobre los valores totales mensuales de brillo solar de la Estación 2118504, ubicada en el municipio de Flandes, corriente río Coello, a una altura de 286 m.s.n.m., se determinó que el número de horas de brillo solar correspondiente al valor medio mensual es de 2173.5 (Ver Cuadro 3.3), tomando la serie correspondiente a los años 1990 a 2001

**Cuadro 3.3 Valores totales mensuales de brillo solar.**

Municipio: Flandes  
Serie: 1995-2005  
Corriente: Río Coello  
Altitud: 286 m.s.n.m.  
Tipo estación: SS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1994	207.6	156.5	175.9	161.0	182.5	186.1	193.5	189.3	194.6	181.0	181.6	193.4	2203.0
1995	236.3	155.0	145.4	*		157.5			172.6	220.9	149.4	170.9	1408.0
1996	202.1	143.4	165.3	*	134.1	178.1	192.9	185.4	189.1	188.2	166.4	197.0	942.0
1997	186.2	188.5	162.9	156.8	157.3	179.1	200.8	207.5	187.4	180.2	185.0	219.2	2210.9
1998	197.8	147.9	151.3	120.1	153.1	188.9	193.4	152.5	150.3	192.3	184.9	193.3	2025.8
1999	*		146.8	150.0	195.8	177.0	201.3	193.8	187.4	158.4	191.1	183.3	1784.9
2000	187.7	148.0	166.3	182.6	168.2	157.2	192.9	190.0	175.7	177.9	190.4	195.6	2132.5
2001	204.8	165.9	196.9	152.1	162.1	175.0	166.3	199.6	176.1	198.8	170.8	229.6	2198.0
2002	219.4	175.3	115.2	142.2	144.4	172.5	177.8	192.1	195.1	207.4	191.7	190.5	2123.6
2003	170.3	138.2	194.3	171.8	200.7	184.3	213.9	211.1	140.0	194.6	207.0	222.3	2248.5
2004	201.4	185.0		*	153.0	194.1	199.0	214.5	155.3	181.6	176.0	161.5	1821.4
2005	211.2	162.9	141.1	107.5	177.7	181.0	186.5	192.7					1360.6
Media	203.2	164.3	163.3	153.4	174.6	178.5	193.5	195.1	178.5	184.1	183.3	201.6	2173.5
Máxima	237.2	201.4	196.9	182.6	208.4	200.4	230.0	219.3	206.4	220.9	218.8	242.6	242.6
Mínima	170.3	138.2	87.4	107.5	134.1	157.2	162.7	152.5	130.0	128.1	133.1	161.5	87.4

FUENTE: IDEAM, noviembre de 2008.

Con base en la información suministrada por el IDEAM, correspondiente a la misma Estación de la que se ha venido haciendo referencia, se tiene que el valor medio anual de nubosidad es de 5 octas, cuyos valores medios mensuales se ilustran en el Cuadro 3.4, los cuales corresponden a la serie 1995-2005.

**Cuadro 3.4. Valores medios mensuales de nubosidad.**

Municipio: Flandes

Serie: 1995-2005

Corriente: Río Coello

Altitud: 286 m s.n.m.

Tipo estación: SS

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1994	5	6	6	6	5	5	5	6		6	5		6
1995			6	6	6	6			5	5	6	6	6
1996	4		4	3	4	4	3	4	4	5		4	4
1997	5	5	6	5	6	2	5	5	5		6	5	5
1998	5	5	5					4	4	5	4	4	5
1999			5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
2000	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5
2001	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	3	4
2002	3	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
2003	4	5	4	5	4	4	3	3	4	4	4	3	4
2004	3	3	4	4	4	2	3	3	4	4	3	3	3
2005	2	4	4	4	4	3	3	2					3
Media	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5
Máxima	6	7	9	7	7	7	6	6	7	7	7	7	9
Mínima	2	3	4	3	4	2	3	2	3	4	3	3	2

FUENTE: IDEAM, noviembre de 2008.

En cuanto a la dirección predominante de los vientos, estos oscilan constantemente mes a mes, con respecto a la Rosa de los Vientos, cuyos resúmenes del comportamiento de las direcciones de cada mes del año y sus intensidades se pueden apreciar en los gráficos 1 y 2, suministrados por el IDEAM.

La temperatura media anual es de 28.8°C, de acuerdo con los datos suministrados por el IDEAM, correspondientes a la Estación 2118504 Apto Santiago VI, ubicada en el municipio de Flandes sobre la corriente del río Coello, cuyos valores totales promedios de la serie comprendida desde el año 1990 hasta el 2001 se ilustran en el Cuadro 4.5.

**Cuadro 4.5. Valores medios mensuales de temperatura.**

Municipio: Flandes

Serie: 1995-2005

Corriente: Río Coello

Altitud: 286 m s.n.m.

Tipo estación: SS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
1994	29.0	29.8	29.4	28.1	28.3	29.7	29.3	30.4		28.2	28.0		28.9
1995	28.2	28.7	27.5	27.1	28.2	27.7	28.3	28.5	29.3	28.6	27.9	28.7	28.2
1996	29.7	28.0	29.5	27.9	26.7	27.7	26.9	27.3	27.8	26.9	26.9	28.9	27.9
1997	28.5	29.5	28.1	27.6	27.6	28.1	28.7	29.1	27.2	27.1	26.5	29.1	28.1
1998	28.9	28.2	28.4	30.1	30.1	30.3	31.4	30.5	30.0	28.4	27.4	28.8	29.4
1999	30.9	32.2	29.5	29.3	28.6	28.3	28.8	28.9	30.1	28.1	28.6	28.6	29.3
2000	28.6	29.1	28.6	29.0	28.0				28.9	27.8	28.6	28.5	28.6
2001	29.4	29.4	29.8	28.9	29.4	28.5	29.7	32.1	31.6	30.0	29.2	30.7	29.9
2002	31.2	31.0	30.4	29.0	28.5	28.9	29.1	30.3	29.6	29.1	28.1	28.1	29.4
2003	28.0	27.3	28.7	27.9	28.0	27.5	28.7	30.0	28.2	27.6	28.3	28.2	28.2
2004	29.2	29.1	28.6	28.3	27.8	28.3	28.9	30.3	28.2	28.6	28.2	28.2	28.6
2005	28,6	28,6	27,6	28,7	28,6	28,8	29,2	29,8					28,7
Media	29.2	29.2	28.8	28.5	28.3	28.5	29.0	29.7	29.1	28.2	28.0	28.8	28.8
Máxima	31.2	32.2	30.4	30.1	30.1	30.3	31.4	32.1	31.6	30.0	29.2	30.7	32.2
Mínima	28.0	27.3	27.5	27.1	26.7	27.5	26.9	27.3	27.2	26.9	26.5	28.1	26.5

FUENTE: IDEAM, noviembre de 2008.

La altitud mínima es de 275 m.s.n.m. y la máxima altura que no supera los 340 m.s.n.m, representada en unas colinas aisladas.

#### 4.1.5.1.1 PRECIPITACION

Las lluvias, se presentan de una manera uniforme. Su distribución tiene un comportamiento bimodal, siendo abril y mayo los meses más lluviosos para el primer semestre y septiembre, octubre y noviembre, los de mayores precipitaciones para el segundo semestre; el primer período es el más lluvioso. Estos dos períodos alternan con dos épocas de baja precipitación, que van de diciembre a marzo, la primera, y la segunda de julio a agosto. El mes de menor precipitación es julio, reportado en la estación del Aeropuerto Santiago Vila de Flandes, con 30 mm.

La mayor precipitación registrada en la estación del Aeropuerto Santiago Vila, de incidencia directa en el municipio de Flandes, se presenta en el mes de abril con 164,5 mm. De las tres estaciones seleccionadas, mayo es el mes donde se presenta mayor cantidad de agua precipitada.

#### **4.1.5.1.2 TEMPERATURA**

Las fluctuaciones de temperatura son poco notorias, observándose gran homogeneidad en sus características físico-geográficas. Durante el año, las mayores temperaturas se registran en los meses de enero, febrero y marzo, en el primer semestre y agosto y septiembre durante el segundo, con temperaturas que alcanzan los 29,7°C. La temperatura media es de 28,5°C.

Del estudio de los valores medios mensuales multianuales, se desprende que existe una disminución leve de temperatura hacia el suroeste del municipio, desde 28,7°C en el Aeropuerto Santiago Vila, hasta 28,3°C hacia la estación Nataima en el municipio del Espinal.

#### **4.1.5.1.3 EVAPORACION**

Para el análisis de la evaporación se obtuvieron valores promedio mensuales para un registro de once años (1988 – 1998), de las estaciones Nataima y Guamo. La estación Aeropuerto Santiago Vila, de incidencia directa en el área de estudio, no posee registros de evaporación.

Este parámetro presenta un comportamiento consecuente con las variaciones mensuales de la precipitación, notándose que durante los meses más lluviosos se registran menores valores de evaporación y viceversa. Los meses de julio y agosto presentan valores más altos de evaporación, de hasta 225,8 mm en la estación Nataima (Espinal). Para dicha estación se estima un valor promedio anual de 1979,9 mm, mientras que para la estación Guamo el valor es de 1692,2 mm anuales. Se puede observar que la evaporación tiende a aumentar hacia el norte, lo que permite interpretar que hacia el municipio de Flandes se registrarían valores mayores a los obtenidos en las estaciones anteriormente nombradas.

#### **4.1.5.1.4 BRILLO SOLAR**

De acuerdo con la información disponible (período 1980 – 1998), se presentan durante el año en promedio 1962,9, 2119,1, y 2181,9 horas de sol en las estaciones Guamo, Nataima y Aeropuerto Santiago Vila, respectivamente (Tablas), lo que representa promedios de 5 a 6 horas diarias de exposición solar. A lo largo del año se presenta mayor insolación en los meses de diciembre y enero, principalmente, que coincide con períodos de verano. Los períodos donde el brillo solar es menor, regularmente coinciden con períodos de mayor precipitación y menor temperatura.

### **4.2 MEDIO BIÓTICO**

#### **4.2.1 FLORA**

La vegetación en el área del Contrato está representada en un 70% por cultivos y pastos para ganadería, y un 10% en arbustos y árboles, restringidos estos últimos a los cauces de los drenajes presentes en el área.

Con base en el inventario general efectuado se tienen las siguientes especies:

NOMBRE VULGAR	NOMBRE CIENTÍFICO
Balso	Cecropia peltata
Caracolí	Anacordium excelsum
Ceiba	Ceiba pentandra
Chirca	Bracharis floribunda Spodias mombin
Ciruelo Hobo	Guazuma ultinifolia
Guasimo	Citrus aurantium
Limón nativo	Melicosa hijuga
Mamoncillo	Mangifera indica
Mango	Glixidia cepium
Matarratón	Cortón sp
Mosquero	Carcia papaya
Papaya	Musa sp
Plátano	Crescentia cujete
Totumo	Cecropia peltata
Yarumo	Irema micranta
Zurrumbo	

#### 4.2.2 FAUNA

La región se caracteriza por presentar franjas boscosas en las orillas de los cursos de agua y por ende, gran parte de la fauna observada y reportada utiliza estas franjas como zonas de alimentación y reposo; a esto se debe agregar que las zonas donde fue eliminada la vegetación natural para su uso en agricultura, actualmente son aprovechadas para ganadería o se encuentran abandonadas. Todo lo anterior, explica la presencia de especies adaptadas a ambientes intervenidos por el hombre.

El grupo más numeroso es el de las aves con once (11) especies, ninguna de las cuales es endémica aunque el Guacharaco (*Steatornis caripensis*) es una especie sensible al deterioro de la vegetación protectora de las fuentes hídricas; dentro de las abundantes están las perdices (*Colinus cristatus leucotis*), Tórtolas (*Columbina passerina*), Pericos reales (*Brotogeris sp.*) y Ciruelos (*Cyanocorax yncas*). En

menor proporción se observan Torcazas (*Columba cayanensis*), Caicas (*Porphygola martinica*) y Mirlas (*Turdus sp.*); los Gavilanes (*Buteo sp.*) y Colibríes (Fam. *Trochilidae*) son escasos, ocasionalmente, se observan grupos reducidos de la Garza blanca (*Bubulcus ibis*).

Los mamíferos están representados principalmente por conejos silvestres (*Silvilagus sp.*), Chuchas (*Didelphis masupialis*) y Ratas de monte (*Oryzomys sp.*, *Poechimus sp.*); se reporta la presencia de Zorros (*Cerdocyon thous*), Ardillas (*Sciurus granatensis*), Armadillos (*Dasybus novemcinctus*) y Murcielagos, estos últimos probablemente de la familia Molossidae.

En los reptiles los más comunes son los lagartos (*Albogularis focus*) y lagartijas (*Anolis anolis*), se reportan la iguana verde o común (*Iguana iguana*), Talla equis (*Bothrops Atrox*) y Rabo de ají (*Sibon nebulata*).

La hidrofauna es escasa y en especial, la íctica está influida por las fluctuaciones del río Magdalena (Subienda – Bajanza); la poca diversidad es característica de los ríos de la cuenca del Alto Magdalena y es debida a la presión continua que se ejerce no solo sobre el río Coello, sino también sobre el río Magdalena quien es la principal vía de migración de especies nativas. Aunque se han reportado cerca de 50 especies para la zona, solo se observan 5 especies comunes, Sardina (*Astyanax magdalenae*, *A. fasciatus*), Moncholo (*Hoplias malabaricus*), Guanviejos (*Roeboides magdalenae*), Cuchas (Fam. Loricaridae) y Nicuro (*Pimelodus blochii*), esta última especie depende de los periodos de subienda para ascender solo un tramo corto del río Coello; cerca a las orillas y asociados al bentos se encuentran Chironomidae (insectos), larvas de libélulas (*Hyponeura sp.*) y Caracoles (*Goniobasis sp.*). No se observan especies que han sido reportadas anteriormente como la Babilla (*Caiman fuscus*) y Tortugas (*lcotea sp.*).

**Tabla 4.** Especies faunísticas observadas y reportadas para la zona de estudio.

ESPECIE	OBSERVADA	REPORTADA
<b>I. AVES</b>		
<i>Cyanocorax yncas</i>	X	X
<i>Bubulcus ibis</i>	X	
<i>Colinus cristatus leucotis</i>	X	X
<i>Porphygola martinica</i>	X	
<i>Brotogeris sp</i>	X	X
<i>Columbina passerina</i>	X	X
<i>Columba cayanensis</i>	X	X
<i>Buteo sp.</i>	X	
<i>Steatornis caripensis</i>	X	
<i>Turdus sp.</i>	X	
Trochilidae (Fam.)	X	
<b>II. MAMIFEROS</b>		
<i>Dasypus novemcinctus</i>	X	X
<i>Silvilagus sp</i>	X	X
<i>Sciurus granatensis</i>	X	X
<i>Didelphis masupialis</i>	X	X
<i>Oryzomys sp</i>	X	X
<i>Poechimus sp</i>	X	
<i>Cerdocyon thous</i>	X	X
Molossidae (Fam.)	X	
<b>III. REPTILES</b>		
<i>Albogularis focus</i>	X	X
<i>Anolis anolis</i>	X	X
<i>Iguana iguana</i>	X	X
<i>Bothrops Atrox</i>	X	X
<i>Sibon nebulata</i>		X
<i>Caiman fuscus</i>		X
<i>Icotea sp</i>		X
<b>IV. PECES</b>		
<i>Astyanax magdalenae</i>	X	X
<i>Astyanax fasciatus</i>	X	X
<i>Hoplias malabaricus</i>	X	X
<i>Roeboides magdalenae</i>	X	X
Loricaridae (Fam.)	X	X
<b>V. INVERTEBRADOS</b>		
Chironomidae	X	
<i>Hyponeura sp</i>	X	
<i>Goniobasis sp</i>	X	

## 4.3 MEDIO SOCIO-ECONÓMICO

### 4.3.1 CARACTERIZACIÓN SOCIO-ECONÓMICA

#### 4.3.1.1 DIMENSIÓN DEMOGRÁFICA

La baja magnitud de la actividad minera no alcanza a afectar los aspectos socioeconómicos básicos, pues no genera procesos de inmigración, ni cambio del sistema económico agropecuario, ni deterioro de la cultura e idiosincrasia del

campesino, ni incremento de las actividades de prostitución, ni aumento de índices de violencia, ni deterioro de la salud, ni daños en obras de infraestructura. Por el contrario, con la ejecución del Plan de Gestión Social se derivarán beneficios directamente percibibles por la comunidad de Espinal, Flandes y Coello.

#### **4.3.1.2 DIMENSIÓN ESPACIAL**

##### **4.3.1.2.1 SERVICIOS PUBLICOS**

La zona pertenece al sector rural con una buena cobertura de servicios públicos en relación con el promedio departamental.

La vereda agua blanca baja, sector la morena cuenta con acueducto comunitario abastecido de pozo profundo; el agua se considera de buena calidad y el servicio es constante.

La vereda no cuenta con servicio de alcantarillado público. La mayoría de las fincas poseen pozo séptico, existiendo algunas excepciones que utilizan letrinas e incluso se observan viviendas con disposición de excretas a campo abierto.

No se cuenta con el servicio de recolección, tratamiento y disposición de residuos. En la mayoría de las viviendas los residuos de alimentos se utilizan para la alimentación de pollos, cerdos y los demás residuos se queman o entierran. Las fincas cuentan con energía eléctrica pero no carecen de telefonía rural.

##### **4.3.1.2.2 SERVICIOS SOCIALES**

La vereda no cuenta con centro de salud y para la atención en este aspecto los habitantes deben desplazarse a los hospitales y centros de salud de los municipios de Flandes o Espinal.

La escuela agua blanca baja brinda educación básica primaria para los habitantes de la vereda pero no existe colegio de educación media.

Los medios de comunicación más utilizados por la comunidad son la radio y la televisión.

El ingreso a la zona de explotación se efectúa por la doble calzada Ibagué – Flandes. A la altura de la vereda Agua Blanca Baja, Sector La Morena se toma a

mano izquierda un carretable de tercer orden (sin pavimentar), siguiendo esta vía se pasa por dos viviendas, hasta llegar a un portón que hace parte de los propietarios de la licencia de explotación 0781-73, inscrita ante INGEOMINAS. Se continúa por esta vía a mano derecha pasando por este predio hasta finalizar en el río Coello.

La vía se encuentra en buen estado y solo requiere mantenimiento que se aplicará en el plan de manejo ambiental.

#### **4.3.1.2.3 ORGANIZACIONES Y PRESENCIA INSTITUCIONAL**

La presencia institucional en la zona del proyecto, está dada por la realización de acciones y por la ejecución de proyectos por parte de algunas entidades del orden departamental y regional como la secretaria de salud del Tolima, la secretaria de educación y la corporación regional del Tolima “CORTOLIMA”.

La organización comunitaria se limita a la existencia de la junta de acción comunal de la vereda, por lo cual el titular de la licencia mantendrá las mejores relaciones y disposición de colaboración.

#### **4.3.1.2.4 ACEPTACION INSTITUCIONAL Y APTITUD DE USO DEL SUELO**

En lo relativo a la aceptación institucional publica a proyectos mineros, la administración del municipio de Espinal no ha presentado oposición a lo que se ha ejecutado en la misma vereda porque conoce los beneficios que traen para la comunidad especialmente en mantenimiento vial, generación de empleo, donación de materiales para obras de interés comunitario, pago de regalías y dinamización de la economía local, principalmente.

#### **4.3.1.3 DIMENSIÓN ECONÓMICA**

Predomina el minifundio con formas de tenencia de propiedad privada individual. Se trata de una zona de economía agropecuaria. En el sector agrícola se destacan los cultivos semestrales (sorgo, ajonjolí, maíz y maní, principalmente) mecanizados y sin riego. La ganadería es de tipo extensivo con bajo rendimiento por hectárea. En general se presenta un alto grado de desempleo ante la ausencia

de centros productivos e infraestructura asociada. Aunque existen huertas y cultivos de pan coger la mayor parte de los alimentos se importan a la vereda.

#### **4.3.1.4 DIMENSIÓN CULTURAL**

##### **4.3.1.4.1 SUBCOMPONENTE ETNICO**

Las actividades del proyecto NO se desarrollan en territorios pertenecientes a minorías étnicas (indígenas y comunidades negras).

