

TABLA DE CONTENIDO

5	EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	5.1-5
5.1	METODOLOGÍA	5.1-5
5.1.1	Elementos para la identificación de impactos	5.1-5
5.1.2	Elementos de caracterización	5.1-6
5.1.3	Elementos de calificación de impactos.....	5.1-7
5.1.3.1	Procedimiento para la calificación de importancia de los impactos	5.1-8
5.1.3.2	Evaluación de impactos con manejo.	5.1-10
5.1.4	Identificación de impactos	5.1-11
5.2	IMPACTOS MEDIO ABIÓTICO	5.2-1
5.2.1	Alteración de la calidad del agua.....	5.2-1
5.2.1.1	Sin proyecto	5.2-1
5.2.1.2	Con proyecto.....	5.2-1
5.2.2	Afectación cuantitativa del recurso hídrico	5.2-5
5.2.2.1	Sin proyecto	5.2-5
5.2.2.2	Con proyecto.....	5.2-9
5.2.3	Afectación de la calidad del agua subterránea	5.2-15
5.2.3.1	Sin proyecto	5.2-15
5.2.3.2	Con proyecto.....	5.2-15
5.2.4	Afectación de la calidad del aire.....	5.2-17
5.2.4.1	Sin proyecto	5.2-17
5.2.4.2	Con proyecto.....	5.2-18
5.2.5	Alteración de los niveles de presión sonora.....	5.2-21
5.2.5.1	Sin proyecto	5.2-21
5.2.5.2	Con proyecto.....	5.2-22
5.2.6	Generación de inestabilidad y erosión	5.2-24
5.2.6.1	Sin proyecto	5.2-24
5.2.6.2	Con proyecto.....	5.2-24
5.2.7	Alteración y eliminación de las geoformas del terreno.....	5.2-27
5.2.7.1	Sin proyecto	5.2-27
5.2.7.2	Con proyecto.....	5.2-27
5.2.8	Aumento de la sedimentación	5.2-29
5.2.8.1	Sin proyecto	5.2-29
5.2.8.2	Con proyecto.....	5.2-29
5.2.9	Pérdida y alteración de suelos	5.2-32
5.2.9.1	Sin proyecto	5.2-32
5.2.9.2	Con proyecto.....	5.2-32
5.2.10	Afectación por generación de Drenaje Acido de Mina (DAM)	5.2-35
5.2.10.1	Sin proyecto	5.2-35
5.2.10.2	Con proyecto.....	5.2-37
5.2.11	Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	5.2-41
5.2.11.1	Con proyecto.....	5.2-41
5.3	IMPACTOS MEDIO BIÓTICO	5.3-44
5.3.1	Pérdida y alteración de cobertura vegetal y hábitats terrestres	5.3-44
5.3.1.1	Sin proyecto	5.3-44
5.3.1.2	Con proyecto.....	5.3-45
5.3.2	Pérdida de individuos vegetales.....	5.3-49

5.3.2.1	Sin proyecto	5.3-49
5.3.2.2	Con proyecto	5.3-49
5.3.3	Alteración de poblaciones de flora con estatus especial de conservación	5.3-52
5.3.3.1	Sin proyecto	5.3-52
5.3.3.2	Con proyecto	5.3-53
5.3.4	Afectación y pérdida de individuos de fauna terrestre por eliminación y alteración de hábitats	5.3-56
5.3.4.1	Sin proyecto	5.3-56
5.3.4.2	Con proyecto	5.3-56
5.3.5	Alteración de poblaciones de especies de fauna con estatus especial de conservación	5.3-62
5.3.5.1	Sin proyecto	5.3-62
5.3.5.2	Con proyecto	5.3-62
5.3.6	Incremento en la fragmentación de hábitats y de corredores biológicos	5.3-67
5.3.6.1	Sin proyecto	5.3-67
5.3.6.2	Con proyecto	5.3-68
5.3.7	Pérdida o alteración de hábitats para comunidades acuáticas	5.3-70
5.3.7.1	Sin proyecto	5.3-70
5.3.7.2	Con proyecto	5.3-71

LISTA DE TABLAS

Tabla 5.1-1 Componentes ambientales con posibilidad de afectación debido a las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos	5.1-13
Tabla 5.1-2 Impactos ambientales que se generarán por las acciones del proyecto.....	5.1-14
Tabla 5.2-1 Estimado de carga orgánica per cápita	5.2-3
Tabla 5.2-2 Caudales medios multianuales (m ³ /s).....	5.2-5
Tabla 5.2-3 Balance hídrico. Quebrada Angostura.....	5.2-8
Tabla 5.2-4 Balance hídrico. Quebrada Páez	5.2-8
Tabla 5.2-5 Balance hídrico. Quebrada El Salado.....	5.2-8
Tabla 5.2-6 Balance hídrico. Estación río Vetas – Puente Pánega.....	5.2-8
Tabla 5.2-7 Cálculo aproximado de las reservas de agua subterránea disponibles en el área de influencia directa del proyecto	5.2-9
Tabla 5.2-8 Caudales medios multianuales (m ³ /s). valores por explotación	5.2-11
Tabla 5.2-9 Balance hídrico con explotación. Quebrada Angostura.....	5.2-11
Tabla 5.2-10 Balance hídrico con explotación. Quebrada Páez.....	5.2-12
Tabla 5.2-11 Balance hídrico con explotación. Estación río Vetas – Puente Pánega.....	5.2-12
Tabla 5.2-12 Cálculo del volumen proyectado de explotación en el tajo.....	5.2-12

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.2.2-1 Condiciones actuales - oferta y demanda hídrica	5.2-7
--	-------

5 EVALUACIÓN AMBIENTAL

5.1 METODOLOGÍA

Para la identificación de impactos ambientales del proyecto, se realizó la desagregación de las actividades que cada una de las obras del proyecto implica, consideradas en el contexto espacial (localización) y temporal (tiempo). La desagregación de estos aspectos, sobrepuestos con las características ambientales de la zona, es la base para la identificación de los impactos.

Este es un proceso cualitativo, dado que no tiene en cuenta criterios de magnitud y solamente permite establecer la presencia o ausencia de los aspectos evaluados.

Para cada uno de los impactos identificados se elaboró una ficha de insumos de información básica para su evaluación, la cual tiene los criterios para la identificación, caracterización y calificación de los mismos. Esta metodología califica el impacto neto producido por el proyecto, es decir, la diferencia entre el impacto con proyecto y el estado actual del componente afectado en relación con el impacto.

5.1.1 Elementos para la identificación de impactos

Los elementos de identificación de impactos son los siguientes: enunciación de los impactos analizados, la fase del proyecto en que se producen, acciones específicas que lo ocasionan y los factores medio ambientales impactables. A continuación se describen cada uno de dichos componentes:

Enunciación del impacto ambiental: Se enuncian los impactos primarios o “externalidades” principales ocasionados por el proyecto. Los impactos se constituyen en los principales puntos de conflicto entre las actividades y el medio ambiente. Son, en términos generales, las alteraciones, cambios o modificaciones que los estudios, la ejecución, el funcionamiento y el desmantelamiento o abandono del proyecto introducen en el medio ambiente.

Fase del proyecto: Para el caso del Proyecto Angostura se pueden distinguir cuatro fases de afectación o de ocurrencia de los distintos impactos, tanto físico- bióticos como sociales. Estos momentos son:

Instalación
Operación
Recuperación
Restauración

Acciones o actividades del proyecto: En este punto se identifican y enumeran las acciones que ocasionan impactos, de acuerdo con la fase. Las acciones específicas de las fases del proyecto, son las expuestas en el capítulo tres.

Cada una de las actividades del proyecto en sus fases, provocará la modificación de determinados procesos que se llevan a cabo en el ambiente, que incluyen además de las interrelaciones entre los elementos abióticos y bióticos naturales del ecosistema, aquellos introducidos por las actividades de los asentamientos humanos de la zona.

Factores del medio ambiente potencialmente afectados: Se indican analíticamente los factores del medio ambiente afectados por los impactos del proyecto de acuerdo con los sistemas, componentes y sujetos:

Sistema	Componente - Medio	Dimensión - Sujeto
Físico	Suelos	Usos del suelo Características edáficas
	Agua	Superficiales Subterráneas
	Atmósfera	Nivel de ruido Composición de la atmósfera
	Procesos geofísicos	Inestabilidad Sedimentación Erosión Morfología
	Morfología y paisaje	Modificación aspecto visual
Biótico	Procesos ecológicos	Corredores ambientales Nichos Redes tróficas
	Fauna	Comunidades acuáticas Comunidades terrestres
	Vegetación	Comunidades acuáticas Comunidades terrestres
Antrópico	Socioeconómico	Demográfico
		Espacial
		Económico
		Cultural
		Político - organizativo

5.1.2 Elementos de caracterización

Los elementos de caracterización describen, localizan, y enuncian el impacto y sus efectos secundarios.

Descripción del impacto: Define el impacto; explica en qué consiste la afectación y ubica, en el espacio, la influencia de la misma. Se enumeran y explican los impactos secundarios o efectos indirectos resultantes de los eslabonamientos generados por el impacto primario.

Área de influencia o entorno de afectación: Hace referencia al entorno de afectación de los impactos, en el caso del proyecto Angostura, alcanza tres niveles:

Subregional. Cuando la afectación del impacto puede extenderse en varios municipios, en este caso Playón, Charta, Matanzas, California, Vetas, Suratá, Tona y el Nucleo de Desarrollo Provincial Metropolitano, específicamente en el área metropolitana (Bucaramanga, Floridablanca y Girón).

Local. Cuando la afectación del impacto puede extenderse a varias veredas.

Puntual. Cuando la afectación del impacto tiene muy poca extensión territorial, ya que no trasciende el área de la obra o acción generadora del impacto.

Tendencia, evolución o tiempo: Describe si el impacto se desarrolla de manera rápida o lenta.

Reversibilidad o condición: Hace referencia a procesos naturales y que se presentan a mediano plazo. Sin realizar manejos y de forma natural, al cesar la acción, el medio es capaz de eliminar el efecto antes de cinco años. El efecto es reversible cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a mediano plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio; el efecto es irreversible cuando no es posible o existe "dificultad extrema", de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

5.1.3 Elementos de calificación de impactos

Como parámetros de calificación de importancia de los impactos, (insumos básicos para la evaluación multi e interdisciplinaria, de tipo cuantitativo se tienen en cuenta los siguientes:

Probabilidad de ocurrencia o certidumbre (PO): Puede ser segura, muy probable, probable, poco probable, improbable.

Duración (DU): Se refiere a la persistencia del impacto a lo largo del tiempo. Puede ser permanente, temporal u ocasional.

Magnitud o dimensión: Indica la unidad y cantidad del componente ambiental afectado, necesaria para la estimación de la magnitud relativa.

Magnitud relativa (MR): Se refiere a la relación comparativa entre la dimensión del impacto y el entorno de afectación, expresada en porcentajes. Esta magnitud manifiesta el grado de alteración de un impacto sobre los factores ambientales afectados.

Nivel de vulnerabilidad (NV): Este parámetro evalúa la capacidad del elemento afectado para afrontar los cambios introducidos por el proyecto.

Incidencia no cuantificable (INC): Este elemento mide los efectos del impacto no cuantificables o de difícil estimación.

Intensidad o calificación de importancia (CI): Indica la capacidad del impacto de generar alteraciones. Resulta de la calificación de los cinco elementos utilizados para la evaluación del impacto.

5.1.3.1 Procedimiento para la calificación de importancia de los impactos

Con base en el procedimiento anterior y con ayuda de las matrices, se realiza la caracterización y evaluación de los impactos, mediante la fórmula modificada por INGETEC (2005) de Arboleda (1996).

Esta formulación se basa en seis criterios característicos de cada impacto (PO, MR, INC, NV, DU y C).

$$IP = PO \times (MR+INC)_{(1)} \times NV \times DU \times C \times 10$$

Donde:

IP	:	Importancia del Impacto Potencial
PO	:	Probabilidad de Ocurrencia
MR	:	Magnitud Relativa del impacto (de acuerdo con Dimensión)
INC	:	Incidencia no cuantificable o nivel de riesgo
NV	:	Nivel de vulnerabilidad
DU	:	Duración
C	:	Carácter del impacto

La fórmula (1) considera que:

$$MR + INC \text{ es siempre } \leq 1 \quad \text{o} \quad INC \leq 1-MR$$

La escala de valores asignada a cada uno de los atributos del impacto es la siguiente:

Probabilidad de Ocurrencia (PO)

Varía entre 0 y 1,0

0,9 < PO ≤ 1	Seguro
0,4 < PO ≤ 0,9	Muy probable
0,1 < PO ≤ 0,4	Probable
0 < PO ≤ 0,1	Poco probable

Magnitud Relativa (MR)

Corresponde a la relación entre la dimensión del impacto y la dimensión del parámetro establecido como referencia en la respectiva área de influencia, siendo la dimensión, la unidad y cantidad del elemento afectado. Manifiesta el grado de alteración de un impacto sobre los factores ambientales afectados en un entorno dado.

Varía entre 0 y 1,0.

0,5 < MR ≤ 1,0	Muy alta
0,3 < MR ≤ 0,5	Alta
0,1 < MR ≤ 0,3	Media

$0,02 < MR \leq 0,1$	Baja
$0 < MR \leq 0,02$	Muy baja

Nivel de vulnerabilidad (N.V.).

Hace relación al grado de exposición del elemento potencialmente afectado y de su capacidad de asimilar el impacto.

Varía entre 0 y 1,0

$0,6 < NV \leq 1,0$	Muy Alta
$0,4 < NV \leq 0,6$	Alta
$0,2 < NV \leq 0,4$	Media
$0,05 < NV \leq 0,2$	Baja
$0 < NV \leq 0,05$	Muy Baja

Duración (DU)

Varía entre 0 y 1,0

$0,9 < DU < 1,0$	Permanente (mayor de 10 años)
$0,5 < DU \leq 0,9$	Mediana duración (1 a 10 años)
$0 < DU \leq 0,5$	Corta duración (hasta 1 año)

Incidencia no cuantificable (INC)

Hace referencia a la calificación del grado de incertidumbre sobre las consecuencias del impacto, en cuanto a los efectos secundarios y terciarios que son de difícil cuantificación, dado que pueden trascender a otros componentes con consecuencias que sobrepasan las estimaciones cuantificadas en la dimensión del impacto.

Varía entre 0 y 1,0

$0,3 < INC \leq 1,0$	Muy Alta
$0,1 < INC \leq 0,3$	Alta
$0,02 < INC \leq 0,1$	Media
$0 < INC \leq 0,02$	Baja

Intensidad o Impacto Potencial (IP)

Varía entre 0 y 10

$5 < IP \leq 10$	Muy alto
$3 < IP \leq 5$	Alto
$1 < IP \leq 3$	Medio
$0,2 < IP \leq 1$	Bajo
$0 < IP \leq 0,2$	Muy bajo

Carácter del impacto

(+) Impacto positivo. A la Importancia del impacto potencial se antepone el signo positivo.

(-) Impacto negativo. A la Importancia del impacto potencial se antepone el signo negativo.

5.1.3.2 Evaluación de impactos con manejo.

Realizada inicialmente la evaluación para los impactos sin manejo, se complementa introduciendo la evaluación de los manejos. Esta evaluación de impactos con manejo se realiza con el ejercicio de calificación mediante una fórmula complementaria de evaluación, con esta formulación se obtiene la valoración del impacto remanente del impacto.

La formulación para esta evaluación es:

$$IR = IP \times PM$$

Donde:

IR = Impacto remanente

IP = Intensidad o Impacto Potencial

PM = Mitigabilidad o posibilidad de manejo del impacto

Las escalas y criterios de los atributos de esta fórmula son:

Posibilidad de manejo (PM)

▪ **Impactos positivos**

Para los impactos positivos la escala de calificación de las posibilidades de manejo está entre 0 y 1 y se clasifica, de acuerdo con la garantía para su potencialización, así:

Asegurable: $0,6 < PM \leq 1$

Cuando se asumen medidas directas o indirectas con las que se garantiza el desarrollo beneficioso del impacto

Lograble: $0,1 < PM \leq 0,6$

Cuando se asumen medidas directas o indirectas con las que se tiene alguna probabilidad de garantizar el desarrollo beneficioso del impacto

Difícilmente potenciabile: $0 \leq PM \leq 0,1$

Cuando las medidas directas o indirectas para el desarrollo beneficioso del impacto tienen poca probabilidad de éxito.

▪ **Impactos negativos**

Para los impactos negativos la escala de calificación de las posibilidades de manejo está entre 0 y 1 y se clasifica así según el manejo a establecer:

Prevención

$$0 \leq PM \leq 0,3$$

Cuando se aplican medidas, obras o actividades que se pueden integrar al diseño del proyecto para evitar la ocurrencia del impacto.

Mitigación

$$0,3 < PM < 0,8$$

Cuando el impacto y sus efectos son inevitables e irreversibles pero se pueden efectuar obras o actividades tendientes a atenuar y reducir al mínimo su incidencia.

Compensación

$$0,8 \leq PM \leq 1$$

Cuando el impacto y sus efectos son inevitables e irreversibles y se requiere restituir o reemplazar en otro sitio los componentes ambientales alterados, buscando mejores o iguales condiciones.

Impacto remanente (IR)

▪ **Impactos positivos**

Para los impactos positivos, la escala de calificación de los impactos remanentes (con manejo), es la siguiente:

0,1 < IR ≤ 3,9	Muy benéfico
4 < IR ≤ 6,9	Benéfico
7 < IR ≤ 10	Positivo

▪ **Impactos negativos**

Para los impactos positivos, la escala de calificación de los impactos remanentes (con manejo), corresponde a:

0.1 < IR ≤ 2,9	Muy manejable
3 < IR ≤ 6,9	Manejable
7 < IR ≤ 10	Medianamente manejable

Mediante la aplicación de esta metodología se identificaron las actividades del proyecto que generarán mayores impactos sobre el ambiente y se estableció cuáles componentes ambientales tienen mayor posibilidad de afectación por el desarrollo hidroeléctrico en sus fases de construcción y operación.

Este análisis permitió jerarquizar los impactos, herramienta fundamental para las prioridades de ejecución de obras o actividades en el plan de manejo ambiental.

5.1.4 Identificación de impactos

La identificación de impactos, se realiza listando detalladamente las acciones del proyecto susceptibles de generar impactos, indicando en qué fase del proyecto se realizarán. Posteriormente se definen los componentes ambientales que se verán afectados de alguna manera durante el desarrollo del proyecto, las cuales son las indicadas con el cruce de cada una de las actividades del proyecto.

En la Tabla 5.1-1 se muestran la interacción entre las fases y actividades del proyecto, los componentes ambientales que se verán afectados por las mismas y los impactos derivados. En la Tabla 5.1-2 se muestran las actividades del proyecto y los impactos derivados de las mismas.

5.2 IMPACTOS MEDIO ABIÓTICO

5.2.1 Alteración de la calidad del agua

5.2.1.1 Sin proyecto

En el área donde se ubicará el proyecto se encuentran las microcuencas de las quebradas La Angostura, Páez, Móngora y El Salado, el agua de estas quebradas presenta en general una buena calidad especialmente en la parte alta de las quebradas Angostura y Páez presentándose en algunos puntos de su trayecto antes de la confluencia con la quebrada La Baja una disminución en su calidad como se muestra en el numeral 3.2.5.2 de la caracterización ambiental. En la quebrada Angostura, se presenta una disminución del 18% en la calidad debida principalmente a descarga de aguas residuales domésticas y vertimientos de aguas provenientes de la minería artesanal que se desarrolla en cercanías de la quebrada San Andrés afluente de la quebrada Angosturas. Algo similar ocurre en la quebrada Páez, en donde se presenta una disminución del 15% en la calidad del agua por la confluencia de la quebrada La Perozosa, ya que en el área aledaña a la quebrada se desarrolla minería artesanal. Para las quebradas Móngora y El Salado la calidad del agua no presenta variaciones, debido que no hay actividad minera.

5.2.1.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Planeación, instalación y operación
Acciones o actividades del proyecto	Remoción de vegetación Descapote Construcción y operación de campamentos de montaje Instalación y operación de planta trituradora y de concreto Construcción de campamentos definitivos Construcción de vías y accesos Construcción de dique de apoyo del depósito de material estéril Construcción de depósitos de suelo orgánico Construcción del embalse Apertura de tajo Construcción de pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales Mantenimiento de maquinaria y equipos Disposición de excedentes de excavación Suministro en campo de lubricantes y combustibles Explotación del tajo Disposición de estériles Hidrometalurgia Operación del embalse

	Operación y mantenimiento de edificios administrativos, zona industrial y campamento
Sistema afectado	Físico, biótico y antrópico
Componente	Agua Procesos geofísicos Procesos ecológicos Fauna Vegetación Socioeconómico
Sujeto afectado	Aguas superficiales Sedimentación Redes tróficas Comunidades acuáticas
<p>Descripción: La contaminación de aguas se define como la incorporación de cualquier sustancia a los cuerpos de agua, de tal forma que genera daños fisiológicos en aquellos organismos que lo consumen, o daños económicos o ambientales. Con fines prácticos, en este concepto de contaminación se incluye el de polución, definido por Branco (1987) como la incorporación de sustancias a los cuerpos de agua o modificación de sus características de manera que se alteren las comunidades de organismos que hacen parte del cuerpo de agua, sin afectar necesariamente a aquellas que la consumen.</p> <p>Por el desarrollo de la actividad minera y la construcción de las obras asociadas, vías y accesos operación de campamentos, cocinas y oficinas se generan residuos líquidos que se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aguas de derivación: Corresponden al agua lluvia y la escorrentía superficial que se recogen en canales y se derivan para que no entren en contacto con el material del tajo o del depósito de estériles y zonas de préstamo. Estas aguas se entregarán en las quebradas Angostura y Móngora y las quebradas Romeral, Ánimas y Aserradero cercanas a las zonas de préstamo. Para las pilas de lixiviación los canales de derivación recogerán las aguas provenientes de la escorrentía superficial y se verterán en la quebrada Angostura. - Aguas de procesos: Corresponden a la solución del proceso de lixiviación, el agua del proceso de flotación, las aguas lluvias que caen dentro de las pilas de lixiviación y las aguas de contacto. Las aguas de procesos son recirculadas al sistema y reutilizadas en el proceso. No existe descarga de estas aguas, para esto se han diseñado las pozas de solución con dimensiones suficientes para almacenar todas las aguas que necesite el proceso, incluyendo eventos de lluvias - Aguas de contacto: Las aguas de contacto son potenciales de generación de agua ácida, se producen por el contacto del agua lluvia con el material del tajo abierto y del depósito de estériles. Estas aguas de contacto son recirculadas al sistema del proceso de lixiviación y de flotación. Antes de ser enviadas al proceso, las aguas de contacto son neutralizadas (control de pH) en la planta de aguas acidas - Aguas residuales domésticas e industriales: son las que se generan en sanitarios, cocina, oficina y talleres. <p>Teniendo en cuenta que el proceso de transformación y beneficio es un ciclo cerrado, que las aguas provenientes del proceso y las de contacto serán recirculadas, es posible que solo se presente contaminación de aguas superficiales como resultado del aporte de sedimentos a los</p>	

cursos que serán atravesados por la construcción de vías y accesos, así como de la quebrada Venaderos por el vertimiento de las aguas residuales domésticas e industriales generadas en la zona de la planta de beneficio (oficinas, talleres, cocina), o por las actividades de transporte de material estéril desde el tajo hasta el botadero de Móngora o en la disposición y conformación del mismo. De igual forma, por la construcción y operación del campamento podría presentarse contaminación en la quebrada El Salado y luego en el embalse por vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales.

Las diferentes obras a ejecutar generaran descargas principalmente de sedimentos que podrían originar cambios fisicoquímicos en la calidad del agua del cuerpo receptor, que tendría efectos sobre las comunidades acuáticas, ya que se afecta el establecimiento y productividad de la comunidad del perifíton, modificando indirectamente la estructura y funcionamiento de otras comunidades hidrobiológicas como el bentos y la fauna íctica, y limitaría el uso del recurso aguas abajo.

Por otra parte, por el vertimiento de las aguas residuales domésticas tratadas a las quebradas Venaderos y El Salado, se podrán presentar incrementos en la concentración de materia orgánica, DBO, DQO, nitrógeno, fósforo, cloruros y en los valores de conductividad.

Con base en las estimaciones previas de la población tanto fija como flotante durante el desarrollo del proyecto, el caudal de aguas residuales que se espera sea generado teniendo como dotación 120 l/hab/día, un coeficiente de retorno del 80% y los aportes per cápita de carga unitaria en aguas residuales definidos en el capítulo E.2 del RAS 2000, en la Tabla 5.2-1 se presenta la carga orgánica contaminante esperada:

Tabla 5.2-1 Estimado de carga orgánica per cápita

Parámetro	Producción per cápita (gr/per/día)	Carga orgánica aportada per cápita (Kg/día)
DBO ₅	50	72
Sólidos	50	72
Nitrógeno	12	17.3
Fósforo	4	5.8
Coliformes totales	2 x 10 ¹¹	2.9 x10 ¹¹

En el campamento y en la zona industrial, se considera la instalación de plantas compactas para el tratamiento de aguas residuales domésticas incluido desinfección, en otras áreas de trabajo se propone la construcción de trampas de grasas, sistemas API y tanques desarenadores, garantizando el cumplimiento de las normas de calidad de agua para vertimientos domésticos e industriales, de manera que los aportes de sedimentos, materia orgánica o contaminantes industriales a los cursos de agua receptores sean mínimos con la aplicación de los manejos ambientales previstos.

