

**LINEA BASE AMBIENTAL PARA UN PROYECTO DE EXPLOTACIÓN Y  
TRASPORTE DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO  
ARIARI, FUENTEDEORO, META.**

**ALEXANDRA RODRIGUEZ ESTUPIÑAN  
NATALIA ANDREA SOLER RUIZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2015**

**LINEA BASE AMBIENTAL PARA UN PROYECTO DE EXPLOTACIÓN Y  
TRASPORTE DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO  
ARIARI, FUENTEDEORO, META.**

**ALEXANDRA RODRIGUEZ ESTUPIÑAN  
NATALIA ANDREA SOLER RUIZ**

**Monografía para optar al título de  
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**Director:  
Ing. McS Martha Cristina Forero Uzaheta**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL  
BUCARAMANGA**

**2015**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestros agradecimientos primero a Dios por concedernos poder realizar la Especialización, a nuestras familias por su apoyo moral durante la ejecución de la misma, a nuestros Jefes por permitirnos el espacio de formación profesional y a los directivos de la Especialización por su apoyo académico durante la misma.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION .....	17
2. ANTECEDENTES .....	21
2.1. MARCO TEÓRICO .....	21
2.2. MARCO LEGAL .....	24
2.3 ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL .....	32
3. METODOLOGÍA .....	35
3.1.CONSTRUCCION DE LA LINEA BASE.....	36
3.1.1. Ubicación .....	36
3.1.2 Descripción del proyecto.....	38
3.1.3 Resultados de la exploración minera .....	40
3.1.4 Geología del yacimiento.....	41
3.1.5 Métodos y Sistemas de Explotación .....	43
3.1.6 Método de explotación seleccionado .....	51
3.1.7 Operación Minera .....	54
3.1.8 Maquinaria a utilizar .....	54
3.1.9 Producción .....	56
3.1.10 Organización del Proyecto .....	56
3.1.11 Mano de Obra .....	56
3.1.12 Procedimiento Normal de Operación en la Extracción, Cargue y Transporte .....	57
3.1.13 Generación de Residuos.....	58
3.2. DESCRIPCION Y CARACTERIZACION AMBIENTAL DEL AREA DE ESTUDIO.....	59
3.2.1. Aspectos Físicos .....	59
3.2.1.1. Geología. ....	59
3.1.1.2 Geología en el área de influencia directa del proyecto (AID). ....	60

3.2.1.3 Geología Estructural .....	63
3.2.2 Geomorfología. ....	63
3.2.3 Características Morfodinámicas del Río .....	66
3.2.4. Geotecnia.....	67
3.2.4.1. Análisis de la Estabilidad .....	69
3.2.5 Climatología .....	71
3.2.5.1. Componente Hidrológico.....	74
3.2.5.2 Recurso hídrico en la zona de influencia del proyecto .....	77
3.2.5.3 Calidad del Aire.....	82
3.2.6 Aspectos Bióticos.....	82
3.2.6.1. Inventario de Biodiversidad.....	82
3.2.6.2. Análisis de la Flora del área de influencia directa del proyecto.....	84
3.2.6.3. Fauna del Área de Influencia Directa del Proyecto .....	99
3.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA .....	100
3.3.1 Recopilación de información primaria .....	100
3.4 IMPACTOS DEL PROYECTO SOBRE EL RECURSO .....	112
3.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD Y DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD .....	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	120
BIBLIOGRAFIA.....	122

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 .....	39
Tabla 2. Análisis cualitativo y cuantitativo de las alternativas de método de explotación.....	44
Tabla 3. Reservas Explotables por ampliación del cauce del río Ariari.....	49
Tabla 4 .....	55
Tabla 5. Personal a laborar en el proyecto minero según actividades Específicas.....	57
Tabla 6. Caracterización De Zonas Geotécnicamente Homogéneas. ....	67
Tabla 7. Precipitación promedio anual en estaciones cercanas al municipio de Fuentedeoro.....	72
Tabla 8. Caracterización del agua del río Ariari en el área de influencia del proyecto. ....	78
Tabla 9. Unidades Estratigráficas y su Comportamiento Hidrogeológico .....	79
Tabla 10. Composición florística del área de estudio.....	86
Tabla 11. Composición Florística.....	87
Tabla 12. Resultados obtenidos en campo.....	97
Tabla 13. Mamíferos reportados en el área de estudio.....	101
Tabla 14. Aves reportadas en el área de estudio.....	105
Tabla 15. Anfibios registrados de manera directa en los muestreos.....	110
Tabla 16. Actividades del proceso de transporte .....	113
Tabla 17. Clasificación de la probabilidad de ocurrencia de un evento.....	115
Tabla 18. Valores de probabilidad. ....	115
Tabla 19. Asignación de la gravedad de un evento .....	117
Tabla 20. Descripción de los Sitios donde pueden presentarse riesgos.....	118

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Mapa.....	40
Ilustración 2. Panorámica de los depósitos del rio Ariari, en el área de solicitud, material aluvial .....	42
Ilustración 8. Cauce del Río Ariari en el AID, del proyecto minero.....	61
Ilustración 9. Material típico encontrado el Deposito Aluvial .....	62
Ilustración 18. Madriguera de “armadillo” <i>Dasytus novemcinctus</i> .....	103
Ilustración 19. Mono titi- <i>Saimiri sciureus</i> .....	103
Ilustración 20. Ardilla – <i>Sciurus sgranatensis</i> <i>Crotophaga ani</i> .....	105
Ilustración 21. Iguana.....	105
Ilustración 23. Garza blanca ( <i>Ardea alba</i> ).....	107
Ilustración 24. <i>Columbina squammata</i> .....	107
Ilustración 25. <i>Ammodramus aurifrons</i> . .....	108
Ilustración 26. Anhinga anhinga.....	108
Ilustración 27. Siriri <i>Tyrannus Melancholicus</i> .....	109
Ilustración28. Nidos coloniales de Guapuchona o Arrendajos, <i>Psarocolius angustifrons</i> . .....	110
Ilustración 30. Rana platanera ( <i>Hipsiboas crepitans</i> ).....	112

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
Gráfica 1. Métodos y sistemas de explotación.....	43
Gráfica 2. Histograma de Precipitación media anual registrada en estaciones .....	72
Gráfica 3. Grafica de clasificación de los materiales típicos del polígono minero.	77

## **GLOSARIO**

**ACTIVIDAD IMPACTANTE:** Corresponde a aquella(s) actividad(es) o acción(es) relacionadas con la explotación de hidrocarburos, que originan eventos de cambio o modifican un estado inicial, sea natural o introducido.

**ACTIVIDADES Y ASPECTOS AMBIENTALES:** Son el conjunto de acciones que se llevan a cabo y/o se realizan en cada una de las etapas de ejecución de obras y actividades. Según la norma ISO 14000 se entiende por Aspecto Ambiental los elementos de una actividad, producto o servicio de una organización que pueden interactuar con el medio ambiente.

**AMBIENTE:** Se considera como el resultado de la interacción de los factores abióticos, bióticos, sociales, culturales, económicos y de paisaje del área donde se desarrollarán las actividades de explotación de hidrocarburos.

**COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES AMBIENTALES:** Partes en que se divide el entorno, para poder estudiarlo y evaluarlo. Para el presente documento los componentes ambientales a trabajar son: el físico, el biótico y el social.

**EFEECTO AMBIENTAL:** Se entiende como aquella alteración de un elemento del medio o de algunos de sus atributos, resultante de las actividades o acciones impactantes; es decir, es la manifestación de una actividad impactante relacionada con las actividades de desarrollo.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:** Es un instrumento para la toma de decisiones, con base en el cual se definen las correspondientes medidas de

prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos ambientales que generará el proyecto

**IMPACTO:** Es el grado de manifestación cualitativa del efecto (alteración de un factor ambiental) y se mide mediante una escala de ponderación que determina el nivel de importancia del mismo. Esta es una medida en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto.

**PERIODICIDAD:** Se refiere a la aparición o permanencia de un impacto a lo largo de un periodo de tiempo. Este criterio es importante, porque no es lo mismo un impacto que permanece en el tiempo que otro que se manifiesta esporádicamente.

**RECUPERACIÓN:** Se refiere a la posibilidad que la alteración generada sobre una de las variables socio-ambientales por una acción dada, se pueda eliminar por la ejecución de medidas de manejo ambiental

**REVERSIBILIDAD:** Se refiere a la capacidad del medio socio-ambiental para asimilar naturalmente un cambio o impacto generado por una o varias actividades del proyecto en evaluación, de forma que activa mecanismos de autodepuración o auto recuperación, sin la implementación de medidas de manejo, una vez desaparece la acción causante de la alteración.

**SIGNIFICANCIA DE UN IMPACTO:** Es una valoración que da la ponderación del impacto. Expresa la importancia de la transformación que sufre un componente ambiental en alguna de sus variables. La importancia varía de acuerdo a la actividad a desarrollar, pero también de acuerdo con las características y condiciones sociales-ambientales reinantes en el sector, así como la época climática en que se desarrollen las actividades que se están realizando.

VALORACIÓN DE IMPACTOS: Es la transformación de los cambios medidos en unidades heterogéneas de impacto, según las variables trabajadas, con base en criterios previos de calificación. El objeto de la valoración es establecer la importancia de un impacto, con base en la cual es posible determinar el tipo de medida de manejo a implementar para evitarlo, mitigarlo, controlarlo y/o compensarlo, así como establecer las prioridades para dicho manejo.

**TÍTULO:** LINEA BASE AMBIENTAL PARA UN PROYECTO DE EXPLOTACIÓN Y TRASPORTE DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN EL CAUCE DEL RÍO ARIARI, FUENTEDEORO, META.\*

**AUTORES:** ALEXANDRA RODRIGUEZ ESTUPIÑAN Y NATALIA ANDREA SOLER RUIZ.\*\*

**PALABRA CLAVES:** Línea base, material de arrastre, Licencia ambiental.

**CONTENIDO:**

La línea base ambiental desarrollada en el presente estudio, identifica las características ambientales del área de influencia del proyecto minero para la explotación de material de arrastre en el río Ariari, en el municipio de Fuente de oro, departamento del Meta, Colombia. Describe la actual situación de los aspectos bióticos y abióticos del área y valora el posible impacto generado por las actividades mineras proyectadas como herramienta básica para la elaboración posterior del Plan de Manejo Ambiental, que debe ser presentado a la autoridad ambiental regional, para plantear las actividades tendientes a minimizar huellas e impactos ambientales negativos, posteriores al cierre y abandono sobre el entorno natural inicial.

A través de las inspecciones de campo se realizaron los respectivos muestreos, mediciones y observaciones directas e indirectas; para cada uno de los componentes que conforman el medio, con el fin de identificar in situ las condiciones iniciales de la zona y los fenómenos presentes, para indicar cada aspecto del mismo y las medidas para mitigar y/o reducir su efecto durante las labores mineras. Factor importante para el levantamiento de la información lo constituyeron la información secundaria y el conocimiento de la zona por parte de los habitantes de la región en cuanto a la fauna y flora del área de influencia directa.

\* Trabajo de grado

\*\* Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Mgs. Martha Forero

**TITLE:** BASELINE ENVIRONMENTAL FOR THE EXPLOITATION AND TRANSPORTATION BUILDING MATERIALS ON THE RUNWAY ARIARI RIVER, TOWNSHIP FUENTEDEORO, META

\*

**AUTHORS:** ALEXANDRA RODRIGUEZ ESTUPIÑAN Y NATALIA ANDREA SOLER RUIZ. \*\*

**KEY WORD:** Baseline, drag material, environmental License.

The environmental baseline developed in the present study identifies the environmental characteristics of the area of influence of the mining project for the exploitation of dredged material in the Ariari River in the town of Fuente de Oro, in the department of Meta, Colombia. Describe the current situation of biotic and abiotic aspects of the area and assesses the potential impact generated by mining activities planned as a basic tool for the further development of the Environmental Management Plan, which must be submitted to the regional environmental authority, to plan activities tending to minimize fingerprints and negative, post-closure and abandonment of the initial natural environment environmental impacts.

Through field inspections respective sampling, measurement and direct and indirect observations were made; for each of the components that make up the average, in order to identify in situ the initial conditions of the area and the phenomenon present to indicate every aspect of it and measures to mitigate and / or reduce its effect during mining operations . Important for the collection of information factor is constituted secondary information and knowledge of the area by the inhabitants of the region un terms of flora and wildlife of the direct influence area.

\* Thesis

\*\* Chemical Enginner School. Enviromental Enginner Especialist. Director:Mgs Martha Forero

## INTRODUCCION

En la elaboración del presente Estudio de línea base ambiental, se caracterizan los aspectos abiótico y biótico, con base en información primaria y secundaria existente, como soporte para la realización del Estudio de Impacto y la elaboración del Plan de Manejo ambiental, para que la autoridad ambiental se pronuncie respecto a la licencia ambiental para el desarrollo de las actividades de explotación y transporte de material de Construcción en el río Ariari, Autorización Temporal PI2-12111.

El levantamiento de información primaria de los diferentes componentes ambientales del medio abiótico y biótico se desarrolla con el fin de establecer las características del área y su potencial para el desarrollo del Proyecto y la zonificación del área de influencia.

A través del estudio de la línea base se identifican y dimensionan los depósitos aluviales ubicados en el área de influencia directa de Autorización Temporal, como herramienta para que se planee un diseño minero acorde con las características morfológicas del yacimiento y la definición del uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales para la puesta en marcha del proyecto.

Con la descripción y caracterización de la oferta ambiental, en el área de influencia directa del proyecto minero, antes de la ejecución del proyecto, específicamente de los componentes ambientales que puedan ser afectados por la extracción, explotación y transporte de materiales en el cauce del río Ariari, se construye la base para desarrollar un adecuado estudio de impacto ambiental que derive en un plan de manejo ambiental que contemple las necesidades más sentidas del territorio.

Identificar las características ambientales del área de influencia del proyecto, previas a la explotación de material de arrastre, realizando la caracterización ambiental del área de influencia directa e indirecta del proyecto abarca el objetivo del trabajo.

La problemática ambiental en el planeta y en Colombia ha alcanzado niveles insospechados que no se han analizado en su total dimensión. La ONU planteaba en 1972 que “a nuestro alrededor vemos multiplicarse las pruebas del daño causado por el hombre en muchas regiones de la Tierra”<sup>1</sup>.

El concierto de las Naciones Unidas optó por la instrumentación de mecanismos legales reguladores del ambiente y los recursos naturales, hasta llegar al reconocimiento de derechos ambientales contribuyendo a configurar un marco de relaciones entre el hombre y su medio, convirtiendo al primero en sujeto titular de derechos y obligaciones ambientales.

Gran parte de la problemática ambiental que hoy aqueja al mundo se deriva de los paradigmas en torno al concepto de desarrollo. En las últimas décadas, los procesos de desarrollo se han fundamentado en la generación de excedentes a partir de la utilización y comercialización del capital natural y el aporte del capital social, sin garantizar la reposición del capital natural, ni los requerimientos mínimos de la población. Las políticas públicas nacionales ambientales que se trazan y que deben ser instrumentos orientadores para los diferentes sectores, en la mayoría de casos no pasan de ser simples documentos formales sobre los cuales no se construyen los planes nacionales de desarrollo, los planes de gestión de las entidades del Estado y, menos aún, las diferentes reformas y ajustes que se hacen del mismo.

---

<sup>1</sup> O.N.U. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, Reunida en Estocolmo del 5 al 16 de junio de 1972

Como consecuencia del incremento de la población, el crecimiento de la industria, el transporte, la construcción y la fuerte y desordenada expansión urbana, se han elevado los niveles y la intensidad de los impactos negativos ambientales sobre los diferentes ecosistemas.

El ambiente sano es un derecho fundamental para la supervivencia de la especie humana; sin embargo, la vulneración del mismo conlleva en determinados casos, al quebrantamiento de derechos constitucionales fundamentales como la vida o la salud. Por consiguiente, como lo dispuso el constituyente de 1991, el Estado debe garantizar el derecho a gozar de un ambiente sano y adoptar las medidas encaminadas a obtener el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el aseguramiento del bienestar general, a fin de evitar que se causen daños irreparables a la persona.

Recordando el enunciado del principio "ubi homo, ibi societas, ubi societas, ibi ius", el cual propugna que sin un medio ambiente adecuado no podría existir vida, sin vida no habría sociedad y sin sociedad no existiría el derecho, por consiguiente el medio ambiente se constituye como un prius para la propia existencia del hombre y de todo cuanto existe en nuestro planeta"<sup>2</sup>. Es importante preguntarse aquí hasta donde llega la función de la autoridad ambiental cuando se aplica la ley, una vez el daño se ha realizado; en contradicción con la función preventiva que debe desarrollar el Estado en materia ambiental, más si se tiene en cuenta que muchas veces los daños son irreversibles o recuperables a un muy largo plazo.

La protección del medio ambiente, es una obligación de todos los ciudadanos, porque hoy en día la gestión y protección del medio ambiente y la obligación de controlar la explotación inadecuada de los recursos, es uno de los factores que

---

<sup>2</sup> Murata, Diethel. Sobre la Naturaleza Jurídica de los Delitos Ambientales. [http://www.ecoportail.net/Temas\\_Especiales/Contaminacion/Sobre\\_la\\_Naturaleza\\_Juridica\\_de\\_los\\_Delitos\\_Ambientales](http://www.ecoportail.net/Temas_Especiales/Contaminacion/Sobre_la_Naturaleza_Juridica_de_los_Delitos_Ambientales). 2004

más pueden incidir en los costos de producción, en la generación de empleo y en la distribución de riqueza en el país.

A diario se escuchan los debates relacionados con los diagnósticos ambientales, la importancia de la defensa del derecho al ambiente sano, la necesidad de proteger los ecosistemas, la obligación constitucional de garantizar un ambiente sano, la sensibilización sobre el cambio climático, el conocimiento del entorno local ambiental y en la importancia de la presentación de proyectos ambientalmente sustentados para poder realizar una acertada participación ciudadana en la gestión pública, de ahí que el tema propuesto se justifique no solo como medio para contribuir a la aplicación de la normatividad ambiental en nuestro país, sino como un paso más dentro del proceso de fomentar la conciencia ambiental en nuestro medio.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1. MARCO TEÓRICO

La línea base contempla la descripción y caracterización de la oferta ambiental en el área de estudio antes de la ejecución del proyecto, específicamente los componentes ambientales que puedan ser afectados significativamente por la actividad minera. En el estudio de la línea base se hace énfasis en la dinámica de los sistemas natural y social, con el fin de poder identificar los efectos generados por la tendencia de comportamiento de los componentes naturales.

Según Aramburu<sup>3</sup>, la línea base es la primera medición de todos los indicadores contemplados en el diseño de un proyecto de desarrollo social y, por ende, permite conocer el valor de los indicadores al momento de iniciarse las acciones planificadas, es decir, establece el punto de partida del proyecto o intervención.

La línea base suele tener un carácter cuantitativo y puede recurrir tanto a fuentes primarias como a secundarias. Plantea el BID, que la línea base debe realizarse cuando éste se inicia; de lo contrario, no se contará con datos que permitan establecer comparaciones posteriores e indagar por los cambios ocurridos conforme el proyecto se vaya implementando<sup>4</sup>.