##### **4.3.1.4.1 SUBCOMPONENTE ARQUEOLOGICO**

El área de explotación por tratarse de áreas de depósito y arrastre sucesivo e histórico de materiales de construcción no presenta áreas de interés arqueológico.

#### **4.4 ZONIFICACIÓN AMBIENTAL**

De acuerdo al Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Espinal y el Esquema de Coello, el área de explotación corresponde a la zona protectora del río Coello; pero no se afectará puesto que ya existe una vía hasta la zona de explotación por lo que no se removerá suelo. Planos 1 de 3 y 2 de 3

El área que se utilizará para el acopio corresponde a potreros, por lo que no es necesario solicitar permiso de aprovechamiento forestal, solamente se retirara la escasa capa orgánica, la cual será amontonada para recuperación de taludes y en labores de siembra de árboles en las obras de reforestación y compensación del proyecto minero.

El área de explotación corresponde a la zona del río (Playas), por lo que el uso del suelo no va a cambiar. Por lo que realizar una zonificación ambiental para el proyecto no es necesaria.

## **5. DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACION DE RECURSOS NATURALES.**

### **5.1 RESIDUOS LIQUIDOS**

No se generan aguas residuales industriales. Para el tratamiento de aguas de uso doméstico de la vivienda de la finca, utilizada como campamento, bodega y oficinas de administración de la mina se construirá un pozo séptico, cuyo diseño se presenta en el Plan de Manejo Ambiental.

Se genera aceite quemado y podrían presentarse derrames involuntarios en el área de almacenamiento y aprovisionamiento de combustibles por lo que en el Plan de Manejo Ambiental se incluyen las medidas y obras de manejo ambiental correspondientes.

### **5.2 APROVECHAMIENTO FORESTAL**

No se requiere porque la explotación se realizará en las zonas donde no existe suelo y mucho menos vegetación; sino en áreas de playas que deja el rio Coello en épocas de verano.

Para el patio de acopio es una zona de potreros donde no se aprovecharán arboles puesto que no existen.

### **5.3 EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

Las emisiones atmosféricas que se tendrán son las de la maquinaria (cargador, buldócer, volquetas), y son temporales y se mitigará y se minimizaran los impactos negativos a la atmosfera con el mantenimiento constante de la maquinaria de la empresa y a las volquetas que sacan el material tendrán al día los certificados de gases solicitados por el estado y la autoridad ambiental.

En cuanto a las emisiones por el uso de la vía, se humedecerá temporalmente y se tendrá bien mantenida la vía para evitar el levantamiento de polvo que puede afectar los trabajadores de la empresa.

### **5.3.1 EN EL SITIO DE EXTRACCION**

La operación de la retroexcavadora y las volquetas genera ruido y emisión de gases, que aunque se encuentran por debajo de las normas que regulan la materia, presionan la fauna por ahuyentamiento a otros sitios. Este efecto es de baja magnitud, temporal y de cobertura local.

Para mitigar este impacto, es necesario que la retroexcavadora cuente con silenciador y darle un correcto y oportuno mantenimiento al igual que a las volquetas.

### **5.3.2 DURANTE EL TRANSPORTE INTERNO**

Se genera ruido, gases de combustión y emisión de material particulado a la atmosfera por efecto del tránsito en vía destapada. Este impacto es de magnitud muy baja y dentro del Plan de Manejo Ambiental se plantearan las acciones de manejo correspondientes.

### **5.3.3 EN EL PATIO DE ACOPIO**

Se genera ruido, gases de combustión y emisión de material particulado a la atmosfera por efecto del tránsito de las volquetas, descargue en la zaranda y recargue del material clasificado con el cargador. Este impacto es de magnitud baja y dentro del Plan de Manejo Ambiental se plantearan las acciones de anejo correspondientes.

### **5.3.4 DURANTE EL TRANSPORTE EXTERNO**

Se genera ruido, gases de combustión y emisión de material particulado a la atmosfera por efecto del tránsito en vía destapada. Este impacto es de magnitud muy baja pero sumamente importante pues se presenta afectación de 3 viviendas por lo que dentro del Plan de Manejo Ambiental se presentará especial atención a este aspecto y plantearan las acciones de manejo correspondientes.

## 5.4 RESIDUOS SÓLIDOS

Se generan los siguientes tipos de residuos (Tabla 5):

**Tabla 5.** Generación de residuos sólidos

Tipo de residuo	Cantidad (m <sup>3</sup> /mes)	Contenido de sustancias de interés sanitario	Manejo y disposición
Doméstico	0.18	No	Unidad técnica de Basuras (UTB).
Doméstico espacial (Papel, trapos o cartón contaminado con combustibles o lubricantes)	0.0001	No	Contrato con la empresa García Obregón Ltda.
Chatarra y Residuos reciclables	0.10	No	Reutilización o transporte y comercialización.

## 6. EVALUACIÓN AMBIENTAL

### 6.1 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

#### 6.1.1 OBJETIVOS

Definir los impactos ambientales que pueden causarse por la ejecución del proyecto de explotación de material de arrastre del río Coello, indicando los componentes más afectados e interpretando las causas de esta situación, con base en el conocimiento que se tiene de la zona, de tal forma que sirva de base para la formulación de lineamientos de política y acciones de manejo ambiental.

#### 6.1.2 METODOLOGIA

La metodología utilizada es la Matricial, la cual tiene la ventaja de identificar los impactos potenciales por la interacción causa-efecto en forma directa y sistemática. Esta metodología intercepta una lista de actividades del proyecto con una lista de características ambientales formando una matriz. Estas dos listas interactúan y se examinan en la matriz, identificando la relación causa-efecto entre una actividad específica y su posible impacto en el factor ambiental definido.

### 6.1.3 MATRIZ DEL ECOSISTEMA

Como punto de partida y para “singularizar” la evaluación ambiental, el grupo consultor elaboró un listado de los componentes y subcomponentes de los medios biofísico y socioeconómico que se afectan positiva o negativamente con el proyecto (Tabla 6).

**Tabla 6.** Componentes y subcomponentes que se afectan con el proyecto.

<b>COMPONENTE BIOFISICO</b>	<b>SUELO</b>	Erosión
		Contaminación
		Compactación
	<b>AGUA</b>	Transporte de sedimentos
		Alteración de drenajes
		Contaminación
	<b>AIRE</b>	Calidad del aire (polvo y gases)
		Contaminación acústica
	<b>FLORA</b>	Cobertura vegetal
		Regeneración natural
	<b>FAUNA</b>	Corredores
		Cadenas alimentarias
		Ciclos de reproducción
Microfauna		
<b>PAISAJE</b>	Calidad paisajística	
	Incidencia visual	
<b>COMPONENTE HUMANO</b>	<b>USOS DEL TERRITORIO</b>	Agricultura
		Ganadería
	<b>POBLACION</b>	Salud
		Empleo
	<b>INF. SERVICIOS</b>	Cobertura de servicios
		Calidad de servicios

Con el propósito de determinar los componentes más vulnerables del ecosistema y disminuir la subjetividad al momento de entrar a ponderar los diferentes componentes y subcomponentes del medio natural en la etapa de valoración, como herramienta de evaluación, se elaboró la matriz del ecosistema.

En la tabla 7, se presenta la matriz de los componentes del ecosistema susceptibles a modificaciones por la ejecución del proyecto, de la cual se desprende lo siguiente:

- Los subcomponentes del ecosistema más dependientes o vulnerables son en su orden: La Microfauna, la ganadería, la calidad paisajística, la salud, los corredores de fauna, las cadenas de alimentación y ciclos de reproducción de la fauna silvestre.
- Los subcomponentes que más influyen sobre el ecosistema son la agricultura, la ganadería, la cobertura vegetal, la erosión, la contaminación del agua, la cobertura de servicios y la contaminación del suelo.
- La influencia del paisaje sobre el ecosistema es prácticamente nula.

**Tabla 7.** Matriz de subcomponentes del ecosistema

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
TITULO MINERO 0781-73.

Influye en		SUELO			AGUA			AIRE		FLORA		FAUNA			PAISAJE		USO DEL TERRITORIO		POBLACION		INF. SERVICIOS		DE			
Depende de		Erosión	Contaminación	Compactación	Transporte de sedimentos	Alteración de drenajes	Contaminación	Calidad del aire (polvo y gases)	Contaminación acústica	Cobertura vegetal	Regeneración natural	Corredores	Cadenas alimentarias	Ciclos de reproducción	Microfauna	Calidad paisajística	Incidencia visual	Agricultura	Ganadería	Salud	Empleo	Cobertura de servicios	Calidad de servicios	SUMATORIA DEPENDENCIAS RELATIVAS	DEPENDENCIAS RELATIVAS	CATEGORIZACION DEPENDENCIAS RELATIVAS
SUELO	Erosión	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	6	4.29	M
	Contaminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4	2.86	B
	Compactación	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2.14	B
AGUA	Transporte de sedimentos	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	7	5.00	M
	Alteración de drenajes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	B
	Contaminación Calidad del aire (polvo y gases)	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	7	5.00	M
AIRE	Contaminación acústica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.43	B
	Cobertura vegetal	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	9	6.43	A
FLORA	Regeneración natural	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	10	7.14	A
	Corredores	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	9	6.43	A
BFAUNA	Cadenas alimentarias	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	9	6.43	A
	Ciclos de reproducción	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3.57	B
	Microfauna	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	12	8.57	A
PAISAJE	Calidad paisajística	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	11	7.86	A
	Incidencia visual	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	2.86	B
USOS DEL TERRITORIO	Agricultura	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	9	6.43	A
	Ganadería	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	12	8.57	A
POBLACION	Salud	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	10	7.14	A
	Empleo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	2.14	B	
INF. SERVICIOS	Cobertura de servicios	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	2.14	B
	Calidad de servicios	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	4	2.86	B
<b>SUMATORIA DE INFLUENCIAS RELATIVAS</b>		11	8	6	5	7	10	5	3	14	5	4	5	3	5	0	0	17	15	1	1	9	6	140		Prom 4.55
<b>CATEGORIZACION DEPENDENCIAS RELATIVAS</b>		A	A	M	B	M	A	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	A	A	B	B	A	M			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
TITULO MINERO 0781-73.

---

<b>INFLUENCIAS COMPONENTE</b>	<b>POR</b>	17.86	15.71	5.71	13.57	6.43	5.71	0.00	22.86	1.43	10.71
-------------------------------	------------	-------	-------	------	-------	------	------	------	-------	------	-------

<b>CATEGORIZACION DE INFLUENCIAS Y DEPENDENCIAS</b>	<b>ALTA</b>	Valores mayores al promedio + 20% prom	Mayores a 5.5 = A
	<b>MEDIA</b>	Valores dentro del intervalo (Prom – 20% prom hasta Prom + 20% prom)	Entre 3.6 y 5.5= M
	<b>BAJA</b>	Valores menores al promedio – 20% prom	Menores a 3.6= B

La categorización de las influencias y dependencias de cada uno de los subcomponentes del medio natural obtenida de la matriz del ecosistema arroja los resultados que se presentan en la tabla 8.

**Tabla 8.** Categorización de los subcomponentes del ecosistema según sus interrelaciones

		SUBCOMPONENTE	INF	DEP	OBSERVACIONES
<b>COMPONENTE BIOFISICO</b>	<b>SUELO</b>	Erosión	A	M	Altamente impactante
		Contaminación	A	B	Medianamente impactante
		Compactación	M	B	Bajamente impactante
	<b>AGUA</b>	Transporte de sedimentos	B	M	Bajamente impactante
		Alteración de drenajes	M	B	Bajamente impactante
		Contaminación	A	M	Altamente impactante
	<b>AIRE</b>	Calidad del aire (polvo y gases)	B	B	Muy bajamente impactante
		Contaminación acústica	B	B	Muy bajamente impactante
	<b>FLORA</b>	Cobertura vegetal	A	A	Muy altamente impactante
		Regeneración natural	B	A	Bajamente impactante y muy vulnerable
	<b>FAUNA</b>	Corredores	B	A	Bajamente impactante y muy vulnerable
		Cadenas alimentarias	B	A	Bajamente impactante y muy vulnerable
		Ciclos de reproducción	B	B	Muy bajamente impactante
		Microfauna	B	A	Bajamente impactante y muy vulnerable
<b>PAISAJE</b>	Calidad paisajística	B	A	Bajamente impactante y muy vulnerable	
	Incidencia visual	B	B	Muy bajamente impactante	
<b>COMPONENTE HUMANO</b>	<b>USOS DEL TERRITORIO</b>	Agricultura	A	A	Muy altamente impactante
		Ganadería	A	A	Muy altamente impactante
	<b>POBLACION</b>	Salud	B	A	Bajamente impactante y muy vulnerable
		Empleo	B	B	Muy bajamente impactante
	<b>INF. SERVICIOS</b>	Cobertura de servicios	A	B	Medianamente vulnerable
		Calidad de servicios	M	B	Bajamente impactante

En esta matriz se aprecia que existen unas banderas rojas y amarillas sobre las cuales se centrará la atención del grupo consultor al momento de ponderar los diferentes componentes de la evaluación ambiental cuantitativa y en la formulación de medidas de manejo:

- Evitar, controlar o corregir la erosión
- Evitar la contaminación del suelo
- Evitar o mitigar la contaminación del agua
- Evitar la afectación de la cobertura vegetal
- Mejorar la cobertura vegetal
- Conservar y mejorar la infraestructura de servicios

Es importante anotar que esta matriz, permite conocer el comportamiento del ecosistema pero no arroja información sobre afectación ambiental y es útil solamente para determinar estrategias de manejo.

#### **6.1.4 CUALIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Para la cualificación de impactos ambientales se construyó una matriz de impacto, sobre la que se procedió a establecerlas interacciones causa-efecto que determinarán la presencia de impactos (Tabla 9).

En la matriz se observa que para cada subactividad se dispone de 2 casillas para la calificación cualitativa por parte del grupo consultor. En la casilla de la izquierda se coloca la valoración de la magnitud del efecto y en la derecha se coloca la valoración de la importancia del impacto. Estos valores se ponderan bajo los siguientes criterios:

<b>PARA LA MAGNITUD</b>		<b>PARA LA IMPORTANCIA</b>	
Nula magnitud	0	Nula importancia	0
Poca magnitud	1	Poca importancia	1
Media magnitud	2	Media importancia	2
Alta magnitud	3	Alta importancia	3

Para la valoración cualitativa de la importancia debe tenerse en consideración los resultados de la categorización de los subcomponentes del ecosistema según sus interrelaciones (Tabla 8).

El procesamiento de la información de esta matriz por filas nos indica el grado de afectación de cada uno de los componentes del ecosistema imputables al proyecto minero y el proceso de la información por columnas arroja información sobre el impacto que sobre el medio natural ocasiona cada una de las acciones que implica la explotación proyectada.

De la matriz de impacto se desprende lo siguiente:

- Las actividades más impactantes positivas y/o negativas, a los componentes biofísico y humano son el arranque, cargue y adecuación del acceso al río.
- El componente biofísico presentará mayor afectación que el medio humano debido a la explotación proyectada.
- La afectación sobre los subcomponentes, ciclos de reproducción y cadenas de alimentación de fauna, así como incidencia visual del paisaje son nulas por lo que estos aspectos se excluirán de la valoración ambiental.
- Dentro del componente biofísico, el aire es el que presenta mayor afectación.
- Dentro del componente humano, la población es la que más se verá afectada, tanto positiva como negativamente por efecto del proyecto.

Luego de seleccionar los elementos más impactados se procede a una valoración que permita establecer la degradación o deterioro del ecosistema considerado.

**Tabla 9.** Matriz de Identificación de Impactos

IMPACTOS AMBIENTALES DE LA EXPLOTACION DE MATERIAL DE ARRASTRE DEL RIO COELLO EN EL AREA DE LA LICENCIA MINERA 0781-73			PRELIMINARES							EXTRACCION				BENEFICIO			COMERCIO				TOTALES	TOTAL POR SUBCOMPONENTE	POR COMPONENTE	PONDERIL POR MEDIO		
			Adecuación acceso al río	Descapote patio acopio	Afirmado patio acopio	Montaje Tamiz	Arranque y cargue	Transporte interno	Clasificación (Tamizado)	Cargue	Casmos, bodegas y administración	Transporte externos	TOTALES	TOTAL POR SUBCOMPONENTE	POR COMPONENTE	PONDERIL POR MEDIO										
MEDIO BIOFISICO	TIERRA	Erosión	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		0.15	0.7403	
		Contaminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0.18			
		Compactación	1	1	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10			0.59
		<b>SUBTOTAL SUELO</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>17</b>				
	AGUA	Transporte de sedimentos	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0.37			
		Alteración de drenajes	0	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.26			
		Contaminación	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	2	1	0	0	7	0.37			
		<b>SUBTOTAL AGUA</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>				
	AIRE	Calidad del aire (polvo y gases)	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	3	3	3	20	0.54			
		Contaminación acústica	1	1	1	0	1	0	1	0	1	2	1	1	2	1	1	0	0	1	1	17	0.46			
		<b>SUBTOTAL AIRE</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>37</b>													
	FLORA	Cobertura vegetal	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.44			
		Regeneración natural	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.56			
		<b>SUBTOTAL FLORA</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>													
	OFAUNA	Corredores	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.73			
		Cadenas alimentarias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
		Ciclos de reproducción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
		Microfauna	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.27			
		<b>SUBTOTAL FAUNA</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>													
	PAISAJE	Calidad paisajística	1	0	2	1	0	0	3	1	2	1	2	1	3	1	2	1	0	0	0	21	1.00			
		Incidencia visual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00			
<b>SUBTOTAL PAISAJE</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>														

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
TITULO MINERO 0781-73.

		<b>SUBTOTAL MEDIO BIOFISICO</b>																		114							
<b>MEDIO HUMANO</b>	<b>USO DEL TERRITORIO</b>	Agricultura	0	0	-3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1.00	0.10	0.2597	
		Ganadería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0.00
		<b>SUBTOTAL USO DEL TERRITORIO</b>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4				
	<b>POBLACION</b>	Salud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-2	1	-1	1	0	0	-3	2	12	0.35	0.85			
		Empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	22	0.65				
		<b>SUBTOTAL POBLACION</b>	2	2	2	2	2	2	4	5	4	3	8	34													
	<b>INF. SERVICIOS</b>	Cobertura de servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.05		
		Calidad de servicios	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.00				
		<b>SUBTOTAL INF. SERVICIOS</b>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2					
			<b>SUBTOTAL MEDIO SOCIOECONOMICO</b>																		40						
		<b>TOTAL POR ACTIVIDAD</b>	20	19	10	8	33	12	16	11	9	16	154	<b>Total</b>													

## 6.1.5 VALORACION DE LA DEGRADACION DEL MEDIO

Para la evaluación de los impactos ambientales se toma como escenario de referencia la situación sin proyecto como ideal teórico, de tal manera que se observaran las mejoras y perjuicios relativos que la ejecución de este ocasiona. Se compara este escenario de referencia con dos situaciones. Con proyecto sin Plan de Manejo Ambiental y con proyecto con aplicación del Plan de Manejo Ambiental.