En lo que respecta al manejo de aguas ácidas provenientes del tajo y del depósito de material estéril (botadero de Móngora) y de proceso de las pilas de lixiviación, en el momento en que se presente un aumento (aguas de excesos), debido a un evento de lluvia mayor al del diseño de las pozas de solución, estas aguas serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas de exceso antes de vertirlas a la quebrada Venaderos.

Impactos secundarios	<p>El aporte de sedimentos a cauces pequeños puede provocar su colmatación, lo cual genera alteraciones drásticas de los cursos de agua.</p> <p>Se pueden modificar aspectos como composición y abundancia de las comunidades hidrobiológicas como resultado de la alteración de la calidad de agua, así como debido a las variaciones en el caudal y velocidad de la corriente.</p>
Área de influencia (entorno de afectación)	<p>La afectación por el impacto será puntual, en los sitios de cruce con la construcción de las obras, así como en los puntos de vertimiento sobre las quebradas Venaderos y El Salado que alterarán su condición fisicoquímica por ser receptores de aguas residuales domésticas e industriales, respectivamente.</p>
Tendencia (evolución o tiempo)	<p>En general el impacto se desarrolla rápidamente.</p>
Reversibilidad (Condición)	<p>El impacto es reversible.</p>
Probabilidad de ocurrencia	<p>Seguro, en la medida que los cursos de agua que sean atravesados por las obras se verán afectados, así como aquellos que reciban sus aguas residuales.</p> <p>Seguro (1,0).</p>
Duración	<p>Permanente, tendrá una duración mayor a 10 años.</p> <p>Permanente (1,0).</p>
Magnitud (dimensión)	<p>Los eventuales aportes de carga orgánica generados por la mano de obra sin manejos se estiman en 72 kg/día.</p>
Magnitud relativa	<p><u>Carga orgánica quebrada Venaderos</u></p> <p>El promedio de la concentración de la DBO en la quebrada Venaderos es del orden de 2.9 mg/l, que con un caudal medio del orden de 0.014 m³/s, transporta una carga promedio aproximada de 3508 kg/día. Los aportes de carga orgánica que serán vertidos después del tratamiento se estiman en alrededor de 3629 kg/día, incrementando la carga de la quebrada Venaderos en 1.0%.</p> <p><u>Carga orgánica quebrada El Salado</u></p> <p>El promedio de la concentración de la DBO en la quebrada El Salado es del orden de 3.9 mg/l, que con un caudal medio del orden de 220 l/s, transporta una carga promedio aproximada de 74 131 kg/día. Los aportes de carga orgánica que serán vertidos después del tratamiento se estiman en alrededor de 3110 kg/día, incrementando la carga de la quebrada en 4.2%.</p> <p>Baja (0,3).</p>
Nivel de vulnerabilidad	<p>Media. En para el caso de las dos quebradas como fuentes receptoras, de los vertimientos.</p> <p>Baja (0,2).</p>

Incidencia no cuantificable	Alta. El estimativo de materia orgánica indica alteraciones menores sobre la calidad del agua y por ende de sus usos y comunidades bióticas. Alta (0,15).
Intensidad (calificación de importancia del impacto potencial)	Baja (0,5).
Carácter del efecto (carácter o signo)	Negativo (-1).
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Mitigable, pues el impacto previsto es manejable mediante la implementación de medidas de mitigación. Negativo mitigable (0,5)
Impacto remanente (con manejo)	Muy manejable (-0,45).
Evaluación del impacto acumulativo	El aumento en carga orgánica no es acumulativa, ya que la calidad de las aguas de las quebradas es buena significando que no han tenido intervención significativa.

5.2.2 Afectación cuantitativa del recurso hídrico

5.2.2.1 Sin proyecto

Aguas superficiales

En la zona del proyecto, la principal cuenca del distrito minero de Vetás California la constituye la cuenca del río Vetás, la cual hace parte de la subcuenca del río Suratá y ésta a su vez hace parte de la cuenca del río Lebrija.

De acuerdo con los registros de caudales medios mensuales multianuales de la estación río Vetás – Puente Pánega, el caudal medio del río Vetás es de 2,57m³/s, presentando un régimen bimodal, con un periodo húmedo de cinco meses comprendido entre los periodos de abril a junio y de octubre a noviembre, y un periodo seco en los meses restantes del año. En la Tabla 5.2-2 se presentan los caudales medios multianuales naturales estimados para el río Vetás y las quebradas El Salado, Angostura y Páez.

Tabla 5.2-2 Caudales medios multianuales (m³/s)

Corriente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Río Vetás - Pte Pánegas	1,54	1,61	1,63	3,66	4,14	3,13	2,14	1,81	2,31	3,23	3,54	2,11	2,57
El Salado	0,132	0,138	0,14	0,3133	0,3544	0,2679	0,183	0,155	0,198	0,2765	0,303	0,181	0,22
Angostura	0,09	0,094	0,095	0,2136	0,2416	0,1827	0,125	0,106	0,135	0,1885	0,2066	0,123	0,15
Páez	0,09	0,094	0,095	0,2136	0,2416	0,1827	0,125	0,106	0,135	0,1885	0,2066	0,123	0,15

Actualmente, los principales usos del agua son consumo humano y doméstico, industrial, agrícola y pecuario, cuya distribución en la zona se presenta a continuación:

– Uso consumo humano y doméstico

La captación de agua para consumo humano en la zona del proyecto corresponde únicamente a la captada por una bocatoma de fondo en el cauce de la quebrada Páez, la cual abastece al campamento de Greystar Resources Ltda. y a la vereda Angosturas.

En la Vereda La Baja, municipio de California, existe una captación para un acueducto veredal en el sitio conocido como El Posito, la cual capta el agua de la quebrada San Antonio.

En el municipio de California, en la Vereda Tabacal, según la información aportada por la alcaldía, existe una captación para el acueducto del casco urbano de la población de California, la cual toma el agua de la quebrada La Venta.

Existe una captación para el acueducto del casco urbano del municipio de Suratá, que toma el agua de la quebrada El Porvenir.

Para el municipio de Matanza, existe una captación para el acueducto del casco urbano de la población, que toma el agua de las quebradas Bachiga y El Salado.

– Uso Industrial - Minería

El aprovechamiento de agua para uso en las actividades mineras se presenta únicamente en las quebrada Angostura, Páez y La Baja, para generar hidráulicamente energía para el funcionamiento de grandes molinos, que son utilizados en la trituración del material excavado. El material estéril es apilado o entregado nuevamente a la fuente primaria sin ser objeto de una depuración o tratamiento preliminar, lo que implica la contaminación del recurso hídrico aguas abajo, con los subsecuentes daños en los sistemas acuáticos y terrestres.

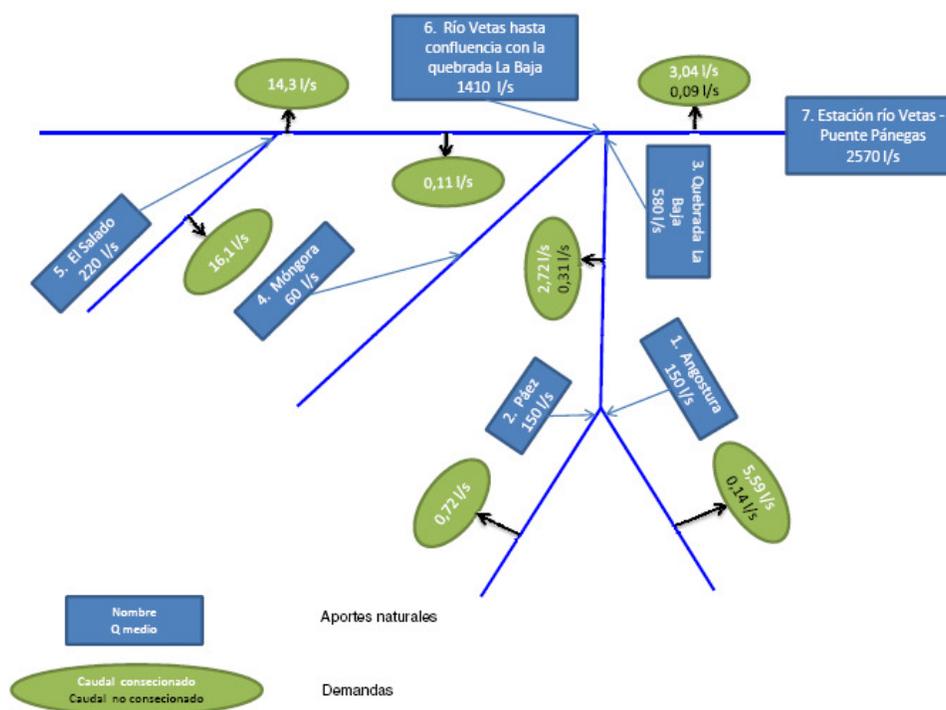
– Uso agrícola y pecuario

El uso de agua en agricultura y ganadería se realiza principalmente aguas abajo de la desembocadura del río Vetás en el río Suratá.

La mayor presencia de agricultura y ganadería se encuentra en el municipio de Matanza, donde hay cultivos de tomate y maíz, localizados en las márgenes del río Suratá. El agua utilizada para estas actividades se obtiene en su mayoría de nacederos y quebradas de alta montaña, donde los campesinos captan el agua mediante mangueras que alimentan tanques elevados, para distribuir el agua mediante canales o aspersores.

De acuerdo con lo anterior, y con el listado de concesiones de agua en la cuenca del río Suratá, suministradas por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), se obtuvieron las demandas actuales en el área del proyecto. A partir de esto, y teniendo en cuenta los caudales disponibles en la cuenca del río Vetás, se elaboró la Figura 5.2.2-1.

Figura 5.2.2-1 Condiciones actuales - oferta y demanda hídrica



En la figura anterior se observa que la oferta hídrica existente es suficiente para abastecer la demanda actual de la población. Con el fin de estimar el caudal disponible en las quebradas El Salado, Angostura y Páez se empleó la siguiente metodología:

- Se estimó el caudal medio natural a nivel mensual de cada una de las quebradas en estudio, empleando el método área-precipitación-caudal, con base en los caudales medios mensuales registrados en la estación río Vetos – Puente Pánega.
- A partir de la metodología mencionada en la Resolución 865 de 2004 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, se estimó el caudal ecológico, como el 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio; adicionalmente, de acuerdo con lo mencionado en el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental Subcuenca Río Suratá (CDMB, 2007 sección 1.3.2.1, págs. 13 y 14), por efectos de calidad de agua, se adicionó un 25% del caudal medio multianual del mes más bajo.
- De acuerdo con el inventario de usos y usuarios, y con el listado de concesiones otorgadas por la CDMB, en cada una de las fuentes intervenidas, se estimó la demanda de agua actual.
- Finalmente, se determinó el caudal disponible en cada una de las fuentes de agua intervenidas.

A continuación en la Tabla 5.2-3, Tabla 5.2-4, Tabla 5.2-5, y Tabla 5.2-6 se presentan los resultados de la metodología antes mencionada, para determinar el caudal disponible en las quebradas Angostura, Páez y El Salado y en el río Vetos, bajo las condiciones actuales de la cuenca.

Tabla 5.2-3 Balance hídrico. Quebrada Angostura

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m³/s	0,090	0,094	0,095	0,214	0,242	0,183	0,125	0,106	0,135	0,189	0,207	0,123	0,150
Caudal ecológico	m³/s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Caudal por caldiad	m³/s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Usos aguas abajo	m³/s	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Caudal disponible	m³/s	0,039	0,043	0,044	0,163	0,191	0,132	0,074	0,055	0,084	0,138	0,156	0,072	0,099
Caudal disponible	%	43,6%	46,1%	46,7%	76,3%	79,0%	72,3%	59,4%	52,0%	62,4%	73,1%	75,5%	58,9%	66,2%

Tabla 5.2-4 Balance hídrico. Quebrada Páez

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m³/s	0,090	0,094	0,095	0,214	0,242	0,183	0,125	0,106	0,135	0,189	0,207	0,123	0,150
Caudal ecológico	m³/s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Caudal por caldiad	m³/s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Usos aguas abajo	m³/s	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Caudal disponible	m³/s	0,044	0,048	0,049	0,168	0,196	0,137	0,079	0,060	0,089	0,143	0,161	0,077	0,104
Caudal disponible	%	49,2%	51,4%	52,0%	78,6%	81,1%	75,0%	63,4%	56,8%	66,1%	75,8%	77,9%	62,9%	69,6%

Tabla 5.2-5 Balance hídrico. Quebrada El Salado

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m³/s	0,132	0,138	0,140	0,313	0,354	0,268	0,183	0,155	0,198	0,276	0,303	0,181	0,220
Caudal ecológico	m³/s	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Caudal por caldiad	m³/s	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Usos aguas abajo	m³/s	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
Caudal disponible	m³/s	0,050	0,056	0,058	0,231	0,272	0,186	0,101	0,073	0,116	0,194	0,221	0,099	0,138
Caudal disponible	%	37,8%	40,5%	41,2%	73,8%	76,9%	69,4%	55,2%	47,1%	58,5%	70,3%	72,9%	54,6%	62,7%

Tabla 5.2-6 Balance hídrico. Estación río Vetas – Puente Pánega

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m³/s	1,540	1,610	1,630	3,660	4,140	3,130	2,140	1,810	2,310	3,230	3,540	2,110	2,571
Caudal ecológico	m³/s	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
Caudal por caldiad	m³/s	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385
Usos aguas abajo	m³/s	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Caudal disponible	m³/s	0,761	0,831	0,851	2,881	3,361	2,351	1,361	1,031	1,531	2,451	2,761	1,331	2,516
Caudal disponible	%	49,4%	51,6%	52,2%	78,7%	81,2%	75,1%	63,6%	56,9%	66,3%	75,9%	78,0%	63,1%	97,9%

En las tablas anteriores se observa que para las quebradas El Salado, Angostura y Páez y el río Vetas no se presenta escasez de agua en ningún mes bajo las condiciones actuales.

Aguas subterráneas

De acuerdo al dominio de la porosidad secundaria por fracturas que prevalece en las rocas del área del Proyecto Angostura, se esperaría una relación directa entre las aguas superficiales y subterráneas. No obstante, las conclusiones obtenidas a partir de los estudios de Hidrogeoquímica y de la pruebas de bombeo realizadas, permiten inferir que en la zona del proyecto, el producto de la meteorización de las rocas neísicas e intrusivas y la sedimentación fina que colmata el fondo de los cauces de las corrientes y fuentes superficiales, originan una impermeabilización en las fracturas de las partes superficiales de estas rocas, impidiendo la infiltración directa a partir de esas fuentes y del agua lluvia. Por ello se colige que la principal recarga ocurre en las partes muy altas del área donde las rocas permanecen desnudas, sin ningún tipo de cubierta, estando verdaderamente conectadas con el ciclo hidrológico.

Debido a la dificultad para estimar las dimensiones de las fracturas que caracterizan la porosidad secundaria predominante en el área del proyecto, la cuantificación de las posibles reservas se realizó utilizando estimativos para el espesor saturado de la formación, los cuales fueron inferidos a partir de los resultados de los muestreos realizados en campo. Adicionalmente, se utilizó la caracterización de la porosidad específica determinada a partir de las pruebas de bombeo realizadas.

De acuerdo al Mapa Hidrogeológico de la zona de influencia directa (plano: PL-MA-HGEO-002), se presentan seis unidades geológicas, de las cuales por su importancia y cercanía al Tajo minero se utilizaron cinco unidades: Cuaternario, Depósito Glaciar (Qgl). Jurásico, Batolito de Santa Bárbara (Jcs). Jurásico, Batolito de Rionegro-Páramo Rico (Jgd). Precámbrico, Ortoneis de Berlín (PEpa) y Precámbrico, Neis de Bucaramanga (PEbm). En la Tabla 5.2-7 se relacionan los valores de área, porosidad efectiva y espesor saturado utilizados en el cálculo aproximado de las reservas disponibles en el área de influencia directa del proyecto, las cuales se cuantificaron en un volumen del orden de 21'000.000 hm³.

Tabla 5.2-7 Cálculo aproximado de las reservas de agua subterránea disponibles en el área de influencia directa del proyecto

Formación	Área (m2)	Área (h)	Porosidad efectiva	Espesor saturado (m)	Volumen (m3)
Jcs	7,915,781.25	791.58	5.00E-06	103.50	4,096.42
Jgd	13,650,977.44	1,365.10	5.00E-06	85.00	5,801.67
Pebm	26,862,990.80	2,686.30	5.00E-06	85.00	11,416.77
Pepa	11,199,415.84	1,119.94	5.00E-06	85.00	4,759.75
Qgl	1,897,926.17	189.79	1.30E-01	85.00	20,972,084.16
				TOTAL	20,998,158.76

5.2.2.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y Operación
Acciones actividades del proyecto	Instalación: Remoción de vegetación Descapote Nivelación y Adecuación del Terreno para instalación de campamentos y equipos Construcción y operación de campamentos de montaje Explotación de fuentes de materiales Construcción de vías y accesos Construcción de depósitos de suelo orgánico Construcción del embalse Apertura del Tajo Construcción de Pilas de Lixiviación (Angosturas y Páez)

	Operación: Explotación del tajo Disposición de estériles Operación de pilas de lixiviación Operación del embalse Operación y mantenimiento de edificios administrativos, zona industrial y campamento
Sistema afectado	Físico
Componente	Agua
Sujeto afectado	Superficiales y Subterráneas
<p>Descripción del impacto: El balance de la cantidad de agua superficial y subterránea, depende de varios aspectos como, la morfología, el tipo y la cobertura del suelo que recibe la precipitación, y del uso que se le dé al recurso; por esto, cualquier alteración que se haga a alguno de estos elementos producirá un cambio en las cantidades de agua disponibles en la zona intervenida y en su zona de influencia.</p> <p>La principal fuente de agua en el área de estudio es el río Suratá, teniendo en cuenta que en éste confluyen todos los ríos y quebradas de la zona del proyecto. Por esta razón, el impacto sobre la cantidad de agua en la zona de estudio se reflejará finalmente en la alteración de los caudales del río Suratá en la zona.</p> <p>Las actividades propias del proyecto minero causarán impacto negativo sobre los siguientes aspectos del componente hídrico: caudales, tanto medios como mínimos, y usos de agua en la zona. A continuación se analiza cada uno de ellos, bajo el entendido que son impactos que tienen estrecha relación entre los mismos.</p> <p><u>Modificación de caudales medios:</u> Durante la operación de la mina, el tajo se profundizan en el terreno, haciendo que el agua que cae sobre él no escurra hacia los cauces directamente, sino que se deposite en el fondo del tajo, para que luego sea recirculada al proceso de lixiviación.</p> <p>En el desarrollo del Plan Minero, el material sobrante de la excavación del tajo será acomodado en el botadero Móngora, lo cual trae como consecuencia que se modifique la cobertura natural actual, y se cambie el curso de las corrientes naturales que drenan hacia el río Vetás, cuya consecuencia es el cambio en los patrones de escorrentía y en los tiempos de llegada de los caudales al río Suratá.</p> <p>Si se considera la pérdida de cuenca aportante, por efecto de la infraestructura del proyecto (Pad Páez, Pad Angostura, Tajo de Explotación y Botadero Móngora), la cual es del orden de 900 ha, se perderá un caudal aproximado de 147,8 l/s a nivel medio, que equivale al 5,8 % del caudal medio mensual multianual del río Vetás a la altura de la estación río Vetás – puente Pánega (2,57 m³/s). En la Tabla 5.2-8 se presentan los caudales medios multianuales remanentes en cada una de las fuentes de agua en estudio, debido a la modificación de la cuenca por el efecto de la construcción de la infraestructura del proyecto minero.</p>	

Tabla 5.2-8 Caudales medios multianuales (m³/s). valores por explotación

Corriente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Río Vetas - Pte Pánega	1,45	1,52	1,54	3,45	3,90	2,95	2,02	1,71	2,18	3,04	3,34	1,99	2,42
El Salado	0,132	0,138	0,14	0,3133	0,3544	0,2679	0,183	0,155	0,198	0,2765	0,303	0,181	0,22
Angostura	0,060	0,062	0,063	0,142	0,1607	0,1215	0,083	0,07	0,09	0,1254	0,1374	0,082	0,100
Páez	0,070	0,074	0,075	0,1673	0,1893	0,1431	0,098	0,083	0,106	0,1477	0,1619	0,096	0,118

Construcción del embalse El Salado: Como parte del proyecto se tiene contemplada la construcción de un embalse sobre la quebrada El Salado, cuyo caudal medio es 220 l/s, el cual será regulado a lo largo del año por la influencia de dicho embalse. Con la entrada en operación del embalse se obtendrán los siguientes impactos positivos:

- Control de crecientes aguas abajo del embalse: Las crecientes que ocurran en la cuenca de la quebrada El Salado serán amortiguadas por el embalse, beneficiando de esta manera a la población localizada aguas abajo del mismo.
- Retención de sedimentos: Con la entrada en operación del embalse se retendrán los sedimentos, con lo cual se disminuirá la concentración de estos aguas abajo del embalse mejorando de esta manera la calidad del agua de la quebrada El Salado, aguas abajo del embalse.

Usos de agua en la zona del proyecto: El proyecto minero eventualmente podría producir una reducción en los caudales mínimos del río Suratá, como consecuencia de la pérdida parcial de escorrentía en las pilas de lixiviación, en el tajo y el botadero, la cual será empleada en el proceso; disminuyendo los volúmenes de agua disponibles para los usuarios que se encuentran localizados aguas abajo del proyecto, especialmente en época de verano. La demanda máxima requerida para el proyecto minero es de 107,1 l/s.

En las siguientes tablas se presenta el balance hídrico realizado para las quebradas Angostura y Páez y en la estación río Vetas – Puente Pánega, teniendo en cuenta la disminución del caudal ocasionada por el área de la cuenca afectada por la construcción de la infraestructura y cuyos valores se presentan en la Tabla 5.2-8, el caudal ecológico y la demanda de usuarios que toman sus aguas de cada de las quebradas.

Tabla 5.2-9 Balance hídrico con explotación. Quebrada Angostura

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m ³ /s	0,060	0,062	0,063	0,142	0,161	0,121	0,083	0,070	0,090	0,125	0,137	0,082	0,100
Caudal ecológico	m ³ /s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Caudal por caldiad	m ³ /s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Usos aguas abajo	m ³ /s	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Caudal disponible	m ³ /s	0,009	0,012	0,013	0,091	0,110	0,071	0,032	0,020	0,039	0,075	0,087	0,031	0,049
Caudal disponible	%	15,2%	18,9%	19,9%	64,3%	68,5%	58,3%	39,0%	27,9%	43,5%	59,6%	63,1%	38,1%	49,2%

Tabla 5.2-10 Balance hídrico con explotación. Quebrada Páez

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m³/s	0,070	0,074	0,075	0,167	0,189	0,143	0,098	0,083	0,106	0,148	0,162	0,096	0,118
Caudal ecológico	m³/s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Caudal por caldiad	m³/s	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Usos aguas abajo	m³/s	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Caudal disponible	m³/s	0,025	0,028	0,029	0,122	0,144	0,097	0,052	0,037	0,060	0,102	0,116	0,051	0,072
Caudal disponible	%	35,2%	38,0%	38,7%	72,7%	75,9%	68,1%	53,3%	44,8%	56,8%	69,1%	71,8%	52,7%	61,2%

Tabla 5.2-11 Balance hídrico con explotación. Estación río Vetas – Puente Pánega

Parámetros	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Caudal promedio	m³/s	1,451	1,517	1,536	3,450	3,902	2,950	2,017	1,706	2,177	3,044	3,336	1,989	2,423
Caudal ecológico	m³/s	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,022
Caudal por caldiad	m³/s	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,385	0,022
Usos aguas abajo	m³/s	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Caudal disponible	m³/s	0,672	0,738	0,757	2,670	3,122	2,171	1,237	0,926	1,398	2,265	2,557	1,209	2,369
Caudal disponible	%	46,3%	48,6%	49,3%	77,4%	80,0%	73,6%	61,4%	54,3%	64,2%	74,4%	76,6%	60,8%	97,8%

De acuerdo con la Tabla 5.2-9, la

Tabla 5.2-10 y la

Tabla 5.2-11, el caudal medio multianual disponible para captar de las quebradas Angostura y Páez es de 49 l/s y 72 l/s, respectivamente y en la estación río Vetas – Puente Pánega es de 2369 l/s. Sin embargo, en los períodos secos, el caudal disponible será menor a los promedios multianuales, teniendo en cuenta que se debe garantizar el caudal ecológico, el caudal por calidad y la demanda de usuarios en dichas quebradas.

Debido a que la construcción del proyecto minero no afecta la cantidad de agua disponible aguas arriba del embalse El Salado, el balance de aguas en la quebrada El Salado es el mismo que el presentado en la Tabla 5.2-5.