En los estudios de impacto ambiental se entiende por línea de base, la descripción de la situación actual, en la fecha del estudio, sin influencia de nuevas

---

<sup>3</sup> Aramburú, Carlos Eduardo (2001). «Métodos y técnicas de investigación social». Gerencia social. Diseño, monitoreo y evaluación de proyectos sociales. Lima-Perú: Universidad del Pacífico. ISBN 9972-603-32-6.

<sup>4</sup> Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (1997). Evaluación: Una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos. New York, USA: BID.

intervenciones antrópicas. Es la radiografía actual de la situación biofísica de la zona, considerando todas las variables ambientales, en el momento que se ejecuta el estudio. Se consideran todos los elementos que intervienen en un estudio de impacto ambiental (EIA), incluyendo aspectos socioeconómicos, bióticos y abióticos.

Con base en esta información se debe evaluar posteriormente, en el EIA, las implicaciones, ya sean positivas o negativas de las actividades, teniendo en cuenta diversas alternativas, aún la de no ejecutar el proyecto.

En la línea de base ambiental se caracterizará el estado de los elementos del medio ambiente considerando los atributos relevantes del área de influencia, su situación actual y, si es procedente, su posible evolución sin considerar la ejecución o modificación del proyecto o actividad. En la línea base ambiental se describirán las áreas donde puedan generarse contingencias sobre la población y/o el medio ambiente, con ocasión de la ocurrencia de fenómenos naturales, el desarrollo de actividades humanas, la ejecución o modificación del proyecto o actividad, y/o la combinación de ellos.

El Servicio de Evaluación Ambiental de Chile<sup>5</sup>, recomienda que esta descripción en la línea de base ambiental considerara, cuando corresponda, los siguientes contenidos:

La línea base ambiental del medio físico incluye la caracterización y análisis del clima, la geología, la geomorfología, la hidrogeología, la oceanografía, la limnología, la hidrología y la edafología. Asimismo, considerará niveles de ruido,

---

<sup>5</sup><http://www.sea.gob.cl/contenido/sistema-de-informacion-de-lineas-de-bases-de-los-proyectos-sometidos-al-seia>

presencia y niveles de vibraciones y luminosidad, de campos electromagnéticos y de radiación, calidad del aire y de los recursos hídricos.

Línea de Base Ambiental de clima y meteorología: Esta línea de base ambiental describe las variables climáticas y meteorológicas para un área de estudio, considerando el comportamiento de los principales parámetros en relación al clima, precipitaciones, temperatura y vientos.

Línea de base ambiental de Geología y Geomorfología: se realiza una descripción geológica del área de emplazamiento de un proyecto, considerando aspectos relevantes como las unidades morfológicas y características de morfogénesis.

Línea de base ambiental de suelos: En este ítem se debe realizar una descripción morfológica del área de estudio con base en sistemas de clasificación de Series y Capacidad de Uso del Suelo reconocidos, teniendo en cuenta origen, topografía, pendientes, drenaje, profundidad, textura, estructura y grado de erosión. De igual manera una descripción del uso del suelo, de su capacidad de uso y clasificación según aptitud, si se encuentra regulado por algún instrumento de planificación territorial o si forma parte de un área bajo protección oficial

Línea de base ambiental de hidrología: se deben analizar los caudales anuales y mensuales de los ríos, las fluctuaciones de caudal, entre otros.

Línea base ambiental medio biótico: incluye la descripción y análisis de la biota, describiendo la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.

Línea de base ambiental demográfica: se plantea la información y análisis de la dimensión geográfica, demográfica, antropológica, socioeconómica y de bienestar social y otros similares que aporten información relevante sobre la calidad de vida de las comunidades afectadas. Asimismo se describirán los sistemas de vida y las costumbres de los grupos humanos, poniendo especial énfasis en las minorías étnicas.

Línea de base ambiental de la infraestructura regional: Se debe describir el equipamiento, obras de infraestructura, y cualquier otra obra relevante. Asimismo, se describirán las actividades económicas, tales como industriales, turísticas, de transporte, de servicios y cualquier otra actividad relevante existente o planificada.

En la línea de base ambiental patrimonial: se describirán los elementos naturales y artificiales que componen el patrimonio histórico, arqueológico, antropo arqueológico, paleontológico, religioso y, en general, los que componen el patrimonio cultural, incluyendo la caracterización de los Monumentos Nacionales.

Línea de base ambiental de paisaje: comprende el análisis del paisaje considerando su valor estético espacial, ambiental, social y territorial.

## **2.2. MARCO LEGAL**

La EIA se ha constituido en la principal herramienta para la toma de decisiones sobre proyectos con alto impacto ambiental. En Colombia la EIA se ha asumido social y legalmente con el mismo objetivo, no obstante la eficiencia del proceso no ha cumplido con los objetivos para lo cual ha sido propuesto, el análisis de la evolución de la legislación sobre la EIA permitirá identificar las principales debilidades del proceso y formular soluciones.

Fernando Martínez, desarrollo la investigación “Análisis de la incertidumbre en los estudios de impacto ambiental en Colombia desde el enfoque de los sistemas complejos”<sup>6</sup> y reviso 38 EIA presentados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible entre 2011 y 2012. La revisión de los estudios de impacto ambiental, más la realización de una consulta a expertos (entre los que se encontraron docentes, consultores, funcionarios de empresas proponentes, etc.), le permitió establecer diez causas de incertidumbre en el proceso, entre las que se destaca el uso de metodologías subjetivas, que son modificadas a criterio del evaluador.

El 65,8% de las metodologías empleadas en los EIA corresponde a la cualitativa – propuesta por el español Vicente Conesa–; 26,3% a la RAM propuesta por Ecopetrol; 2,6% a la propuesta por Sorensen; 2,6% a la desarrollada por las Empresas Públicas de Medellín (EPM); y 2,6% a la norma ISO 14001. Expone Martínez que “Prácticamente, a cada metodología se le hacen múltiples modificaciones, se le incluyen y se le quitan elementos; también encontramos errores matemáticos relevantes que impiden que la evaluación sea objetiva. Además, los impactos se subvaloran, se suprimen o no quedan dentro de la categoría correspondiente; y esto es grave porque dependiendo de la gravedad del impacto se plantean las medidas en el Plan de Manejo Ambiental”, amplía Martínez.

Para el investigador es importante que la autoridad ambiental establezca unos criterios estandarizados en la evaluación de impacto ambiental, ya que esto permitiría evaluar diferentes proyectos en variados contextos.

Además, considera que no solo se debe estandarizar la metodología para el impacto ambiental, sino también los criterios de evaluación para aspectos como la participación ciudadana, pues como está planteada ahora es excluyente, no es

---

<sup>6</sup> Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá D.C., Colombia, 2013

vinculante. “No importa lo que digan las comunidades, la empresa tiene la potestad o no de incluir lo que se diga en la consulta”, subraya.

También se deben caracterizar aspectos como la zona de influencia de un proyecto, así como el impacto sobre el componente social, cultural y de las tradiciones. “Sobre esto no se ha trabajado y es un vacío muy grande, ya que impide que haya una evaluación de impacto ambiental más rigurosa”, subraya.

Más allá de los problemas metodológicos, Martínez encontró otras causas por las cuales los estudios de impacto ambiental no alcanzan los niveles de objetividad ideal, como por ejemplo, la modificación frecuente de la normatividad, el bajo nivel de conocimiento técnico de las comunidades y el corto tiempo del que se dispone para la elaboración de los EIA.

El experto también mencionó la toma de la decisión por parte de la autoridad ambiental, la ausencia de un Registro Nacional de Evaluadores que garantice la competencia del personal que elabora los EIA, y la falta de mecanismos y recursos (económicos, humanos y técnicos) necesarios para que en el seguimiento y control, la autoridad ambiental evalúe y verifique en campo la eficacia de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

La Evaluación de Impacto Ambiental es –a nivel global–, un proceso técnico-administrativo empleado para tomar decisiones sobre proyectos, obras o actividades que pueden afectar el ambiente de manera significativa.

Este proceso, que en Colombia se ha denominado Licenciamiento Ambiental, fue incorporado a la legislación nacional a través del Decreto 2811 de 1974 y posteriormente reglamentado por la Ley 99 de 1993 y el Decreto 1753 de 1994.

En sus cerca de 20 años de funcionamiento, este proceso ha sido objeto de sucesivas modificaciones y derogaciones, que han generado críticas en torno a su eficacia como instrumento de protección del patrimonio ambiental de la nación.

El derecho a un ambiente sano, tiene el rango de garantía constitucional, y está consagrada en la Constitución Política. El ambiente es un bien jurídico tutelado, sobre todo por el derecho administrativo, y su rama del derecho ambiental; esto quiere decir que todo aquél que ocasione perjuicios a los ecosistemas, debe pagar los costos de las afectaciones; teniendo presente que el menoscabo no sólo lo sufre el ambiente de manera directa sino aquellos que tenemos derecho a un entorno adecuado, sano y autosuficiente, para la formación y desarrollo de la persona, partiendo de la base de que el daño ambiental “es toda alteración, deterioro o destrucción de los recursos naturales, y los atentados a la vida de las especies animales, vegetales y humanas y, que puede ser provocado de manera dolosa o culposa por conductas o actividades económicas y sociales de la población, en lo personal o colectivo, violándose disposiciones”<sup>7</sup>

En uno de los desarrollos de la Constitución Política de Colombia, específicamente el código penal<sup>8</sup>, establece que quien contamine el aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas o demás recursos naturales en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión y multas.

Es necesario señalar que, en relación con el derecho ambiental, Martínez, se pronunció afirmando que, la protección del derecho al ambiente sano es una función administrativa y le corresponde a la autoridad ambiental la imposición de

---

<sup>7</sup> Chavez, G. La Justicia en Materia Ambiental. Derecho a la Protección del Medio Ambiente. Universidad de Santa Fe. Mexico, 2011.

<sup>8</sup> Artículo 34. El artículo 332 del Código Penal quedara así: Artículo 332. Contaminación ambiental. El que con incumplimiento de la normatividad existente, provoque, contamine o realice directa o indirectamente emisiones, vertidos, radiaciones, ruidos, depósitos o disposiciones al aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas o demás recursos naturales, en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión de cincuenta y cinco (55) a ciento doce (112) meses y multa de ciento cuarenta (140) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes.

las sanciones respectivas (multa, suspensión, clausura temporal o definitiva, decomiso, revocación o cancelación de permisos o concesiones)<sup>9</sup>, anotando además que tienen los respectivos recursos y se pueden impugnar las determinaciones, con todos los tiempos previstos, lo que se traduce en demoras e ineficacia en el combate al daño ambiental.

La Corte Constitucional Colombiana<sup>10</sup>, al referirse al Derecho al ambiente sano, lo define como: “un conjunto de condiciones básicas que rodean a la persona y le permiten su supervivencia biológica e individual, lo cual garantiza a su vez su desempeño normal y su desarrollo integral en el medio social. En este sentido, el ambiente sano es un derecho fundamental para la supervivencia de la especie humana; sin embargo, la vulneración del mismo conlleva en determinados casos, al quebrantamiento de derechos constitucionales fundamentales como la vida o la salud. Por consiguiente, como lo dispuso el constituyente de 1991, el Estado debe garantizar el derecho a gozar de un ambiente sano y adoptar las medidas encaminadas a obtener el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el aseguramiento del bienestar general, a fin de evitar que se causen daños irreparables a la persona, ya que en tales circunstancias, dicho derecho es susceptible de ser protegido, a través del ejercicio de la acción de tutela”

En lo relacionado con la explotación minera cabe destacar:

El Estudio de Impacto Ambiental para el desarrollo del proyecto minero de explotación y transporte de material de construcción en el cauce del río Ariari, Municipio de Fuente de Oro, Departamento del Meta, se elabora en atención a los términos de referencia emitidos por CORMACARENA y según las Guías Minero - Ambientales emanadas por INGEOMINAS, de acuerdo a lo establecido en la Ley 685 de 2001.

---

<sup>9</sup> Ley 1333 de 2009, por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental

<sup>10</sup> Corte Constitucional. Sentencia SU-442 de 1997

El Decreto 2811 de 1974, Artículo 1: “El ambiente es patrimonio común.” El estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo que son de utilidad pública e interés social.

Ley 99 de 1993, por medio de la cual se crean las Corporaciones Autónomas Regionales y se establecen que las actividades de exploración, explotación y transporte de los recursos naturales no renovables requieren para su aprovechamiento de una Licencia Ambiental.

Decreto 1594 de 1984. Este decreto reglamenta, básicamente, los usos del agua y de los residuos líquidos, siendo prácticamente el código vigente al respecto, conteniendo además normas sobre calidad del agua, calidad de los vertimientos, autorización de los mismos y criterios y métodos de análisis.

Decreto 948 de 1995. Este decreto establece el reglamento de protección y control de la calidad de aire, es de alcance general y aplicable en todo el territorio nacional.

Ley 685 de 2001 (Código de Minas), por la cual se expide el Código Nacional de Minas.

Decreto Ley 2353 de 2001, Decreto Ley 136 de 2002, Decreto Ley 2390 de 2002; en los cuales se reglamentan Incisos y se dictan disposiciones para la realización de actividades Mineras.

Ley Decreto 2820 de 2010; por medio del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

En lo relacionado con procesos administrativos por infracciones ambientales, La Ley 1333 de 2009, estableció el procedimiento sancionatorio ambiental para

Colombia, señalando que se considera como Infracción Ambiental cualquier violación a la normatividad ambiental.

Las sanciones por infracciones ambientales, previstas en la Ley 1333 de 2009, pueden ser multas, suspensión de la obra, decomiso de elementos utilizados por causar la presunta infracción, caducidad o terminación de la licencia permiso o autorización, entre otras, en los eventos en que haya incumplimiento de las obligaciones, previstas en los respectivos planes de manejo ambiental, que están obligados de presentar quienes ejecuten obras civiles o desarrollen proyectos que requieran de licencia ambiental.

La sanción administrativa no es obstáculo para que se inicien investigaciones penales o de responsabilidad civil extracontractual; en consecuencia, el investigado puede resultar sancionada administrativa, penal y civilmente.

Asigna la Ley 1333 competencia al Ministerio de Ambiente, a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, a las Corporaciones Autónomas Regionales, a Las Corporaciones de Desarrollo Sostenible y a las Autoridades Ambientales Urbanas, para sancionar por infracciones ambientales.

Complementariamente la Ley 1333 de 2009, definió la implementación del Registro Único de Infractores Ambientales -RUIA, reglamentado mediante la Resolución 415 de 2010 del MAVDT, mediante el cual se publica en la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea –VITAL- la información relacionada con los infractores ambientales (nombre, tipo de falta, sanción aplicada, lugar, fecha, etc.).En consecuencia, a partir de la expedición de la Ley, todo aquel que cometa una infracción ambiental en Colombia tendrá que cumplir con la respectiva sanción o multa que le imponga la autoridad ambiental, pero también someterse al

escarnio público, al permanecer su nombre expuesto entre seis meses y dos años dependiendo del tipo de infracción.

En la Ley en comento, se establece que la caducidad de la acción sancionatoria ambiental, es de 20 años después de haber sucedido el hecho u omisión generadora de la infracción, La Corte Constitucional considero, al estudiar una demanda de inexecuibilidad, que la norma que establece el deber de sancionar a los que causen deterioro ambiental, debe armonizarse con la que consagra el derecho al debido proceso, en particular a ser juzgado sin dilaciones injustificadas, por lo tanto el establecimiento de un término razonable, fijado por la potestad de configuración del legislador no implica dejar sin protección al medio ambiente, además porque la sanción no es el único mecanismo de protección de ese bien jurídico.<sup>11</sup>

En desarrollo de la Ley 1333 de 2009, se promulgo el Decreto 3678 de 2010, estableciendo los criterios para la imposición de sanciones. Al respecto se considera importante tener en cuenta el beneficio ilícito, el grado de afectación ambiental, las circunstancias agravantes y atenuantes, los costos asociados y la capacidad socioeconómica del infractor. Esta valoración, obviamente es dispendiosa y requiere de la participación de un equipo de trabajo multidisciplinario y de un análisis muy detallado de los planes de manejo ambiental y de las obligaciones atribuidas al posible infractor. A partir de estas consideraciones se dictó la Resolución 2086 de 2010, que estableció la metodología para la tasación de multas y las formulas a aplicar.

Plantea la Honorable Corte Constitucional “los deberes u obligaciones que corresponden tanto al Estado como a los particulares en el manejo, la preservación, conservación, sustitución y restauración del ambiente, el cumplimiento de la función ecológica que es inherente a la función social de la

---

<sup>11</sup> Corte Constitucional. Sentencia C-359 de 1996

propiedad y de la empresa, el señalamiento de los instrumentos y medios para lograr la finalidad de la conservación integral del ambiente y la manera de exigir las correspondientes responsabilidades a los sujetos causantes del deterioro ambiental”<sup>12</sup>, constituyen un sistema al que debe sujetarse el Estado para la creación del marco jurídico general y, significa la existencia de directrices generales para el desarrollo de la política y la gestión ambiental; con miras a garantizar el derecho constitucional al ambiente sano; bajo criterios de responsabilidad social de todos los ciudadanos.

### **2.3 ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA NACIONAL AMBIENTAL**

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables y es el encargado de definir las políticas ambientales.<sup>13</sup> Es autoridad ambiental y por tanto competente para otorgar licencias ambientales.

Las Corporaciones Autónomas Regionales tienen por objeto la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre medio ambiente y recursos naturales renovables. Son organismos autónomos y rectores de la gestión de los recursos naturales, de acuerdo a su jurisdicción. Es entonces, la máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, y sus competencias se establecen en la Ley 99 de 1993.

Los departamentos, los distritos, los municipios, los territorios indígenas, así como las regiones y provincias a las que la ley da el carácter de entidades territoriales, deben ejercer sus funciones constitucionales y legales relacionadas con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera coordinada y armónica,

---

<sup>12</sup> Corte Constitucional. Sentencia C-359 de 1996.

<sup>13</sup> República de Colombia, Congreso de la República, Ley 99 de 1993

con sujeción a las normas de carácter superior y a las directrices de la Política Nacional Ambiental, a fin de garantizar un manejo unificado, racional y coherente de los recursos naturales que hacen parte del medio ambiente físico y biótico del patrimonio natural de la Nación.

La Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial “La Macarena” (CORMACARENA), es la autoridad ambiental encargada de velar por la protección de los recursos naturales del departamento del Meta.

La Agencia Nacional de Minería, es la Autoridad Minera a Nivel Nacional encargada de administrar los recursos mineros.

La Dirección de Etnias del Ministerio del Interior y de Justicia es la encargada de establecer la presencia o no de comunidades indígenas y negras en el área.

La Unidad Nacional de Tierras Rurales (UNAT) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, certifica los territorios legalmente titulados a resguardos y comunidades afrocolombianas.

El Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), es la entidad que otorga las respectivas licencias arqueológicas, para realizar actividades de identificación y conservación del patrimonio histórico y cultural.