Cumpliendo con los requisitos básicos de una evaluación de impacto ambiental como son la valoración cualitativa y cuantitativa, se procede a calificar cada impacto de acuerdo a las tablas 10 a 13, en las cuales se realizan observaciones que justifican cada rango introducido a partir de la cual se establece:

En el escenario con proyecto sin implementación del Plan de Manejo Ambiental

Impactos Negativos de Importancia Alta: Emisión de material particulado a la atmosfera

Impactos Negativos de Importancia Media: Erosión y afectación a la salud

Impactos Negativos de Importancia Baja: Emisión de gases de combustión, ruido y afectación a la Microfauna

Impactos Negativos de Importancia Muy Baja: Compactación del suelo, contaminación del suelo, sólidos en suspensión, contaminación del agua, remoción de la cobertura vegetal y afectación de corredores de fauna

Impactos Positivos: Generación de Empleo

**Tabla 10.** Rangos y valoración de los criterios de evaluación

CRITERIO	RANGO	REFERENCIA		VALOR
CLASE	Positivo Negativo	P N		+ -
PRESENCIA	Cierta Muy probable Probable Poco probable No probable	C MP P PP NP		1.0 0.7 0.3 0.1 0.0
DURACION	Muy larga Larga Media Corta Muy corta	>10 AÑOS >7 AÑOS >4 AÑOS >1 AÑO <1 AÑO	1.0 0.7<1.0 0.4<0.7 0.1<0.4 0.0<0.1	1.0 0.8 0.6 0.3 0.1
EVOLUCION	Muy rápida Rápida Media	<1 MES <6 MESES <12 MESES	0.8<=1.0 0.6<0.8 0.4<0.6	0.9 0.7 0.5

	Lenta Muy lenta	<24 MESES >24 MESES	0.2<0.4 <0.2	0.3 0.1
MAGNITUD	Muy alta Alta Media Baja Muy baja	MR>80% MR 60-80% MR 40-60% MR 20-40% MR <20%		0.8<=1.0 0.6<0.8 0.4<0.6 0.2<0.4 0.0<0.2
IMPORTANCIA AMBIENTAL	Muy alta Alta Media Baja Muy baja	Ca entre 8 a <10 Ca entre 6 a <8 Ca entre 4 a <6 Ca entre 2 a <4 Ca entre 0 a <2		
CONSTANTES PONDERACION	DE	a= b=		7.0 3.0
	MR= Magnitud Relativa	Ca= Calidad Ambiental		

**Tabla 11.** Criterios para la clasificación de impactos

La metodología utilizada para esta calificación se basa en 5 características básicas: clase, presencia, duración, evolución y magnitud; a partir de las cuales se obtiene la calificación ambiental (Ca) y posteriormente se infiere la importancia ambiental.

**Clase (C):** Indica el sentido del cambio ambiental producido por una determinada acción del proyecto. Puede ser Positiva (+) o Negativa (-), dependiendo si se mejora o degrada el ambiente actual o futuro.

**Presencia (P):** Indica la probabilidad de que el impacto se presente, expresándose en términos cuantitativos, los cuales corresponden a un valor predeterminado (0.0 a 1.0).

**Duración (D):** Evalúa el periodo de existencia activa del impacto y sus consecuencias. Se expresa en función del tiempo que permanece valorado en una serie numérica que varía de 0.0 a 1.0.

**Evolución (E):** Evalúa la velocidad de desarrollo del impacto, desde que aparece o inicia hasta que se hace presente en la plenitud de sus consecuencias; se califica de acuerdo con la relación entre la magnitud máxima alcanzada por el impacto y la variable tiempo, expresándose en unidades relacionadas con la velocidad con que se presenta el impacto relacionadas con una escala que varia entre 0.0 y 1.0.

**Magnitud:** Califica la dimensión o tamaño del cambio ambiental producido por una actividad o proceso constructivo u operativo. Los valores de magnitud absoluta calificados o inferidos se transforman en términos de magnitud relativa con respecto al proyecto (porcentaje de MR), lo cuales a su vez se relacionan con una escala variable entre 0.0 y 1.0.

**Calificación Ambiental (Ca):** Se obtiene de relacionar los 5 ítems anteriores de acuerdo a una formula general, la cual incluye dos constantes de ponderación (a y b) cuyos valores se definen de acuerdo al tipo de proyecto o estudio que se esté enfrentando.

$$Ca = C (P(a E M + b D))$$

**Importancia Ambiental:** Los valores absolutos obtenidos a partir del desarrollo de la anterior formula serán mayores que cero y menos o igual que diez, los cuales, de acuerdo al rango en que se encuentren, corresponderán con una expresión indicativa de la importancia ambiental del impacto.

**Tabla 12.** Valoración cualitativa de los factores ambientales afectados sin Plan de Manejo Ambiental.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	DESCRIPCION EFECTO	CLASE	PRESENCIA	DURACION	EVOLUCION	MAGNITUD
Medio Biofisico	Perceptual	Paisaje	Calidad	-	Cierta	Larga	Rápida	Media
	Medio Inerte	Atmosfera	Emisión de material particulado	-	Cierta	Larga	Muy rápida	Alta
			Emisión de gases de combustión	-	Cierta	Larga	Muy rápida	Baja
			Ruido	-	Cierta	Larga	Muy rápida	Baja
		Suelo	Compactación	-	Cierta	Muy corta	Rápida	Baja
			Erosión	-	Cierta	Larga	Media	Alta
			Contaminación	-	Probable	Larga	Media	Baja
	Agua	Sólidos en suspensión	-	Probable	Larga	Media	Baja	
		Contaminación	-	Probable	Larga	Media	Baja	
	Medio Biótico	Flora	Remoción de la cobertura vegetal	-	Cierta	Muy corta	Muy rápida	Muy baja
		Fauna	Corredores	-	Poco probable	Larga	Rápida	Muy baja
	Microfauna		-	Cierta	Larga	Rápida	Baja	
Medio Humano	Socioeconómico	Población	Salud	-	Muy probable	Larga	Rápida	Muy alta
		Economía	Empleo	+	Cierta	Larga	Rápida	Media

Negativo (-)

Positivo (+)

**Tabla 13.** Valoración cuantitativa de los factores ambientales afectados sin aplicación del plan de manejo ambiental.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	DESCRIPCION EFECTO	IMPORTANCIA AMBIENTAL	CLASE	PRESENCIA	DURACION	EVOLUCION	MAGNITUD		Ca
Medio Biofísico	Perceptual	Paisaje	Calidad	Media	-	1.00	0.80	0.70	0.4	4.36	- 4.36
	Medio Inerte	Atmosfera	Emisión de material particulado	Alta	-	1.00	0.80	0.90	0.6	6.18	- 6.18
			Emisión de gases de combustión	Baja	-	1.00	0.80	0.90	0.2	3.66	- 3.66
			Ruido	Baja	-	1.00	0.80	0.90	0.2	3.66	- 3.66
		Suelo	Compactación	Muy Baja	-	1.00	0.70	0.70	0.2	1.27	- 1.27
			Erosión	Media	-	1.00	0.50	0.50	0.6	4.50	- 4.50
			Contaminación	Muy Baja	-	0.30	0.50	0.50	0.2	0.93	- 0.93
	Agua	Sólidos en suspensión	Muy Baja	-	0.30	0.50	0.50	0.2	0.93	- 0.93	
		Contaminación	Muy Baja	-	0.30	0.50	0.50	0.2	0.93	- 0.93	
	Medio Biótico	Flora	Remoción de la cobertura vegetal	Muy Baja	-	0.30	0.50	0.50	0.2	0.93	- 0.93
		Fauna	Corredores	Muy Baja	-	0.10	0.70	0.70	0.0	0.24	- 0.24
			Microfauna	Baja	-	1.00	0.70	0.70	0.2	3.38	- 3.38
Medio Humano	Socioeconómico	Población	Salud	Media	-	0.70	0.70	0.70	0.8	4.42	- 4.42
		Economía	Empleo	Media	+	1.00	0.70	0.70	0.4	4.36	4.36

Ca: Calificación ambiental

**Tabla 14.** Valoración cualitativa de los factores ambientales afectados con plan de manejo ambiental.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	DESCRIPCION EFECTO	CLASE	PRESENCIA	DURACION	EVOLUCION	MAGNITUD
Medio Biofísico	Perceptual	Paisaje	Calidad	+	Cierta	Larga	Rápida	Baja
	Medio Inerte	Atmosfera	Emisión de material particulado	-	Cierta	Larga	Muy rápida	Baja
			Emisión de gases de combustión	-	Cierta	Larga	Muy rápida	Muy baja
			Ruido	-	Cierta	Larga	Muy rápida	Baja
		Suelo	Compactación	-	Cierta	Muy corta	Rápida	Baja
			Erosión	-	Probable	Larga	Media	Media
			Contaminación	-	Probable	Larga	Media	Muy baja
		Agua	Sólidos en suspensión	-	Probable	Larga	Media	Muy baja
	Contaminación		-	Probable	Larga	Media	Muy baja	
	Medio Biótico	Flora	Remoción de la cobertura vegetal	+	Cierta	Muy larga	Media	Alta
		Fauna	Corredores	-	Poco probable	Larga	Rápida	Muy baja
Microfauna			-	Cierta	Larga	Rápida	Baja	
Medio Humano	Socioeconómico	Población	Salud	-	Probable	Larga	Rápida	Muy baja
		Economía	Empleo	+	Cierta	Larga	Rápida	Media

Negativo (-)

Positivo (+)

**Tabla 15.** Valoración cuantitativa de los factores ambientales afectados con ejecución del plan de manejo ambiental.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	DESCRIPCION EFECTO	IMPORTANCIA AMBIENTAL	CLASE	PRESENCIA	DURACION	EVOLUCION	MAGNITUD		Ca
Medio Biofísico	Perceptual	Paisaje	Calidad	Baja	+	1.00	0.80	0.70	0.2	3.38	- 3.38
	Medio Inerte	Atmosfera	Emisión de material particulado	Baja	-	1.00	0.80	0.90	0.2	3.66	- 3.66
			Emisión de gases de combustión	Baja	-	1.00	0.80	0.90	0.0	2.40	- 2.40
			Ruido	Baja	-	1.00	0.80	0.90	0.2	3.66	- 3.66
		Suelo	Compactación	Muy Baja	-	1.00	0.10	0.70	0.2	1.27	- 1.27
			Erosión	Muy Baja	-	0.30	0.80	0.50	0.4	1.14	- 1.14
			Contaminación	Muy Baja	-	0.30	0.80	0.50	0.0	0.72	- 0.72
		Agua	Sólidos en suspensión	Muy Baja	-	0.30	0.80	0.50	0.0	0.72	- 0.72
			Contaminación	Muy Baja	-	0.30	0.80	0.50	0.0	0.72	- 0.72
	Medio Biótico	Flora	Remoción de la cobertura vegetal	Muy Baja	+	0.30	0.80	0.50	0.0	0.72	0.72
		Fauna	Corredores	Muy Baja	-	0.10	0.80	0.70	0.0	0.24	- 0.24
Microfauna			Baja	-	1.00	0.80	0.70	0.2	3.38	3.38	
Medio Humano	Socioeconómico	Población	Salud	Muy Baja	-	0.30	0.80	0.70	0.0	0.72	- 0.72
		Economía	Empleo	Media	+	1.00	0.80	0.70	0.4	4.36	4.36

Ca: Calificación ambiental

Aplicando el plan de manejo ambiental (Tabla 14 y 15) se presentan las siguientes variaciones:

**Tabla 16.** Comparación de la importancia ambiental de los escenarios con proyecto, con y sin aplicación del Plan de Manejo Ambiental

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA AMBIENTAL SIN PMA	IMPORTANCIA AMBIENTAL CON PMA
Medio Biofísico	Perceptual	Paisaje	Calidad	Media	Baja
	Medio Inerte	Atmosfera	Emisión de material particulado	Alta	Baja
			Emisión de gases de combustión	Baja	Baja
			Ruido	Baja	Baja
		Suelo	Compactación	Muy Baja	Muy Baja
			Erosión	Media	Muy Baja
			Contaminación	Muy Baja	Muy Baja
	Agua	Sólidos en suspensión	Muy Baja	Muy Baja	
		Contaminación	Muy Baja	Muy Baja	
	Medio Biótico	Flora	Remoción de la cobertura vegetal	Muy Baja	Muy Baja
		Fauna	Corredores	Muy Baja	Muy Baja
			Microfauna	Baja	Baja
Medio Humano	Socioeconómico	Población	Salud	Media	Muy Baja
		Economía	Empleo	Media	Media

### 6.1.6 MATRIZ DE IMPACTOS

Después del análisis individual de cada impacto se procede a la elaboración de la matriz de impactos, mediante la cual se valoran los componentes ambientales en función de la calidad ambiental (Ca) inicial y la calidad ambiental (Ca) con la explotación, igualmente en los escenarios con y sin aplicación del Plan de Manejo Ambiental (Tablas 17 y 18).

La definición de una Ca ponderada se usa para equilibrar la importancia de cada uno de los factores ambientales involucrados de acuerdo a un criterio lógico y coherente, con el fin de establecer las relaciones de todos los factores entre sí y con respecto al medio.

Para establecer la Ca ponderada con proyecto, se procede a expresar en función de la escala UIP. Posteriormente se relaciona la Ca inicial con la Ca con proyecto y se obtiene el valor del impacto expresado en porcentaje y en clase (positivo o negativo), para cada factor o componente ambiental.

En el escenario con proyecto sin Plan de Manejo Ambiental se presenta una desmejora del 16.21% con respecto al escenario sin proyecto, siendo los componente mayormente afectados la salud de la población por efecto de la emisión de material particulado a la atmosfera y el paisaje, debido al montaje y acopios, principalmente.

Aplicando un Plan de manejo dirigido a reducir la emisión de material particulado, la disminución de la incidencia visual del patio de operaciones, el control de la erosión, contaminación del suelo, control de la contaminación del agua y mejoramiento de la cobertura vegetal de tipo protector existente, el deterioro solamente alcanza un 4%, totalmente asimilable por el medio natural.

**Tabla 17.** Matriz de impacto ambiental, proyecto sin aplicación del plan de manejo ambiental.

Factores Ambientales Afectados		Línea Base Estado Actual					
		Ca inicial ponderado	Ca	Ca proyecto ponderado	Ca final ponderado	Impacto %	
PAISAJE	Calidad	100	-	4.36	43.60	56.40	
		100				56.40	56.97%
AIRE	Emisión de material particulado	50	-	6.18	30.90	19.10	
	Emisión de gases de combustión	50	-	3.66	18.30	31.70	
	Ruido	100	-	3.66	36.60	63.40	
		200				114.20	57.39%
TIERRA Y SUELO	Compactación	50	-	1.27	6.33	43.68	
	Erosión	20	-	4.50	9.00	11.00	
	Contaminación	20	-	0.93	1.86	18.14	
		90				72.82	81.81%
AGUA	Sólidos en suspensión	50	-	0.93	4.65	45.35	
	Contaminación	50	-	0.93	4.65	45.35	
		100				90.70	91.62%
FLORA	Remoción de la cobertura vegetal	50	-	0.24	1.20	48.80	
		50				48.80	99.59%
FAUNA	Corredores	50	-	0.24	1.20	48.80	
	Microfauna	10	-	3.38	3.38	6.62	
		60				55.42	93.93%
<b>Total Medio Físico</b>		<b>600</b>				438.34	73.18%
POBLACION	Salud	200	-	4.42	88.48	111.52	
		200				111.52	56.04%
ECONOMIA	Empleo	200	+	4.36	87.20	287.20	
		200				287.20	144.32%
<b>Total Medio Socioeconómico</b>		<b>400</b>				398.72	99.93%
		1000				837.06	83.79%

**Tabla 18.** Matriz de impacto ambiental, proyecto.

Factores Ambientales Afectados		Línea Base Estado Actual					
		Ca inicial ponderado	Ca	Ca proyecto ponderado	Ca final ponderado	Impacto %	
PAISAJE	Calidad	100	-	3.38	33.80	66.20	
		100				66.20	66.87%
AIRE	Emisión de material particulado	50	-	3.66	18.30	31.70	
	Emisión de gases de combustión	50	-	2.40	38.00	31.70	
	Ruido	100	-	3.66	36.60	63.40	
		200				133.10	66.88%
TIERRA Y SUELO	Compactación	50	-	1.27	6.33	43.68	
	Erosión	20	-	1.14	2.28	17.72	
	Contaminación	20	-	0.72	1.44	18.56	
		90				79.96	89.84%
AGUA	Sólidos en suspensión	50	-	0.72	3.60	46.40	
	Contaminación	50	-	0.72	3.60	46.40	
		100				92.80	93.74%
FLORA	Remoción de la cobertura vegetal	50	+	0.24	1.20	51.20	
		50				51.20	104.49%
FAUNA	Corredores	50	-	0.24	1.20	48.80	
	Microfauna	10	+	3.38	3.38	13.38	
		60				66.18	105.39%
<b>Total Medio Físico</b>		<b>600</b>				<b>485.44</b>	<b>81.04%</b>
POBLACION	Salud	200	-	0.72	14.40	185.60	
		200				185.60	93.27%
ECONOMIA	Empleo	200	+	4.36	87.20	287.20	
		200				287.20	144.32%
<b>Total Medio Socioeconómico</b>		<b>400</b>				<b>472.80</b>	<b>118.50%</b>
		1000				958.24	95.92%

## **7. ZONIFICACION DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO**

### **7.1 AREA DONDE ES POSIBLE HACER INTERVENCION PERO CON RESTRICCIONES**

Son las áreas de cobertura vegetal pasto natural/rastrojo alto/relicto de bosque; donde se puede realizar labores de explotación pero con la restricción de que no se puede intervenir el bosque en su estado fustal (árboles con D.A.P. iguales o mayores a 10 centímetros); vegetación que por regeneración natural permitirá la restauración de la cobertura vegetal en conjunto con los trabajos de recuperación contemplados en el plan de manejo ambiental.

### **7.2 AREAS SUSCEPTIBLES DE INTERVENCION SIN RESTRICCIONES**

Son áreas donde es posible realizar labores de explotación, su cobertura vegetal Esta dedicada a cultivos y pastos naturales.

## **8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

### **8.1 PROGRAMA DE MANEJO DE PASIVOS AMBIENTALES**

Este programa se debe revisar en el sentido que el área ha sido impactada negativamente puesto que la zona protectora es decir donde había arboles desapareció y por lo tanto se debe incluir un enriquecimiento forestal en los 30 metros de la zona protectora con especies nativas en la zona y serán incluidas en el Plan de Manejo Ambiental.

### **8.2 PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL**

Se presenta a continuación el Plan de Manejo Ambiental el cual contiene de manera general los programas y proyectos de todo el proceso de explotación, para un periodo de cinco años. El Plan de Manejo Ambiental se refiere a las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación.

#### **8.2.1 PAUTAS DE MANEJO**

Se procedió a la configuración de un Plan de Manejo Ambiental, constituido por 2 grandes programas: **El programa de Recursos Naturales y El Programa Social.**

Una vez definidos estos dos programas y acorde con el deterioro ambiental previsto, el programa de Recursos naturales se dividió en los subprogramas: **suelo, flora, fauna, agua, aire y paisaje.**

El programa social se dividió a su vez en dos subprogramas: **Gestión social y contingencia.**

A cada uno de estos programas y subprogramas, por afinidad, se le asignaron las obras y acciones de manejo mencionadas en el capítulo anterior.

Para el control de la ejecución del plan se previó la contratación de una interventoría ambiental.

### **8.2.1.1 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DEL RECURSO HIDRICO**

Se consideran en este grupo los diferentes impactos que de alguna manera afectaran el recurso hídrico en el área de influencia directa del proyecto.

Corresponde a la eventual degradación de las aguas afluentes del río Coello y drenajes naturales sobre el área correspondiente a la licencia, ocasionada fundamentalmente por la depositación en sus cauces de sedimentos, vertimiento de aguas servidas y basuras que originan las actividades de montaje, operación del proyecto y por las actividades y usos que realiza el hombre en su zona de influencia.

#### **8.2.1.1.1 SOBRE LOS SEDIMENTOS**

Los sedimentos pueden provenir de:

- Procesos erosivos en los accesos
- Lavado del material de descapote por aguas lluvias
- Lavado del material clasificado acopiado en montículos

Para controlar la producción, el arrastre y la depositación final de los sedimentos por las aguas de escorrentía hacia los drenes, quebradas y hacia el río Coello, se adelantarán las siguientes obras y acciones:

- Realización de las obras de control de erosión que más adelante se refieren.
- Compactación manual de material de descapote e inducción de su Revegetalización.

- Construcción de cunetas de sedimentación en el patio de acopio.

#### **8.2.1.1.2 SOBRE LOS VERTIMIENTOS DE CONTAMINANTES**

Dada la proximidad de los frentes de explotación el área administrativa del proyecto, se hará uso de las unidades sanitarias allí instaladas, las cuales cuentan con pozo séptico.

La interventoría ambiental debe hacer inspecciones esporádicas a áreas protectoras de drenajes naturales para verificar la no existencia de excretas humanas en estos sitios, caso contrario debe recomendar la construcción de una letrina en el respectivo frente.