Disminución de volumen de los acuíferos: En el sector previsto para la excavación del tajo se afectará el volumen almacenado en las zonas acuíferas presentes en las rocas metamórficas del Neis de Bucaramanga (PEbm) y en las zonas acuíferas del Batolito de Santa Bárbara (Jcs).

La explotación minera proyectada afectará las zonas descritas en un área aproximada de 245 h. Al considerar el volumen total proyectado para la explotación minera (ver Tabla 5.2-12) y una porosidad efectiva de 5×10^{-6} (constante para las dos unidades geológicas predominantes en el área del tajo), la cantidad de agua subterránea se afecta en una magnitud del orden de 1155 m^3 , la cual representa un porcentaje inferior al 1% de las reservas totales estimadas en el área del proyecto.

Tabla 5.2-12 Cálculo del volumen proyectado de explotación en el tajo

Fases de Explotación Excavaciones del Tajo	Toneladas de Mineral (ton)	Toneladas de estéril (ton)	Volumen mineral (hm3)	Volumen estéril (hm3)
Fase 0	1.7	4.5	1.04	2.37
Fase 1	64.8	44.5	39.51	23.42
Fase 2	140.9	203.8	85.91	107.26
Fase 3	87.8	212.3	53.54	111.74
Fase 4	98.6	278.5	60.12	146.58
Total	393.8	743.6	240.12	391.37
			Total (hm3)	631.5

Disminución de niveles freáticos: debido a que no se conocen las características de flujo de agua subterránea (áreas de recarga y descarga), no es posible determinar con un alto grado de exactitud la afectación de los niveles freáticos y/o de las presiones en la zona del tajo minero.

No obstante, es posible afirmar que debido al manejo dado al agua de aporte al tajo durante la explotación (captación y recirculación dentro de los procesos industriales), se presentará una moderada disminución de los niveles y/o presiones en la zona del tajo y el área circundante.

Impactos secundarios	<p>La intervención de las corrientes superficiales existentes, debido a la construcción y operación del proyecto minero, puede incidir en el desarrollo de la ictiofauna presente en la zona del proyecto, debido a que se interrumpen corredores biológicos.</p> <p>Debido a que no se estima una interacción directa entre las aguas subterráneas y las aguas superficiales en el área de influencia directa del proyecto, no se consideran impactos secundarios por la afectación de las reservas (estimadas) de agua subterránea.</p>
Área de influencia (Entorno de afectación)	La alteración de la cantidad de agua, tiene un área de influencia subregional.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia o evolución del impacto es rápida; la modificación de los caudales, se produce con la adecuación de los terrenos para la construcción de las obras del proyecto y la operación de la mina.
Reversibilidad* (Condición)	Irreversible. La cobertura vegetal natural intervenida, difícilmente retornará a su estado original por lo que no se logrará recuperar el rendimiento de la cuenca, especialmente en períodos secos.
Probabilidad de ocurrencia	Para la explotación minera y construcción de las obras es necesario eliminar una porción de cobertura vegetal típica de zonas de páramo, disminuyendo el almacenamiento de agua en la cuenca. Segura (1,0).
Duración	El impacto será permanente (1,0).

Magnitud (Dimensión)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción del impacto</th> <th>Unidad</th> <th>Valor sin proyecto</th> <th>Valor con proyecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Disminución caudales medios</td> <td>m³/s</td> <td>2,57</td> <td>2,42</td> </tr> <tr> <td>Disminución en el caudal por demandas de agua de procesos en la mina</td> <td>l/s</td> <td>2369</td> <td>2198,9</td> </tr> <tr> <td>Volumen de acuífero</td> <td>m³</td> <td>21'000.000</td> <td>20'998850</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción del impacto	Unidad	Valor sin proyecto	Valor con proyecto	Disminución caudales medios	m ³ /s	2,57	2,42	Disminución en el caudal por demandas de agua de procesos en la mina	l/s	2369	2198,9	Volumen de acuífero	m ³	21'000.000	20'998850									
	Descripción del impacto	Unidad	Valor sin proyecto	Valor con proyecto																									
	Disminución caudales medios	m ³ /s	2,57	2,42																									
	Disminución en el caudal por demandas de agua de procesos en la mina	l/s	2369	2198,9																									
Volumen de acuífero	m ³	21'000.000	20'998850																										
Magnitud relativa	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción del impacto</th> <th>Peso relativo</th> <th>Impacto</th> <th>Magnitud relativa</th> <th>Magnitud ponderada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Disminución caudales medios</td> <td>60</td> <td>0,15</td> <td>0,058</td> <td>0,035</td> </tr> <tr> <td>Disminución en el caudal por demandas de agua de procesos en la mina</td> <td>30</td> <td>170,1</td> <td>0,072</td> <td>0,022</td> </tr> <tr> <td>Volumen de acuíferos</td> <td>10</td> <td>1150</td> <td>5,5x10⁻⁵</td> <td>5,5x10⁻⁶</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">Total magnitud relativa</td> <td>0,056</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción del impacto	Peso relativo	Impacto	Magnitud relativa	Magnitud ponderada	Disminución caudales medios	60	0,15	0,058	0,035	Disminución en el caudal por demandas de agua de procesos en la mina	30	170,1	0,072	0,022	Volumen de acuíferos	10	1150	5,5x10 ⁻⁵	5,5x10 ⁻⁶	Total magnitud relativa				0,056
	Descripción del impacto	Peso relativo	Impacto	Magnitud relativa	Magnitud ponderada																								
	Disminución caudales medios	60	0,15	0,058	0,035																								
	Disminución en el caudal por demandas de agua de procesos en la mina	30	170,1	0,072	0,022																								
	Volumen de acuíferos	10	1150	5,5x10 ⁻⁵	5,5x10 ⁻⁶																								
Total magnitud relativa				0,056																									
Baja (0,056).																													
Nivel de vulnerabilidad	<p>Debido a las bajas tasas de crecimiento de la vegetación de páramo y subpáramo, responsable de la precipitación oculta en esta zona, la recuperación de los rendimientos hídricos, especialmente en los períodos de baja precipitación será muy lenta.</p> <p>Muy Alta (0,7).</p>																												
Incidencia no cuantificable	<p>Alta, asociado a los efectos que se pueden presentar sobre la ictiofauna y sobre los ecosistemas acuáticos en general presente en la zona intervenida y sobre el comportamiento de los niveles freáticos y/o presiones en el área del tajo.</p> <p>Alta (0,2).</p>																												
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Alto (1.79)																												
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1)																												
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	<p>Aunque se implementen medidas de manejo para prevenir la pérdida de escorrentía en zonas intervenidas del proyecto, su restauración sólo es posible a largo plazo, en el momento del abandono y cierre de la mina.</p> <p>Compensable (0,9).</p>																												
Impacto remanente (con manejo)	Muy Manejable (1,61).																												

Evaluación del impacto acumulativo	La pérdida de escorrentía ocasionada por la pérdida de cobertura vegetal en el proyecto, es acumulativa con la que se ha ocasionado en la zona como parte de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, así como la minería artesanal.
---	---

5.2.3 Afectación de la calidad del agua subterránea

5.2.3.1 Sin proyecto

Las conclusiones obtenidas a partir de los estudios de Hidrogeoquímica y de las pruebas de bombeo realizadas, permiten inferir que en la zona del proyecto, el producto de la meteorización de las rocas neísicas e intrusivas y la sedimentación fina que colmata el fondo de los cauces de las corrientes y fuentes superficiales, originan una impermeabilización en las fracturas de las partes superficiales de estas rocas, impidiendo la infiltración directa a partir de esas fuentes y del agua lluvia. Por ello se estima que la principal recarga ocurre en las partes muy altas del área donde las rocas permanecen desnudas, sin ningún tipo de cubierta, estando verdaderamente conectadas con el ciclo hidrológico.

Las rocas metamórficas del Neis de Bucaramanga constituyen la mayor parte del área de estudio, afectadas por fallas longitudinales y transversales que en ciertas zonas contienen una alta densidad de fracturas, conformando en esos lugares "zonas Acuíferas" de extensión local. Se compone esencialmente de un neis horbléndico-biotítico masivo donde la mayor parte del drenaje se encuentra controlado por fracturas y diaclasas. Estas "zonas acuíferas" se caracterizan por ser de tipo confinado, debido seguramente a la presencia de un fracturamiento profundo cubierto por niveles masivos impermeables.

En general se puede determinar que el Neis de Bucaramanga se comporta como una serie de "zonas acuíferas" aisladas y heterogéneas en los valores de sus parámetros hidráulicos, de extensión local, supeditadas a la densidad e interconexión de sus fracturas. Los resultados preliminares de las pruebas de bombeo ejecutadas en ocho (8) piezómetros, indica que esas zonas de tipo confinado, producen bajos caudales, con valores de Transmisividad desde 1.50 hasta 0.020 m²/día, Coeficientes de Almacenamiento entre 3.0 E-05 y 5.8 E-04 y valores de Conductividad Hidráulica Real de 6.8 E-04 a 0.10 m/día.

El análisis de la calidad del agua superficial y subterránea permite concluir que no existe conexión entre las aguas superficiales y las subterráneas profundas provenientes de los piezómetros y de las galerías construidas en la etapa exploratoria. Las aguas superficiales pueden tener recarga de agua subterránea somera a través de flujos locales en depósito Cuaternarios, mientras que el agua de los piezómetros (la mayoría con flujos artesianos) y de las galerías se estarían captando flujos regionales con zonas de recarga más altas.

5.2.3.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y explotación
--------------------------	---------------------------

Acciones o actividades del proyecto	<p>Apertura del Tajo</p> <p>Construcción de Pilas de Lixiviación (Angosturas y Páez)</p> <p>Explotación del tajo</p> <p>Disposición de estériles</p> <p>Operación de pilas de lixiviación</p> <p>Operación y mantenimiento de edificios administrativos, zona industrial y campamento</p>
Sistema afectado	Físico
Componente	Agua
Sujeto afectado	Aguas subterráneas y superficiales
Descripción del impacto:	<p>El empleo de sustancias químicas en cantidades considerables, sobre masas de materiales térreos de gran magnitud, como es el caso de las pilas de lixiviación, requiere de un manejo cuidadoso por el riesgo de que ocurra una falla en alguna de las obras que conforman el sistema de lixiviación, produciendo alguna migración de aguas cianuradas, que podría causar un impacto por contaminación de los terrenos y las aguas superficiales y subterráneas del sector. El impacto por contaminación podría ser aún mas significativo teniendo en cuenta que las pilas están ubicadas en la parte superior de un conjunto de montañas que forman parte de la cuenca del río Vetas, afluente del río Suratá, en las cuales el recurso hídrico es de primordial importancia para los ecosistemas y las comunidades que habitan aguas abajo.</p>
Impactos secundarios	No se consideran impactos secundarios.
Área de influencia (Entorno de afectación)	<p>Dadas las conclusiones obtenidas a partir de los monitoreos de aguas subterráneas y los resultados de la clasificación Hidrogeoquímica de las unidades geológicas presentes en el área de influencia directa del proyecto, los cuales permitieron inferir con un cierto grado de aproximación la poca interacción entre los almacenamientos subterráneos y de estos con las corrientes superficiales, el impacto sobre la calidad del agua subterránea tiene un área de influencia local.</p>
Tendencia (Evolución o tiempo)	<p>Dadas las características hidráulicas de las unidades geológicas presentes en el área de influencia del proyecto, la tendencia o evolución del impacto es lenta.</p>
Reversibilidad* (Condición)	<p>Irreversible. De afectarse significativamente la calidad de las aguas subterráneas, y dada su baja interacción con los demás cuerpos de agua (incluyendo los almacenamientos subterráneos entre sí), las medidas para la remediación del impacto implicarían un tiempo extenso para la restauración de las condiciones actuales.</p>
Probabilidad de ocurrencia	<p>El funcionamiento del sistema de impermeabilización de las pilas de lixiviación está íntimamente ligado con el comportamiento de la fundación, de los sistemas de sub-drenaje y de recolección de la solución y con algunas de las obras complementarias que contribuyen a impedir que las aguas naturales y los terrenos alrededor se vean afectados por las aguas de proceso que se manejan dentro de las pilas de lixiviación de Angostura y Páez.</p> <p>Poco probable (0.1).</p>
Duración	<p>En caso de presentarse migración de aguas cianuradas por falla del sistema de impermeabilización se presentaría un impacto de larga</p>

	duración. Permanente (0,90).
Magnitud (Dimensión)	Debido a que no se conocen las características de flujo de agua subterránea (áreas de recarga y descarga), no es posible determinar con exactitud la magnitud de la afectación de las aguas subterráneas por la eventual migración de sustancias químicas por fallas en el sistema de contención.
Magnitud relativa	La contaminación de las aguas subterráneas por la migración de aguas cianuradas tendría un efecto negativo; sin embargo, teniendo en cuenta las características de impermeabilidad de las rocas neísicas, y a la bajísima conductividad hidráulica (baja velocidad del flujo no se espera en el corto plazo, una interacción directa entre las aguas subterráneas y las aguas superficiales. Baja (0,05).
Nivel de vulnerabilidad	Los diseños geotécnicos y el sistema de impermeabilización son razonables en cuanto a que se han basado en un programa amplio de investigaciones de campo y de ensayos de laboratorio y han utilizado metodologías convencionalmente aceptadas en este tipo de obras. Baja (0,2).
Incidencia no cuantificable	Las conclusiones del modelo hidrogeológico numérico aplicado al área del tajo no son claras en cuanto a las direcciones de flujo de aguas subterráneas, generando un alto grado de incertidumbre sobre las consecuencias del impacto en las vecindades de la mina. Muy alta (0,4).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Muy Bajo (0.08).
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1)
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Cuando se aplican medidas, obras o actividades que se pueden integrar al diseño del proyecto para evitar la ocurrencia del impacto. Prevenible (0,2).
Impacto remanente (con manejo)	Muy manejable (0,02).
Evaluación del impacto acumulativo	La eventual migración de las aguas subterráneas contaminadas con sustancias químicas hacia las aguas superficiales podría incrementar el deterioro de las fuentes de agua utilizadas en la minería artesanal, aguas debajo de la mina Angostura.

5.2.4 Afectación de la calidad del aire

5.2.4.1 Sin proyecto

Las principales comunidades asentadas en el área de influencia se localizan en el cuadrante suroeste de la mina. Hacia el sur se encuentran las poblaciones de Vetas y Berlín; esta última se localiza al sur de Vetas a una distancia aproximada de 12 km.

Hacia el costado sur-occidental se encuentra la población de California muy cerca al área del proyecto a una distancia aproximada de 8 km del pit de explotación y mas al sur – occidente las poblaciones de Charta y Matanza a una distancia aproximada de 20 kms. Hacia el costado occidental se encuentra la población de Suratá a una distancia aproximada de 10 km del pit de explotación. Hacia el norte del Tajo en el sector de Santander del Norte no se encuentran poblaciones cercanas.

En la zona del proyecto se desarrollan actividades propias de las zonas rurales colombianas, con la introducción de labores adicionales como la minería artesanal adelantada en el Municipio de California, veredas Angostura, La Baja y Pantano.

En la zona no hay fuentes generadoras de contaminación por gases o por emisión de metales. Las fuentes generadoras de material particulado están asociadas al tráfico vehicular, a las actividades de minería artesanal y a la erosión eólica.

Los resultados de calidad del aire para gases y metales indican muestran niveles muy bajos, incluso con valores por debajo del límite de detección del equipo de medición.

Los resultados obtenidos para partículas suspendidas totales y partículas menores a 10 micras (TSP y PM-10) muestran niveles bastante bajos y muy por debajo de los límites establecidos por las normas locales y el Banco Mundial. El resumen de los resultados obtenidos se presenta en el siguiente cuadro:

ESTACIÓN	ANTENA COMCEL (µg/m ³)	LLANITOS (µg/m ³)	LA BAJA (µg/m ³)	CALIFORNIA (µg/m ³)	SURATÁ (µg/m ³)	VETAS (µg/m ³)
Promedio aritmético- PM10	7,57	5,89	22,73	24,45	24,36	12,60
Valor Máximo - PM10	11,65	5,95	36,42	34,38	48,12	23,48
Promedio geométrico - PST	10,70	6,76	42,33	34,92	40,04	17,35
Valor Máximo - PST	43,04	7,93	77,57	41,91	58,20	33,54
Porcentaje PM10 de PST	70,73	87,18	53,71	70,01	60,83	72,64

5.2.4.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación, Operación, Recuperación, Restauración
Acciones o actividades del proyecto	Desmonte y remoción de suelos, apertura del tajo de explotación, voladuras, vías de acarreo de mineral y estériles, colocación de material en la escombrera, conformación de pilas de lixiviación, erosión eólica de superficies intervenidas y patios de almacenamiento, tránsito de

	vehículos livianos, etc.
Sistema afectado	Biótico, físico
Componente	Atmosférico (calidad del aire), calidad de vida de pobladores circunvecinos.
Sujeto afectado	Poblaciones localizadas en el área de influencia directa del proyecto. Estas poblaciones son Vetas, California, Suratá, Matanza y Charta. Durante la etapa de construcción y operación se podría llegar a presentar un incremento de material particulado en estas poblaciones, especialmente en California.

Descripción del impacto:

En la minería a cielo abierto la afectación de la calidad del aire se relaciona fundamentalmente con el aumento en la emisión de material particulado por el manejo y transporte del mineral y del material estéril. Las emisiones de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno son muy bajas y dispersas en toda el área (debidas principalmente a movimiento de vehículos y maquinaria), lo que implica impactos mínimos sobre la comunidad asentada en las vecindades de la mina.

Para determinar el impacto potencial por material particulado sobre las comunidades cercanas asentadas viento arriba y viento abajo de las operaciones y sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos, se ha aplicado un modelo matemático de dispersión bajo el escenario de máxima producción de la mina (año 10 de producción).

La modelación del escenario de máxima producción considerando una eficiencia del 85% en el control de emisiones en las vías, permite definir la dimensión de la afectación de la operación minera sobre los niveles de partículas suspendidas totales en el área de influencia de la mina y comparar los resultados con las normas de calidad del aire, que se encuentran estipuladas en la Resolución 601/2006 del MAVDT.

Los valores obtenidos con la modelación, el porcentaje de aporte del total medido y la comparación con la norma de inmisión se presenta a continuación :

Estación	TSP medido ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TSP simulado	Total medido	% de aporte del total	Norma anual
A. COMCEL	10,7	1.55	12,25	12,7	100
SURATA	40,0	5.69	45,69	12,5	100
CALIFORNIA	34,9	7.12	42,02	16,9	100
VETAS	17,4	4.51	21,91	20,6	100

En el cuadro anterior se puede observar que los aportes de TSP por la operación minera están comprendidos entre el 12 y el 20%, considerados bastante bajos. El aporte mas alto se presenta en el municipio de Vetas con el 20% del total medido. Sin embargo, el valor total solo representa el 20% de la norma. El valor total medido más alto se obtuvo en el municipio de Suratá, pero fue el municipio en donde se obtuvo el porcentaje mas bajo de aporte.

La operación minera es factible sin superar los límites legales de TSP en las poblaciones vecinas; no obstante, las metas de control de emisiones para llegar a la situación simulada, implica la práctica continua y el mejoramiento continuo de las medidas de mitigación de material particulado.

<p>Dentro de dichas prácticas de manejo se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Humectación de vías mediante riego y aplicación de surfactantes para reducir emisiones a la atmósfera – Riego de los patios de almacenamiento de mineral – Humectación en las zonas de trituración del mineral – Control sobre despeje y descapote de suelo – Control de velocidad de vehículos. – Revegetación progresiva de superficies expuestas 	
Impactos secundarios:	La operación minera podría alterar la cobertura vegetal natural y afectar la actividad fotosintética, con consecuencias sobre el crecimiento y estado general de la vegetación.
Área de influencia (Entorno de afectación)	La alteración de la calidad del aire tiene un área de influencia local pues altera, en una baja proporción, los niveles actuales de calidad del aire de los municipios localizados en el sector sur-occidental de la mina.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia de la alteración de la calidad del aire es lenta, a mediada que se incrementan las operaciones en el tiempo y aumenta la producción, los niveles de concentración de TSP se van incrementando.
Reversibilidad* (Condición)	Reversible. Los valores de concentración de TSP podrían volver a sus niveles actuales cuando cese la operación minera.
Probabilidad de ocurrencia	La operación minera incrementará los niveles actuales de TSP en el área de la mina. Seguro (1,0).
Duración	El impacto será permanente, mayor de 10 años. Permanente (1,0)
Magnitud (Dimensión)	La alteración de la calidad del aire por la operación de la mina presenta su mayor aporte sobre la población de California con 7,0 µg/m ³ .
Magnitud relativa	Corresponde al mayor porcentaje de aporte obtenido en la modelación. Media (0,2).
Nivel de vulnerabilidad	La calidad del aire presente en las poblaciones del área de influencia es muy buena. No existen fuentes importantes generadoras de contaminación. Un manejo inadecuado de las prácticas ambientales durante la operación minera podría alterar la calidad de vida y la salud de los pobladores. Alto (0,5).
Incidencia no cuantificable	Media, puesto que las concentraciones esperadas en la zona de influencia directa del proyecto se obtuvieron a partir de un modelo de simulación, existiendo implícitamente un cierto grado de incertidumbre en los resultados obtenidos. Media (0,10).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Medio (1,5).

Carácter del efecto (Carácter o signo)	(-) impacto negativo
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Prevenible dado que se pueden aplicar medidas de control en vías, pilas y botadero para la atenuación de emisiones de TSP. Prevenible (0,20).
Impacto remanente (con manejo)	Muy manejable (-0,45).
Evaluación del impacto acumulativo	La minería artesanal y el tráfico por las vías destapadas son generadores de material particulado; sin embargo los valores obtenidos de calidad del aire en las diferentes estaciones registran concentraciones bajas que cumplen ampliamente con la norma de calidad. La operación de la mina incrementará los valores actuales pero no se espera que superen la norma de calidad.

5.2.5 Alteración de los niveles de presión sonora

5.2.5.1 Sin proyecto

Las principales comunidades asentadas en el área de influencia se localizan en el cuadrante sur-este de la mina.

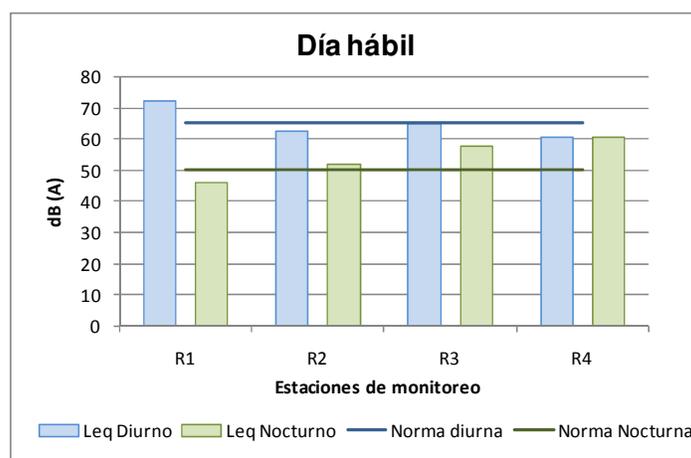
En la zona del proyecto se desarrollan actividades propias de las zonas rurales colombianas, con la introducción de labores adicionales como la minería artesanal adelantada en el Municipio de California, veredas Angostura, La Baja y Pantano.

En la zona no hay fuentes industriales generadoras de contaminación por ruido

Las fuentes generadoras al tráfico vehicular, y a las actividades rutinarias que se realizan en los municipios.

Los resultados de niveles de ruido en las estaciones ubicadas en los municipios de California (R2), Suratá (R3) y Vetas (R4) muestran valores nocturnos por encima de la norma pero estos son asociados a actividades callejeras.