La Contraloría en asuntos ambientales tiene como objetivo coadyuvar con el desarrollo social de la comunidad mediante el ejercicio del control fiscal con la participación ciudadana vigilando el uso de los recursos públicos. Como órgano de control, la Contraloría se encarga de direccionar y asesorar el proceso operativo de auditoría en lo relacionado con la protección, conservación y manejo de los recursos naturales. De igual manera la Contraloría está comprometida con la evaluación de la gestión ambiental en las entidades sujetos de control para

garantizar, de conformidad con la Constitución Nacional, un ambiente sano y un desarrollo sostenible<sup>14</sup>. Así mismo, debe elaborar el informe sobre el estado de los Recursos Naturales y el Medio ambiente; documento que debe ser presentado al Congreso de la república o a las Asambleas Departamentales o Concejos Municipales, en el orden territorial; para que sirva como soporte a la gestión ambiental en su ámbito.

La Procuraduría General de la Nación, como órgano defensor de los derechos humanos, tiene competencia ambiental en lo relacionado con la vigilancia de la gestión de los servidores públicos y la aplicación de mecanismos de participación ciudadana, para la garantía del derecho al ambiente sano.

Componente importantísimo del Sistema Nacional ambiental, además de lo fiscal y lo disciplinario, es el relacionado con la normatividad penal sobre el tema. La aplicación de las normas de protección ambiental, requieren de su respaldo en lo penal, de ahí que se considere, describir a continuación, algunos aspectos importantes de su desarrollo:

---

<sup>14</sup> Constitución Política de Colombia 1991

### 3. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo aplicada y analítica, ya que utiliza los conocimientos y la información obtenida en la práctica, para aplicarlos en provecho de la comunidad.

El proyecto se desarrolló en el municipio Fuente de Oro - Meta, con base en fuentes primarias y secundarias; especialmente a través de información obtenida de los archivos oficiales de las entidades responsables del tema.

Para la descripción de los componentes biofísicos existentes en el área de influencia del proyecto minero, se realizaron inspecciones de campo con el fin de hacer su reconocimiento; y conoce su: inventario florístico, el inventario faunístico, complementado con la toma de registros fotográfico, toma de muestras de agua y de los materiales del cauce del río Ariari y el inventario de fuentes hídricas en la zona de influencia directa del proyecto.

De igual forma para complementar esta información se recurrió a información secundaria y a estudios existente en la zona, como el caso del EOT del municipio de Fuentedeoro. Se enfatizó en la identificación y valorización de los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente con la ejecución del proyecto minero, por los posibles impactos a generarse por la tendencia de comportamiento de los componentes naturales, no atribuibles al proyecto.

Los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información para la elaboración del estudio de línea base ambiental, se realizaron teniendo en cuenta la siguiente metodología:

**Valoración inicial de información:** El estudio tiene en cuenta la información primaria obtenida de algunas instituciones como: Servicio Geológico Colombiano e información de entes estatales como la Gobernación del Meta y del municipio de Fuente de Oro; esta información se complementa con distintas visitas a campo en donde se tomaron datos directos sobre cada uno de los componentes ambientales a evaluar.

**Estructuración de la línea base ambiental:** Con la información obtenida, se reconoció, valoró y estableció en detalle los principales componentes afectados por las actividades propias de la región y las acciones generadas por el proyecto minero que pueden afectar el área.

**Visitas de campo:** Las inspecciones de campo se realizaron para ejecutar los respectivos muestreos, mediciones y observaciones directas e indirectas; para cada uno de los componentes que conforman el medio, con el fin de identificar in situ las condiciones iniciales de la zona y los fenómenos presentes, para indicar cada aspecto del mismo y las medidas para mitigar y/o reducir su efecto durante las labores mineras.

### **3.1 CONSTRUCCION DE LA LINEA BASE**

**3.1.1. Ubicación.** El municipio de Fuente de Oro, se encuentra localizado al sur del Departamento del Meta, en la región denominada tradicionalmente del medio Ariari; entre los puntos extremos 2°55' y 3°50'40" de latitud Norte y 72°58'42" y 74°03'22" de longitud Oeste de Greenwich. Cuenta con una superficie de 628.79 Km<sup>2</sup> y se encuentra a 359 msnm, con una temperatura media de 26° C.

El municipio se localiza a 108 Km. de Villavicencio la Capital de Departamento del Meta y a 203 Km de Santa fe de Bogotá, D.C, cuenta con excelentes vías de comunicación, permitiendo un fácil acceso al Municipio. También se puede ingresar al Municipio desde la capital del Departamento de Guaviare, San José y Gran parte de los Municipios ubicados al Sur del Departamento del Meta. En cuanto a lo fluvial por el Río Aríari, se puede llegar en embarcaciones pequeñas, a las diferentes veredas del Municipio, siendo también una manera ágil de conectar con el área urbana.

Fuente de oro limita de la siguiente manera:

Oriente: Puerto Lleras.

Occidente: San Juan de Arama y Granada.

Norte: Granada y San Martín de los Llanos.

Sur: San Juan de Arama y Puerto Lleras.

Según la página Web del municipio<sup>15</sup>, la zona es considerada como Área de Manejo Especial, y su regulación está a cargo de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial la Macarena (CORMACARENA) sobre la margen derecha del río Ariari y la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia (CORPORINOQUIA) sobre la margen izquierda

El proyecto se localiza en jurisdicción del departamento del Meta, municipio de Fuentedeoro en la vereda El Triunfo, en el cauce del río Ariari en el área del de Autorización Temporal PI2-12111, que comprende una extensión de 101,4907 hectáreas.

Para llegar al área de influencia del proyecto minero (AID), se accede tomando la vía intermunicipal de primer orden que conduce del municipio de Fuentedeoro al municipio de Puerto Lleras; una vez en el centro urbano municipal, se recorre la

---

<sup>15</sup> [http://www.fuentedeoro-meta.gov.co/informacion\\_general.shtml](http://www.fuentedeoro-meta.gov.co/informacion_general.shtml)

vía principal aproximadamente 2.5 Km, hasta un desvío ubicado a la derecha que conduce a la vereda el Triunfo, el cual se recorre aproximadamente 7.2 Km para llegar a la margen izquierda del río Ariari en un punto del área.

Para el desarrollo del presente proyecto minero, se propone para el ingreso al polígono, el uso del carreteable a la vereda el triunfo que corresponde a una vía secundaria, que cuenta con aproximadamente 7.2 Km, la cual se encuentra sin pavimentar, pero que en general cuenta con sub-base y presenta obras complementarias para el manejo de la escorrentía superficial. Las vías internas propuestas se localizan de manera geométrica con respecto a las barras y franjas de explotación, el trazado se realizó entre las islas, e inician de la barra VI aguas arriba y termina en la barra I aguas abajo.

**3.1.2 Descripción del proyecto.** El proyecto minero para la explotación y transporte de materiales de construcción a partir de depósitos aluviales del cauce del río Ariari, es impulsado por la solicitud de Autorización Temporal N° PI2 - 12111, cuya área está comprendida en 101,4904 hectáreas distribuidas en una zona previo cumplimiento y aprobación de los requisitos establecidos por la autoridad minera y ambiental, en la vereda el triunfo, jurisdicción de municipio de Fuente de Oro, del departamento del Meta.

El proyecto plantea como primera etapa operativa, explotar los depósitos aluviales activos a una razón de 250.000 m<sup>3</sup> por año, mediante el arranque mecanizado o extracción técnica y con un diseño minero consistente en fajas en sentido longitudinal al eje del río; seguido del cargue y posteriormente el transporte del material obtenido, a los sitios requeridos o de obra. Las actividades mineras iniciarán una vez se finalice la fase de exploración y se proceda a la fase de explotación conforme la normatividad establecida por la Autoridad Minera.

De acuerdo con lo anterior se ha proyectado el cumplimiento de lo dispuesto en el Código de Minas (Ley 685 de 2001) y en el Decreto 2820 de 2010; motivo por el cual se presenta a CORMACARENA, la solicitud de autorización temporal de N° PI2 – 12111 para el desarrollo del proyecto “Explotación y beneficio de material de construcción en el cauce del río Ariari”, vereda el Triunfo del municipio de Fuentedeoro del departamento del Meta.

El estudio, presentado a continuación, identifica las características ambientales del área de influencia del proyecto, previas a la explotación de material de arrastre y valora el posible impacto generado por las actividades mineras proyectadas a fin de minimizar huellas e impactos ambientales negativos, posteriores al cierre y abandono sobre el entorno natural inicial. De igual forma en él se establece que el área de influencia directa del proyecto no afecta reservas forestales, parques nacionales naturales, santuarios de flora y fauna. No existen territorios de designación especial como el de comunidades indígenas, negritudes y distritos de manejo especial.

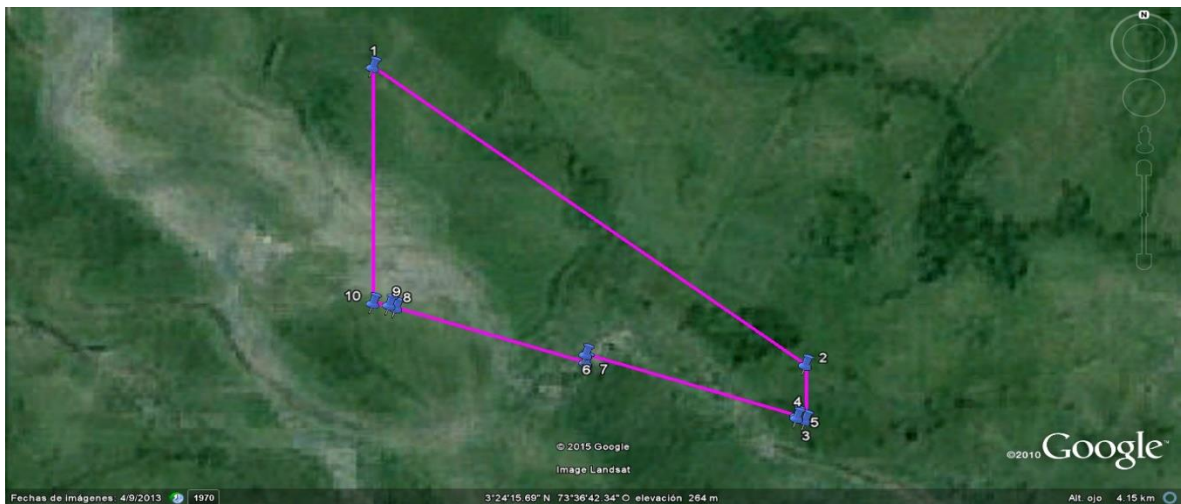
**Tabla 1. Zona de Alinderación**

<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>RUMBO</b>	<b>DISTANCIA Mts</b>
PA -1	868374.0	1050909.0	N 0° 0' 0.0" E	1005.0
1-2	869379.0	1050909.0	S 52° 42' 53.72" E	2070.05
2-3	868112.0	1052556.0	S 0° 0' 0.0" E	248.43
3-4	867876.0	1052556.0	N 71° 41' 35.86" W	33.34
4-5	867887.0	1052524.3	N 1° 6' 21.09" W	9.02
5-6	867896.1	1052524.2	N 72° 1' 21.44" W	845.45

6-7	868157.0	1051720.0	S 0° 0' 0.0" E	34.82
7-8	868122.2	1051720.0	N 71° 51' 11.3" W	788.04
8-9	868367.6	1050971.2	S 21° 57' 24.39" W	12.67
9-10	868355.9	1050996.4	N 72° 28' 38.78" W	60.21
10-1	868374.0	1050909.0	N 0° 0' 0.0" E	1005.0

Fuente: www.google.com

### Ilustración 1. Mapa



Fuente: www.googleEarth.com

**3.1.3 Resultados de la exploración minera.** De acuerdo con el Plan Técnico Minero<sup>16</sup>, en el área de influencia del proyecto minero se adelantó la fase de exploración técnica, la cual consistió en realizar un levantamiento topográfico a detalle, inventario de afloramientos en el sitio, toma de muestras de material

<sup>16</sup> Plan Técnico Minero para para la explotación y transporte de materiales de construcción a partir de depósitos aluviales del cauce del río Ariari.

pétreo e identificación de áreas para el desarrollo de las labores mineras; además se adelantó:

- ✓ Delimitación del área del polígono minero
- ✓ Identificación de posibles zonas para adelantar labores mineras
- ✓ Identificación de las Vías y accesos
- ✓ Identificación de los Límites de predios
- ✓ Modelo geológico del yacimiento
- ✓ Identificación de los Caños y/o quebradas en el área de influencia del proyecto
- ✓ Identificación de vegetación involucrada
- ✓ Identificación de Zonas de amenaza natural
- ✓ Identificación de Zonas vulnerables durante la ejecución de las labores mineras

Con los datos iniciales del proyecto junto con el reconocimiento de las zonas de importancia ambiental y minera; se realizó el levantamiento topográfico detallado; para definir las dimensiones iniciales del área de extracción, cartografiar y establecer las características planimétricas y altimétricas del polígono minero; logrando la localización exacta y representación de la morfología actual de los frentes a explotar, también se identificaron las zonas de vegetación, taludes, rastrojos bajos, zonas de erosión y cercas. Finalmente se definió con exactitud las dimensiones de donde se extraerá el material aprovechable.

**3.1.4 Geología del yacimiento.** El yacimiento está conformado geológicamente, por depósitos aluviales de edad cuaternaria.

Las barras aluviales del polígono minero, están constituidas por materiales subredondeados a subangulares con tamaños variables que van desde arenas

finas hasta Guijas grandes (clasificación wentworth 1969); como propiedades físicas se observa que los colores de los materiales son variables, siendo común la predominancia de materiales de color gris azulado claro (5 B 7/1), también se observan en menor proporción materiales de color gris naranja rosaseo (5 YR 7/2) y de color azul grisáceo (5 PB 5/2).

**Ilustración 2. Panorámica de los depósitos del rio Ariari, en el área de solicitud, material aluvial**

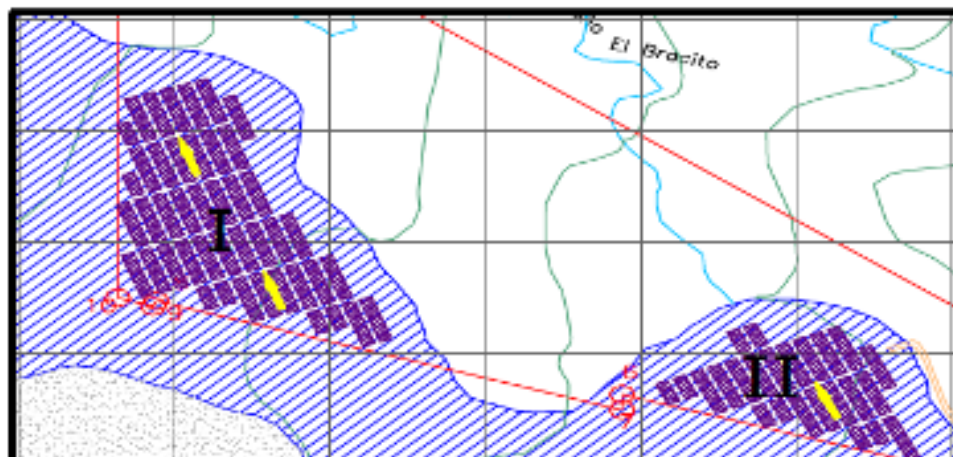


**3.1.5 Métodos y Sistemas de Explotación.** Al realizarse una explotación minera para este caso, material de construcción, es necesario analizar diferentes alternativas con el fin de seleccionar la que se ajuste de una mejor forma a las condiciones de la zona y adicional a esto que se realice de manera técnico racional con el fin de que el proyecto sea sustentable y sostenible en el tiempo.

VARIABLES A TENER EN CUENTA EN LA SELECCIÓN DEL MÉTODO:

- ✓ Altos volúmenes de flujo de aguas hacia las márgenes, donde es evidente la socavación por la dinámica del río.
- ✓ Terraza en la margen izquierda.
- ✓ Diferencia de cotas entre islas, playas y lecho aluvial
- ✓ Se analizaron varias alternativas a tener en cuenta así como un análisis cualitativo y cuantitativo de las alternativas de método de explotación a seleccionar, a continuación se describen algunas de ellas:

**Gráfica 1. Métodos y sistemas de explotación**



**Tabla 2. Análisis cualitativo y cuantitativo de las alternativas de método de explotación**

FACTORES	METODO 1	METODO 2	METODO 3
	Dragado del río	Canalización del sector del río	Ampliación del cauce del río
<b>TECNICOS</b>			
<b>GRADO DE MECANIZACION NECESARIA</b>	Un (1) Equipo mecanizado tipo dragalina o rueda de cangilones, una (1) retroexcavadora 320 L	Una (1) retroexcavadora 320 L, un (1) cargador en caso de ser requerido para manejo de sobretamaños.	Una (1) retroexcavadora 320 L, un (1) cargador en caso de ser requerido para manejo de sobretamaños.
<b>NECESIDADES DE LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN</b>	Se requiere de una vía de acceso al frente de explotación con un mayor ancho de sección (8 m) debido a las dimensiones y radio de trabajo de la dragalina	Se requiere de vías de acceso al frente de explotación con una sección media de 6 metros donde se facilita el transporte del equipo necesario.	Se requiere de vías de acceso al frente de explotación con una sección media de 6 metros donde se facilita el transporte del equipo necesario
<b>GRADO DE RECUPERACIÓN DE RESERVAS</b>	Alta (> 80%) ya que la extracción es un canal continuo en el lecho del río.	Media – Alta, (60%-80%) se restringe a un canal continuo pero con menores dimensiones	Media – Alta, (60%-80%), No requiera machones ente fajas