El manejo de combustibles y lubricantes se efectuará en un sitio techado con piso en cemento y con un sistema de recuperación de derrames involuntarios.

Se prohibirá la realización de operaciones de reparación, mantenimiento y lavado de vehículos y maquinaria en la cercanía de caños, drenajes y quebradas.

#### **8.2.1.2 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DEL RECURSO SUELO**

##### **8.2.1.2.1 SOBRE LAS BASURAS**

Se dispondrán canecas estratégicamente ubicadas en el área administrativa en la mina para la recolección de residuos sólidos de tipo doméstico. Dado el bajo volumen diario por cápita esperado de estos residuos en el frente de trabajo, se entregará al operador de la retroexcavadora una bolsa para que efectúe la recolección de estos residuos y las deposite luego en las canecas localizadas en el área administrativa de la mina, para su disposición final en el minirrelleno sanitario o para su transporte a las cabecera municipal del Espinal para ser entregadas al carro recolector de basuras para su disposición final

El trapo, cartón o papel contaminado con aceites y grasa se quemará a cielo abierto bajo supervisión para evitar la generación de un incendio. Para tal efecto se construirá un quemadero.

#### **8.2.1.2.2 SOBRE EROSION**

Existe un sector con erosión severa localizado en el tramo final de acceso al río por lo que debe procederse a la reconformación de la banca, construcción de cunetas, alcantarillas y estructuras de disipación, construcción de trinchos en cárcavas existentes e inducción de la regeneración natural.

Como medida preventiva de la socavación lateral del cauce del río Coello se conformara un jarillón de protección paralelo al cauce utilizando para ello los sobre tamaños.

#### **8.2.1.3 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DEL RECURSO FAUNISTICO**

El desplazamiento de la población faunística vertebrada en el área de influencia directa del proyecto podrá producirse por las siguientes causas:

- Por el deterioro o destrucción de hábitats que significaran también la reducción de la fauna por muerte y emigración.

Si bien la población faunística ha sido mencionada desde épocas anteriores y actualmente se encuentra desplazada, la prevención completa de este impacto, es decir, la recuperación de la población faunística en sus condiciones originales es completamente imposible. Por estas razones será necesario acudir a medidas sustitutivas o de compensación, de las cuales es razonable esperar resultados positivos.

La primera de estas medidas consistirá en optimizar el ecosistema natural de las quebradas ubicadas en el área de influencia directa para que sirva de zona de refugio y alimentación a la fauna desplazada, para lo cual se deberá:

- Establecer una zona boscosa alrededor del río con vegetación nativa la cual se corresponderá con una franja protectora.
- Promover la conservación de los bosques existentes en la zona de influencia directa del proyecto, así como estimular o fomentar el establecimiento de nuevos bosques en esta misma área.

Otras medidas que reforzaran la protección del recurso faunístico serán:

- Realizar campañas de educación sobre la conservación de la fauna y flora, especialmente campañas dirigidas al personal que trabajará en el proyecto.
- Ejercer control y vigilancia en toda la zona del proyecto de actividades que pueden perjudicar la fauna tales como caza y quemas.

#### **8.2.1.4 ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LA COBERTURA VEGETAL**

En este sentido se promoverá el desarrollo de las siguientes acciones:

- Establecimiento de cobertura forestal en la zona de influencia directa que permita ampliar el área boscosa en la región y la conservación de los suelos, la flora, el agua y la fauna, principalmente en el área que corresponde al área forestal protectora del río Coello.
- Control y vigilancia para asegurar la conservación y mejoramiento de la cobertura boscosa existente y la que se establecerá.
- Extensión y divulgación para la enseñanza de prácticas racionales del uso, manejo y conservación del recurso forestal.

#### **8.2.1.5 ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL RECURSO AIRE**

##### **8.2.1.5.1 SOBRE EMISION DE GASES DE COMBUSTION**

El aire se ve afectado por emisión de gases de combustión a la atmosfera por la operación de la retroexcavadora y las volquetas. Las emisiones se controlaran mediante el mantenimiento de estos equipos, principalmente su sincronización.

##### **8.2.1.5.2 SOBRE LEVANTAMIENTO DE POLVO**

Se controla mediante el riego de las vías en los sitios donde se localizan viviendas a bordo de la vía y frente a la escuela. Como solución definitiva se tiene la pavimentación de estos sectores o en su defecto la imprimación de los mismos con crudo de Castilla.

### **8.2.1.5.3 SOBRE EL RUIDO**

Se controla mediante el mantenimiento oportuno de los equipos y evitando que coincidan en los frentes más de 3 volquetas.

### **8.2.1.6 ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL RECURSO PAISAJE**

El paisaje, fue elevado a la categoría de recurso natural mediante la Ley 99 de 1993. La degradación del paisaje natural y las variaciones geomorfológicas se deberán a los cambios y alteraciones ocasionadas sobre las formas y otros aspectos (agua, suelo, flora) que caracterizan el paisaje actual de la zona.

La adecuación del patio de acopio, montaje del tamiz y la presencia de los acopios causan un impacto que se hace necesario controlar mediante el establecimiento de barreras vivas perimetrales al lote de acopio.

No debe afectarse la cobertura localizada en el área forestal protectora de quebradas o del río Coello. Con esta medida, además de no afectarse significativamente el paisaje permite que este talud remanente opere como una estructura de control sin afectar las cotas de desbordamiento de las corrientes.

Como una medida de compensación se pueden establecer cercas vivas paralelas al acceso interno existente.

### **8.2.1.7 ESTRATEGIAS SOBRE EL COMPONENTE SOCIAL**

#### **8.2.1.7.1 SOBRE LA AFECTACION DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES**

El control de emisiones de gases, polvo y ruido debe complementarse con la dotación a los trabajadores de mascarillas y tapa oídos.

Debe suministrarse a los trabajadores agua potable de buena calidad y fresca en los diferentes frentes. Para esto todos los días debe disponerse un termo con agua tratada en cada uno de los frentes.

Todos los trabajadores, deben estar cobijados por seguridad social y riesgos profesionales, de conformidad a lo establecido en el Decreto 2222 de 1993.

### **8.2.1.7.2 SOBRE CONTINGENCIAS**

El análisis de riesgo permitió identificar las contingencias de mayor probabilidad de ocurrencia:

- Crecidas
- Accidentes de tránsito
- Accidentes de trabajo
- Derrames de combustibles o lubricantes
- Incendio

Para hacer frente a estas eventualidades se hace necesario adelantar las siguientes acciones:

- Instalar sistemas de información visual señalando las zonas de riesgo y los sectores restringidos en las áreas de operación.
- Los accidentes automovilísticos se prevendrán por medio de campañas educativas a nivel de conductores y ayudantes y con una buena señalización de la vía de acceso.
- Los trabajadores deben hacer uso de casco, botas de cuero.
- En cada uno de los frentes activos debe disponerse de extintor y equipo de botiquín de primeros auxilios para atender eventuales accidentes.
- En cada uno de los frentes es necesario disponer de un radio de comunicaciones para reportar accidentes y recibir información sobre la posible presencia de crecidas. Dada la cercanía de los frentes a la zona administrativa, con esta medida no es necesario que un vehículo permanezca en cada uno de los frentes de operación. Una vez se presente una llamada de reporte de accidente, un vehículo se desplazará al sitio con camillas y tanque de oxígeno, recogerá al herido y lo trasladará al hospital de Espinal.

### **8.2.2 PERFILES DE PROYECTOS**

Una vez estructurado el Plan se procede a su dimensionamiento y operatividad mediante la Formulación a nivel de diseño de los diferentes proyectos, los cuales dada su simplicidad se esbozan como perfiles de proyectos, siguiendo las recomendaciones de las guías para la presentación de las medidas de manejo ambiental establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente.

### 8.2.2.1 PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES

Las medidas de manejo ambiental identificadas en el programa de recursos naturales se presentan en las fichas 1 a 12.

<b>FICHA No.</b>	<b>1</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES AGUA</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>MANEJO DE MATERIAL DE DESCAPOTE</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Conservación de material de descapote para la recuperación del lote destinado al patio de acopio dentro del plan de abandono y evitar la contaminación de corrientes de agua.		
<b>ETAPA:</b> Montaje	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Descapote		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Protección y control		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Compactación manual del acopio de material de descapote, cunetas de sedimentación e inducción de la regeneración natural.		
<b>DISEÑO</b>			
<p><b>a.</b> El descapote para adecuar el lote como patio de acopio debe efectuarse con buldócer y el material producto de esta actividad se localiza acordonando el sector más alto del lote y posteriormente recibe compactación manual utilizando pisón.</p> <p><b>b. Cunetas de sedimentación:</b> Son cunetas en tierra de sección rectangular de 30 cm de ancho por 40 cm de profundidad. Pendiente longitudinal 0%. Esta cuneta se localiza paralela al montículo de acopio, transversal a la pendiente.</p> <p><b>c. Inducción de la regeneración natural:</b> El montículo de material de descapote compactado se riega con urea diluida en agua utilizando una bomba de espalda; luego se cubre con rastrojo para agilizar la Revegetalización natural y protegerlo de las aguas lluvias. Este material debe conservarse para recuperar el patio de acopio una vez se termine la explotación al cabo de 30 años durante el plan de abandono.</p>			
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Acorde con el cronograma minero este programa debe ejecutarse durante el primer trimestre de explotación.			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Patio de acopio			
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia			
<b>PERSONAL REQUERIDO</b> 1 Operario de Buldózer 1 Obrero			
<b>MANTENIMIENTO:</b> El material de descapote que por efecto del agua lluvia se deposite en las cunetas de sedimentación debe retirarse de las mismas y reincorporarse al montículo de acopio.			
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe hacerse trimestralmente y consiste en revisar que no se presente erosión del montículo de acopio, que el material sedimentado en las cunetas sea reincorporado al montículo y que se presente buen prendimiento de la Revegetalización natural inducida.			

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
TITULO MINERO 0781-73.

**CUANTIFICACION Y COSTOS:** En total se descapotará un área de 1 Hectárea para un volumen estimado de 500 m<sup>3</sup> de material de descapote. El valor total del proyecto es por la suma de \$555.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos unitarios.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
1. Descapote	Hora – Buldócer	8	100.000	800.000
2. Compactación manual	Jornal	2	25.000	50.000
3. Inducción de la Revegetalización				
3.1 Fertilización				
3.1.1 Mano de obra	Jornal	1	25.000	50.000
3.1.2 Fertilizante	Global			50.000
3.2 Disposición de ramas de rastrojo	Jornal	1	15.000	25.000
4. Cunetas de sedimentación	ML	100	1.000	100.000
4.1 Mantenimiento de cunetas (anual)	Jornal	3	25.000	75.000
<b>TOTAL</b>				<b>1.150.000</b>

FICHA No.	<b>2</b>	PROGRAMA	<b>RECURSOS NATURALES AGUA</b>
		SUBPROGRAMA	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CONSTRUCCION DE CUNETAS DE SEDIMENTACION</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de corrientes de agua por el lavado de los materiales de los acopios de materiales clasificados.		
<b>ETAPA:</b> Explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Acopio de materiales a la intemperie		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Protección y control		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Obras civiles		
<b>DISEÑO</b>			
<i>Cunetas de sedimentación:</i> Son cunetas en tierra de sección rectangular de 30 cm de ancho por 40 cm de profundidad. Pendiente longitudinal 0%. Esta cuneta se construirá perimetralmente al patio de acopio de materiales.			
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Acorde con el cronograma minero este programa debe ejecutarse durante el primer trimestre antes de iniciar el acopio de materiales en el patio de acopio.			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Perimetralmente al patio de acopio			
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia			
<b>PERSONAL REQUERIDO</b> 1 Obrero			
<b>MANTENIMIENTO:</b> El material de descapote que por efecto del agua lluvia se deposite en las cunetas de sedimentación debe retirarse de las mismas y reincorporarse al montículo de acopio.			
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe hacerse trimestralmente y consiste en revisar que no se presente material sedimentado en las cunetas y que este sea reincorporado al montículo.			
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> En total se 400 m de cunetas de sedimentación.			

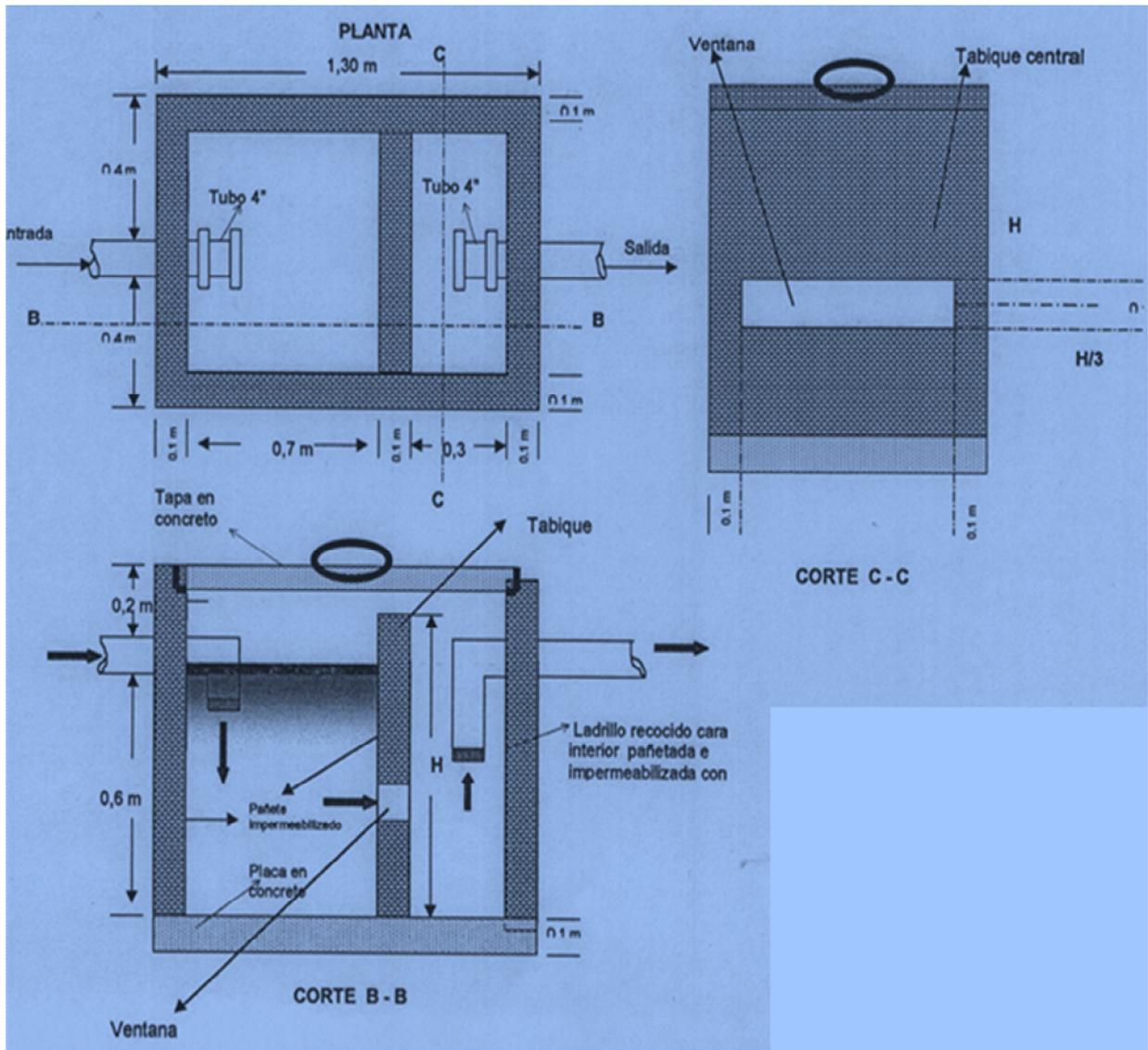
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
TITULO MINERO 0781-73.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
1. Cunetas de sedimentación (400 m)				
1.1 Trazado	Jornal	5	25.000	150.000
1.2 Excavaciones	Jornal	12	25.000	300.000
2. Mantenimiento (anual)	Jornal	20	25.000	500.000
<b>TOTAL</b>				950.000

<b>FICHA No.</b>	<b>3</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES AGUA</b>	
		<b>SUBPROGRAMA</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CONSTRUCCION DE TRAMPAS DE GRASA</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de agua y suelo.			
<b>ETAPA:</b> Montaje y explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Vertimiento de aguas contaminadas con grasa y aceites provenientes del sector de cocina y zona de aceites			
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Protección y control			
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Obras civiles			
<b>DISEÑO</b>				
<p>El diseño de trampas de grasa se presenta en la figura 4, corresponde a un modelo típico para el tratamiento de aguas aceitosas que se originan en un casino que atiende a 15 trabajadores.</p> <p>Las paredes de la trampa se construyen en ladrillo pañetado e impermeabilizado. Los tubos de entrada y salida son de PVC de 4 pulgadas de diámetro.</p> <p>Una vez el agua se encuentre libre de grasas puede utilizarse para el riego de un jardín, zona verde o huerto.</p>				
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Acorde con el cronograma minero este programa debe ejecutarse durante el primer trimestre.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Detrás de la cocina				
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia				
<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> 1 Obrero				
<b>MANTENIMIENTO:</b> Consiste en el retiro quincenal de las natas y su disposición junto con las basuras de tipo doméstico.				
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe hacerse semanalmente y consiste en revisar que no se presente sobreacumulación de grasa que hagan que aguas aceitosas fluyan de la trampa.				
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> El valor total del proyecto es por la suma de \$231.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos unitarios.				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>	<b>VALOR</b>

			UNITARIO (\$/2012)	TOTAL (\$/2012)
1. Excavaciones	M3	1	25.000	25.000
2. Placa en concreto e=0.1 m	M2	0.5	50.000	25.000
3. Mampostería, pañete e impermeabilización	M3	1.6	60.000	96.000
4. Accesorios	GI			45.000
5. Tapa de madera	GI			40.000
<b>TOTAL</b>				<b>231.000</b>