El resumen de los resultados obtenidos para el día hábil se presenta en la siguiente gráfica:



5.2.5.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación, Operación, Recuperación, Restauración
Acciones o actividades del proyecto	Apertura del tajo de explotación, voladuras, tránsito por vías de acarreo de mineral y estériles, tránsito de vehículos livianos por los municipios del área de influencia, etc.
Sistema afectado	Biótico, físico
Componente	Atmosférico (calidad del aire), calidad de vida de pobladores circunvecinos.
Sujeto afectado	Poblaciones localizadas en el área de influencia directa del proyecto. Estas poblaciones son Vetas, California, Suratá, Matanza y Charta. Durante la etapa de construcción y operación se podría llegar a presentar un incremento de niveles de ruido.
Descripción del impacto:	
<p>En la minería a cielo abierto la afectación de los niveles de ruido se presenta principalmente por el movimiento de vehículos y maquinaria, perforaciones y voladuras, uso de plantas móviles o fijas, operaciones de corte y relleno, demoliciones, preparación de terrenos, trituración, lo que implica impactos mínimos sobre la comunidad asentada en las vecindades de la mina por la distancia a la que se encuentran.</p> <p>El mayor impacto sobre las comunidades vecinas se podría presentar por el paso de vehículos, transportando personal e insumos hacia las zonas del proyecto.</p> <p>En las diferentes etapas del proyecto, existen actividades propias que influyen en el aumento de niveles de ruido que pueden afectar el bienestar de las poblaciones localizadas en los alrededores inmediatos del proyecto y a la fauna asociada a los ecosistemas aledaños a éste.</p>	
Impactos secundarios:	La operación minera podría alterar la fauna presente en el área de influencia del proyecto, provocando el ahuyentamiento de los individuos más sensibles a cualquier incremento de los niveles de presión sonora.
Área de influencia	La alteración de los niveles actuales de presión sonora tiene un área de

(Entorno de afectación)	influencia local. No se espera que las actividades propias de la mina alcancen a alterar los niveles de presión en las poblaciones vecinas; la alteración se dará principalmente por el incremento del tráfico asociado a la instalación y operación de la mina.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia de la alteración de los niveles de presión sonora es lenta, a mediada que se incrementan las actividades en la mina.
Reversibilidad* (Condición)	Reversible. Los niveles de presión sonora podrían volver a sus niveles actuales cuando cese la operación minera.
Probabilidad de ocurrencia	La operación minera incrementará los niveles actuales de TSP en las vecindades de la mina. Seguro (1,0).
Duración	El impacto será permanente, mayor de 10 años. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	La alteración de los niveles de presión sonora presentará su mayor aporte sobre la población de California por su cercanía a la mina.
Magnitud relativa	Se estima que los niveles de presión sonora se incrementen aproximadamente en un 20%. Media (0,2).
Nivel de vulnerabilidad	Las poblaciones y ecosistemas aledaños a las fuentes de emisión sonora actuales, presentan cierto grado de "adaptación" a estas condiciones por lo que en principio se podría pensar en una sensibilidad media. Medio (0,3).
Incidencia no cuantificable	Por las consecuencias adversas que podría traer consigo el aumento de emisiones de ruido a las poblaciones más sensibles (niños, ancianos, enfermos). Adicionalmente, se presentaría una disminución en la fauna terrestre, particularmente de las especies más sensibles. Alta (0,15).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Medio (1,05)
Carácter del efecto (Carácter o signo)	(-) impacto negativo
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Se pueden tomar acciones tendientes a controlar el incremento de los niveles de presión sonora. Mitigable (0,20).
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-0,53).
Evaluación del impacto acumulativo	Las grandes distancias que separan los centros poblados de las operaciones de la mina, se convierten en un factor a favor de la atenuación de los niveles de presión sonora. Esto indica que no hay un

	impacto acumulado significativo por ruido en las vecindades de la mina.
--	---

5.2.6 Generación de inestabilidad y erosión

5.2.6.1 Sin proyecto

El proyecto Angostura está localizado al noreste de Colombia, en el Departamento de Santander, Provincia de Soto a unos 370 kilómetros al norte de Bogotá y aproximadamente unos 67 kilómetros al noreste de Bucaramanga, la capital del Departamento.

En la zona de influencia indirecta y directa del proyecto existen procesos de remoción en masa debido a la actividad minera que se realiza en el Distrito de Vetas y California, donde la extracción del mineral y deposición del material estéril ha generado inestabilidad en el terreno con vulnerabilidad a fenómenos de remoción en masa.

Las unidades geomorfológicas de origen denudativo están generalmente cubiertas por depósitos coluviales, que presentan una inestabilidad media ante los eventos de remoción en masa.

A lo largo de las vías que conducen a la zona del proyecto se han evidenciado procesos de inestabilidad y erosión asociados con la apertura y pocas obras de contención que mitiguen estos procesos.

Actualmente el tramo Berlín-Vetas no presenta movimientos diferenciales del suelo asociado con procesos de inestabilidad, sin embargo se observan algunos procesos erosivos como surcos y zanjas en las vías por falta de buenas obras de drenaje.

El tramo Vetas-Angosturas en general no presenta problemas de inestabilidad y erosión, donde los taludes de corte son altos y estables (en roca), sin embargo en el tramo localizado entre la Variante Reina de Oro y El Rodeo construida a media ladera, se presentan algunos taludes inestables y cunetas en tierra en mal estado que han generado procesos erosivos en la banca por falta de buenas obras de drenaje.

El tramo California-Angosturas presenta en algunos sectores procesos erosivos en la banca por falta de buenas obras de drenaje.

5.2.6.2 Con proyecto

Como parte del Proyecto Angostura, se tiene proyectado la adecuación y mejoramiento de algunas de las vías existentes, construcción de nuevos tramos de vías, apertura y explotación del tajo, construcción de pilas de lixiviación, construcción de botaderos, construcción y operación del embalse, que pueden facilitar la reactivación de procesos erosivos e inestabilidades existentes y a su vez pueden incidir en la generación de nuevas inestabilidades asociado con la conformación de taludes y rellenos para la vías.

Fase del proyecto	Instalación y Operación.
Acciones o actividades del proyecto	Apertura y explotación del tajo, construcción de vías y accesos, construcción de pilas de lixiviación, construcción de botaderos, construcción del dique de apoyo del depósito de material estéril, construcción y operación del embalse.
Sistema afectado	Físico y Biótico.

Componente	Agua Atmósfera Procesos geofísicos Suelos Morfología y paisaje Procesos ecológicos Fauna Vegetación
Sujeto afectado	Aguas superficiales Aguas subterráneas Nivel de ruido Composición de la atmósfera Inestabilidad Erosión Morfología Usos del suelo Características edáficas Modificación aspecto visual Corredores ambientales, Nichos Redes tróficas Comunidades de fauna terrestre y acuática Comunidades de vegetación terrestre y acuática.
<p>Descripción del impacto: Como consecuencia de la apertura y explotación del tajo, construcción y adecuación de vías, construcción y operación del embalse, construcción de botaderos y pilas de lixiviación se tiene un incremento de la susceptibilidad a la erosión y desestabilización de las laderas, asociado con la degradación del terreno por pérdida de cobertura vegetal y suelo, cambios en la morfología del terreno por la realización de cortes y excavaciones y cambios en las características físicas de los cuerpos de agua intervenidos por la construcción y operación del embalse y demás obras de construcción que se prevén en el Proyecto Aurífero de Angosturas. Procesos de inestabilidad se pueden presentar, asociados con el apilamiento y almacenamiento de material en los botaderos, que de no presentar un buen diseño geotécnico de construcción, pueden fallar a través de los materiales depositados.</p>	
Impactos secundarios:	Los impactos secundarios que se pueden generar por procesos de inestabilidad y erosión son: pérdida de cobertura vegetal, pérdida de suelo, alteración del paisaje y alteración de la calidad del agua.
Área de influencia (Entorno de afectación)	Se considera que el área de afectación es local, debido a que el impacto trasciende el área de la obra, extendiéndose a varias veredas.
Tendencia (Evolución o tiempo)	El impacto ocurrirá de manera lenta, debido a que estarán presentes durante la instalación, operación y recuperación del proyecto.
Reversibilidad* (Condición)	El efecto del impacto se considera irreversible dado que los procesos de inestabilidad y erosión difícilmente cesan de manera natural, siendo indispensable obras de contención.
Probabilidad de ocurrencia	Se considera muy probable la ocurrencia de este impacto, teniendo en cuenta que la naturaleza esta en equilibrio dinámico, y al realizar las actividades requeridas para el desarrollo del proyecto Angosturas, este equilibrio va a ser modificado, desencadenando posiblemente la generación de inestabilidades y procesos de erosión. Muy probable (0.8)
Duración	La duración del impacto es considerado permanente, teniendo en

	<p>cuenta que la vida útil del proyecto es de 15 años y que la generación de procesos de inestabilidad y erosión asociados con la operación del embalse pueden persistir en el tiempo. Permanente (1.0).</p>
Magnitud (Dimensión)	<p>Se considera de mediana magnitud dado que las zonas a intervenir han presentado procesos de inestabilidad y erosión que se pueden incrementar con la apertura de las obras.</p>
Magnitud relativa	<p>Se considera como media, aunque la generación de procesos de inestabilidad y erosión afecta varios factores ambientales, estos se pueden controlar. Media (0,3).</p>
Nivel de vulnerabilidad	<p>Se considera medio el nivel de vulnerabilidad, ya que este impacto se puede prevenir con un buen diseño geotécnico de las obras. Medio (0.4).</p>
Incidencia no cuantificable	<p>Los posibles efectos de este impacto, no es posible cuantificarlos y establecer con certeza su trascendencia, por ello la incidencia no cuantificable se aprecia como alta. Alta (0.2).</p>
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	<p>Se considera como medio, por su ocurrencia muy probable, duración permanente, magnitud relativa media, vulnerabilidad media e incidencia no cuantificable alta. Media (2.5).</p>
Carácter del efecto (Carácter o signo)	<p>Negativo</p>
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	<p>Con el fin de mitigar el impacto asociado con la apertura y explotación del tajo, construcción de vías, botaderos, pilas de lixiviación y operación del embalse, se realizó una zonificación de amenazas geológicas en la zona de influencia directa que permitirá identificar los sectores más vulnerables a generar problemas de erosión y procesos de inestabilidad, y así desarrollar un diseño geotécnico adecuado, que contemple la construcción de obras y medidas preventivas que eviten la intensificación de estos procesos de inestabilidad y la generación de nuevos procesos.</p> <p>Durante la etapa de excavación de los tajos, pilas de lixiviación y de relleno de material en los botaderos, se presentará un incremento sustancial de la dinámica erosión - sedimentación, cuyo impacto será mitigado mediante la construcción de canales y lagunas de sedimentación de los materiales excedentes. En cuanto la estabilidad de los taludes que se conformarán en la construcción de las vías, tajo, botaderos y pilas, su afectación se minimiza mediante el diseño y ejecución de cortes y rellenos con pendientes poco susceptibles a la inestabilidad en el largo plazo, o con refuerzos estructurales que la minimicen, obras de captación y manejo adecuado de las aguas superficiales. También se desarrollarán planes de monitoreo del comportamiento y el estado de saturación de los taludes para minimizar el riesgo de procesos de inestabilidad. Negativo Mitigable (0.6).</p>
Impacto remanente (con manejo)	<p>Aunque hay posibilidades de mitigar el impacto, es de esperarse que después de aplicadas las medidas de manejo, exista un impacto remanente significativo, por lo tanto es considerado como Manejable.</p>

	Manejable (-0.96).
Evaluación del impacto acumulativo	El impacto acumulativo es alto, debido a la irreversibilidad del impacto y duración en el tiempo.

5.2.7 Alteración y eliminación de las geoformas del terreno

5.2.7.1 Sin proyecto

Sin proyecto las geoformas actuales no serán alteradas, conservándose los ríos, quebradas, pendientes, taludes y formaciones geológicas presentes.

En el área de influencia del Proyecto se encuentran básicamente unidades de paisaje montañoso. En el paisaje de montaña se encuentra la unidad de vertiente, donde existen varias formas de ladera diferenciadas por el tipo de relieve, planas (0%-3%), inclinadas (3% - 7%), ligeramente onduladas (7%-12%), fuertemente onduladas (12%-25%), escarpadas (25%-50%) y muy escarpadas (50%-100%).

Haciendo parte de este marco se encuentra la red hidrográfica como el Río Vetas y Río Surata; Quebradas El Salado, La Baja, Páez y Angostura, y corrientes de primer y segundo orden: conformadas por una serie de quebradas de caudal permanente o intermitente que nacen en la zona y aportan sus aguas a las corrientes de segundo y primer orden.

La existencia actual de una gran cantidad de bocas de mina, da como resultado una transformación de la geomorfología natural de estas áreas.

5.2.7.2 Con proyecto

El paisaje natural montañoso cambiara para tomar la apariencia normal de un tajo abierto, muchas de la laderas inclinadas, onduladas y escarpadas tendrán la forma de planicie, y muchos valles serán rellenados por material estéril.

Fase del proyecto	Instalación y Operación
Acciones o actividades del proyecto	Descapote. Nivelación y Adecuación del Terreno para instalación de campamentos y equipos. Explotación de fuentes de materiales. Construcción de vías y accesos. Construcción del dique de apoyo del depósito de material estéril y de botaderos. Construcción del embalse Apertura del Tajo. Construcción de Pilas de Lixiviación (Angosturas y Páez). Disposición de excedentes de excavación. Explotación del tajo. Disposición de estériles
Sistema afectado	Físico
Componente	Procesos Geofísicos
Sujeto afectado	Morfología
Descripción del impacto:	

<p>Las geoformas existentes en la zona del proyecto, han sido y seguirán siendo modificadas en su mayoría durante toda la etapa de explotación minera. Esta modificación incluye excavaciones, construcción del embalse, rellenos en zonas de botaderos y obras de ingeniería. Estos cambios en las geoformas afectan los procesos geomorfológicos y como consecuencia, el paisaje, la dinámica de los drenajes naturales y los hábitats de las especies vegetales y animales, afectando las comunidades de la zona. El modelamiento de las geoformas en estado natural es un proceso continuo y está directamente relacionado con los agentes meteóricos a los que se encuentra sometida la superficie terrestre, ya sea agua, viento, hielo, organismos macro y micro, y de acuerdo con el tipo de suelo y su cobertura vegetal y cambios climáticos estas relaciones le dan el carácter integral al paisaje.</p> <p>Las geoformas han sido modificadas sustancialmente por la explotación minera actual y continuaran siendo afectadas por el proyecto, que intervendrá el valle actual de las quebradas Angostura, La Baja, Páez y El Salado, dando origen a zonas con terrazas abruptas producidas por los botaderos, y a pérdida de cobertura vegetal para dar lugar a obras de ingeniería como vías, obras de drenaje y el embalse de la quebrada El Salado. Este impacto se presentará durante las etapas de instalación y operación donde la superficie se modificará por el apilamiento y remoción de material, dejando al descubierto grandes cantidades de material estéril.</p>	
Impactos secundarios:	Pérdida del recurso suelo, sustento de la cobertura vegetal, de la fauna asociada, de los procesos ecológicos interrelacionados y de la disponibilidad de hábitat y microhábitat. Aumento de sedimentos generados por las condiciones de inestabilidad y erosión, alteración de la calidad del agua y los patrones de sedimentación
Área de influencia (Entorno de afectación).	Este impacto tiene un área de influencia directa y local, pues las zonas donde se realizaran las obras es la vereda de Angostura, del municipio de Vetas.
Tendencia (Evolución o tiempo).	El paisaje morfológico será modificado constantemente, mientras se realizan la adecuación e instalación del terreno y luego durante el tiempo de operación de la mina.
Reversibilidad* (Condición).	El impacto es irreversible debido a que la actividad minera provocará cambios y alteraciones definitivos en la topografía y paisaje del terreno.
Probabilidad de ocurrencia:	Para la construcción de las obras civiles se hace necesario nivelar el terreno. Mientras que en el área de la mina la ladera de la montaña será removida y tomará apariencia de tajo. Seguro (1.00).
Duración:	La adecuación constante del terreno para las obras genera cambios en las geoformas, y la extracción y depositación del material de la mina permanentemente estará modificando el paisaje topográfico, e incrementando los procesos geomorfológicos. Permanente (1,00).
Magnitud (Dimensión).	Un área amplia que contiene valles, laderas, cauces de las quebradas y geoformas se modificará para la adecuación de las obras y para la permanente extracción de material de la mina.
Magnitud relativa.	Topográficamente el área del proyecto está sobre una zona montañosa con laderas inclinadas y escarpadas, donde la construcción de obras y la implementación de una mina requieren la nivelación y adecuación constante del terreno y la modificación permanente de las geoformas. Muy Alta (0.6).
Nivel de vulnerabilidad.	La afectación de las geoformas modifica de manera permanente el paisaje actual. Alta (0.6).

Incidencia no cuantificable.	La incidencia del impacto se traduce en cambios en la composición, estructura y función de las geoformas presentes en el área del proyecto, ya que una vez finalizado este muy difícilmente se recuperan las geoformas encontradas al inicio del proyecto, debido a que los procesos que dieron origen a estas han tomado miles de años, y que los espacios dejados por esta estarán ocupados por otro tipo de obras. Muy Alta (0.4).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial).	El cambio de las geoformas o la completa eliminación de estas conllevan una modificación no solo en el paisaje del terreno sino también en la fauna y flora que se desarrolla sobre ellas, pues las condiciones que se encuentran allí son propicias para generar una vegetación y fauna única típica de estos ambientes. Muy Alto (6.0).
Carácter del efecto (Carácter o signo).	Los cambios en las geoformas pueden generar fenómenos de remoción en masa, erosión, desplazamiento de la población, y posible extinción de la fauna y flora presente en este tipo de ambientes. Negativo (-).
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Las posibilidades de manejo corresponden a medidas de mitigación, encaminadas a la rehabilitación ambiental de botaderos y áreas intervenidas mediante la restitución de suelo y cobertura vegetal en la medida en que se abandona la actividad minera por sectores y al cierre de la mina. Negativo Mitigable (0,60).
Impacto remanente (con manejo)	Cambio permanente en las geoformas o eliminación completa de estas. Creación de nuevas y diferentes geoformas. Manejable (-3.60).
Evaluación del impacto acumulativo	La explotación minera ha intervenido progresivamente las geoformas del paisaje regional de la zona del distrito minero de Vetás y California, generando nuevas topografías, con permanentes cambios surgidos de la dinámica de la explotación modificando laderas, generado valles y cárcavas o surcos de erosión.

5.2.8 Aumento de la sedimentación

5.2.8.1 Sin proyecto

Sin el proyecto aurífero de Angostura los procesos de sedimentación no serán alterados, conservándose los niveles naturales de sedimentación en las corrientes presentes.

Los procesos naturales de sedimentación presentes en el distrito minero de Vetás y California se han visto alterados por la actividad minera que se desarrolla permanentemente en el área la cual se realiza a través de socavones, donde extraen el material del interior de la tierra y lo benefician a la orilla de las quebradas La Baja, Angosturas, Páez y el Volcán, trayendo consigo aportes considerables de sedimentos a estas quebradas y a los ríos que estas.

5.2.8.2 Con proyecto

Como consecuencia de la explotación minera se alterarán los procesos de sedimentación naturales característicos de la dinámica natural en algunos casos, y la dinámica impuesta por la intervención antrópica de colonización.

Fase del proyecto	Instalación y Operación.
Acciones o actividades del proyecto	Descapote. Explotación de fuentes de materiales. Construcción del embalse. Disposición de excedentes de excavación. Disposición de estériles.
Sistema afectado	Físico
Componente	Procesos Geofísicos
Sujeto afectado	Sedimentación
Descripción del impacto:	
<p>La afectación de los procesos sedimentológicos es un impacto directamente relacionado con la pérdida de cobertura vegetal y la pérdida del recurso suelo, en la medida en que la vegetación brinda las condiciones de cohesión y de formación de suelos, y cuya pérdida ocasiona la exposición del suelo a lavado por agua lluvia y escorrentía, liberándose material fino que pasa a ser parte de la carga de sedimentos como elemento marcador en el depósito. Así mismo, el aumento de sedimentos generados por las condiciones de inestabilidad y erosión, altera la calidad del agua y los patrones de sedimentación.</p> <p>Durante el proceso de excavación del tajo y de relleno de material en los botaderos y área del embalse, se presentará un incremento sustancial de la dinámica de sedimentación, cuyo impacto será mitigado mediante la construcción de canales y lagunas de sedimentación de los materiales excedentes.</p>	
Impactos secundarios:	La sedimentación y la erosión como procesos morfodinámicos hacen parte del proceso de reconfiguración del paisaje y con ella de las funciones locales de conectividad fluvial y de acomodación dinámica de los ecosistemas acuáticos y ribereños.
Área de influencia (Entorno de afectación):	Este impacto tiene un área de influencia local, porque puede extenderse a varias veredas.
Tendencia (Evolución o tiempo)	Durante las fases de instalación y operación del proyecto constantemente se estará removiendo cobertura vegetal y capas de suelo dejando la roca completamente expuesta a la interacción con el agua, aire, clima y agentes antrópicos que generan el desgaste y particulado de las rocas acelerando el proceso natural de erosión que genera importantes aportes de sedimento a las fuentes hídricas.
Reversibilidad* (Condición)	El impacto es irreversible, debido al incremento en el aporte de sedimentos a las corrientes activas.
Probabilidad de ocurrencia	Es seguro que ocurra el aumento en los niveles de sedimentación debido a las actividades de adecuación, excavación y depositación de material, y al represamiento de fuentes hídricas. Seguro (1.0).
Duración	Durante el proceso de excavación de los tajos, de relleno de material en los botaderos y represamiento de quebradas, se presentará un incremento sustancial de la dinámica de sedimentación. Permanente (0.9).
Magnitud (Dimensión)	El aumento de sedimentos generados por las actividades de la minería afecta la calidad del agua y la distribución y abundancia de microhábitat

	en los ecosistemas acuáticos.
Magnitud relativa	Debido a que una gran extensión litológica quedará expuesta permanentemente a agentes meteóricos, generará desgaste y particulado de las rocas, lo que produce un aumento en el aporte de sedimentos a las corrientes fluviales. Alta (0.5).
Nivel de vulnerabilidad	Los procesos naturales de sedimentación se ven vulnerados por la explotación minera, alterando y modificando los niveles, las cantidades y la velocidad de generar, transportar y depositar sedimentos. Alta (0.6).
Incidencia no cuantificable	Debido a que las actividades mineras aumentaran las fuentes de sedimentos que contribuirán con el aporte de los mismos a las corrientes activas. Alto (0.3).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	El aumento de partículas en suspensión y de sedimentos en las fuentes hídricas contribuye a la contaminación de estas y afecta los microhábitats acuáticos. Alto (4.32).
Carácter del efecto (Carácter o signo)	El incremento de la sedimento en las corrientes activas impide el crecimiento de la vegetación acuática y la oxigenación de las especies animales, disminuye la calidad del agua para el consumo humano. También se puede generar represamiento de sedimentos. Negativo (-1.0).
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Las posibilidades de manejo corresponden a medidas de mitigación, encaminadas a la rehabilitación ambiental de botaderos y áreas intervenidas. Desde el inicio de la actividad minera y mediante el diseño de obras estables, la disposición de lagunas de sedimentación que eviten que la erosión afecte los cursos de agua y mediante la restitución de suelo y cobertura vegetal en la medida en que se abandona la actividad minera por sectores y al cierre de la mina. Una vez terminadas las obras, colocar nuevamente cobertura vegetal, para de esta forma controlar los procesos denudativos como la erosión y a su vez evitar que estos produzcan aumento en la sedimentación. Mitigable (0.60).
Impacto remanente (con manejo)	La intensidad del impacto que puede causar la sedimentación será reducida mediante la incorporación de los terrenos intervenidos al proceso de rehabilitación de las tierras intervenidas, la cual se irá implementando durante las etapas operativa y post-operativa del proyecto. Continuación natural de los procesos de transporte y depositación de sedimentos en las fuentes hídricas. Manejable (2.59)
Evaluación del impacto acumulativo	En la etapa de instalación del proyecto se producirá un aumento de la producción de sedimentos y esta producción aumentará a medida que avance el Proyecto. Por lo tanto hay algún grado de impacto acumulativo debido a esos aumentos producen impactos negativos principalmente sobre la calidad del agua, presencia de microhábitat y represamiento de sedimentos en la zona. Sin embargo ese aumento

	será muy alto en la etapa de producción y luego se reducirá durante el cierre de operaciones de la mina.
--	--

5.2.9 Pérdida y alteración de suelos

5.2.9.1 Sin proyecto

Los suelos son un componente fundamental de los ecosistemas estratégicos que ocurren en las franjas de subpáramo, páramo y parte del bosque alto andino cuya función, particularmente de los dos primeros, es la conservación y regulación de las aguas que allí se originan.

Los suelos descritos en cada uno de los frentes de trabajo de desarrollo de la mina comparten entre sí varias características comunes; estas son: la topografía muy escarpada con pendientes superiores al 75% en la inclinación de las laderas; la presencia, en cuatro de las zonas, de planos aluviales estrechos con vegas y terrazas (Romeral, Angosturas, Cruz de Lata, Páez); los afloramientos rocosos ocupan áreas extensas y hay suelos superficiales debido a contactos líticos en la sección superior del perfil en Romeral, Angosturas, Cruz de Lata y Campamentos; las cenizas volcánicas como material parental de los suelos ocurren en Angosturas, Cruz de Lata y Páez. Once de las observaciones realizadas se hicieron en suelos ubicados a alturas superiores a los 3500 msnm, catorce entre los 3000 y los 3500 msnm y una sola se llevó a efecto en el piso térmico frío (2856 msnm).

Las limitantes para la utilización de las tierras con fines diferentes a los de conservación y protección del medio natural están relacionadas con las condiciones climáticas que caracterizan a los ecosistemas ubicados en la alta montaña: bajas temperaturas, alta precipitación pluvial, nubosidad casi permanente, ocurrencia de heladas y vientos fuertes en algunas temporadas del año.

Adicionalmente, hay áreas extensas en las que la topografía es escarpada a muy escarpada con pendientes 50-75% y mayores del 75% en las que el drenaje natural es excesivo, lo que implica que durante los aguaceros se produzca escurrimiento fuerte que se torna turbulento en áreas que han perdido la cobertura vegetal original.

La pluviosidad y el relieve abrupto se conjugan para imprimirle al área una vulnerabilidad muy alta ante la acción de los factores atmosféricos y la actividad antrópica.