<b>PERDIDAS DE EXPLOTACION</b>	No se presentan, ya que el material que se pierde por cargue y transporte en el lecho del rio retorna al mismo y puede ser aprovechado a futuro	No se presentan, ya que el material que se pierde por cargue y transporte en el lecho del rio retorna al mismo y puede ser aprovechado a futuro	No se presentan, ya que el material que se pierde por cargue y transporte en el lecho del rio retorna al mismo y puede ser aprovechado a futuro
<b>TRANSPORTE</b>	Se realiza por medio de volquetas (doble troque y sencilla), se realiza del frente de explotación a los sitios de consumo.	Se realiza por medio de volquetas (doble troque y sencilla), se realiza del frente de explotación a los sitios de consumo.	Se realiza por medio de volquetas (doble troque y sencilla), se realiza del frente de explotación a los sitios de consumo.
<b>PRODUCCIÓN POR TURNO</b>	Por un turno de trabajo se prevé una producción de 367.5 m <sup>3</sup>	Por un turno de trabajo se prevé una producción de 262.5 m <sup>3</sup>	Por un turno de trabajo se prevé una producción de 210 m <sup>3</sup>
<b>PERSONAL NECESARIO</b>	Se requiere de 2 operarios para maquinaria a utilizar, no se requiere personal para transporte	Se requiere 1 operario para retroexcavadora y 1 operario para cargador (si se hace necesario),	Se requiere 1 operario para retroexcavadora y 1 operario para cargador (si se hace necesario),

	ya que este es contratado por el cliente externo.	no se requiere personal para transporte.	no se requiere personal para transporte.
<b>GRADO DE DIFICULTAD DE OPERACIÓN</b>	Presenta riesgo en este método ya que es necesario que la terraza sea estable o compactada para el manejo de la maquinaria, sumado a esto se requiere de bastante pericia para la operación	Se debe mantener la maquina sobre jarillón de transporte, el cual se construye a medida que se avanza en el canal activo del rio, se debe tener precaución de no realizar extracción en el borde del mismo.	Es muy bajo, se trabaja sobre playones
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	Se afecta de sobremanera el lecho del rio, afectación de especies ícticas y ahuyentamiento de las mismas. Desplazamiento de fauna ubicada en el área de influencia directa e indirecta del	Se afecta de sobremanera el lecho del rio, impacto negativo de especies ícticas y ahuyentamiento de las mismas. Desplazamiento de fauna ubicada en el área de influencia directa	Se afecta de sobremanera el lecho del rio, impacto negativo de especies ícticas y ahuyentamiento de las mismas. Desplazamiento de fauna ubicada en el área de influencia directa

	proyecto	e indirecta del proyecto	e indirecta del proyecto
<b>SOCIALES</b>			
<b>CAPACITACIÓN NECESARIA AL PERSONAL</b>	Debido a que el método presenta elevadas exigencias en lo referente a los conocimientos y disciplina del personal, es necesario capacitarlo en el diseño y desarrollo de este método.	Se cuenta con personal técnico especializado y con alta experiencia en manejo de esta maquinaria, no se requiere de capacitaciones para su uso.	Se cuenta con personal técnico especializado y con alta experiencia en manejo de esta maquinaria, no se requiere de capacitaciones para su uso.
<b>CONOCIMIENTO ACTUAL DEL MÉTODO EN LA ZONA</b>	Nulo, en la zona no se ha implementado este tipo de método en ninguno de los proyectos mineros.	Medio, no se ejecuta en gran magnitud ya que no se conoce el manejo técnico del cauce para ejecutar este método.	Medio-Alto, es el método más utilizado en la zona pero no se realiza de manera técnica sino empírica.
<b>GRADO DE SUPERVISIÓN DEL PERSONAL</b>	Es necesaria la supervisión constante a fin de disponer el material extraído	Se requiere supervisión a fin de realizar la extracción de acuerdo a los	Se realiza marcación de corte de la, verificación de dimensiones

	según diseño, sumado a esto prevenir la ocurrencia de accidentes y lesiones en el área de trabajo.	parámetros establecidos ya que los operarios no manejan este método contantemente en la zona.	según diseño y prevención de accidentes o lesiones al personal en el frente.
<b>RIESGO DE ACCIDENTES</b>	Se debe realizar un jarillón como plataforma cuando se realice extracción en el centro del cauce, con las normas de seguridad requeridas y que soporten el peso del equipo.	Medio, es necesario manejar una franja de seguridad con respecto al cauce del rio a fin de evitar deslizamientos o volcamiento de maquinaria.	Se trabaja en playones, fuera del cauce realizando el transporte y ubicación de equipo en los machones de protección que se forman entre dársenas.
<b>ADAPTACIÓN DEL PERSONAL AL SISTEMA</b>	Esta adaptación se presenta de acuerdo a la continuidad que tenga el operario en la ejecución de la explotación.	Alta, conociendo el manejo y comportamiento del cauce.	Alta, método más conocido e implementado por las explotaciones de la zona.
<b>ECONÓMICOS</b>			
<b>ADAPTACIÓN DEL MÉTODO A LAS</b>	Se extraen volúmenes altos que superan la	Se extrae material en volúmenes requeridos según	Se extrae material en volúmenes requeridos según

<b>CONDICIONES DEL MERCADO</b>	demanda de material de los sitios de interés requiriendo zonas de acopio de material.	demanda del mercado.	demanda del mercado.
--------------------------------	---	----------------------	----------------------

**Dragado del río:** El realizar un dragado en el sector implica la movilización y uso de la maquinaria que no se encuentra en el área de influencia y sus costos son muy altos para el material a extraer; de otra parte, técnica y ambientalmente no es conveniente realizar la profundización de cauce ya que este implicaría un cambio ostensible en la dinámica hídrica del sector, que de por si es bastante sensible y porque este debe realizarse en longitudes considerables a fin de obtener un resultado benéfico e implica la adecuación de un gran número de obras de protección, por estos motivos se descarta el dragado.

**Canalización del sector del río:** esta alternativa no se considera para evitar cambios en el comportamiento hidráulico aguas abajo de la zona de explotación considerando que se trata de un cauce de tipo trezando.

**Ampliación del cauce del río:** Esta alternativa consiste en la ampliación del cauce natural del río, se realiza el aprovechamiento lateral del material, respetando la profundidad, siguiendo la dinámica natural del cauce y protegiendo los márgenes del mismo en una distancia considerable con lo cual se garantiza la conservación y no afectación de la dinámica hídrica presente en el sector. El área que se va a explotar abarca de 122.000 m<sup>2</sup>, El volumen a extraer por este método es de 183.000 m<sup>3</sup> y se profundizara en promedio 1,5 m.

**Tabla 3. Reservas Explotables por ampliación del cauce del río Ariari.**

ID	PLAYON	AREA (m2)	ESPESOR (m)	VOLUMEN (m3)	DENSIDAD (Ton/m3)	TOTAL (TON)
RESERVAS PROBADAS	1 y 2	122.000	4	488.000	2.0	976.000
RESERVAS EXPLOTABLES	1	82.000	1.50	123.000	2.0	246.000
	2	40.000	1.50	60.000	2.0	120.000

Fuente: Plan Técnico Minero

Por lo tanto, para llevar a cabo la ejecución del proyecto minero en el río Ariari y realizado el cálculo de reservas para cada uno de los métodos a implementar, se concluye que es viable explotar 366.000 Toneladas de material de construcción a partir de las barras aluviales identificadas.

La secuencia y dirección de la explotación se hará de tal manera que genere el menor número de impactos negativos sobre el cauce sin exponer la integridad física del personal ni estar en riesgo la pérdida de maquinaria. Se conservará el encauzamiento actual, manteniendo el equilibrio hidráulico y la dinámica fluvial imperante en el Río Ariari con la siguiente secuencia de labores:

- \* Identificar las playas o islas de interés registrada en el levantamiento topográfico y en el plano de sistema de explotación.
- \* Respetar las distancias de conservación ambiental (lámina de agua del cauce, zonas de vegetación, zona de protección de márgenes del curso del río).
- \* La secuencia extractiva se hará de aguas abajo hacia aguas arriba, iniciado con la zona I; una vez finalizado esta explotación se comenzara en la zona II.
- \* Las dársenas tendrán un ángulo de inclinación en el talud de 70°, y un desnivel de fondo de piscina de hasta 2° en el mismo sentido de la corriente.

- \* Se diseñaron dos tipos de dársenas para el mejor aprovechamiento de material, las primeras con dimensiones de 100 m de largo y 20m de ancho y las segundas de 50 m de largo y 20m de ancho.

En época de invierno, cuando el río Ariari presente altas crecientes, o cuando haya pasado el tiempo estimado para la extracción del material, se suspenderán las labores para evitar posibles contingencias.

**3.1.6 Método de explotación seleccionado.** Una vez realizada la evaluación requerida y comparando las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de explotación propuestos; se concluye que el método de explotación más viable para llevar a cabo en el área de solicitud es el siguiente:

- **Ampliación de cauce del río:** En las condiciones en que se encuentra el depósito la mejor alternativa es la explotación por Dársenas o pozos de inundación para el canal, el cual consiste en la conformación de piscinas trapezoidales longitudinales a la dirección del cauce del río con un desnivel entre 0.5 % y el 1% aguas abajo, cuya ubicación y dimensión se diseñó con base en los perfiles topográficos y geológicos del lecho del río. Sobre y dentro de estas dársenas se da la recarga del proyecto en épocas de invierno y con las crecidas puntuales que se presenten por avenidas torrenciales.

Este método de explotación se relaciona directamente con la extensión del depósito y la cantidad de material que contienen las graveras ofreciendo mayor facilidad en la operación de la explotación cuando se presentan niveles bajos de agua en el cauce del río.

Se diseñaron 68 dársenas con separación de 10 metros entre estas, ubicadas dentro de las dos zonas de explotación, cuyo volumen medido se calculó un

total de 488.000 m<sup>3</sup> con una intervención en profundidad en dársenas de 2 m. Teniendo en cuenta que el máximo volumen a explotar es de 183.000 m<sup>3</sup> la profundidad máxima de intervención en la explotación será de 1.5m con lo cual se garantiza el volumen para la capacidad instalada del proyecto y se mitiga el impacto ambiental sobre el lecho del río.

- **Excavación de Materiales:** El arranque del material se realiza por método mecanizado debido a las condiciones del terreno y las características del material a explotar. En esta actividad se utilizarán dos (2) excavadoras hidráulicas sobre orugas las cuales se encargará de realizar el arranque y cargue de volquetas, por medio del balde de la misma, en las franjas de explotación previamente marcadas. En el evento que se presenten sobretamaños en el depósito, se separan manualmente o con los mismos equipos que se efectúa el arranque, para su posterior utilización en las obras de protección que requiera el río dentro del área de solicitud.
- **Frentes Mineros:** Para el desarrollo de la explotación del material de arrastre se establece una zonificación del área en dos zonas que se muestran en la figura 2.2, zonas dentro de las cuales se llevaran en verano dos frentes de trabajo simultáneo, paralelo, en forma secuencial y coordinada con la operación de extracción con dos retroexcavadoras, una en cada frente. Para época de invierno solo se tendrá un frente de operación de explotación de acuerdo con las condiciones del caudal del río.

Los frentes de explotación no requieren de ninguna preparación previa debido al hecho que se aprovecha la totalidad del material extraído de los depósitos aluviales NO consolidados que arrastra el río en su cauce activo. Inicialmente se construye la vía de ingreso hacia el sitio más alejado de cada zona y esta vía se va desmontando por el aprovechamiento del material sobre el cual está conformada, razón por la cual son vías temporales de movilidad hacia cada frente de explotación.

- **Maquinaria a utilizar**  
Excavadora Hidráulica sobre orugas  
Marca: Hitachi, Caterpillar, Komatsu o similares  
Cantidad: 2
  
- **Transporte de materiales de construcción:** El transporte del material será realizado por medio de volquetas de 6 m<sup>3</sup> de capacidad hasta el sitio de patio o de obra según sea el caso, en este proceso es necesario evitar sobrecargar las volquetas con el fin de impedir la pérdida del material dificultando el tránsito de los vehículos, es necesario seguir las recomendaciones de la resolución 541 de 1994 por medio de la cual se regula el cargue, transporte de materiales y otros.
  
- **Descapote:** No habrá descapote debido a que se trabajará directamente en los playones y no se intervendrán las áreas que presenten algún tipo de cobertura vegetal.
  
- **Mantenimiento de vías de acceso:** Se realizará continuamente y en conjunto con las empresas mineras y autoridades municipales presentes en el área de influencia, ya que esta es una vía utilizada para el transporte de materiales de construcción.
  
- **Almacenamiento:** La explotación se realizará en el periodo seco. En estos eventos se extrae, se clasifica y transporta el crudo, cuando la producción sea alta, se utilizará el patio de acopio, de lo contrario el material extraído se lleva directamente al cliente u obra que se esté ejecutando, la labor de extracción será continua para optimizar el uso de maquinaria.
  
- **Vías internas:** Se plantea utilizar un único acceso por la margen izquierda del río Ariari, el cual se bifurca hacia aguas abajo (Playas VII, V, III, II y I) que se podrán explotar siempre y cuando el nivel de estiaje sea bajo.

### 3.1.7 Operación Minera

**Descapote:** No habrá descapote debido a que se trabajará directamente en los playones y no se intervendrán las áreas que presenten algún tipo de cobertura vegetal de importancia. Sin embargo, la única área susceptible a intervención corresponderá al sitio en donde se planea la adecuación del patio de acopio, para lo cual se implementarán las medidas de manejo ambiental necesarias para mitigar cualquier impacto.

**Excavación de Materiales:** El arranque del material se realiza por método mecanizado debido a las condiciones del terreno y las características del material a explotar. En esta actividad se utilizarán dos (2) excavadoras hidráulicas sobre orugas que se encargarán de realizar el arranque y cargue de volquetas, en las franjas de explotación previamente marcadas. En el evento que se presenten sobretamaños en el depósito, se separan manualmente o con los mismos equipos que se efectúa el arranque, para su posterior utilización en la protección de las orillas donde se requiera dentro del área de solicitud.

**3.1.8 Maquinaria a utilizar.** La maquinaria o equipos a utilizar en el presente proyecto, tanto en las labores de extracción, como para el transporte interno en la planta de beneficio son:

**Tabla 4. Maquinaria y equipos a utilizar en el proyecto minero**

<b>Maquinaria</b>	<b>Referencia</b>	<b>Cantidad</b>
excavadoras hidráulicas sobre Orugas	Tipo 200 o 330	2
Volquetas Articuladas	Tipo Volvo o similar	5

Fuente: EMS Colombia-2014

**Transporte de materiales de construcción:** El transporte del material será realizado por medio de volquetas de 6 m<sup>3</sup> de capacidad hasta el sitio de patio o de obra según sea el caso, en este proceso es necesario evitar sobrecargar las volquetas con el fin de impedir la pérdida del material dificultando el tránsito de los vehículos, es necesario seguir las recomendaciones de la resolución 541 de 1994 por medio de la cual se regula el cargue, transporte de materiales y otros.

**Mantenimiento de vías de acceso:** La fuente de materiales, está ubicada cerca de la vía y su estado permite el tráfico permanente de las volquetas utilizadas en el transporte de material de construcción. A parte de esta, no existe ninguna vía de importancia que se vea afectada por el transporte del material, tampoco se requiere la construcción de nuevos accesos para la operación. Por otra parte, el mismo material extraído será utilizado en los programas de mantenimiento de los carretables existentes. Los accesos a los playones se adecuarán mediante el uso de retroexcavadora a fin de garantizar la movilidad de las volquetas.

**Almacenamiento:** La explotación se realizará en el periodo seco. En estos eventos se extrae, se clasifica y transporta el crudo hasta los sitios de obra o patio, se proyecta la implementación de un patio de maniobras y acopio que contará con zonas duras para el almacenamiento temporal de crudo, combustibles, aceites, puntos ecológicos y demás residuos (..Observe plan de manejo ambiental....)

**3.1.9 Producción.** La producción anual proyectada corresponde a CIENTO OCHENTA Y TRES MIL METROS CUBICOS ANUALES (183.000 m<sup>3</sup>/ anuales) de material de Construcción del Río Ariari, por el tiempo de duración de la autorización temporal en concordancia con el volumen presentado ante la Autoridad Minera. Se aclara que este volumen no supera las reservas explotables calculadas y la recarga total de material aluvial 488.000.

**3.1.10 Organización del Proyecto.** En la fase operativa del presente proyecto minero, se mantendrá el siguiente esquema general de organización y planeación administrativa:

**Figura 1. Organización del Proyecto**



Fuente: Autores-2014

**3.1.11 Mano de Obra.** Según las fases y actividades específicas a desarrollar, se requiere el trabajo del siguiente personal tanto para la etapa constructiva como operativa del presente proyecto minero:

**Tabla 5. Personal a laborar en el proyecto minero según actividades Específicas**

Fase proyecto	Actividades específica	Cargo	Cantidad
Constructiva	Adecuación Área	Administrador	1
		Ingeniero Civil	1
		Maestro de Obra	1
		Conductores y Operarios maquinaria	3
		Obreros y ayudantes/ Mano de obra del Sector	6
Operativa	Etapa Extractiva	INTERVENTOR AMBIENTAL: Que puede ser: Ingeniero en Minas, Ingeniero Geólogo, Ingeniero Civil o Ingeniero Ambiental.	1
		Conductores Retroexcavadoras	2
		Celador	1
	Transporte	Conductores Volquetas	5
	Mercadeo	Administrador	1
		Secretaria	1
		Contador	1

Fuente: EMS Colombia-2014

**3.1.12 Procedimiento Normal de Operación en la Extracción, Cargue y Transporte.** Para el desarrollo del presente proyecto, se considera que a diario se realizará la programación de labores a llevar a cabo, en un principio será la extracción, luego cargue del material crudo, y el transporte hasta el sitio demandado o requerido.

- **Procedimiento de manejo del área a trabajar en el día**
  - \* Transporte de retroexcavadoras y volquetas hasta la zona de Extracción.
  - \* Inicio de corte.
  - \* Espera para el cargue, se dispondrá de una zona de espera retirada a 30m como mínima.
  - \* Cargue de volquetas.
  - \* Una vez cargada la volqueta, el conductor deberá hacer el respectivo carpado del volco y transitar a velocidad máxima de 8 Km/h en el cauce.
  - \* Una vez sale la volqueta del rio esta deberá transitar como máximo 40 Km/ hora por Vía Des pavimentada y 80 Km/ hora en vía Pavimentada.
  
- **Cargue de volquetas:** El material será cargado por la excavadora y transportado por medio de volquetas hasta el sitio demandado o patio de acopio, durante este proceso se evitará sobrecargar las volquetas para impedir pérdida del material y para minimizar la dificultad del tráfico de los vehículos.

Los sobre tamaños serán transportados a los sitios determinados para proteger los taludes del sector de explotación, esta actividad debe realizarse simultáneamente con la excavación de materiales a fin de evitar la acumulación de estériles en el frente de explotación.

### **3.1.13 Generación de Residuos**

**Residuos Líquidos:** Considerando que el proyecto minero no tiene proyectadas actividades de beneficio, se considera que no se generan residuos líquidos. Adicionalmente, el suministro de combustible se realizará fuera del cauce para evitar fugas y derrames de hidrocarburos.

**Residuos Sólidos:** Los únicos residuos sólidos generados serán bolsas y empaques plásticos producidos por los trabajadores; estos residuos se almacenarán temporalmente y se entregaran a la empresa prestadora del servicio.

**Contaminantes Atmosféricos:** El proyecto no contempla la implementación de fuentes fijas producto de labores de transformación de los materiales aluviales, tampoco actividades de beneficio; las únicas emisiones que posiblemente se generaran son el aumento en el material particulado, tema que será mitigado con el riego en vías en épocas de sequía. En cuanto a la generación de gases y ruido por la movilización de maquinaria y equipos se proyecta llevar un estricto seguimiento a los límites de velocidad, sincronización de vehículos para minimizar estos impactos, etc.

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

### **3.2.1. Aspectos Físicos**

**3.2.1.1. Geología.** El área de interés presenta una serie de depósitos cuaternarios compuestos principalmente por gravas, arenas, limo y arcillas. Las corrientes por la distancia que las separa del piedemonte no transportan material grueso, dando origen a depósitos fluvial-deltaicos, que moldean el terreno presentando una llanura aluvial plana cuyas pendientes son menores al 7%.