Figura 4. Trampa de grasas

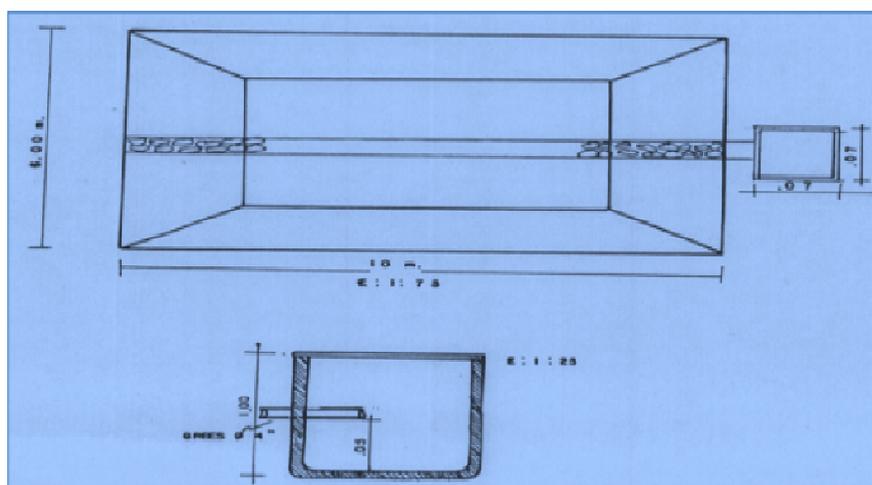


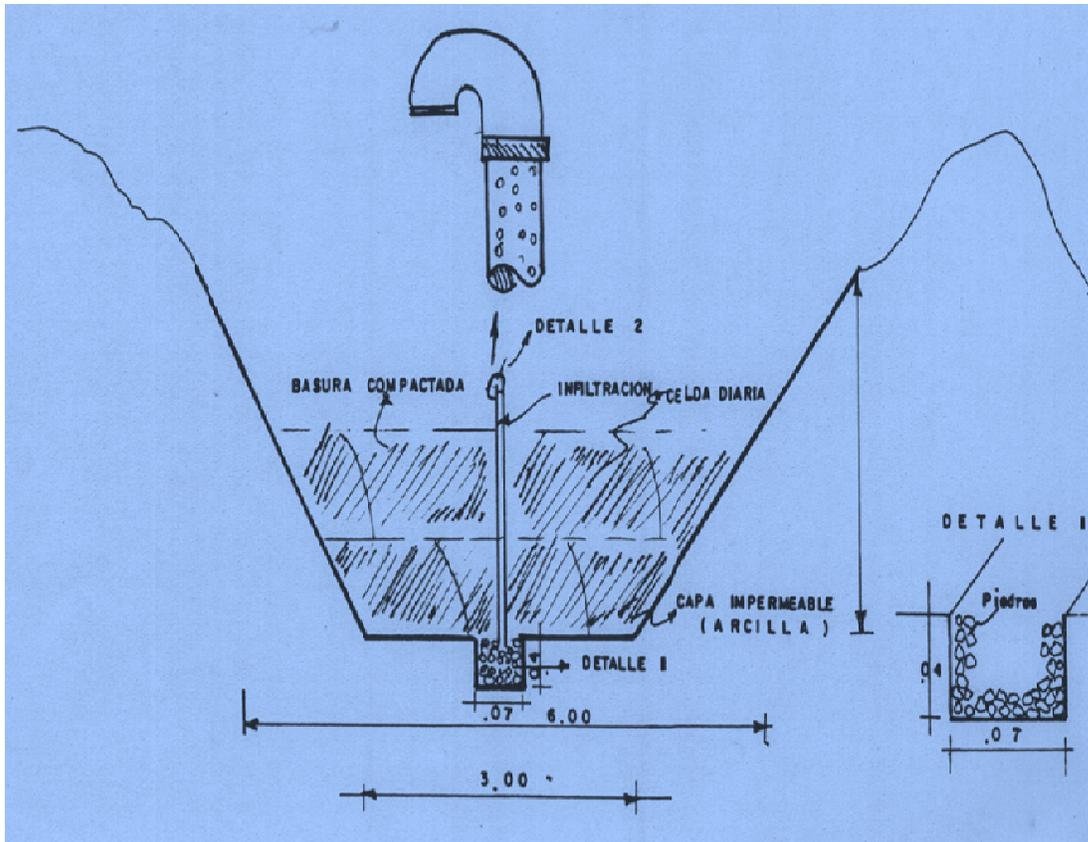
<b>FICHA No.</b>	4	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES AGUA</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION HIDRICA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación del agua		
<b>ETAPA:</b> Explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Lavado de maquinaria y equipo dentro del cauce del río Coello		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Protección		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Educación ambiental y señalización		
<p><b>DISEÑO:</b> Se prohibirá la realización de operaciones de reparación, mantenimiento y lavado de vehículos y maquinaria en las cercanías de caños, drenajes, quebradas y el río Coello</p> <p>Se instalara una valla alusiva a esta prohibición al inicio del acceso de descenso al río.</p> <p>En los talleres de educación ambiental se tratará este tema.</p>			
<p><b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> La prohibición del lavado de vehículos se dará a conocer a los operadores de volquetas y retroexcavadora al momento de su vinculación como trabajadores o contratistas.</p> <p>La señalización de la prohibición debe ejecutarse durante el primer trimestre antes de iniciar el acopio de materiales en el patio de acopio.</p>			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Zona de operaciones de la mina (Vía de acceso)			
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia			
<b>PERSONAL REQUERIDO</b> 1 Obrero			
<b>MANTENIMIENTO:</b> Anualmente debe repararse o en su defecto sustituirse por uno nuevo			
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> El valor del aviso, incluida su instalación es por la suma de \$100.000			

<b>FICHA No.</b>	<b>5</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES SUELO</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación de suelos y corrientes de agua		
<b>ETAPA:</b> Montaje y explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Inadecuada disposición de basuras y residuos contaminados		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Protección		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Minirrelleno de residuos contaminados, construcción de cobertizo para el almacenamiento de residuos reutilizables o reciclables		
<b>DISEÑO</b>			
<p>1. Localización de canecas con tapa para la recolección de basuras debidamente rotuladas en los siguientes sitios: cocina, comedor y patio de acopio.</p> <p>2. Minirrelleno sanitario: En las figuras 5, 6 y 7 se presentan los diseños de minirrelleno sanitario el cual consta de celda de relleno, drenaje y tanque de lixiviados y desfogue de gases.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La celda de relleno es de forma trapezoidal y las paredes y piso deben impermeabilizarse mediante la instalación de una capa de arcilla compactada de 0.05 m de espesor.</li> <li>• Los lixiviados deben conducirse al pozo séptico existente.</li> <li>• Solo deben disponerse basuras de tipo doméstico.</li> <li>• El colector de lixiviados debe impermeabilizarse con arcilla y conducir los excesos al pozo séptico existente.</li> <li>• Cada tres días las basuras acopiadas en las canecas deben transportarse al minirrelleno sanitario, distribuirse uniformemente y compactarse en una capa de 0.05 m para posteriormente cubrir las con tierra en un espesor de 0.1 m y compactar nuevamente.</li> <li>• Para evitar el acceso de aguas lluvias debe construirse una cuneta perimetral en tierra de 0.3 * 0.4 m.</li> <li>• Debe cercarse con alambre de púa para evitar el acceso de personas y animales.</li> <li>• Establecer barreras vivas en limón <i>Swinglia</i> perimetral al relleno como barrera rompe vientos para confinar los malos olores y mitigar el impacto paisajístico.</li> </ul> <p><b>Nota:</b> Como alternativa a la construcción del minirrelleno se tiene el transporte de la basura cada 3 días al municipio del Espinal para entregarla a la empresa recolectora. Ya que esta medida resulta más costosa que la construcción y operación del minirrelleno se tomará como base para el cálculo del manejo y disposición de residuos sólidos.</p> <p>3. Construcción de quemador de residuos contaminados con combustibles y lubricantes: Consiste en la construcción de un pequeño tanque en ladrillo a manera de alberca sobre una placa en concreto. El tanque debe constar con ventanas en sus cuatro paredes para facilitar la combustión y contar con una tapa metálica (Figura 9). Las cenizas resultantes deben conducirse al minirrelleno sanitario junto con las basuras acopiadas en las canecas para su disposición final.</p> <p>4. Cobertizo para el almacenamiento de residuos reutilizables o reciclables: Consiste en la construcción de un sencillo cobertizo con columnas, vigas y cerchas en madera y techo de Zinc cubriendo un área de al menos 6 m<sup>2</sup>. El piso es en tierra y debe contar con una cuneta para evitar el acceso de aguas lluvias a los residuos almacenados.</p>			

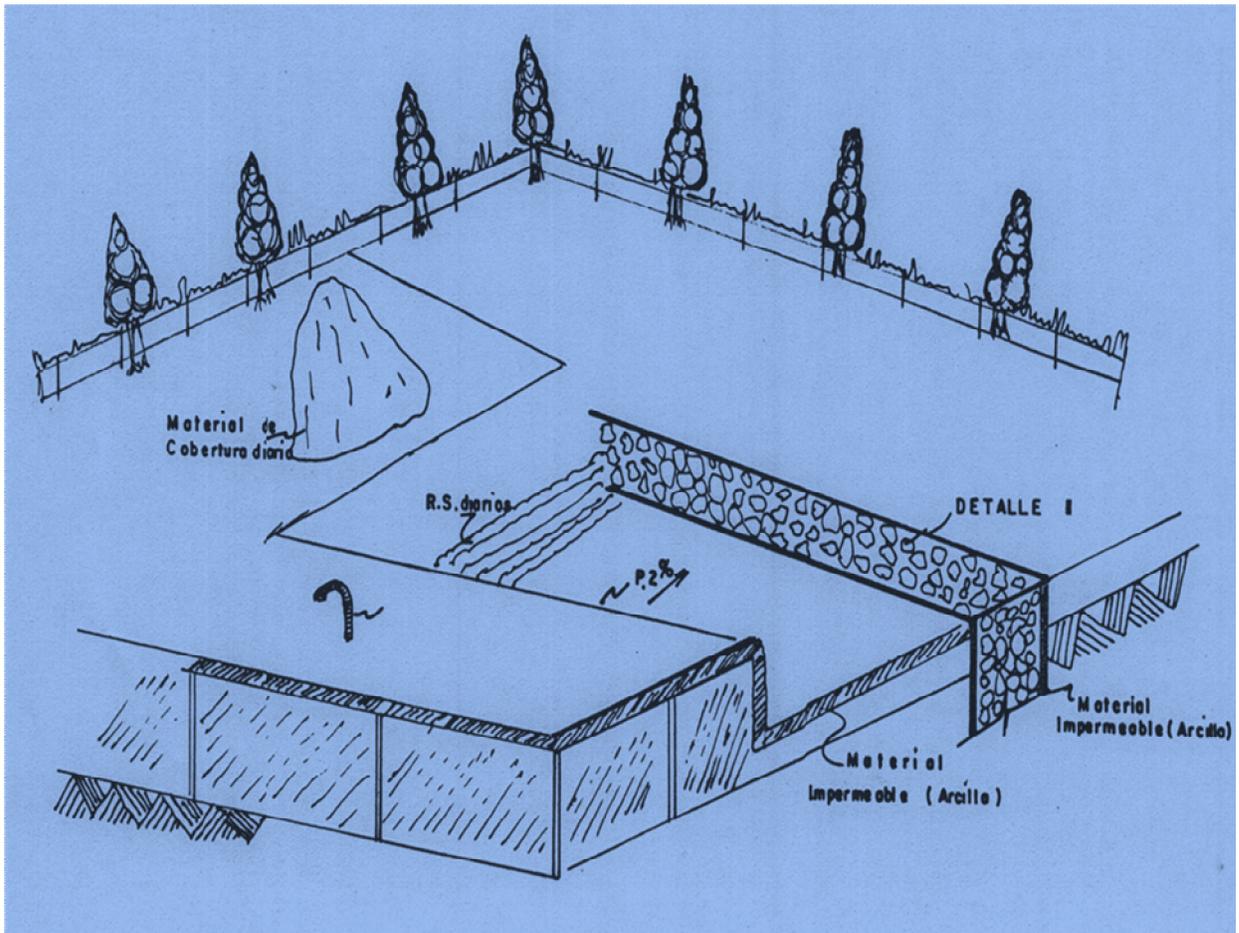
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Acorde con el cronograma minero este programa debe ejecutarse durante el primer trimestre antes de iniciar el acopio de materiales en el patio de acopio.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Las canecas deben ubicarse en los sitios ya indicados. El relleno sanitario se construirá cerca del pozo séptico para facilitar la conducción de los lixiviados hasta éste. El quemador de residuos contaminados debe construirse a campo abierto (sin coberturas forestales que puedan incendiarse), lejos del depósito de combustibles y lubricantes. El cobertizo para el almacenamiento de residuos reciclables o reutilizables se construirá en el patio de acopio, cerca del área de bodegas de la administración.				
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia				
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> El valor total del proyecto es por la suma de \$4'520.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos unitarios.				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
1. Adquisición canecas para la basura	Unidad	3	30.000	90.000
2. Cargue y transporte de la basura hasta el casco urbano del municipio del Espinal para la entrega a carro recolector (se puede sustituir por el minirrelleno sanitario) 2 viajes por semana	Viaje	104	40.000	4'160.000
3. Construcción de quemadero de residuos contaminados con combustibles y lubricantes	GI			100.000
4. Cobertizo para el acopio de residuos reutilizables o reciclables, incluye				
4.1 Cobertizo con piso en tierra				150.000
4.2 Cunetas en tierra	ML	10	2.000	20.000
<b>TOTAL</b>				<b>4'520.000</b>

Figura 5. Vista de planta del minirrelleno sanitario

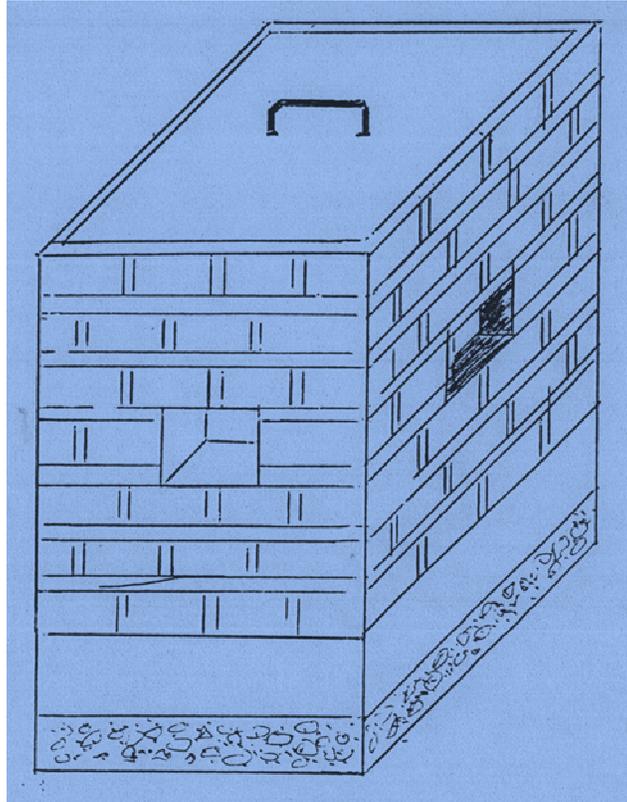




**Figura 6.** Perspectiva del minirrelleno sanitario



**Figura 7.** Quemadero de residuos sólidos contaminantes



<b>FICHA No.</b>	<b>6</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES SUELO</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>CONTROL DE EROSION</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Evitar la contaminación y sedimentación de corrientes de agua con materiales procedentes de focos activos de erosión.		
<b>ETAPA:</b> Montaje	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Erosión hídrica en el tramo final del acceso al río.		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Protección y control		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Obras mecánico-vegetativas: Reconformación de la banca, construcción de cunetas, alcantarillas y estructuras de disipación, construcción de trinchos en cárcavas existentes e inducción de la regeneración.		
<b>DISEÑO</b>			
<p>1. RECONFORMACION DE LA BANCA: Consiste en el relleno con materiales de arrastre de las cárcavas existentes.</p> <p>2. MANEJO DE AGUAS</p> <p>2.1 Construcción de cunetas triangulares en concreto conforme al diseño que se muestra en la figura 8.</p> <p>2.2 Construcción de cajas, alcantarillas, estructuras de salida (Figura 9). Consiste en la construcción de sumidero en concreto (1*0.5*1) y alcantarillas en tubo de gres caja de 10 pulgadas de diámetro y cabezote de salida en concreto.</p> <p>2.3 Construcción de trinchos en guadua o madera con vertedero central, dispuestos escalonadamente (Figura 11).</p> <p>3. OBRAS DE CONTENCIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES</p> <p>3.1 Trincho en guadua bordeando la banca (Figura 12).</p> <p>3.2 Conformación de terracetas con trinchos en guadua en el talud inferior del carretable (Figura 15). Para estabilizar el talud inferior del acceso construido se precederá a la conformación de terracetas reforzadas con trinchos sencillos en guadua. La separación vertical de las terracetas no debe ser superior a 1.5 m. En total se construirán 80 m<sup>2</sup> de este tipo de estructura de contención.</p> <p>4. REGEVETALIZACIÓN: Inducción a la Revegetalización en la terracetas conformadas mediante la fertilización y siembra de semillas de pasto estrella al voleo.</p>			
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Acorde con el cronograma minero este programa debe ejecutarse durante el primer trimestre.			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Tramo de pendiente pronunciada del carretable de acceso al río.			
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia			
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>			
<p>1 Ingeniero</p> <p>1 Maestro</p> <p>1 Oficial</p>			

4 Obreros				
<b>MANTENIMIENTO:</b> Consiste en la sustitución de las obras o parte de ellas que sean afectadas por el proceso erosivo que se pretende controlar.				
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe hacerse trimestralmente y consiste en la revisión de las obras construidas y verificación del su estado para recomendar las reparaciones a que haya lugar. Revisión de toda el área tratada para recomendar obras adicionales.				
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> El valor total del proyecto es por la suma de \$3'910.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos unitarios.				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
1. Reconfirmación de la banca	Hora-Bulldócer	8	80.000	640.000
2. Construcción de cuneta triangular en concreto	ML	20	40.000	800.000
3. Construcción de sumidero y alcantarilla	UN	1	620.000	620.000
4. Construcción de cabezote de salida	UN	1	330.000	330.000
5. Trinchos sencillos en guadua	M2	60	18.000	1'080.000
6. Revegetalización	M2	400	600	240.000
<b>TOTAL</b>				<b>3.910.000</b>