El suelo tiene propiedades físicas y químicas que no son favorables para el crecimiento de una amplia gama de plantas; estas son la fuerte acidez, la presencia de aluminio activo en proporciones tóxicas, la pobreza marcada en calcio, magnesio, potasio y fósforo y el nivel de fertilidad bajo.

5.2.9.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación, Operación, Recuperación, Restauración
Acciones o actividades del proyecto	Remoción de vegetación, descapote, nivelación y adecuación del terreno para la instalación de campamentos y equipos, construcción y operación de campamentos de montaje, explotación de fuentes de materiales, instalación y operación de planta trituradora y de concreto,

	<p>construcción de campamentos definitivos, construcción de vías y accesos, construcción del dique de apoyo del depósito de material estéril, construcción de depósitos de suelo orgánico y de botaderos, construcción del embalse, apertura del tajo, construcción de pilas de lixiviación (Angosturas y Páez), obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales, mantenimiento de maquinaria y equipos, disposición de excedentes de excavación, construcción de redes eléctricas, suministro en campo de lubricantes y combustibles, explotación del tajo, disposición de estériles.</p>
Sistema afectado	Físico y biótico
Componente	<p>Agua Suelos Procesos geofísicos Morfología y paisaje Procesos ecológicos Fauna Vegetación Socioeconómico</p>
Sujeto afectado	<p>Aguas superficiales Morfología Erosión Usos del suelo Características edáficas Modificación aspecto visual Corredores ambientales Nichos Redes tróficas Comunidades terrestres</p>
<p>Descripción del impacto:</p> <p>La pérdida del suelo se presentará por las actividades propias de la minería del oro en las fases de Instalación, Operación, Recuperación, Restauración relacionadas en las construcciones y montajes, la remoción de la cobertura vegetal, la construcción y el mantenimiento de las vías, la disposición de materiales de diverso origen (construcción, excavación, materiales y estériles). Estas acciones alteran las características fisicoquímicas y biológicas de los suelos por compactación mecánica, degradación de las partículas del suelo (estructura) y contaminación. La construcción de drenajes y la desaparición de puentes de agua alteran, el régimen hidrológico de los suelos.</p> <p>El proyecto minero Angostura ocasionará la pérdida por afectación directa de las obras de infraestructura de 1086 ha. La mayor afectación se dará sobre suelos Clase VIII pc, cuyo uso potencial corresponde a tierras para la conservación del medio natural (1084,9 ha).</p>	

Impactos secundarios	La alteración de los suelos por el emplazamiento de las obras del proyecto para la explotación minera, ocasiona impactos secundarios, relacionados con el incremento de la fragmentación de corredores biológicos y de ecosistemas. La destrucción de la estructura por compactación, afecta la resistencia del terreno a la erosión, el espacio poroso, la aireación y la actividad biológica, con consecuencias para el normal desarrollo de las especies vegetales.
Área de influencia (Entorno de afectación)	La pérdida y alteración del suelo tiene un área de influencia local, se afecta el área de las obras directamente.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La pérdida y alteración de la calidad del suelo es rápida con el desarrollo de las actividades de la explotación minera.
Reversibilidad* (Condición)	Este impacto es irreversible, en su mayor extensión. Los suelos afectados difícilmente retornaran a su estado original debido a que su formación se da a partir del material parental (rocas y/o sedimentos) como resultado de la acción del clima y los organismos vivos en el ambiente geomorfológico propio del paisaje montañoso, durante un tiempo determinado que generalmente se mide en miles de años. Eventos de glaciación y vulcanismo fueron importantes durante el proceso edafogénico.
Probabilidad de ocurrencia	El impacto se presenta de forma segura pues las áreas requeridas por el proyecto implican la pérdida de estos suelos. Seguro (1,0).
Duración	La pérdida de los suelos es permanente. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	Se intervienen 1086 hectáreas de suelos, de los cuales 1084,9 pertenecen a la clase agrológica VIII pc, Tierras para la conservación del medio natural que corresponde al (99,9%) y 1,1 ha pertenece a la clase VIII p, Tierras para la protección con cobertura vegetal permanente multiestrata.
Magnitud relativa	Con respecto a la extensión de suelos del área de influencia indirecta (16840 ha), de las clases agrológicas VIII p/pc se pierde el 6 %. Baja (0,06).
Nivel de vulnerabilidad	Muy alta, teniendo en cuenta que las obras de infraestructura se encuentran en tierras para la conservación del medio natural. Muy Alta (0,8).
Incidencia no cuantificable	Muy alta, considerando que los suelos son un componente fundamental de los ecosistemas estratégicos que ocurren en las franjas de subpáramo, páramo y parte del bosque alto andino cuya función, particularmente de los dos primeros, es la conservación y regulación de las aguas que allí se originan. Muy alta (0,6).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Muy alto (5,28).

Carácter del efecto (Carácter o signo)	(-) impacto negativo
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	<p>Las obras de infraestructura relacionadas con la explotación minera requieren la remoción total del suelo y su restauración solo es posible a largo plazo, en la etapa de abandono y cierre de mina creando suelo en las áreas de botaderos de estériles y en otros sitios severamente alterados mediante la colocación de una capa de suelo procedente de los bancos o sitios de almacenamiento del material edáfico removido, de unos 30 centímetros de espesor (topsoil), seguido de la siembra de especies herbáceas para crear una cobertura vegetal densa protectora. Casi siempre es necesario ayudar a la estabilización del topsoil con barreras de heno y otras prácticas conservacionistas.</p> <p>En una etapa temprana es necesario agregar fertilizantes y agua supletoria al antroposuelo (topsoil, neosuelo) para asegurar el éxito del crecimiento de la cobertura vegetal y, por lo tanto, de la rehabilitación de las áreas alteradas.</p> <p>Negativo compensable (0,80).</p>
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-4,2).
Evaluación del impacto acumulativo	<p>La degradación del suelo y del ecosistema es un impacto asociado al cambio de uso que se presenta en mayor medida por el conflicto de uso creado por la ganadería y la minería artesanal. La ganadería, que desde hace años se ha venido instalando en el área, ha generado un conflicto de uso del suelo por sobre utilización dado que estas tierras se deben dedicar única y exclusivamente a la conservación y/o recuperación de la naturaleza y a la protección del recurso hídrico.</p> <p>La minería artesanal ha dejado sus huellas de destrucción en los sitios en los que ha operado.</p>

5.2.10 Afectación por generación de Drenaje Acido de Mina (DAM)

5.2.10.1 Sin proyecto

Un Drenaje Acido de Roca (DAR) es un agua de bajo pH, enriquecida en sulfatos, que posee grandes concentraciones de acidez, representada en acidez de ión hidrógeno y acidez mineral (hierro, aluminio, manganeso y otros metales, dependiendo de la geología del depósito), y que presenta altos contenidos de elementos potencialmente tóxicos.

La industria minera de minerales metálicos, remueve grandes volúmenes de material geológico y lo expone al aire y al agua del ambiente, proceso durante el cuál los minerales de sulfuros (principalmente pirita framboidal – FeS₂, marcasita y pirrotita) comúnmente asociados a éstos depósitos, se oxidan e hidrolizan, con mediación bacteriana (ej. *Thiobacillus ferrooxidans*), y dan origen a los Drenajes Ácidos de Mina (DAM/DAR).

Los DAR, además de tener incidencia económica en minería, porque por sus características ácidas contribuyen al deterioro de equipos y maquinaria, se constituyen en una gran preocupación ambiental debido a su pH ácido y al alto contenido de elementos y especies potencialmente tóxicas que portan, los cuáles pueden afectar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y tienen efectos nocivos en flora, fauna y seres humanos.

Los drenajes ácidos se producen naturalmente a partir de rocas ricas en minerales de sulfuros, sin embargo por la actividad minera se eleva o “potencia” su producción, debido a que durante las operaciones mineras se remueven grandes cantidades de materiales que son expuestos a condiciones naturales oxidantes. La extracción de los minerales aumenta la disponibilidad de los sulfuros presentes en el depósito para interactuar con agua y oxígeno y producir acidez.

Una vez generado el drenaje ácido impacta y contamina suelos y aguas, afectando en consecuencia la salud de los ecosistemas y al hombre.

Entre los problemas principales causados por la producción de DAM están:

- pH bajo (ácido), que afecta la calidad del agua produciendo efectos en la flora, la fauna y en el hombre que hacen uso de éste recurso, y
- Liberación y dispersión de elementos (metales y metaloides) considerados potencialmente peligrosos o tóxicos para los seres vivos (EPPs). Estos elementos aunque son esenciales y su defecto produce efectos adversos, también son de interés ambiental y de salud por su acción tóxica en ecosistemas y en el hombre.

La minería a cielo abierto y subterránea, extrae grandes volúmenes de material no aprovechable o estéril, que se constituyen en un problema de preocupación ambiental, por la oxidación de los minerales de sulfuros, cuando están presentes, y por la liberación y transporte de drenajes con los productos de dicha oxidación. La generación de Drenajes Ácidos con altos contenidos de metales provenientes de depósitos o botaderos de estériles de mina, es un problema ampliamente reconocido a escala internacional.

Los drenajes ácidos de mina o de roca (DAR), se asocian en general con la explotación de depósitos minerales y son producidos por la oxidación de minerales de sulfuros. Aunque Drenaje Ácido de Mina se relaciona con la extracción y procesamiento de depósitos metalíferos con sulfuros, puede ocurrir en cualquier lugar en donde los sulfuros sean excavados y expuestos a oxígeno atmosférico y agua.

El término Drenaje Ácido de Mina (DAM) o Drenaje Ácido de Roca (DAR) se aplica a botaderos de roca estéril, colas de proceso, tajos y frentes de explotación minera (cielo abierto o subterránea), así como a cualquier talud o pared descubierta en donde existan sulfuros.

El depósito mineral de Angostura está ubicado en el Macizo de Santander, cuerpo conformado por esquistos y gneis precámbricos del Escudo Guayanés. Estructuralmente, el yacimiento se encuentra enmarcado por fallas regionales paralelas, mientras que a nivel local, se presenta un sistema de fallas en dirección NE, el cual se considera que ha controlado el emplazamiento de los intrusivos y la subsecuente alteración y mineralización.

A nivel regional la principal cuenca del distrito minero de Vetas California la constituye la cuenca del río Vetas, la cual hace parte de la subcuenca del río Suratá y esta a su vez hace parte de la cuenca del río Lebrija

La mineralización de Angostura se ha definido como de tipo de alta sulfuración caracterizada por la asociación de oro con plata, cobre, arsénico, bismuto, molibdeno y telurio, la cual es una asociación metálica epitermal porfírica clásica. La alteración dentro de las estructuras de vetas esta dominada por sericita y sílice (como cuarzo y como silicificación), mientras que la roca caja esta fuertemente argilizada.

En la parte superior del sistema mineralizado, existe fuerte alteración y mineralización. Todas las rocas en las que ocurren vetas y estructuras mineralizadas han sido afectadas por argilización. En este proceso la plagioclasa y componentes máficos menores de la cuarzo-diorita original o gnéis han sido reemplazados por sericita, illita y caolinita, mientras que el cuarzo primario permanece como remanente

Por lo menos dos estadios de formación de pirita han sido reconocidos: el mas antiguo esta representado por cristales grandes que parecen no estar muy asociados con oro, mientras que el mas reciente con mineralización de grano fino y de fase pirita marcasita esta íntimamente relacionado con los estadios de silicificación y depositación de oro. Minerales accesorios de sulfuros incluyen calcopirita ($CuFeS_2$) y tetrahedrita ($(Cu,Fe)_{12}Sb_4S_{13}$), comúnmente reemplazada por digenita (Cu_9S_5), covelita (Cu_2S) o calcocita (Cu_2S), así como arsenopirita ($FeAsS$) y bismutinita (Bi_2S_3). Se han encontrado cantidades menores de esfalerita (ZnS), enargita (Cu_3AsS_4) y telururos tales como telururo de bismuto, telurio de oro-plata, y telururo nativo.

La oxidación de los sulfuros en Angostura es parcial e incompleta afectando mas a la pirita gruesa que a la pirita fina y parece estar regida principalmente por cambios locales de permeabilidad, de tal modo que se encuentran zonas en donde coexisten mezclados sulfuros oxidados con sulfuros frescos y preservados.

De acuerdo con la descripción precedente sobre la mineralogía del depósito de Angostura es de esperarse que el proceso de oxidación de los sulfuros presentes generen drenaje ácido de roca de manera natural, con y sin la presencia de actividad minera.

A pesar de lo anterior, es bien conocido que la actividad minera al remover grandes volúmenes de roca expone los sulfuros presentes aumentando las superficies disponibles para interactuar con oxígeno y agua, que son las condiciones necesarias que favorecen los procesos que originan drenaje ácido de roca.

El control de DAM se ha constituido en un problema complejo y costoso para la minería, no solo en su fase operativa, sino posteriormente durante y después del cierre. La experiencia minera recomienda dar énfasis a programas de predicción de DAM desde la fase de exploración, de tal modo que sea posible implementar medidas adecuadas y efectivas para prevenir y controlar su generación, así como para mitigar sus efectos en el entorno.

5.2.10.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación, operación, cierre y abandono (post-cierre)
Acciones o actividades del proyecto	La generación de drenaje ácido de roca afecta todas las etapas del proyecto minero. El drenaje ácido es un problema común e importante en minería de depósitos metálicos especialmente de alta sulfuración, difícil de manejar, costoso de tratar, genera alto impacto y cuando se produce dura

	<p>“perpetuamente”, por tanto la clave de manejo es identificarlo en la etapa de prefactibilidad y diseñar la mina de manera apropiada.</p> <p>En la fase de instalación: en todas las etapas en las que exista remoción de materiales naturales (suelos, rocas) en donde se presenten sulfuros, desde la construcción de campamento temporal y definitivo, construcción de embalses, construcción de vías, apertura y desarrollo de tajos, depósito de estériles en botaderos, adecuación de áreas para las pilas de lixiviación, construcción y montaje de trituradoras, bandas transportadoras, planta concentradora e instalaciones anexas, explotación de canteras para material de préstamo, adecuación del relleno sanitario, etc.</p> <p>En la fase de operación: Desarrollo continuado del tajo de explotación del mineral valioso, disposición de material estéril (botaderos), operación de instalaciones conexas como relleno sanitario, canteras, etc.</p> <p>En fases de cierre y abandono: En todas las superficies descubiertas sin cobertura vegetal, sitios de acumulación de estériles (botaderos) y depósitos de colas o pilas de lixiviación.</p>
Sistema afectado	Medio físico y medio biótico
Componente	Suelo, Agua, fauna, vegetación y demográfico
Sujeto afectado	Características edáficas, aguas superficiales y subterráneas, comunidades acuáticas y terrestres y salubridad.
<p>Descripción del impacto:</p> <p>La fuente principal de producción de acidez en depósitos que como el de Angostura es de alta sulfuración, son los sulfuros presentes en el depósito, especialmente pirita. Al retirar el material estéril para aprovechar los minerales valiosos (oro-plata) los sulfuros son expuestos al oxígeno y al agua y generan Drenaje ácido de Roca o mina. La preocupación sobre DAR incluye acidez de las aguas, presencia y sedimentación de óxidos e hidróxidos, sinergia con procesos de modificación de suelos y erosivos, alta lixiviación de metales y especies potencialmente tóxicas (arsénico - As, bismuto - Bi, cobre - Cu, zinc - Zn, telurio - Te, sulfatos - SO_4^{-2}, aluminio - Al^{+3}, hierro - Fe, etc.) e impacto en hábitats acuáticos.</p> <p>Los drenajes ácidos se desarrollan en donde los minerales de carbonatos como dolomita, calcita y otros calcáreos, no son suficientes para neutralizar la acidez generada por la oxidación de los sulfuros.</p> <p>Los efluentes de minería pueden ser de composición ácida a alcalina, dependiendo de las características de la roca hospedera, de tal modo que algunos efluentes pueden llegar a tener pH muy ácido (pH 2) y altas concentraciones de sulfatos, hierro, aluminio, y manganeso conjuntamente con elementos como calcio, sodio, potasio, magnesio y otros elementos potencialmente tóxicos (Cu, Bi, As, Zn, Te). Estos últimos constituyentes están generalmente elevados debido a la disolución agresiva de carbonatos, óxidos y aluminosilicatos, durante el flujo del drenaje desde los sitios de oxidación de los sulfuros.</p> <p>En los casos en que predomina pH neutro a alcalino en los drenajes, los problemas provienen de la elevada concentración de sulfatos, hierro, manganeso y otros solutos que se derivan de la oxidación de los sulfuros o de su reacción con carbonatos o aluminosilicatos. El hierro y aluminio disueltos pueden precipitar con el incremento de pH y pueden actuar como substratos de adsorción</p>	

o coprecipitación de metales tóxicos.

Altas concentraciones de sulfatos no dependen de las condiciones de pH y pueden ser un problema en condiciones ácidas o básicas. La formación de sulfatos hidratados, en depósitos de estériles de roca pueden ser fuentes importantes de "acidez almacenada", que puede ser liberada cuando los minerales secundarios se solubilicen en periodos de recarga, de escorrentía o cuando los minerales de hierro y aluminio sufran hidrólisis. El almacenamiento y liberación de acidez por éste mecanismo puede causar gran variabilidad en la calidad del agua y puede ocasionar drenaje ácido continuamente aún después de que la oxidación de la pirita haya finalizado

Muchas entidades regulatorias y empresas mineras alrededor del mundo, han intentado establecer protocolos únicos para muestreo y análisis para predicción del potencial de generación de acidez de materiales estériles y residuales de minería, producto de lo cuál se dispone de manuales y guías metodológicas. A pesar de lo anterior, todas las evaluaciones (Bureau of Mines, EPA, MEND, California Mining Association, 1991, British Columbia AMD Task Force, 1989) han concluido que las condiciones específicas de cada sitio o localidad (clima, geología, geoquímica, mineralogía) determinan las particularidades del fenómeno y de la predicción de DAM/DAR).

Dado que la mineralogía y disponibilidad de agua y oxígeno varía en cada sitio, la predicción de DAM es generalmente costosa y puede dar lugar a cambios y ajustes continuos de acuerdo con la variabilidad del depósito. La predicción de DAM, cae en el campo de evaluación a largo plazo, dado el tiempo que existe entre el establecimiento de los botaderos y la aparición de DAM, motivo por el cuál es recomendable evaluar su producción durante la fase de exploración minera

Muchos de los drenajes ácidos portadores de contaminantes son neutralizados parcialmente por bacterias y por substratos geológicos y confluyen en ríos y lagos en los cuáles se diluyen y hacen menos tóxica su carga, a pesar de lo cuál, existen amplias regiones impactadas por Drenajes Ácidos que se han producido a partir de residuos mineros que no se han manejado convenientemente.

La mayoría de materiales potencialmente productores de acidez, pueden ser almacenados en tal forma que se prevenga la producción de acidez, sin embargo debe tenerse en cuenta que si no se toman las medidas necesarias, el drenaje ácido puede aparecer décadas después de que se generen los desechos y los costos de remediación son en todos los casos muy altos

Impactos secundarios	Los Drenaje ácidos además de tener incidencia económica en minería, debido a que sus características ácidas contribuyen al deterioro de equipos y maquinaria, se constituyen en una gran preocupación ambiental debido a su pH ácido y al alto contenido de elementos y especies potencialmente tóxicas que portan, los cuáles pueden afectar la calidad de las aguas superficiales y subterráneas y tienen efectos nocivos en flora, fauna y seres humanos.
Área de influencia (Entorno de afectación)	Local, teniendo en cuenta que muchos de los drenajes ácidos portadores de contaminantes confluyen en ríos y lagos en los cuáles aunque se diluyen y hacen menos tóxica su carga, se dispersan ampliamente y pueden afectar zonas circundantes si no se manejan convenientemente.
Tendencia (Evolución o tiempo)	Lenta. El control de DAR se logra si se controlan los diversos factores que intervienen en su formación: minerales de sulfuros, agua, oxígeno, bacterias. Existen numerosos métodos para la prevención y tratamiento de los DAR. La conveniencia de su aplicación depende de las particularidades

	de cada sitio minero y también de los costos y posibilidades financieras de la compañía explotadora
Reversibilidad* (Condición)	Irreversible en la medida en que se genere drenaje ácido sin control, en cuyo caso los componentes ambientales afectados no se recuperan a su condición previa a la afectación; sin embargo si se controla la producción de drenaje ácido, se pueden mitigar sus efectos. La acidez generada puede ser neutralizada por minerales presentes en el depósito utilizando metodologías de tratamiento activo o pasivo, según el agente (sustrato) neutralizante empleado.
Probabilidad de ocurrencia	El depósito mineral (alta sulfuración) por si mismo es propenso a producir drenaje ácido, situación que se amplifica por la operación minera, tal y como se explicó anteriormente. Sin embargo Greystar ha desarrollado una metodología para modelamiento tridimensional de ABA en el depósito, basado en mediciones de Ca y S, a partir de lo cual efectuará monitoreo y predicción y se implementarán las medidas de manejo necesarias para prevenir y reducir la ocurrencia de drenaje ácido. En caso de presentarse se implementarán las medidas necesarias para mitigar sus efectos. Segura (1,0).
Duración	Durante la duración del proyecto, después del cierre y durante la fase de abandono (post-cierre) del proyecto minero. Larga duración (0,9).
Magnitud (Dimensión)	La generación de drenaje ácido puede llegar a ser de magnitud importante por tratarse de un depósito auroargentífero de alta sulfuración con presencia de minerales como pirita y en menor extensión calcopirita (CuFeS ₂) y tetrahedrita ((Cu,Fe) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃), comúnmente reemplazada por digenita (Cu ₉ S ₅), covelita (Cu ₂ S) o calcocita (Cu ₂ S), así como arsenopirita (FeAsS) y bismutinita (Bi ₂ S ₃), y cantidades menores de esfalerita (ZnS), y enargita (Cu ₃ As ₄ S ₄); sin embargo se ha reportado la presencia de minerales neutralizantes (calcita, caolinita), que pueden contribuir a neutralizar parte de la acidez producida por los sulfuros y la compañía minera tiene establecidos parámetros (S y Ca) para monitorear y predecir la ocurrencia de drenaje ácido.
Magnitud relativa	Si se considera que parte de la acidez potencial de los sulfuros será neutralizada por los materiales con potencial de neutralización presentes en el depósito y adicionalmente si se implementan mediciones y monitoreo constante que alerten sobre potencial de generación de acidez, se podrán implementar medidas de prevención y de tratamiento adecuado para los drenajes ácidos, si ocurren, mediante métodos activos o pasivos. Media (0,2).
Nivel de vulnerabilidad	Los suelos, aguas y ecosistemas son altamente vulnerables a la ocurrencia de drenaje ácido. Alta (0,6).
Incidencia no cuantificable	El drenaje ácido es un problema con incidencia en suelos, aguas, y ecosistemas terrestres y acuáticos, por tanto la clave de manejo es identificarlo en la etapa de prefactibilidad y diseñar la mina de manera apropiada para prevenir su ocurrencia manejando los materiales que

	<p>tienen potencial de producirlo. Muy Alto (0,6).</p>
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	<p>El drenaje ácido es un problema común e importante en minería de depósitos metálicos, difícil de manejar, costoso de tratar, genera alto impacto y cuando se produce dura "perpetuamente". Alto (4,3).</p>
Carácter del efecto (Carácter o signo)	<p>Negativo (-1).</p>
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	<p>Mitigable, debido a que el impacto es predecible y en cierto grado prevenible con la implementación de medidas de manejo acordes con las condiciones naturales de la zona del proyecto. Una vez ocurra generación de drenaje ácido es posible implementar medidas de manejo (tratamiento) y de mitigación de los efectos sobre el medio natural. Mitigable (0,7).</p>
Impacto remanente (con manejo)	<p>Los objetivos del manejo o tratamiento (pasivo o activo) es reducir la carga de contaminantes a un nivel ambientalmente aceptable, controlando los procesos de generación de acidez y/o controlando la migración del drenaje ácido, tratando el drenaje ácido hasta que la carga disminuya a un nivel tal que pueda ser descargado al ambiente. Medianamente Manejable (-3,02).</p>
Evaluación del impacto acumulativo	<p>El drenaje ácido se produce en depósitos minerales en donde existan sulfuros. Las características de la mineralización de alta sulfuración y las características de la roca caja en el depósito de Angostura permiten prever que existen materiales generadores potenciales de acidez y materiales con potencial de neutralización que han venido actuando sinérgicamente. La clave de manejo es su identificación en la etapa de prefactibilidad, razón por la cuál la empresa ha desarrollado un modelo de predicción ABA que permite diseñar la mina de manera apropiada para prevenir o minimizar la ocurrencia de drenaje ácido manejando los materiales que lo producen.</p>

5.2.11 Generación de residuos sólidos domésticos e industriales

5.2.11.1 Con proyecto

Fase del proyecto	<p>Planeación Instalación Operación</p>
Acciones o actividades del proyecto	<p>Transporte de equipos y maquinaria Mantenimiento de equipos y maquinaria Construcción y operación de campamentos para construcción Campamentos y talleres para operación de la central</p>
Sistema afectado	<p>Físico Biótico</p>