Las unidades geológicas típicas de la región comprenden el Grupo Quetame (PEq), depósitos cuaternarios, que comprenden depósitos aluviales subrecientes (Qld), Depósitos aluviales recientes (aluviones) (Qa), Depósitos de Llanura Aluvial (Qalv), depósitos cuaternarios de las terrazas bajas (Qtb). A continuación se describen las unidades de depósitos que son las de más influencia en la zona:

## **Depósitos Cuaternarios (Qal)**

Depósitos aluviales recientes (aluviones) (Qalr): Depósitos de gran espesor con morfología plana. Generalmente son abanicos de gran magnitud, formados por los principales ríos, con aporte de corrientes menores, los cuales fueron disectados posteriormente por las corrientes al cambiar su nivel de base. Dentro de estos depósitos aluviales se distingue el aluvión activo del río Ariari.

Depósitos Aluviales Actuales (Qala): Son depósitos recientes, existente en los cauces activos de los ríos del área de influencia directa e indirecta del proyecto, estos se caracterizan por un paisaje suavemente ondulado, sometidos a la inundación, están constituidos principalmente por sedimentos actuales cantos y gravas de composición arenosa, depositados por las corrientes mayores, en llanuras relativamente angostas. Conforman barras, que en sus partes bajas están cubiertas por las aguas de los afluentes. Cuando las barras permanecen un tiempo relativamente largo sin ser afectadas por las corrientes o intervenidas, pueden desarrollar vegetación, aumentando la resistencia al socavamiento lateral y provocando la divagación del cauce dentro de la llanura aluvial.

Terrazas bajas del Llano (Qtb): Constituidas por depósitos de gravas, arenas y lodos, que se presentan como formas aterrazadas cuya superficie es más elevada que la de la llanura aluvial del río que las cruza. Conforman extensas áreas de terreno cubiertas por pastos naturales.

**3.1.1.2 Geología en el área de influencia directa del proyecto (AID).** Con base a las observaciones de campo y según la cartografía Geológica existente en el SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO (INGEOMINAS), se considera que en el AID se presentan rasgos geológicos típicos de depósitos de edad cuaternaria, localizados en el cauce activo, en las llanuras de inundación y en las terrazas del

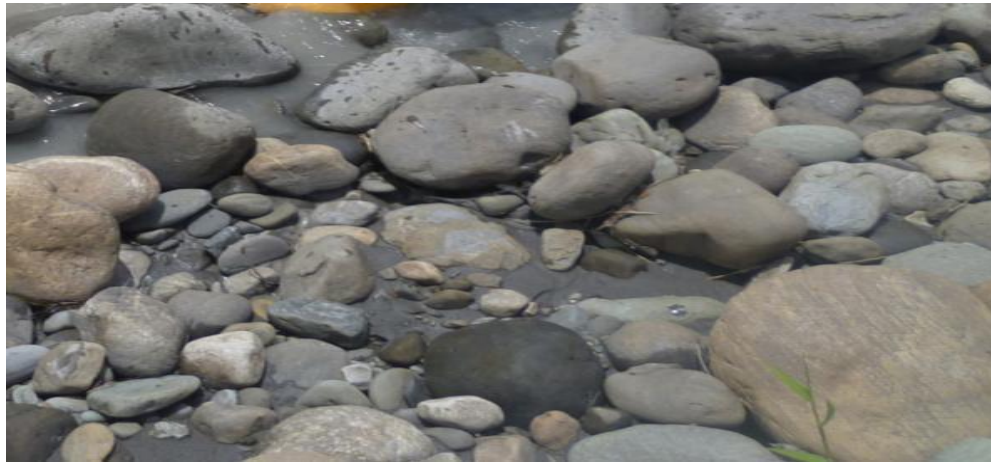
Río Ariari (fotografía 2). De acuerdo con lo anterior e incluyendo las diferencias evidenciadas en la secuencia de los materiales, se proponen la existencia de depósitos aluviales recientes (Qalr), depósitos aluviales (Qala) y d Terrazas antiguas y recientes (Qt 1, 2 y 3):

**Ilustración 3. Cauce del Río Ariari en el AID, del proyecto minero.**



**Depósitos Aluviales (Qal):** Los depósitos aluviales evidenciados en el AID se subdividen en dos: el Aluvión activo (Qala), delimitado por los cauces actuales y el Aluvión reciente (Qalr), delimitado por la divagación de los cauces antiguos. Esta unidad se caracteriza por la presencia de materiales subredondeados a subangulares con tamaños variables que van desde arenas finas hasta Guijas grandes (clasificación wentworth 1969); como propiedades físicas se observa que los colores de los materiales son variables, siendo común la predominancia de materiales de color gris azulado claro (5 B 7/1), también se observan en menor proporción materiales de color gris naranja rosáceo (5 YR 7/2) y de color azul grisáceo (5 PB 5/2).

#### **Ilustración 4. Material típico encontrado el Deposito Aluvial**



Fuente: EMS Colombia-2014

Terrazas Aluviales (Qt): Esta unidad, se subdividió en dos subunidades Terrazas aluviales antiguas (Qt1 y Qt2) y Terrazas aluviales reciente (Qt3).

Las terrazas antiguas observadas a lo largo del polígono minero, se encuentra con mayor espesor hacia la margen derecha del cauce del río, el cual se va disminuyendo hacia el Sur Este.

Las terrazas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto se caracterizan por estar constituidas por depósitos de gravas, arenas y lodos, que se presentan como formas aterrazadas cuya superficie es más elevada que la de la llanura aluvial del río que las cruza. Conforman extensas áreas de terreno cubiertas por pastos naturales. Las identificadas en campo se subdividieron de la siguiente manera Qt (1-2) Terrazas antiguas y Qt3 terrazas recientes.

En el área de influencia del proyecto, esta unidad se caracteriza por presentar alturas hasta de 1.50m; en el techo sus materiales predominantes son limos y

arcillas, la capa orgánica por lo general no supera 20 cm, en la base se observa material aluvial más grueso conformado por arenas, gravas hasta y alguno guijos.

**3.2.1.3 Geología Estructural.** A nivel regional las principales fallas geológicas tienen carácter regional y forman parte de los sistemas de fallas de Guaicáramo y del Borde Llanero:

***Falla Guaicaramo:*** El principal rasgo tectónico de este sistema de fallas es que limita al occidente el cinturón plegado de la cordillera oriental, también se caracteriza por la formación de puentes estructurales plegados de topografía escarpada, también la zona de influencia de este sistema se encuentra afectada por procesos morfodinámicos asociados al agua y a la gravedad que modifican las unidades estratigráficas mediante el arrastre de materiales arcillosos, el volcamiento y caída de bloques.

***Falla del Borde Llanero:*** Se presenta como una falla inversa de alto ángulo, limitando el piedemonte con la llanura. La falla se encuentra dislocada en varios sectores por fallas de rumbo.

### **3.2.2 Geomorfología.**

En general la evolución geomorfológica del departamento del Meta, se remonta al Plioceno, período en el cual se acentuó un proceso erosivo en la Cordillera Oriental Colombiana, acompañado de fuertes levantamientos y plegamientos. El material desprendido por el citado proceso fue transportado y posteriormente depositado en la Megacuenca de sedimentación de la Orinoquia.

Según el documento “Meta un territorio de oportunidades”<sup>17</sup>, la cuenca del Río Ariari se ubica dentro de la Geoestructura de la Megacuenca de sedimentación de la Orinoquia, en donde los ambientes morfogenéticos predominantes son el depositacional, cuyos paisajes típicos son las Terrazas Coluvión Aluviales, en donde el evento modelador corresponde al escurrimiento difuso, de igual forma son típicos los abanicos antiguos subrecientes y actuales, en donde el proceso geomorfológico actual es la reptación, patas de vaca, deslizamientos puntales y escurrimientos difusos. En segundo plano se presenta un ambiente de sedimentación aluvial y la unidad geomorfológica actual son las terrazas agradacionales, cuyo evento modelador es el escurrimiento difuso, por último también asociado a este ambiente se tiene las Planicies de Inundación y los valles aluviales menores.

La Geomorfología de la cuenca del río Ariari está condicionada principalmente por la susceptibilidad de erosión en las partes altas y por la tasa de sedimentación que puede favorecer la formación de nuevas zonas aluviales en la parte baja de la cuenca. Por tal razón debido a los grandes procesos asociados a sedimentación masiva en el lecho del cauce, se podría tener la formación de nuevas zonas inundables y la consecuente erosión fluvial asociada, cuyo proceso predominante impera en sus márgenes en la parte baja, mientras que en la parte alta se tiene la susceptibilidad de algunas zonas a presentar fenómenos de remoción en masa.

- **Unidades Geomorfológicas Locales**

En el área de influencia del proyecto, es posible evidenciar geoformas aluvio - torrenciales típicas de la Orinoquia colombiana tales como: Valles Aluviales

---

<sup>17</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Departamento del Meta, 2004

menores (Avm), Planicie de inundación (Apl); Mesetas y Terrazas agradacionales de diferentes niveles (Amt).

**Valles Aluviales menores (Avm):** Los valles aluviales menores (AVm), se caracterizan por presentar geoformas planas localizadas a los costados de los principales drenajes, suele ser bien drenada debido a la composición de los depósitos y a que su emplazamiento hace que el agua lluvia fluya hacia los drenajes.

**Planicie de Inundación (Apl):** En el área de influencia del proyecto esta unidad se caracteriza por presentar dos sub-unidades fisiográficas menores que son:

- Terrenos con suelos bien drenados que permanecen secos, se caracterizan por tener horizontes superficiales arenosos que permiten que el agua percole hacia el subsuelo. Genera suelos muy ácidos y pobres en materia orgánica, de baja fertilidad, su cobertura vegetal son los pastos naturales.
- Bajos en morfologías planas con horizontes superficiales arcillosos, pobremente drenados, anegados durante la mayor parte del año (de marzo a octubre) y secos en la época de estiaje.

**Mesetas y Terrazas agradacionales de diferentes niveles (Amt):** Corresponden al depósito de materiales aluviales en zonas bajas, próximas al cauces del Río Ariari; conformadas por sedimentos transportados por los cauces que drenan el área, el relieve es de plano a ondulado, con pendientes de 3% a 9%, presentando un grado medio de erosión del suelo, actuando fenómenos de erosivos como la saltación pluvial, el escurrimiento hídrico superficial de forma difusa de moderada a leve.

**3.2.3 Características Morfodinámicas del Río.** El río Ariari nace en las estribaciones de la cordillera oriental, presenta una geometría hidráulica inestable por tratarse de la salida de su cauce encajonado del piedemonte y su llegada a la llanura, con incremento notable de los grados de libertad que le permiten variar su ancho, profundidad y forma en planta con una dinámica acelerada. Incluso llega a tener aspectos característicos de los ríos trezados y sinuosos al mismo tiempo.

El régimen hidráulico del río Ariari, tiene su fundamento en la zonificación longitudinal de su cauce y cuenca aferente, diferenciando el comportamiento en términos de la pendiente del río entre el 1 y 2% en zonas de valles amplios semiplanos, cauce meándrico – trezado, erosión instantánea del fondo del cauce durante crecientes y erosión lateral del cauce que genera su ampliación. El proceso erosivo es irregular y de continuidad heterogénea. Se presenta el proceso de socavación, transporte y re-sedimentación.

El río Ariari arrastra material granular grueso como carga de fondo y material más fino en suspensión, especialmente durante las crecientes. La granulometría de los sedimentos depositados en las playas y en las barras es característica de la carga de fondo.

Acorde con la información brindada por la comunidad, de la vereda de El triunfo, se han registrado eventos de inundaciones, desbordamientos amenazando las viviendas aledañas, y algunos propietarios de predios manifiestan el constante proceso de socavación y pérdida de terreno de sus fincas. Este proceso se asocia con la dinámica natural y el constante aporte de sedimentos, que en su mayoría corresponden a cantos con diámetro de hasta 50 cm. En época de altas precipitaciones es frecuente el encharcamiento de predios aledaños al río Ariari, sin embargo estos procesos son de corta duración. Según estudios sedimentológicos realizados en algunos ríos de piedemonte, se asume que la carga de fondo es el 35% de la carga en suspensión. Para el río Ariari, tomando como referencia el estudio citado anteriormente se puede indicar una carga de

fondo de 314.158 m<sup>3</sup>/año, lo cual significa que se puede extraer un volumen igual o inferior y no se tendrían efectos de sobreexplotación.

Con las actividades mineras a desarrollar en el área de influencia directa del proyecto, se busca centrar el cauce del río Ariari y minimizar efectos de socavación lateral, lo cual se aprovecha debido a que los depósitos aluviales permiten realizar extracción de material pétreo direccionando hacia el centro la corriente hídrica, sin afectar las condiciones normales de este drenaje.

### 3.2.4. Geotecnia.

En el área de estudio se distinguen dos áreas geotécnicamente homogéneas que se observan en la Tabla siguiente, tomada del EOT municipal.


Tabla 6. Caracterización De Zonas Geotécnicamente Homogéneas.

<b>ZONA 1</b>		
<b>LLANURA ALUVIAL RECIENTE (LAR)</b>		
	<b>PARÁMETROS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Zona de depósitos aluviales recientes, en el cauce del río Ariari.  	<b>LITOLOGÍA</b>	Guijas, Gravas, Arenas silíceas, limos y arcillas poco consolidadas.
	<b>PENDIENTE</b>	La pendiente promedio de esta unidad oscila entre 7 – 3%.
	<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	Superficies planas, alargadas, generalmente angostas, generadas por la dinámica fluvial del Río
	<b>A</b>	

		Caney, que deposita material fino en ambas márgenes.
	<b>HIDROGEOLOGÍA</b> <b>A</b>	Área de recarga y acuífero potencial, ya que el material litológico presenta buenas características de permeabilidad y porosidad. Su emplazamiento horizontal permite que el agua lluvia percole a profundidad.
	<b>EROSIÓN</b>	Erosión moderada a baja, con algunos procesos puntuales de escurrimiento difuso y socavación lateral de los depósitos, por acción del agua en época de alta pluviosidad.
	<b>VEGETACIÓN</b>	Bosque marginal de cauce y algunos bosques secundarios (Ver Foto 3.3).

**ZONA 2**  
**LLANURA ALUVIAL DE DESBORDE (LAD)**

	<b>PARÁMETROS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Zona de Llanura aluvial de desborde del río Ariari.	<b>LITOLOGÍA</b>	Depósitos de arenas, limos y arcillas de mediana consolidación (Ver Foto 3.4).

	<b>PENDIENTE</b>	Las pendientes oscilan entre 0 y 2%.
	<b>GEOMORFOLOGÍA</b>	Bancos y bajos, de morfología completamente plana.
	<b>HIDROGEOLOGÍA</b>	Depósitos cuaternarios con buenas características de permeabilidad y porosidad por lo cual son zonas de recarga hídrica y acuíferos potenciales.
	<b>EROSIÓN</b>	La susceptibilidad a los procesos de erosión es baja debido a que el área es casi plana y el grado de consolidación del material de los depósitos presenta moderada compacidad.
	<b>VEGETACIÓN</b>	Principalmente pastos naturales.

**3.2.4.1. Análisis de la Estabilidad.** Taludes: Dentro de los procesos exógenos que transforman la superficie de la tierra juega un gran papel los ríos y quebradas. Estas corrientes superficiales realizan el más poderoso trabajo geológico, tanto destructor como constructor.

El fenómeno de erosión y sedimentación marginal es normal sobre las riveras; esta clase de cauces se caracteriza por presentar socavación y depositación lateral más intensa debido a gran sinuosidad, litología constituyente y topografía.

Estos factores condicionan la fuerza centrífuga que tiene el agua, sobreexcavando la superficie libre externa de las caras del cauce y acumulación en la curvatura interna.

Los taludes en el área de influencia del proyecto minero, tienen altura variable; en algunos sectores alcanzan hasta 3 metros, constituidos por cantos de arenisca embebidos en material areno arcilloso color café y amarillo. Algunos sectores se encuentran desprovistos de vegetación protectora y han sido colonizados por los cultivos de Plátano y Yuca, este aspecto ha contribuido a la aceleración de la socavación y pérdida de terrenos en esta zona del río. Es importante aclarar que para mitigar los procesos erosivos que se presentan en el área, se conservara una franja de protección mayor de 20 metros, en los cuales no se realizará ningún tipo de movimiento de material pétreo.

#### ► Zonas inestables

El área en general es estable, se pueden presentar problemas con el manejo de las aguas superficiales, sin embargo por las pendientes identificadas y las condiciones litológicas, los procesos de encharcamiento tienen corta duración, los efectos que generan inestabilidad de taludes se relacionan con los procesos de socavación lateral de la corriente hídrica especialmente en época de lluvias altas.

Las terrazas aluviales, también presentan buenas condiciones de estabilidad, no se identificaron eventos erosivos que puedan generar riesgo a la infraestructura a instalar o al personal que labore en el proyecto.

Algunos sectores inestables se relacionan con los proceso de socavación lateral, especialmente donde los taludes presentan las mayores alturas, sin embargo, en estos sectores se deben mantener las márgenes de protección necesarias con el fin de evitar intervenciones al factor de seguridad de los taludes.

**3.2.5 Climatología.** El conjunto de observaciones sobre las variables atmosféricas descritas a continuación como la temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento; son descritas según información existente en el IDEAM. La importancia de esta caracterización, radica en que ello servirá de base para la predicción de amenazas naturales, efectos sobre el suelo, la economía del municipio, etc.

**Precipitación:** A nivel regional la zona de influencia del proyecto minero en cuestión, cuenta con las estaciones pluviométricas Sena, Alcaldía, Escuela Eduardo Cuevas, la estación Sinóptica del Aeropuerto Vanguardia (todas en Villavicencio), estación Acacias y a nivel local se cuenta con la información de la Estación San Martín.

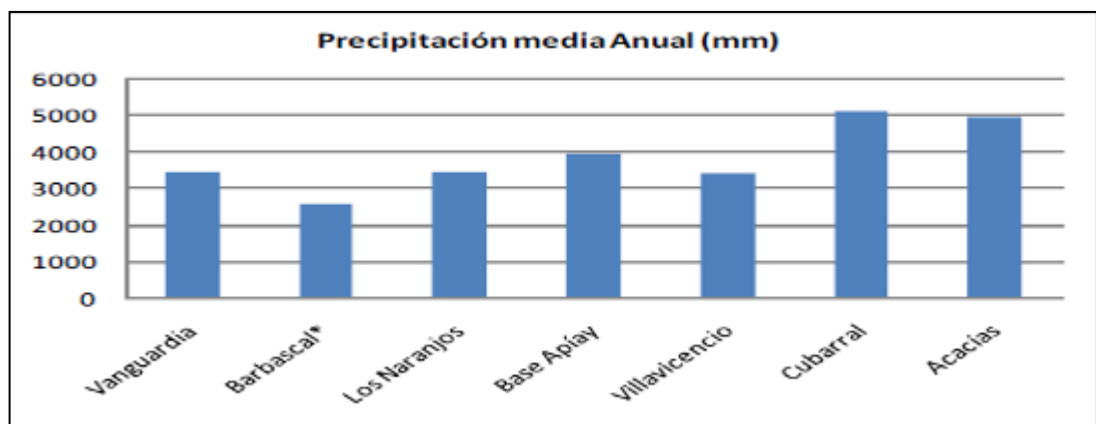
En general de los datos de precipitación de las anteriores estaciones, se observa que en la región se presenta un régimen monomodal, con dos épocas bien definidas, una de lluvias intensas y otra con lluvias escasas, siendo los meses lluviosos Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y noviembre, observándose dos picos de mayor pluviosidad, uno en el mes de Mayo y otro menor en el mes de Octubre, Agosto es el mes de menor pluviosidad en este periodo. A partir del mes de Diciembre se inicia la época seca siendo los meses más secos Enero y Febrero.