**Figura 8.** Cuneta triangular en concreto

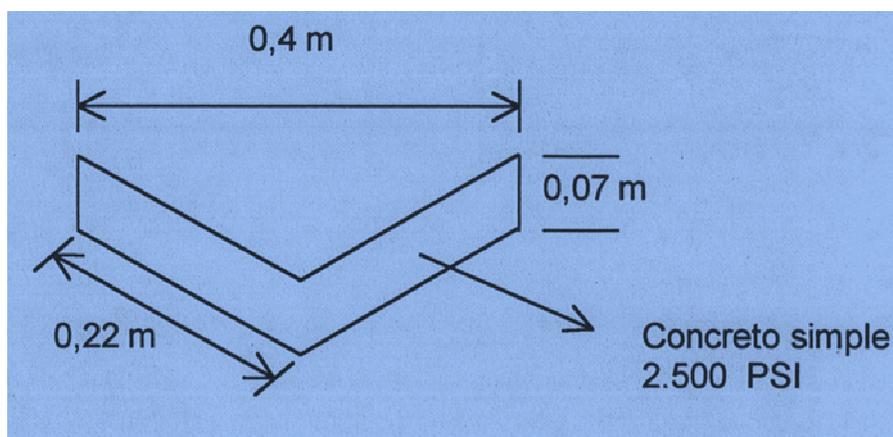


Figura 9A. Desagües pluviales y poceta

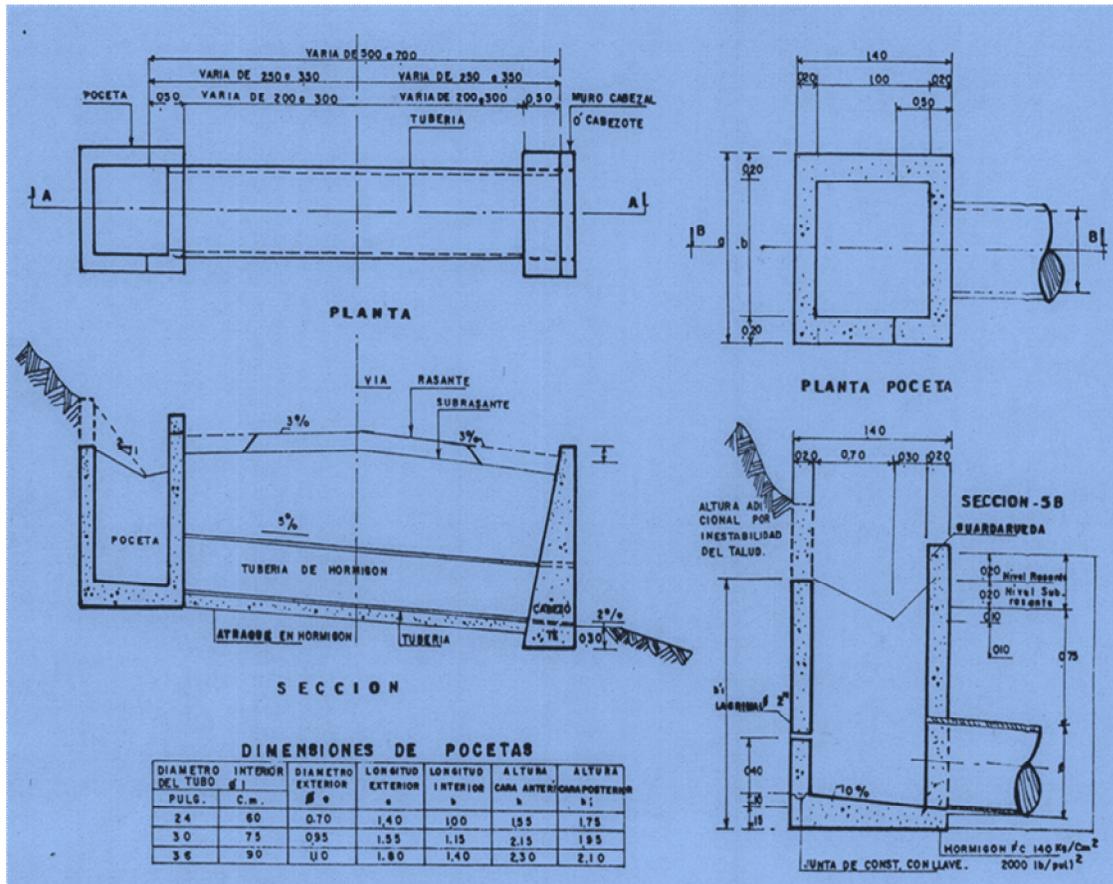


Figura 9B. Desagües pluviales cabezotes, notas generales

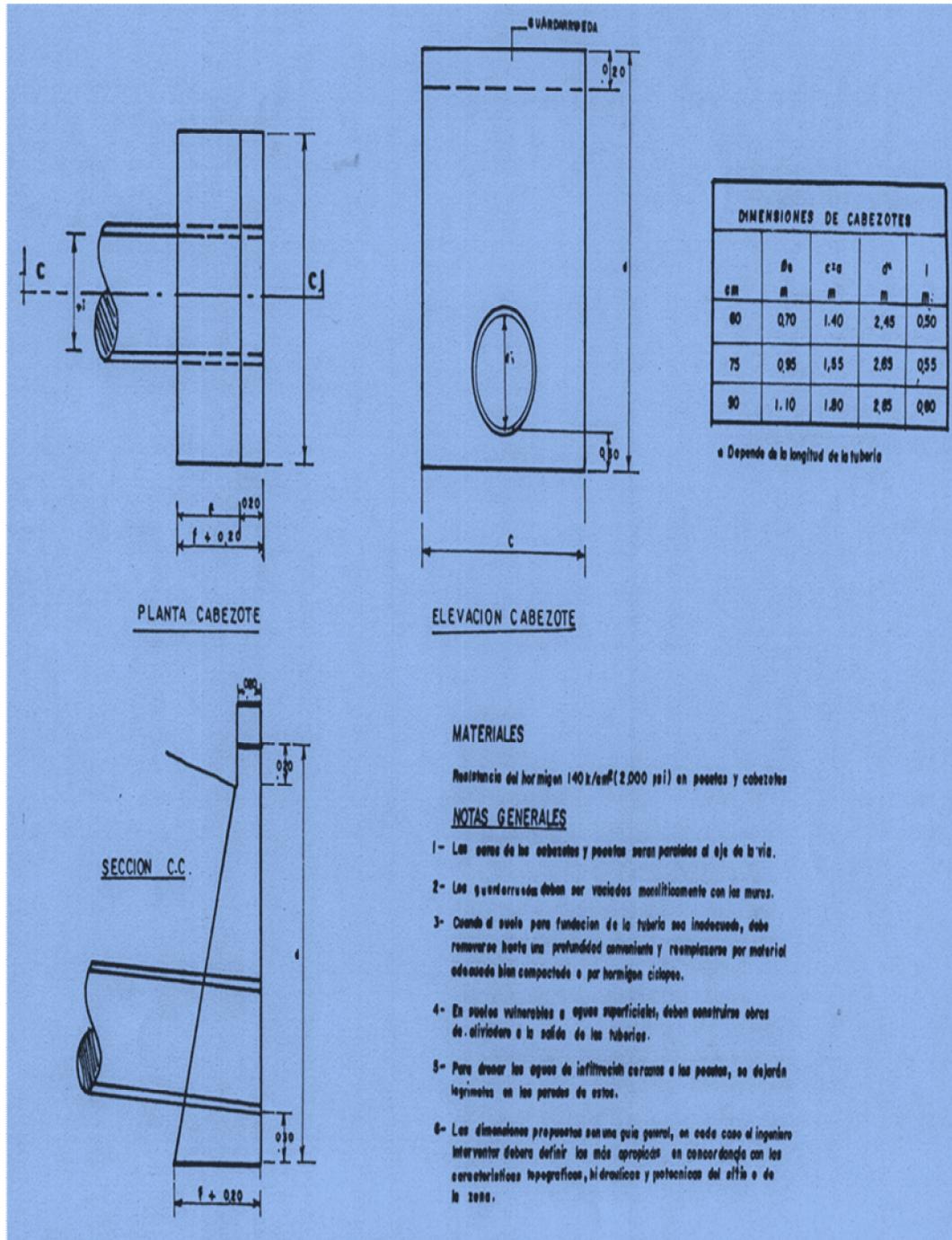


Figura 10A. Vista de planta

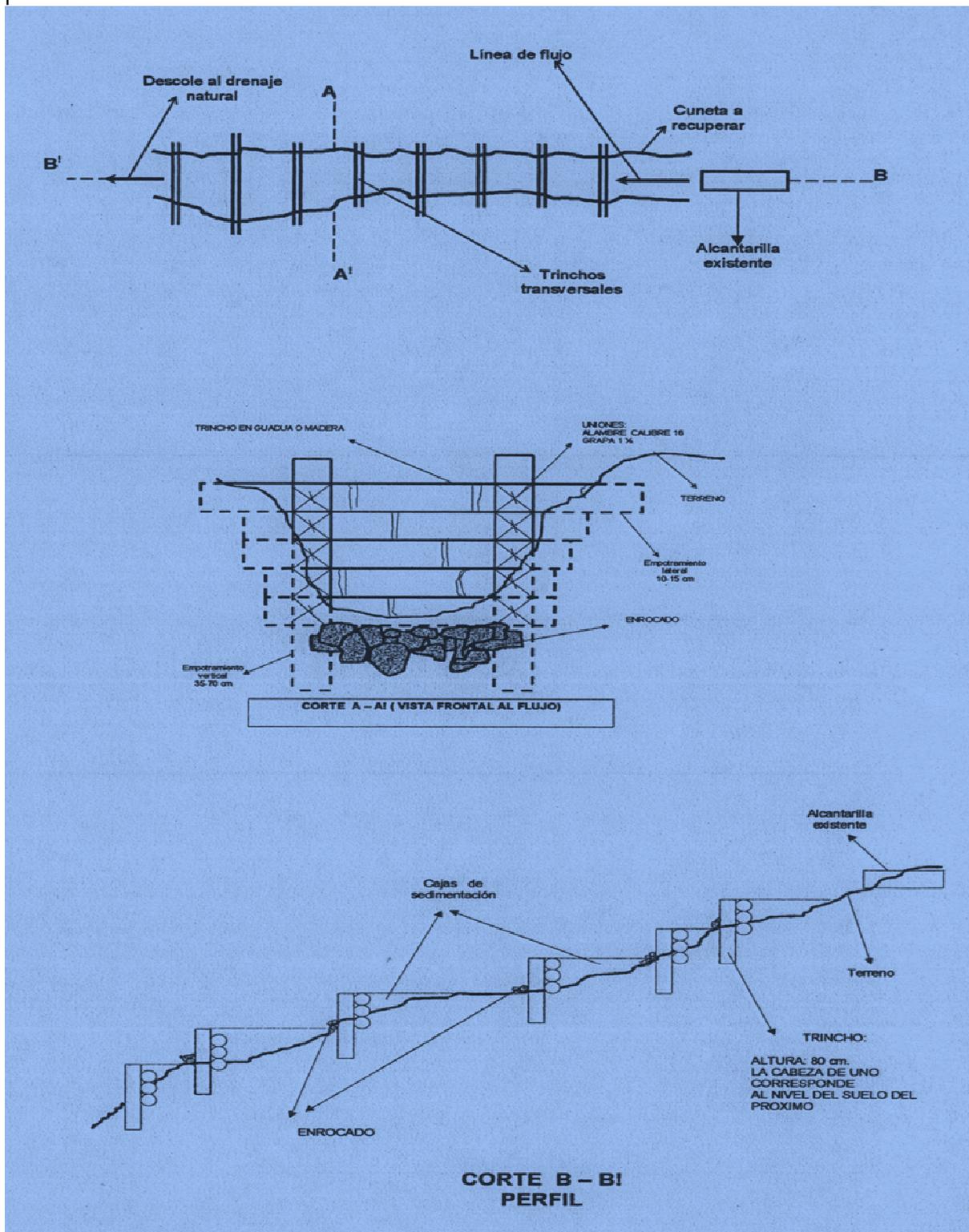


Figura 10B. Vista de planta

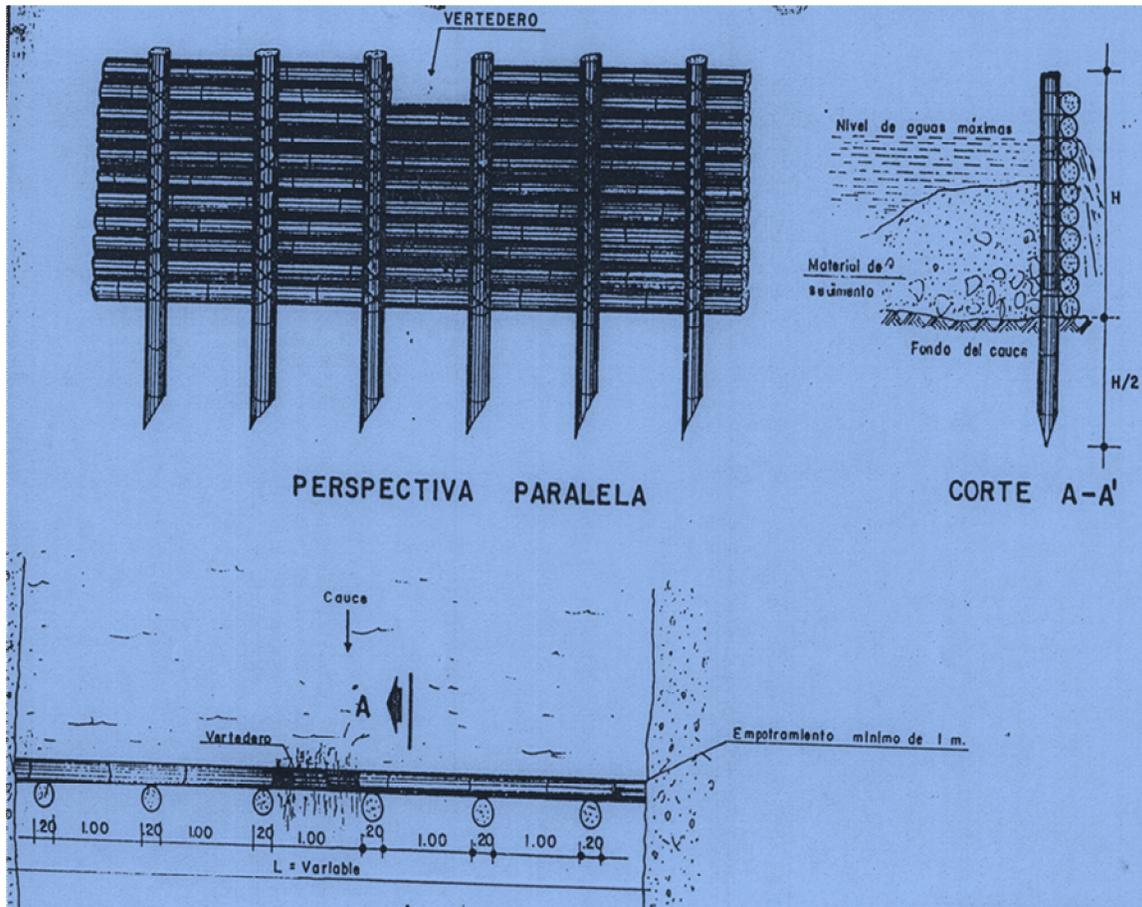


Figura 11. Trincho sencillo en guadua para contención

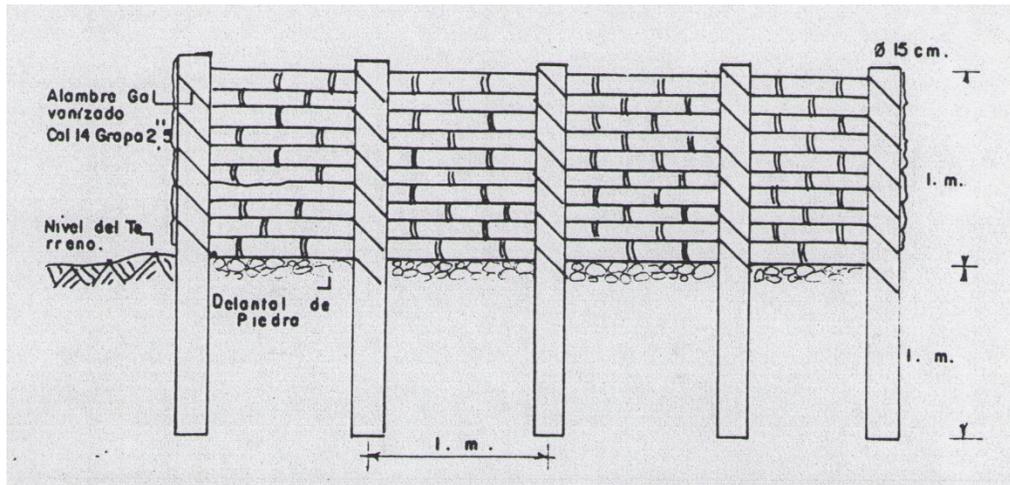
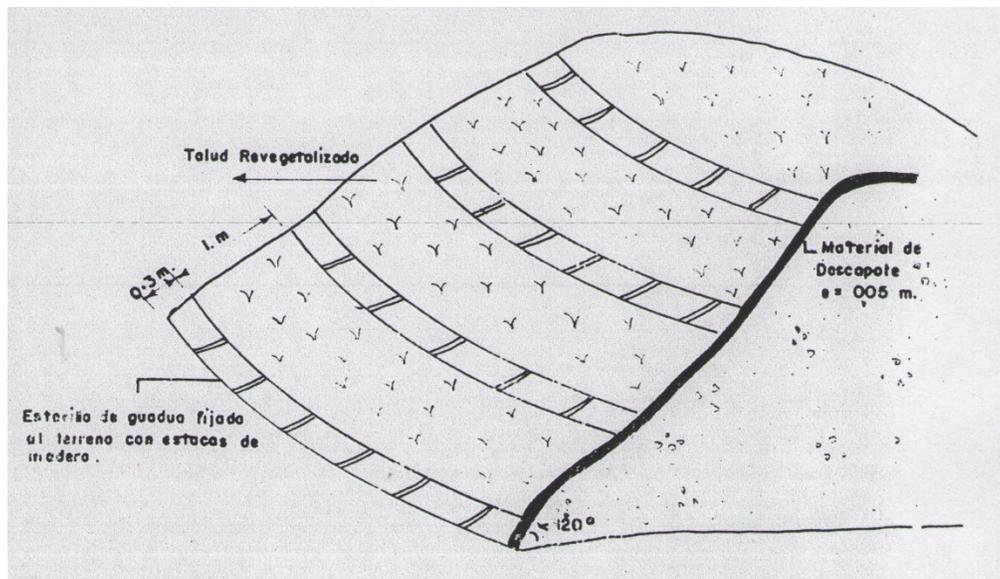


Figura 12. Disposición trinchos en esterilla transversales a la pendiente



<b>FICHA No.</b>	<b>7</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES FLORA</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>REFORESTACION PROTECTORA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecimiento de cobertura forestal en la zona de influencia directa que permita amplia el área boscosa en la región y la conservación de los suelos, flora agua y fauna, principalmente en el área que corresponde al área forestal protectora del río Coello		
<b>ETAPA:</b> Explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Afectación de la cobertura boscosa protectora desde hace más de 40 años.		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Compensación		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Reforestación por el método de enriquecimiento		
<b>DISEÑO</b>			
<p>Consiste en el establecimiento de árboles en el área forestal protectora del río Coello en líneas paralelas cordón remanente de bosque natural intervenido.</p> <p><b>Selecciones de especies a plantar:</b> Se seleccionaron especies que cumplen con las especificaciones necesarias para garantizar el objetivo perseguido por el proyecto y que, además se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la zona; estas especies son el mago común (<i>Manguifera indica</i>), Matarraton (<i>Gliricida sepium</i>), Caracolí (<i>Anacardium excelsum</i>), Payandé (<i>Phitocellobium dulce</i>), Iguá (<i>Pseudosamanea guachapele</i>), Samán (<i>Samanea saman</i>) y cauchos del género ficus.</p> <p><b>Especificaciones del material vegetal:</b> Las plántulas deberán tener una altura que oscile entre los 0.25 y 0.40 m, serán de fuste recto y se encontrarán en buen estado fitosanitario, este material será adquirido en los viveros de la zona.</p> <p><b>Trazado:</b> El sistema de plantación es lineal con separación entre plántulas 2.50m, utilizando al menos 5 especies diferentes. El número total de los arboles a establecer como compensación anualmente es de 100m, hasta completar una franja de 30 m de ancho.</p> <p><b>Plateo:</b> Una vez se ha concluido el trazado, se procede a realizar el plateo, el cual consiste en eliminar toda la vegetación existente en una rea circular de un metro de diámetro para evitar la competencia por luz y nutrientes entre los arboles a sembrar y la maleza a labor se abrirán hoyos de 0.40 m de lado en los sitios señalados con las estacas.</p> <p><b>Control de plagas:</b> Con el fin de garantizar la permanencia de los árboles, será necesario revisar permanentemente el estado sanitario de los mismos, para hacer los controles que se requieren de acuerdo a la presencia de la plaga, especialmente de ataques de hormiga arriera que al ser encontrada debe aplicársele volatón en los nidos con insufladora.</p> <p><b>Plantación:</b> La plantación se realizara al inicio de las épocas de lluvia, por el sistema de cespedón o "pan de tierra". Previo el retiro de la bolsa, se procederá a colocar el árbol en el centro del hoyo de tal forma que el borde superior del cespedón quede a ras con el terreno y el árbol quede perfectamente vertical.</p>			

<b>Fertilización:</b> Una vez sembrados los árboles, se aplicaran fertilizantes en corono a cada árbol, a una distancia de 15 cm del eje del mismo y a una profundidad de 5 cm tapándolo con la tierra removida. Se aplicarán 50 g por planta de triple 15.				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Área forestal protectora del río Coello				
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia				
<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> 1 Obrero				
<b>MANTENIMIENTO:</b> El mantenimiento se realizará cada tres meses durante los dos primeros años, es indispensable realizar labores culturales tales como el plateo, control de plagas y fertilización.				
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe hacerse semestralmente y consiste en constatar que la meta anual se ha cumplido y que los árboles menores de 2 años reciben el mantenimiento requerido.				
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> En total se plantarán anualmente 500 árboles por un valor de \$240.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos.				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
Mano de obra	Jornal	15	25.000	375.000
Material vegetal	Árbol	500	1.000	500.000
Mantenimiento año (Incluye plateo, fertilización y control de plagas)	GI			250.000
<b>TOTAL</b>				<b>1125.000</b>

<b>FICHA No.</b>	<b>8</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES FLORA</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>REFORESTACION PROTECTORA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Establecimiento de cobertura forestal en la zona de influencia directa que permita amplia el área boscosa en la región y la conservación de los suelos, flora agua y fauna, principalmente en el área que corresponde al área forestal protectora del río Coello		
<b>ETAPA:</b> Explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Afectación de la cobertura boscosa protectora desde hace más de 40 años.		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Compensación		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Reforestación por el método de enriquecimiento		
<b>DISEÑO</b>			
Consiste en el establecimiento de árboles en el área forestal protectora del río Coello en líneas paralelas cordón remanente de bosque natural intervenido.			
<b>Selecciones de especies a plantar:</b> Se seleccionaron especies que cumplen con las especificaciones necesarias para garantizar el objetivo perseguido por el proyecto y que, además se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la zona; estas especies son el mago común			

(*Manguifera indica*), Matarraton (*Gliricida sepium*) y Limón Swinglia.