	Antrópico
Componente	Agua Atmósfera Suelos Morfología y Paisaje Fauna Vegetación Socioeconómico
Sujeto afectado	Aguas superficiales Composición de la atmósfera Uso del suelo Modificación del aspecto visual Comunidades terrestres Demográfico
<p>Descripción: La generación de residuos sólidos convencionales de tipo domésticos se produce por todas las actividades relacionadas con los hábitos de vida de la población asentada en el campamento, oficinas y cocina.</p> <p>Generación de residuos sólidos especiales de tipo industrial tales como metal, cauchos, chatarra, entre otros, provenientes principalmente de la zona de talleres y de diferentes sitios de construcción de obras, así como en las actividades de mantenimiento de equipos y maquinaria durante la operación de la mina. Su generación implica la disposición en un relleno construido para tal fin y manejado por una entidad debidamente autorizada por la autoridad ambiental competente.</p>	
<p>Impactos secundarios: Desde el punto de vista fisicobiótico, la inadecuada disposición de residuos sólidos en el suelo puede causar la contaminación de aguas superficiales por el arrastre de las aguas de escorrentía tales como los residuos plásticos provenientes de envases y paquetes de comida.</p> <p>La generación de lixiviados, producidos por la descomposición aeróbica y anaeróbica y por el contacto de los residuos con las aguas lluvias, puede inducir a la contaminación de aguas superficiales por la escorrentía de estos líquidos.</p> <p>La emisión de gases como metano producido por la descomposición de los residuos, genera olores y condiciones potencialmente nocivas debido a las características de los gases.</p> <p>Las áreas usadas para relleno sanitario no podrán destinarse para actividades agrícolas. Así mismo, se puede producir la contaminación de los suelos por la operación del relleno sanitario debido al enterramiento de los residuos no aprovechables.</p> <p>En cuanto al sistema biótico, la introducción de estos residuos puede atraer al área de operación del relleno pequeños mamíferos y carroñeros en busca de una fuente de alimento, variando sus hábitos convencionales. Por otra parte, la construcción del relleno sanitario puede ocasionar el desplazamiento de otras especies por las actividades de excavación y compactación, las cuales implicarían necesariamente la remoción de la vegetación existente en el área destinada para la construcción del relleno.</p> <p>Considerando el sistema antrópico, los residuos sólidos atraen animales como moscas, roedores y mosquitos que pueden convertirse en vectores de organismos patógenos causantes de enfermedades que ponen en riesgo la salud humana.</p> <p>De otra parte, el manejo adecuado de éstos residuos, implica la construcción y adecuación de infraestructura en el área donde se localicen el campamento, las oficinas, la zona industrial,</p>	

talleres, sin dejar de lado la necesidad de recolectar y transportar los residuos generados en cada punto hasta el lugar donde se efectuará su disposición final.	
Área de influencia (entorno de afectación)	La afectación producida por el sitio definido para el relleno sanitario es local al igual que algunos de sus impactos secundarios en el caso que se presente alguna anomalía en el manejo, considerando la necesidad de transportarlos para efectuar su disposición final.
Tendencia (evolución o tiempo)	Estos impactos se presentan de manera lenta debido a los procesos de descomposición de los residuos.
Reversibilidad (condición)	Estos impactos son reversibles en la medida que se implementen las técnicas adecuadas en la gestión de los residuos sólidos y los productos finales de la descomposición, se aprovechen en la etapa de cerramiento de los rellenos.
Probabilidad de ocurrencia	Segura, pues las actividades propias del campamento, talleres, zona de la planta de beneficio, oficinas y cocina generan residuos sólidos domésticos e industriales. Segura (1,0)
Duración	Permanente, pues además de presentarse durante la instalación y operación del proyecto, la destinación del área para la disposición de los residuos sólidos en un relleno será definitiva. Permanente (1,0)
Magnitud (dimensión)	<p>Para definir la dimensión del componente ambiental afectado es necesario estimar la generación de residuos sólidos durante la fase de construcción del proyecto. Para esto se define una producción per cápita de residuos del orden de 0,45 kg/hab.día, valor tomado del RAS 2000 para la producción per cápita en un municipio de baja complejidad, condiciones que pueden ser aplicadas al área de estudio por considerar una población muy baja en los campamentos.</p> <p>La población máxima asociada a la instalación del proyecto puede aproximarse a las 1445 personas, sin embargo, hay que tener en cuenta que este valor varía de acuerdo con los avances de la construcción. En este orden de ideas se podría llegar a manejar una cantidad aproximada de residuos del orden de 650 kg/día. No obstante, hay que tener en cuenta que un gran porcentaje de estos residuos son aprovechables y por lo tanto la cantidad de residuos para llevar a cabo la disposición final en relleno sanitario se vería reducida.</p> <p>La generación de residuos especiales de tipo industrial es de difícil cuantificación y depende de las necesidades de reparación de la maquinaria utilizada. Sin embargo, y para fines prácticos, se puede esperar que el 1% del total de los residuos generados sea de éste tipo (referencia Tchovanoglus), siendo aproximadamente 6.5 kg/día.</p>
Magnitud relativa	En el escenario más pesimista que es suponer una población permanente de trabajadores equivalentes al pico máximo de contratación (1445 personas), que se presentará posiblemente en el 2° año de instalación, se generarían aproximadamente 468.000 kg de residuos domésticos. En el municipio de Matanzas que cuenta con una

	<p>población de 5689 habitantes, la generación potencial de residuos en un período de dos años sería de 1.843.236 kg. Bajo las anteriores consideraciones y en el escenario extremo el porcentaje de afectación adicional por generación de residuos sólidos sería del 25%.</p> <p>Media (0,3).</p>
Nivel de vulnerabilidad	<p>La vulnerabilidad es baja, teniendo en cuenta que todos los residuos sólidos generados por el proyecto no se dispondrán a cielo abierto, sino que se manejarán mediante técnicas adecuadas y seguras.</p> <p>Baja (0,1)</p>
Incidencia no cuantificable	<p>Media, pues este impacto no presenta elementos impredecibles o impactos secundarios con comportamientos que generen incertidumbres.</p> <p>Media (0,05)</p>
Calificación de importancia del impacto potencial	<p>Muy bajo: (0,15)</p>
Carácter o signo	<p>Negativo, teniendo en cuenta que la afectación del impacto será puntual, localizada principalmente en las zonas de campamento y talleres.</p> <p>Negativo (-1)</p>
Posibilidad de manejo	<p>Aunque la generación de residuos sólidos es un impacto inevitable, el proyecto integra en su diseño las obras necesarias para el adecuado manejo de estos residuos, evitando que su disposición final sea a cielo abierto y ofreciendo técnicas de disposición de los residuos que permitan minimizarlo al máximo.</p> <p>Negativo mitigable (0,78)</p>
Impacto remanente (con manejo)	<p>Muy manejable (-0.27)</p>
Evaluación acumulativa del impacto:	<p>Es un impacto de carácter temporal y además de la ocupación definitiva del área no tiene consecuencias directas acumulativas.</p>

5.3 IMPACTOS MEDIO BIÓTICO

5.3.1 Pérdida y alteración de cobertura vegetal y hábitats terrestres

5.3.1.1 Sin proyecto

El área en donde se enmarca el proyecto, incluye ecosistemas de páramo, subpáramo, bosque altoandino y bosque andino, asociados al páramo de Santurbán. El estado actual de la zona, evaluada a partir del piso bioclimático altoandino, indica que del orden del 7,4% de la superficie, se encuentra totalmente intervenida por pastos y cultivos. De páramo, sobre un total de 22 510 ha, se encuentra intervenido el 4,5% de la extensión, de subpáramo que ocupa un total de 13 220 ha, se encuentra totalmente intervenido el 8,3 % de la extensión de bosque altoandino el 9,7% de la extensión correspondiente a 16 320 ha. La fisonomía de los páramos actuales es resultado de una fuerte influencia de la llegada de los europeos con la ganadería vacuna, caballos, cabras y prácticas agrícolas no apropiadas a las condiciones del suelo, climáticas y de vegetación de estos ecosistemas (Biocolombia, 2002), así como la explotación de canteras (Alarcón et al, 2002). En la zona del proyecto, a las actividades agrícolas y pecuarias mencionadas, se suma la explotación de oro mediante técnicas artesanales, que ha provocado la alteración o pérdida de importantes áreas de cobertura vegetal natural, así como su reemplazo por plantaciones forestales de especies exóticas.

La invasión del retamo espinoso (*Ulex europeaus*), por su alta capacidad de reproducción, su persistencia ante el fuego y la tala, y su alta competitividad sobre las especies nativas, ha generado una disminución sobre la disponibilidad de espacios para la vegetación natural.

Tanto en el área de influencia indirecta (All), como en el área de influencia directa (AID), las coberturas vegetales de la zona Andina en la actualidad presentan mayor grado de intervención, en relación con los otros pisos climáticos, de manera que de las 9043 ha de este piso bioclimático en el área de influencia indirecta, cerca del 17% se encuentra fuertemente intervenida, así como en el área de influencia directa con 2475 ha, el 11% presenta fuertes niveles de intervención.

Para la vegetación de subpáramo, de las 796 ha del All el 2,2% presenta elevados niveles de intervención, así como en el AID con 468 ha, cerca del 1,4% la vegetación natural ha sido totalmente intervenida.

En cuanto a la vegetación de páramo, de las 7000 ha presentes en el All, el 0,7% ha sido totalmente intervenida, así como de de las 32111 ha del AID, en cerca del 0,6% la vegetación natural ha sido totalmente reemplazada.

5.3.1.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación.
Acciones o actividades del proyecto	Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo Construcción del embalse Construcción de vías industriales Apertura del tajo Depósito de excedentes de excavación Adecuación de áreas para las pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de materiales Explotación de fuentes de materiales Explotación del tajo Disposición de estériles Construcción de redes eléctricas
Sistema afectado	Biótico, físico

Componente	Vegetación, fauna, procesos ecológicos, agua, atmósfera.
Sujeto afectado	Comunidades terrestres, corredores ambientales, nichos, redes tróficas, aguas superficiales, composición de la atmósfera.
Descripción del impacto: El proyecto Angostura ocasionará la pérdida por intervención directa de 1086 ha de cobertura vegetal. Por pisos bioclimáticos la afectación de las unidades de cobertura vegetal, corresponden a: 456 ha de vegetación de páramo, 119 ha de vegetación de subpáramo, 511 ha de vegetación de la zona andina. Esta afectación directa evaluada por unidades de cobertura vegetal, corresponde en orden de magnitud a las siguientes afectaciones: 387 ha de de pajonal, 318 ha de bosque altoandino, 147 ha de matorral con pajonal, 49 ha de matorral, 29 ha de rastrojos bajos, 23 ha de pastos naturales, 17 ha de pastos naturales de subpáramo, 12 ha de bosque andino, 12 ha de rastrojos altos, 6 ha de pajonal con arbustos y árboles y 5 ha de pastos enrastrojados. Las otras 81 ha corresponden a zonas en donde la vegetación natural ha sido reemplazada. La pérdida de vegetación se manifiesta de diversas formas de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal intervenida y el tipo de intervención realizada. Los impactos por eliminación de la cobertura vegetal de acuerdo con las afectaciones y efectos particulares pueden agruparse en los siguientes: – Alteración de procesos ecológicos La alteración de procesos ecológicos, se presenta por la disminución en la oferta de hábitat y microhábitat para la fauna residente, provocando la alteración de las cadenas tróficas; igualmente se presenta disminución en la oferta de alimento para los consumidores tanto primarios como secundarios. De otra parte, la vegetación también cumple una importante función como elemento regulador de las condiciones microclimáticas, que dependiendo de su composición y estructura, genera condiciones diferenciales de temperatura, precipitación, vientos y humedad (Turk et al, 1981) . La pérdida de cobertura vegetal implica también la pérdida de suelo en las superficies requeridas para las diferentes obras de infraestructura para la explotación aurífera. Esta pérdida de suelo, de una parte elimina la función de protección que cumple frente a los procesos erosivos que ocasiona la lluvia y el viento, así como la retención de humedad que resulta de las propiedades físicas relacionadas con la agregación de sus materiales, particularmente en las zonas de páramo (Del Llano, 1990) . De otra parte, más allá del aspecto físico, el suelo es hábitat de unas comunidades bióticas particulares, que incluyen hongos, bacterias, algas, protozoos, líquenes, vegetales y animales, que participan de manera permanente e interrelacionada en los procesos de mineralización de la roca y de descomposición de la materia orgánica, permitiendo la disponibilidad de nutrientes y flujo de materia entre los diferentes niveles tróficos del ecosistema. Particularmente en los páramos, la descomposición de la materia orgánica es muy baja debido a la alta humedad y bajas temperaturas, razón por la cual estos suelos son bastante humíferos y de color negro muy intenso, reflejando su elevado contenido de material orgánico. Estas condiciones hacen que los suelos de páramo retengan gran cantidad de nutrientes, pero que no	

necesariamente son aprovechados por la vegetación (Castaño-Urbe, 2002, T. Van der Hammen, 2007).

- Pérdida en la composición florística de la cobertura vegetal

Con la intervención del área para la construcción de obras principales y secundarias y el embalse, se eliminan individuos pertenecientes a 205 especies de vegetación. De éstas, 69 especies presentan distribución solamente en los ecosistemas de bosque andino, 97 solamente en ecosistemas de subpáramo y páramo y 39 tienen presencia desde los ecosistemas de bosque andino hasta los de páramo.

Las especies de plantas de páramo, presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les ha permitido explotar estos hábitats de condiciones extremas tales como baja disponibilidad de oxígeno en el aire, cambios abruptos de temperatura entre el día y la noche así como cambios bruscos a lo largo del día, elevada acidez de los suelos que impide la eficaz absorción radicular de las plantas, tomando el agua de la humedad relativa del ambiente por intercepción, lenta descomposición de la materia orgánica que reduce la incorporación de nutrientes al suelo, desmineralización de los suelos debido a la acidez, fuertes vientos y amplia variación en la radiación solar. Dentro de las principales adaptaciones morfológicas de las plantas para obtener el agua de la lluvia o de la humedad atmosférica están su estructura, la disposición arrosada de las hojas, la presencia de vellos y felpas en hojas y tallos (Castaño-Urbe, 2002).

La remoción de la vegetación natural y posterior recuperación en las superficies que serán objeto de restauración, también implica pérdida de composición florística, en la medida que especies de crecimiento agresivo como el retamo (*Ulex europaeus*) colonizan rápidamente estas áreas evitando el establecimiento de especies nativas del páramo, que como se mencionó anteriormente presentan bajas tasas de crecimiento.

Impactos secundarios	La disminución de la cobertura vegetal natural por el emplazamiento de las obras del proyecto para la explotación minera, ocasiona impactos secundarios, relacionados con el incremento de la fragmentación de corredores biológicos y de ecosistemas, la disminución de oferta de hábitat para fauna terrestre, relacionada con la oferta alimenticia, de refugio, de reproducción y de desarrollo. Así mismo alteraciones en el balance hídrico, en la medida que se reduce la capacidad de retención de agua superficial en las superficies expuestas, incrementando su vulnerabilidad a fenómenos erosivos de origen hídrico y eólico.
Área de influencia: (Entorno de afectación)	La pérdida de cobertura vegetal, tiene un área de influencia local; afecta directamente el área de las obras e indirectamente los corredores y ecosistemas aledaños por fragmentación.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia o evolución del impacto es rápida; la pérdida de cobertura vegetal, se inicia con la adecuación de los terrenos para la construcción de las obras del proyecto.
Reversibilidad* (Condición)	La cobertura vegetal natural intervenida, difícilmente retornará a su estado original una vez el proyecto culmine las actividades de explotación, cierre y restauración, debido a que tanto las geformas como los suelos serán modificados y como consecuencia las condiciones preexistentes no podrán ser fielmente replicadas.

	Irreversible.																																															
Probabilidad de ocurrencia	Para la adecuación de los terrenos y construcción de las obras se requiere eliminar la cobertura vegetal de estas áreas. Segura (1,0).																																															
Duración	El impacto será mayor de 10 años; a partir del año 13, se inician las actividades de recuperación. Permanente (1,0).																																															
Magnitud (Dimensión)	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Unidades de cobertura vegetal</th> <th colspan="2">Requerido por el proyecto</th> </tr> <tr> <th>ha</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coberturas vegetales</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pajonal</td> <td>387</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>Bosque altoandino</td> <td>318</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>Pajonal con matorral</td> <td>147</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>Matorral</td> <td>49</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Rastrojos bajos</td> <td>29</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Pastos naturales</td> <td>23</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Pastos naturales de subpáramo</td> <td>17</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bosque andino</td> <td>12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Rastrojos altos</td> <td>12</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pajonal con arbustos y arboles</td> <td>6</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pastos enrastrados</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Zonas fuertemente intervenidas</td> <td>81</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Total general</td> <td>1086</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Unidades de cobertura vegetal	Requerido por el proyecto		ha	%	Coberturas vegetales			Pajonal	387	36	Bosque altoandino	318	29	Pajonal con matorral	147	14	Matorral	49	5	Rastrojos bajos	29	3	Pastos naturales	23	2	Pastos naturales de subpáramo	17	2	Bosque andino	12	1	Rastrojos altos	12	1	Pajonal con arbustos y arboles	6	1	Pastos enrastrados	5	0	Zonas fuertemente intervenidas	81	7	Total general	1086	100
Unidades de cobertura vegetal	Requerido por el proyecto																																															
	ha	%																																														
Coberturas vegetales																																																
Pajonal	387	36																																														
Bosque altoandino	318	29																																														
Pajonal con matorral	147	14																																														
Matorral	49	5																																														
Rastrojos bajos	29	3																																														
Pastos naturales	23	2																																														
Pastos naturales de subpáramo	17	2																																														
Bosque andino	12	1																																														
Rastrojos altos	12	1																																														
Pajonal con arbustos y arboles	6	1																																														
Pastos enrastrados	5	0																																														
Zonas fuertemente intervenidas	81	7																																														
Total general	1086	100																																														
Magnitud relativa	Baja, considerando que el proyecto implica la pérdida del orden del 6 % de la cobertura vegetal presente en el área de influencia indirecta del proyecto. Baja (0,06)																																															
Nivel de vulnerabilidad	Muy alta, teniendo en cuenta las lentas tasas de crecimiento de la vegetación de páramo y subpáramo, así como su fragilidad ante cualquier intervención, dado que en la actualidad en la zona donde se construirá el proyecto, la mayor extensión de cobertura vegetal de páramo es natural. Muy Alta (0,7).																																															
Incidencia no cuantificable	Muy alta, considerando la complejidad de relaciones tróficas que se presentan en los ecosistemas de páramo y altoandinos, y los niveles de incertidumbre relacionados con la alteración que generará el proyecto. Muy Alta (0,6).																																															
Intensidad (Calificación de importancia del	Alto (4,62).																																															

impacto potencial)	
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1).
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Aunque se implementen medidas de manejo para prevenir la pérdida de vegetación en zonas ajenas al proyecto, su ejecución requiere la remoción total de la cobertura vegetal en las zonas de explotación y obras, y su restauración sólo sería posible a largo plazo, en el momento del abandono y cierre de la mina. Negativo Compensable (0,8).
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-3,7).
Evaluación del impacto acumulativo	Actualmente en la Serranía de Santurbán se ha reemplazado la vegetación natural debido a la intervención antrópica en diferentes actividades de desarrollo.

5.3.2 Pérdida de individuos vegetales

5.3.2.1 Sin proyecto

Los ecosistemas localizados en el área que ocupará el proyecto corresponden a páramo, subpáramo y andino. El área se encuentra intervenida en aproximadamente el 7%, extensión ocupada por pastos, plantaciones forestales o zonas eriales principalmente. En relación con la pérdida de individuos vegetales de las especies que componen las coberturas vegetales, existe una relación directa entre la extensión de la cobertura afectada y los individuos de flora que la componen. Así, en la Serranía de Santurbán, a partir del piso bioclimático altoandino, indica que del orden del 7,4% de la superficie, se encuentra totalmente intervenida por pastos y cultivos.

5.3.2.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación.
Acciones o actividades del proyecto	Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo Construcción del embalse Construcción de vías y accesos Apertura del tajo Construcción de botaderos Construcción de pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales Explotación de fuentes de materiales Explotación del tajo

	Disposición de estériles Construcción de redes eléctricas
Sistema afectado	Biótico
Componente	Vegetación Fauna Procesos ecológicos
Sujeto afectado	Comunidades terrestres Corredores ambientales Nichos Redes tróficas
<p>Descripción del impacto: El proyecto Angostura ocasionará la pérdida por intervención directa de 1086 hectáreas de cobertura vegetal y de los individuos de flora que la componen.</p> <p>Los levantamientos de vegetación realizados durante la elaboración de la línea base ambiental, mostraron alta complejidad en términos de asociaciones vegetales, las cuales se agrupan en unidades de cobertura; para estas últimas, se realizaron los levantamientos para la determinación de la biomasa maderable, mediante inventario forestal.</p> <p>De acuerdo con los resultados, se tiene que para individuos con DAP, mayor de 10 cm, en el bosque altoandino alto cerrado, las especies de mayor densidad (individuos por hectárea), corresponden al roble, Aliso y Palma boba; estas tres especies aportan el 55% de los individuos por hectárea para esta unidad. El número de individuos por hectárea para esta unidad es de 310.</p> <p>Para el bosque altoandino bajo cerrado, los individuos con DAP, iguales y mayores a 10 centímetros, presentan una densidad de 253 individuos por hectárea. Las especies que presentan las mayores densidades en este tipo de cobertura son el Encenillo, el Gaque y el Mortiño que entre los tres tienen el 55% de los individuos de la unidad.</p> <p>Para el matorral de subpáramo bajo cerrado, los individuos con DAP, iguales y mayores a 10 centímetros, presentan una densidad de 183 individuos por hectárea. Las especies que presentan las mayores densidades en este tipo de cobertura son Encenillo, Mano de oso y Uva Camarona que entre los tres tienen el 40% de los individuos de la unidad.</p> <p>Para el área que intervendrá directamente el proyecto, se identificaron un total de 89 familias, 169 géneros y 255 especies.</p> <p>Las familias con mayor riqueza de especies son Asteraceae con 44 especies, Poaceae con 7 géneros y 19 morfoespecies y melastomataceae con 14 especies.</p>	
Impactos secundarios	La eliminación de individuos de flora, que integran las unidades de cobertura vegetal, al igual que la eliminación de las unidades de cobertura, inciden en la dinámica ecológica de la zona al disminuir las poblaciones de especies que ofertan hábitat alimenticio, de reproducción y desarrollo para la fauna terrestre de la zona. De otra parte, se reduce la biodiversidad de vegetación, cuya eliminación de nichos puede también reducir la diversidad de la fauna terrestre.

Área de influencia: (Entorno de afectación)	La pérdida de individuos de flora que integran las unidades de cobertura vegetal, tiene un área de influencia local; afecta directamente el área de las obras e indirectamente los corredores y ecosistemas que las integran.																
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia o evolución del impacto es rápida; la pérdida de los individuos que conforman las unidades de cobertura vegetal, se produce con la adecuación de los terrenos para la construcción de las obras del proyecto.																
Reversibilidad* (Condición)	Irreversible, en la medida que los individuos vegetales que se remuevan para la construcción y operación del proyecto no podrán retornar a su condición natural, pues estos deben aprovecharse como madera o disponerse como parte de los residuos sólidos (escombros vegetales). Una vez se finalice la explotación, se realizarán actividades para la recuperación de cobertura vegetal en algunas áreas.																
Probabilidad de ocurrencia	Para la adecuación de los terrenos y construcción de las obras se requiere eliminar la cobertura vegetal de estas áreas y los individuos que la componen. Segura (1,0).																
Duración	El impacto será mayor de 10 años. A partir del año 13, se inician las actividades de recuperación. Permanente (1,0).																
Magnitud (Dimensión)	La pérdida de los individuos que conforman las unidades de cobertura vegetal por las obras es la siguiente: <table border="1" data-bbox="539 1108 1344 1270"> <thead> <tr> <th>Agrupación de coberturas</th> <th>Extensión (ha)</th> <th>Individuos por hectárea (DAP>0,1 m)</th> <th>Total individuos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bosque Altoandino Bajo Cerrado</td> <td>182,3</td> <td>253,3</td> <td>46168</td> </tr> <tr> <td>Bosque Altoandino Alto Cerrado</td> <td>164,9</td> <td>373,12</td> <td>61534</td> </tr> <tr> <td>Matorral de Subparamo Bajo Cerrado</td> <td>225,3</td> <td>183,3</td> <td>41294</td> </tr> </tbody> </table>	Agrupación de coberturas	Extensión (ha)	Individuos por hectárea (DAP>0,1 m)	Total individuos	Bosque Altoandino Bajo Cerrado	182,3	253,3	46168	Bosque Altoandino Alto Cerrado	164,9	373,12	61534	Matorral de Subparamo Bajo Cerrado	225,3	183,3	41294
Agrupación de coberturas	Extensión (ha)	Individuos por hectárea (DAP>0,1 m)	Total individuos														
Bosque Altoandino Bajo Cerrado	182,3	253,3	46168														
Bosque Altoandino Alto Cerrado	164,9	373,12	61534														
Matorral de Subparamo Bajo Cerrado	225,3	183,3	41294														
Magnitud relativa	Los 148 995 individuos vegetales con más de 10 cm de DAP, corresponden al 7 % del total de individuos estimados para el área de influencia del proyecto. Baja (0,07).																
Nivel de vulnerabilidad	Baja, considerando las lentas tasas de crecimiento de estos individuos en los ecosistemas de alta montaña. Alta (0,6).																
Incidencia no cuantificable	Muy alto, asociado a los efectos que se pueden presentar sobre los demás elementos de los ecosistemas, en cuanto a pérdida de nichos para vegetación epífita y su fauna asociada. Muy alto (0,5).																
Intensidad (Calificación de importancia del	Medio (3,42).																

impacto potencial)	
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1)
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Negativo compensable, puesto que aunque a través de las medidas de manejo se busca reducir la pérdida de individuos, en las zonas de obras es inevitable, y solamente es posible compensar el impacto en otras zonas. Negativo Compensable (0,8).
Impacto remanente (con manejo)	Muy manejable (-2,74).
Evaluación del impacto acumulativo	La pérdida de individuos vegetales por el proyecto es acumulativa con la que se ha ocasionado en la zona como parte de la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, así como la minería artesanal.