**Tabla 7. Precipitación promedio anual en estaciones cercanas al municipio de Fuentedeoro.**

ESTACION	UBICACIÓN		PERIODO	PRECIPITACIÓ N PROMEDIO
	Latitud	Longitud		ANUAL
Vanguardia	04°09´ N	73°34	1969-1977	3.450 mm
Barbascal*	03°42´N	73°24´W	1992-1999	2.586 mm
Los Naranjos	03°30´ N	73°45	1969-1977	3.470 mm
Base Apíay	04°05´ N	73°74	1969-1977	3.950 mm
Villavicencio	04°10 N	73°	1969-1977	3.400 mm
Cubarral	03°47´ N	73°50´	1969-1977	5.120 mm
Acacias	03°59´N	73°46´W	1961-1999	4.972 mm

Fuente: Municipio de Acacias- Meta 2013

**Gráfica 2. Histograma de Precipitación media anual registrada en estaciones**



Fuente: EMS Colombia-2013

De acuerdo con lo anterior, se observa que para el área de influencia del proyecto minero, que corresponde a la parte media de la cuenca del río Ariari, se observan valores de precipitación media anual con valores que varían entre los 2.600 mm y los 5120 mm al año.

**Temperatura:** La temperatura media anual oscila entre 24 y 26°C. Los períodos secos se encuentran a finales de diciembre, en los meses de enero, febrero y marzo; adicionalmente un pequeño veranillo en el mes de agosto. La mayor evapotranspiración de la región se presenta en los meses de mayor temperatura y menor precipitación.

**Humedad Relativa:** Esta se encuentra afectada por la precipitación en la zona; donde los máximos se encuentran en los meses húmedos, por tanto puede estimarse en un 75% teniendo presente que los valores máximos y mínimos son 90 y 65% respectivamente. Donde el 80% se encuentra en la zona plana.

**Brillo Solar y Nubosidad:** Se encuentra influenciado por la presencia de dos temporadas la seca y la húmeda. Para la temporada seca los valores de intensidad alcanzan 5 - 6 horas/día y una húmeda con valores de 3-4 horas/día; en temporadas transnacionales los valores van de 4-5 horas/día.

**Balance Hídrico:** El balance hídrico establece la relación existente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial, la cual es función de la precipitación y la temperatura mensual.

Durante los meses de enero, febrero y marzo, cuando la precipitación alcanza sus menores niveles, se presenta un período de déficit hídrico, lo que significa que el suelo y las capas inferiores permanecen secos y por lo tanto no hay escorrentía hacia los cauces naturales.

En el período de almacenamiento, desde el inicio de la estación de lluvias y a lo largo del año, desde el mes de abril hasta el mes de noviembre, se restablece la

humedad perdida y en algunos casos infiltra a las capas inferiores inmediatas, sin embargo no alcanza a presentar escorrentía significativa a los drenajes de la zona.

**Clasificación Climática:** El área de estudio presenta un clima tropical, recibe directamente la radiación solar a lo largo del año. Adicionalmente la precipitación, la humedad de la atmósfera y la poca variación de la verticalidad de los suelos, inciden en la conformación de ecosistemas particulares de sabana y humedales del oriente, los cuales son refugio de importantes cantidades de individuos faunísticos y florísticos. Se clasifica entonces dentro de un clima de tipo Cálido Húmedo y Cálido Seco.

**3.2.5.1. Componente Hidrológico.** La corriente del río Ariari forma parte de la zona hidrográfica del río Orinoco dentro de la subcuenca del río Guaviare. Nace en el Páramo de Sumapaz y desciende en dirección noreste-sureste por las laderas de la cordillera oriental y de la Serranía de la Macarena, formando un gran cañón hasta su salida cerca de los municipios de Cubarral, el castillo y el Dorado en el Departamento del Meta, en donde se generan gran parte de los procesos erosivos formadores del material de arrastre por comprender la parte alta de la cuenca, hasta la altura del Municipio de FuentedeOro (área de influencia del proyecto) que junto con los municipios de San Martín, Granada y Lejanías conforman la cuenca media o vega del Ariari. Mientras que la cuenca baja está comprendida en aéreas de los municipios de Puerto Lleras, Puerto Rico y Puerto Concordia que conforman el bajo Ariari, hasta su desembocadura al río Guayabero en donde se origina el río Guaviare.

Dentro de su dinámica, el río Ariari se caracteriza por la formación de meandros, por la formación de vegas, complejos de diques y orillas con inundaciones periódicas, que en general son el evento negativo del río sobre la población del área de influencia del río.

El río Ariari es una corriente trezada que presenta divagación de cauces, socavación de orillas, alta tasa de arrastre de materiales es el único río del municipio de Fuentedeoro, recorre su territorio en más o menos 50 Km. en dirección Noroccidente - Suroriente y lo divide en dos macrounidades territoriales de características físico – bióticas semejantes, llamadas márgenes derecha e izquierda (aguas abajo).

De acuerdo con el plan de ordenamiento territorial del municipio de Fuentedeoro y según cartografía hidrológica existente en la zona, se encuentra que los principales afluentes del río Ariari en el área de influencia del proyecto son: caño Upin, caño Cural, Caño Iriqué, caño la Chorra, Caño Iraca, Caño Curalito, Caño Urichare, Caño Adorote, Caño Venado, Caño Arrecifes, Adorotes o Zurieta, La Legiosa, Anime, Caño Blanco, Garrapato, Labrador y Urichare.

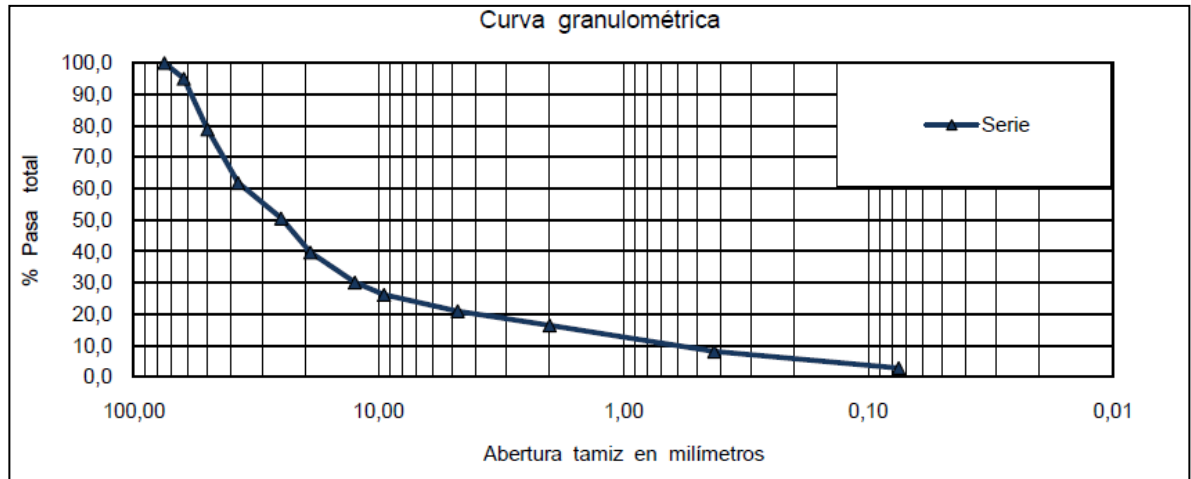
Componente Sedimentológico: Los materiales se sedimentan en barras o puntas formándose varios cauces o brazos con islas intermedias, algunas veces con vegetación. Los lechos, en general son amplios y existe inestabilidad lateral en algunos lugares. Además del cambio de pendiente se presenta el ensanchamiento del cauce ya que el río sale de la cordillera, donde transcurre por un cauce en roca, al llano, donde discurre por suelos aluviales depositados por el mismo, con relieve suave y por lo tanto fácilmente erodable e inundable. El río Ariari presenta su aluvión y su llanura de divagación con pendientes del 1 % aproximadamente.

Del análisis de la topografía y batimetría levantada se evidenció que en general la cota topográfica del centro del cauce es superior a la de las orillas, determinándose que los procesos agradacionales se concentran en este sector.

Referente a la capacidad de transporte de sedimentos de la corriente aluvial, se considera media, teniendo en cuenta que se encuentran cantos hasta de 3" de diámetro y llegan hasta tamaños de limos. De acuerdo al análisis granulométrico, los materiales transportados por el cauce del río Ariari presentan una buena

gradación, con una fracción gruesa total a 83.6% lo que indica que la corriente presenta buena capacidad de aporte de sedimentos.

**Gráfica 3. Grafica de clasificación de los materiales típicos del polígono minero**



Fuente: EMS Colombia-2014

Como características Geo mecánicas de los materiales, se tiene que en campo se realizó el respectivo muestreo con el fin de obtener muestras representativas del material del área de explotación para determinar su comportamiento ante el desgaste, su solidez y su calidad como posible sub-base o material de afirmado para la conformación de vías.

Como resultados de las pruebas realizadas al material recolectado en campo, se tiene que el material presenta un porcentaje de desgaste equivalente al 28.7%, lo que indica que de acuerdo al Artículo 300-07 INVIAS el material cumple para ser utilizado tanto como para afirmado como para sub-base en la construcción de vías<sup>18</sup>.

### **3.2.5.2 Recurso hídrico en la zona de influencia del proyecto**

<sup>18</sup> Información del Plan Técnico Minero

- **Calidad del agua:** Al respecto se averiguo por muestreos en el área de influencia, en sitios no influenciados por vertimientos directos o descole de aguas de actividades industriales, las muestras fueron evaluadas por el Laboratorio ambiental especializado en aguas, alimentos y suelos AQUALIM, el cual cuenta con acreditación ante el IDEAM , los resultados son los siguientes:

**Tabla 8. Caracterización del agua del río Ariari en el área de influencia del proyecto.**

Muestra	PARAMETOS					
	GRASAS Y ACEITES (mg/L)	PH (UN)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (UFC/100ML)	COLIFORMES FECALES (UFC/100ML)
AGUAS ARRIBA DEL POLIGONO	<8.0	6.40	149	230	53*10 <sup>2</sup>	27*10 <sup>2</sup>
AGUAS ABAJO DEL POLIGONO	<8.0	7.65	85,3	214	8*10 <sup>2</sup>	1*10 <sup>2</sup>

Fuente: EMS Colombia-2014

La corriente hídrica afectable con el desarrollo del proyecto minero en cuestión es el Río Ariari, en donde se presenta actividades que aportan contaminantes al suelo y al recurso hídrico, tales como: La actividad pecuaria, el cultivo del banano, plátano, maíz, arroz y los descoles de las aguas residuales.

**Usos del Agua:** Según el esquema de ordenamiento territorial del Municipio de Fuentedeoro y de acuerdo con lo observado en campo, se determina que los principales usos del agua del Rio Ariari y de sus afluentes en el área de influencia del proyecto, son como abastecedor de la actividad pecuaria y la agrícola. En la actividad agrícola se usa para el cultivo de arroz, plátano y yuca; mientras que también esta fuente hídrica sirve para la disposición de aguas residuales “domesticas”.

**Componente Hidrogeológico:** La llanura aluvial del río Ariari presenta depósitos cuaternarios con mediana compacidad compuestos por arenas, limos y arcillas con características de permeabilidad y porosidad aceptables que hacen que se comporten como zonas de recarga hídrica y acuíferos potenciales.

Esta área presenta niveles importantes de precipitación durante casi todo el año, el agua lluvia por la escasa pendiente y teniendo en cuenta el material rocoso de los depósitos, percola a profundidad manteniendo el nivel freático de los acuíferos existentes. En época de estiaje el nivel superficial del agua o espejo de agua disminuye pero a profundidad el nivel freático se mantiene. En la Tabla 8 se presenta la importancia hidrogeológica de las unidades aflorantes del área.

**Tabla 9. Unidades Estratigráficas y su Comportamiento Hidrogeológico**

Unidad Estratigráfica	Importancia y Descripción
--------------------------	---------------------------

<p>Zonas de Escorrentía en Terrazas Bajas (Zetb)</p>	<p>En estas zonas predominan los suelos de características arcillosas o limo-arcillosas y sectorizadamente presentan gravas y arenas, estos depósitos presentan espesores moderados, mal drenados; dada la composición arcillosa de la capa superficial; presentan una erosión ligera, la topografía es plana con pendientes menores del 3% y el principal proceso hídrico es la escorrentía superficial. Las unidades geológicas que presentan estas características son los Depósitos Aluviales Fluviodeltaicos y Aluviales con Influencia Eólica en forma sectorizada.</p>
<p>Zonas de Infiltración más Escorrentía (Zi + Zetb)</p>	<p>Áreas o zonas de moderada permeabilidad y baja pendiente donde la lluvia y aguas de escorrentía se infiltran. Estas superficies están constituidas por los depósitos Aluviales con Influencia Eólica en forma sectorizada, generando flujos subsuperficiales que regulan el ciclo hidrológico y de esta forma mantienen un aporte continuo de agua durante las épocas de sequía (escasas lluvias) a los caños y quebradas.</p> <p>Los depósitos Aluviales con Influencia Eólica, están conformados por arenas limos y loes, predominando una capa arcillosa sobre la unidad más superficial de la terraza, proporcionándole características impermeables. Estas zonas son de gran importancia porque constituyen áreas amortiguadoras del balance hídrico entre la época de lluvias y sequía, constituyéndose en áreas reguladoras del ciclo hidrológico, al igual que hacen parte de los Acuíferos Libres de la sabana.</p>
<p>Zonas de</p>	<p>Se localizan en los valles aluviales de los ríos y</p>

<p>Percolación e Infiltración en Acuíferos Libres (Zper)</p>	<p>quebradas principales, que discurren en toda el área de influencia directa del proyecto. Estos depósitos están constituidos por materiales recientes no consolidados, compuestos de arena y grava que por sus características de permeabilidad y alta porosidad alimentan los acuíferos de la zona.</p>
--	--

Por otro lado, se anota que el área de influencia directa del proyecto, cuenta con una oferta hídrica subterránea, actualmente “semi-explotada” con perforaciones o excavaciones artesanales llamados comúnmente jagüeyes, los cuales son usados para abastecimientos doméstico y para abrevaderos; por lo general estos aprovechamientos se realizan sin alguna clase de técnica ni estudio, ya que la actual estructura del municipio de Fuentedeoro, no satisface las necesidades básicas de los habitantes en las zonas rurales. Pero al igual que las aguas superficiales, su aprovechamiento no es controlado y no existen inventarios confiables sobre su potencial y consumo actual.

**Vulnerabilidad de las Aguas Subterráneas a la Contaminación:** La vulnerabilidad por contaminación de las aguas subterráneas, está directamente relacionada con los efectos de los diferentes contaminantes, los cuales no son perceptibles a mediano plazo, dada la velocidad de infiltración, según el tipo de contaminante, la hidrografía de la zona y de acuerdo con las características de los materiales que conforman el subsuelo; se pueden generar que la disipación de los contaminantes sea de manera amplia o puntual.

Específicamente para el AID y teniendo en cuenta que los materiales superficiales en algunos sectores corresponden a secuencias de arenas con algo de arcillas, se considera que la vulnerabilidad por contaminación del acuífero es media. Sin embargo, según observaciones de campo se establece que las posibles fuentes contaminantes del agua subterránea son:

- Vertimiento de aguas residuales domesticas al suelo sin previo tratamiento.
- Disposición de residuos sólidos y líquidos
- Las contingencias por derrames de Hidrocarburos
- La aplicación de agroquímicos e insecticidas para el control de plagas en los monocultivos.
- El estiércol del ganado.

**3.2.5.3 Calidad del Aire.** El área de influencia del proyecto, presenta valores mínimos de presión sonora, debido a la presencia baja a nula de industrias, en donde las fuentes fijas de emisión atmosférica son escasas. En el sector permanentemente se genera dispersión de material particulado debido al tránsito vehicular por vías que están sin pavimentar.

### **3.2.6 Aspectos Bióticos**

**3.2.6.1. Inventario de Biodiversidad.** Para un mejor conocimiento y entendimiento de las interacciones entre los organismos y su entorno físico en un espacio geográfico definido, se hace necesario abordar los inventarios de biodiversidad de manera integral, este enfoque se fundamenta en el hecho de que existen algunas variables ambientales (clima, relieve, hidrología, y suelos entre otros) que crean patrones de paisaje y consecuentemente, estos a su vez afectan la distribución espacial, composición y abundancia de organismos. En este sentido, se pretende referir los inventarios de biodiversidad a entidades espaciales discretas homogéneas en dichas variables, denominadas paisajes.

La composición de un paisaje se refiere a la diversidad y abundancia de los tipos de fragmentos de un paisaje; en tanto que la estructura, hace referencia a la organización espacial de los fragmentos en el paisaje y a las relaciones espaciales

entre los mismos. Dado que en la mayoría de los casos los paisajes originales han sido alterados en diversos grados por acción antrópicas, los paisajes están compuestos por un mosaico de fragmentos de vegetación natural, agroecosistemas y etapas sucesionales de la vegetación (Halffter et al. 2001).

### ➤ **Cobertura Terrestre**

**Metodología:** Con base en la interpretación de información digital y fotografías aéreas, se identificaron las unidades de cobertura vegetal presentes en el área de estudio, con el fin de realizar una caracterización de paisaje, identificando la composición florística de cada zona en especial, orientando los esfuerzos de campo para el levantamiento del bosque tipo, su análisis estructural y fisonómico. La metodología realizada fue tomada del instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt, teniendo en cuenta su alta experiencia y recorrido en el desarrollo de inventarios de biodiversidad en nuestro país.

**Muestreos de Rubiaceae y Melastomataceae:** Este método se generó y desarrollo dentro del GEMA (Mendoza 1998) y ha sido evaluado en más de 35 localidades en los Andes y la Amazonía con resultados positivos. Su objetivo es muestrear minuciosamente las especies pertenecientes a las familias Rubiaceae y Melastomataceae, con el fin de obtener información representativa de la riqueza y composición florística de estas dos familias.

**Muestreos de plantas leñosas:** Esta metodología se utiliza para determinar la riqueza de especies de plantas leñosas y suministra información de la estructura de la vegetación. Fue propuesta por A. Gentry (1982) y ha sido utilizada ampliamente en el Neotrópico por que permite realizar buenas comparaciones, es importante aclarar que este método suministra información complementaria a la de muestreos de Rubiaceae y Melastomatáceas.

**Caracterización:** Uno de los acercamientos más importantes que se puede hacer de los ecosistemas es el conocimiento de su diversidad florística. De tal manera que una vez conocidos las unidades de cobertura vegetal, es razonable abordar la composición, estructura y función de la flora que se encuentra en esta área.

En primer lugar, mediante la fotointerpretación de sensores remotos como las imágenes satelitales y fotografías aéreas se identifican las unidades de cobertura terrestre; luego se aborda el tema de la composición florística encontrada.