**Especificaciones del material vegetal:** Las plántulas deberán tener una altura que oscile entre los 0.25 y 0.40 m, serán de fuste recto y se encontrarán en buen estado fitosanitario, este material será adquirido en los viveros de la zona.

**Trazado:** El sistema de plantación es lineal., alrededor del patio de acopio, con separación entre plántulas de 0.30 m para el Limos Swinglia y 5 m para el Matarraton. El número de árboles a establecer a manera de barrera viva es 80 Matarraton y 1720 limón Swinglia.

**Plateo:** Una vez se ha concluido el trazado, se procede a realizar el plateo, el cual consiste en eliminar toda la vegetación existente en una área circular de un metro de diámetro para evitar la competencia por luz y nutrientes entre los arboles a sembrar y la maleza a labor se abrirán hoyos de 0.40 m de lado en los sitios señalados con las estacas.

**Control de plagas:** Con el fin de garantizar la permanencia de los árboles, será necesario revisar permanentemente el estado sanitario de los mismos, para hacer los controles que se requieren de acuerdo a la presencia de la plaga, especialmente de ataques de hormiga arriera que al ser encontrada debe aplicársele volatón en los nidos con insufladora.

**Plantación:** La plantación se realizara al inicio de las épocas de lluvia, por el sistema de cespedón o "pan de tierra". Previo el retiro de la bolsa, se procederá a colocar el árbol en el centro del hoyo de tal forma que el borde superior del cespedón quede a ras con el terreno y el árbol quede perfectamente vertical.

**Fertilización:** Una vez sembrados los árboles, se aplicaran fertilizantes en corono a cada árbol, a una distancia de 15 cm del eje del mismo y a una profundidad de 5 cm tapándolo con la tierra removida. Se aplicarán 50 g por planta de triple 15.

**LUGAR DE APLICACIÓN:** Perimetralmente al patio de acopio

**CRONOGRAMA:** Esta obra debe ejecutarse tan pronto se termine la adecuación del patio de acopio, dentro de los tres primeros meses.

**RESPONSABLE DE LA EJECUCION:** Beneficiario de la Licencia

**PERSONAL REQUERIDO** 2 Obreros

**MANTENIMIENTO:** El mantenimiento se realizará cada tres meses durante los dos primeros años, es indispensable realizar labores culturales tales como el plateo, control de plagas y fertilización.

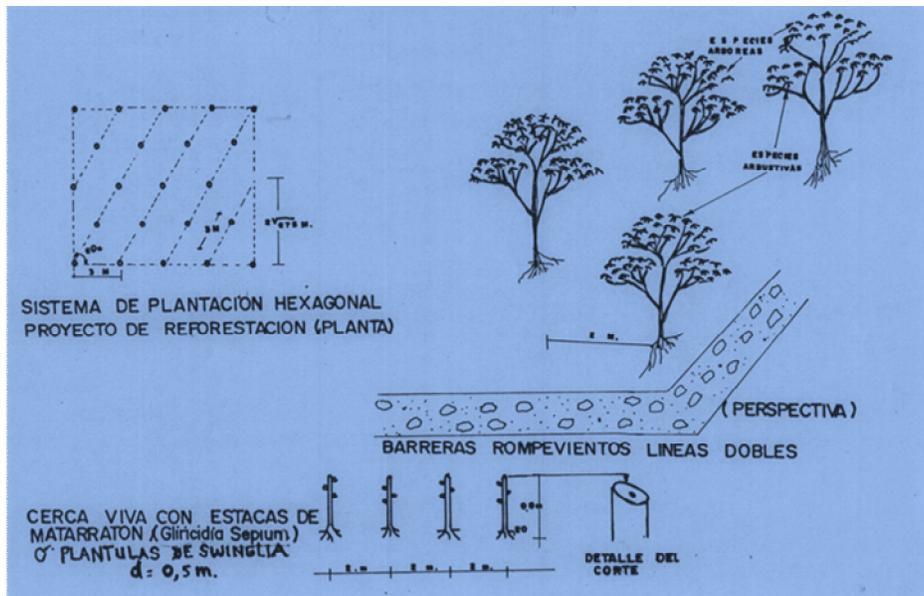
**SEGUIMIENTO Y MONITOREO:** Debe hacerse semestralmente y consiste en constatar que la meta anual se ha cumplido y que los árboles menores de 2 años reciben el mantenimiento requerido.

**CUANTIFICACION Y COSTOS:** El valor total del proyecto es por la suma de \$1290.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos unitarios.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
Mano de obra	Jornal	6	25.000	150.000
Matarraton y Swinglia	Árbol	1800	300	540.000
Mantenimiento año (Incluye plateo, fertilización y control de plagas)	GI			600.000
<b>TOTAL</b>				

				1290.000
<b>FICHA No.</b>	<b>9</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES FLORA</b>	
		<b>SUBPROGRAMA</b>		
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>ESTABLECIMIENTO DE CERCAS VIVAS</b>		
<b>OBJETIVO</b>	Mitigar el impacto paisajístico por la apertura de las vías internas existentes. Mitigar el ruido y la emisión de material particulado a áreas vecinas a las vías internas			
<b>ETAPA:</b> Explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Apertura de vías internas desde hace más de 10 años			
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Mitigación y compensación			
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	Reforestación, sistema de trazo lineal			
<b>DISEÑO</b>				
<p>Consiste en el establecimiento de árboles en el área forestal protectora del río Coello en líneas paralelas cordón remanente de bosque natural intervenido.</p> <p><b>Selecciones de especies a plantar:</b> Se seleccionaron especies que cumplen con las especificaciones necesarias para garantizar el objetivo perseguido por el proyecto y que, además se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la zona; estas especies son el Matarraton (<i>Gliricida sepium</i>) y Limón Swingla.</p> <p><b>Especificaciones del material vegetal:</b> Las plántulas deberán tener una altura que oscile entre los 0.25 y 0.40 m, serán de fuste recto y se encontrarán en buen estado fitosanitario, este material será adquirido en los viveros de la zona.</p> <p><b>Trazado:</b> El sistema de plantación es lineal., en aquellos tramos que carezcan de árboles, con separación entre plántulas de 0.30 m para el Limos Swingla y 5 m para el Matarraton.</p> <p><b>Plateo:</b> Una vez se ha concluido el trazado, se procede a realizar el plateo, el cual consiste en eliminar toda la vegetación existente en una área circular de un metro de diámetro para evitar la competencia por luz y nutrientes entre los arboles a sembrar y la maleza.</p> <p><b>Control de plagas:</b> Con el fin de garantizar la permanencia de los árboles, será necesario revisar permanentemente el estado sanitario de los mismos, para hacer los controles que se requieren de acuerdo a la presencia de la plaga, especialmente de ataques de hormiga arriera que al ser encontrada debe aplicársele volatón en los nidos con insufladora.</p> <p><b>Plantación:</b> La plantación se realizara al inicio de las épocas de lluvia, por el sistema de cespedón o "pan de tierra". Previo el retiro de la bolsa, se procederá a colocar el árbol en el centro del hoyo de tal forma que el borde superior del cespedón quede a ras con el terreno y el árbol quede perfectamente vertical.</p> <p><b>Fertilización:</b> Una vez sembrados los árboles, se aplicaran fertilizantes en corono a cada árbol, a una distancia de 15 cm del eje del mismo y a una profundidad de 5 cm tapándolo con la tierra removida. Se aplicarán 50 g por planta de triple 15.</p>				
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Paralelo a las vías internas existentes y perimetralmente al minirrelleno sanitario si se opta por la construcción de éste para el manejo de residuos sólidos domésticos.				

<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia				
<b>PERSONAL REQUERIDA</b> 2 Obreros				
<b>MANTENIMIENTO:</b> El mantenimiento se realizará cada tres meses durante los dos primeros años, es indispensable realizar labores culturales tales como el ploteo, control de plagas y fertilización.				
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe hacerse semestralmente y consiste en constatar que la meta anual se ha cumplido y que los árboles menores de 2 años reciben el mantenimiento requerido.				
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> El valor total del proyecto es por la suma de \$610.000, tal como se desprende del siguiente análisis de costos unitarios.				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$/2012)	VALOR TOTAL (\$/2012)
Mano de obra	Jornal	5	25.000	100.000
Matarraton y Swinglia	Árbol	800	300	240.000
Mantenimiento año (Incluye ploteo, fertilización y control de plagas)	GI			250.000
<b>TOTAL</b>				<b>610.000</b>



<b>FICHA No.</b>	<b>10</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES FAUNA</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACION DE LA FAUNA Y LA FLORA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Mitigar el impacto sobre la fauna		
<b>ETAPA:</b> Montaje y explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Ruido y polvo generado por el proyecto y afectación de coberturas de tipo protector desde hace más de 40 años		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Mitigación		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	No estructurales		
<b>DISEÑO</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer una zona boscosa alrededor del río con vegetación nativa la cual se corresponderá con una franja protectora.</li> <li>Promover la conservación de los bosques existentes en la zona de influencia directa del proyecto, así como estimular o fomentar el establecimiento de nuevos bosques en esta misma área.</li> <li>Realizar campañas de educación sobre la conservación de la fauna y flora, especialmente campañas dirigidas al personal que trabajara en el proyecto.</li> <li>Ejercer control y vigilancia en toda la zona del proyecto de actividades que puedan perjudicar la fauna, tales como caza, quemas.</li> </ul>			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Medida no estructural.			
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Acorde con el cronograma establecido en la ficha 8 y programación de talleres dentro del plan de gestión ambiental			
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia			
<b>PERSONAL REQUERIDO</b> Profesional extensionista			
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Debe efectuarse el registro fotográfico de los eventos de educación ambiental no formal que se programen.			
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> Ver ficha de educación ecológica y ambiental.			

<b>FICHA No.</b>	<b>11</b>	<b>PROGRAMA</b>	<b>RECURSOS NATURALES FAUNA</b>
		<b>SUBPROGRAMA</b>	
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>		<b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACION DE LA FAUNA Y LA FLORA</b>	
<b>OBJETIVO</b>	Mitigar el impacto sobre la fauna y el aire		
<b>ETAPA:</b> Montaje y explotación	<b>CAUSA DEL IMPACTO:</b> Operación de la retroexcavadora y volquetas.		
<b>TIPO DE MEDIDA</b>	Mitigación		
<b>TECNOLOGIAS UTILIZADAS</b>	No estructurales		
<b>DISEÑO</b>			
El ruido se controla mediante el mantenimiento oportuno de los equipos y evitando que coincidan en los frentes más de 3 volquetas. L retroexcavadora debe contar con silenciadores.			
El aire se ve afectado por emisión de gases de combustión a la atmosfera por la operación de la retroexcavadora y las volquetas. Las emisiones se controlan mediante el mantenimiento de estos equipos, principalmente su sincronización.			
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Medida no estructural.			
<b>CRONOGRAMA DE EJECUCION:</b> Permanente			
<b>RESPONSABLE DE LA EJECUCION:</b> Beneficiario de la Licencia			
<b>PERSONAL REQUERIDO:</b> Personal externo			
<b>SEGUIMIENTO Y MONITOREO:</b> Verificar por percepción sensorial que los niveles de gases y ruido o excedan a lo normal.			
<b>CUANTIFICACION Y COSTOS:</b> No operacionales.			

## 8.2.2.2 PROGRAMA SOCIAL

### 8.2.2.2.1 PROYECTO PARTICIPACION EN OBRAS DE INTERES COMUNITARIO

El titular de la licencia minera, de acuerdo a sus posibilidades atenderá las solicitudes de materiales y maquinaria que realice la administración municipal y las Juntas de Acción Comunal Vereda La Morena para el desarrollo de obra de interés general, prestando especial atención a obras de adecuación vial.

Con el propósito de dejar constancia de la ejecución de este tipo de acciones y evitar su desvío, se ha establecido el siguiente procedimiento a seguir por parte de

las alcaldías municipales o las organizaciones comunitarias para acceder a los beneficios de este proyecto:

- Solicitud escrita especificando el tipo de servicio o material, así como el tiempo o cantidad, destino y número de beneficiarios directos.
- Aprobación verbal o escrita por parte del titular de la licencia minera, de acuerdo a las posibilidades.
- Prestación del servicio o suministro de los materiales. En caso de tratarse de préstamo de maquinaria a los municipios de Coello o Espinal, la Alcaldía de hará cargo del combustible y la alimentación del conductor.

## **9. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

**9.1 Monitoreo y seguimiento ambiental.** Aunque éstas son actividades que le corresponden a la entidad de control ambiental, en este caso **CORTOLIMA**, el titular minero deberá operar según las pautas fijadas por las entidades mineras y ambientales, manteniendo de esta manera una operación económicamente viable.

Se considera necesario efectuar un seguimiento periódico con el propósito de confirmar las medidas para amortiguar los impactos y evaluar la efectividad que han tenido las obras ejecutadas en lo que respecta a la recuperación y/o mejoramiento de los diferentes componentes del sistema, con miras a mantener dichas acciones, ajustarlas, intensificarlas o cambiarlas por otras de mayor eficiencia.

El monitoreo deberá estar dirigido principalmente a las áreas de operación del proyecto, tales como los sectores de explotación, a los sitios de acopio de materiales, a los espacios ocupados por las vías, la infraestructura y su área de influencia, y al cumplimiento de las normas de higiene y seguridad industrial para la prevención de accidentes.

Aunque en cada uno de los programas del Plan de Manejo Ambiental se estipula el seguimiento, control y monitoreo, en la Tabla 9.1 se presenta, a manera de resumen, el programa de monitoreo ambiental, teniendo en cuenta los indicadores de seguimiento y monitoreo señalados para cada recurso.

Al respecto vale señalar que, además del titular como responsable directo, se tienen entidades que deben contribuir a que estas labores se cumplan, tales como la Alcaldía de Espinal, a través de la **UMATA**, Personería y Secretaría de Planeación; la Corporación Autónoma Regional del Tolima, **CORTOLIMA**, como autoridad ambiental; **INGEOMINAS**, como entidad otorgante del Título Minero, y la comunidad beneficiada con la operación del proyecto.

**Tabla 9.1. Resumen del Programa de Monitoreo.**

RECURSO	COMPONENTE	PARÁMETRO	FRECUENCIA
Hídrico	-Agua escurrentía	-Revisión de cunetas y obras civil	-Trimestral
		-Revisión de zona de combustibles	- Mensual
Atmosférico	-Calidad del aire	-Revisión vías	-Trimestral
Suelo	-Estériles	-Revisión de patios de acopio	-Trimestral
	-Residuos sólidos (basuras)	-Revisión canecas	- Diario
Vegetación	-Áreas de protección	-Revisión áreas de conservación	- Trimestral
	-Reforestación	-Revisión obras paisajísticas	- Trimestral
Paisaje	-Manejo integral paisaje	-Observación y revisión obras paisajísticas	- Trimestral
Social	-Capacitación	-Revisión registro avance ejecuciones	- Semestral
	-Participación comunitaria	-Revisión registro avance ejecuciones	- Semestral
		-Revisión registro donaciones	- Semestral
	-Vinculación desarrollo regional	-Revisión dotaciones	- Semestral
	-Higiene y seguridad minera		- Semestral

**9.2 Interventoría Ambiental.** La interventoría ambiental debe realizarla un ente de carácter natural o jurídico, que tenga experiencia en evaluación de impacto ambiental de proyectos de explotación minera y/o que esté conformado o haga parte de ella un grupo interdisciplinario de profesionales que realicen esta labor.

En este caso se propone alguna de las empresas legalmente constituidas existentes en la ciudad de Ibagué, la mayoría de las cuales cuenta con personal idóneo para este tipo de interventoría.

### **9.2.1 Funciones y obligaciones**

- Que se cumpla con las obligaciones de la licencia ambiental y se ejecute el Plan de Manejo Ambiental en su totalidad.
- Que tenga suficientes conocimientos técnicos para corregir los posibles impactos e imprevistos que se puedan presentar.
- Que evalúe si las medidas de control y seguimiento ambiental son ordenadas.
- Que verdaderamente se cumpla con la función de interventoría, realizando visitas periódicas al área del proyecto.
- Que entregue informe semestral al ente encargado de conceder la autorización ambiental, en este caso **CORTOLIMA**, sobre la ejecución de las obras y medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.
- Recoger, analizar e incorporar las recomendaciones y expectativas de las instituciones y comunidades involucradas en la ejecución de los programas y planes propuestos.

**9.2.2 Costos de la interventoría ambiental.** La Interventoría Ambiental será ejecutada por un Ingeniero Ambiental o Profesional Especializado o Grupo Interdisciplinario de Profesionales de la empresa seleccionada, quienes deberán tener conocimientos en materia ambiental acerca de proyectos de explotación y beneficio de minerales y quienes deberán articular los programas del Plan de Manejo Ambiental con los objetivos del proyecto, con el fin de asegurar su correcta ejecución y operación.

El profesional o profesionales en mención participarán en las actividades de ejecución y operación del proyecto de manera que las obras propuestas en el Plan de Manejo Ambiental se ejecuten adecuada y oportunamente.

Este profesional o grupo interdisciplinario trabajará medio tiempo durante la operación del proyecto, a un costo de \$400.000 mensuales, para un costo total por año de \$4.800.000, con presentación de información semestral.

## **10. PLAN DE CONTINGENCIA**

El Plan de Contingencia a implementar durante las etapas del proyecto de explotación de gravas y arenas, contiene los métodos que deben seguirse para controlar y, al mismo tiempo, minimizar los posibles daños que se puedan causar por fallas o riesgos eventuales en vidas humanas y en los recursos naturales durante el desarrollo del proyecto.

**10.1 Objetivos.** Con el Plan de Contingencia se pretende generalmente presentar los lineamientos, estrategias y procedimientos operativos e información general que en el caso de ocurrencia de una emergencia permitan su atención de manera oportuna.

Específicamente se busca proporcionar al personal las bases para la toma de decisiones, con el fin de entender de una manera efectiva las contingencias que se deriven de las actividades de explotación, disminuir los riesgos por accidentes en vidas humanas, al igual que minimizar problemas de tipo económico, legal y social que puedan originarse por emergencias.

## **10.2 Alcances del Plan de Contingencia.**

- Determinación de áreas sensibles.
- Análisis de riesgos.
- Procedimientos operativos a utilizar.
- Responsable del Plan de Contingencia.
- Personal y equipo necesarios.
- Información sobre apoyo logístico y técnico.
- Costos del Plan

**10.2.1 Determinación de áreas sensibles.** Durante el tiempo de ejecución del proyecto pueden presentarse algunos tipos de accidentes en las áreas de operación, los cuales están ligados a las siguientes acciones:

- Extracción de materiales.
- Acopio de materiales en los respectivos patios.
- Mal uso de herramientas.

- Descuido en el manejo de los equipos y maquinaria.
- Incumplimiento en el uso obligatorio de los implementos de seguridad industrial.
- Incendios forestales o por derramamiento accidental de combustibles.
- Accidentes en las vías de acceso y en las áreas de explotación de materiales por no acatar la señalización.

**10.2.2 Análisis de riesgos.** La afectación depende del carácter del suceso y de las diferentes condiciones en que se trabaje. El personal operativo eventualmente estará expuesto a accidentes en los procesos de arranque, cargue y descargue de los materiales, por falta de previsión y descuido, al igual que por falta de capacitación en el manejo de implementos y maquinaria.

La presentación de accidentes por el mal uso de herramientas e implementos por parte de los trabajadores puede originarse también por falta de previsión o pericia del mismo personal, y por olvidar el uso de los equipos mínimos de seguridad industrial.

Los incendios en las áreas de operación de la maquinaria pueden generarse por descuido en el mantenimiento de la misma, dando lugar a derrames accidentales de combustibles. Igualmente, pueden presentarse incendios forestales en épocas de verano, debido a que los rastrojos y pastizales se secan por falta de agua lluvia, por lo cual se debe tener precaución de no arrojar colillas de cigarrillos ni efectuar fogatas.

Sobre las vías de acceso pueden presentarse accidentes que involucren tanto a trabajadores como a visitantes, debido a no acatar la información contenida en las vallas de señalización.