5.3.3 Alteración de poblaciones de flora con estatus especial de conservación

5.3.3.1 Sin proyecto

Las investigaciones realizadas en la serranía de Santurbán, indican que como en la gran mayoría de los sistemas de páramo del país, se presenta un número importante de endemismos, dentro de los cuales se incluyen los relacionados con los géneros *Espeletiopsis*, *Espeletia*, *Puya* y *Diplostephium*.

La tendencia en la permanencia de estas especies está directamente relacionada con el grado de intervención que se viene realizando en la zona y de los planes de conservación que orientan entidades como las corporaciones autónomas regionales.

Particularmente para el páramo de Santurbán ya existe el parque regional Sisavita en jurisdicción del Corponor y la CDMB, tiene en sus planes conformar otra zona de reserva en la vertiente occidental de la serranía.

En las zonas de mayor altura y por debajo del piso nival, las actividades antrópicas corresponden a pastoreo y eventuales quemas con el fin de alimentar con rebrotes el ganado, en altitudes menores son tradicionales los usos agrícolas y la minería artesanal.

Las anteriores actividades tanto en el páramo como en el subpáramo, son causantes de gran presión sobre las coberturas vegetales naturales y por ende sobre las especies de flora incluidas con algún estatus especial de conservación, bien sea por ser endémicas, o estar incluidas en los listados de comercio controlado CITES o en vía de extinción de la UICN.

Los planes regionales y de algunos grupos locales orientan la conservación del páramo de Santurbán disminuyendo las presiones actuales. Con base en el diagnóstico realizado, por encima del piso bioclimático bosque altoandino, el 7,4% de la cobertura vegetal natural ha desaparecido.

5.3.3.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación
Acciones o actividades del proyecto	Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo Construcción del embalse Construcción de vías y accesos Apertura del tajo Construcción de botaderos Construcción de pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales Explotación de fuentes de materiales Explotación del tajo Disposición de estériles Construcción de redes eléctricas
Sistema afectado	Biótico
Componente	Vegetación Fauna Procesos ecológicos
Sujeto afectado	Comunidades terrestres Nichos Redes tróficas
<p>Descripción del impacto: Las intervenciones directas para la construcción de infraestructura y adecuación de zonas para el tajo de explotación, pilas de lixiviación, depósito de excedentes de excavación y embalse, así como la adecuación de áreas para obras temporales, afectarán 979 hectáreas de cobertura vegetal con sus individuos de flora, incluyendo especies endémicas y con estatus especial de conservación.</p> <p>Dentro de las unidades de cobertura vegetal que serán intervenidas por el proyecto, se registraron por información primaria en el área del proyecto 25 especies endémicas. De éstas fueron reportadas por información secundaria 8 especies.</p> <p>Dentro del grupo de las especies endémicas, resultan de mayor relevancia las endémicas restringidas a zonas de menor extensión; de las 25 registradas en el área de influencia directa del proyecto, 4 son endémicas de Santander, 3 de Santander, norte de Santander y del Páramo de Santurbán, 5 son endémicas de la Cordillera Oriental, 1 de los páramos Colombianos, 1 de los Páramos de Colombia y Venezuela, 1 de los Andes Colombianos y 10 son endémicas de Colombia.</p> <p>En relación con categorías de amenaza, 23 especies de las registradas en los muestreos de campo, se encuentran con algún grado de amenaza, de acuerdo con las categorías de la UICN y</p>	

de Colombia. De estas 23 especies, 15 además de encontrarse en algún grado de amenaza también son endémicas.

El científico Cuatrecasas indica que dentro de las áreas principales de especiación de los frailejones de Colombia se encuentran los páramos de Santander y Norte de Santander.

Dentro de las especies con estatus especial de conservación, *Diplostephium apiculatum*, *Espeletia caldasii* y *Espeletia conglomerata* son especies endémicas y las dos últimas catalogadas por la UICN en categoría EN es decir en peligro por enfrentar un alto riesgo de extinción por deterioro poblacional en estado silvestre en un futuro cercano. Para la especie *Diplostephium apiculatum* la distribución restringida al páramo de Vetas y al de la Laguna de Páez y a la parte alta del municipio de California y el hecho de ser una especie catalogada como de preocupación menor (LC) a casi amenazada (NT), le confiere un importante grado de vulnerabilidad. *Espeletiopsis af muiska* es endémica de Colombia y con categoría UICN de preocupación menor LC.

Epidendrum chioneum, *Odontoglossum lindenii*, *Maxilaria* sp., *Pleurothallis* sp, especies reportadas en los trabajos de campo, son de la familia Orchidaceae cuyas especies se encuentran en su totalidad bajo la Categoría EN para Colombia.

Para las Ericaceae se encontraron 6 géneros y 7 especies de las cuales se destaca *Gaultheria santanderensis* que es endémica de Santander y tiene poblaciones restringidas por lo que es catalogada como vulnerable (VU). *Calceolaria microbefaria* es considerada una especie rara dado que es poco frecuente en los páramos de la Cordillera Oriental de donde es endémica. En el área del proyecto, se presentó con cierta abundancia en varias unidades de vegetación.

De las Gentianaceae la especie *Halenia gigantea* se categoriza como VU.

Dentro de las especies potenciales para el área de acuerdo con los resultados de la información secundaria, se reportan *Espeletia grandiflora* y *Espeletia santanderensis*, catalogadas como LC (preocupación menor) según las categoría de la UICN. *Espeletia santanderensis* está además identificada como endémica del departamento de Santander. y *Gentianella rapunculoides* se categorizan como VU. De las Gentianaceae la especie *Halenia gigantea* se categoriza como VU. El pino colombiano (*Decussocarpus rospigliosii*) está categorizado como EN y es endémico de Colombia.

Impactos secundarios

Desde el punto de vista ecológico, la afectación de las poblaciones de especies de flora endémicas y con algún grado de amenaza, pone en riesgo la dinámica de las comunidades terrestres, debido a que éstas como las demás especies, juegan un papel concreto dentro de los sistemas. En los sistemas de páramo, la alternancia de periodos de aislamiento y conexión, durante los periodos glaciales e interglaciales, han permitido particulares procesos de especiación de la flora, las cuales han conformado la estructura funcional de los ecosistemas de páramo.

Para poblaciones de especies reducidas, con estrategias de dispersión limitadas (como las del grupo del género *Espeletia*), la disminución de sus poblaciones pone en riesgo su viabilidad como especie y como consecuencia de esto la de las unidades en las que estas se encuentran en su condición natural. Este tipo de alteraciones se traduce también en la modificación de las redes tróficas, afectando otros grupos de organismos tanto vegetales como animales que hacen parte de la estructura funcional de estos ecosistemas.

Área de influencia: (Entorno de afectación)	La alteración de poblaciones de especies endémicas y con algún grado de amenaza, tiene un área de influencia subregional dado que sus efectos se reflejan en todo el ecosistema.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia o evolución del impacto es rápida; la alteración de estas especies, se produce con la adecuación de los terrenos para la construcción de las obras del proyecto.
Reversibilidad* (Condición)	Irreversible. La cobertura vegetal natural intervenida, difícilmente retornará a su estado original lo mismo que las especies que las integran, incluyendo las endémicas y con algún grado de amenaza.
Probabilidad de ocurrencia	Para la adecuación de los terrenos y construcción de las obras se requiere eliminar la cobertura vegetal y las especies con estatus especial de conservación de estas áreas. Segura (1,0).
Duración	El impacto será mayor de 10 años; a partir del año 13, se inician las actividades de recuperación. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	En total, de acuerdo con la información primaria y secundaria se registra la presencia de 42 especies con algún estado ecológico especial. De éstas, 36 especies se observaron en campo.
Magnitud relativa	El 18 % de las especies observadas presenta algún estado ecológico especial. Así mismo el 16 % del total de especies (información primaria y secundaria) presenta estado ecológico especial. Media (0,18).
Nivel de vulnerabilidad	Muy alta, considerando la poca capacidad de dispersión y colonización que tienen estas especies. Muy Alta (0,7).
Incidencia no cuantificable	La reducción en el tamaño poblacional de estas especies podría significar su desaparición de la zona, debido a su escasa dispersión y lentas tasas de crecimiento. A su vez la alteración de las poblaciones de estas especies, puede afectar otras especies de flora y fauna, bien sea por sus relaciones tróficas o relaciones de hábitat. Muy Alta (0,8).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Muy Alto (6,86)
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1).
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Implica diseñar procesos de investigación para lograr la siembra y reproducción de estas especies, bien sea en zonas de restauración de cobertura vegetal o en las zonas de compensación. Negativo Compensable (0,9).

Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-6,17).
Evaluación del impacto acumulativo	La alteración del tamaño de poblaciones de especies con alguna categoría ecológica especial, se acumula a los procesos de intervención antrópica que actualmente se presentan en el páramo de Santurbán.

5.3.4 Afectación y pérdida de individuos de fauna terrestre por eliminación y alteración de hábitats

5.3.4.1 Sin proyecto

En la actualidad, la fauna silvestre de la región ya se ha visto alterada debido al reemplazo de la vegetación natural con fines agrícolas, pecuarios o de explotación minera artesanal. El gran número de especies de aves asociadas a bosques secundarios y áreas abiertas puede ser un indicador de las condiciones actuales de los hábitats en la zona. En ese sentido, los bosques en buen estado y con pocas perturbaciones se han reducido notablemente, situación que se evidencia con la casi ausencia de las especies asociadas a bosques maduros y que probablemente pudieron habitar la zona.

De manera similar ocurre con los anfibios, que probablemente debido a la modificación de la calidad y cantidad de agua, sumado a la presión que ejerce la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), se podría estar limitando el desarrollo de los estadios larvales de los anfibios.

Casi todas las especies de mamíferos medianos y grandes se encuentran consideradas bajo algún riesgo de amenaza de extinción a nivel nacional. Esta situación es un indicio del delicado estado en que se encuentran las poblaciones de estos taxones no solamente a nivel local sino nacional y global, incrementada sin duda por variedad de efectos antrópicos entre los que resaltan la degradación natural de hábitats y la cacería para consumo.

5.3.4.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación
Acciones o actividades del proyecto	Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo Construcción del embalse Construcción de vías y accesos Apertura del tajo Construcción de botaderos Construcción de pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales Explotación de fuentes de materiales Explotación del tajo Disposición de estériles
Sistema afectado	Biótico

Componente	Fauna Vegetación Procesos ecológicos
Sujeto afectado	Comunidades terrestres Nichos Redes tróficas
<p>Descripción del impacto: Las actividades del proyecto provocan desde las etapas iniciales afectaciones sobre la fauna terrestre, relacionadas con la intervención de sus hábitats, particularmente con la eliminación de la cobertura vegetal natural.</p> <p>Los factores de alteración de los ecosistemas terrestres naturales producen modificaciones en la composición y estructura de las comunidades faunísticas, lo que se traduce en cambios en los ciclos de transferencia de nutrientes, una rápida disminución de la densidad y diversidad de las especies estenotípicas, aumento de las especies generalistas y la potencial desaparición local de especies con algún grado de especialización micro o ambiental.</p> <p>El impacto sobre la fauna terrestre, se presentará en las etapas de construcción de las obras y adecuación de áreas para vías internas, la explotación u operación, en menor magnitud y durante la recuperación y restauración.</p> <p>Las variables que determinan la capacidad de asimilación del impacto por la intervención del hábitat incluyen el estado fisiológico (nutricional, reproductivo), de edad (larva, huevo, etc.), el hábito de actividad (diurno, crepuscular, nocturno), los hábitos comportamentales (críptico, huidizo, sociales, solitario), y la capacidad de desplazamiento; todo lo anterior asociado a la clase de organismo (ave, anfibio, reptil o mamífero) y a las características propias de la especie (volador, terrestre, acuático).</p> <p>Durante las etapas en las que se realizan obras para la construcción de instalaciones, adecuación de infraestructura (vías, campamentos, talleres) y adecuación de terrenos se elimina la cobertura vegetal y con ella algunos hábitats y microhábitats disponibles para fauna. Durante este proceso, las especies más vulnerables corresponden a las de hábitos fosoriales y aquellas cuya reacción ante la perturbación es quedarse inmóvil. Los individuos con mayor probabilidad de ser afectados son las hembras gestantes, los individuos de clases de edad temprana y estadios larvales.</p> <p>Durante la construcción y operación del proyecto, el tránsito de maquinaria y de vehículos puede provocar la muerte de individuos por atropellamiento, especialmente de individuos de especies de locomoción lenta y de otras que no tienen reacción de huida ante las luces y el ruido de los vehículos.</p> <p>De otra parte, la apertura y mantenimiento de corredores libres de vegetación y de áreas abiertas, facilitan el establecimiento y dispersión de fauna propia de ambientes abiertos, cuyas poblaciones dependen principalmente de la oferta alimenticia y disponibilidad de microhábitats para refugio. Asociadas a lo anterior, las actividades humanas asociadas pueden propiciar la penetración y colonización de fauna exótica introducida como ratas y ratones domésticos.</p> <p>El mayor impacto del proyecto se presentará por la eliminación de aproximadamente 979 hectáreas de cobertura vegetal ya que se eliminarán los hábitats (expresado en disponibilidad por área de cobertura vegetal) y se ocasionará la muerte de individuos por las actividades de desmonte y descapote, principalmente de individuos en estadios más vulnerables (huevos, neonatos, juveniles</p>	

y subadultos) y de especies de baja movilidad como algunos lagartos y anfibios.

Además, de lo anterior, las actividades de adecuación de áreas, provocarán el desplazamiento de individuos de varias especies hacia el perímetro de las áreas a intervenir. Parte de los individuos de especies de baja movilidad, en clases de edad más vulnerables y con bajas tolerancias a condiciones ambientales extremas y que seguramente estarán bajo condiciones de estrés y agotamiento físico, tendrán una alta probabilidad de no sobrevivir.

Otro efecto asociado a la intervención de los hábitats es la pérdida del esfuerzo reproductivo de las especies que se encuentren en esta fase en las etapas de intervención y posterior a ella; la pérdida de este esfuerzo está representado en: huevos (principalmente aves, reptiles y anfibios), neonatos y juveniles (todos los grupos, especialmente de especies con cuidado parental).

La intervención de los hábitat de la fauna terrestre, asociada a la eliminación de cobertura vegetal, altera de forma importante, la oferta alimenticia la cual a su vez está determinada por la fenología de la flora que condiciona la distribución espacio-temporal de las especies faunísticas asociadas. La alteración y eliminación de la cobertura vegetal y en consecuencia su oferta como recurso alimenticio (frutos, hojas, retoños, flores, néctar, polen, etc.), es un impacto importante para todos los individuos de especies tanto residentes como migratorias incluyendo aquellas que realizan migraciones locales en busca de recursos o que poseen amplios rangos de uso de hábitat (como algunos murciélagos).

Afectación a la comunidad de anfibios

La comunidad de anfibios presentes en el área del proyecto está compuesta por especies con hábitos generalistas y con amplia tolerancia ambiental, como la rana de lluvia *Pristimantis douglasi*, la rana *Centrolene buckleyi* (de amplia distribución), la primera encontrada en el área del proyecto en zonas intervenidas y la segunda observable en zonas transformadas, así como especies estenotípicas como la *Pristimantis anolirex* cual necesita de cobertura boscosa.

La afectación del proyecto sobre estas especies se produce directamente por intervención de su hábitat e indirectamente por actividades asociadas al proyecto durante construcción y operación y que tienen que ver con la modificación de la calidad y cantidad de agua, que podría limitar el desarrollo de los estadios larvales de estas especies. Esta afectación potencial asociada con la presión que actualmente hace la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), sobre los estadios larvales de estos anfibios supone un riesgo importante para las poblaciones locales de estas especies.

Afectación a la comunidad de reptiles

Las poblaciones presentes en la zona del proyecto, están compuestas por dos lagartos de la familia Tropicuridae: *Stenocercus lache* y *Stenocercus trachycephalus* y dos ofidios, de la familia colubridae: *Atractus* sp y *Chironius monticola*. De las anteriores especies, *Chironius monticola* corresponde a reporte de la comunidad.

De estas especies, *Chironius monticola*, tiene amplia distribución en el país, *Stenocercus trachycephalus* se distribuye en la porción central y norte de la Cordillera Oriental y de *Atractus* sp, se desconoce su área de distribución, lo mismo que de *Stenocercus lache*.

Las especies de *Stenocercus*, fueron observadas en la zona del proyecto en vegetación de paramo y subparamo, mientras que las especies de colubridae fueron reportadas en bosque altoandino.

En términos de afectación diferencial, las especies de lagartos serían las más afectadas dado que es el ecosistema de páramo el de mayor intervención y además por corresponder a especies cuya distribución particularmente la de *Stenocercus lache* no se conoce.

Afectación a la comunidad de aves

El impacto sobre la comunidad de aves, se presenta por la disminución y pérdida de hábitat y microhábitat (medido en oferta para refugio, alimento, lugares de anidación, etc.) con especial énfasis para especies con requerimientos especiales. De las especies de aves registradas para la zona que intervendrá el proyecto, del orden del 50% corresponden a aves que se restringen a vegetación boscosa en buen estado de conservación. De este tipo de cobertura, el proyecto interviene del orden de 440 hectáreas.

Especies de amplia tolerancia, que habitan tanto en zonas abiertas como en bordes de vegetación boscosa y aún en áreas de cultivo, son aproximadamente el 18% y serían las menos impactadas, ya que tendrían la posibilidad de desplazarse a sistemas intervenidos en otras áreas, si estas tienen disponibilidad de hábitat; situación similar se presenta para el grupo de especies propias de áreas abiertas que no ocupan áreas boscosas y que representan aproximadamente el 10% de las especies registradas.

Las especies de hábitats acuáticos como las aéreas, representan el menor porcentaje de las registradas para la zona. La afectación sobre las especies acuáticas sería menor, considerando además que el proyecto considera la conformación de un embalse, que restituiría parcialmente la oferta de hábitat para las especies de hábitats acuáticos. En relación con las especies aéreas, a pesar que este grupo de aves tienen amplias áreas de distribución, en parte debido a los requerimientos de alimento, la alteración de cerca de 1000 ha de hábitat puede ser riesgoso para las poblaciones locales de estas especies.

El grupo de los colibrís (familia trochilidae), es el más abundante en la zona del proyecto; estas especies son consumidoras de néctar y de insectos; los trochilidae, junto con las familias Tyrannidae y Thraupidae, son las familias más abundantes en el área del proyecto. Las especies de estas familias, son más abundantes en el área del proyecto, en ecosistemas de páramo y en bosque altoandino de roble. En general las especies insectívoras, como es el caso de las Tyrannidae, resultan favorecidas cuando se presenta la apertura de grandes áreas ya que la colonización de plantas pioneras y de ciclo reproductivo anual (gramíneas), aumenta rápidamente este tipo de ofertas; sin embargo para el caso del proyecto Angostura la intervención eliminará los hábitats disponibles.

La pérdida de ejemplares en estados embrionarios y juveniles es un efecto importante derivado de la intervención de la cobertura vegetal; la efectividad de manejos de rescate de estas clases de edad es generalmente baja a nula, por lo que resulta una mejor alternativa estimular el establecimiento de colonias de individuos adultos, propiciando las condiciones de oferta de hábitat y microhábitats y alimento tales como nidos artificiales, perchas, cultivando especies de flora nativas de rápida floración y fructificación mejorando las condiciones para nuevas temporadas reproductiva.

Afectación a la comunidad de mamíferos

La comunidad de mamíferos registrados directamente en el área del proyecto, está integrada por

mamíferos no voladores (5 especies) y mamíferos voladores (4 especies). Indirectamente mediante rastros y avistamientos, se registró la presencia de otras siete especies y mediante entrevistas con pobladores de la zona, seis especies más.

Sobre las especies de mamíferos no voladores, el impacto por el proyecto, se presenta de forma directa por pérdida de hábitat, al eliminarse la cobertura vegetal e indirecta por fragmentación. Para los mamíferos no voladores, las mayores riquezas y abundancias de pequeños mamíferos no voladores se presentan en las unidades de bosque altoandino, por lo que la intervención de este ecosistema representa mayores afectaciones sobre esta comunidad.

La comunidad de murciélagos, está representada por especies predominantemente insectívoras y de amplia tolerancia ambiental, ocupando ecosistemas tanto de zonas abiertas como boscosas.

Las especies de mamíferos medianas reportadas indirectamente en la zona, incluyen especies de los últimos niveles de la cadena trófica como el Tigrillo (*Leopardus tigrinus*) y otros consumidores primarios de gran tamaño como el venado (*Mazama americana*). Este grupo de mamíferos medianos y grandes enfrentan presiones por pérdida de hábitat, que es un impacto directo del proyecto y alta presión de caza no solamente en la zona sino en general en todas las zonas pobladas del país.

El proyecto de forma directa durante su etapa de construcción, demandará mano de obra (aproximadamente 1500 personas) proveniente no solamente de los municipios cercanos sino seguramente de otras áreas. Indirectamente llegará población atraída buscando oportunidades de empleo y ofreciendo servicios. Esta población se constituirá en factor importante de presión sobre la fauna silvestre, especialmente sobre algunos grupos por motivaciones económicas (mascotas, alimento), culturales (mamíferos pequeños, ofidios, entre otros), siendo esta potencial presión uno de los impactos más importantes del proyecto.

El tránsito de maquinaria, vehículos, la generación de ruido, luminosidad, la alteración de calidad de aire, las alteraciones microclimáticas, la disponibilidad de microambientes artificiales asociados a la infraestructura del proyecto, entre otros, son factores que incidirán en el cambio de estructura de la comunidad de mamíferos en los alrededores del área del proyecto, disminuyendo el tamaño de las poblaciones de las especies de menor tolerancia e incrementando el de otras que serán atraídas por oferta adicional de refugio (algunos roedores) y de alimento, especialmente insectos atraídos por las luminarias (murciélagos, entre otros).

Impactos secundarios	Se relacionan con la alteración de las redes tróficas, en la medida que la dinámica de los ecosistemas con su correspondiente flujo de materia y energía involucra la vegetación y la fauna. En tal sentido la reducción o alteración de hábitats por pérdida de cobertura vegetal puede implicar el desplazamiento de la fauna, y a su vez la pérdida de elementos faunísticos puede alterar procesos de polinización o dispersión de semillas.
Área de influencia: (Entorno de afectación)	Subregional, teniendo en cuenta que el impacto que se presenta localmente sobre las poblaciones de fauna en la zona del proyecto, afectará la fauna en zonas aledañas a la misma.
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia o evolución del impacto es rápida; pues la alteración de la fauna se produce con la adecuación de los terrenos para la construcción de las obras del proyecto.
Reversibilidad*	Irreversible, en la medida que los hábitats intervenidos, difícilmente

(Condición)	retornarán a su estado original.
Probabilidad de ocurrencia	La construcción del proyecto implica la pérdida o alteración de la fauna terrestre. Segura (1,0).
Duración	Correspondiente con la duración del proyecto. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	Para el área de influencia del proyecto, se registra una riqueza potencial de fauna de 210 especies, teniendo en cuenta lo reportado por diferentes autores y los rangos de distribución de las especies. De éstas, en la zona del proyecto se registró la presencia de 169 especies, es decir el 80,4% de la fauna potencial para la zona.
Magnitud relativa	Considerando que el proyecto afectará cerca del 6% del hábitat disponible para la fauna presente en la zona del proyecto. Baja (0,05).
Nivel de vulnerabilidad	La fauna asociada a ecosistemas de páramo y bosque altoandino se verá desplazada hacia otras zonas, cuyo estado de conservación de los hábitats sea el adecuado para su establecimiento y permanencia. Alta (0,6).
Incidencia no cuantificable	Considerando las dificultades que pueden presentarse sobre algunos grupos de fauna en los procesos de desplazamiento y búsqueda de hábitats apropiados para su restablecimiento. Muy Alto (0,6).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Alto (3,9).
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1)
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Debido a que el impacto es inevitable, y su manejo solamente puede consistir en establecer zonas de compensación para el establecimiento de la fauna desplazada por el proyecto. Negativo Compensable (0,9).
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-3,51).
Evaluación del impacto acumulativo	La pérdida de individuos de fauna por la alteración de hábitats terrestres que genera el proyecto, se suma a la presión actual que sufre el recurso, en la medida que se ha reemplazado la vegetación natural para actividades agrícolas, pecuarias y de minería informal, así como la caza sobre algunos mamíferos y aves.