En segundo lugar, se analiza cómo se encuentran organizados los estratos de la vegetación dentro de las unidades de cobertura; herbáceo, arbustivo, subarboreo, arbóreo inferior y arbóreo superior a través de información fisonómica y estructural tomada en campo.

**3.2.6.2. Análisis de la Flora del área de influencia directa del proyecto.** El perfil de la vegetación es el esquema de una franja de bosque que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y su cobertura. Para este proyecto, la elaboración de los perfiles esquemáticos fue utilizado transectos de 0,1 ha (2X50 mt) según los muestreos para plantas leñosas.

Es conveniente aclarar que los transectos realizados arrojaron resultados de una zona definida como llanura de inundación la cual se caracteriza por ser "una franja de tierra relativamente plana, junto a un río y que sufre desborde de las aguas durante las crecidas" (Leopold et al., 1964). De igual forma se determinó que esta zona presenta variaciones muy leves de altitud con promedios no mayores de 5 metros entre la zona más baja y la más alta, lo cual nos permite inferir un común denominador en la vegetación.

- **Zona inundable- 270 mts altitud**

Se encuentran en menor proporción y se ubican principalmente en zonas planas, denominadas bajos, en los que por influencia de los drenajes presentan variaciones temporales de disponibilidad de agua en el suelo, manifestando excesos en ciertos periodos. En las partes planas predomina especies codominantes de gramíneas, leguminosas y ciperáceas, Pasto guaraturo (*Axonopus purpusii*), Rabo de vaca (*Andropogon leucostachyus*) y Maciega (*Paspalum virgatum*). Otras especies no gramíneas acompañantes ocasionales de los pastos son algunas familias de Rubiaceae y Melastomataceae.

- **Bosque de galería (Bg)**

Bosques afectados por acción antrópica, ubicados principalmente a lo largo de cursos de agua. Comprende todos los terrenos boscosos, producto de la dinámica ecológica y que evolucionan hacia estadios sucesionales climáticos, con características florísticas heterogéneas, con estructuras verticales que van desde estratos dominantes densos, codominantes, suprimidos y herbáceos, con regeneración natural y hierbas. Su estructura, dinámica y composición florística ha sido alterada de tal forma que se les puede clasificar como bosques naturales intervenidos. Estos bosques son importantes corredores biológicos que espacialmente se muestran como franjas de ancho variable a lo largo de las corrientes hídricas permanentes o intermitentes.

La fuerte influencia antrópica sobre este tipo de vegetación se resume en la afectación por extracción de maderas, la deforestación para ampliar áreas de explotación ganadera extensiva y las quemadas que comúnmente se hacen para la renovación de pastos naturales.

Los bordes del bosque se extienden sobre la parte inferior del desnivel que separa la planicie de la vega, donde la inundación es de duración y profundidad menor. En él se encuentran especies de palma como el Moriche (*Mauritia flexuosa*), algunas familias de Rubiaceae, Melastomataceae, gramíneas, leguminosas y otros

individuos que se han adaptado a condiciones de humedad bastante altas, lo cual determina una composición y estructura muy particular.

- **Especies de importancia ecológica**

Para evaluar la importancia de las especies presentes en el área de estudio se revisaron las listas rojas producidas por la UICN. Y basados en la resolución del 383 del 23 de febrero del 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones, se resaltan las siguientes especies:

La especie *Minuartia guianensis* o se encuentra en el listado presentado en la resolución 383 del 2010 de MAVDT que rige a Colombia en la declaración de especies amenazadas, pero según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) se encuentra en categoría NT, es decir Casi amenazada, por lo tanto se decide que sedara igual manejo que a la *Cedrela odorata*, teniendo en cuenta su categoría ante la UICN.

- **Composición Florística**

**Tabla 10. Composición florística del área de estudio**

Nombre común	Nombre científico	Uso principal
Indio Desnudo	<i>Bursera</i>	ornamental
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	ornamental
Ceiba verde	<i>Pseudobombax septenatum</i>	ornamental
Flor amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	ornamental

Nauno	<i>Albizzia chepele</i>	ornamental
Zamuro	<i>Cordia allodora</i>	ornamental
Caimán	<i>Fagarasp.</i>	ornamental
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	ornamental
Velero	<i>Caciasismia</i>	ornamental
Guayabo	<i>Pisdiumgua jaba</i>	ornamental
Mora	<i>Chlorophora tintoria</i>	ornamental
Guafa	<i>Guadua paniculata</i>	ornamental
Guasimo	<i>Guasima unifolia</i>	ornamental
Guarataro	<i>Vites orinocensis</i>	ornamental
Heliconia	<i>Heliconia sp.</i>	ornamental
Palma Choapo	<i>Socratea exorechiza</i>	ornamental
Gramíneas	<i>Carácter herbáceo</i>	Existe como rastrojo
Mango	<i>Magnifera indica</i>	Frutal
Guayaba	<i>Pisdium guajaba</i>	Frutal
Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Frutal
Madroño	<i>Garcini amadruno</i>	Frutal
Pomaroso	<i>Syzygium jambos</i>	Frutal
Platano	<i>Musa paradisiaca</i>	Agrícola

Fuente: EOT Municipio de Fuentedeoro

**Tabla 11. Composición Florística**

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
-------------------	---------	--------------	------

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>USOS</b>
<i>Spondias purpurea</i>	ANACARDIACEAE	Ciruelo	Alimento avifauna.
<i>Anacardium occidentale</i>	ANACARDIACEAE	Marañón	La almendra es de consumo humano, como fruta fresca, en jugos, vinos, dulces y conservas. La madera se usa para leña, postes para cercas y construcciones ligeras.
<i>Xylopia americana</i>	ANNONACEAE	Malagueto	Medicinal, ornamental, protección de micro cuencas.
<i>Himatanthus articulatus</i>	APOCYNACEAE	Platanote	Semillas consumidas por las aves. Madera para ebanistería y es ornamental.
<i>Schefflera morototoni</i>	ARALIACEAE	Tortolito	Madera blanca y liviana, para carpintería, palos para fósforos, baja lenguas y palos de paleta.
<i>Pollatesta niceforoi</i>	ASTERACEAE	Cenizo	Leña, madera para construcción, protección de micro cuencas
<i>Jacaranda obtusifolia</i>	BIGNONIACEAE	Gualanday	Medicinal, ornamental, protección de microcuencas.
<i>Protium</i>	BURSERACEAE	Anime	Maderable, protección de

<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>USOS</b>
<i>heptaphyllum</i>	E		microcuencas
<i>Hymenaea courbaril</i>	CAESALPINIACEAE	Algarrobo	Madera en construcciones pesadas. Producción de una resina ambientadora. Del fruto se consume harina. Hojas para control de hongos en seres humanos.
<i>Virola carinata</i>	MYRISTICACEAE	Sangreoro	Frutos consumidos por mamíferos. Resina empleada en medicina. La madera para aserrío, construcciones y vigas.
<i>Cassia moschata</i>	CAESALPINIACEAE	Cañofistol	Madera para postes de cercas, columnas, botalones, ebanistería. Sombrío de ganado. La miel del fruto para combatir la anemia.
<i>Cecropia engleriana</i>	CECROPIACEAE	Yarumo	Precursor leñosa, cercas vivas, protección de microcuencas.
<i>Cochlospermum orinocense</i>	COCHLOSPERMACEAE	Bototo	Cerca viva, ornamental, protección de microcuencas.
<i>Curatella americana</i>	DILLENACEAE	Chaparro	Frutos consumidos por la fauna silvestre. Madera

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
			utilizada en leña o en sillas para montar caballo. Hojas ásperas como lija y para lavar loza. Resistente a las quemaduras por presentar xilopodios en sus raíces.
<i>Erythroxylum amazonicum</i> Pier	ERYTHROXYLACEAE	Ajicito	Hojas utilizadas para el mambeo en comunidades indígenas.
<i>Pera arborea</i>	EUPHORBIACEAE	Arenillo	Madera en carpintería. Frutos consumo avifauna.
<i>Maprounea guianensis</i>	EUPHORBIACEAE	Arrayan blanco	Madera blanca y liviana para carpintería.
<i>Sapium marmieri</i>	EUPHORBIACEAE	Lechoso	Maderable, leña, protección de microcuencas
<i>Swartzia trianae</i>	FABACEAE	Brasil	Madera para utensilios y arcos. Ornamental, maderable, sombrío y cerca viva.
<i>Vismia macrophylla</i>	HYPERICACEAE	Lacre	Del exudado se extrae un tinte. Maderables y alimento de mamíferos
<i>Nectandra cuspidata</i>	LAURACEAE	Laurel	Madera para construcción y ebanistería. Frutos consumidos por avifauna.
<i>Byrsonima crassifolia</i>	MALPIGHIACEAE	Peralejo	La grasa del fruto es comestible. La corteza para

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
			la diarrea, fiebre y astringente. Leña.
<i>Bellucia sp.</i>	MELASTOMATACEAE	Nispero	Protección de microcuencas.
<i>Miconia sp</i>	MELASTOMATACEAE	Tuno	Ornamental, leña, protección de microcuencas.
<i>Ficus sp</i>	MORACEAE	Caucho	Madera ordinaria. Sombrío y protección cuencas. Fruto con alimento de avifauna.
<i>Ficus insipida</i>	MORACEAE	Higuerón	Madera para construcción. Latex como purgante. Sombrío y protección de cuencas.
<i>Myrsine guianensis</i>	MYRSINACEAE	Cucharó	Madera roja, para vigas y construcción en general. Alimento avifauna.
<i>Myrcia sp</i>	MYRTACEAE	Arrayan	Madera blancuzca para postes de cerca, columnas, varas de aire y cabos de herramientas. Frutos consumidos por avifauna. Especie melífera.
<i>Myrcia subssilis</i>	MYRTACEAE	Arrayan negro	Madera blancuzca para postes de cerca, columnas, varas de aire y cabos de herramientas. Frutos

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
			consumidos por avifauna. Especie melífera.
<i>Virola peruviana</i>	MYRISTICACEAE	Carne vaca	Frutos consumidos por mamíferos. Resina empleada en medicina. La madera para aserrío, construcciones y vigas.
<i>Genipa americana</i>	RUBIACEAE	Caruto	Madera para fabricar carrocerías, columnas, tacos de billar, tacones para zapatos y moldes para fabricar panela. El fruto es de consumo humano en mermeladas y refrescos. Del fruto verde se obtiene una tintura de color azul para teñir telas y la piel humana.
<i>Cupania cinerea</i>	SAPINDACEAE	Guacharaco	Semillas alimento ictiofauna y avifauna. Madera como mangos en herramientas y leña.

Es importante hacer alusión a que en este tipo de bosques, principalmente los ubicados hacia la cabecera de los caños y pequeños drenajes se encuentran grandes comunidades de Palma moriche (*Mauritia flexuosa*), comúnmente llamadas Morichales; este tipo de vegetación aprovecha el flujo subsuperficial de

agua para su desarrollo. En general se establecen sobre suelos arcillosos a arenosos, en sitios con buen drenaje donde crece vegetación pantanosa de porte herbáceo y también en pastos bajos que permanecen con agua durante largos periodos de tiempo.

- **Rastrojo alto (Ra)**

Es una formación vegetal arbustiva de menos de 8 metros de altura, mono estratificada, de fisonomía variable de acuerdo con las condiciones climáticas. En general, las especies que lo componen poseen abundantes ramificaciones. Se localizan en el ecotono sabana - bosque.

Esta unidad de cobertura vegetal está conformada generalmente por plantas que han desplazado a los pastos, la conforman especies herbáceas y arbustivas en diferentes estados de crecimiento. Son plantas importantes para la regeneración vegetal del ecosistema por su capacidad para colonizar lugares desfavorables y dar paso al establecimiento de nuevas especies.

- **Rastrojos bajos (Rb)**

Formación vegetal de menos de 3 metros de altura, biestratificada, de gran variedad de elementos. Se localizan como sinusias en la sabana; las alturas del estrato superior no sobrepasan los 5 metros, se presentan hasta dos estratos: uno arbustivo y otro de tipo herbáceo, con especies invasoras que en un lapso de pocos años (menos de 2), logran dominar en superficie áreas con pastos, sin ningún tipo de manejo. La vegetación que sobresale es pasto dulce y amargo (*Brachiaria shumidicola* y *decumbens*), Paja del llano-paja peluda (*Trachipogon vestitus*), Babo de zorro (*Andropogon leucostachyus*) además de algunas especies de género *Paspalum* sp.

Este tipo de vegetación se presenta en pastos en descanso y se pueden definir como vegetación secundaria en sucesión temprana, alcanzando características florísticas en lapsos de tiempo largos.

- **Cobertura agrícola (Ca)**

Para esta unidad de cobertura se advierte la presencia de cultivos transitorios como plátano, papaya, soya y maíz.

- **Análisis Estructural**

Con fines de determinar la estructura de bosque de galería, se realizó un levantamiento en un transecto de 50 x 10 m margen del río Ariari, tomando los siguientes parámetros para cada especie:

- \* Altura Total: Por cálculo visual
- \* Diámetro a la Altura del Pecho (DAP): Que indirectamente nos genera el Área Basal, pues esta se define como el área de un corte transversal del tronco.
- \* Cobertura: La metodología básica que se siguió es la propuesta por Cleef et al. (1984), en donde la cobertura de cada una de las especies censadas se estima teniendo en cuenta el área de proyección de la copa, sobre el suelo. Una variación a este procedimiento fue la seguida por Prieto (1994); quien asumió una forma ovalada en las copas de los árboles, arbolitos y arbustos y a partir de las estimaciones de longitud, tanto del eje mayor como del eje perpendicular a este, considero como la proyección de la copa al rombo interior definido por los ejes.

La cobertura de la copa se definió entonces como:

$$C = \frac{1}{2} (D2 \times \frac{1}{2} D1) \times 2$$

$$C = \frac{1}{2} (D1 \times D2)$$

Dónde:

C = Cobertura de la copa de la especie expresada en m<sup>2</sup>

D1 = Diámetro mayor

D2 = Diámetro menor

Para cada levantamiento la información sobre cobertura, altura y DAP se procesó con base en el establecimiento de clases o categorías. Con los valores máximos y mínimos para cada parámetro y el número de individuos de acuerdo con Rangel y Garzón (1994).

$C = \frac{X_{max} - X_{min}}{m}$

Dónde: C: Amplitud del intervalo

X<sub>max</sub>: Valor máximo del parámetro

X<sub>min</sub>: Valor mínimo del parámetro

m: número de intervalos =  $1 + 3.3 (\log n)$

n: número total de individuos

Índice de Valor de Importancia (IVI): Este índice da un valor de importancia a cada especie dentro de la comunidad, se calcula según la siguiente formulación propuesta por Finol (1976).

IVI = Dominancia relativa + Abundancia relativa + Frecuencia relativa.

Dónde:

Dominancia relativa.: Área basal de cada especie / Área basal del total de las especies X 100

Abundancia relativa.: N° de individuos por especie / N° de individuos en el área muestreada X 100

Frecuencia relativa: Frecuencia absoluta de una especie / Suma total de frecuencias absolutas X 100

Frecuencia absoluta: N° de veces que se encuentra una especie en todos los levantamientos / N° total de levantamientos. (Para este caso uno)

**Tabla 12. Resultados obtenidos en campo.**

ESPECIE		FAMILIA	NUMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE	ABUNDANCIA RELATIVA (Ar)	FRECUENCIA ABSOLUTA (Fa)	FRECUENCIA RELATIVA (Fr)	DOMINANCIA RELATIVA (Dr)	ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)	AREA BASAL cm	IVI
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO									
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	20	37,04	100,00	12,50	10,47	24,95	42	60,01
Palma moriche	<i>Mauritia flexuosa</i>	Arecaceae	15	27,78	100,00	12,50	12,47	12,20	50	52,75
Palma de corozo	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	3	5,56	100,00	12,50	8,73	16,99	35	26,78
Casco de vaca	<i>Bauhinia p</i>	Leguminosae	7	12,96	100,00	12,50	5,99	25,71	24	31,45
Hobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	2	3,70	100,00	12,50	14,96	7,94	60	31,17
Gualanday	<i>Jacaranda obtusifolia</i>	Bignoniaceae	2	3,70	100,00	12,50	14,96	7,57	60	31,17
Saladillo	<i>Caraipallanorum</i>	Clusiaceae	1	1,85	100,00	12,50	17,46	8,04	70	31,81
Mata	<i>Ficus</i>	Moraceae	3	5,56	100,00	12,50	14,96	6,48	60	33,02

palo	<i>máxima</i>									
TOTAL			53,00	98,15	800,00	100,00	100,00	109,89	401,00	298,15

**Corrientes de Agua:** Hace referencia a los drenajes permanentes, cuyo flujo de agua es considerable dando lugar a un cauce de tamaño apreciable y diferenciable cartográficamente dentro del cual hace presencia el río Ariari, principal cauce y abastecimiento para esta zona, motivo por el cual, su conservación es de vital importancia para la biodiversidad encontrada en esta localidad.

**Existencia de Áreas Protegidas:** En el área de influencia indirecta NO EXISTEN áreas naturales protegidas pertenecientes al Sistema de Parques Nacionales Naturales ni Reservas Forestales Protectoras Nacionales. Los ecosistemas de interés ambiental corresponden a los establecidos en los Esquemas de Ordenamiento Territorial de cada Municipio.

**3.2.6.3. Fauna del Área de Influencia Directa del Proyecto.** Colombia, junto con Brasil Indonesia y México, se consideran los países con mayor cantidad de especies registradas en su territorio. Roedores y murciélagos por su tamaño menor, están muy bien representados y a pesar de su función como controlador de otras poblaciones y dispersores de semillas, no son muy conocidos por los habitantes y su reporte se hace difícil por la dificultad para sus observaciones. Por otro lado, los mamíferos grandes como Tapires y Pecaríes, entre otros, han sido completamente desplazados y en algunos casos extintos localmente, esto obedece a que los ecosistemas han sido alterados y los bosques fragmentados, lo que ha llevado a la pérdida de hábitats o de su calidad, que sumado a la intervención humana, con eventos nocivos como la cacería, hacen poco probable su ocurrencia en algunas zonas.

El área de influencia directa del polígono de explotación que está cubierta por los Bosques de Galería es de 90.24 Ha, equivalentes al 10 % del área total de la zona de estudio.

El área de Interés objeto de este estudio, se encuentra ubicada en jurisdicción del municipio de Fuentedeoro en el departamento del Meta y pertenece a la unidad biogeografía de la Orinoquía: el cual, se caracteriza por presentar un importante número de especies (Hernández-Camacho et al. 1992b). Por ende la fauna es muy variada y ha sufrido una fuerte presión antrópica, por la destrucción de sus hábitats naturales y por la caza indiscriminada, reduciendo de esta manera los niveles poblacionales.

### **3.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA**

Para establecer las especies de fauna silvestre que potencialmente se distribuyen en el área, se consultó la literatura especializada en cada grupo taxonómico de vertebrados, Se utilizó bibliografía especializada para cada uno de los grupos de fauna en el presente estudio

**3.3.1 Recopilación de información primaria.** De acuerdo con los términos de referencia emitidos por Cormacarena, la caracterización de fauna silvestre se realizó mediante la metodología de Evaluación Ecológica Rápida y se enfocó en los grupos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Con base en el análisis de material cartográfico y mediante el reconocimiento preliminar en campo se identificaron las áreas más representativas en términos de riqueza ecosistémica, coberturas vegetales coberturas, facilidades de acceso y representatividad de los ámbitos.