Como en todo proyecto, existen también riesgos naturales no previsibles, tales como fenómenos naturales, ajenos a las actividades del proyecto, como es el caso de terremotos e inundaciones.

No obstante los riesgos enumerados, puede afirmarse que la posibilidad de sucesos accidentales es mínima si se opera dentro del marco de las condiciones de seguridad industrial planteadas en el ítem correspondiente.

**10.2.3 Proceso operativo.** El plan de acción y la toma de decisiones es una herramienta que facilita el manejo de una contingencia y da los lineamientos sobre las acciones a seguir en caso de un evento natural o provocado.

Al presentarse un evento adverso, el administrador de la mina deberá reportar al Titular Minero y a la interventoría ambiental el insuceso para que se evalúe la situación. A partir del análisis de las prioridades de protección se determinará si es necesario o no activar el Plan de Contingencia. De ser necesaria su activación, se establecerán los recursos adicionales requeridos (humanos y equipos) para atender dicha contingencia, y en coordinación con la interventoría ambiental se efectuará un seguimiento y una evaluación de las labores a seguir.

Una vez atendida y finalizada la contingencia, se deberá efectuar una evaluación de daños y de compensaciones, e igualmente del Plan de Contingencia. Así mismo, se determinarán las responsabilidades sobre el tipo de contingencia y su compensación.

**10.2.4 Responsable del Plan de Contingencia.** El titular y beneficiario será el encargado de las operaciones de reporte, de atención inmediata y de suministrar los primeros auxilios, como también de garantizar la capacitación de los trabajadores en lo que respecta a la prevención y atención de accidentes, para que en caso tal actúen como una brigada de apoyo y atención de emergencias.

La administración, el cumplimiento y la toma de decisiones durante las emergencias, será de responsabilidad directa del beneficiario, así como también será responsable del suministro del equipo necesario para atender dichas eventualidades.

Como consecuencia de lo anterior, se hace necesario que el titular y/o el administrador de la mina conozcan los sistemas de comunicación existentes dentro de la obra, cuenten con equipos de movilización de personal y equipo de trabajo, y también con inventarios del apoyo local sobre infraestructura de servicios de salud, Policía, Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, INGEOMINAS, etc.

**10.2.5 Equipo requerido.** Como mínimo se debe contar con el siguiente equipo:

- Botiquín de primeros auxilios.
- Camilla.
- Extintores.
- Vehículo disponible para transporte.
- Equipo de comunicaciones (teléfono fijo o celular).

**10.2.6 Apoyo logístico.** El listado de las diferentes entidades que en el caso de ocurrencia de una emergencia puedan prestar el apoyo logístico, técnico y profesional es el siguiente: Cruz Roja, Bomberos Voluntarios, Policía Nacional, Ejército Nacional, **INGEOMINAS** y Comité Local de Emergencias.

**10.2.7 Costos del Plan de Contingencia.** Los costos de este Plan ascienden a la suma de \$500.000, discriminados de la siguiente manera,

Charlas de capacitación (dos por año)	\$ 250.000
Mantenimiento Anual (botiquín, extintores, etc.)	250.000
TOTAL	\$ 500.000

### **10.3 ANÁLISIS DE RIESGOS**

#### **10.3.1 RIESGOS NATURALES**

##### **10.3.1.1 CRECIDAS**

Solamente se laborará en épocas de aguas bajas, sin embargo todos los días antes de iniciar operaciones, el jefe de la mina se informará ante el CRET en Ibagué, sobre la posibilidad de represamientos en la cuenca superior del río Coello o la ocurrencia de eventos pluviales fuertes que pueden originar una crecida.

Aunque solamente se labora en épocas de aguas mínimas existe una baja probabilidad que se presente un incremento repentino de caudal que ponga en peligro al operador de la retroexcavadora y al conductor de la volqueta de turno en cargue.

Todos los días antes de iniciar operaciones, el jefe de la mina se informara ante el CRET en Ibagué, sobre la probabilidad de represamientos en la cuenca superior del río Coello o la ocurrencia de eventos pluviales fuertes que puedan originar una crecida. Con base en esta información y solo cuando no exista riesgo ordenara el ingreso de personal y maquinaria al río.

En caso de que la maquinaria o vehículos sean arrastrados por la corriente, el conductor y acompañantes deben abandonarlo y esperar que pase la crecida para proceder al rescate de los automotores implicados.

### 10.3.1.2 ACCIDENTES DE TRABAJO

Se pueden presentar accidentes de trabajo con consecuencias moderadas a graves (cortaduras, contusiones, fracturas, cercenamiento e incluso la muerte). Dentro de las medidas preventivas se encuentran el utilizar personal experimentado en los trabajos a ejecutar y utilizar elementos de protección personal como guantes, cascos y botas, principalmente.

Aunque el sistema de explotación es una de los más seguros, se pueden presentar accidentes de trabajo con consecuencias moderadas a graves, especialmente las relacionadas con la presentación imprevista de derrumbes, contusiones por la caída de materiales de la cuchara de la retroexcavadora, golpes con la cuchara de la retroexcavadora y arrollamiento, principalmente.

Dentro de las medidas preventivas se encuentran el delimitar y señalizar el área de riesgo, impidiendo el ingreso de personas ajenas a la explotación, durante la realización de la operación de arranque y utilizar elementos de protección personal como cascos y otras, principalmente. La reducción más efectiva de este tipo de accidentes se logra prestando especial cuidado que la retroexcavadora y el buldócer sean operadas por personal experimentado y que estos equipos cuenten con sistemas de alerta cuando van en retroceso.

En caso de presentarse accidentes se procederá así:

- El operario de la retroexcavadora informará por radioteléfono o celular a la administración de la mina.
- El administrador enviará un vehículo dotado con botiquín de primeros auxilios, camilla y tanque de oxígeno. El conductor de este vehículo, debe tener los conocimientos mínimos para prestar estos primeros auxilios, en caso contrario debe desplazarse al sitio con una persona que sí los posea.
- Se prestará los primeros auxilios al herido: torniquetes, asepsia, reanimación y con ayuda del operario de la retroexcavadora subirán el herido a la camilla y al carro para su desplazamiento hasta el hospital de Espinal, de acuerdo a la gravedad evidente.
- El operario de la retroexcavadora se dirigirá inmediatamente a las oficinas de la administración donde rendirá el informe del accidente, el cual será tomado por la secretaria. Es muy importante anotar las circunstancias en que ocurrió el accidente: hora y sitio; las causas del mismo y los tiempos que demandaron cada uno de los pasos de la acción de contingencia: cuanto se tardó en reportar, cuanto se tardó el vehículo en arribar al sitio, cuánto tiempo demandó la prestación de primeros auxilios y hora exacta en que partió el vehículo hacia el hospital.
- Una vez conocido el informe, la secretaria llamará a titular de la licencia minera, dándole a conocer el contenido del mismo.

- Inmediatamente la secretaria dará aviso a los familiares del herido sobre el accidente y sitio de remisión.
- A la mayor brevedad posible, el administrador de la mina se desplazará al hospital donde estará atento sobre el estado del herido y los requerimientos para su atención: depósitos de dinero, consecución de medicamentos, consecución de donantes de sangre u otro. En ese momento toda la logística de la mina se pone a disposición para la atención de la contingencia.

La totalidad de los trabajadores de la mina gozarán de los beneficios de seguridad social establecidos por la Ley, por lo que los costos de la atención hospitalaria estarán a cargo de la aseguradora

### **10.3.1.3 ACCIDENTES DE TRANSITO**

El sitio de mayor riesgo en la entrada y salida de vehículos del área de trabajo por la que debe efectuarse señalización, mediante la colocación de avisos de prevención.

Los sitios de mayor riesgo son las salidas y entradas de volquetas, por lo tanto debe efectuarse la señalización mediante la colocación de avisos de prevención "TRANSITE CON CUIDADO, A 100 METROS SALIDA DE VOLQUETAS".

Para disminuir el riesgo de accidentes por fallas mecánicas, se efectuará el mantenimiento continuo de los vehículos y maquinaria. Además se contrataran conductores responsables y experimentados en la operación de vehículos pesados.

La velocidad máxima que se permitirá es de 50 Km/h. En caso de presentarse un accidente se procederá de manera similar para los accidentes de trabajo. En este caso el reporte estará a cargo de la primera persona que se percate del accidente.

Deben construirse resaltos.

### **10.3.1.4 ESCAPES DE LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES**

En caso de presentarse derrames por fugas imprevistas de la retroexcavadora o las volquetas, se instruirá al jefe de mina y operarios para que sin que medie autorización alguna, ordene el retiro inmediato de la maquina o el vehículo que presente fugas.

Como medida preventiva el jefe de mina inspeccionara previamente cada uno de los vehículos que deban ingresar al río o a las playas para verificar que no se presenten fugas de combustibles o lubricantes.

Por ningún motivo se permitirá el tanqueo de la retroexcavadora dentro del cauce del río o el cambio de lubricantes, como tampoco el lavado de vehículos.

#### **10.3.1.5 AMENAZA DEL VOLCÁN CERRO MACHÍN**

De otra parte, el registro geológico observado en el territorio municipal y las consideraciones de Cepeda y otros (1996), Thouret and others (1995) y Núñez (1999), permiten afirmar que el valle del río Coello es un área expuesta a amenaza proveniente del Volcán Cerro Machín y que esta amenaza se origina en el tránsito seguro de flujos de lodo o lahares que arrasan y destruyen cuanto encuentran en su camino, inutilizando la tierra por algunos cuantos años. Se considera que el nivel de amenaza es alto, porque este río es la única vía para el descenso de estos flujos, sin que aún se pueda precisar detalladamente la zona que podría resultar afectada en caso de una erupción. Esperando los datos que están siendo procesados por INGEOMINAS se delimita, en forma preliminar, la zona próxima al río Coello. Esta área deberá ser definida totalmente cuando se tenga el mapa final de amenaza volcánica del Cerro Machín, que elabora en la actualidad INGEOMINAS.

Al igual que para los “lahares” originados por erupción del Nevado del Tolima, los resultantes de eventos eruptivos del Cerro Machín ocasionarían arrasamiento de estructuras y cultivos en las zonas afectadas, al igual que pérdida de semovientes, lesiones personales y muerte de personas si las áreas amenazadas no han sido evacuadas previamente.

Dependiendo de la magnitud de los flujos de lodo que se generen durante eventos eruptivos volcánicos o con posterioridad por el lavado del material piroclástico acumulado en las laderas del volcán y en las zonas próximas a él, el río Magdalena podría ser temporalmente represado, generándose una inundación que agravaría la situación. Esta posibilidad deberá ser analizada una vez se conozca el mapa de amenaza volcánica que elabora INGEOMINAS, para preparar los planes de emergencia y contingencia pertinentes.

#### **10.3.1.6 INCENDIOS**

Los medios de prevención de incendios abarcan una o más de las siguientes técnicas o principios:

- Eliminación de las fuentes de ignición
- Eliminación del aire
- Mantenimiento de líquidos en recipientes o sistemas cerrados
- Ventilación para impedir la acumulación de vapores dentro de los límites de la inflamabilidad.

Las principales fuentes de ignición de los líquidos inflamables son las mismas llamas, superficiales calientes, chispas eléctricas o de fricción y compresión adiabática.

*Llamas:* constituyen una fuente segura de ignición, para las mezclas de vapores inflamables y aire que se encuentren dentro de sus márgenes de inflamabilidad. Una vez iniciada la ignición el calor irradiado por los vapores, continúa el proceso de ignición.

*Chispas eléctricas, estáticas y de fricción:* Las chispas deben tener suficiente energía para poder dar ignición a una determinada mezcla de vapores inflamables y aire.

La temperatura de las chispas producidas por instalaciones eléctricas comerciales es superior a las de las llamas.

Las chispas de fricción pueden no llegar a producir inflamación de la mezcla, debido a su corta duración.

*Superficies calientes:* Pueden convertirse en fuentes de ignición siempre y cuando tengan la dimensión y temperatura suficientes.

*Compresión adiabática:* Es la misma que se presenta por compresión en los motores diesel. La ventilación tiene importancia primordial para impedir la acumulación de vapores inflamables; en procesos industriales en que intervienen líquidos inflamables los equipos como compresores, plantas eléctricas, etc., deben estar situados a campo abierto, para reducir la posibilidad de incendio creado por escape o acumulación de gases inflamables.

La gasolina produce vapores más pesados que el aire, por lo que tiende a situarse cerca del suelo o en pozos o depresiones. Tales vapores pueden desplazarse a distancias grandes por el suelo o el terreno y entran en ignición en algún punto alejado, retrocediendo luego las llamas al punto de emanación.

### **Medidas preventivas:**

- Prohibir a los empleados mantener fósforos, encendedores a gas y prohibir fumar en zonas de riesgo y recintos cerrados.
- Los empleados no deben usar calzado que tengan carramplones, clavos de herrar o puntillas en las suelas.
- Antes de iniciar el descargue del combustible en el cobertizo deben colocarse los avisos que comunican que se está realizando dicha labor.
- Se debe disponer un extinguidor colocado en el exterior de la malla del depósito de combustibles.
- La retroexcavadora, el cargador y las volquetas deben contar con extintores.
- Se deben señalar las rutas de evacuación.
- Establecer la señal de alarma de evacuación por riesgo de explosión o incendio. Puede ser un pito, un timbre o una sirena.
- Todo el personal de la estación debe conocer el Plan de contingencia y su papel específico dentro del mismo y deben saber manejar los extinguidores. Se deben efectuar simulacros de la ocurrencia del siniestro.

Una vez se presente el incendio si es posible se intenta apagar el fuego. De lo contrario se llama a los bomberos.

Posteriormente se procede a alejar los vehículos y maquinaria cercanos a la zona afectada.

Una vez lleguen los bomberos, se deja el control a cargo de los mismos y se le colabora hasta extinguir el fuego.

Sofocado el incendio se acordona la zona afectada durante el tiempo que dure la investigación.

### **Medidas post-emergencia:**

- Hacer recuento del personal para ver si hay desaparecidos.
- Atender al personal afectado si lo hay.
- Hacer inventario de los elementos utilizados para ordenar su reposición inmediata.
- Recargar todo el equipo contra incendios utilizado.
- Reunión con el personal para revisar el operativo y corregir errores o confirmarlo.

**11. PLAN DE RECUPERACIÓN O ABANDONO (Ficha de Manejo Específico CME 07-25).** Teniendo en cuenta la vida útil del proyecto, en este caso la duración del Contrato de Concesión (30 años), y que las perspectivas de mercado del material son amplias, el carácter del proyecto no es de tipo temporal.

No obstante lo anterior, la legislación ambiental exige un Plan de Recuperación o Abandono del área afectada por el proyecto, el cual, para nuestro caso, comprende una secuencia de pasos de recuperación, la mayoría de los cuales se contemplan en cada una de las actividades a adelantar en desarrollo del proyecto minero y su Plan de Manejo Ambiental. De todas maneras, se considera que para este caso, dicho Plan debe conformarse de la siguiente manera:

-Protección de las aguas superficiales para impedir su contacto con los restos de materiales que pudieran permanecer tras la culminación de las actividades.

-En cuanto a la infraestructura, tal como campamentos, vías de acceso, etc., ésta lógicamente se dejará para beneficio de los propietarios de los predios afectados.

Este Plan de Abandono se basa en el conocimiento que se tiene de los diferentes componentes del medio natural analizados en el Plan de Manejo Ambiental, entre ellos el socioeconómico y cultural, de tal manera que no afecte e imponga cambios drásticos en los patrones del uso del suelo, además de que no genera costos adicionales.

## **12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

En la Tabla 12.1 se presenta el cronograma de ejecución de las actividades del Plan de Manejo Ambiental, teniendo presente que varias de las actividades programadas solamente se ejecutarán en el primer año, siendo los siguientes de mantenimiento.

**TABLA 12.1 Cronograma de actividades PMA**

TIEMPO (AÑOS)	1	2	3	4	5
ACTIVIDAD.					
1. Programas de manejo recursos naturales-AGUA. 1.1 Proyecto: Manejo de material de descapote	X X X X				
2. Programa manejo de recursos naturales 2.1 Proyecto: Construcción de cunetas de sedimentación	X X X X	X X X X			
3. Programa manejo de recursos naturales 3.1 Proyecto: <b>CONSTRUCCION DE TRAMPAS DE GRASAS .</b>	X X X X	X X X X			
4. Programa manejo de recursos naturales 4.1 Proyecto; Medidas no estructurales para el control de la contaminación hídrica	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	X X X X
5. Programa manejo de recursos naturales 5.1 Proyecto: <b>MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	X X X X	X X X X	X X X X	X X X x	X X X X
6. Programa manejo de recursos naturales 6.1 Proyecto: <b>CONTROL DE EROSION</b>	X X X X	X X X X	X X X X	X X X x	X X X X

7. Programa manejo de recursos naturales	X X X	X X X			
7.1 Proyecto: <b>REFORESTACION PROTECTORA</b>	X	X			
8. Programa manejo de recursos naturales	X X X	X X X			
8.1 Proyecto: <b>REFORESTACION PROTECTORA</b>	X	X			
9. Programa manejo de recursos naturales	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X X
9.1 Proyecto: <b>ESTABLECIMIENTO DE CERCAS VIVAS</b>	X	X	X	x	
10. Programa manejo de recursos naturales	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X X
10.1 Proyecto: <b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACION DE LA FAUNA Y LA FLORA</b>	X	X	X	x	
11. Programa manejo de recursos naturales	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X X
11.1 Proyecto: <b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACION DE LA FAUNA Y LA FLORA</b>	X	X	X	x	
PLAN DE CONTINGENCIA	X X X	X X X	X X X	X X X	X X X X
	X	X	X	x	
. Interventoría Ambiental	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X

### 13. COSTOS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En la Tabla 13.1 se presentan de manera detallada los costos del Plan de Manejo Ambiental estimados durante el primer año para un buen funcionamiento del proyecto de explotación de gravas y arenas.

**Tabla 13.1. COSTOS PMA**

ACTIVIDAD.	COSTOS \$
1. Programas de manejo recursos naturales-AGUA.	1.150.000
1.2 Proyecto: Manejo de material de descapote	
2. Programa manejo de recursos naturales AGUA.	950.000
2.1 Proyecto: CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS DE SEDIMENTACIÓN	
3. Programa manejo de recursos naturales AGUA.	231.000
3.1 Proyecto: <b>CONSTRUCCION DE TRAMPAS DE GRASA .</b>	
4. Programa manejo de recursos naturales AGUA.	100.000
4.1 Proyecto; <b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA</b>	
5. Programa manejo de recursos naturales suelo	4.520.000
5.1 Proyecto: <b>MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</b>	
6. Programa manejo de recursos naturales suelo	3.910.000
6.1 Proyecto: <b>CONTROL DE EROSION</b>	
7. Programa manejo de recursos naturales flora	1.125.000
7.1 Proyecto: <b>REFORESTACION PROTECTORA</b>	
8. Programa manejo de recursos naturales flora	1.290.000
8.1 Proyecto: <b>REFORESTACION PROTECTORA</b>	
9. Programa manejo de recursos naturales flora	610.000
9.1 Proyecto: <b>ESTABLECIMIENTO DE CERCAS VIVAS</b>	
10. Programa manejo de recursos naturales fauna-flora	sv
10.1 Proyecto: <b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACION DE LA FAUNA Y LA FLORA</b>	
11. Programa manejo de recursos naturales fauna	s.v
11.1 Proyecto: <b>MEDIDAS NO ESTRUCTURALES PARA LA CONSERVACION</b>	

<b>DE LA FAUNA Y LA FLORA</b>	
<b>PLAN DE CONTINGENCIA</b>	500.000
<b>. INTERVENTORÍA AMBIENTAL</b>	4.8000.000
<b>TOTAL</b>	\$19.186.000

### ANEXO FOTOGRAFICO



**FOTO 1:** Vista general del sector a explotar en el río Coello



**FOTO 2:** Vista general del sector a explotar en el río Coello



**FOTO 3:** Vista general Quebrada La Morena



**FOTO 4:** Vegetación ribereña



**FOTO 5:** Zona a explotar en el río Coello



**FOTO 6:** Zona a explotar en el río Coello



**FOTO 7:** Zona a utilizar para patio de acopio