5.3.5 Alteración de poblaciones de especies de fauna con estatus especial de conservación

5.3.5.1 Sin proyecto

Actualmente para la zona del proyecto se registra la presencia de 27 especies de fauna con alguna categoría ecológica especial. Las diferentes actividades de explotación agrícola, pecuaria y minería artesanal han alterado las condiciones naturales de los hábitats de estas especies, reduciendo notablemente sus poblaciones en la serranía de Santurbán.

5.3.5.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación.
Acciones o actividades del proyecto	Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo Construcción del embalse Construcción de vías y accesos Apertura del tajo Construcción de botaderos Construcción de pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales Explotación de fuentes de materiales Explotación del tajo Disposición de estériles Construcción de redes eléctricas
Sistema afectado	Biótico
Componente	Fauna Vegetación Procesos ecológicos
Sujeto afectado	Comunidades terrestres Redes tróficas Nichos.
<p>Descripción del impacto: El área del proyecto de acuerdo con la información resultante de la caracterización ambiental, es hábitat de especies tanto generalistas como estenotípicas. Algunas de estas especies corresponden a endemismos, algunas se encuentran en algún estado de riesgo de acuerdo con los listados de la UICN, del Instituto Alexander Von Humboldt y de CITES. Las siguientes son las especies de fauna silvestre con algún estatus especial de conservación, que fueron objeto de registro primario durante las actividades de campo realizadas para la caracterización ambiental del área del proyecto.</p> <p><i>Comunidades de anfibios y reptiles</i></p>	

Dentro del grupo de los anfibios, cuatro especies pertenecientes a las familias Centrolenidae y Strobomantidae se encuentran en estatus especial de conservación. Dos son consideradas vulnerables (VU) según las listas de la UICN: *Centrolene bruckleyi* y *Pristimantis Douglasi*, esta última especie además es endémica de la Cordillera Oriental. Las otras dos especies de anfibios incluidas en las listas de la UICN son *Centrolene notostictum* y *Pristimantis anolirex*, la primera clasificada como de Preocupación menor (LC) y la segunda como Casi Amenazada (NT), estas dos especies además de su grado de amenaza, son endémicas de la Cordillera Oriental.

Las dos especies de saurios de la familia Tropiduridae son endémicas, *Stenocercus lache* de la Cordillera Oriental y *Stenocercus trachycephalus*, del centro y norte de la Cordillera Oriental.

Las especies que presentan mayor riesgo de afectación de sus poblaciones, corresponden a aquellas que además de encontrarse con algún riesgo de extinción, además corresponden a especies endémicas. Dentro de los anfibios, es el caso de *Centrolene notostictum*, que es preocupación menor y es endémica de la Cordillera Oriental; esta especie, al igual que *Centrolene bruckleyi*, habitan en bosques en zonas cercanas a cursos de agua sobre las ramas bajas de árboles y arbustos. Esta última especie habita también en áreas de ecotono, en bordes de bosque con áreas abiertas.

Las especies del género *Pristimantis*, encontradas en este estudio, habitan principalmente en zonas de páramo y en bosque altoandino. *Pristimantis douglasi*, en el presente estudio se capturó solamente en bosque altoandino, mientras que *Pristimantis anolirex* se presentó en todos los hábitats muestreados. Las especies de este género en áreas de páramo, se asocian a especies vegetales arrosetadas como bromelias y puyas.

El impacto más importante que ocasiona el proyecto, sobre las especies de anuros, es la pérdida de hábitat y considerando la dificultad de rescatar y trasladar individuos de este grupo, los manejos de mayor eficacia para los anuros corresponden a compensar y restaurar zonas que se constituyan en hábitat para estas especies.

Dentro de los saurios, las especies del género *Stenocercus*, habitan en áreas de páramo, subpáramo y particularmente *Stenocercus trachycephalus* se ha encontrado en zonas secas ocupando la base de cactáceas en los alrededores de Bogotá. Se encuentra en troncos caídos, entre piedras y entre hojas muertas y secas de frailejones. Son especies diurnas, rápidas y de hábitos terrestres.

Al igual que para los anuros, el impacto más importante corresponde a la disminución de hábitat disponible para estas especies, siendo más crítico para *Stenocercus lache* dada su condición de endémica del centro y norte de la Cordillera Oriental.

Comunidad de aves

De las especies registradas para la zona del proyecto, 17, se encuentran con algún estatus especial de conservación. Cinco especies se encuentran con algún grado de amenaza según los listados de UICN globales y nacionales, de estas cinco especies, tres son endémicas de la Cordillera Oriental y tres se restringen al Bioma Andes del Norte.

Cuatro especies que no se encuentran en los listados de amenaza, son especies endémicas de la Cordillera Oriental y de estas cuatro, tres se restringen al Bioma Andes de Norte. Adicional a lo anterior, siete especies se restringen al Bioma Andes del Norte.

La comunidad de aves registradas en el área del proyecto, que tienen algún estatus especial de conservación, está conformada por cinco órdenes y ocho familias. El orden más abundante en número de especies es el de los Passeriformes con nueve especies, seguido de los Apodiformes con cuatro. Las familias más abundantes en número de especies son la Emberizidae, del orden Passeriformes con siete especies y Trochilidae del orden Apodiformes con cuatro especies.

Dentro de las especies de aves mencionadas, las que se encuentran en alguna categoría de riesgo, cuatro son de hábitat boscoso y dos de éstas se restringen a bosques bien conservados: *Odontophorus atrifrons* (Perdiz carinegra) y *Macroagelaius subalaris* (Cocha de roble, Cocha), mientras que *Andigena nigrirostris* (Siéntaro, Siéntaro real) y *Hapalopsittaca amazonina* (Cotorra montañera, loro), se encuentran en bosque y en bordes de bosque.

Para estas especies propias de bosques bien conservados y dado el estado de fraccionamiento actual del cinturón de bosque alto andino, el proyecto con la intervención directa incrementará el estado de fragmentación haciendo aún más vulnerables estas especies que resultan siendo las más impactadas y cuyo manejo debe considerarse como estrategia, compensar con áreas en buen estado de conservación y mejorar la conectividad del bosque altoandino que rodea la serranía.

Para las especies de la familia Trochilidae (colibríes), endémicas de la Cordillera Oriental, que habitan principalmente en ecosistemas de bosque altoandino y subpáramo, la afectación directa se dará por pérdida de hábitat y por fragmentación de ecosistemas, siendo necesarias las estrategias de manejo relacionadas con compensaciones generosas, que involucren restauración, disminuyendo la fragmentación, mejorando la conectividad y a nivel local conformando corredores ecológicos que les permitan acceder a zonas de alimentación, refugio y reproducción.

Comunidad de mamíferos

Dentro del grupo de los mamíferos, fueron registradas cuatro especies, con algún nivel de riesgo o categoría de amenaza, según la UICN. De estas cuatro especies, una se encuentra en el listado CITES, Apéndice II y otra además de encontrarse en el listado de UICN, es endémica de la Cordillera Oriental, de los bosques altoandinos hasta la franja de páramo. Las cuatro especies de mamíferos, corresponden a cuatro órdenes, cuatro familias e igual número de especies.

En la categoría LC, que corresponde a la subcategoría de las especies en riesgo menor, con preocupación menor, se encuentran tres especies: *Cerdocyon thous* (zorro perruno), que además se encuentra en el Apéndice II de CITES. Esta especie de acuerdo con Medel y Jacksic, 1988, se encuentra principalmente en bosques, aunque es frecuente verlo en sabanas y praderas; es una especie de hábitos crepusculares y nocturnos y sus desplazamientos están relacionados con la disponibilidad de presas. Es una especie carnívora que consume micromamíferos, reptiles, insectos en gran cantidad aunque también semillas; generalmente en zonas bajas, visita ríos buscando cangrejos y otros crustáceos. Otros autores mencionan que la dieta principal del zorro perruno la constituye el conejo (*Sylvilagus brasiliensis*).

El mayor impacto que el proyecto ocasionaría sobre esta especie es la pérdida de hábitat, con disminución de recursos tanto alimenticios (presas), como de hábitat general. De acuerdo con estudios realizados en Venezuela (Eisenberg et al, 1979, citado por Medel y Jacksic, 1988), esta especie se encuentra en densidades de un individuo por 25 ha.

El ratón de campo, *Thomasomys niveipes* es una especie endémica de la Cordillera Oriental, en la franja desde el bosque altoandino hasta el páramo; se encuentra de acuerdo con la UICN, al igual que la especie anterior, catalogada como LC (especies en riesgo menor).

Impactos secundarios	Si la reducción en el tamaño de las poblaciones de estas especies es lo suficientemente grande, puede causar su extinción en la zona, en la medida que las poblaciones remanente no sean capaces de sostenerse a través del tiempo.
Área de influencia (Entorno de afectación)	Subregional, teniendo en cuenta que el impacto que se presenta localmente sobre las poblaciones de fauna en la zona del proyecto, afectará la fauna en zonas aledañas a la misma, más aún considerando la condición de endemismo de algunas de estas especies..
Tendencia (Evolución o tiempo)	La tendencia o evolución del impacto es rápida; pues la alteración de la fauna se produce con la adecuación de los terrenos para la construcción de las obras del proyecto.
Reversibilidad* (Condición)	Irreversible, en la medida que los hábitats intervenidos, difícilmente retornarán a su estado original.
Probabilidad de ocurrencia	La pérdida de los hábitats en la zona del proyecto es una actividad inevitable. Seguro (1,0).
Duración	Dado que la intervención de los hábitats de estas especies se presentará por más de 10 años. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	En total para todos los grupos de fauna son 27 especies con alguna categoría ecológica especial: 4 de anfibios, 2 de reptiles, 17 de aves y 4 de mamíferos.

Anfibios y reptiles

Orden	Familia	Especie	Categoría amenaza	Grado de endemismo
			Global	
Anura	Centrolenidae	<i>Centrolene bruckleyi</i>	VU	
		<i>Centrolene notostictum</i>	LC	Cordillera Oriental
	Strabomantidae	<i>Pristimantis douglasi</i>	VU	Cordillera Oriental
		<i>Pristimantis anolirex</i>	NT	Cordillera Oriental
Sauria	Tropiduridae	<i>Stenocercus lache</i>		Cordillera Oriental
		<i>Stenocercus trachycephalus</i>		Centro y norte Cordillera Oriental

Aves

Orden	Familia	Especie	Categoría amenaza			Endemismo AICAS	Grado de endemismo	Endémicas restringidas a biomas
			Global	Nacional	CITES			
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalcostigma heteropogon</i>				Casi endémica de Colombia	Cordillera Oriental de Colombia	Bioma Andes del Norte

Orden	Familia	Especie	Categoría amenaza			Endemismo AICAS	Grado de endemismo	Endémicas restringidas a biomas
			Global	Nacional	CITES			
		<i>Coeligena helianthea</i>				Casi endémica de Colombia	Cordillera Oriental de Colombia	
		<i>Eriocnemis vestitus</i>						Bioma Andes del Norte
		<i>Oxipogon guerinii</i>				Casi endémica de Colombia	Cordillera Oriental de Colombia	Bioma Andes del Norte
Falconiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	NT	NT	I			
Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus atrifrons</i>	VU	VU		Casi endémica de Colombia	Cordillera Oriental de Colombia	
Passeriformes	Emberizidae	<i>Atlapetes albofrenatus</i>						Bioma Andes del Norte
		<i>Atlapetes pallidinucha</i>						Bioma Andes del Norte
		<i>Atlapetes semirufus</i>						Bioma Andes del Norte
		<i>Conirostrum rufum</i>					Cordillera Oriental de Colombia	Bioma Andes del Norte
		<i>Diglossa carbonaria humeralis</i>						Bioma Andes del Norte
		<i>Diglossa lafresnayii lafresnayii</i>						Bioma Andes del Norte
		<i>Myioborus ornatus</i>					Casi endémica de Colombia	Bioma Andes del Norte
	Icteridae	<i>Macroagelaius subalaris</i>	EN	CR		Endémica de Colombia	Cordillera Oriental de Colombia	Bioma Andes del Norte
Troglodytidae	<i>Cinnicerthia unirufa</i>						Bioma Andes del Norte	
Piciformes	Psittacidae	<i>Hapalopsittaca amazonina</i>	VU	VU		Casi endémica de Colombia	Cordillera Oriental de Colombia	Bioma Andes del Norte
	Ramphastidae	<i>Andigena nigrirostris</i>	LC	NT				Bioma Andes del Norte

Mamíferos

Orden	Familia	Especie	Categoría Amenaza		Grado de endemismo
			Global	CITES	
Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	LC	Apéndice II	
Cingulata	Procyonidae	<i>Nasuella olivacea</i>	DD		
Rodentia	Cricetidae	<i>Thomasomys niveipes</i>	LC		Páramo en cordillera oriental (Bosque altoandino hasta franja paramuna)
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	LC		

Magnitud relativa	De las 169 especies de fauna registradas para la zona de influencia directa del proyecto, el 16 % presenta alguna categoría ecológica especial. Media (0,16).
Nivel de vulnerabilidad	Teniendo en cuenta los requerimientos de hábitat particulares de estas especies de fauna. Muy Alta (0,7).
Incidencia no cuantificable	Considerando las dificultades que pueden presentarse sobre algunos grupos de fauna en los procesos de desplazamiento y búsqueda de hábitats apropiados para su restablecimiento. Muy Alto (0,8).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Alto (6,72).
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1)
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Negativo compensable, debido a que el impacto es inevitable, y su manejo solamente puede consistir en establecer zonas de compensación para el establecimiento de la fauna desplazada por el proyecto. Negativo Compensable (0,9).
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-6,05).
Evaluación del impacto acumulativo	La pérdida de individuos de fauna por la alteración de hábitats terrestres que genera el proyecto, se suma a la presión actual que sufre el recurso, en la medida que se ha reemplazado la vegetación natural para actividades agrícolas, pecuarias y de minería informal, así como la caza sobre algunos mamíferos y aves.

5.3.6 Incremento en la fragmentación de hábitats y de corredores biológicos

5.3.6.1 Sin proyecto

De las 52 400 ha de la Serranía de Santurbán localizadas sobre los 2800 msnm, cerca del 7,4 % se encuentran totalmente intervenidas, siendo reemplazada su vegetación natural por actividades agrícolas, pecuarias y de minería artesanal. Esta intervención ha provocado la pérdida de continuidad de los anillos de la vegetación de bosque altoandino y subpáramo. De manera similar, la continuidad de la vegetación y hábitats asociados a las quebradas, con los correspondientes corredores biológicos altitudinales se encuentran fragmentados, estando totalmente intervenidas cerca del 9,7 % de los bosques altoandinos, el 8,3 % de la vegetación de subpáramo y el 4,5 % de la vegetación de páramo.

Para las áreas de influencia indirecta y directa, la vegetación de la zona Andina actualmente presenta fuertes niveles de intervención en cerca del 17% y 11% respectivamente. Para la vegetación de subpáramo se presentan fuertes niveles de intervención en el 2,2% del AID y en el 1,4% del AID. En cuanto a la vegetación de páramo, menos del 1% esta totalmente intervenida.

5.3.6.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación
Acciones o actividades del proyecto	Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo Construcción del embalse Construcción de vías y accesos Apertura del tajo Construcción de botaderos Construcción de pilas de lixiviación Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales Explotación de fuentes de materiales Explotación del tajo Disposición de estériles Construcción de redes eléctricas
Sistema afectado	Biótico
Componente	Procesos ecológicos, fauna, vegetación.
Sujeto afectado	Corredores ambientales, nichos, redes tróficas, comunidades acuáticas y terrestres.
<p>Descripción del impacto: La remoción de la cobertura vegetal y movimientos de tierras en la zona del tajo para la explotación del material y la zona de depósito de excedentes de materiales, incrementa la fragmentación de los anillos de continuidad de la vegetación de subpáramo y bosque altoandino.</p> <p>De otra parte, la implementación de esta infraestructura para las diferentes actividades de la explotación minera, incorporará barreras físicas para la continuidad altitudinal de los ecosistemas de las microcuencas de las quebradas Angosturas y Páez por las canchas de lixiviación, y entre estas dos microcuencas y la de la quebrada La Baja por el tajo de explotación. Similar situación se presentará en la microcuenca de la quebrada Móngora para la disposición de los excedentes de excavación. Así mismo la quebrada El Salado por la construcción del embalse para el suministro de agua para el proyecto.</p>	

Impactos secundarios	El incremento en el aislamiento de los ecosistemas, reducirá los procesos de polinización y dispersión de semillas, con mayor vulnerabilidad sobre aquellas especies vegetales con estrategias menos eficientes para estos procesos. Así mismo, se flujos de intercambio genético entre las poblaciones de flora y fauna se verán alterados, provocando reducción en la riqueza y diversidad de especies.
Área de influencia: (Entorno de afectación)	Aunque la afectación por el proyecto es localizada a las zonas de obras, el impacto se manifestará a nivel subregional.
Tendencia (Evolución o tiempo)	El impacto será de presencia inmediata al inicio de las actividades del proyecto, debido a la remoción de cobertura vegetal.
Reversibilidad* (Condición)	El impacto es irreversible, puesto que de manera natural no es posible eliminar el impacto.
Probabilidad de ocurrencia	La ejecución del proyecto implica la generación de las barreras y fragmentación mencionadas. Seguro (1,0).
Duración	El impacto se presentará durante todo el tiempo de explotación. Solamente en la etapa de cierre es posible realizar acciones de recuperación de la cobertura vegetal, con miras a restablecer los corredores ambientales alterados. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	La magnitud de la alteración es correspondiente con la pérdida de los ecosistemas en la extensión de la cobertura vegetal que se removerá por el proyecto.
Magnitud relativa	Baja, considerando que el proyecto implica la pérdida del orden del 6 % de la cobertura vegetal presente en el área de influencia del proyecto. Baja (0,06).
Nivel de vulnerabilidad	Muy alta, teniendo en cuenta las condiciones ecológicas particulares de los ecosistemas de páramo y bosque altoandino, así como las de sus especies de flora y fauna. Muy Alta (0,7).
Incidencia no cuantificable	La fragmentación de hábitats y corredores biológicos puede tener incidencia en diferentes aspectos de composición y estructura de la vegetación, así como en la composición y estructura de las comunidades faunísticas. Muy Alta (0,8).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Muy Alto (6,02)
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1)
Mitigabilidad (Posibilidad de	La única forma de manejar el impacto durante el periodo de explotación minera es a través de la implementación de programas de

manejo)	compensación. Negativo Compensable (0,9).
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-5,42).
Evaluación del impacto acumulativo	El proyecto incrementará la actual intervención de los ecosistemas de páramo, subpáramo y bosque altoandino de la Serranía de Santurbán en 1,9 %

5.3.7 Pérdida o alteración de hábitats para comunidades acuáticas

5.3.7.1 Sin proyecto

Las comunidades hidrobiológicas (perifiton y macroinvertebrados bénticos), según su composición, abundancia y atributos ecológicos, corresponden a comunidades de ecosistemas de alta montaña a adaptadas a los variaciones naturales de caudal y sus correspondientes condiciones físicas y químicas. Así mismo, reflejan los diferentes niveles de intervención antrópica de sus microcuencas. Es así como en las quebradas Angosturas y La Baja así como en el río Vetas se obtuvieron bajos valores de riqueza total y abundancia algal, así como condiciones de calidad de agua críticas a muy críticas según su composición de familias de macroinvertebrados bénticos, similar a lo que ocurre en la quebrada Páez previo a su confluencia con la quebrada Angosturas. En la quebrada Móngora también se obtuvieron bajas riquezas y abundancias algales, sin embargo sus comunidades de macroinvertebrados bénticos reflejan mejores condiciones de calidad del agua.

Los peces más comunes en las zonas montañosas de los andes incluyen especies de las familias Trichomycteridae y Astroblepidae, dentro de la cuales se registra un buen número de especies adaptadas a la vida en quebradas correntosas de alta montaña.

No obstante, la introducción de las truchas en las aguas andinas, ha hecho que muchas de estas especies hayan disminuido notablemente en estos sistemas, como sucede en la zona de estudio, en donde solamente se registró la presencia de tres especies de peces: la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), el jabonero *Trichomycterus* cf. *striatus* y el coroncoro o Choque (una especie de la familia Loricariidae).

Las zonas altas de las microcuencas conservan las características apropiadas no solo para el establecimiento de la comunidad íctica, sino de otras comunidades hidrobiológicas. Estos cuerpos de agua a diferencia de aquellos que se encuentran afectados por las actividades de la minería artesanal y en general, por las actividades antrópicas, presentan buenas condiciones fisicobióticas que permiten el establecimiento y proliferación de comunidades hidrobiológicas bien estructuradas.

En este orden de ideas, los principales cuerpos de agua que representan hábitats de interés ecológico incluyen la microcuenca Romeral-Cucutilla y sus afluentes, la parte alta de la quebrada Angosturas, los afluentes de la microcuenca Angosturas-La Baja, la microcuenca Páez en su parte alta y sus afluentes y la microcuenca Móngora y sus afluentes. Las demás microcuencas no representan menor importancia, sin embargo la evidente disminución de comunidades hidrobiológicas, principalmente en la parte baja de la quebrada Angosturas y La Baja puede relacionarse con la alteración de sus cauces contaminación de las aguas por residuos tóxicos provenientes de la minería artesanal.

5.3.7.2 Con proyecto

Fase del proyecto	Instalación y operación.
Acciones o actividades del proyecto	<p>Construcción de campamento temporal de construcción y campamento definitivo</p> <p>Construcción del embalse</p> <p>Construcción de vías y accesos</p> <p>Apertura del tajo</p> <p>Construcción de botaderos</p> <p>Construcción de pilas de lixiviación</p> <p>Obra civil para equipos para el beneficio y transformación de minerales</p> <p>Explotación de fuentes de materiales</p> <p>Explotación del tajo</p> <p>Disposición de estériles</p>
Sistema afectado	Biótico
Componente	Fauna, Vegetación, Procesos ecológicos.
Sujeto afectado	Comunidades acuáticas, nichos, redes tróficas.
<p>Descripción del impacto: Se alterará el cauce en tramos de ecosistemas lóticos para la construcción de las pilas de lixiviación, el tajo de explotación, el depósito de estériles y el embalse El Salado. En estos tramos se perderán las comunidades de perifiton, bentos y peces. Las cuencas que se verán afectados por el proyecto son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quebrada Angosturas • Quebrada Páez • Quebrada La Baja • Quebrada Móngora • Quebrada El Salado • Río Vetas • Río Suratá 	
Impactos secundarios	La alteración de los cauces mencionados, reduce la disponibilidad de hábitats para los anfibios en la zona, así como para otras especies de fauna relacionadas con los ecosistemas acuáticos en actividades de búsqueda de alimento o de tipo reproductivo.
Área de influencia: (Entorno de afectación)	El entorno de afectación es subregional, teniendo en cuenta el número de microcuencas afectadas por el proyecto.
Tendencia (Evolución o tiempo)	El impacto será de ocurrencia rápida, pues desde el inicio de las actividades del proyecto es necesario realizar el desvío de los cauces mencionados.
Reversibilidad* (Condición)	El impacto es irreversible, pues los la ocupación de los cauces requeridos para la ejecución del proyecto, no permite que vuelvan a su

	estado inicial.
Probabilidad de ocurrencia	Se requiere la desviación de estas quebradas y la ocupación de sus cauces. Seguro (1,0).
Duración	El impacto estará presente aún después de finalizar la operación del proyecto. Permanente (1,0).
Magnitud (Dimensión)	Los cuerpos de agua y longitud aproximada de los cauces que se verán afectados por el proyecto son: - Quebrada Angosturas - La Baja. 3,3 km. - Quebrada Páez. 2,9 km. - Quebrada Móngora. 5,5 km - Quebrada El Salado. 1,4 km
Magnitud relativa	Considerando la intervención del cauce principal de las quebradas mencionadas, en una longitud de 13,0 km, corresponde al 39 % de la longitud total de dichos cauces, que es del orden de 32,9 km. Alta (0,39).
Nivel de vulnerabilidad	Media, considerando que la afectación se presentará en la cuenca alta de las quebradas, en donde las comunidades hidrobiológicas están en estadíos sucesionales tempranos. Media (0,4).
Incidencia no cuantificable	Muy alta teniendo en cuenta que la composición, estructura y biomasa de las diferentes comunidades hidrobiológicas en las cuencas altas de los cursos de agua, cumplen un papel determinante en las comunidades de las cuencas media y baja. Muy Alta (0,6).
Intensidad (Calificación de importancia del impacto potencial)	Alto (3,96).
Carácter del efecto (Carácter o signo)	Negativo (-1).
Mitigabilidad (Posibilidad de manejo)	Negativo Compensable (0,9), pues el impacto solamente se puede manejar a través de medidas de compensación en otras microcuencas de la zona de influencia del proyecto.
Impacto remanente (con manejo)	Manejable (-3,56).
Evaluación del impacto acumulativo	El proyecto incrementará la actual alteración de hábitats de las comunidades hidrobiológicas, ocasionada fundamentalmente por las actividades de minería informal.