Para el levantamiento de la información primaria empleó el método de avistamiento mediante el uso una cámara fotográfica Canon SX40 permitiendo dar una aproximación cualitativa del estado poblacional, teniendo en cuenta grupos taxonómicos como anfibios, reptiles, aves y mamíferos. De esta manera fueron

utilizados métodos de observación, durante recorridos, por las diferentes unidades de cobertura (para los cuatro grupos faunísticos evaluados). Además se realizaron encuestas a los pobladores del área de influencia directa del proyecto. Asimismo se registró toda evidencia de alimentación o de actividad que pudiera identificarse con certeza como perteneciente a una especie faunística, entre los rasgos buscados se resaltan: huellas, heces, madrigueras, hozaderos, rascaderos y comederos.

Se realizaron encuestas a los habitantes del área de influencia directa y quienes por vocación fueron cazadores de la zona. Esto con el fin de incrementar el número de especies registradas en el área de interés y complementar la información colectada.

**Tabla 13. Mamíferos reportados en el área de estudio**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
	<i>Didelphis marsupialis</i>	Fara, Zarigueya
	<i>Caluromys lanatus</i> (Illiger, 1815)	Chucha
DIDELPHIDAE	<i>Chironectes minimus</i> (Zimmerman, 1766)	Ratón de agua
MYRMECOPHAGIDAE	<i>Myrmeco phagatridactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Oso Palmero
	<i>Tamanduate tradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Oso Hormiguero
	<i>Dasyopus kappleri</i>	Cachicamo
DASYPODIDAE	<i>Dasyopus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758)	Armadillo
	<i>Dasyopussa banicola</i> (Mondolfi, 1968)	Cachicamo

	<i>Alouatta seniculus</i> (Linnaeus, 1766)	Zamobo, Aullador
CEBIDAE	<i>Saimiris ciureus</i> (Linnaeus, 1758)	Mico titi
	<i>Cebus albifrons</i> (Humboldt, 1812)	Mico
	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mico cholo
CANIDAE	<i>Atelocynus microtis</i> (Sclater, 1883)	Sabanero, Perro de monte
MUSTELIDAE	<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Zorro
	<i>Felis pardalis</i>	Ocelote
FELIDAE	<i>Felis wiedii</i> (Schinz, 1821)	Tigrillo
	<i>Felis yaguaroundi</i> (Geoffroy, 1803)	Gato
CERVIDAE	<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	Venado
	<i>Odocoileus virginianus</i> (Zimmermann, 1780)	Venado
TAYASSUIDAE	<i>Tayas supecari</i> (Link, 1795)	Zaino
SCIURIDAE	<i>Sciurus granatensis</i> (Humboldt, 1805)	Ardita
AGOUTIDAE	<i>Agouti paca</i> (Linnaeus, 1766)	Lapa, Tinajo
DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta fuliginosa</i> (Wagler, 1832)	Picuri
HYDROCHAERIDAE	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	Chiguiro
ERETHIZONTIDAE	<i>Coendouprehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	Erizo
ECHIMYDAE	<i>Proechimy surichi</i> (Allen, 1899)	Rata
EMBALLONURIDAE	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago
PHYLLOSTOMIDAE	<i>Glossophagas</i>	Murciélago

	<i>oricina</i> (Pallas,1766)	
	<i>Desmodus rotundus</i> (Geoffroy&Hilaire)	Murciélago

Fuente: adaptación de EOT municipio de Fuente de oro

**Ilustración 5. Madriguera de “armadillo” *Dasypus novemcinctus***



Fuente Autores- 2014

**Ilustración 6. Mono titi- *Saimiri sciureus***



**Ilustración 7. Ardilla – *Sciuru sgranatensis* *Crotophaga ani*.**



**Ilustración 8. *Iguana***



**Tabla 14. Aves reportadas en el área de estudio**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Ardeidae	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	Garza
	<i>Ardea alba</i>	Garza
Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i>	Corocora

		roja
Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Gavilán
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Chulo
Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Garrapatero
Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Búho
Trochilidae	<i>Phaetornis malaris</i>	Colibrí
	<i>Chlorostilbon notatus</i>	Colibrí
Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Torcaza colorada, paloma rojiza
	<i>Patagioenas speciosa</i>	Torcaza
Psittacidae	<i>Amazona amazonica</i>	Loro
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Giriguelo
Opisthomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Pava
Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Sirilí
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Sirilí
Icteridae	<i>Icterus chryscephalus</i>	Toche
Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	Azulejo
Pipridae	<i>Manacus manacus</i>	Zumbador
Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Mirla

Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>	Cardenal
--------------	-------------------------	----------

Fuente: adaptación de EOT municipio de Fuente de oro

**Ilustración 9.**  
***alba***

**Garza blanca (*Ardea***



**Ilustración 10. *Columbina squammata*.**



Fuente: EMS de Colombia S.A.S - 2015

**Ilustración 11. *Ammodramus aurifrons*.**



**Ilustración 12 *Anhinga anhinga*.**



**Ilustración 13. *Siriri Tyrannus Melancholicus*.**



Fuente: EMS de Colombia S.A.S - 2014

**Ilustración 14. Nidos coloniales de Guapuchona o Arrendajos, *Psarocolius angustifrons*.**



Fuente: EMS de Colombia S.A.S - 2014

**Tabla 15. Anfibios registrados de manera directa en los muestreos.**

CLASE AMPHIBIA				
ORDEN ANURA				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MÉTODO DE REGISTRO	GREMIO
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo	Observado	Carnívoro
Leiuperidae	<i>Pseudopaludicola llanera</i>	Rana vaquera	Auditivo	Insectívoro
	<i>Pseudopaludicola boliviana</i>	Rana	Observado	Insectívoro
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus fuscus</i>	Sapo picudo	Observado	Carnívoro
Hylidae	<i>Hypsiboas</i>	Rana	Información	Insectívoro

CLASE AMPHIBIA				
ORDEN ANURA				
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	MÉTODO DE REGISTRO	GREMIO
	<i>crepitans</i>	platanera	comunidad	

Fuente: adaptación de EOT municipio de Fuente de oro

**Ilustración 15. Rana platanera (*Hypsiboas crepitans*)**



**Sapo *Rhinella marina***



**3.4 IMPACTOS DEL PROYECTO SOBRE EL RECURSO**

Se identificaron tres de zonas o sectores de operación y riesgo generados a partir del proceso de extracción de material de construcción

**Área de Extracción:** Se encuentra enmarcada a través de coordenadas planas y corresponde a las zonas previamente determinadas en los trabajos de exploración geológica.

**Ruta de Transporte:** El transporte de los materiales de construcción se hará vía terrestre utilizando volquetas. El volumen de estos vehículos es de 6 m<sup>3</sup> lo cual indica que estos pueden cargar un peso bruto de carga de 10 toneladas

**Tabla 16. Actividades del proceso de transporte**

Actividad	Descripción
Certificación del conductor	El conductor debe poseer experiencia en el manejo del tipo de vehículo. Verificación de la documentación del Conductor (Licencia de Conducción, Seguridad Social)
Inspección del vehículo	Verificar que el vehículo no presente fallas mecánicas (mantenimiento preventivo). Verificación de la documentación del vehículo (Tarjeta de Propiedad, SOAT, Revisión Técnico-mecánica, Pólizas de responsabilidad)
Carga del vehículo	Se realiza en el sitio de extracción.
Inspección post-carga	Verificar que no se exceda la capacidad del vehículo y correcto carpado del volco.
Salida del sitio de carga	El vehículo debe llevar una carpa colocada sobre la carga para evitar la caída de
Conducción en ruta de transporte	Manejo con precaución
Entrega en sitio de colocación y/o beneficio del material	Manejo preventivo por la presencia de objetos o personas en el área.

## **Definición de escenarios**

Un escenario es la presencia de una amenaza en un área determinada. Su identificación es de gran importancia para la elaboración del análisis de impactos, en la definición del alcance de los eventos y en la preparación de las respuestas para controlar la emergencia. Para el proyecto se han identificado las siguientes áreas vulnerables:

- Áreas de explotación
- Rutas de acceso y transporte de material

## **Asignación de probabilidades**

Debido a que el concepto de riesgo se basa en la probabilidad de ocurrencia de los eventos, la determinación de las probabilidades es una parte importante del análisis.

Es posible determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento cuando se posee un registro histórico que permita hacer proyecciones de tipo estadístico; sin embargo, ante la carencia de estos registros, el análisis se basa en el criterio de profesionales que conocen las actividades y los riesgos de este tipo de minería, y en los antecedentes de otros proyectos de características similares. El evento se clasifica dentro de una escala que establece seis (6) niveles, dependiendo del valor de probabilidad obtenido, como se especifica la Tabla 17.

Según lo enunciado en el cuadro y considerando los factores que para la explotación y actividades de transporte que representan un riesgo ambiental, se evaluó la probabilidad de ocurrencia de una emergencia.

**Tabla 17. Clasificación de la probabilidad de ocurrencia de un evento.**

Probabilidad	Descripción	Casos por año	Valor
Imposible	Muy difícil que ocurra; no ha sucedido hasta ahora	> 100 años	1
Improbable	Muy baja posibilidad de ocurrencia; ha sucedido sólo en forma excepcional	1 caso cada 100 años	2
Remoto	Baja posibilidad de ocurrencia; ha sucedido sólo pocas veces	1 caso cada 50 años	3
Ocasional	Limitada posibilidad de ocurrencia; sucede en forma esporádica	1 caso cada 10 años	4
Moderado	Significativa posibilidad de ocurrencia; sucede algunas veces	1 caso cada año	5
Frecuente	Alta posibilidad de ocurrencia; sucede en forma reiterada	10 casos cada año	6

Para determinar estos valores, se tiene en cuenta la capacitación de los operarios, el mantenimiento de los equipos y conocimiento del área a intervenir como se muestra en la Tabla 8, donde se presentan los valores de probabilidad asignados.

**Tabla 18. Valores de probabilidad.**

	Accidentes Operacionales (incendios, explosiones,	Amenazas Naturales (sismos,	Orden Público
Zona de Explotación	3	6	4
Vías de acceso	4	3	4
Transporte	4	1	3
Cuerpos de agua y áreas aledañas	3	No aplica	No aplica

### **3.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD Y DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD**

La vulnerabilidad es el grado relativo de sensibilidad que tiene un sistema respecto a una amenaza determinada; por lo tanto, los factores de vulnerabilidad permiten determinar los efectos negativos que sobre el sistema puedan tener los eventos que se puedan llegar a presentar.

Para efectos del presente análisis de riesgo se consideraron los siguientes factores de vulnerabilidad

- Víctimas: Se refiere al número, tipo y gravedad de las víctimas que se pueden producir entre empleados, personal de emergencia y la comunidad.
- Daño ambiental: Dentro de este factor se tienen en cuenta el daño ambiental que se pueda generar, ya sea a los cuerpos de agua, la fauna, la flora, el aire, los suelos y la comunidad.
- Imagen de la empresa: Como consecuencia de un evento, la magnitud puede reflejarse en el deterioro de la imagen de la empresa.
- Operación: Cuantifica el tiempo de parálisis de la operación (arranque, cargue y transporte, etc.)
- como consecuencia de la ocurrencia del evento.

La gravedad de un evento se ha clasificado en una escala de cuatro niveles, como se muestra la Tabla 19

La gravedad relativa de un evento se valora independientemente para cada uno de los factores de vulnerabilidad definidos previamente y de acuerdo al sistema de calificación presentado en la Tabla 19.

**Tabla 19. Asignación de la gravedad de un evento**

Gravedad	Afectación del	Perdidas o	Valor
Insignificante	No afectado	Despreciable	1
Marginal	Leve	Moderados	2
Crítica	Parcial	Considerables	3
Catastrófica	Total	De gran	4

Las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para calificar la gravedad en las áreas que pueden verse afectadas por una emergencia son:

- **Áreas de Explotación:** Considerando que en el plan de manejo se planea que la explotación siempre se realice con las medidas de seguridad pertinentes, siempre existe la posibilidad de un accidente operacional por caída de equipos, herramientas o por mal uso de los mismos, que ocasionan lesiones al personal. Además, se pueden presentar emergencias por efectos ambientales (inundaciones, sismos, terremotos, incendios etc.)
- **Vías de acceso y rutas de transporte:** Las actividades de transporte se resumen en el acarreo del material desde la fuente hasta el sitio de acopio o zona de obra; por lo tanto, en este escenario se puede generar una emergencia por atropellamiento de peatones o choque con otros vehículos.
- **Cuerpos de agua y áreas aledañas:** Los cuerpos de agua y áreas aledañas son receptores de una emergencia si éstos no son controlados a tiempo; por lo tanto, la gravedad de una emergencia no controlada puede llegar ser considerable.

**Tabla 20. Descripción de los Sitios donde pueden presentarse riesgos**

Origen	Factores de Vulnerabilidad	Área de explotación	Vías de acceso	Cuerpos de agua y áreas
Accidentes Operacionales	Víctima	3	3	1
	Daño Ambiental	3	3	3
	Imagen de la Empresa	3	3	3
	Operación	2	2	1
Amenazas Naturales	Víctima	3	1	1
	Daño Ambiental	1	1	1
	Imagen de la Empresa	1	2	1
	Operación	3	3	1
Orden Público	Víctima	2	1	1
	Daño Ambiental	2	3	1
	Imagen de la Empresa	3	2	1
	Operación	2	2	1

De acuerdo con la descripción de los sitios donde pueden presentarse riesgos, se describen los valores de gravedad:

- Víctimas. Uno de los escenarios más críticos para un evento causado por un accidente operacional, es el área de explotación durante el arranque, cargue y transporte de materiales de construcción, al igual que un evento relacionado con fenómenos de inundación.
- Daño ambiental: Los escenarios con mayor valoración para la vulnerabilidad del daño ambiental por accidentes operacionales son: el área de explotación, el recorrido de las volquetas y su afectación sobre las áreas aledañas. El área de taladro presenta una gravedad menor.

- Imagen: El nivel de deterioro de la imagen de la empresa depende básicamente del grado de trascendencia que pueda tener la noticia de una contingencia, el cual a su vez, está determinado por la gravedad de la emergencia y el éxito o fracaso en la atención de la misma. Por accidentes operacionales, la imagen sería afectada de manera crítica cuando ocurran eventos en el área de explotación o cuando se altere la calidad físico-química de algún cuerpo de agua. Dicha calificación se debe a que el accidente puede ser de tal magnitud que sea necesario abandonar las labores. Dentro de los escenarios marginales se cuentan las zonas de disposición final de los materiales, porque el incidente solo se extendería en el ámbito local. Los otros escenarios sólo tendrían trascendencia dentro del ámbito empresarial.
- Operación: El tiempo de interrupción de las operaciones de explotación dependerá de los daños causados a las instalaciones, del componente afectado y de los recursos asignados para la atención de la emergencia.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En desarrollo del presente estudio se describió el proyecto minero y se caracterizaron los aspectos abiótico y biótico del área de influencia con base en información primaria y secundaria existente, de acuerdo con los términos exigidos por la autoridad ambiental regional.

La elaboración de la línea base ambiental, es un instrumento para la toma de decisiones, con base en el cual se pueden definir las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos ambientales que generará el proyecto.

El levantamiento de información primaria de los diferentes componentes ambientales del medio abiótico y el medio biótico, se ejecutó con el fin de establecer las características del área y su potencial para el desarrollo del Proyecto y la zonificación del área de influencia.

Se identificaron y dimensionaron los depósitos aluviales ubicados, en el área de influencia directa de Autorización como herramienta para planear un diseño minero acorde con las características morfológicas del yacimiento.

Con base en las características del Plan Técnico Minero, la descripción de las actividades del proyecto así como las medidas de cierre y recuperación, se llega a dimensionar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se puede establecer el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas; determinando los impactos sobre los cuales existe un nivel de incertidumbre.

A través del Plan de Manejo ambiental y las fichas de proyecto respectivas se deben proponer soluciones para todos y cada uno de los impactos identificados.

## BIBLIOGRAFIA

ACERO, L.E. Planta útiles de la Cuenca del Orinoco. Bogotá. Zona Ediciones. 1995.

BARRERO, Cáceres José. La contaminación Ambiental como delito de resultado. Estudios en Derecho y Gobierno. Bogotá. Universidad Católica. 2008.

CANTER, Larry. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid. Mc Graw Hill, 1997. 840 pp.

Contraloría de Cundinamarca Indicadores de Gestión de los Recursos Públicos en Salud, Educación y Medio Ambiente. CGC – DNP. (2000).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Régimen Sancionatorio ambiental. INC, Bogotá. 2011

Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial Libro de Consulta para Evaluación Ambiental (Trabajo Técnico N. 139). Volumen I. Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales.

HARRISON, Lee. Manual de auditoría medioambiental, higiene y seguridad. Madrid. Mc Graw Hill, 1996. 680 pp.

HERNÁNDEZ, Sampieri. Metodología de la Investigación. Interamericana de México. Mc Graw Hill, 1997

<http://acsmith.si.edu/emuwebvzmammalsweb/page/nmnh/vz/QueryMAMMAL.php> ,  
American

<http://aplicaciones.virtual.unal.edu.co/colecciones/datos/animalia/consultasMAMMALIA>.

<http://enpheros.amnh.org/db/emuwebamnh/page/amnh/mammalogy/QUERY.php>

INDERENA – PNUMA, ECODESARROLLO El Pensamiento del Decenio.1983

LATORRE, Emilio. Medio Ambiente y municipio en Colombia. FESCOL. 1997.

LEÓN PÉLÁEZ, Juan. Evaluación del Impacto Ambiental en proyectos de desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. 2002

Ley 99 de 1993

Ministerio de Ambiente. Las Voces del SINA. 2002

Ministerio de Medio Ambiente Manual de Tratados Internacionales en Medio ambiente y desarrollo sostenible. 1998

Museum of Natural History:

Para Anfibios; Acosta-Galvis, 2000; Lynch, 2006 y Rueda-Almonacid, 2004; Para reptiles; Peters & Orejas-Miranda, 1970; Peters & Donoso – Barros, 1970;Castaño- Mora, 2002 y Sánchez et al, 1995; dicha información sirvió para determinar la fauna presente en el área de estudio.

Para determinar la avifauna de la zona de estudio se utilizó material bibliográfico como (Hilty& Brown 2009 y Restall et al. 2006) y las bases de datos como, Natureserve, Infonatura, la Red Nacional de Observadores de Aves (RNOA) y la fundación Xenocanto.

Para mamíferos; Alberico et al,2000, Emmons,1999, Rodriguez- Mahecha,2005; Trujillo et al, 2005; Muñoz, 2001 y bases de datos de colecciones científicas, con especímenes provenientes del área que comprende el proyecto (MANIS: <http://manis.mvz.berkeley.edu/pres/PresentationServlet?action=home>, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia:  
Smithsonian Institution, Nacional Museum of Natural History